

第4章 バイオフィューミゲーションを取り入れた

ハウレンソウ、ナス等の有機栽培技術

1. 背景

慣行栽培から有機栽培への移行を図る場合、土壌病害虫が大きな障害となりますので、化学農薬を用いない土壌病害虫対策技術が求められます。慣行栽培では、数々の土壌消毒剤が利用できますが、有機栽培では使用できません。そこで、ふすまなどの分解しやすい有機物を土壌混和してから灌水・被覆して土壌を還元状態にする土壌消毒法（土壌還元消毒）と、アブラナ科植物等を鋤き込んで同様に灌水・被覆するバイオフィューミゲーション（生物的くん蒸）を用います。

2. バイオフィューミゲーションについて

「バイオフィューミゲーション」の本来の意味は、アブラナ科の植物の輪作や鋤き込みにより、その後の栽培において土壌病害虫が抑制される現象（または土壌病害虫を抑制する技術）です。昨今、その意味は有機物一般の鋤き込みによる有益な効果にも広げられています。

本書では、アブラナ科植物であるカラシナを栽培して鋤き込む、あるいは、ブロッコリーの収穫後残渣やダイコンの選果時に出る規格外の残渣などを鋤き込んだ後に、灌水・被覆・密閉して土壌を還元化させることにより、バイオフィューミゲーションと土壌還元消毒の効果をともに取り入れた技術を紹介します。エンバクなどを鋤き込んで同様な処理をしても同じような効果が得られます。

以下では、ハウレンソウとナスについて、バイオフィューミゲーションを取り入れた有機栽培技術を例示するとともに、エンバクを用いたキスジノミハムシ対策について解説します。

3. ハウレンソウの有機栽培

（1）栽培暦と栽培の要点

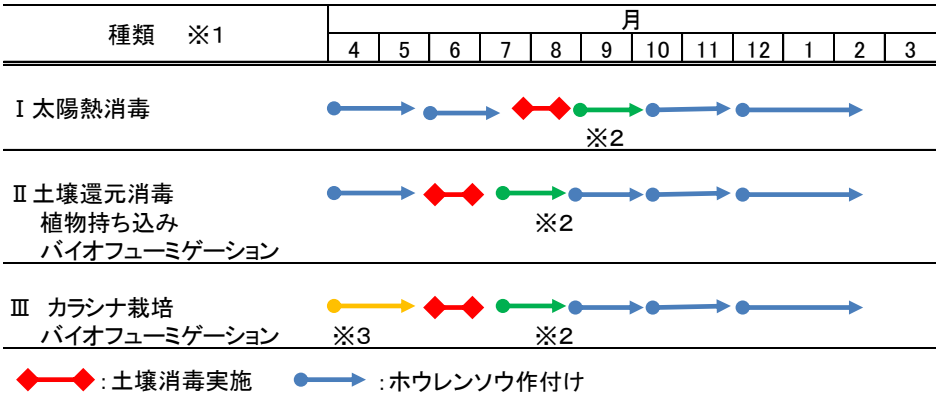
1）基本的な考え方

冷涼な気候を好むハウレンソウは、夏期の高温により生産が不安定になるとともに、萎凋病発生リスクが高まるため夏期は栽培適期とは言えません。そこで、本書では、夏期は高温でも安定生産が可能なコマツナやチンゲンサイを輪作作物として導入する、あるいは土壌還元消毒の実施期間とし、他の時期にはハウレンソウを栽培することを基本形とします。夏期のハウレンソウ栽培を否定するものではありません。

2）作付け計画

第4-1図は作付け体系の例です。初夏から夏期に、土壌還元消毒と夏期輪作品目のコマツナ・チンゲンサイを栽培体系に組み込むことで、ハウレンソウが年4作栽培可能になり

ます。市場流通を想定した場合、消費者の受容価格帯で採算が取れる時期は、11月から6月までで、年3作を想定しています。



第 4-1 図 夏期に土壌消毒と夏期輪作作物を組み込んだ有機ホウレンソウ栽培体系例

注) ※1：I は、太陽熱消毒を組み込んだ場合、II はふすま等による還元消毒、カラシナを持ち込み実施するバイオフューミゲーションを組み込んだ有機ホウレンソウ栽培体系、III は、カラシナをハウス内で栽培しバイオフューミゲーションを組み込んだ有機ホウレンソウ栽培体系。

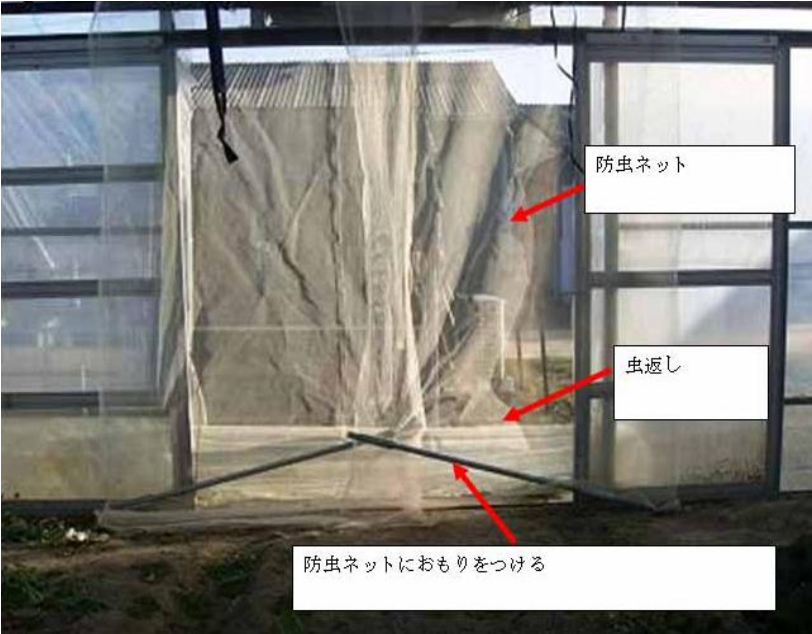
注) ※2：夏期には、コマツナ、チンゲンサイなど（夏期輪作作物）との代替も可能。

注) ※3：バイオフューミゲーションに利用するカラシナを栽培。

3) 施設設備

ハウスは、近紫外線カットフィルムで被覆します。これにより、アザミウマ類やアブラムシ等の微小害虫の飛び込み防止、立枯性病害予防や生育促進効果が期待できます。

防虫対策として目合い 0.8～0.6mm の防虫ネットをハウス出入り口、サイド開口部に展張します。目合い 1mm ではキスジノミハムシが侵入しますので注意が必要です。さらに、出入り口には、P0



第 4-2 図 「虫返し」の設置状況

フィルム等で高さ 20cm 程度の「虫返し」を設置し、ハスモンヨトウ等の匍匐（ほふく）性害虫の侵入を防ぐ必要があります(第 4-2 図)。

4) 施肥

ホウレンソウケナガコナダニは、油粕を好むため、魚加工肥料のような油粕を含まない

有機質肥料を選択する方が望ましいです。

土壌中の残存無機態窒素と施肥による窒素の合計値が、1a 当たり 1.5kg あれば十分な収量が得られます。したがって、土壌分析により土壌中の無機態窒素量を把握し、窒素施用量を決める必要があります。

5) 品種

べと病発生のある秋播き、初夏播き栽培には、耐病性品種を用います。供試した品種の中で、秋播き栽培では、収量及び草姿の面から「クロノス」、「トラッド 7」が有望です。また、初夏播き栽培では、収量性の面から「セブンアール」、「プリウス」が有望で、草姿及び取扱いの面から「サマースカイ」、「サマートップ」、「プリウス 7」が有望です。

6) 雑草および土壌病害対策

ハウレンソウの生産が不安定な、初夏から盛夏に土壌還元消毒を実施します。ハウス内の外縁部に雑草が再生するため、早めに除草することで、ほぼ 1 年間栽培に支障を及ぼさない水準に雑草を抑制することができます。さらに、土壌還元消毒を連年実施することで、雑草の発生は減少します。また、ハウレンソウ萎凋病をはじめとする土壌病害の防除効果が期待できます。

7) 夏期輪作作物

ハウレンソウの生産が不安定な初夏から盛夏に、輪作作物として、耐暑性に優れるコマツナまたはチンゲンサイの作付けを行います。耐暑性には品種間差があり、高温による徒長や、チップバーンなど生理障害が発生することがあります。供試した中で、コマツナでは「はっけい」、「奈々子」が、チンゲンサイでは「夏帝」、「夏八仙」が収量性および形状が優れます。

(2) 施肥管理

1) 土づくり

ハウレンソウ栽培の場合は施設栽培で連作となるので、土壌の養分含量が極めて富化しやすくなります。年間 1a 当りのたい肥の適正な施用量は 200～400kg で、完熟たい肥を全面に施用します。たい肥の施用は、土壌の腐植含量の分析値を基に施用量を決め、土壌（鈣質土壌の場合）の腐植含量の目標値を 7～8% とします。

留意点

- (i) ハウス栽培では、閉鎖的環境になるため、未熟なたい肥の施用は、急激な分解によるガス障害の発生する恐れがあり注意が必要です。また、過剰に投入すると環境へ負荷を与えるだけでなく、土壌の養分過剰やアンバランスにより生育が阻害され、農作物の品質が低下するので注意が必要です。
- (ii) 未熟なたい肥の施用は、ハウレンソウケナガコナダニの発生を助長する恐れがあるため、注意が必要です。

2) 施肥（有機質肥料の効果的な使い方）

有機質肥料（第 4-3 図）を化学肥料の代替として利用します。ハウレンソウの 1 作当たり必要な窒素量は 1.5kg/a 程度です。土壌中の無機態窒素を測定し、不足分を有機質肥料で補います。

