

輸出相手国の残留農薬基準値（MRL）に対応した IPM 防除体系

生果実（いちご）の輸出用防除体系 マニュアル

2018年版・技術者向け



野菜花き研究部門

はじめに

病害虫の総合防除（IPM）体系は、複数の防除手段を相互に矛盾しない形で使用し、経済的な被害を生じる密度以下に病害虫の密度を抑制することです。総合防除体系では、生物農薬等の生物的防除法、防虫ネットや光反射資材、光の照射等による物理的防除法、病害虫に対する品種抵抗性や作付け体系等の耕種的防除法が利用され、防除の最終手段として農薬等の化学的防除法も適切に利用します。また、天敵利用の中心であるカブリダニ類や天敵寄生蜂への悪影響の少ない選択性農薬の利用が必須です。

一方、野菜類や果樹類の生果実の輸出には、輸出相手国における農薬の残留基準値や植物検疫に関する情報を入手する必要があります。残留基準値の超過や植物検疫で問題となる病害虫の発生で、輸出できない事例がみられます。

生果実を輸出する際に生じる、輸出相手国で異なる残留基準値への対応として輸出相手国の残留基準値を把握したうえで、農薬に替わる代替防除技術を用いることで、生果実（いちご）の収量や品質を向上させる輸出用の防除体系の作成を目的として、各地の地域戦略に応じた防除体系の策定を目指して防除マニュアルの作成に取り組んできました。

本マニュアルは、平成28～30年度に実施した革新的技術開発・緊急展開事業（うち地域戦略プロジェクト）「生果実（いちご）の東南アジア・北米等への輸出を促進するための輸出相手国の残留農薬基準値に対応したIPM体系の構築ならびに現地実証」の成果をとりまとめたものです。

本マニュアルの利用に関しては、下記の事項に十分にご留意いただき、生果実（いちご）の輸出促進につなげていただければ幸いです。

本マニュアルを利用するにあたっての留意事項

1. 平成30年11月末現在の国内と輸出相手国における残留基準値を参考に資料を作成しています。
2. 残留基準値は適宜改訂されるため、輸出相手国の残留基準値の最新情報を必ずご確認ください。
3. 本マニュアルに掲載されていない農薬成分の減衰については未調査であり、該当する農薬が使用できないことを意味するものではありません。
4. 物理的防除や生物農薬の代替防除技術を利用した場合でも病害虫の発生に十分な注意を払い、生産者の判断で農薬使用等の防除対策をご検討ください。

目 次

1. 輸出向け防除体系の考え方と農薬の残留基準値-----	1
2. 生果実（いちご）の輸出に向けた IPM 防除体系-----	7
3. 育苗期における次亜塩素酸水の利用技術-----	13
次亜塩素酸水による炭疽病防除（香川県）-----	17
4. 育苗期における病害虫の徹底防除	
育苗期における炭疽病の潜在感染検定法と薬剤防除体系（徳島県）----	19
育苗期の炭疽病の防除について（長崎県）-----	23
育苗期の徹底防～炭疽病～（宮城県）-----	25
育苗期のハダニ類対策について（長崎県）-----	27
親株圃及び育苗園でのハダニ類防除（宮城県）-----	31
育苗期のハダニ類対策（福岡県）-----	33
5. 高濃度炭酸ガスを利用したハダニ類の防除（徳島県）-----	35
高濃度炭酸ガスくん蒸処理利用の目的（宮城県）-----	39
定植前のハダニ類の防除について（長崎県）-----	41
6. イチゴ苗の蒸熱処理防除法-----	43
イチゴ苗蒸熱処理の利用技術（静岡県）-----	50
7. イチゴうどんこ病に対する UV-B 電球形蛍光灯（宮城県）-----	52
UV-B 電球形蛍光灯の利用-（静岡県）-----	55
UV-B 電球形蛍光灯と光反射資材の利用技術（静岡県）-----	57
8. 光反射資材織り込みネット（防虫ネット）の利用技術（福岡県）-----	59
アザミウマ類の防除について（長崎県）-----	63
9. 乱反射資材併用衝立ネットの利用技術とは（香川県）-----	65
10. 気門封鎖型薬剤の利用技術（徳島県）-----	69
気門封鎖型薬剤利用の目的（宮城県）-----	73
11. カブリダニ類の利用技術について（長崎県）-----	75
カブリダニ類導入の目的（宮城県）-----	79
カブリダニ類利用技術（福岡県）-----	81
天敵カブリダニ利用技術（福岡県）-----	84
12. アカメガシワクダアザミウマの利用技術（福岡県）-----	86
アカメガシワクダアザミウマの利用の目的（長崎県）-----	90
13. 次世代方バンカー法の利用技術（福岡県）-----	92
次世代バンカー資材キット導入の目的（宮城県）-----	96
14. あとがき-----	99

輸出向け防除体系の考え方と農薬の残留基準値

本プロジェクトは輸出相手国によって異なる農薬の残留基準値（MRL's）に対して新たな防除体系を確立・導入することを目的としています。一方、生果実（いちご）の国内出荷量は 145,200 トン（2015 年）であり、2016 年の生果実（いちご）の輸出量は 526 トンであったことから、国内出荷量の 0.36%に過ぎません。このため、韓国で実施されているように輸出相手国ごとに輸出向けハウスを設ける方法等は困難な状況であり、輸出を検討している生産者の防除体系を問題となる農薬に替わる代替防除技術を取り込むことで、農薬の使用を削減する総合防除体系とする必要があります。

また、イチゴ栽培においてもナミハダニやアザミウマ類は農薬に対する抵抗性を発達させていることから、生物農薬であるカブリダニ類の利用や物理的防除法に置き換えることは、生産の安定化や生果実の品質を維持向上させる可能性が示唆されます。

このように、薬剤抵抗性の発達で農薬による防除が困難となっているハダニ類やアザミウマ類に対する代替防除技術を使用した防除体系の策定、あるいは代替防除技術が安定した防除効果を示すうどんこ病等で積極的に活用することで、生産の安定化と輸出向け生果実（いちご）の増収を目指しています。さらに、輸出相手国で残留基準値が問題となる農薬については、収穫前 75 日以上の間をあけること、特に育苗期での使用とする方法や国内の農薬の残留基準値と輸出相手国の残留基準値の違いを利用して、農薬の減衰モデルによる使用場面の検討を行っています。

想定される輸出相手国（台湾、米国）を対象に、国内の残留基準値との比較を行ったところ、国ごとに利用できる農薬を明らかにすることが可能になります（表 1～2）。これらの分類では、国内の残留基準値と同様に利用できる農薬と国内の残留基準値より基準値のやや低い農薬を提示しています。これらに含まれない農薬は、一律基準として 0.01ppm や不検出といった非常に厳しい残留基準値が設定されることから、収穫前 75 日以上での使用が求められ、本圃での使用は不可能と考えられます。これらの使用が困難な農薬については、育苗期の徹底防除等に使用することで、薬剤のローテーション散布の対象とすることができます。

国内の残留基準値より基準値のやや低い農薬については、残留値の相違に応じて、農薬の使用後日数から減衰モデルを適合できる農薬について使用の可能性を提示しています（表 3）。ただし、これについては基準値を超過することがないことを保障することは不可能で、病害虫の発生に応じてやむを得ず使用す

表1 台湾向け生果実（いちご）で使用可能な農薬および使用に注意が必要な農薬等の区分

	殺虫剤	殺菌剤
A：日本と基準値と同じかそれ以上の基準値	イミダクロプリド, エトキサゾール, エマメクチン安息香酸塩, クロマフェノジド, クロラントラニリプロール, シフルメトフェン, シベルメトリン, スピノサド, ダイアジノン, チウラム, テブフェノジド, テブフェンピラド, テフルベンズロン, ビフェントリン, フェンピロキシメート, フルバリネート, ベルメトリン, マラソン, ミルベメクチン, メソミル, メトキシフェノジド, ポリオキシシン複合体, オレイン酸ナトリウム, プロピレングリコールモノ脂肪酸エステル, 還元澱粉糖化物, マシン油, 二酸化炭素, ハスモンヨトウ核多角体病ウイルス, リトルア	アミスルプロム, イミノクタジンアルベシル酸塩, カーバム, シアゾファミド, チオファネートメチル, トリフルミゾール, ペノミル, ベンチオピラド, マンコゼブ, マンゼブ, 塩基性硫酸銅, 水酸化第二銅, 有機銅, 硫黄, 脂肪酸グリセリド, バチルス, スズチリス, タラロマイセス, フラバス, プロシミドン, プロピネブ,
B：日本の基準値よりやや低く、20分の1までの基準値	アセタミプリド(1), クロチアニジン(0.5), ジノテフラン(1.5), ジフェノコナゾール(1), スピネトラム(1), チアメトキサム(0.5), チオジカルブ(0.5), テトラコナゾール(0.5), ノバルロン(0.5), ビフェナゼート(2), ピメトロジン(1), ビリダベン(2), フェンプロバトリン(1), フルベンジアミド(1), プロチオホス(0.2), ヘキシチアゾクス(1), ヘキシチアゾクス(0.5)	アゾキシストロビン(2), イプロジオン(5), キノキサリン(0.2), キャプタン(8), クレソキシムメチル(8), ジフェノコナゾール(1), シフルフェナミド(0.5), トリホリン(1), ビラクロストロビン(0.5), フェナリモル(0.5), フルオピラム(0.4), フルジオキソニル(2), ポスカリド(3), マンジプロバミド(1), ミクロブタニル(0.5), メタラキシル(5), メバニピリム(1)

注) 括弧内の数字は残留農薬基準値 (ppm) を示す。

表2 米国向け生果実（いちご）で使用可能な農薬および使用に注意が必要な農薬等の区分

	殺虫剤	殺菌剤
A：日本と基準値と同じかそれ以上の基準値	イミダクロプリド, エトキサゾール, クロラントラニリプロール, シアントラニリプロール, ジフェノコナゾール, ダイアジノン, チウラム, ビフェントリン, フェンピロキシメート, ヘキシチアゾクス, マラソン, メタアルデヒド, メトキシフェノジド, ポリオキシシン複合体, オレイン酸ナトリウム, プロピレングリコールモノ脂肪酸エステル, 還元澱粉糖化物, マシン油, 二酸化炭素, ハスモンヨトウ核多角体病ウイルス, リトルア	アゾキシストロビン, キャプタン, ジフェノコナゾール, チオファネートメチル, トリフルミゾール, ベンチオピラド, メタラキシル, 塩基性硫酸銅, 脂肪酸グリセリド, 水酸化第二銅, 有機銅, 硫黄, バチルス, スズチリス, タラロマイセス, フラバス
B：日本の基準値よりやや低く、20分の1までの基準値	アセキノシル(0.5), アセタミプリド(0.6), シフルメトフェン(0.6), スピネトラム(0.9), スピノサド(0.9), チアメトキサム(0.3), スピロテトラマト(0.4), テトラコナゾール(0.25), ノバルロン(0.45), ビフェナゼート(1.5), フェンプロバトリン(2), フルベンジアミド(1.5), フロニカミド(1.5), ミクロブタニル(0.5)	イプロジオン(15), シフルフェナミド(0.2), トリホリン(1), ビラクロストロビン(1.2), ビリオフェノン(0.5), フェンピラザミン(1.5), フェンヘキサミド(3), フルオピラム(2), フルジオキソニル(3), ポスカリド(4.5), ミクロブタニル(0.5), メバニピリム(1.5)

注) 括弧内の数字は残留農薬基準値 (ppm) を示す。

る場合の参考とする必要があります。

台湾では、生果実（いちご）を含む多くの輸入作物で農薬残留値の一斉分析が実施され、2017年の公定法の改訂により、373成分の分析が実施されています。また、台湾政府のHPには生果実（いちご）の違反事例が示されています（表4）。日本を含む諸外国から違反事例がみられたのは、殺虫剤が13の有効成分で、32件で検出されています。殺菌剤では4成分の9件が違反事例となっています（表3）。

また、本事業で実施した国内産の生果実（いちご）の88サンプルのうち、8サンプルから373成分のいずれの成分も検出されませんでした。残り80サンプルからは何らかの有効成分が検出されました。

殺菌剤では、13成分が検出されました（図1）。果実のヘタを含む台湾の公定法による分析でも国内の基準値を超過するサンプルはみられませんでした。

表3 台湾への生果実（いちご）の輸出で残留農薬違反となった事例（2016～2018）

有効成分名(殺菌・殺虫剤, 国内基準値 (ppm))	違反事例となった国と濃度 (ppm)
フロニカミド(殺虫剤, 2)	日本(0.03, 0.04, 0.78, 0.17, 0.02)
フルフェノクスロン(殺虫剤, 0.5)	日本(0.06, 0.08, 0.06), 韓国(0.08, 0.07, 0.04)
クロルフェナビル(殺虫剤, 5)	日本(0.11, 0.12), 韓国(0.09)
アセキノシル(殺虫剤, 2)	日本(0.02)
ノバルロン(殺虫剤, 2)	日本(0.8)
チアクロプリド(殺虫剤, 5)	韓国(0.07, 0.02)
ビフェナゼート(殺虫剤, 5)	米国(2.7)
インドキサカルブ(殺虫剤, 1)	韓国(0.07, 0.38)
スピロテトラマト(殺虫剤, 10)	韓国(0.02)
アバメクチン(殺虫剤, 0.02)	NZ(0.03)
メソミル(殺虫剤, 1)	NZ(2.1)
ピリミカブ, ※(殺虫剤, 0.5)	日本(0.5), NZ(0.55, 0.08, 0.04, 0.08, 0.06)
ジフルベンズロン(殺虫剤, 0.05)	韓国(0.32, 0.37,)
フェンヘキサミド(殺菌剤, 10)	日本(0.09), 韓国(0.04), NZ(0.01, 0.61),
メパニピリム(殺菌剤, 10)	日本(2.48, 4.00)
ピリベンカルブ(殺菌剤, 10)	日本(0.68), 韓国(0.06)
フルジオキシニル(殺菌剤, 5)	日本(2.5)

※印の農薬は、国内では登録のない農薬, または失効した農薬を示す。

調査した期間は、2016年11月2日～2018年10月30日

図示した以外の中東各国（バーレーン、オマーン、カタール、クウェート）の MRL's はすべての有効成分に対して不検出のため、1成分でも検出されれば違反事例となります。その他の国においてもメパニピリムとプロシミドン、そしてクレソキシムメチルは多くの国で違反事例となる可能性があります。米国を輸出相手国とする場合には、メパニピリムとプロシミドン、そしてクレソキシムメチルの使用が問題となります。台湾の殺菌剤については比較的残留基準値が高いため、メパニピリムとフェンヘキサミドの使用が問題となります。網掛けをしていない、ボスカリド、イプロジオン、アゾキシストロビン、ミクロブタニルについては先の中東4ヶ国を除いて、MRL'sの超過はみられませんでした。

