

II 環境にやさしい農業技術

1 物理的防除法

(1) 熱による種子消毒

病害虫の中には種子伝染するものがあり、その対策として種子消毒が有効である。温湯浸法、冷水温湯浸法及び風呂湯浸法があるが、乾熱による消毒も広く用いられている。

【温湯浸法】

作物・対象病害虫名	処 理 方 法
イネ（イネシンガレセンチュウ）	種籾を56～57℃の温湯に10～15分間浸漬する。
トマト（かいよう病）	種子を55℃の温湯に20分、または50℃の温湯に25分間浸漬する。
サツマイモ（黒斑病、黒あざ病）	種いもを47～48℃の温湯に40分間浸漬する。
サツマイモ（つる割病）	切り取り後、なるべく早く47～48℃の温湯に茎下部を10～15分間浸漬する。

【冷水温湯浸法】

作物・対象病害虫名	処 理 方 法
イネ（イネシンガレセンチュウ）	種籾を冷水に6～12時間浸漬した後に、50℃の温湯に1分間つけ、次に51℃の温湯に7分間浸漬した後、再び、直ちに冷水で冷やす。

【乾熱消毒法】

作物名	対象病害虫名	処 理 方 法
キュウリ スイカ メロン トマト ナス トウガラシ ウリ類 ユウガオ（接ぎ木用）	CGMMV、 TMV、 斑点細菌病、 つる割病、 炭そ病 等の種子伝染性病害	<ul style="list-style-type: none"> ・乾燥種子を40～50℃で6～12時間予備乾燥を行った後、70℃で72時間消毒する。 ・ただし、薬剤の粉衣やコーティングした種子は、本消毒法には使用しない。 ・精度の高い定温器を使用する。

(2) 太陽熱利用による土壌消毒

ア 施設太陽熱消毒

夏季に休閑となる施設において、ハウスを密閉して土壌温度の上昇を図り、熱による土壌消毒を行う方法が普及している。土壌中の病原菌や線虫防除に効果があり、しかも土壌微生物の生態バランスを維持できるため、有効な微生物を残せる利点がある。

a 手 順	<ul style="list-style-type: none"> ・夏季の休閑期間にハウスを密閉し、さらに地面を透明の古ビニール等で全面被覆する。 ・畝の間に水を注ぎ込み、土中の粗孔隙を水で充満させる。 ・ハウスの開口部を昼夜とも密閉する。密閉期間は年間で最も高温となる7月下旬から8月下旬の20～30日間の効果が高い。
b 防除効果の安定している病害虫等	イチゴ萎黄病、キュウリつる割病、ナス科半身萎ちよう病、白絹病、苗立枯病、センチュウ類、キスジノミハムシ、雑草種子
c 防除効果の不安定な病害	ナス青枯病、トマト青枯病、トマト萎ちよう病、トマト軟腐病
d 注意事項	日照が十分得られることが必須であり、日照の少ない冷夏の年は効果が低いことがある。また、青枯病菌は水媒伝染性のため、移動しやすく太陽熱消毒の効果は低い。

なお、本消毒法による防除効果をもとめるためには、処理前に稲わら等有機物をすき込むことが重要である。近年、府内の各ミズナ産地等では、ハウス内にギニアグラス等緑肥作物を播き付け、すき込んだ後に消毒する技術が普及している。この方法は、すき込んだ緑肥作物の腐熟により土壌物理性の改善効果が高い。