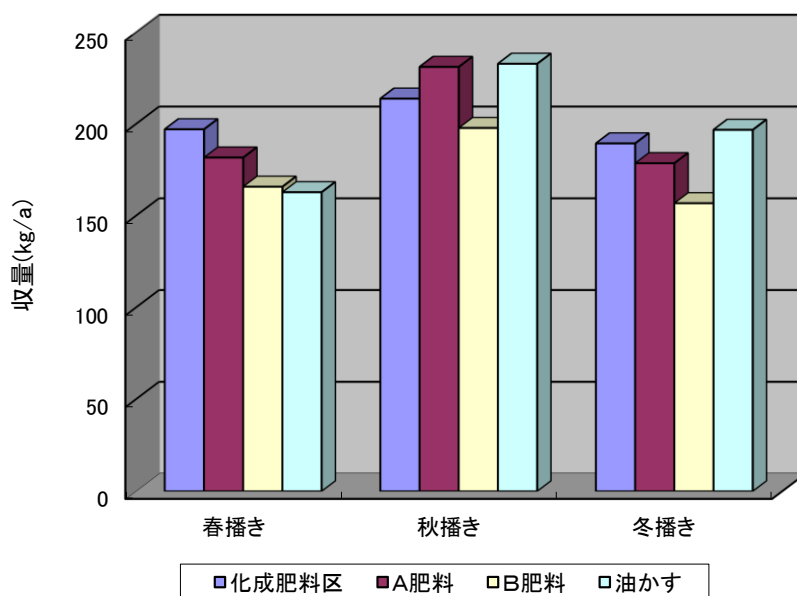
特に窒素の土壌への過剰な蓄積は、品質への悪影響も懸念されるので有機質肥料等を適正に施用する必要があります。



第 4-3 図 有機質肥料の一例

(i) 有機質肥料の施肥方法

3 種類の有機質肥料（魚加工肥料、三種配合肥料、油かす）を化成肥料と同じ窒素施肥量で栽培した場合、収量は年間を通してほぼ同等であり、主な有機質肥料で化成肥料の代替は可能です（第 4-4 図）。



第 4-4 図 供試資材毎の時期別収量

注 1) 施肥窒素量は、土壌の残存窒素量を考慮せず一律施肥（春、冬播き：0.7 kg/a、秋播き：0.35 kg/a）

一斉に収穫調査したため、生育が遅い区は収量が少なくなっている時期があるが、適期収穫では収量はほぼ同等になると考えられる。

2) A 肥料（魚加工肥料：魚粕、米ぬか等配合）

3) B 肥料（三種配合肥料：なたね、魚粉、皮粉等配合肥料）

春播き及び秋播きのハウレンソウの収量は、1 作当たり窒素量（播種前の作土の無機態窒素＋施肥窒素）が 1.0kg/a 以上ではほぼ一定となり、冬播きのハウレンソウの収量も窒素量が 1.5kg/a 以上で横ばいとなります。1 作当たりの窒素量は 1.5kg/a が適当量です。

(ii) 施肥量の計算

施肥量は、作付け前に土壌中の無機態窒素量を測定し、不足分を有機質肥料で補うという考え方で算出します。

1 作当りの窒素量 (1.5kg/a) — 作付け前の土壌中無機態窒素量 = 施肥窒素成分量

有機質窒素の施用量 = 施肥窒素成分量 ÷ 使用する有機質肥料の窒素保証成分 (%) × 100

※土壌の無機態窒素の測定機材には、RQフレックスや農大式簡易土壌診断キットなどがあります。

(iii) 鶏糞を有機質肥料として施用する場合

鶏糞を有機質肥料の代わりに施用する場合は、鶏糞の窒素濃度や肥効率などで施用量が変わるため注意が必要です。

鶏糞を利用しながら養分過剰のリスクを避け、農産物を長期間栽培し続けるためには、鶏糞の施用量は、窒素量だけではなく、過剰になりやすい石灰やリン酸の量も参考にして決める必要があります。

(iv) 土壌還元消毒を行った場合の施肥

ふすまを 1a 当たり 100kg 用いた土壌還元消毒後の作付けでは、ふすまの分解により 1.5kg/a 程度は窒素の肥効が期待できます。そのため消毒直後には施肥の必要はありません。

留意点

- (i) 有機質肥料にはカリ含量が少ないものがありますので、土壌中の交換性カリウムが少なくなった場合には、草木灰などでカリウムを補う必要があります。
- (ii) ホウレンソウケナガコナダニの被害が発生しやすいハウスでは、油かすが含まれる有機質肥料の施用は控える必要があります。

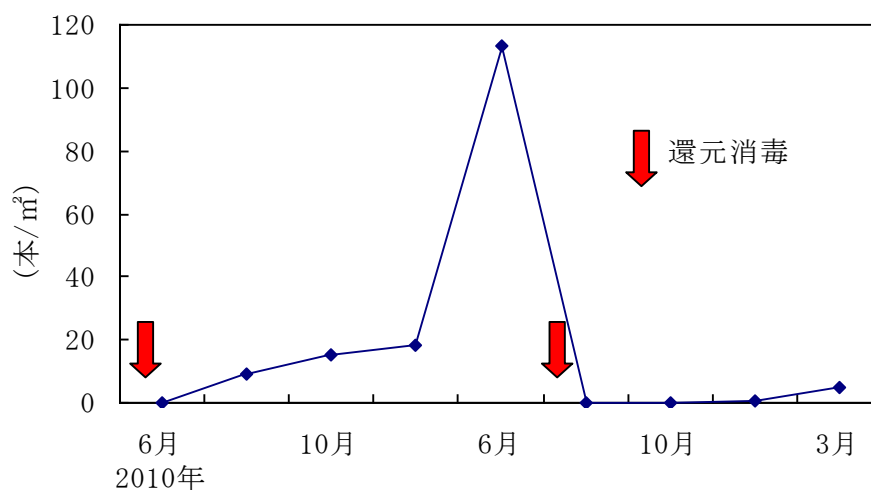
(3) 雑草・病虫害対策

1) ふすま、米ぬかを用いた雑草抑制技術

(i) 技術の概要

土壌にふすま、または米ぬかを 1a 当たり 100kg 混和し、土壌表面に水溜りができるまで十分に灌水した後に透明フィルムで密閉し、地温 30℃以上を確保します。被覆後数日すると微生物の働きにより土壌の酸素が急激に奪われ、還元状態になります。このような土壌の還元状態と太陽熱による高温の効果により、雑草種子や多くの土壌病虫害が死滅し、防除効果が得られます。

ハウスの出入り口やハウス内外縁部に雑草が再生しますが、早めに抜き取ることで、ほぼ 1 年間栽培に支障を及ぼさない水準に雑草を抑制することができます。さらに、土壌還元消毒を連年実施することで、雑草の発生は減少します (第 4-5 図)。また、ホウレンソウ萎凋病をはじめとする土壌病害の防除効果が期待できます。



第 4-5 図 還元消毒後の雑草発生の推移 (場内試験)

(ii) 実際の技術

(a) 資材の準備

ふすままたは、米ぬか 1a 当たり 100kg、灌水施設、被覆用の透明フィルム（穴が開いていなければ再利用品でよい）、フィルム押さえ用資材（水を封入したポリダクトや直管パイプ、垂木など）。

(b) 主要技術を核とした技術・作業体系

ハウレンソウの栽培が不安定な初夏から盛夏にかけて、土壌還元消毒を実施し、夏期輪作作物としてコマツナ、チンゲンサイの作付けを行い、その他の時期にハウレンソウを作付ける体系（第 4-1 図）を想定しています。