殺虫剤は、同じく13の有効成分が検出され、分析にヘタを用いる台湾の公定法において1サンプルでシフルメトフェンが国内基準値を超過する結果でした。

殺虫剤では、ルフェヌロン、シフルメトフェン、フロニカミド、ピメトロジン、シエノピラフェン、テトラジホンで多くの国で MRL's を超過します。ビフェナゼートは UAE と香港での MRL's が厳しくなっています。

台湾では、国内と同じ基準値のシフルメトフェンの超過1件がみられ、その他はフロニカミドが問題となる可能性が高く、シエノピラフェンとテトラジホンも MRL's を超過する可能性を示しています。

米国は、ルフェヌロン、シフルメトフェン、ピメトロジンが問題となる可能性が高く、次いでシエノピラフェンとテトラジホンに注意が必要となります。殺菌剤では4種の有効成分で MRL's の超過がみられませんでした。殺虫剤では

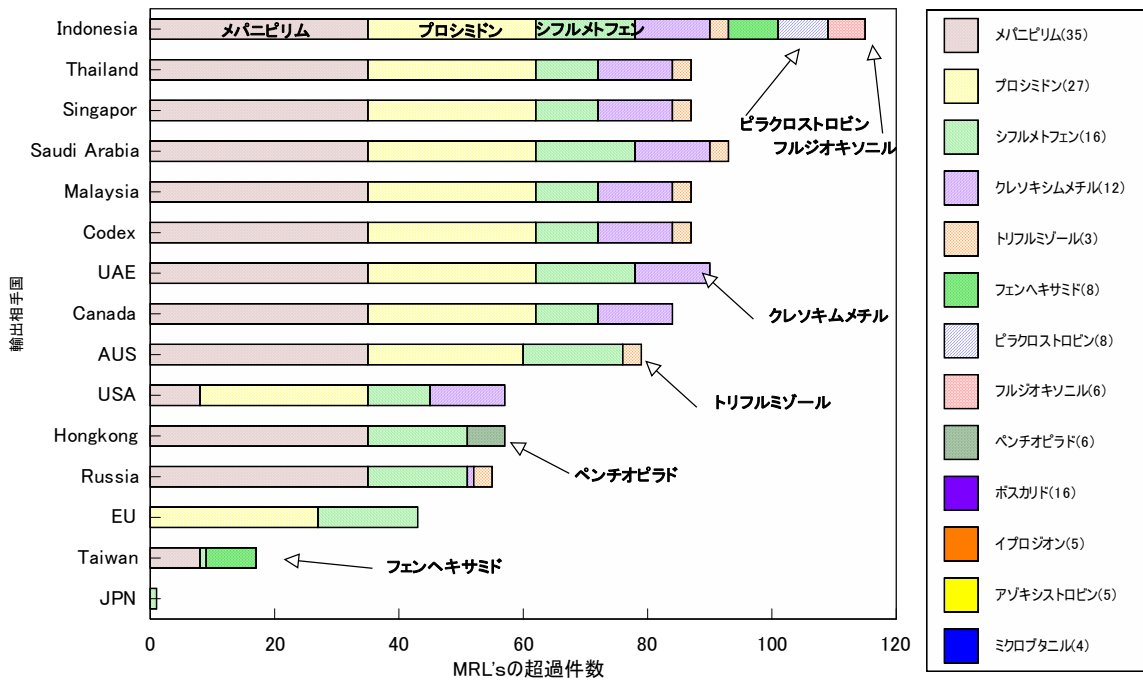


図1 生果実（いちご）88 サンプルの殺菌剤の残留値と輸出相手先との MRL's 超過の関係
 注）凡例の括弧内の数字は検出サンプル数を示す。

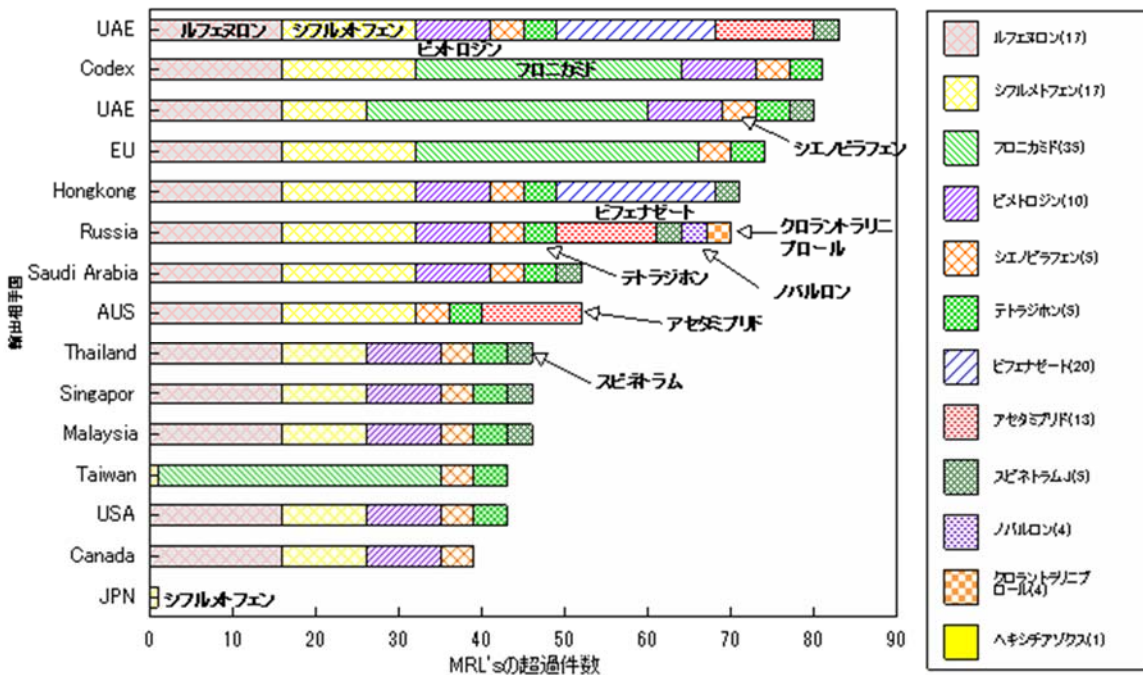


図2 生果実（いちご）88 サンプルの殺虫剤の残留値と輸出相手先との MRL's 超過の関係
 注）凡例の括弧内の数字は検出サンプル数を示す。

ヘキシチアゾクスの 1 件だけが不検出の中東各国（バーレーン、オマーン、カタール、クウェート）で問題となるという結果でした。

輸出相手国の残留基準値の確認方法

輸出相手国の残留基準値は、農林水産省の HP で検索することができます。また、一覧に示されている基準値は調査時点の数値であり、輸出前に輸出相手国の関係法規を確認することが求められています。

各国の残留基準値は常に改訂されることから、農林水産省の HP の下部には、輸出相手国ごとの MRL's を検索するための HP が掲載されており、これらの HP から情報を収集することができます。

生果実（いちご）の輸出で問題となる可能性がある台湾向けの MRL's の検索結果は PDF で示されており、個々の農薬の名称（Pesticide Name）、作物分類（Crop Category）、そして残留基準値（Maximum Limit (ppm)）と農薬の種類（Herbicide、Insecticide、Acaricide、Fungicide、Growth regulator）の記載があります。

台湾の作物分類では、生果実（いちご）は Strawberry と Small berries の数値が残留基準値になります。Strawberry と Small berries に記載のない有効成分は一律基準の不検出となります。

台湾の残留基準値が掲載されている HP アドレス

<https://law.moj.gov.tw/ENG/LawClass/LawAll.aspx?pcode=L0040083>

減衰モデルを用いた収穫前使用日数の推定

病虫害防除に使用された農薬の挙動や有効成分の残留は施用方法によって異なります。浸透移行性の高い農薬による定植時の粒剤処理や定植前の高濃度薬剤のセル苗灌注等の有効成分は低濃度でも比較的長期にわたって検出されることが指摘されており、100 日以上にわたって検出限界とされる場合が多い 0.01ppm 以上となる可能性があります（生果実（いちご）の病虫害防除マニュアル平成 27 年 8 月、農林水産省消費・安全局植物防疫課）。

一方、散布された農薬は、紫外線による分解や降雨によって洗い流され、また微生物による分解を受けて減衰していきます。さらに、植物や果実の肥大によっても農薬の成分が薄まっていきます。農薬の使用時期は「収穫前使用日数」等によって決められており、有効成分の分解や消失によって、収穫時に残留基準値以下になるように設定されています。

そこで、農薬の減衰モデルを適合し、95%信頼限界を用いることで、農薬の収穫前使用日数に注意することで輸出相手国が求める残留基準値をクリアできる可能性があります。下記に台湾と米国の MRL's に対応した収穫前使用日数

表4 減衰モデルを活用した農薬有効成分の減衰モデルの適用と輸出相手国（米国, 台湾）の基準値との関係

有効成分名	日本基準値 (ppm)	米国基準値 (ppm)	台湾基準値 (ppm)	1次	1.5次	r ² value	D value	自由度 (n-2)	95%信頼区間上限T(day) 米国	95%信頼区間上限T(day) 台湾
アゾキシストロピン	10	10	2	○		0.88	0.65	43	0	11.2
イプロジオン	20	15	5		○	0.93	0.67	44	0	13.8
クレソキシムメチル	5	—	3		○	0.85	0.66	55	—	50.1
トリホリン	2	—	1	○		0.99	0.58	21	—	0
フルジオキサソニル	5	3	2		○	0.93	0.71	59	35.2	38.8
ボスカリド	15	4.5	3		○	0.98	0.66	35	2.19	14
メバニピリム	10	1.5	1		○	0.99	0.33	7	29.6	43.2
アセタミプリド	3	0.6	1	○		0.93	0.65	37	24.3	11.8
クロルフルアズロン	2	—	0.5	○		0.99	0.24	5	—	80.3
スピロテトラマト	10	0.4	—	○		0.99	0.66	33	0	—
ビフェナゼート	5	1.5	2	○		0.85	0.71	87	11	5.46
ビメトロジン	2	—	1	○		0.97	0.73	59	—	0
フロニカミド	2	1.5	0.01		○	0.92	0.70	54	88.8	297
ヘキシチアゾクス	6	6	1		○	0.98	0.59	23	0	11.7

の一例を示しますが、病害虫の防除対策が上手く行かず、どうしてもできない場合に限って、使用の可能性を示すものであり、使用に当っては生産者の責任で使用する必要があります。

生果実（いちご）の輸出に向けた IPM 防除体系

生果実（いちご）の輸出には、輸出相手国の残留基準値（MRL's）をクリアすることが不可欠です。そのためには、輸出相手国の MRL 値を精査し、輸出しようとする各地で問題となる農薬を明らかにしたうえで、代替防除技術を利用することが求められます。国内産の生果実（いちご）の高品質を維持し、物理的・生物的防除法等の利用による IPM 体系を構築し、品質・収量を向上させる防除体系を実証し、輸出を行おうとする地域を中心に IPM 体系を普及させることが目的です。

技術体系の紹介：

生果実（いちご）の輸出向け防除体系は、イチゴの生育ステージに合わせて、採苗からランナーの切り離しや育苗期の病害虫の徹底防除に始まり、定植苗によって病害虫を持ち込まない対策、さらに生育期～収穫期にかけては物理的防除や生物的防除法を組み合わせ、収穫期以降の化学合成農薬を大幅に削減することで、輸出先国の残留農薬基準値をクリアします。



図1 生果実（いちご）輸出の防除体系の策定に関するイチゴのステージと個別技術の関係

1. 育苗期の徹底防除

栄養繁殖のイチゴは、前年度からの親株や購入した親株から採苗が行われます。促成栽培の育苗は夏期が中心で、多くの病害虫が発生します。また、定植苗と一緒に持ち込まれる病害虫から本圃での被害がはじまります。定植苗で持ち込む病害虫を可能な限り少なくすることが、その後の防除の成否を決定します。特に、収穫 75 日前の使用に限定される化学合成農薬を育苗期に活用し、病害虫の徹底防除を行うことが推奨されます。このような考え方から、地域戦略に応じて、次の防除対策が実証されています



図2 イチゴ炭疽病の徹底防除（罹病株の除去）



図3 育苗時ミヤコバンカーの利用によるハダニ類防除

（ランナー切り離し後は3日間隔、その後は7日間隔の散布）（バンカーシートでミヤコカブリダニの放飼・増強）

○育苗期のイチゴ炭疽病徹底防除（炭疽病潜在感染簡易検定法＋薬剤散布による防除）

炭疽病菌の潜在感染を簡易に検定する方法によって感染リスクを把握したうえで、育苗期に炭疽病感染株の除去（図2）と殺菌剤の3～7日間隔の散布で炭疽病徹底防除が実施できます。

○親株圃や育苗期のハダニ類対策（気門封鎖型薬剤、選択性農薬、土着天敵の保護利用）

育苗期のハダニ類の発生を抑えるため、気門封鎖型薬剤の利用と選択性農薬で土着天敵（ハダニアザミウマ等）の保護利用やミヤコカブリダニバンカーシートを利用してハダニ類を防除できます（図3）。

2. 定植前の病虫害防除対策

定植苗の蒸熱処理でハダニ類やうどんこ病を防除する方法や高濃度炭酸ガス処理でハダニ類を防除する方法があります。定植苗の防除対策で、本圃への病虫害の持込を防止します。