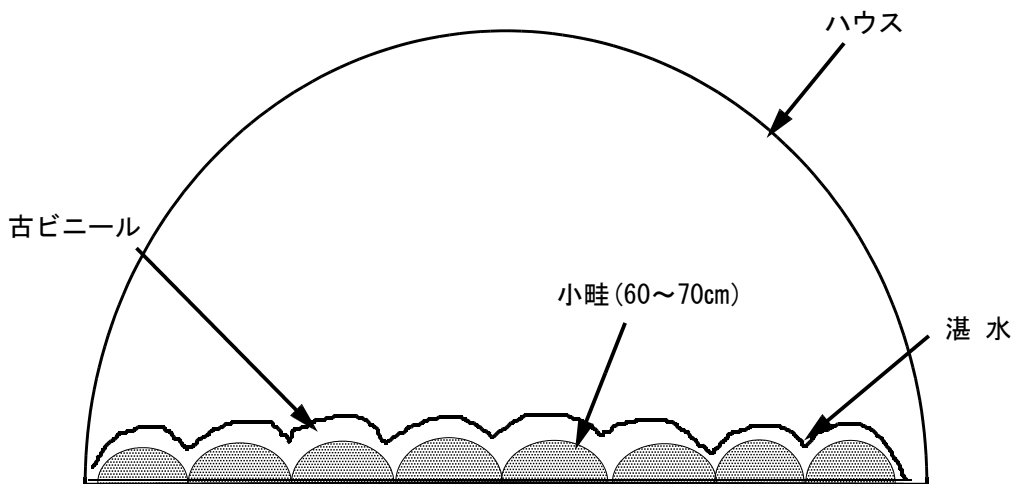


図 ハウス密閉による土壌消毒 (奈良農試、1982)

地力増進目的で、稲わらなどの有機物資材と石灰窒素を10 a 当たり100kg 畝中に混入する。この場合、施肥設計には十分注意する。

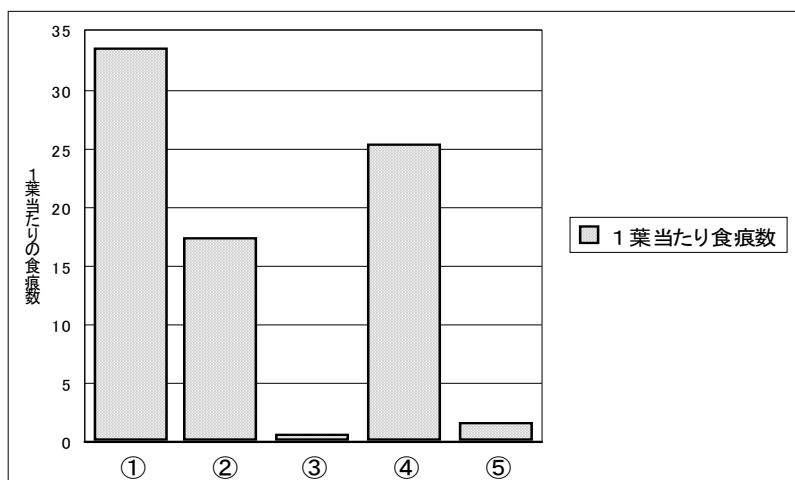


図 太陽熱土壌消毒によるキスジノミハムシの羽化防止効果 (京都農総研、1998)

- ①無処理 (耕うん後14日間放置)、②太陽熱土壌消毒 (乾燥、7日間)、③太陽熱土壌消毒 (乾燥、14日間)、④太陽熱土壌消毒 (多湿、7日間)、⑤太陽熱土壌消毒 (多湿、14日間)

イ 土壌還元消毒法 (施設)

施設の土壌消毒法として近年開発された技術で、6月～9月までの期間、比較的低温の時期においても、安定した効果が得られる利点がある。

a 手順	<ul style="list-style-type: none"> ・フスマ1 t / 10 a を作土層に均一に混和後、透明ビニールで被覆し、かん水チューブ等で、ほ場容水量以上になるようにかん水する。 ・ハウスの開口部を昼夜とも密閉する。密閉期間は約20日間とする。
b 防除効果の安	トマト褐色根腐病、サツマイモネコブセンチュウ、ハウレンソウ萎ちよう病

定している病害	
c 防除効果の不安定な病害	トマト青枯病、トマト萎ちょう病、トマト根腐萎ちょう病
d 注意事項	<ul style="list-style-type: none"> ・ 稲わら施用はフスマに比べて防除効果が劣る。 ・ 土壌水分が少なかったり、地温が35℃より低い場合は、効果が不安定となるので注意する。 ・ 処理後はアンモニア態窒素及び硝酸態窒素が増加するので、後作の施肥量には十分注意する。

ウ 露地太陽熱土壤消毒

露地の土壤病害虫対策として、夏季の高温を利用して7月中旬から8月にかけて透明ビニル等でマルチし、太陽熱を利用して土壤消毒する方法がある。有機質資材の同時施用により、地力の維持・増強ができる。