(c) 現行の太陽熱消毒との違い

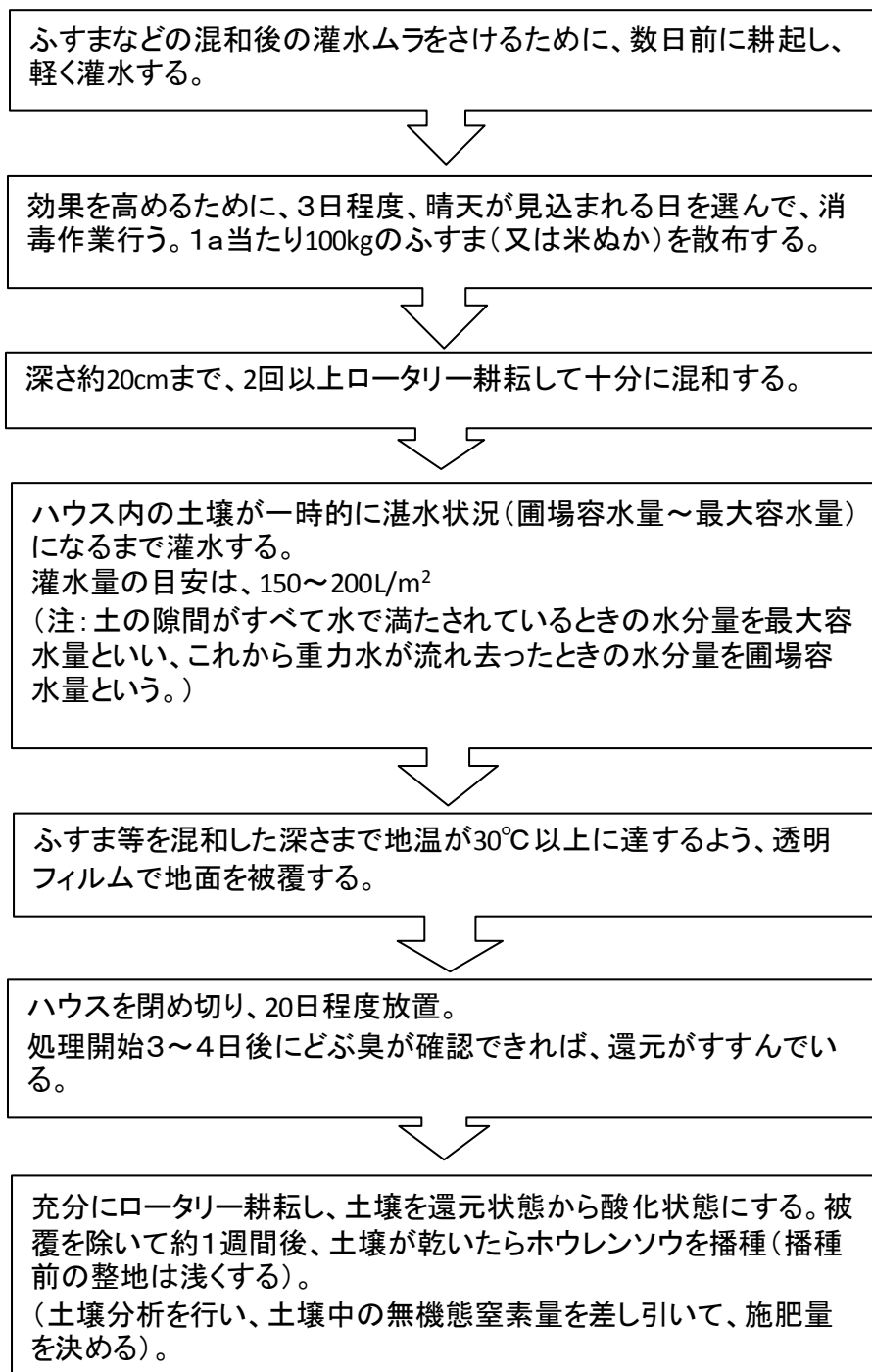
第 4-1 表に、土壌還元消毒と太陽熱消毒との技術上の相違点を示しました。

(d) 作業手順

第 4-6 図に作業手順を示しました。

第 4-1 表 土壌還元消毒と太陽熱消毒との技術上の相違点

内 容	土壌還元消毒	太陽熱消毒
施用する有機物	ふすま、米ぬか、糖蜜	稲ワラ、麦ワラなど粗大有機物
灌水量	一時的に湛水状態になるまで大量灌水	土壌水分60%程度まで灌水
必要な地温	30℃以上	40～45℃以上
必要な期間	20日程度	1 か月以上
地表面	還元状態にするため平らに整地する	地温上昇を促すため小畝を作る



第4-6図 ふすま、米ぬかを用いた土壌消毒の手順

(iii) 留意点

(a) よくある失敗事例

灌水時に、一時的な湛水状態が維持できないような、排水良好な圃場、傾斜地圃場では、効果は期待できません。

出入り口周辺やハウス内外縁部は、効果が劣るため雑草が再生しやすくなります。

(b) 導入上の留意点 (失敗しないために)

実施時期：地温 30℃以上を安定的に確保するため、5 月末から 9 月下旬まで（平均気温 20℃以上の時期）に行います。効果を高めるためには、3 日程度、晴天が見込まれる日を選んで、消毒作業を行います。

ハウスの密閉期間：通常 20 日間密閉します。7 月から 8 月の高温時には 10 日間で防除効果が得られます。ただし、ハウレンソウ萎凋病を対象とする場合は、地温 40℃以上での状態が 72 時間以上継続することが必要なため、密閉期間内に最高気温が 30℃を超える日が 7 日以上あることが目安となります。

高温時の対処：夏期の高温時には、ハウス内の機材及び資材が高温により劣化する可能性があるため、天窓や側窓の一部を開けてハウス内の温度を下げておかまいません。ただし、気温の下がる夜間は閉めます。

2) カラシナの鋤き込みによるハウレンソウの萎凋病対策

(i) 技術の概要

夏期栽培のハウレンソウでは、萎凋(いちょう)病の多発生により大きな被害が生じています。この病害の対策には土壌消毒が有効です。従来、農薬による土壌くん蒸や熱水土壌消毒が行われていましたが、環境にやさしい防除技術として、カラシナの茎葉を土壌に鋤込んで病原菌を殺菌する方法を開発しました。カラシナには、その名のとおり辛み成分が含まれています。カラシナ茎葉を切断して土壌に鋤込むと、カラシやわさびに含まれている成分であるカラシ油配糖体(グルコシノレート)の一種であるシニグリンが分解されて、アリルイソチオシアネート(AITC)が生成されます。この成分には殺菌作用があり、これが土壌中を揮発・拡散し、病原菌を殺菌します。また、カラシナの分解時に生じる含硫化合物のジメチルジスルフィド等も病原菌の密度低減及び活性低下に関与している可能性があります。さらに散水をして土壌を還元状態にすると土壌還元消毒と同じ効果が発揮されます。

(ii) 実際の処理

第 4-7 図と第 4-8 図に、実際の作業手順を示しました。

(a) 圃場の整備

圃場に硬盤がある場合、垂直方向の透水性が悪くなるのでカラシナ播種前にサブソイラを施工します。

(b) カラシナ播種と栽培

カラシナの品種は AITC 含有量の多い「黄からし菜」を用います。播種量は 0.5g/m²程度です。5 月下旬～6 月初旬の播種であれば、その前にハウレンソウを 1 作栽培できます(第 4-9 図)。

ハウスではハウレンソウの肥料が残っているのでカラシナのための施肥は不要です。生育の後期には生育が旺盛になるので、水不足にならないように灌水します。

(c) カラシナの鋤き込み

開花期の7月中旬頃(播種45日後を目安)に鋤き込みます。この時期は梅雨明け後の高温で、地温が高くなるので有効です。

鋤き込み時のカラシナの草丈は1.5m前後と高くなるので、刈り払い機などで主茎を30～50cmに切断してから、トラクターのロータリーでできるだけ深く鋤き込みます。ハンマーナイフモアと使うと茎葉が細かくなりすぎて鋤き込み作業中にAITCが揮発してしまい、作業者の目にも刺激が強いので使用しないほうが望ましいです。

鋤き込み時に、ハウレンソウ用の施肥もしておきます。

カラシナを鋤き込んだ後にローラーで鎮圧すると還元状態になりやすいです。

5月末～6月初旬、消毒するハウスでカラシナを播種

開花がそろそろまで栽培(約45日)

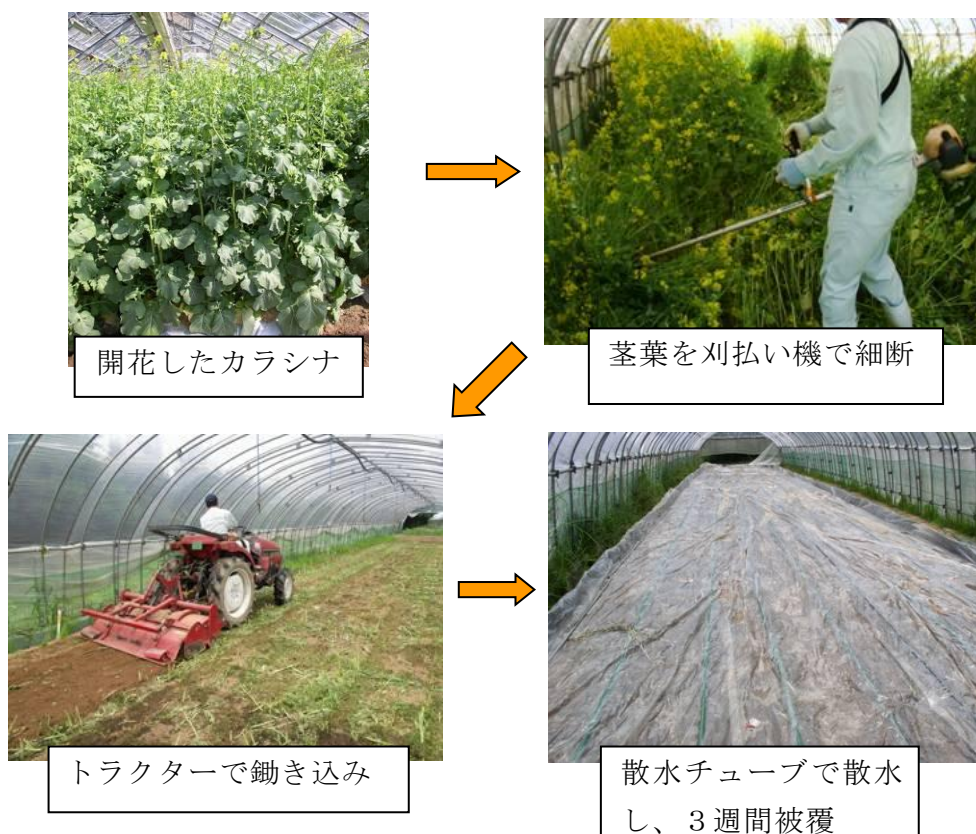
刈り払い機などで茎葉を細断、トラクター等で土壌に鋤き込み(同時にハウレンソウの施肥)

散水チューブを敷設し、上から透明フィルムで被覆、縁を押さえてから飽和するまで散水。

ハウスを閉め切り、3週間放置
(土壌中の病原菌を殺菌)

被覆を除いて約1週間後、土壌が乾いたらハウレンソウを播種(播種前の整地は浅くする)

第4-7図 カラシナ鋤き込みの手順



第4-8図 写真で見るカラシナの鋤き込み手順

栽培体系

4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月
	ハウレンソウ	カラシナ栽培	鋤込	ハウレンソウ	ハウレンソウ		

第 4-9 図 カラシナを組み込んだ栽培体系

(d) 散水と被覆

散水チューブの間隔はハウスの傾斜程度により変えます。平坦地では 50cm、傾斜がある場合は 25cm くらいに狭くします。傾斜ハウスでは、散水速度が速いと水が土壌表面やフィルム裏面に沿って流れやすいので、速度を遅くします。傾斜が急な場合は、散水量を均一に補正する点滴チューブを使用します。散水量は 100～150L/m²です。散水により土壌水分が圃場容水量以上になることが望ましいので、pF メーターで確認するとよいでしょう。被覆して数日～1 週間後にフィルムをめくってドブ臭（ドブのにおいのような悪臭）がすると還元状態になったと判断します。

被覆するフィルムはハウス用の透明フィルムの使い古しでもかまいません。ハウスの周縁は直管パイプ（直径 32mm 以上）や水を封入したポリダクト（直径 10cm）で押さえます。傾斜ハウスの低い側には畦畔板（波板）などを深くまで設置し、灌水した水がハウス外へ流れないようにします。

ハウスは閉め切ってできるだけ地温を上げるようにします。被覆期間は 3 週間程度です。還元状態にならなくて曇雨天が続く場合は、数日～1 週間延長します。

(e) 被覆の除去とハウレンソウ播種

被覆除去後、カラシナが混和されていない土壌の深い部分は殺菌効果が低いので、ハウレンソウ播種時に土壌表面はできるだけ浅く耕起・整地するにとどめて下さい。カラシナの茎は太いので分解せずに残ることがありますが、播種に悪影響はありません。