○蒸熱処理による定植苗の病虫害（ハダニ類とうどんこ病）防除

イチゴ苗の蒸熱処理は、葉温が50℃に達してから10分間、同じ温度を保つことで、葉表面の病虫害を殺菌・殺虫します（図4、表1）。効果が確認さ



図4 蒸熱処理装置

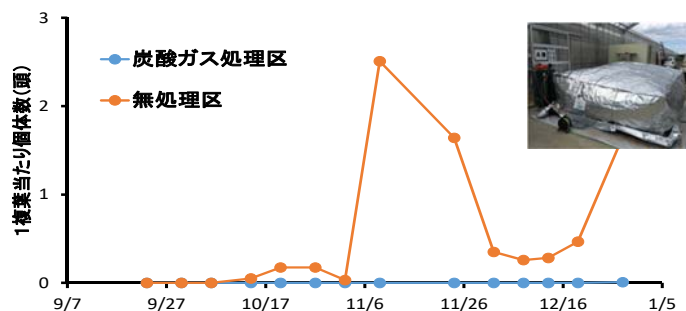


図5 高濃度炭酸ガス処理のハダニ類の持込防止と本圃での発生

表1. イチゴ苗のナミハダニに対する蒸熱処理の効果

時期	雌成虫/24 複葉
処理前	122 頭
処理後	1 頭

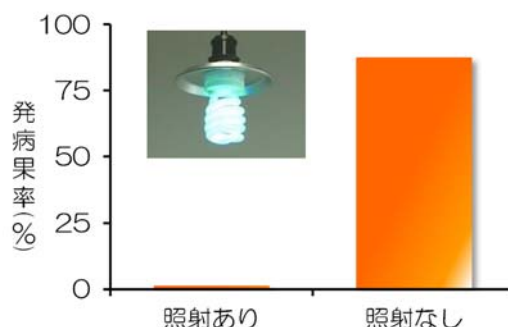


図6 UV-B 照明のうどんこ病防除効果

れているのは、うどんこ病、ナミハダニ、アブラムシ類とチャノホコリダニです。これらの病害虫は 50℃10 分の処理でほぼ死滅します。

○高濃度炭酸ガス処理

高濃度炭酸ガス処理（炭酸ガス濃度 60%、温度 25～30℃程度、処理時間 24hr）を実施したイチゴ苗を定植した施設では、防除回数を削減してもハダニ類を抑制し（図 5）、生育や収量への影響はみられません。

3. 本圃での物理的防除対策とその利用

微小害虫の侵入防止や植物の抵抗性誘導で病害を防除します。物理的防除法は、化学的防除法のように抵抗性が生じないことから、安定した防除効果が期待できます。

○UV-B 電球形蛍光灯の照射によるうどんこ病防除

うどんこ病は、葉、葉柄、果梗及び果実に発生します。本圃のイチゴ株上に UV-B 電球形蛍光灯を設置して、夜間 2～3 時間の照射で感染抵抗性が誘導されます（図 6）。UV-B で免疫機能の遺伝子が活性化され、植物全体に免疫機能に関する物質が生成されます。

○UV-B 電球形蛍光灯の照射と光反射資材によるハダニ類の防除

UV-B をナミハダニに照射すると DNA 損傷や活性酸素で死亡します。UV-B 照射は、葉裏のナミハダニには照射されませんが、光反射資材を利用して UV-B を反射させる方法が工夫されました。

○光反射資材織り込みネットによるアザミウマ類の侵入防止対策

アザミウマ類の防除は輸出用栽培では利用できる農薬が少なく、殺虫剤に依存した防除は難しくなっています。そこで、侵入防止技術の光反射資材織り込みネットの利用が検討されました。本資材は光反射資材をスリット状に織り込んだ防虫ネットです。本資材をハウスサイドに展張することで太陽光が乱反射してアザミウマ類の飛翔をかく乱します。スリット部の目合いは 1.8×10mm

表2 輸出対応のIPM防除体系における地域戦略実証地別の技術体系と要素技術

導入技術（物理・生物）	宮城	静岡	香川	徳島	福岡	長崎
高濃度炭酸ガス処理	○	×	×	○	×	○
蒸熱処理	×	○	×	×	×	×
次亜塩素酸水処理	×	×	○	×	×	×
UV-B電球形蛍光灯	○	○	○	×	×	×
生物農薬（天敵類）	○	○	○	○	○	○
気門封鎖剤	○	○	○	○	○	○
スリムホワイト45	×	×	×	×	○	○

ですが、0.4mm目合いの防虫ネットと同等の侵入防止効果がみられます。

4. 本圃での生物的防除法とその利用

イチゴ栽培の生物的防除法として、ハダニ類に対するカブリダニ類（ミヤコカブリダニ、チリカブリダニ）とアザミウマ類に対するアカメガシワクダアザミウマが利用できます。アブラムシ類にもコレマンアブラバチや次世代型バンカー法が利用できます。

○カブリダニ類の利用技術

天敵カブリダニ類を放飼する前に気門封鎖剤等でハダニ類の密度を低下させ、開花後にミヤコカブリダニを放飼します。この時、チリカブリダニも同時に放飼する方法も有効です。年明け後に、ハダニ類が増えた場合にはチリカブリダニの追加放飼を行います。

5. 地域戦略におけるIPM防除の体系化

輸出向け生産を行う地域戦略に応じて、IPM防除体系に取り組む要素技術があります。地域の品種や問題となる病害虫で防除体系が検討され（表2）、地域別のIPM防除対策マニュアルが作成されています。

技術体系の経済性は：

経営改善効果

病害虫防除は慣行防除との比較によってその経営改善効果を評価できます。すなわち、病害虫防除に苦慮している地域では、新規の代替防除技術の効果が現れやすくなります。一方、化学合成農薬を中心とする慣行防除で病害虫の問

表3 輸出用の地域別防除体系の導入による経営評価（防除体系の要素技術は表2を参照）

評価項目	宮城県	静岡県	徳島県	香川県	長崎県
経営モデル	50a, 複合 家族2人+パート,	60a, 専作, 家族2人+パート	26a, 専作 家族3人+パート	30a, 専作 家族2人+パート	40a, 専作 家族4人+パート
設備投資 (千円)	4,300	4,687	1,220	3,040	983
農業所得の改善	△0.1%減 (23,039千円)	△1.8%増 (22,886千円)	○25%増 (7,499千円)	○41%増 (13,123千円)	△5.6%増 (13,846千円)
作業の現実性 (家族労働)	○ (887hr/人)	○ (1,971hr/人)	○ (1,830hr/人)	○ (1,923hr/人)	○ (1,745hr/人)
生産性の向上	△	△	○	○	△
モデル収量 (kg)	30,000 (103.1)	37,154 (103.2)	9,880 (118.8)	15,000 (132.0)	25,600 (105.3)
農業粗収益 (千円)	36,000 (103.1)	36,894 (103.2)	12,913 (118.8)	22,875 (132.0)	26,854 (105.3)
農業経営費 (千円)	12,961 (109.2)	14,008 (105.6)	5,414 (111.0)	9,752 (121.5)	13,008 (104.8)
防除費 (千円)	1,356 (385.5)	1,427 (122.4)	508 (204.2)	1,006 (387.7)	1,153 (134.2)
評価のポイント	○技術の導入経費は 収益増でほぼ相殺さ れる ○導入技術で収量増 (900kg) ○作業者・生産物に も安全な技術	○蒸熱, 天敵, UVで 収量1,154kg増 ○導入経費494千円 の増 ○農薬散布の労力と 資材の減, 作業者に も安全	○導入技術の効果で 収量1,560kg増 ○導入経費と出荷経 費537千円増 ○販売増と経費増で 所得増が1,502千円	○導入技術の効果で 収量3,636kg増 ○導入経費と出荷経 費1,729千円増 ○販売増と経費増で 所得増が3,816千円	○導入技術の効果で 収量1,280kg増 ○導入経費と出荷経 費598千円増 ○所得が754千円の 増

注) モデル収量, 農業粗収益, 農業経営費, 防除費の括弧内の数字は, 技術導入以前との比較を示す。

題がない地域では、代替防除技術の導入メリットが少なくなります。生果実（いちご）の輸出で問題となるアザミウマ類の防除に新たな防除法（光反射資材織り込みネット、天敵利用技術）が導入可能であれば輸出期間の延長につながります。現地実証試験による経営評価では、慣行防除の効果が薄れつつある徳島県と香川県で25%～41%の増収効果がみられ、労働生産性も向上しています。一方、宮城県や静岡県では慣行防除での病害虫による減損防止効果が安定していることから、顕著な経営改善効果はみられませんでした。しかし、静岡県の慣行区の化学合成農薬は合計19剤であったのに対して、体系区では合計4剤で済んだことから、重労働である散布労力の軽減がみられます。

他の地域の輸出用防除体系でも収穫期以降の化学合成農薬は50～100%の削減となっています。輸出向けではない一般の栽培でも輸出用のIPM防除体系には高い導入効果があるといえます。

経済的な波及効果

化学合成農薬の薬剤抵抗性や耐性菌はイチゴ栽培で深刻な問題であり、既存の農薬の防除効果が低下していくことは避けられません。輸出用の代替防除技術の利用は、化学合成農薬の使用量を50～100%削減可能であり、地域全体での安心・安全な農作物の生産量拡大に寄与します。本事業参画県の0.1%のイチゴ生産に普及し、生産振興事業を利用することで防除体系を導入し生産量の0.1%のうち20%を輸出向けとすることで輸出実績のなかった産地から、年10t程度の輸出純増が期待できます。福岡県の台湾向け輸出の生果実（いちご）の生産では、アザミウマ類に対する化学合成農薬の使用によって1月末以

降の輸出が困難になっていましたが、新たな侵入防止対策の導入により、3月まで輸出期間を延長することが可能となります。国内価格が低迷する時期の輸出は出荷単価のアップが期待できます。

こんな経営、こんな地域におすすめ：

経営評価は現地実証圃をモデルとして行いました。その経営規模は、概ね25a～60aの家族経営であり、主要なイチゴ生産者への導入が可能と考えられます。また、大規模施設園芸では環境制御の高度化で増収が期待されており、農薬の自動散布の効果あるいは化学合成農薬の効果は不安定であり、大規模であるほど農薬散布を削減する輸出用防除体系の導入が効果的です。

難防除病害虫のハダニ類やうどんこ病を効率的に防除する物理的防除法は、生産の安定化に大きく貢献することを明らかにしています。

技術導入にあたっての留意点：

病害虫防除は減損防止技術です。イチゴ栽培で問題となる病害虫を把握し、必要な防除体系を導入する必要があります。品種や栽培体系で利用できる防除法は異なります。蒸熱処理や高濃度炭酸ガス処理も品種や苗によって障害を受け可能性があります。UV-B 照射も一部の品種で果実にヒビ割れが生じます。技術導入にあたっては、各県の指導機関等に問い合わせたうえで、病害虫の発生状況や問題となる病害虫を含めて、導入前に十分な検討を行う必要があります。また、輸出用防除体系を導入した場合においても病害虫の発生に注意を払い、生産者の判断で農薬による防除対策を検討する必要があります。

研究担当機関名：

(研) 野菜花き研究部門、(研) 九州沖縄農業研究センター、宮城県農業・園芸総合研究所、静岡県農林技術研究所、徳島県立農林水産総合技術支援センター、香川県農業試験場、福岡県農林総合試験場、長崎県農林技術開発センター

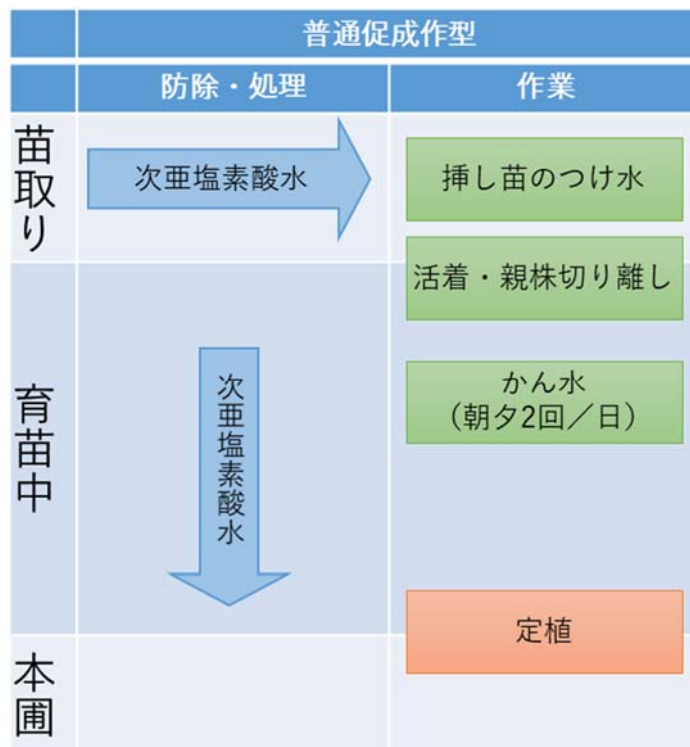
育苗期における次亜塩素酸水の利用技術

次亜塩素酸水とは

次亜塩素酸水は特定農薬に指定されており、殺菌スペクトルが広く、殺菌効果が高い一方で残留性が少なく、農作物等、人畜及び水産動植物に対する安全性が高い資材です。特定農薬としての次亜塩素酸水は塩酸または塩化カリウム水溶液を電気分解して得られるものに限られ、名称を「電解次亜塩素酸水」、pH6.5以下、有効塩素 10~60ppm とされています。

次亜塩素酸水の実施フロー

次亜塩素酸水は苗とり時のつけ水や育苗中のかん水に用いることで、炭疽病の発病を抑制することができます。



次亜塩素酸水の防除効果

炭疽病は、苗とり時のつけ水や育苗中のかん水により、孢子が健全な株に伝染することで発生します。つけ水やかん水を塩素濃度 30ppm 以上の次亜塩素酸水で行うことで、炭疽病の発病を抑制できました。

- 1) 挿し苗時のつけ水に次亜塩素酸水を用いることによる炭疽病菌の伝搬抑制
試験区：次亜塩素酸水（塩素濃度 24ppm、pH5.9）、接種あり

井戸水、接種あり
 井戸水、接種無し(対照)
 調査品種・株数：‘あまおう’・3 試験区×10 株

ランナーから切り離れた子苗を、つけ水に 1 時間程度浸漬後、ポットに植え付けて管理しました。5 週間後に発病調査と潜在感染株調査を実施しました。次亜塩素酸水を使うことで、全く炭疽病を発病しませんでした（表 1）。

表 1 挿し苗時のつけ水の違いが炭疽病菌の発病に与える影響

試験区	発病株率	発病度	感染株率
次亜塩素酸水・接種あり	0	0	40
井戸水・接種あり	100	45	100
井戸水・接種無し	0	0	40

発病度 = $\Sigma(\text{程度別発病株数} \times \text{指数}) \times 100 / (\text{調査株数} \times 4)$

指数 0: 発病なし, 1: 病斑が5個未満, 2: 5個以上, 3: 葉柄折れ, 4: 枯死

2) 育苗時のかん水に次亜塩素酸水を用いることによる炭疽病菌の伝搬抑制

試験区：次亜塩素酸水（塩素濃度 41ppm、pH6.2）

水道水

調査品種・株数：‘さがほのか’・ポット苗 2 試験区×66 株

頭上かん水 朝夕 2 回/日

試験期間：7 月 10 日～9 月 5 日

事前に炭疽病菌を接種して発病させたイチゴ苗と健全イチゴ苗をならべ、頭上かん水で栽培したところ、試験2週目（7月17日）から水道水でかん水した場合に発病し、4週間目（8月8日）には次亜塩素酸水でかん水した場合、明らかに発病が少なくなります（表 2）。ただし次亜塩素酸水のかん水により小葉