殺菌に必要な有効地温の積算時間を最高気温から推定すると、30℃以上の晴天日が20日以上必要である。露地では太陽熱消毒効果の及ぶ土層は地表下10～15cmと浅く、浅い部分に生息する病原菌には効果が高いものの、比較的深い層に分布する病原菌に対しては、二重被覆する等処理法に工夫が必要である。

表 露地太陽熱消毒の適用病害虫と処理期間

病 害 虫 名	処理期間	防除効果
苗立枯病（リゾクチニア菌、ピシム菌）	5～10日	◎
根こぶ病	30～50	○
ハウレンソウ萎ちょう病	30～50	○
キュウリつる割病	30～50	△
ダイコン萎黄病	30～50	△
土壤線虫（ネコセンチュウ、ネグサセンチュウ）	30～40	○

注) 防除効果 ◎：効果が高い、○：一重被覆で防除可能、
△：一重被覆で困難で二重被覆で防除可能

エ 簡易太陽熱土壤消毒（施設・露地）

施設栽培のマメハモグリバエに対し、収穫終了後にハウスを密閉し、透明ビニル等で地表面を1日全面被覆すると、4月上旬～10月中旬の期間は地表面～地下2cmの温度が48℃以上（マメハモグリバエが死滅する温度）に達することが確認されている（大阪府立食とみどりの総合技術センター）。

大阪府や兵庫県では、この技術を「晴れの日1日ビニール1枚敷き」と名付けて、農家への普及に努めている。

また、露地ネギ栽培のネギハモグリバエに対して、収穫後の畝面を透明フィルムで4日間被覆すると羽化個体数が激減し、防除効果の高いことが確認されている（平成15年9月；農総研現地試験より）。

オ 蒸気土壤消毒

蒸気消毒機を利用して発生させた蒸気を加圧して、土中に噴出させる方法である。本方法は隔離ベンチでは薬剤消毒より効果が高く、また、薬害がなく安全であり、床土、鉢用土の消毒法として従来より利用されてきた。また、近年、本ぽの消毒法も開発され、環境にやさしい消毒法として注目されている。

〔床土・鉢用土の消毒〕

a 手順	<p>〔床土〕</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ベンチ内の土壌を十分耕起碎土した後、稲わら、籾殻等を土壌に混和する。 ・ベンチの中央に蒸気を通すパイプを埋設し、ベンチ中央が少し高くなるよう土を盛り上げる。 ・蒸気が漏れないようにベンチを耐熱性の幌で包み、80℃の蒸気を20～30分間通して消毒する。 <p>-----</p> <p>〔鉢用土〕</p> <ul style="list-style-type: none"> ・土を20～30cmの厚さに積み、土の中に蒸気を通すパイプを埋設する。 ・蒸気が漏れないように土表面を耐熱性の幌で包み、80℃の蒸気を20～30分間通して消毒する。
b 注意事項	<ul style="list-style-type: none"> ・消毒後は土壌中のマンガンが溶出し、マンガン過剰症が出やすくなる。 ・pHが酸性の場合は発生を助長するため、消毒はpH6以上で行う。 ・100℃以上の高温で長時間消毒すると、作物に生育障害が現れることがあるので、温度設定に注意する。 ・消毒済みの土壌は再汚染させないように、雨水や未消毒の土壌の混入を避ける。

〔本ぼの消毒（キャンバス法）〕

a 手順	<ul style="list-style-type: none"> ・土壌が乾いた状態のまま、深さ30cm程度までよく耕起する。 ・ライトホースを土壌表面に等間隔に敷設する。 ・ホースの上を被覆シート（ポリシート）で全面被覆し、シートの裾を重し用水まくらまたはクサリで押さえる。 ・消毒機から延ばしたスチームホースをライトホースに接続し、蒸気を送る。
b 注意事項	<ul style="list-style-type: none"> ・消毒には1㎡当たり17Lの水が必要。 ・地中20cmまでの消毒効果は高いが、それより深いところでは効果が劣る。
c 利点	<ul style="list-style-type: none"> ・地温が常温に戻ればその翌日にでも定植が可能であり、畝立てを要する作物では、畝立て後の消毒が有効。 ・消毒後の土壌は団粒構造を形成し、定植後の作物の根張りに優れる。

カ 蒸気散水土壤消毒

蒸気土壤消毒の改良法で、土壌に蒸気を注入後、表層から30～50L/㎡の常温水を散布すると、高温の土壤層を水が浸透することにより、地中20cm以下の部分の地温を上昇させることができる。