被覆期間が 3 週間以内の場合、被覆を除去してすぐにハウレンソウを播種すると草丈がやや低く抑制されることがあるので、被覆除去後、1 週間程度経過してから播種して下さい。

(iii) より効果を上げるために

(a) カラシナの鋤き込み量は 5kg/m²以上が望ましいです。

(b) 鋤き込み中、還元状態を正確に把握するには酸化還元電位を測定します。簡易に把握するには土壌中の水に二価鉄イオン試験紙を浸して発色程度で見る方法があります。

(c) 鋤き込み中、土壌が還元状態になった場合は、地温 30℃以上の積算時間が約 280～300 時間に達すると高い殺菌効果が認められるので、鋤き込み中の地温を計測し、鋤き込み期間の目安にすることが望ましいです。

(d) 土壌が還元状態にならない場合は、カラシナの効果だけでは十分ではないので地温上昇効果を併用します。被覆期間を延長するか、地表面を被覆してからトンネル枠などを刺して、その上にも被覆すると地下深くまで地温が上昇して効果が增強されます。地温 40℃以上の積算時間が 200 時間に達すると熱による殺菌効果が高くなります。

(iv) その他の注意点

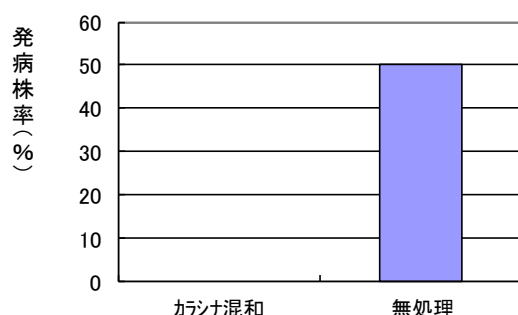
- (a) 散水チューブを使わないで鋤き込む方法もあります。カラシナ鋤き込み後、ハウスに設置されているスプリンクラーで一晩散水し、翌日被覆し、還元状態にした場合、AITCが揮発してしまい、その効果は低下するものの、発病を無処理の4割程度に抑制します。
- (b) カラシナ鋤き込み消毒の副次的な効果として、イヌビユ、スベリヒユ、スギナの少発生条件ではある程度の雑草抑制作用もあります。しかし、イヌビユの多発圃場では無効です。
- (c) 作業時間とコスト：カラシナ播種、機械での鋤き込み作業は1名でできますが、散水チューブの設置とフィルム被覆には最低2名必要です。10a当たりの時間は約20時間です。経費の目安は第4-2表のとおりです。
- (d) 防除効果の持続性：カラシナ鋤き込み後、萎凋病の少ない状態で年内に2作栽培できます。翌年の春の1作目は低温のため、まだ萎凋病は発生しませんが、病原菌は徐々に増加し、2作目終了時では無処理の半分程度の密度に復活してきます。

第4-2表 カラシナ鋤き込みの経費

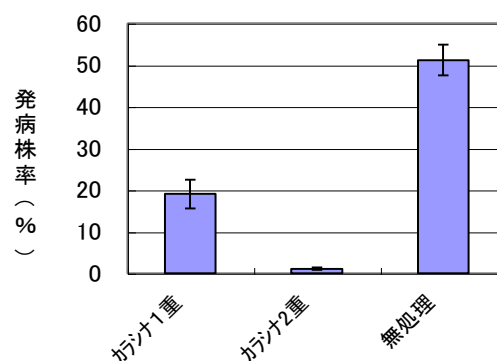
項 目	金額(10a当たり)	備 考
種子代	2,071	品種：黄からし菜、播種量：0.5kg/10a、
鋤込み材料費	4,475	灌水チューブ(スミチューブ)等
鋤込み動力費	2,228	刈払い機、トラクター燃料費
鋤込み家族労働費	33,605	時給1705円×19.71時間
合 計	42,379	

(v) 防除効果の一例

- (a) カラシナを鋤き込んでフィルムで1重被覆し、還元状態にした場合は萎凋病に対して高い防除効果が認められます(第4-10図)。



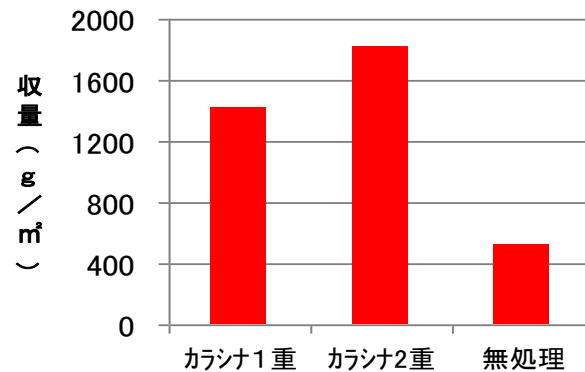
第4-10図 カラシナ鋤き込みと還元化によるハウレンソウ萎凋病の防除効果



第4-11図 カラシナ鋤き込みと2重被覆によるハウレンソウ萎凋病の防除効果(非還元条件)

(b) 1重では還元状態にならない場合は、2重に被覆して地温を上げることで防除効果が向上します（第4-11図）。

(c) カラシナ鋤き込み後のハウレンソウ収量は2重被覆で $1821\text{g}/\text{m}^2$ と無処理区の3.5倍に増加しました（第4-12図）。1重でも $1414\text{g}/\text{m}^2$ と無処理区の2.7倍に増加しました。



第4-12図 カラシナ鋤き込み後のハウレンソウ収量

3) ダイコン残渣をバイオフィューミゲーションに利用したハウレンソウの有機栽培

(i) 技術の概要

本技術は、バイオフィューミゲーションに用いるアブラナ科植物に、ダイコン産地の選果場から出る残渣を用いるものです。ダイコンはカラシナには及びませんがその分解過程で生じる抗菌成分（イソチオシアネート類等）（第4-13図）により、土壌中の病原菌の活性を低下させます。有機物としてダイコンを用いて土壌を還元させることにより、バイオフィューミゲーションと土壌還元消毒の組み合わせ効果が期待できます。



第4-13図 ダイコン磨砕液の揮発抗菌物質試験状況（左：水、右：ダイコン）

注）ダイコン磨砕液の上に、ハウレンソウ萎凋病原菌を培養した培地をかぶせ、密封状態で 25°C で培養。

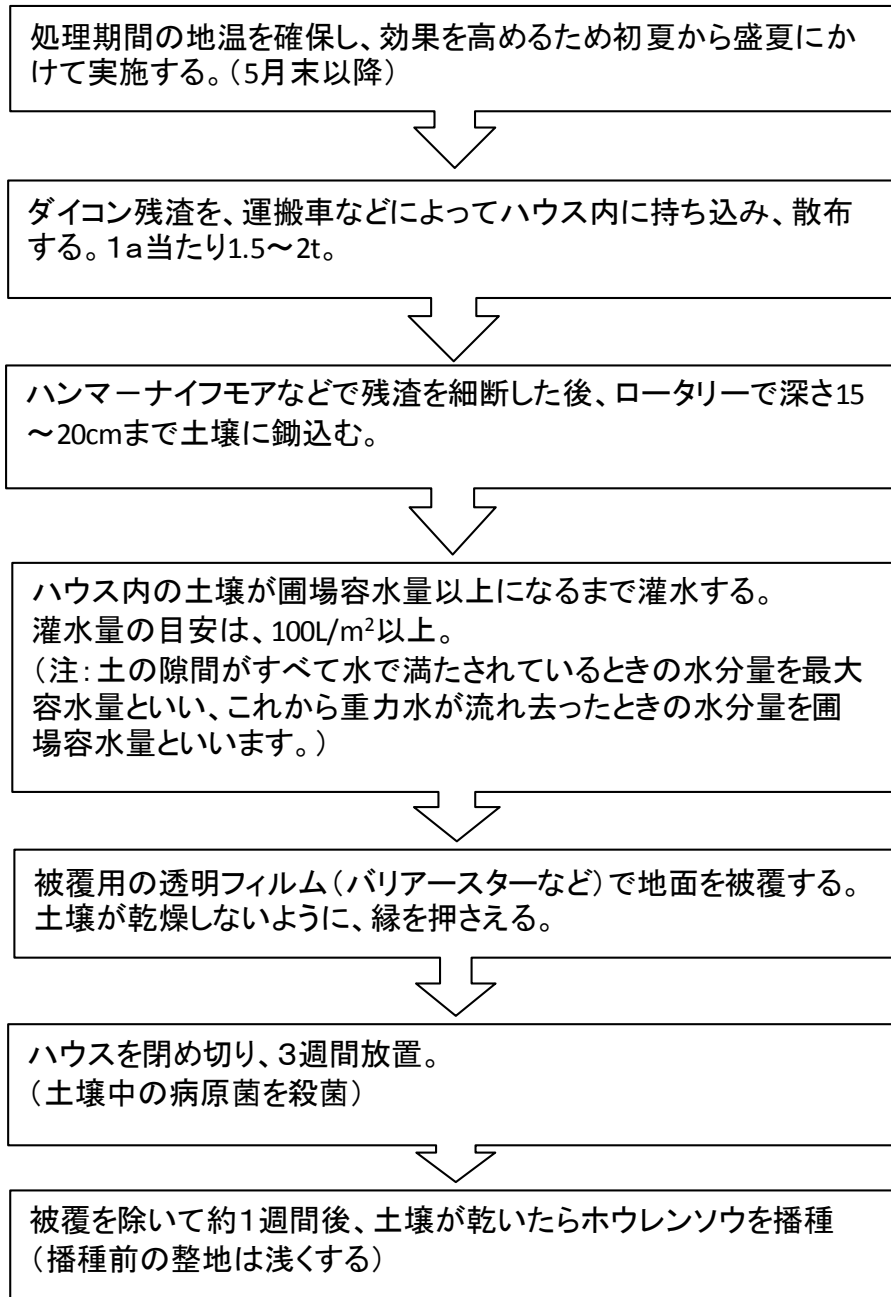
(ii) 実際の技術

(a) 資材の準備

ダイコン残渣（ $1.5\text{t}\sim 2\text{t}/\text{a}$ 程度）、被覆用の透明フィルム（気体を通しにくい難透過性のバリアースターは軽量で取り扱いが容易）、フィルム押さえ用資材（水を封入したポリダクトや直管パイプ、垂木など）