表 2 次亜塩素酸水によるかん水が炭疽病の発病や感染に与える影響

区	頭上かん水	発病株率(%)		枯死株率(%)	感染株率(%)		
		8月8日	9月5日	9月5日	7月10日	8月9日	9月6日
1	次亜塩素酸水	0	3.0	0	1.5	21.2	10.6
2	水道水	9.1	63.6	6.1	4.5	37.9	81.8
	判定	*	**	ns	ns	ns	**

Fisherの正確確率検定によりp値を求め有意差を判定。ns：有意差なし、*：p<0.05、

**：p<0.01

表3 次亜塩素酸水によるかん水がイチゴ苗に与える影響

頭上かん水	葉色 SPAD値	葉柄長 (cm)	小葉長 (cm)	小葉幅 (cm)	草丈 (cm)
次亜塩素酸水	30.5	18.1	7.0	5.8	25.1
水道水	30.9	17.7	7.3	6.2	25.0
判定	ns	ns	**	**	ns

t検定によりp値を求め有意差を判定。ns：有意差なし、

*：p<0.05、**：p<0.01

長や幅がやや小型化しました（表3）。

次亜塩素酸水利用上の留意点

1) 次亜塩素酸水は菌と接触した場合のみ薬効があり、残効はまったくないので、イチゴが十分に濡れるように処理する必要があります。

2) 特定農薬としての次亜塩素酸水は、使用の度に製造し、製造後は速やかに使用する必要があります。

次亜塩素酸水の導入コスト等

特定農薬、次亜塩素酸水によるイチゴ炭疽病の防除には、

年間維持費 385 千円（本圃 20a、14,000 株育苗）と試算されます(表4)。

次亜塩素酸水の製造装置の仕様として、本圃 20a 分（14,000 株）の育苗には 1,400L/日（かん水量 100ml/株）以上の製造能力が必要です。仕様を満たす製造装置は、例えばピュアスターミュークリーン2（森永乳業社製、約 70 万円、表5）があります。本装置は 2 年に 1 回、電解槽やポンプチューブ等の部品を交換することが推奨されています（作業費込みで 151,200 円）。

表4 本圃 20a 分に相当するイチゴ苗 14,000 株にかかる年間費用の試算

年間維持費(千円)		計算式・計算条件
①機器費	101	70万円÷耐用年数7年
②定期交換部品費	75	電解槽等、作業費含む15万円÷2年
③水道料金*	22	基本料2,376円+237.6円/1000L×84,000L (14,000株×100mlかん水×60日)
④原料費	187	3,340円×56kg
年間維持費	385	①+②+③+④

*久留米市

表4 次亜塩素酸水製造装置(ピュアスター、森永乳業社製)の例

機種名	ミュークリーン2
生成量 (L/h)	300
価格	約70万円
原料	ミュークリーンメイト (6%塩酸)
使用量(kg/h)	0.1 1kg
価格	3,340円

育苗期間を60日と仮定すると84,000Lの水道水が必要で、料金は22,334円(久留米市の場合)となります。また原料が56L(6%塩酸、単価3,340円、原料1Lで1,500Lの次亜塩素酸水(塩素濃度30ppm)を作成)、つまり原料費187,040円です。これらを合算して年間維持費385千円となります。

次亜塩素酸水処理による炭疽病防除（香川県）

次亜塩素酸水とは

2014年3月28日 農林水産省・環境省告示により特定農薬（特定防除資材）に指定されました。

【特定農薬：改正農薬取締法第2条第1項において「その原材料に照らし農作物等、人畜及び水産動植物に害を及ぼすおそれがないことが明らかなものとして農林水産大臣及び環境大臣が指定する農薬」】

告示名称：次亜塩素酸水（塩酸又は塩化カリウム水溶液を電気分解したものをいう。）

○指定対象の範囲：0.2%以下の塩化カリウム水溶液を有隔膜電解槽で、または、2～6%の塩酸を無隔膜電解槽で電気分解して得られる水溶液であり、pH 6.5以下、有効塩素10～60mg/kg (ppm)のもの。

挿し苗育苗時の浸漬による炭疽病伝染防止

[処理方法]

- ① 次亜塩素酸水は40ppm～60ppmのものを利用します。
- ② 挿し苗の吸水に次亜塩素酸水への浸漬をおこないます（図1参照）。
- ③ 10～60分浸漬の後、挿し苗を行い、ミスト散水して発根を促します。

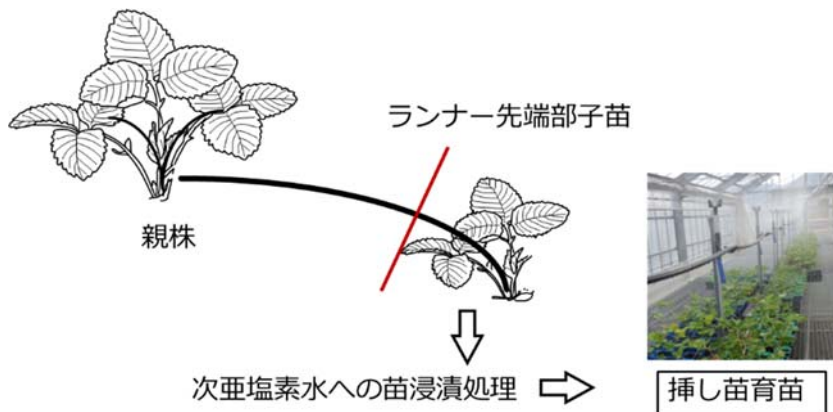


図1 挿し苗育苗への次亜塩素酸水利用

[管理・作業上の留意点]

- ① 既に感染している苗には効果がないので、炭疽病の発生を認めない圃場の親株から採苗をおこないます。
- ② 植物体に接触することで、次亜塩素酸水の殺菌成分が失活するため、適宜次亜塩素酸水を交換しつつ浸漬作業をおこないます。

- ③ 未使用の次亜塩素酸水は、遮光、密閉状態で数週間は保存可能であるものの、一度使った次亜塩素酸水は、翌日には使用しない。

[灌水利用による炭疽病感染防止]

[処理方法]

- ① 次亜塩素酸水は約20ppmのものを利用します（連続使用により葉が黄化することがあります）。
- ② 毎日のかん水代わりにイチゴ株上から散水をおこないます。既に感染している苗には効果がないので、炭疽病の発生を認めない圃場の親株から採苗をおこないます。

[管理・作業上の留意点]

- ① 濃度が高いと葉に黄化症状がみられます。
- ② 葉の黄化が発生した場合は、水に替えるとその障害は消失します。
- ③ かん水処理により、炭疽病の発病が少なくなり、うどんこ病の発病がやや遅れる効果が期待できます。

育苗期における炭疽病の潜在感染検定法と薬剤防除体系（徳島県）

イチゴ炭疽病は、病原菌が感染していても症状を示さないこと（潜在感染）が知られています。そのため、知らぬ間に多くのイチゴ苗を侵してしまう恐れがあります。本病の防除を効果的に行うためには、潜在感染状況を把握し、定期的な薬剤散布により、徹底的な防除を行うことが不可欠です。

そこで、炭疽病菌の潜在感染を簡易に検定する方法と、農薬散布による育苗期の徹底防除事例及び炭疽病を中心とした殺菌剤散布モデルについて紹介します。

炭疽病菌潜在感染簡易検定方法

○検定に必要な試薬、器具：70%エタノール、ハンドスプレー、ビーカー、バットレー、ビニール袋、ペーパーウエス

○検定時期：6月中旬（親株）、6月下～7月中旬（子苗）、11月（次年度親株）



1 検定株の最外葉を葉柄基部とともに丁寧にはぎ取る。



2 流水中で葉等に付着している土や農薬等を洗い流し、水滴が無くなるまで乾かす（風乾）。



3 ハンドスプレーで70%エタノールを葉、葉柄全体に噴霧し、約30秒後に流水中でエタノールを流す。



4 湿らせたペーパーウエス（絞って水滴が落ちない程度）を敷いたバット上に、葉が重ならないように並べ、ビニール袋で覆い、口を閉め密封する。



5 28℃、暗黒下で14日間培養する（家庭用エアコンで対応可能。また、培養中ペーパーウエスが乾燥した場合には、適時水を追加して多湿状態を保つ）。



6 培養14日後、判定（葉等が黒褐色に変色し、鮭肉色の分生子塊が見られる）。

簡易検定法利用上の注意点等

- 1) 1～5月は菌の活性が低下するため、検定は6月以降に行います。
- 2) 潜在感染簡易検定法では、イチゴに対して病原性を持たない *Colletotrichum* 属菌も検出される場合があります。
- 3) 病原性の確認は、検定葉上に出現した分生子塊を爪楊枝で掻き取り、健全苗の葉柄部に突き刺して接種し、1週間程度 28℃、多湿条件で培養すると接種部分に症状が現れます。

炭疽病菌潜在感染検定よりわかること

親株で炭疽病菌が潜在感染していた場合、高確率で子苗も潜在感染していません（表1）。

表1 親株及び子苗のイチゴ炭疽病潜在感染状況

圃場	品種	炭疽病菌潜在感染株率 (%)		
		6月中旬 親株	7月中旬 子苗	8月下旬 子苗
親株感染 有り	A さちのか	35	90	40
	B さちのか	35	12	0
	C さちのか	30	75	10
	D さちのか	25	50	20
	E さちのか	20	40	5
	F 紅ほっぺ	15	60	0
	G さちのか	5	0	10
親株感染 無し	H 紅ほっぺ	0	0	5
	I 紅ほっぺ	0	0	0
	J ゆめのか	0	0	0

*各圃場20株調査

潜在感染を認めたら！

- 可能な限り潜在感染株を早期に処分しましょう。
- 感染株だけでなく半径50cm以内の株も処分しましょう。

薬剤散布による育苗期の炭疽病徹底防除事例

育苗期間中、炭疽病菌の潜在感染株が認められても、感染株の除去と殺菌剤の3～7日間隔散布を徹底することで、炭疽病の発生は抑えられます。

事例として、発病が認められた圃場では、親株切り離し後の散布から次の散布まで14日も開いていたため、8月中旬頃より発病が認められました（表2）。

一方、発生を認めなかった圃場は、育苗期間中の潜在感染株率は高かったものの、セイビアーフロアブル20、ジマンダイセン水和剤等を中心に3～7日間隔で殺菌剤を散布したことで、発病しませんでした（表3）。

表2 育苗期に炭疽病が発生した圃場の殺菌剤散布履歴

	散布月日	散布間隔	商品名	
1回目	7月24日	—	デランフロアブル	
2回目	8月8日	15日	オーソサイド水和剤80	
3回目	8月14日	6日	ジマンダイセン水和剤	
4回目	8月17日	3日	デランフロアブル	8月17日発病確認 発病株率：3.2% 発病株の除去
5回目	8月22日	5日	ベンレート水和剤	
6回目	8月24日	2日	アントラコール顆粒水和剤	8月29日発病確認 発病株率：0.2%
7回目	9月18日	25日	オーソサイド水和剤80	

- *1 品種：さちのか，露地育苗
- *2 親株切り離し：7月19日～21日，定植：9月22日～25日
- *3 炭疽病菌潜在感染調査結果
6月中旬：1%，6月下旬：0%，7月中旬：0%，
8月下旬：3%



図 育苗子苗に発生した炭疽病

表3 育苗期に炭疽病が発生しなかった圃場の殺菌剤散布履歴

	散布月日	散布間隔	散布農薬
1回目	7月16日	—	セイビアーフロアブル20
2回目	7月21日	5日	ファンタジスタ顆粒水和剤
3回目	8月1日	11日	アントラコール顆粒水和剤
4回目	8月8日	7日	ゲッター水和剤
5回目	8月11日	4日	ジマンダイセン水和剤
6回目	8月17日	6日	キノンドーフロアブル
7回目	8月21日	4日	セイビアーフロアブル20
8回目	8月29日	8日	ジマンダイセン水和剤
9回目	9月4日	6日	ベルコートフロアブル
10回目	9月10日	6日	セイビアーフロアブル20
11回目	9月13日	3日	ファンタジスタ顆粒水和剤
12回目	9月18日	5日	ゲッター水和剤

- *1 品種：さちのか，露地育苗
- *2 親株切り離し：7月15日，定植：9月14日
- *3 炭疽病菌潜在感染調査結果
6月中旬：1%，6月下旬：41%，7月中旬：10%，8月下旬：0%

イチゴ炭疽病防除のための育苗期殺菌剤モデル

炭疽病を発病させないための殺菌剤散布モデルを作成しました。

ポイントはランナー切り離し直後は3日間隔で散布し、その後は7日間隔で多作用点接触活性剤を中心に散布することです。

表4 イチゴ炭疽病防除ための育苗期殺菌剤モデル

時期	商品名	FRACの作用機構による分類				
		FRACコード	作用機構*1	耐性菌リスク		
3月	中旬 親株定植	キノンドーフロアブル	M1	多作用点接触活性化化合物	低	
	定植7日後	セイビアーフロアブル20	12	シグナル伝達	低～中	
	下旬	アントラコール顆粒水和剤	M3	多作用点接触活性化化合物	低	
4月	中旬	デランフロアブル	M9	多作用点接触活性化化合物	低	
	下旬					
5月	月上旬	ゲッター水和剤	1 10	有糸核分裂と細胞分裂	高	
	中旬					
	下旬	アントラコール顆粒水和剤	M3	多作用点接触活性化化合物	低	
6月	月上旬					
	中旬	ジマンダイセン水和剤	M3	多作用点接触活性化化合物	低	
	薬剤散布回数はランナー切り離し後から新たに開始					
	下旬	ランナー一切離直後	セイビアーフロアブル20	12	シグナル伝達	低～中
		3日後	アントラコール顆粒水和剤	M3	多作用点接触活性化化合物	低
7月		3日後～4日後	ベルクートフロアブル	M7	多作用点接触活性化化合物	低
	第1週					
	第2週	オーソサイド水和剤80	M4	多作用点接触活性化化合物	低	
	第3週	ジマンダイセン水和剤	M3	多作用点接触活性化化合物	低	
8月	第4週	ゲッター水和剤	1 10	有糸核分裂と細胞分裂	高	
	第1週	ジマンダイセン水和剤	M3	多作用点接触活性化化合物	低	
	第2週 夜冷入庫	ジマンダイセン水和剤	M3	多作用点接触活性化化合物	低	
	第3週	オーソサイド水和剤80	M4	多作用点接触活性化化合物	低	
9月	第4週 株冷入庫	セイビアイーフロアブル20	12	シグナル伝達	低～中	
	第1週	アントラコール顆粒水和剤	M3	多作用点接触活性化化合物	低	
	第2週	オーソサイド水和剤80	M4	多作用点接触活性化化合物	低	
	第3週	アントラコール顆粒水和剤	M3	多作用点接触活性化化合物	低	
	第4週	ベルクートフロアブル	M7	多作用点接触活性化化合物	低	