当技術の散水量は、蒸気消毒によって形成された団粒構造を壊さない範囲のものであり、一定の除塩効果もあると言われている。

キ 熱水土壤消毒

蒸気消毒に比べ、土壌のより深い層まで地温を上昇させることが可能で、消毒効果もより大きい。ただ、消毒に150～200L/㎡の多量の水を要することが普及上の課題である。

〔チューブ式〕

a 手順	<ul style="list-style-type: none"> ・土壌が乾いた状態のまま、深さ30cm程度までよく耕起する。 ・耐熱性のかん水チューブを土壌表面に等間隔に敷設する。 ・チューブの上を被覆シート（ポリシート）で全面被覆する。 ・消毒機から延ばしたホースをチューブに接続し、熱水を注入する。
b 注意事項	<ul style="list-style-type: none"> ・消毒には1㎡当たり150～200Lの水が必要。 ・十分な量の熱水が注入できるよう、消毒は土壌が乾燥した状態で行う。
c 利点	<ul style="list-style-type: none"> ・蒸気消毒に比べ、より深い層(40cm程度)まで消毒効果が安定している。

- ・消毒後の作物の生育は、果実や花の大型化等土壌のリフレッシュ効果があるといわれている。

(3) 光質利用による病虫害防除

ア 近紫外線除去フィルム利用による病虫害防除

糸状菌による病気の多くは孢子によって伝播され、その孢子形成は光の影響を強く受ける。また、昆虫は光を感じて飛翔行動を起こす。

近紫外線除去フィルムは380nm以下の波長の紫外線を吸収、除去するように加工されたビニルフィルムで、病原菌の生育や害虫の行動を阻害し、病虫害の発生を制御する。

a 近紫外線除去フィルムによる害虫防除

近紫外線除去フィルムで被覆したハウスでは害虫の侵入が抑制されるため、発生時期を遅らせることが可能である。ただし、侵入した虫に対する増殖抑制効果はない。

表 近紫外線除去フィルムの効果がある害虫

対象害虫	対象作物
コナジラミ類	キュウリ
ハモグリバエ類	トマト、シュンギク
ミナミキイロアザミウマ	キュウリ、スイカ、ピーマン、ホウレンソウ
ヒラズハナアザミウマ	トマト、ピーマン
ミカンキイロアザミウマ	キュウリ、トマト、ピーマン
アブラムシ類	キュウリ、ホウレンソウ
キスジノミハムシ	ミズナ、ミブナ

※注意事項

- ・作物が軟弱徒長気味に生育するため、生育管理に注意する。
- ・アントシアン系の色素合成を阻害するため、ナスの果皮や一部の花は着色不良を生じるので使用しない。
- ・ミツバチ等の花粉媒介虫も活動を抑制される。マルハナバチは影響を受けにくく、紫外線除去の領域が360nm以下のフィルムであれば、使用可能である。

b 近紫外線除去フィルムによる病害防除

光依存性の強い空気伝染性（孢子で感染）病害に有効である。

表 近紫外線除去フィルムの効果がある病害

対象病害	対象作物
灰色かび病、菌核病	キュウリ、トマト
輪紋病	トマト
白星病	ピーマン、トウガラシ

表 近紫外線除去フィルムの一例

メーカー名	フィルム商品名
MKVプラテック	クリーンエース、スーパークリーン、カットエース シクスライト、ダイヤスター、P0ムテキUVカット、ムラサキエース
シーアイ化成	スカイエイト、キリナシ5UV、ストロング5UV
アキレス	とおしま線
東レ	ルミラー
みかど化工	UVソーラー、UVソフトソーラー
チッソ	ライトセンサー
住友化学	グローマスター
日本カーバイド	ハイエスビニール

イ シルバーマルチ、シルバーテープを利用した害虫防除

ウイルス病を媒介するアブラムシ類、アザミウマ類は白色や銀白色等の光を忌避する性質がある。この性質を利用して光線反射資材であるマルチ（シルバーマルチ、ムシコンマルチ）やテープ（シルバーテープ、ミラーテープ）をほ場に敷設、展張して、害虫の飛来侵入を防止する。

また、マルチはアザミウマ類が土中で蛹化するのを阻止し、発生を抑えることが可能で、アズキ栽培ほ場でのミラーテープの展張は、アブラムシ類が主に媒介するウイルス病に対して予防効果が認められている。