(b) 作業手順

第4-14図および第4-15図に作業手順を示します。



第 4-14 図 ダイコン残渣を用いたバイオフィューミゲーションの手順



①選果場からのダイコン残渣



②ハンマーナイフモアで細断



③耕耘→灌水→直ちにフィルムを被覆



④ハウスを密閉する

第 4-15 図 ダイコン残渣を使ったバイオフィューミゲーションの手順

(c) 肥料成分の変化

ダイコン残渣を用いたバイオフィューミゲーションの前後における土壌中無機態窒素量の変化の例を第 4-16 図に示します。ダイコン残渣を 1.5~2t/a 投入した場合、処理前の窒素量にかかわらず、処理後にはハウレンソウ 1 作分の窒素分 (1.5kg/a) が残ります。

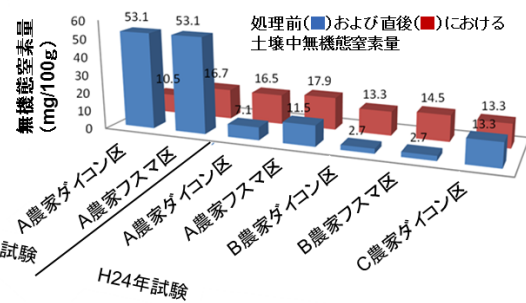
試験を行ったハウス土壌

	土壌	pH	全炭素(%)	全窒素(%)
A農家(2011年)	埴壤土	5.5	6.99	0.55
A農家(2012年)	埴壤土	6.0	5.36	0.42
B農家(2012年)	軽埴土	5.2	2.68	0.23
C農家(2012年)	埴壤土	5.8	4.14	0.35

ダイコン残渣 1.5~2t/a で、約 1.5kg/a の窒素が投入される。



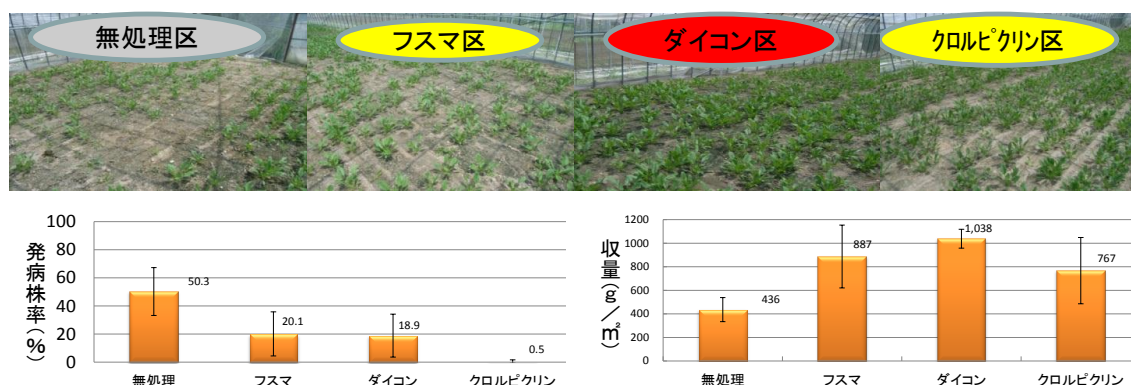
B F 直後には、ハウレンソウ 1 作分の窒素分 (1.5kg/a) が残る



第 4-16 図 バイオフィューミゲーション (B F) 前後における土壌中無機態窒素量

(d) 現行との比較

現行の土壌消毒剤 (クロルピクリン剤) およびふすまを用いた土壌還元消毒との効果の比較の例を第 4-17 図に示します。



第 4-17 図 各処理後のホウレンソウ萎凋病防除効果と収量の比較

(iii) 留意点

(a) 導入上の留意点（失敗しないために）

実施時期：土壌還元消毒同様に地温 30℃以上の確保ができる時期が望ましいです。地温が高い方が、防除効果が上がります。温度が低いと効果がありません。地温 30℃以上の安定確保のため、5 月末から 9 月下旬まで（平均気温 20℃以上の時期）に行います。効果を高めるために、3 日程度、晴天が見込まれる日を選んで、消毒作業を開始します。

圃場：バイオフェューミゲーションでは、粗大有機物を土壌に投入するため、土壌物理性の改善効果も期待できる反面、圃場内に均一散布することも大切です。

灌水：処理時の圃場への灌水は、10t/a 以上が目安です。灌水時に水が溜まらないような、排水良好な圃場、傾斜地圃場では、効果が得られにくいですが。土壌還元消毒同様に、水分が不足すると、防除効果が望めません。出入り口周辺やハウス外縁部は、効果が劣ります。処理を行った直後の栽培では、施肥の必要はありませんが、2 作目以降は、土壌診断に基づく肥培管理が基本です。処理後の土壌は、暗黒色を呈す場合があります、ホウレンソウ栽培中に灌水の要不要の判断に注意します。

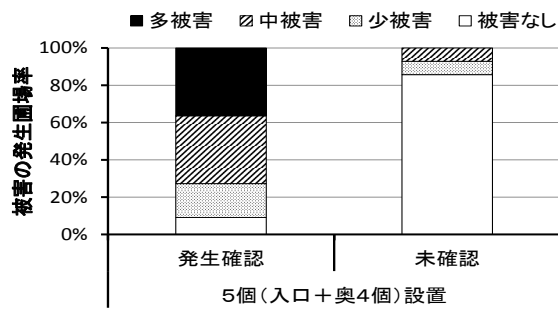
4）冬期天井ビニール除去や土壌還元消毒とコナダニ見張番によるコナダニ管理技術

(i) 技術の概要

ホウレンソウケナガコナダニ（以下、コナダニ）は、雨除けハウスでの発生が多く、露地では少ないことが分かっています。これは、降雨等により土壌条件が変化することで、コナダニの増殖が抑制されるためと考えられています。そのため、冬期の間（概ね 12 月～2 月）、使用しないハウスの天井ビニールを除去し、降雨にさらすことで、春期のコナダニ被害を抑制することが可能です。また、土壌還元消毒を実施することで、コナダニ抑制効果が半年～1 年間期待できます。

これら技術は、ハウス内のコナダニの生息密度により効果の持続性が異なると考えられるため、「コナダニ見張番」を使ってコナダニの発生をモニタリングします。コナダニ見張番は、山口県が開発した簡易トラップで、コナダニを現地でモニタリングできるため、コナダニの発生を的確に把握し適期防除に繋げることで被害の発生を予め抑えることができ

ます（第4-18図、第4-19図）。



第4-18図 播種前にコナダニ見張番を設置した場合の被害発生圃場率



第4-19図 商品化されたコナダニ見張番

(ii) 実際の技術

(a) ハウス天井のビニール除去

12月上旬に天井のビニールを除去します。2月末に天井のビニールを被覆します。

(b) コナダニ見張番によるモニタリング

播種前の確認作業：2月下旬～3月上旬の播種前に「コナダニ見張番」を1ハウス当り5個以上設置し、1～2日後にコナダニの生息密度を調査します。

播種後の確認作業：播種前にコナダニが確認できなかった場合でも、2葉期から4葉期に「コナダニ見張番」を1ハウス当り5個以上設置し、コナダニの密度を調査します。

(c) 次の作型における確認作業（播種前から播種後）

6月までの作型では、コナダニ見張番によるモニタリングを継続して行います。

(d) 夏期の対策

7月～8月はコナダニの被害が発生しにくいいため、「コナダニ見張番」によるモニタリングは実施しません。

(e) 秋期の対策

9月末～11月の作型では、コナダニによる被害が発生しやすいため、上記(c)に示した「コナダニ見張番」によるモニタリングを行います。

(iii) 留意点

(a) よくある失敗事例

土壌表面が長期間の積雪に覆われた場合、コナダニ抑制効果は認められていません。そのため、冬期における積雪期間が長い（概ね1カ月以上）地域では、天井ビニールの除去による対策では、コナダニの抑制効果は期待できません。

コナダニの発生はハウス内でも偏りがあります。そのため、ハウス入口や乾きやすい場所を中心に「コナダニ見張番」を5個以上設置する必要があります。

(b) 導入上の留意点（失敗しないために）

冬期ビニールの除去や土壌還元消毒によるコナダニ抑制効果は、コナダニの生息密度や

各ハウスの土壌状況等によって異なります。過去にコナダニ被害が生じたハウス及びその近隣のハウスでは、「コナダニ見張番」によるモニタリングを行う必要があります。

夏期に使用しないハウスの天井ビニールを除去し、さらにハウスサイドを開放しておく、秋にコガネムシ類の被害が増加するため、注意が必要です。

5) ホウレンソウで発生する病害虫と有機栽培での対応策の例

バイオフィューミゲーションによりホウレンソウの主要病害である萎凋病は大きく抑制できます。しかし、他の病害虫が発生する場合がありますので、有機栽培での対応策の例を次ページの第4-3表に示しました。