*1 作用機構とは、殺菌剤の有効成分が、病原菌の生命活動に関わる部分の何を阻害するのかを示したもの。

- 残効が約7日程度の殺菌剤
アントラコール, オーソサイドキノンドー, ジマンダイセン, セイビアー
- 残効が約3日程度の殺菌剤
ゲッター, デラン, ベルクート

注) 残効期間については、田口ら(2012)の文献を参照した。

◎引用文献

田口裕美 鈴木啓史 黒田克利(2012) イチゴ炭疽病に対する各種殺菌剤の残効期間と防除体系. 関西病虫研報(54) 53-59

育苗期の炭疽病の防除について（長崎県）

イチゴ炭疽病は、株の萎凋、枯死を引き起こし、育苗期に多発生すると苗不足を招くイチゴの最重要病害です。長崎県の主要品種である「ゆめのか」、「さちのか」は、本病に非常に弱く、健苗育成のためには、本病への対策が重要です。防除対策は、化学農薬による薬剤のローテーション散布（長崎県では、7～10日間隔の薬剤散布を指導）が中心となりますが、発病株の早期発見、除去や耕種的な対策も重要です。

育苗期の対策（耕種的防除）

（1）発病株の早期除去

本病の初期病徴の一つである汚斑状斑点(写真1)を葉に有する苗*（汚斑苗）は、萎凋枯死等（写真2）への病勢進展の危険性が高く（図1）、2次伝染源にもなるため、汚斑状斑点を指標に除去が必要です。汚斑苗だけでなく、周辺の苗も除去します。

※ 「ゆめのか」は、「さちのか」に比較すると葉表の症状が出にくく注意が必要



写真1 イチゴ葉上の汚斑状斑点



写真2 萎凋苗

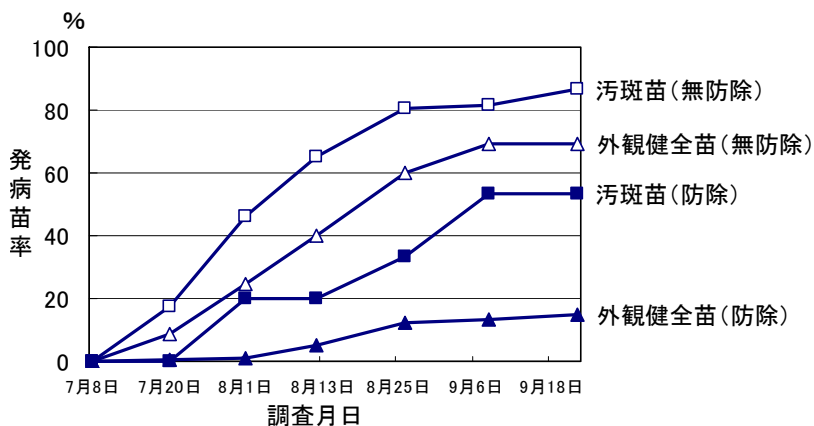


図1 「さちのか」における育苗期の病勢進展（2008年）

(2) 耕種的防除（雨よけ施設＋高設ベンチ栽培＋株元かん水）

本病の感染は、病原菌が降雨などの水滴による水はねにより拡大していくため、長崎県では雨よけ施設＋高設ベンチ栽培による育苗を推奨しています。しかし、かん水時に水はねが起こる頭上かん水では、十分な効果が得られない場合があります。水滴が飛散しない株元かん水（流水育苗ポット台を使用：写真3）を組合せることにより安定した効果が得られます（表1）。薬剤防除の効果も高まり、防除間隔を長くすることも可能です（図2）。

表1 雨よけ施設と株元かん水を組合せた耕種的防除の効果

区No.	処 理		累積発病株率 %	萎凋枯死株率 %
	灌水	薬剤防除		
①	チューブ	有	0	0
②	チューブ	無	27.3	0
③	頭上	有	31.8	0
④	頭上	無	63.6	9.1



写真3 流水育苗ポット台
（オレンジの線に沿って水が流れる）

- 1) 全区とも雨よけハウス内で流水育苗ポット台を使用
- 2) 数値: 2反復平均値
- 3) 累積発病株率、萎凋枯死株率: 最終調査の数値
- 4) 薬剤防除: 試験期間(2011/8/3～9/28)中、1～2週間間隔で5回散布

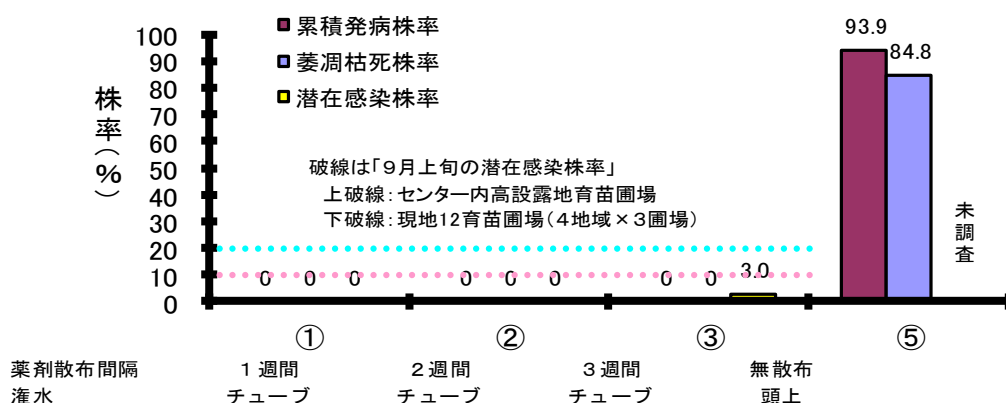


図2 薬剤散布間隔の違いによる発病の差異（2014年）

- 1) 全区ともビニルハウス内で流水育苗ポット台を使用
- 2) 数値: 3反復平均値
- 3) 累積発病株率、萎凋枯死株率: 最終調査(10月10日)の数値
- 4) 潜在感染株率: 10月2日採集の最下位複葉を用いたエタノール検定による数値

炭疽病の総合的防除対策

汚斑苗を目安とした発病株の除去および雨よけ＋高設栽培＋株元かん水による耕種的防除に薬剤散布を組合せた総合的防除体系は、イチゴ炭疽病の感染拡大を抑え、防除間隔を長くすることが可能です。

長崎県農林技術開発センター

育苗期の徹底防除～炭疽病～（宮城県）

イチゴ炭疽病防除について

本病に罹病したイチゴは、株全体が萎れ、最終的には枯死し、クラウン部を切ると、外側から内側に向かって褐変しているのがみられます（図1）。

本病は、土壌（罹病残さ）や潜在感染株からの感染のほか、空気伝染等が主な経路であることから、以下のような、種々の対策が必要となります。



育苗期の殺菌剤散布の重要性

育苗期は高温・高湿度条件になりやすく、本病の発生には特に好適であることから、葉の展葉間隔に合わせて定期的な殺菌剤散布（おおむね7日間隔）が必須です。また、現在の殺菌剤には、有効な治療剤はないことから、予防防除が基本です。予防防除を怠ると潜在感染株が増加し、知らない間に拡大する可能性があります。加えて、本圃での対策がほぼないため、育苗期の防除は非常に重要です。傷口からの病原菌感染からの病原菌感染回避のため、殺菌剤散布は葉かき後に行うことが有効です。



図1 イチゴ炭疽病

上図：葉柄の病斑

下図：クラウン内部の症状

なお、薬剤耐性菌の発生を回避するためにも、同一系統の薬剤を連用せず、系統の異なる薬剤をローテーション散布することも重要です。

親株の管理と採苗方法

親株の管理においては、健全な親株の確保が重要です。育苗中の苗に炭疽病が発生した場合は、親株として利用せずに、親株を更新する必要があります。また、管理方法としては、雨よけハウスに定植すること、圃場の準備として土壌消毒を実施すること（土耕親株管理方式の場合、ただしガス抜きの徹底は重要）、かん水は頭上かん水とせず灌水チューブにすること、泥はねには気をつける、排水対策をする、等が重要です。採苗時には、ランナーが地面につかないようにし、受

けポットの場合には、発病株があった場合に周辺への拡大を防ぐことや風通しや湿度が高くなるのを防ぐため、ポットの間隔をあけることが重要です。また、挿し苗の場合は、水中での感染蔓延を避けるため、使用する水は頻繁に変えるのが望ましい、等の留意が必要です。

罹病株（組織）の除去

発病株は病斑上に胞子を形成し、周囲へ感染が拡大するため、発生初期のものでも除去する必要があります。また、枯死株に形成された子のう殻から子のう胞子が放出され空気伝染することから、罹病株は枯死部などが残らないように除去することも重要です。除去した株は肥料袋等に入れ密封して、しばらく放置し、病原菌を不活化させてから、ほ場外へ捨てます。

潜在感染株検定

親株に潜在感染株があると、育苗ほへ炭疽病潜在感染株が持ち込まれ、育苗ほで炭そ病菌が多発、蔓延し壊滅的な被害を受ける事例が見受けられます。そのため、親株における潜在感染株の有無を調査する、簡易エタノール噴霧法（2015年、寺本ら）は、潜在感染株の早期発見を可能とし、潜在感染株の圃場外への持ち出しを可能とすることから、重要な防除対策となります。

育苗期のハダニ類対策について（長崎県）

長崎県では、イチゴの主要品種として「ゆめのか」、「さちのか」が栽培されていますが、両品種ともハダニ類が多発しやすい品種です。ハダニ類、特にナミハダニ（写真1）は化学合成農薬に対し短期間に薬剤抵抗性を獲得（表1）しやすいため、近年は本圃（10～5月）において、天敵製剤のカブリダニ類を利用した農薬への依存を低減した防除体系が生産現場で普及しています。

育苗期（4～9月）には、ハダニ類の土着天敵が発生しますが、農薬に頼った防除が行われているため、悪影響を与えていると思われます。そこで、天敵に影響の少ない薬剤を使用した土着天敵を保護、活用する防除法で育苗期のハダニ類を抑制します。

育苗期の防除対策

土着天敵であるハダニアザミウマ（写真2）等と気門封鎖剤等の天敵に影響が少ない薬剤（表2）を組合せ、土着天敵を保護、活用したハダニ類防除を行います。

表1 ナミハダニに対する各薬剤の殺卵効果（2016年 長崎県病害虫防除所）

○：効果高い △：効果不安定 ×：効果劣る

薬剤名	県防除基準 採用年	A市	B市	C町	D市
コロマイト水和剤	1997	△	△	○	△
マイトコーネフロアブル	2000	×	△	○	×
ダニサラバフロアブル	2007	×	×	×	×
スターマイトフロアブル	2008	×	○	○	△
ダブルフェースフロアブル※	2016	×	○	○	×
アフアーム乳剤	2017	△	○	○	○

※ 検定にはピフルブミド水和剤を使用



写真1 ナミハダニ

表2 ハダニ類防除薬剤（福岡県：イチゴのIPM マニュアルより）

薬剤名
気門封鎖剤、ニッソラン水和剤、ポリオキシシAL水溶剤
コロマイト水和剤、ダニサラバフロアブル、スターマイトフロアブル
マイトコーネフロアブル



写真2 ハダニアザミウマ

※ 平成30年12月現在の登録

①親株、育苗初期（ランナー切り離し前）



- ランナー切り離し前（6月中旬頃）に、天敵への影響が少なく、効果の高い化学合成農薬で防除します。

②育苗中期～後期



- 土着天敵に影響が少ない気門封鎖剤等の薬剤で防除し、保護した土着天敵との組合せによりハダニ類を抑制します。

③定植前（暗黒低温処理後）



- 定植前（暗黒低温処理後）に天敵への影響が少なく、効果の高い化学合成農薬又は、高濃度炭酸ガスで防除します。

育苗期のハダニ対策の効果

（1）気門封鎖剤の効果

気門封鎖剤は、ナミハダニ、カンザワハダニの両種の雌成虫に対して効果を示し（図1）、抵抗性発達の危険性がほとんどなく、また天敵類に対しても影響が少ない薬剤です。しかし、薬液がハダニ類に直接付着しないと効果がない

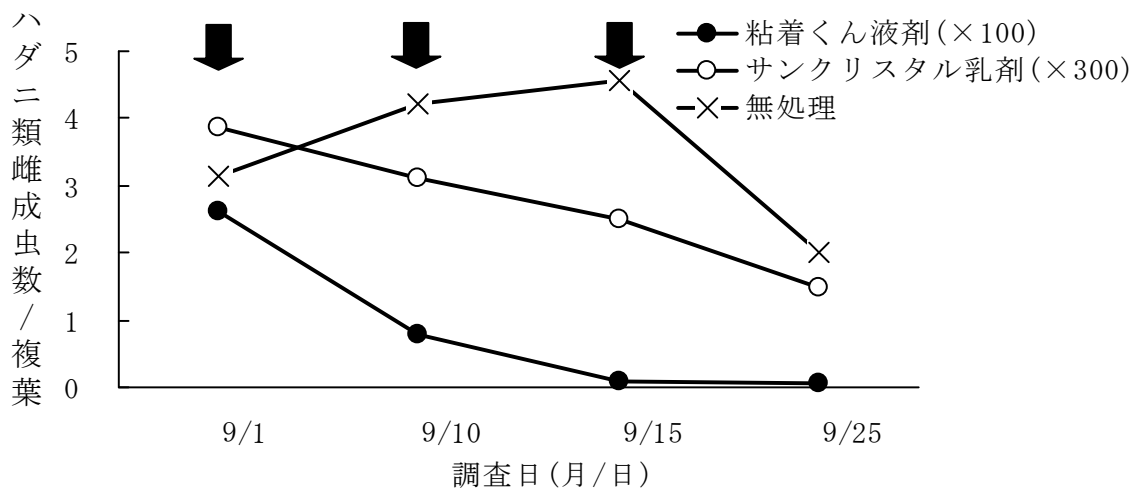


図1 イチゴハダニ類に対する気門封鎖剤の効果 (ポット試験：2010年)

注1) 矢印は薬剤散布を示す。2) ナミハダニ、カンザワハダニ混発条件
3) 供試品種：さちのか

ので、葉裏まで散布ムラがないようにする必要があります。また、卵に対する効果がない、あるいは低いので卵の孵化に併せた連続散布が必要です。

(2) 土着天敵の保護、活用

長崎県内で育苗期間を通して広域に確認されている土着天敵は、ハダニアザミウマとハダニタマバエです (表3)。これらの土着天敵の活用と気門封鎖剤 (粘着くん液剤) の散布によりハダニ類の発生が抑制できます (図2)。