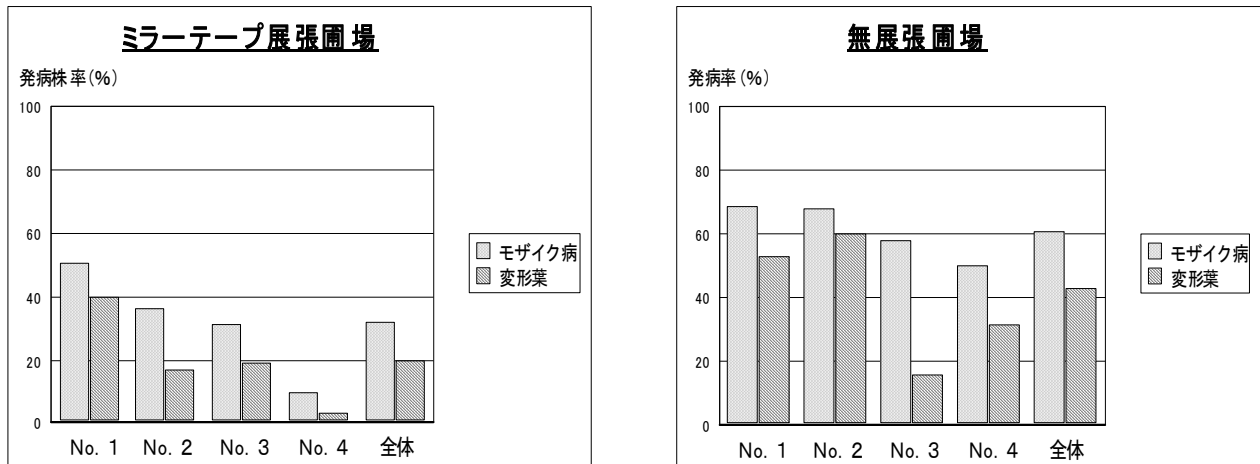


図 アズキのウイルス病に対するミラーテープの効果（京都農総研、1993）

(4) 色の利用による害虫防除

色彩に反応する害虫がおり、例えばアブラムシ類、コナジラミ類、ハモグリバエ類等は黄色に集まる。また、ミカンキイロアザミウマやミナミキイロアザミウマは黄色にも誘引されるが、青色により強く誘引される。

黄色や青色の粘着リボンやテープが市販されており、ハウス内につり下げて利用されているが、主に発生予察用として使うものであり、防除としての利用は困難である。

表 粘着リボン、粘着テープの実用例

資材名	商品名	対象害虫
黄色粘着トラップ	ITシート、虫とり君、金竜、ホリバー	オンシツコナジラミ、シルバーリーフコナジラミ、ハモグリバエ類、アブラムシ類
青色粘着トラップ	ITシート、虫とり君、青竜、ホリバー	ミナミキイロアザミウマ、ミカンキイロアザミウマ

(5) 黄色蛍光灯による害虫の被害回避

夜蛾類の成虫やカメムシ類の一部は日没後に吸汁や摂食、交尾等の活動を行う。果樹の吸蛾類成虫に対して忌避作用と活動抑制効果を目的として、黄色蛍光灯の利用技術が確立され、近年では、野菜や花き類での利用も実用化されている。

黄色系の光源には、580nmに最大波長のある黄色蛍光灯、ナトリウム灯等が有効である。

これらの照明を害虫被害が問題となる期間の日没前から日の出まで一晩中点灯し、作物上の照度が1ルクス以上になるように配置して、害虫の摂食、交尾活動を阻害し、被害を回避する。

農業総合研究所の所内試験では、露地ナスのソルゴー障壁栽培に本技術を組み合わせることにより、さらなる減農薬栽培が可能であることが実証され、京都市や長岡京市の現地ほ場で普及している。

ただ、本技術は蛍光灯等を設置する際に新たな電源の確保が必要であったり、水田転作ほ場では、ブロックローテーションを行うため、恒常的な電源の設置が困難な場合もある。一方、発光ダイオードは太陽電池等の蓄電池との組み合わせが可能であり、電源のないところでも使用可能で、しかも耐久性が高く、省エネルギーであるため、実用化が期待されている。