第4-3表 ホウレンソウで発生する病虫害と有機栽培での対応策の例

区分	病虫害名	対応策
病害	立枯病	太陽熱消毒、還元消毒
	株腐病	太陽熱消毒、還元消毒
	萎凋病	太陽熱消毒、還元消毒 紫外線カットフィルム 根の除去 夏の栽培の回避
	モザイク病	ネットによるアブラムシ侵入防止 アブラムシの項参照 周辺雑草の除去等ほ場衛生
	べと病	抵抗性品種 適正施肥の実施 灌水量の適正化と夕方の灌水を避ける
害虫	ケナガコナダニ	太陽熱消毒、還元消毒 堆肥の夏期施用 完熟堆肥の施肥 冬期ビニール除去(積雪地帯除く) 栽培期間の短い品種選定
	トビムシ	残渣処理 ハウス内および周辺雑草除去 気門封鎖剤・JAS有機適応剤の導入
	ハスモンヨトウ	JAS有機適応剤の導入(BT水和剤、パイオセーフ) ネットによる侵入防止 フェロモンによる大量誘殺(広域、コンフューザーV、ヨトウコンH) 黄色蛍光灯による忌避 手で除去
	ヨトウ類	JAS有機適応剤の導入(BT水和剤) ネットによる侵入防止 手で除去 ハウス内および周辺雑草除去
	シロオビノメイガ	防虫ネット 手で除去
	ネキリムシ	ネットによる侵入防止 土壌耕耘 手で除去
	アザミウマ類	JAS有機適応剤の導入(スピノサド水和剤、ボタニガードES) ネットによる侵入防止 ハウス内および周辺雑草除去 ハウスサイドに黄色粘着テープ設置 天敵農薬(スワルスキー、ククメリス、タイリク、オリスターA等)
	アブラムシ類	ネットによる侵入防止 シルバーテープ設置 ハウス内および周辺雑草除去 気門封鎖剤(サンクリスタル乳剤、粘着くん液剤)・JAS有機適応剤の導入 天敵農薬(アフィデント、アフィパール、アブラバチAC等)の導入 天敵のバンカー導入
	ヒメクロユスリカ	残渣処理 ネットによる侵入防止
	ハクサイダニ	ネットによる侵入防止 気門封鎖剤・JAS有機適応剤の導入 ハウス内および周辺雑草除去
	ヤサイゾウムシ	ゾウムシ捕獲用トラップの導入(近畿中国四国農業研究センター「コマツナ無農薬ハウス栽培マニュアル」) ハウス内および周辺雑草除去
	野鼠・モグラ等	ネットによる侵入防止 ハウス内および周辺雑草除去
	害虫全般	ほ場衛生の励行(侵入の防止)

注) 対応策の中に商品が含まれますが、一例です。

ホウレンソウに発生する主な病害虫

区分	病害虫名(病原菌名)	病徴・害虫・被害	区分	病害虫名(病原菌名)	病徴・害虫・被害
病害	立枯病 <i>Pythium</i>		害虫	シロオビノメイガ	
	株腐病 <i>Rhizoctonia solani</i>			ネキリムシ	
	萎凋病 <i>Fusarium oxysporum</i>			アザミウマ類	
	モザイク病 (ウイルス病)			アブラムシ類	
	べと病 <i>Peronospora spinaciae</i>			ヒメクロユスリカ	
害虫	ホウレンソウ ケナガコナダニ			ハクサイダニ	
	トビムシ			ヤサイゾウムシ	
	ハスモンヨトウ			野鼠・モグラ	

問い合わせ先：山口県農林総合技術センター 農業技術部 資源循環研究室

(4) 経営評価

カラシナを用いたバイオフィューミゲーションのコスト試算例を第4-4表に示しました。播種、鋤き込み作業は1名でできますが、散水チューブの設置とフィルム被覆には最低2

名が必要です。10a 当たりの時間は約 20 時間です。

第 4-4 表 カラシナ鋤き込みと慣行との比較

		項 目	慣 行	カラシナ 鋤込み	備 考
支 出	変 動 費	カラシナ種子代	0	2,071	播種量0.5kg/10a
		カラシナ鋤込み材料費	0	4,475	灌水チューブ(スミチューブ)
		カラシナ鋤込み動力費	0	2,228	カラシナ鋤込み燃料費
		カラシナ鋤込み家族労働費	0	33,605	時給1,705円×19.71時間
		カラシナ鋤込み費小計	0	42,379	
		種苗代	12,300	12,300	
		肥料代	23,622	23,622	
		農薬代	4,586	0	
		光熱動力費	16,238	16,238	電気、水道、軽油、ガソリン他
		諸材料費	20,000	20,000	ビニールフィルム等
		出荷販売経費	186,385	186,385	集出荷所利用料、運賃、予冷費他
		販売手数料	17,287	17,287	市場手数料
		小農具	2,027	2,027	播種機、その他
		家族労働費	37,732	37,732	時給1,705円×22.13時間
		雇用労賃	30,000	30,000	
		変動費小計	350,177	387,970	
	固 定 費	機械	30,894	30,894	トラクター等の償却、修繕費
		施設	72,628	72,628	
		固定費小計	103,522	103,522	
		支出合計	453,699	491,492	カラシナ鋤込みで支出37,793円(慣行の9.8%)増加

注) 出荷販売経費、販売手数料等は粗収益に応じて変動するが、ここでは同額とした。

4. ナスの有機栽培 —露地ナス有機栽培におけるアブラナ科野菜等を利用したバイオフィューミゲーションによるナス青枯病防除技術—

(1) 露地ナス有機栽培におけるバイオフィューミゲーション

ナス青枯病は、*Ralstonia solanacearum* によって引き起こされる細菌性の土壌病害です。この病害は根から感染し、発病すると急激なしおれが現れ、病名のとおり青枯症状となります。防除するためには抵抗性台木を利用するほか、土壌消毒を行う必要があります。慣行栽培では数々の土壌消毒剤が利用できますが、有機栽培では土壌消毒剤は使用できません。

そこで、有機物としてアブラナ科植物であるカラシナの直接鋤き込みやブロッコリーの収穫後残渣の鋤き込みによるバイオフィューミゲーションと、土壌還元消毒を組み合わせた土壌消毒技術を開発しました。

(2) 露地ナス有機栽培での栽培方法

夏秋ナスの青枯病対策として、バイオフィューミゲーション＋土壌還元消毒技術を行う場合、ある程度の地温を確保する必要があるため、土壌処理を行うのは5月下旬からとなり、

慣行栽培と比べてナスの定植が遅くなります（第4-20図）。

月 旬		2月			3月			4月			5月			6月			7月			8月			9月			10月			11月		
		上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下			
作業	BF				○	—	—	—	○	—	—	—	▼	—	▼	▼															
					カラシナ播種								BF 処理		BF 処理終了																
					—	—	—	—	×	×	×	×																			
									ブロッコリー収穫																						
栽培																															
																	▽	▽	□	□	□	□	□	□	□	□	□				
																	定植	収穫													

注)BF:バイオフューミゲーション

第4-20図 露地ナス作型に適応したバイオフューミゲーションと栽培管理

(3) 具体的な処理方法

1) 圃場準備

(i) 圃場

～カラシナ利用の場合～

2月下旬から4月上旬までにカラシナを播種します。

～ブロッコリー残渣利用の場合～

土壤消毒を行う場所、もしくはその近辺でブロッコリーを通常栽培します。

(ii) カラシナ、ブロッコリー残渣の鋤き込み

5月下旬にカラシナ、ブロッコリー残渣をトラクター等で鋤き込みます（カラシナ 4～8 kg/m²、ブロッコリー残渣 5～7 kg/m²）（第4-21図）。この時、あまり細かく裁断しなくても効果はあります（第4-22図）。鋤き込んだ後に透明フィルムで被覆するので土壌表面はできるだけ均平にすることが必要です。土壌水分量は水の浸透をよくするため、可能であれば約25%程度（土を握って崩れない程度）に調整しましょう。



第4-21図 アブラナ科植物の鋤き込み（左:カラシナ、右:ブロッコリー残渣）



第 4-22 図 アブラナ科植物の鋤き込み時の目安（左：カラシナ、右：ブロッコリー残渣）

2) 圃場への散水

本技術を効果的に行うためには、圃場へ散水する水の量が成否を分けるといっても過言ではありません。目安は水田のような状態（100～200L/m²）とお考えください。

(i) 圃場周辺の準備

処理を行う圃場は、一定期間湛水状態（水田のような状態）を維持する必要があります。圃場周辺に土手を作り、処理した水が流れ出さないようにするとより効果的です。

(ii) 散水チューブの設置の場合

散水チューブを使用する場合、水圧が低すぎると十分量の散水ができないなど、散水ムラが生じるため、水圧を確認しましょう。散水チューブを約 50 cm 間隔で圃場へ均一に敷設します。その後、散水チューブから、水が均一に散水されているか確認してください。

3) 透明フィルムの被覆

透明フィルムは破れていなければ使用済みの透明フィルムでも効果はあります。ただし、破れている箇所は農業用テープ等で補修し、空気の流入が無いようにしてください。

(i) フィルムの種類

フィルム内の温度を上げるため、透明フィルム利用での温度効率が良好です。また効果の向上を図るためには、被覆下のガスが透過しにくい難透過性フィルムを利用することも可能です。

(ii) 被覆方法

圃場に十分量散水できたら、直ちに透明フィルムで被覆します。散水チューブ利用の場合は、予め透明フィルムで被覆した後、散水することもできます（第 4-23 図）。

(iii) フィルム周辺の処理

被覆期間中にフィルムが剥がれてしまうと効果が見込めません。そのため、フィルム周辺を土で被覆し、踏み固める等を行ってください。折径 15～20 cm のポリダクトに水を入れて水枕を作ることも効果的です。