表3 長崎県内イチゴ圃場におけるハダニ類天敵の発生状況

調査地点	トラップ設置期間															
	2009年								2010年							
	8/19-26または 8/20-27				9/17-24または 9/18-25				8/23-30または 8/23-31				10/5-12または 10/5-14			
	ケシ	アザ	ハエ	カブ	ケシ	アザ	ハエ	カブ	ケシ	アザ	ハエ	カブ	ケシ	アザ	ハエ	カブ
長崎市 牧島	0	0	4	0	0	0.5	0	3.5	0	0	1	0	0	1.25	0	0
長崎市 現川	0	0	7	0	0	2.5	0.5	0.5	0	0	0	0.25	0	2.25	0	0
西海市 平原	0	0.5	0	0	0	0.5	0	2	0	0	0.75	0.25	0	0.75	0	0
大村市 松原	0	0	0	0	0	3.5	2.5	4	0	0	0.5	0	0	0	0	0
東彼杵町 千綿	0	0	0	0	0	0.5	0	2.5	0	0	1.75	0	0	0.25	0	0
雲仙市 神代	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0.25	0	1	1.5	0
雲仙市 西郷	0	0	0	0	0	2	0	0.5	0	0	0.25	0	0	0.75	0	0
南島原市 折木	0	0	0.5	0	0	2.5	2.5	2.5	0	1	1.5	0	0	2.5	0	0
佐世保市 山手	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0.25	0	0	0	1.25	0	0

注1) 数値は株あたり虫数

2) ケシ：ケシハネカクシ類，アザ：ハダニアザミウマ，ハエ：ハダニタマバエ，カブ：カブリダニ類

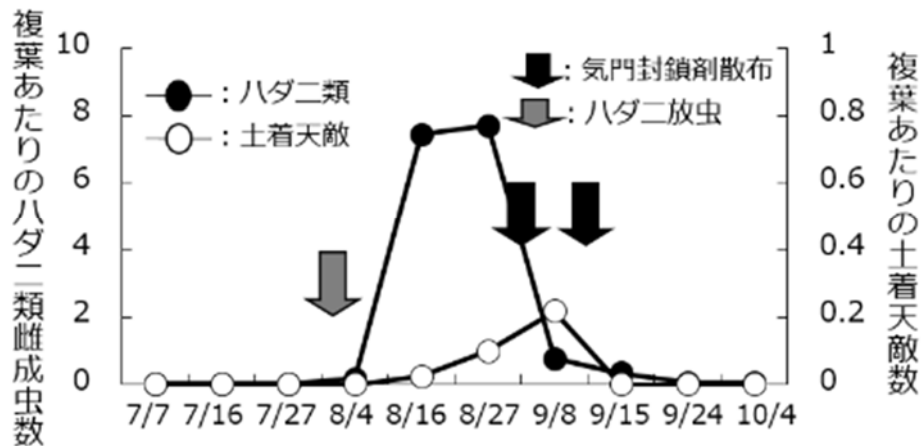


図2 育苗期におけるハダニ類と土着天敵の発生推移

育苗期のハダニ類対策の留意点

- 1) 気門封鎖剤は、主成分の異なる5種、「粘着くん液剤（主成分：デンプン）」、「オレート液剤（主成分：石鹼様物質）」、「アカリタッチ乳剤（主成分：食品添加物）」、「サンクリスタル乳剤（主成分：植物性油脂）」、「エコピタ液剤（主成分：還元水あめ）」が野菜類に登録があります。
- 2) 土着天敵の発生種および量は、場所、年により異なる場合があるので注意が必要です。
- 3) アブラムシ類およびヨトウムシ類が認められたら、発生状況に応じて天敵に影響が少ない選択性殺虫剤を使用します。

散布コスト

150L（薬剤の散布量）／7,000株（本圃10a当りの栽植本数）の場合。

（例：粘着くん液剤）

9,400円（A）×150L（B）／（5L（C）×100倍（D））＝2,820円

A：薬剤費、B：散布量、C：内容量、D：希釈倍数

親株圃及び育苗圃でのハダニ類防除（宮城県）

宮城県内では促成栽培イチゴの収穫は多くの場合 6 月まで継続されますが、親株の栽培は 3 月から始まっています。このことから、親株圃の管理に手が回らずハダニ類が多発する圃場も散見されるのが現状です。化学合成農薬はハダニ類の防除に効果的ですが、化学合成農薬に対して抵抗性を獲得したハダニ類の発生も県内で確認されています。一方、育苗圃では株上からのかん水が日常的に行われるためハダニ類の発生は抑えられます。しかし、育苗圃で苗にわずかに発生したハダニ類は本圃での発生の原因となります。ここでは、親株圃における効果的な気門封鎖型薬剤の利用方法、育苗圃におけるバンカーシートを利用したハダニ類防除方法による本圃へのハダニ類持ち込み軽減効果を紹介します。

親株圃における気門封鎖型薬剤の効果的な利用方法

気門封鎖型薬剤は、製剤によってはアブラムシ類、コナジラミ類、うどんこ病にも効果を示します。発生している病害虫種に応じて製剤を選択して、効率的な防除に努めてください。ここでは、ハダニ類の発生状況に応じた防除方法を紹介いたします。

表 1 気門封鎖型薬剤の種類と適用病害虫

商品名 (50音順)	有効成分	適用病害虫			
		うどんこ	ハダニ類	コナジラミ類	アブラムシ類 チャノホコリダニ
アカリタッチ乳剤	プロピレングリコールモノ脂肪酸エステル	○	○		
エコピタ液剤	還元澱粉糖化物	○	○	○	○
オレート液剤	オレイン酸ナトリウム			○	○
キモンブロック	還元澱粉糖化物	○	○	○	○
サフオイル乳剤	調合油		○	○	
サンクリスタル乳剤	脂肪酸グリセリド	○	○	○	○
粘着くん液剤	ヒドロキシプロピルデンブレン	○	○	○	○
フーモン	ポリグリセリン脂肪酸エステル	○	○	○	○
ムシラップ	ソルビタン脂肪酸エステル	○	○	○	○

◎少発生の場合

- 少発生条件の場合は、概ね 1 週間間隔で 2～3 回程度散布してください。
- 少発生条件においてはいずれの気門封鎖型薬剤も無処理に比べて高い防除効果を示します。

◎多発生の場合

- スプレーオイル及びサフオイル乳剤の効果が高い傾向にあります。
- 多発生の場合は、サフオイル乳剤を 3 日間隔程度で 2～3 回散布してください（スプレーオイル（マシン油乳剤）は薬害の発生について、十分な知見がないため）。

→サフオイル乳剤により発生が落ち着いたら、少発生の場合と同様に防除してください。

→サフオイル乳剤が他の気門封鎖型薬剤よりも効果が高いのは、殺幼虫、殺成虫効果に加えて殺卵効果もあるためです。

育苗圃のバンカーシートを利用したミヤコカブリダニ放飼

バンカーシートは耐水紙でできており、ミヤコカブリダニパック製剤と保水資材、フェルトをあわせて封入することで、ミヤコカブリダニを保護し、増殖を促す資材です。本資材を定植1ヶ月前頃までに育苗圃に放飼することにより、ハダニ類の本圃への持込みを軽減でき、定植苗にミヤコカブリダニを定着させることも可能になります。

育苗圃では、かん水によりバンカーシート内が浸水するのを防ぐために、竹串等に刺して設置します。また、本圃定植後も育苗圃で使用したバンカーシートをそのまま設置して利用することができます。シート内でのミヤコカブリダニは3ヶ月程度増殖します。



写真1 育苗圃のバンカーシート（白筒状）設置状況

育苗期のハダニ類対策（福岡県）

土着天敵（ハダニアザミウマ）利用の目的

ハダニアザミウマ（図1）はハダニ類を捕食する天敵で、国内に広く分布しています。雌成虫の体長は約1 mm で体色は淡黄色をしており、前翅に3対の褐色の斑紋があることから、圃場でも容易に確認することができます。

イチゴ育苗期では、土着天敵のうちハダニアザミウマが優占的に発生することが報告されています。ハダニ類（ナミハダニ）に対する防除効果を実験的に評価した結果、チリカブリダニと同様の密度抑制効果を有すること、ナミハダニが低密度の時からイチゴへの移入が認められること、イチゴ株上で次世代の幼虫や蛹が認められることから、イチゴ育苗期のナミハダニに対する農薬代替資材として有効であると考えられます。



図1 ハダニアザミウマ

ハダニアザミウマの防除効果（現地実証）

2012～2014年に福岡県八女市の現地圃場3か所で行った実証試験について紹介します。各圃場の育苗規模は約800 m²（約20,000本）で、圃場1と圃場2は高設ベンチ、圃場3は地床で育苗されていました。育苗期間中は天敵に影響の大きいカーバメート系薬剤や合成ピレスロイド系薬剤の使用を控え、アブラムシ類やハスモンヨトウなどの防除にはハダニアザミウマに影響の無い薬剤を選択して使用しました。

3年間の調査の結果、いずれの年も全ての圃場でハダニアザミウマの発生が認められ、ナミハダニの個体数は要防除水準密度（小葉当たり1頭）以下で推

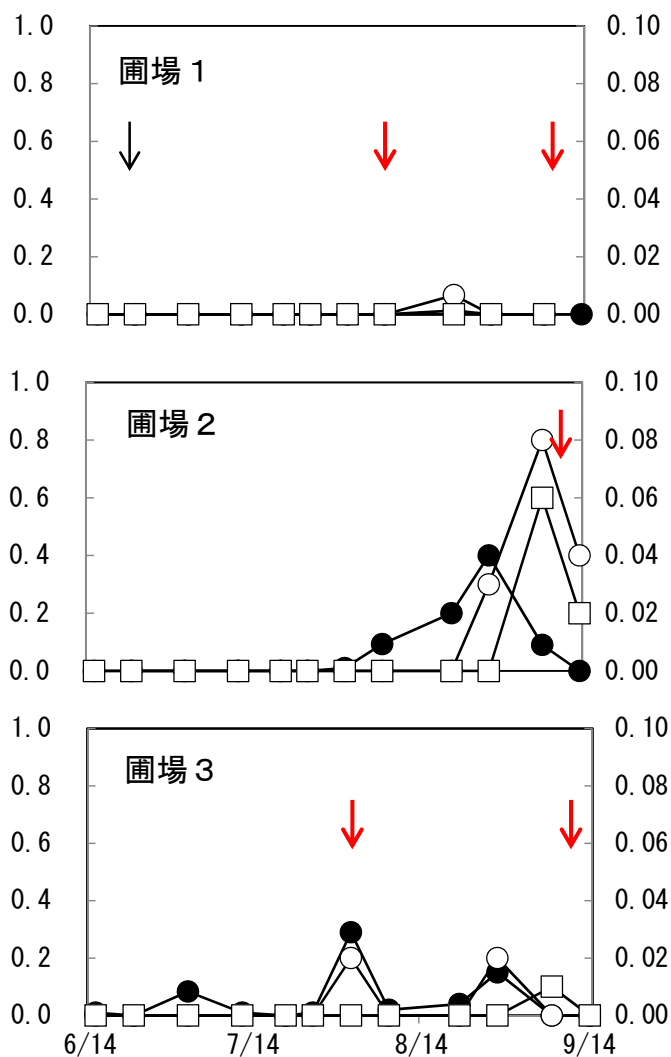


図2 ハダニアザミウマとナミハダニの発生推移（2012年の試験結果）
 注）○ハダニアザミウマ成虫、□ハダニアザミウマ蛹、●ナミハダニ
 ↓ハダニ類防除、↓その他害虫の防除

移しました。また、ナミハダニを対象とした薬剤散布回数は、現地慣行の6～8回に対し、3回以内にとどまりました（図2）。

考察・その他

この結果から、選択性薬剤を用いてハダニアザミウマを保護利用した防除法により、育苗期におけるナミハダニの密度抑制効果が示されました。圃場周辺にハダニアザミウマが生息する環境下であれば、本種を利用した育苗期のハダニ類対策に取り組める可能性があると考えられます。

高濃度炭酸ガスを利用したハダニ類の防除（徳島県）

高濃度炭酸ガス処理とは、

- ◆施設のイチゴでは育苗期間が長いことや、ハダニ類の薬剤抵抗性が発達していることなどにより、本圃にハダニ類の持ち込みをなくすることが難しい状況です。
- ◆そこで、薬剤抵抗性が発達しにくく、定植前のハダニ類を限りなくゼロにする技術が高濃度炭酸ガスによるくん蒸処理です。
- ◆殺虫条件
 - ①くん蒸中炭酸ガス濃度：40～60%（炭酸ガスは農薬登録されているものを使用してください。ガス濃度は商品によって異なります。）
 - ②くん蒸時間：24時間
 - ③処理温度：20～30℃（殺卵にはガス処理温度が平均気温25℃以上必須。）

主な装備

①部材

- ・袋シート（炭酸ガス処理袋）
- ・ベースシート
- ・水封枠（袋内と外気を遮断）
- ・ガス攪拌ファン（ガス濃度を均一にする）
- ・チェーン（袋からのガス漏れ防止）
- ・コンテナ（苗をつめる）

②くん蒸機材

- ・炭酸ガス供給装置
- ・炭酸ガス濃度計
- ・ガス混合ユニット
- ・炭酸ガスまたはくん蒸用炭酸ガス（農薬登録されたもの）

高濃度炭酸ガス処理の実施フロー



① 水封枠の設置



② ベースシートの設置



③ 水封枠にベースシート挿入



④ 苗を積めたコンテナの搬入と
ガス混合ユニットの設置



⑤ オイルヒーターの設置
(写真提供：株式会社アグリ
クリニック研究所)



⑥ ガス攪拌ファンの
設置



⑦ 袋シートをかけ、袋
内の空気を抜く



⑧ 炭酸ガス供給開始



⑨ 炭酸ガス供給終了

高濃度炭酸ガス処理による防除効果

	処理No.	区制	処理前	処理後
平成28年度 1回目：9月13日 2回目：9月15日	1回目	I区	3	0
		II区	11	0
		III区	3	0
	2回目	I区	26	0
		II区	46	0
		III区	38	0
平成29年度 1回目：9月13日 2回目：9月14日	1回目	I区	24	0
		II区	99	1
		III区	83	0
	2回目	I区	33	0
		II区	40	0
		III区	59	0
平成30年度 9月18日		I区	23	0
		II区	21	0
		III区	12	0