表 黄色蛍光灯の設置例

対象作物	対象害虫	設置方法 (10a 当たり)
ナシ、ブドウ (平棚栽培)	アケビコノハ、アカエグリバ	黄色蛍光灯40W：7灯 (棚下灯：5灯、棚上灯：2灯)
リンゴ、モモ (立木栽培)	アケビコノハ、アカエグリバ	黄色蛍光灯では灯数2.5～3倍必要 高圧ナトリウム灯 (220W)：0.8灯、 補助灯として黄色蛍光灯40W：12灯 (棚下灯：6灯、棚上灯：6灯)
カーネーション (ハウス)	オオタバコガ、シロイチモジヨトウ、 ハスモンヨトウ	黄色蛍光灯40W：12灯
バラ (ハウス)	オオタバコガ、シロイチモジヨトウ、 ハスモンヨトウ	黄色蛍光灯40W：9灯
トマト (ハウス)	オオタバコガ、ハスモンヨトウ	黄色蛍光灯40W：9灯
カキ※ (露地)	チャバネアオカメムシ	黄色蛍光灯40W：7灯
スイートコーン (露地)	アワノメイガ	黄色蛍光灯40W：10灯
ナス (露地)	オオタバコガ、ハスモンヨトウ	黄色蛍光灯40W：10灯

※ ツヤアオカメムシ、クサギカメムシは昼行性であり、これらが優占種の園では効果がない。

※注意事項

a 夜間照明の作物の生育に対する影響	【生育等に影響のみられない作物】
	花き：バラ、カーネーション 野菜：トマト、ナス、ピーマン、イチゴ、キュウリ、キャベツ、ハクサイ、コマツナ、チンゲンサイ、シュンギク、ダイコン、カブ
	【副次的な効果】
	カーネーション、バラ…開花促進及びボリュームが増加する。
b 蛍光灯交換の目安	【影響のみられる作物】
	ハウレンソウ、エダマメ、ニンジン、シソ…品種、明るさの程度により、とう立ち、開花変化を起こす。
	キク、ケイトウ…5～6ルクスで開花が遅延する。
c 設置費用の目安	キク、ケイトウ…5～6ルクスで開花が遅延する。
	水稲…10ルクス以上の明るさで出穂が遅延する。水田の隣接ほ場では注意する。
b 蛍光灯交換の目安	点灯2,000時間が目安。 使用時期以外は収納しておく、蛍光灯や器具の劣化を最小限に抑えることができる。
c 設置費用の目安	ナシ 50～60万円 (リンゴ園では100万円) バラ 30万円 この他、園までの電力工事費が必要。 黄色蛍光灯 (40W) 1本1,600円程度

(6) 寒冷紗等の被覆、障壁による虫害回避

寒冷紗を被覆資材として利用する場合、害虫の侵入を阻止し、被害を防止することができる。

障壁としての利用には、雨よけハウスの周囲あるいはハウスのサイドや出入り口等開口部に寒冷紗を張り、外部からの害虫の侵入を阻止する場合（閉鎖系での利用）と、ほ場で作物に他から害虫が飛び込まないようにする場合（開放系での利用）とがある。

ハダニ類の歩行侵入を阻止する目的で考案された、ハウスサイド下部に設置するひさし状のビニル障壁「ダニがえし」も有効な防除法である。

ア ハウス開口部張りによる害虫の侵入防止

表 防虫ネットが有効な作物と害虫

目 合 い	対 象 作 物	対 象 害 虫
5mm目合い	トマト、キュウリ、トウガラシ、 軟弱野菜、花き類	オオタバコガ、シロイチモジヨトウ、 ハスモンヨトウ、ヨトウガなど大型の蛾類
1mm目合い	トマト、キュウリ、ホウレンソウ、 ミズナ、ミブナ、 コマツナ、シュンギク	アブラムシ類、オンシツコナジラミ、コナガ
0.8mm目合い	ミズナ、ミブナ、シュンギク	キスジノミハムシ、ハモグリバエ類
0.6mm目合い	トマト、キュウリ、トウガラシ	タバココナジラミ類

※注意事項：高温時の使用は、作物への高温障害を及ぼす場合があるので注意する。
換気扇、天窓換気等で温度上昇を抑えることができる（コストの問題）。
張ったままで2～3年程度使用できるが、ゆるみがやすい。