第 4-23 図 透明フィルム被覆と散水チューブ設置の状況

(iv) 処理期間

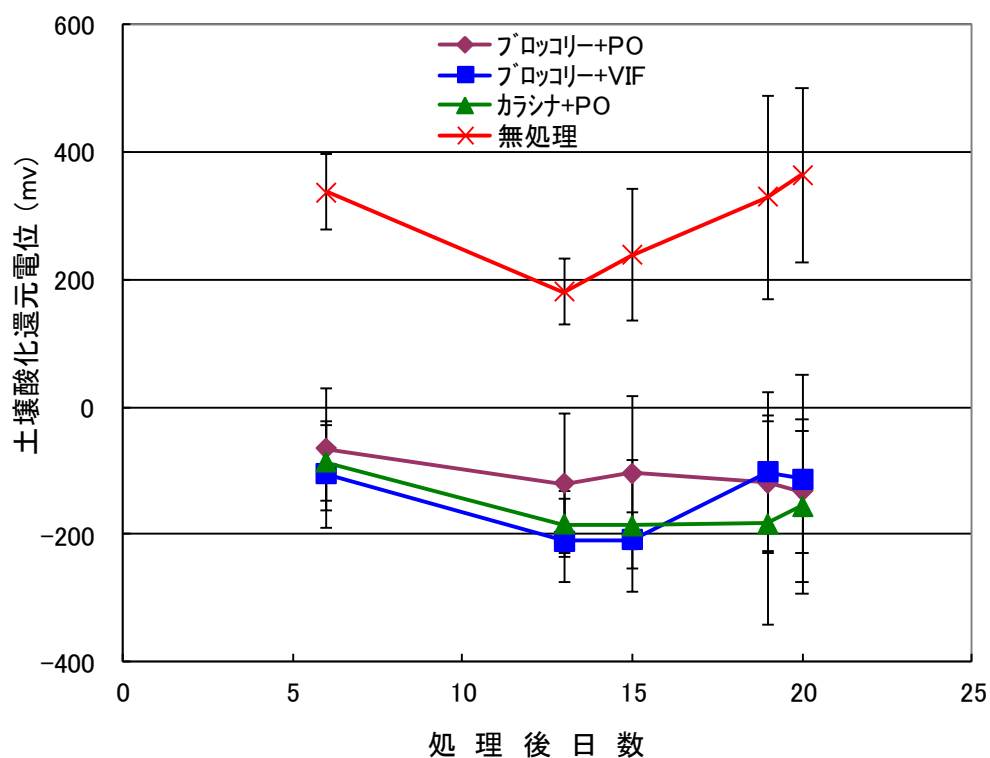
露地ナス青枯病の場合、5月下旬処理で約3週間必要です。

(v) 土壌温度

地温は深さ約20cmで30℃程度必要です。そのため、処理開始時に気温が低い場合は7日程処理期間を延ばす等の工夫が必要な場合があります。

(vi) 効果の途中確認

土壌の還元化が進むと特有の臭気が発生します。また、酸化還元電位計などを利用すると土壌の還元化が数値でわかります(第4-24図)。



第 4-24 図 鋤込むアブラナ科植物別および被覆フィルム別による土壌還元消毒処理時の土壌酸化還元電位の推移(2011年)

PO: 農POフィルム, VIF: ガス難透過性フィルム

4) 処理後の作業

土壤消毒終了後は、透明フィルムを取り外します。

(i) 土壤還元化の確認方法

土壤が還元されると、灰緑色に土壤の色が変色していますので、目視で確認できます。

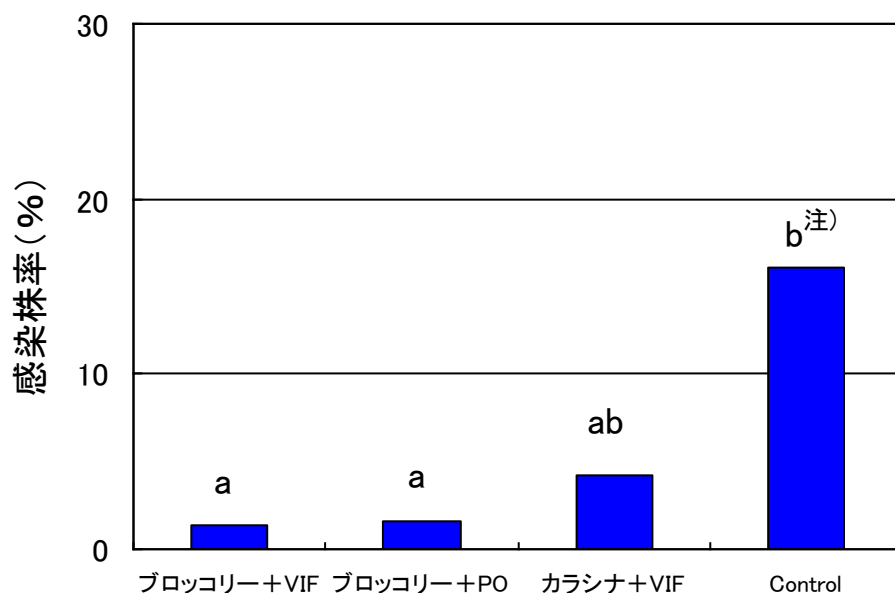
(ii) 耕起

土壤の水分が耕起できるくらいになれば、土壤を耕起して、通常の深さまで土を元の状態に戻します。このとき、消毒土壤周辺の未消毒部分の土が入らないように注意してください。また、予め土壤消毒面積を広め取ることも有効です。

(iii) 定植までの期間

栽培できる程度の土壤水分量になり、還元状態が元通りに戻れば栽培可能です。

ブロッコリーまたはカラシナを鋤き込んで処理した場合のナス青枯病に対する防除効果の例を第 4-25 図に示します。



第 4-25 図 鋤き込むアブラナ科植物別および被覆フィルム別によるナス青枯病感染株率 (2012 年)

PO : 農 PO フィルム , VIF : ガス難透過性フィルム

注) 同一の英小文字間には Tukey-Kramer test により有意差 (5% 水準) がない。

(4) 施肥管理

(i) 露地ナスの場合、処理に使用したアブラナ科植物の肥料としての効果は、処理後の気象条件にもよりますが、ほとんど見込めません。通常施肥を目安に行ってください。

施肥設計の一例を第 4-26 図に示します。

(ii) 基肥はナス定植の 1~2 週間前に窒素成分量で 30kg/10a 程度を施用し、耕耘してください。

(iii) 追肥は 1 回当たり窒素成分量 3kg/10a 程度を 7~10 日間隔で生育、収量の状況を見

ながら施用してください。

- (iv) 有機質肥料は化学肥料に比べ肥効が緩慢で成分の低いものが多いことを考慮した上で土壌診断に基づき施肥管理を行ってください。

	資材	2月			3月			4月			5月			6月			7月			8月			9月			10月			11月		
		上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下			
作業				○	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	▽	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□			
施肥例	菜種油粕(kg/10a)	300												560				60	60	60	60	60	60	60	60	60	60				
	焼成骨粉(kg/10a)	25												110																	
	草木加里(kg/10a)	25												25																	
	硫酸加里(kg/10a)																	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2			

注) Oカラシナ播種 xバイオフューミゲーション処理 ▽定植 -管理 □収穫 ※6月中旬から9月中旬までの有機物施用量は24年度試験における実際の施用量

第4-26 図 露地ナス作型に対応したバイオフューミゲーション後の施肥モデル

(5) 経営評価

夏秋ナスの作付け前にカラシナ等の鋤き込みと土壌処理を行うため、別途経費が掛かります(第4-5表)。また、フィルム被覆の際には最低2名の作業員が必要となり、作業時間は10a当たり40時間程度必要です。

第4-5表 露地ナスの生産費試算(10a当たり)

項 目		慣行農業	実証有機農業
生産費	種苗費(円)	100,200	107,950
	肥料費(円)	116,731	125,406
	農薬費(円)	118,104	80,750
	光熱動力費(円)	18,360	26,720
	諸材料費(円)	48,799	127,499
	家族労働時間(時)	1,366	1,299
	労働単価(円/時)	800	800
	労働経費(円)	1,092,800	1,039,200
	変動費小計(円)	1,494,994	1,507,525
	農機具費(円)	383,267	383,267
	固定費小計(円)	383,267	383,267
	支出合計(円)	1,878,261	1,890,792

有機栽培では、使用できる化学農薬が限られているため、圃場周辺でのソルゴーとマリーゴールド等を組み合わせたバンカープランツ栽培等による天敵の活用が重要となります。また、天敵だけでは充分に防除できないヨトウガ等については、微生物農薬を定期的に散布し、密度を低く保つ必要があります。

(6) その他の注意すること

- (i) 水はけが良すぎる圃場での利用は避けてください。
- (ii) カラシナ、ブロッコリー残渣で効果が確認できていますが、その他のアブラナ科植物では効果を確認していません。

(iii) 使用する農業用水は最低でも農業用水基準を満たした水を使用してください。

(7) 露地ナスで発生する病害虫と有機栽培での対応策の例

ナスの有機栽培で発生する病害虫と対応策の例を第4-6表に示しました。

第4-6表 ナスに発生する病害虫・雑草とその対応策の例

作物		病害虫名	有機栽培での対応
ナス	病害	青枯病 <i>Ralstonia solanacearum</i>	抵抗性台木＋バイオフューミゲーション 抵抗性台木＋土壌還元消毒 ナス科作物以外と輪作
		半身萎凋病 <i>Verticillium dahliae</i>	抵抗性台木＋バイオフューミゲーション 抵抗性台木＋土壌還元消毒 ナス科作物以外と輪作
		うどんこ病 <i>Sphaerotheca fuliginea</i>	脂肪酸グリセリド(サンクリスタル) 炭酸水素カリウム、重曹
	害虫	ハダニ類	脂肪酸グリセリド(サンクリスタル) 被害葉除去 カブリダニ製剤(スパイカル、スパイデックス、スワルスキー等)放飼(施設) オクラ、フレンチマリーゴールド植栽による土着天敵増強
		ハスモンヨトウ	BT剤 卵塊・若齢幼虫集団捕殺 黄色灯 簡易防虫ネット被覆
		オオタバコガ	BT剤 被害果除去 黄色灯 簡易防虫ネット被覆
		ミナミキイロアザミウマ	バンカープランツ＋天敵昆虫 タイリクヒメハナカメムシ(タイリク等)放飼(施設) バーベナ等による土着天敵増殖と放飼 スワルスキーカブリダニ(スワルスキー)放飼(施設) オクラ植栽による土着ヒメハナカメムシ相増強 フレンチマリーゴールド植栽によるヒメハナカメムシ増強 ソルゴー障壁による侵入抑制 ポーベリアバシアーナ(ポタニガードES)散布 メタリジウム製剤処理
		アブラムシ類	脂肪酸グリセリド(サンクリスタル) ソルゴーによる捕食性天敵相増強 コレマンアブラバチ(アフィパール)放飼＋バンカー(アフィバンク)(施設) ショクガタマバエ(アフィデント)放飼(施設) バンカー(ソルゴー)によるショクガタマバエ増強(施設) ギフアブラバチ放飼(施設)
		ニジュウヤホシテントウ	ほ場内外のイヌホオズキ温存(おとり植物) 成虫、幼虫、卵塊捕殺
		チャノホコリダニ	敷きワラによるカブリダニ類増強 スワルスキーカブリダニ(スワルスキー)放飼(施設)
	雑草	メヒシバ	マルチ＋刈り払機
		スベリヒユ	マルチ＋手による抜き取り