※表中の数値はナミハダニ寄生数(頭)を示す。
※各区24株の全葉又は3複葉を見取り調査した。

袋内で、炭酸ガス濃度
60%程度、平均気温
25℃以上、24時間処理
することにより、ナミハ
ダニに対して高い殺虫効
果を示します。

炭酸ガス処理後のナミハダニの発生推移

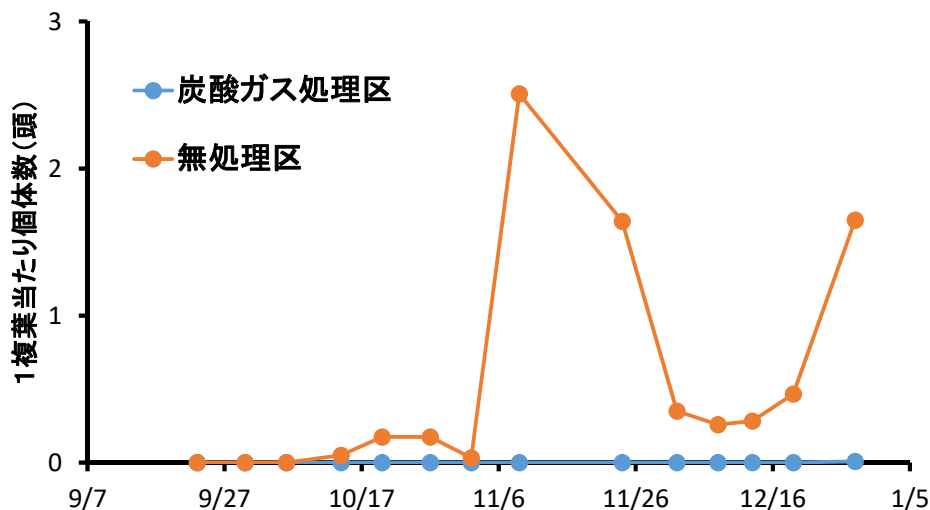


図1 炭酸ガス処理した苗の定植後におけるナミハダニの推移 (2016)
 品種：さちのか 栽培方法：土耕 炭酸ガス処理日：9月13、15日
 化学薬剤、天敵資材は適宜使用。

無処理区では、ナミハダニの発生が10月中旬からみられますが、炭酸ガス処理区では、12月中旬まで発生はみられません。

高濃度炭酸ガス処理利用上の留意点

① 葉への症状

葉の一部にしみ症状がでる場合がありますが、定植後の生育遅延はみられません。



② 平均気温 25℃以上の確保

殺卵には炭酸ガス処理温度が平均気温 25℃以上を維持することが必須条件となりますので、炭酸ガス処理時の温度低下が見込まれる場合は、加温が必要です。



オイルヒーター

(写真提供：株式会社アグリクリニック研究所)

高濃度炭酸ガス処理の導入コスト等

株式会社アグリクリニック研究所のアグリクリーナー[®]を使用した場合の導入コストは下表のようになります。商品は、処理可能株数によってタイプが分かれます。

袋シート、ベースシート、水封枠、ガス混合ユニット等が標準装備となっており、消耗品として、ベースシート（10,000円程度）、炭酸ガスまたはくん蒸用炭酸ガス（20,000円/約30kg）が必要です。炭酸ガスまたはくん蒸用炭酸ガス30kgはタイプAで2回、タイプBで1回、タイプSで4～5回の処理が可能です。

タイプ	A	B	S
処理可能株数	8,000株	16,000株	3,200株
価格(円)	850,000	900,000	700,000
消費税(円)	68,000	72,000	56,000
合計(円)	918,000	972,000	756,000

高濃度炭酸ガスくん蒸処理利用の目的（宮城県）

本圃でのハダニ類発生が多くは苗からの持ち込みであることが明らかとなっています。従って、定植前の苗に発生しているハダニ類を本圃定植前に防除しておくことができれば、本圃でのハダニ類発生は軽減されることになります。定植苗の高濃度炭酸ガスくん蒸処理は、ハダニ類に高い防除効果を示し、本圃でのハダニ類発生を抑制する技術です。

高濃度炭酸ガスくん蒸処理の防除効果

高濃度炭酸ガスくん蒸処理は、定植直前の苗を処理し、定植後はすみやかに本圃に定植してください。処理した苗を再び育苗圃に戻すことは、育苗圃で発生しているハダニ類が再び苗に発生する可能性が極めて高くなります。また、高濃度炭酸ガスくん蒸処理の効果を最大限に発揮させるためには、処理庫内の温度条件が重要です。庫内温度が 20℃を下回った場合には十分な効果が得られません。宮城県の定植最盛期である9月上～中旬には、夜温が 20℃を下回る日が頻繁に出現します。処理装置を施設内に設置して暖房機で温度を確保するか、処理装置によっては庫内に加温ヒーターを設置できる機種もあります。

高濃度炭酸ガスくん蒸処理装置と留意点

高濃度炭酸ガス処理装置は、比較的安価な装置から大規模施設用の大型の高価な装置まで数種類が販売されています。いずれも苗を 24 時間高濃度の炭酸ガスで処理するものです。炭酸ガスは使用を誤ると重大な事故につながる可能性もありますので、必ず取り扱いメーカーや専門家の指導を受けた上で使用す

表 1 温度条件がハダニ類防除効果に及ぼす影響

調査区分	炭酸ガス処理による死虫率 (%)	
	試験 A	試験 B
ナミハダニ	幼虫～成虫	97.6
	卵	98.6

処理中温度 20℃以上を確保
＝完全にハダニ類を防除可能
＝本圃への持込を回避

処理中温度 20℃を下回る時間帯があった
＝高い防除効果はあるが完全ではない
＝本圃への持込がわずかに起こる

表2 高濃度炭酸ガス処理装置用として使用可能な炭酸ガスの農薬登録

作物名	適用病害虫	希釈倍数 使用量	使用方法	使用時期	本剤の 使用回数	適用場所	くん蒸 時間	くん蒸 温度	登録会社
いちご	ナミハダニ	くん蒸中ガス濃度 60%を維持するに 必要な量	倉庫等の下部から 気化器を用いて 投入する	定植前	1回	倉庫, 天幕等	24時間	25~30℃	日本液炭(株)
いちご	ナミハダニ	くん蒸中のガス濃度 50%程度を維持するに 必要な量	倉庫等の下部から 気化器を用いて 投入する	定植前	1回	倉庫, 天幕等	24時間	20~30℃	昭和電工ガス プロダクツ (株)



図1 すくすくバッグシステム（日本液炭（株）製）装置外観と内部の状況



図2 アグリクリーナー（アグリクリニック研究所製）装置外観と内部の状況

る必要があります。また、装置に使用可能な炭酸ガスは農薬ですので、必ず使用基準に従って正しく使用してください。

定植前のハダニ類の防除について（長崎県）

長崎県の主要品種である「ゆめのか」、「さちのか」は、ハダニ類が多発しやすい品種です。化学農薬による薬剤散布等により防除対策が行われていますが、薬剤感受性の低下による効果不足、加えて「ゆめのか」は茎葉が繁茂しやすく本圃での防除の際に薬液が葉裏にかかりにくいため被害が増加しています。本圃での多発生を抑えるには、苗による本圃への持ち込みを防ぐことが重要です。そこで定植前の苗を炭酸ガス処理システムで処理することにより、発生しているハダニ類を防除します。

炭酸ガス処理システムによる防除

（１）ハダニ類に対する防除効果

炭酸ガス処理システムによる高濃度炭酸ガス処理※（処理条件：濃度 60%程度、温度 25~30℃程度、時間 24hr）した苗を定植したハウスでは、定植後の防除回数を低減しても長期間ハダニ類の発生を抑制し（図1）、生育、収量への影響はありませんでした（図2）。

※ 処理後、下葉が褐変する薬害を生じますが、その後の生育に問題ありません。

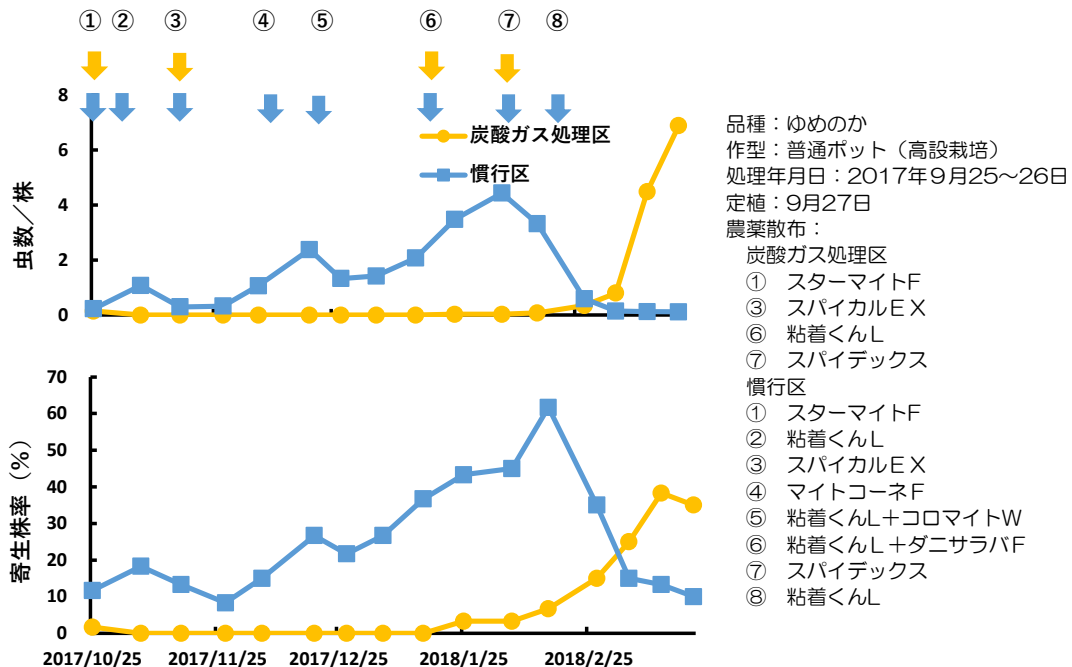


図1 ハダニ類の発生推移

注) ハダニ類の発生種は、10/25の試験区はカンザワハダニ、慣行区はナミハダニとカンザワハダニの混発、以後はすべてナミハダニ。

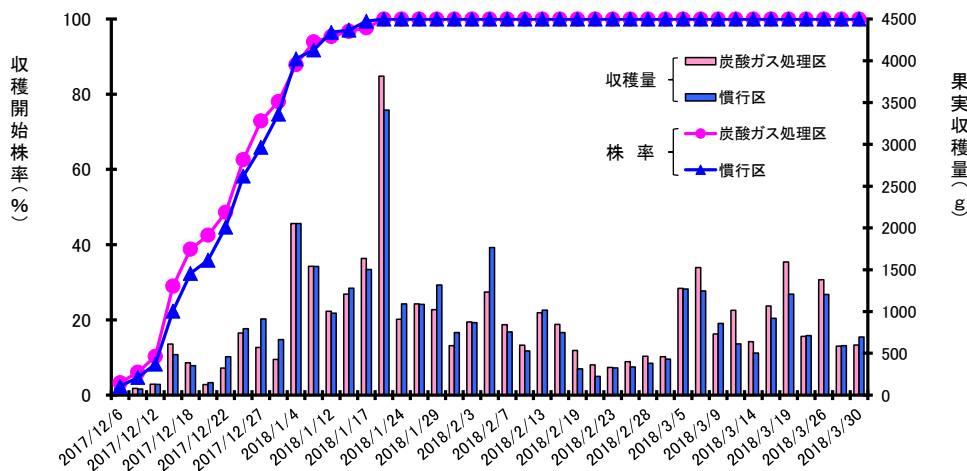


図2 収穫調査

(2) 暗黒低温処理した苗への影響

長崎県における「ゆめのか」の栽培では、面積の約半分が定植前に苗の暗黒低温処理^{※1}を行います。暗黒低温処理後に高濃度炭酸ガス処理を行っても暗黒低温処理を行わない苗と比較して初期成育に影響は認められませんでした^{※2}（表1）。

※1 暗黒低温処理：定植前に設定温度 15℃の低温庫に、2 週間前後入庫

※2 炭酸ガス処理後に暗黒低温処理を行った場合は、炭酸ガス処理による薬害を助長する場合があります（写真）。

表 1 暗黒低温処理後に炭酸ガス処理した場合の影響

No.	暗黒低温処理	炭酸ガス処理	定植後に展開した葉数（枚）				出蕾日	開花日
			10/9	10/16	10/23	10/29		
1	○	○	3.2	4.1	4.8	5.3	10/27	11/6
2	○	—	3.1	4.3	4.9	5.6	10/27	11/5
3	—	○	2.5	3.3	4.0	4.4	10/28	11/8
4	—	—	2.3	3.3	4.3	4.6	10/29	11/10

品種：ゆめのか
定植：9月25日
暗黒低温処理：2018年9月11～24日
調査株数：No.1,3,4 30株、No.2 6株
炭酸ガス処理：9月24～25日



写真 炭酸ガス処理後に暗黒低温処理を行った苗

炭酸ガス処理システムの活用方法

炭酸ガス処理システムによる高濃度炭酸ガス処理は、葉裏までムラなく炭酸ガスが行き渡り、卵を含む各生育ステージのハダニ類に効果があるため、本圃へのハダニ類の持込を防ぐことが可能な技術です。化学合成農薬のような残効はありませんので、定植後は、ハダニ類対策として天敵製剤を活用し、発生状況に応じて天敵や有用昆虫に影響の少ない薬剤による防除を行います。

長崎県農林技術開発センター

イチゴ苗の蒸熱処理防除法

蒸熱処理により何が防除できるのか

イチゴ苗の蒸熱処理は、葉温が50℃に達してから10分間同じ温度を保ちます。この条件でイチゴ葉表面の病害虫を殺虫殺菌します。現在までに効果が確認されたものは、うどんこ病、ナミハダニの卵・幼虫・成虫、アブラムシ類です。これらの病害虫は50℃10分間の蒸熱処理でほぼ死滅するので、一度の処理で同時に防除できます。また化学合成農薬とは作用が全く異なっているので、薬剤抵抗性が発達してしまった病害虫でも殺虫殺菌できます。しかし、クラウン内部やポットの土中は50℃まで上昇しませんので、このような部分に入り込んでしまった病原菌（炭疽病・萎黄病など）や害虫（ヨトウムシ老齢幼虫・コガネムシ幼虫など）には効果は期待できません。一方、感染している炭疽病・萎黄病の発生を助長することはありません。