イ 直がけ、トンネルがけによる害虫の侵入防止

軟弱野菜等の適用農薬の少ない作物や殺虫剤抵抗性の発達した害虫に有効である。キャベツ、ハクサイ、黒大豆等では育苗床でのトンネルがけ利用の効果が大きい。

直がけはトンネルがけに比べて省力的であるが、作物と資材の接触部分での産卵、作物の曲がりや内部の湿度が上がりやすい等の問題がある。

さらに、白さび病の発生が多くなる傾向もあり、パオパオ、パスライト等では内側が見えにくく、病気の発生確認が遅れがちになることや、被覆したまま薬剤を直接散布できないので注意が必要である。また、これら不織布は保温性が高いので、夏季の利用は避けるべきである。

直がけ、トンネルがけともに資材の裾をしっかりと止めておかないと、害虫の侵入が増加するので注意が必要である。

表 直がけ資材の分類と特徴

種 類	主 原 料	商品 の 例	耐 候 性	強 度	耐 用 年 数
長繊維不織布	ポリプロピレン (PP)	パオパオ	△	△	1～2
	ポリエステル (PET)	パスライト	△	△	1～2
割繊維不織布	ポリビニルアルコール (PVA)	タフベル	◎	◎	5～7
	ポリエチレン (PE)	日石ワリフ	△	○	2～3
寒冷紗	ポリビニルアルコール (PVA)	クレモナ寒冷紗	◎	◎	7～10
	ポリエステル	テトロン寒冷紗	◎	◎	7～10
ネット類	ポリエチレン (PE)	ダイオネット	○	○	3～5
	ポリエステル	サンサンネット、	△	○	2～3
		ライトロン	△	○	2～3