注) 農薬の黒字は一般名。青字は商品名ですが、一例です。

ナスに発生する主な病害虫

区分		病徴・害虫・被害
病害	青枯病 <i>Ralstonia solanacearum</i>	
	うどんこ病 <i>Sphaerotheca fuliginea</i>	
害虫	ハダニ類	
	ハスモンヨトウ	

区分		病徴・害虫・被害
害虫	オオタバコガ	
	ミナミキイロアザミウマ	
	アブラムシ類	
	ニジュウヤホシテントウ	

問い合わせ先：徳島県立農林水産総合技術支援センター 農業研究所

5. エンバクを利用したコマツナのカスジノミハムシ対策

(1) カスジノミハムシについて

成虫（第4-27図）は、体長2mm内外の甲虫で中央部に黄褐色の三日月形の斑紋が1つずつ縦にあります。コマツナの本葉が出始めてから食害します。食痕は1mm前後の丸形で、葉が生長すると裂孔状となることから、商品価値が著しく低下します。

本虫の発生及び加害は、春播き栽培（4～5月播種）と夏播き栽培（6～7月播種）に多く見られます。



第4-27図 カスジノミハムシ

(2) エンバクを利用した処理例

エンバクを本圃で栽培して鋤き込む方法と別の圃場で栽培して本圃に持ち込む方法が考えられます。本書では別の圃場で栽培したエンバクを本圃に持ち込む方法（第4-28図）を中心に紹介します。

月	3			4			5			6			7			8		
旬	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
本 圃 マ ツ ナ ・ 処 理											処 理 開 始	処 理 終 了	播 種 →	→		収 穫		
別 圃 場 バ ク			播 種	→	→	→	→	→	→	→	刈 取							

第 4-28 図 処理方法の例

(3) 実際の技術

1) 資材の準備

エンバク種子 10a 当たり 4~6kg、土壌被覆用透明フィルム（穴が開いていなければ再利用品でよい）

2) 作業手順（第 4-29 図）

(i) エンバクの栽培

エンバクを 3 月頃に播種し、糊熟期（出穂から約 1 ヶ月後）まで栽培します。

(ii) エンバクの刈り取りおよび持ち込み

収穫にあたってはコンバインを用いると便利です。コンバインはワラ排出部のカッターを使わない方が、エンバクを長いまま取り扱えるので運搬しやすいです。

(iii) エンバクの細断

エンバクを本圃に持ち込み、チップパーやコンバインで細断します。予めエンバクを本圃に並べてからコンバインを移動させながら細断すると効率的です。

なお、本圃でエンバクを栽培した場合も、コンバインによる細断ができます。

(iv) エンバクの投入

エンバクを細断し圃場に散布した後、ロータリー耕により、15 cm 以上の深さに均一に混和します。耕耘はハウスの隅までよく混ざるようにします。鋤き込み量の目安は 1 m² 当たり約 3kg です。また、灌水ムラがで



第 4-29 図① 処理手順

きないよう圃場は平らにしておきます。なお、前もって乾燥エンバクを用意する場合、1 m²当たり約 300g を鋤き込み、同様に処理します。

(v) 灌水チューブとフィルムの設置

エンバクを土壌混和した後、灌水ムラができないように灌水チューブを 60 cm～1m 間隔に設置し、速やかに透明フィルムで被覆します。この際、被覆フィルムの周縁部に折径 20～30 cm のポリダクトを敷設し、水を封入すると効果的です。

(vi) 灌水量および処理期間

必要な水の量は約 20 mm（普通に灌水する程度）、目安となる期間は 7 日です。

(vii) 耕耘

処理後は、透明フィルムや灌水チューブを取り除き、浅く耕耘します。土壌の状態によっては不耕起栽培も可能です。この場合、施肥は処理前に行います。

(viii) 作付け

コマツナの播種は、土壌が乾燥すれば可能です。圃場の条件にもよりますが、処理後 1 週間程度が目安です。



第 4-29 図② 処理手順

(4) 雑草対策

スベリヒユやイヌビユなどの雑草が発生しやすいです。特に夏期のスベリヒユは生育が早いことから、早めに除草する必要があります。

(5) 経営評価

本技術を導入した有機農業では 10a 当たりの労働時間は慣行に比べ 9 時間増加し、生産費支出合計は約 143 千円（約 23%）増加しました（第 4-7 表）。支出増加分は、品質の向上や商品化率の向上などにより収益が増加し、回収されることが期待されます。

第 4-7 表 生産費試算（10a 当たり、単位：円）

項 目		慣行農業	実証有機農業
	種苗費	10,500	15,500
	肥料費	19,075	38,113
	農薬費	4,586	3,478
	光熱動力費	16,218	18,446
	諸材料費	270,992	348,461
	家族労働時間(時)	192	201
	労働経費	212,191	221,816
変動費 小計		533,563	645,813
	農機具費	52,208	82,788
	建物費	48,570	48,570
	固定費 小計	100,778	131,358
支出 合計		634,341	777,171

圃場面積：30 a、労働人数：2 人、年 5 回栽培として試算

施設装備

本技術はキスジノミハムシの多発生条件下では防除効果が劣るので、ハウスには近紫外線カットフィルムを被覆するとともに、ハウス出入り口、サイド開口部に 0.8mm 目合い程度の防虫ネットを展張するなど他の防除技術も併せて組み込むことが望ましいです。あまり目の細かい防虫ネットは、通気性が低下することから、ハウス内の温度上昇には注意しましょう。

(6) 現地事例の紹介

2012 年に奈良県宇陀市の農業法人にて試験的に取り組んだ状況です(第 4-30 図)。4 月にエンバクを播種し、7 月に収穫・処理しました。コンバインを利用することで収穫作業が省力化できました。また、処理後に栽培したコマツナでは、キスジノミハムシの被害が軽減できました(第 4-8 表)。



コンバインによるエンバクの収集

エンバクの運搬・散布

エンバクを投入した圃場

ロータリーによる鋤き込み

第 4-30 図 現地での事例

第 4-8 表 コマツナのカスジノミハムシ被害軽減効果

処理区	投入量 (kg/m ²)	被害葉率 (%)	被害度 ^Y
生エンバク	3	13.1 ± 4.2 ^Z	7.0 ± 2.5
乾燥エンバク	0.3	12.6 ± 2.1	8.2 ± 1.7
無処理	—	23.5 ± 1.5	15.5 ± 1.7

^Z: 平均値 ± 標準誤差(n=3)

^Y: 被害度 = (2A+B) × 100 / (2 × 調査株数)

(A: 食痕数5以上の株、B: 食痕数1～4の株、C: 食痕数0の株)

(7) コマツナに発生する病害虫・雑草と有機栽培で考えられる対応策の例

第4-9表 コマツナに発生する病害虫と有機栽培で考えられる対応策の例

	病名・害虫名	有機栽培での対応(今後)
病害	白さび病 <i>Albugo macrospora</i>	バイオフューミゲーション、耐病性品種の利用、灌水やハウス内湿度の管理
	萎黄病 <i>Fusarium oxysporum</i>	バイオフューミゲーション、耐病性品種の利用
害虫	キスジノミハムシ	バイオフューミゲーション、防虫ネット、残根の除去、輪作 圃場内外の除草、防草用シート
	ダイコンサルハムシ (ダイコンハムシ)	防草用シート、防虫ネット
	ヤサイゾウムシ	ヤサイゾウムシ用トラップ
	ケラ	バイオフューミゲーション
	ネキリムシ	バイオフューミゲーション、防虫ネット 周辺雑草の除去 捕殺
	アブラムシ類	土着天敵・導入天敵の活用、バンカー法 防虫ネット設置 紫外線カットフィルム シルバーテープ設置(光反射資材) 適正施肥の実施 ハウス内および周辺雑草除去 粘着板設置
	コナガ	防虫ネット、BT剤散布 圃場周辺の雑草除去 土着天敵・導入天敵の活用
	ヨトウガ・ハスモンヨトウ	防虫ネット、BT剤散布 ウイルス製剤(ハスモン天敵) 捕殺
	ハイマダラノメイガ	防虫ネット
	カブラハバチ	防虫ネット
	アオムシ	防虫ネット、BT剤散布 捕殺
	ハモグリバエ類	防虫ネット、粘着板設置 土着天敵の活用

問い合わせ先：奈良県農業総合センター 研究開発部 高原農業振興センター

研究担当者

(独) 農業・食品産業技術総合研究機構近畿中国四国農業研究センター

竹原利明・石岡徹・須賀有子・吉田祐子

兵庫県立農林水産技術総合センター

前川和正・竹川昌宏

奈良県農業総合センター研究開発部高原農業振興センター

中野智彦・安川人央・森岡正・神川諭

山口県農林総合技術センター農業技術部資源循環研究室

井上興・徳永哲夫

徳島県立農林水産総合技術支援センター

亀代美香・三宅圭・堀北直樹・広田恵介

問い合わせ先

(独) 農業・食品産業技術総合研究機構近畿中国四国農業研究センター
〒721-0975 広島県福山市西深津町 6-12-1 電話 084 (923) 4100

兵庫県立農林水産技術総合センター 農業技術センター
〒679-0198 兵庫県加西市別府町南ノ岡甲 1533 電話 0790 (47) 1222

奈良県農業総合センター 研究開発部 高原農業振興センター
〒633-0227 奈良県宇陀市榛原三宮寺 125 電話 0745 (82) 2340

山口県農林総合技術センター 農業技術部 資源循環研究室
〒753-0214 山口県山口市大内御堀 1419 電話 083 (927) 0211

徳島県立農林水産総合技術支援センター 資源環境研究課
〒779-3233 徳島県名西郡石井町石井 1660 電話 088 (674) 1660