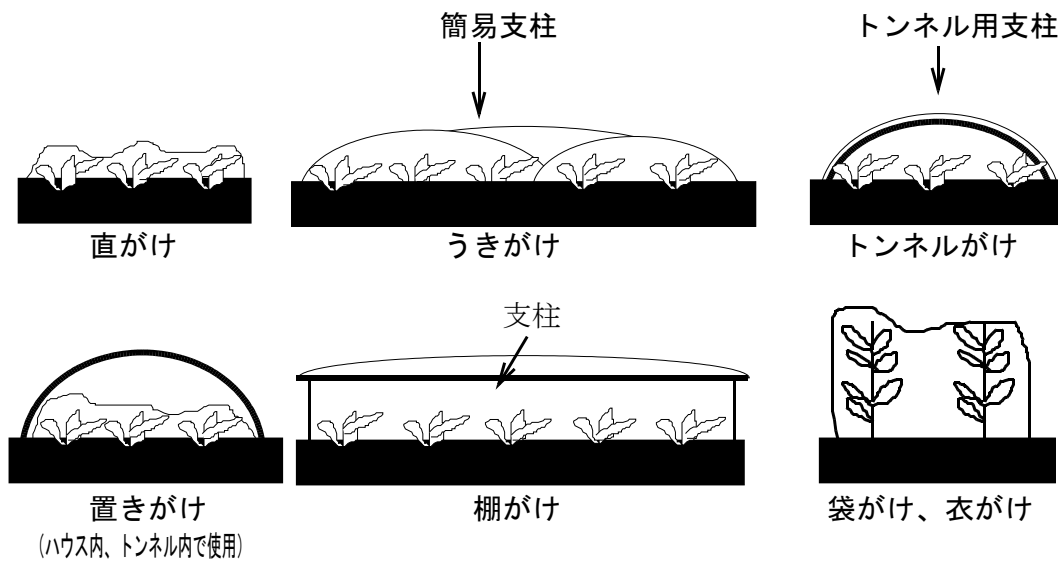


図 被覆方法の主なタイプ

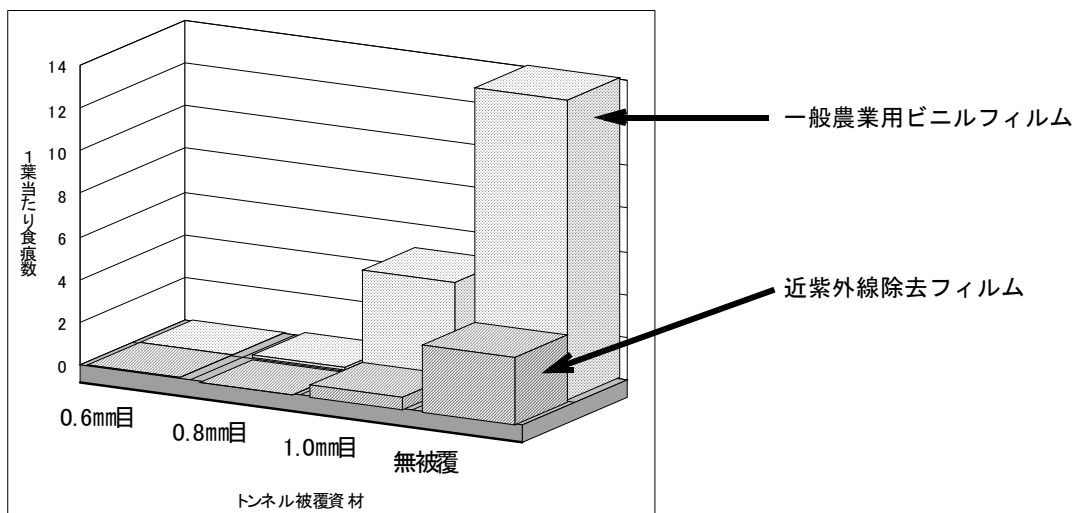


図 雨よけ資材とトンネル被覆資材によるキスジノミハムシの被害回避（京都農総研、1997）

ウ 障壁による害虫の侵入防止

ほ場の周囲に寒冷紗による障壁を設置することにより、アザミウマ類の成虫、アブラムシ類の有翅虫の侵入を阻止することができる。

目合い1mm程度の寒冷紗でほ場の周囲に1.8mの高さの障壁を設置する。ミナミキイロアザミウマ等ではシルバー寒冷紗を用いると忌避効果も得られる。同時に、ナスでは風による傷果の発生も軽減できる。青色の防風ネットはアザミウマを誘引するので、注意が必要である。

黒大豆では、3.6mの間隔で高さ1.8mの寒冷紗障壁を設けると、媒介虫であるアブラムシの飛来を防止し、モザイク病の発生を少なくすることができる。

エ ダニがえし

ハダニは寄生している植物の餌としての条件が悪化すると、新しい餌を求め歩行移動するが、その際にビニール障壁を作り、その上部を30~40度に折り返すとハダニはその場所を越えられなくなり、移動場所が制限される。ハウス周囲にダニがえしを設置すると、内部への

ハダニの侵入を少なくすることができる。

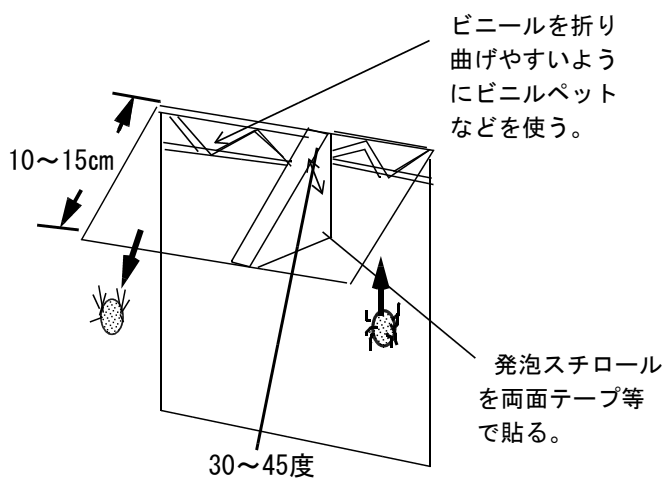
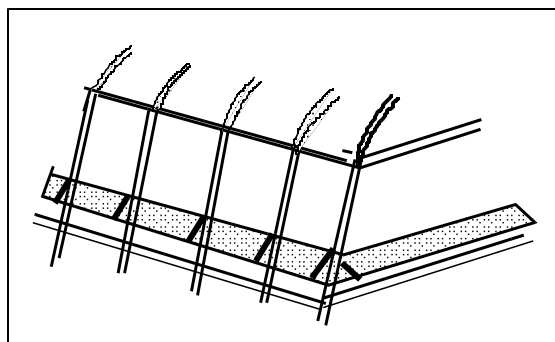


図 ダニがえし (奈良農試)