蒸熱処理は熱によって直接病害虫を死滅させるため、化学農薬のような残効性はありません。また、イチゴ苗がうどんこ病に強くなるような効果もありません。そのため、処理後の防除を怠ると、せっかくクリーンになった苗に、再度病害虫が発生する可能性があります。また、処理温度を高くすると防除効果は高くなりますが、苗が高温に耐えられなくなります。そのため、蒸熱処理の利用は50℃10分間処理を推奨しています。この条件でのハダニ類の防除効果は化学合成農薬並みの90%程度になりますが、蒸熱処理の前後に気門封鎖剤（サフオイル乳剤など）を散布すると、より効果的な防除ができます。

蒸熱処理と苗の耐熱性

促成作型での一季成り性イチゴの育苗は、初夏から9月頃まで行われます。育苗されている苗は盛夏期の高温に耐えられるようになりますが、ここで想定している苗は以下のような苗です。異なる条件での苗を処理するときは、各県試験場に相談するか、前もって十分テスト処理を繰り返して、苗の耐熱性が十分であるかの確認をしてください。

- ポットサイズ9cm以上
- クラウン径10mm程度
- 高冷地での育苗や、強度の遮光（50%を超える）をしていない
- 夏季は35℃程度の高温にさらされていた
- 育苗期間10週程度以上（苗取り6月上旬～）

また、蒸熱処理を行うタイミングとしては以下を想定しています。

- 定植前の苗の移動時

● 夜冷（短日夜冷処理）・株冷（低温暗黒処理）をする場合は、その処理前
このような苗の蒸熱処理による耐熱性を検討すると、定植前の50℃10分間
処理であれば、幾分かの葉やけ症状（葉面積で20%以内、下の写真程度）が
発生する可能性があるものの、その後の生育や年内収量などへは、ほとんど影響
はないことがわかっています。しかし、これよりやや強い条件（52℃4分間
処理）の場合、葉やけ症状が大きくなり、苗に対するダメージが大きくなるこ
とがあります。



さがほのか



紅ほっぺ

写真1 さがほのか（左）と紅ほっぺ（右）の蒸熱処理によるダメージ

（写真：熊本県農業研究センター 田尻一裕氏提供）

写真のような葉やけ症状は、蒸熱処理直後ではなく、数日経過してから発生
します（写真は処理6日後）。また、展開途中の新葉に縁枯れやチップバーン
のように発生することもあります。このような葉やけ症状は、熱による根傷み
が原因だろうと推定しています。そのため、蒸熱処理の際には処理直後に十分
なかん水を行い、ポット内部の温度を下げ、根傷みを少なくすることが有効と
考えられます。また、定植後に葉やけの発生を確認してからでも、根の賦活剤
として、コリン含有肥料（根っこりん（生科研）など）を用いると、生育への
影響を減らす効果があります。

装置の設定・注意点

蒸熱処理装置付属の説明書をよく読み、正しく使ってください。苗数を減ら
したテスト運転を数回行い、温度の上がり方を確認しておくといでしょう。
以下は説明書の中でも注意すべきポイントを列挙しています。

（1）シーズン初めに使うときの注意

以下の点検ポイントを確認の上、苗の処理をしてください。

(2) 葉温センサーが傷んでいないか？断線していないか？

葉温センサーは熱電対（2種類の金属線をよりあわせたもの）なので、導線がむき出しになっています。錆びたり断線したりするとセンサーとして使えません。そのようなときは、先端を切り落とし、むき直してよりあわせ、元の状態に戻してください。

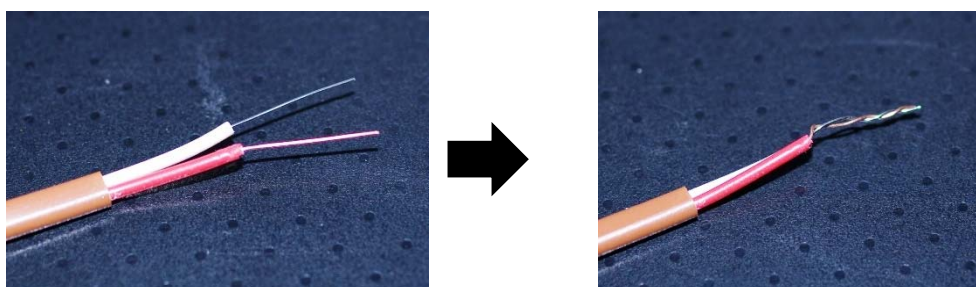


写真2 葉温センサーの確認と修正方法

(3) ノズルが詰まっていないか？

加湿用のチューブに水が残ったまま長期間放置すると、加湿ノズルから滲み出した水が蒸発し、カルシウム分などが固まりノズルを詰まらせることがあります。清掃あるいは交換してください。

- 湿球用ガーゼの汚れ、あるいはカルシウムなどで固まっていないか？

湿度センサーボックスの水槽の水を放置すると湿球用ガーゼにカルシウム分などが固まり、水の吸い上げが悪くなります。ガーゼを交換してください。

(4) 使う前の通常点検

熱処理当日は、装置の予熱を兼ねた試運転をして、異常がないことを確かめてから、苗を入れてください。

- 電源ケーブルや加湿チューブなど、各種ケーブル類に傷みはないか？

熱処理中は高湿度になります。ケーブルにキズや亀裂などがあると、機器の誤作動、故障、漏電、感電などの事故の原因になります。

- 蒸気は十分出るか？

加湿ポンプでは1時間に約5リットルの水を噴射します。ポンプのエア抜きが不十分だったり、ホースがつぶれたりしていると、加湿が不十分になります

- 湿度センサーボックスに水が入っているか？

センサーボックスに水が入っていないと湿度測定ができません。湿球が乾燥していると、乾球との温度差がなくなり、加湿されなくなります。



写真3 湿度センサーボックスの確認

- 湿球用ガーゼが破れていないか？

ガーゼが破れていると湿球が乾燥し、正しい測定ができません。交換してください。交換の際には湿球用と乾球用のセンサーを間違えないようにしてください。

- 送風ファンやヒーターに枯葉や異物が絡み付いていないか？

枯葉や異物が絡みつくと、ファンの異常動作、ヒーターに加熱され発火の危険があります。電源を切り、ファンが止まっていることを確認し、除去してください。

- 葉温センサーが傷んでいないか？断線していないか？

葉温センサーは細いので葉柄にひっかけたままケーブルを無理に引っ張って外すと断線することがあります。写真のように断線すると、センサーとして使えません。そのようなときは、先端を切り落とし、むき直してよりあわせ、元の状態に戻してください。

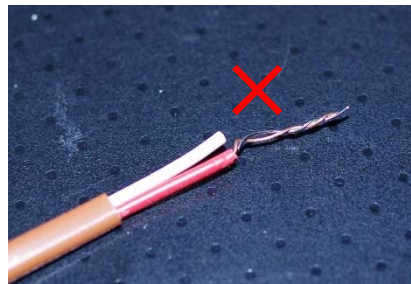


写真4 葉温センサーの確認状況

(1) 苗の庫内への配置

苗を庫内のラックに収納する方法について

苗は、ラック全体に片寄らないようにバランスよく置いてください。

苗をラックの一部だけに片寄っておくと、そこだけ気流の流れが悪くなります。少量の処理の場合は、なるべく全体に広げておくか、苗の間を十分に開けて気流に十分触れるようにしてください。

(1) 装置を使い終わった時の注意

・処理庫内の乾燥は十分か

処理庫内は防水されていますが、蒸熱処理ではわずかなスキマから水分が内部に入り込み、結露しています。処理終了後の乾燥が不十分だとカビの原因になるばかりでなく、装置や処理庫そのものの腐食の原因になりますので、十分に乾燥させてください。

・水槽や加湿チューブ・タンクの水は抜いたか

水槽・加湿チューブ・タンクなどに水が残ったまま長期間放置すると、内部の水が蒸発し、残ったカルシウム分によってガーゼが汚れたりノズルが詰まったり故障の原因になります。水が残らないように十分排水してください。

・ファン・ヒーターに異物が付着していないか

ファン・ヒーターに異物を付着させたままにしておくと、こびりつき除去できなくなります。異常加熱、発火の原因になるので除去してください。

蒸熱処理の工程

(1) 庫内温度計（乾球）、庫内湿度計（湿球）、葉温度計の設定



写真5 庫内温度計、庫内湿度(湿球温度計)、葉温度計の設定値と現在値

表1 蒸熱処理実施のための各種設定値の状況

庫内温度計			庫内湿度計			葉温度計
スタート時 (°C)	プログラム経過時間 (分)	プログラム終了時 (°C)	スタート時 (°C)	プログラム経過時間 (分)	プログラム終了時 (°C)	ホールド時温度 (°C)
30.0	50.0	49.5	30.1	48.5	49.1	49.1

この設定値は一つの目安です。温度計の計測誤差もありますので、装置設置の際の試運転で調整してください。また、実際に苗を入れた試運転を数度おこ

ない、温度・湿度の上昇を確認して、自動的にホールドになることを確認してから、本番の処理を行うとよいでしょう。

- 予熱運転

苗を入れる前に装置内部の温度や湿度を上げておくと、苗を入れてからの温湿度の上昇が早くなります。処理当日の装置の試運転にもなりますので、蒸熱処理を行う日は必ず直前に予熱運転を行ってください。

(1) 苗の搬入

流れる気流にムラができないよう、苗を搬入してください。中央付近の苗の葉柄先端（複葉の分かれ目）に、葉温センサーの裸線を曲げて挟み込むように取り付けてください。



(1) 蒸熱処理の開始から終了まで

蒸熱処理装置の内部温度上昇のしかたや、スタートから処理終了までにかかる時間は、装置を設置したプレハブ冷蔵庫の形状・大きさ、外気温、処理する苗数の多少などによって変化します。最高気温が30℃以下の場合は苗の温度も下がっていて、スタートからホールドまでに長時間（例えば1.5時間以上）要する場合があります。苗に障害が大きく出ることがありますので、外気温が20℃以下のときは定植用苗の処理はしないほうがよいでしょう。また初めて使う場合は、少ない苗数から始め、スタート後、温度上昇からホールドに移行するまでの時間や、内部温度と葉温の関係を確認しながら、処理を行ってください。このとき決して無人運転はしないでください。処理する苗数をそれまでより大幅に増加させる場合も、スタートからホールドに移行するまでの時間が大きく増加しますので、温度変化を確認しながら処理を行ってください。

(1) 【重要ポイント】もし、ホールドにならなかつたら

通常、庫内温度計が設定値（例えば 50℃）を示し、湿度計も十分な湿度である 95%以上（温度計が 50℃の時に 49.1℃以上）になっていれば、1分以内に葉温も庫内温度に近づきホールドタイマーが作動します。もし2分以上かかるようであれば、葉温センサーが外れているかどこかに触れているなどしている可能性があります。そのような時は手動に切り替えてタイマーを作動させてください。葉温センサーに異常がないのにホールドにならない（葉温と庫内温度がほぼ同じになっている）場合は、庫内温度に対して葉温度計の設定値が高すぎると考えられますので、次に行う処理から、葉温度計をさらに 0.5℃下げて設定しなおしてください。

(1) 処理終了後の冷却

この装置には冷却機能はありませんので、蒸熱処理が終了したら、すぐに扉を開き外気を導入して、内部温度を下げてください。装置のファンは余熱除去のため 1～2 分間回転を続けますので、ファンの回転が止まってから苗の搬出をしてください。処理後の苗はポット内部の温度を下げるため、ポット内部が冷めるまで株元に十分散水してください。

蒸熱処理の導入コスト等

新たに開発されたポータブル型蒸熱処理装置をもとにした試算では、導入コストは 7 年間の使用で 21.4 万円/年となります。従来型の大型装置に比べて 1 回の処理能力は約 1/3 ですが、既存プレハブ冷蔵庫を流用するので、導入コストは約 1/5 と抑えられます。10a に 7,000 本の苗を定植するとしてランニングコストは 10a あたり 1.5 万円/年となります（表 2）。

表 2 ポータブル型蒸熱処理防除装置による防除 1 年間のコスト試算

内容	金額 (千円)	備考
装置の導入金額	214	設置費・消費税込み、減価償却 7 年として
電力コスト	1	電力単価 18.52 円/kWhr、8kW×1 時間×7 回 ¹⁾
作業労賃	14	苗の搬入出 4 人×20 分×7 回 ¹⁾ 、労賃 1,450 円/時
計	229	注) 蒸熱処理は 10a に 7000 本の苗の定植を想定

イチゴ苗蒸熱処理の利用技術（静岡県）

イチゴ栽培では、ハダニ類やアブラムシ類、うどんこ病等の病害虫が問題となりますが、苗による病害虫の持ち込みが発生原因の一つとなっています。

九州沖縄農業研究センターが開発した定植苗の蒸熱処理は様々な病害虫に効果があります。そこで、この技術を用いて苗の防除を行い、農薬を削減する防除体系を検討しました。



写真1 断熱庫内でミスト散水とヒーターにより定植苗を50℃まで加熱

蒸熱処理による病害虫防除効果

(1) ハダニ類に対する効果

表1. イチゴ苗のナミハダニ雌成虫に対する蒸熱処理の効果

時期	雌成虫/24 複葉
処理前	122 頭
処理後	1 頭

ナミハダニが生息するイチゴ苗を50℃10分間の蒸熱処理した結果、雌成虫数は処理前の0.8%に減少しました（表1）。ただし、定植4週間後には雌成虫は元の密度の半数まで回復しました。

(2) ホコリダニに対する効果

イチゴ苗にチャノホコリダニを接種し、8分または10分の50℃蒸熱処理を行いました。無処理では常に成幼虫がみられましたが、処理区では4週間後も発生しませんでした（図1）。

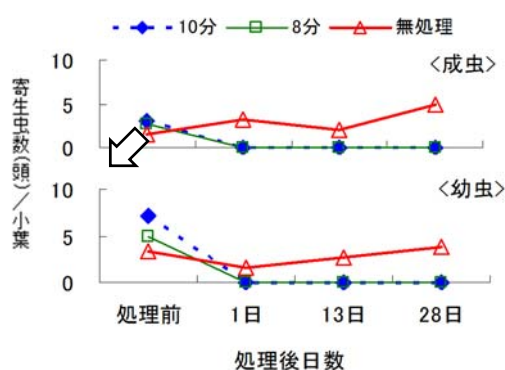


図1. チャノホコリダニに対する蒸熱処理の防除効果



写真2. チャノホコリダニによるイチゴ新葉の被害（左）、雌成虫と卵（矢印）

(3) アブラムシ類、コナジラミ類、うどんこ病に対する効果

これらの病害虫に対しても、定植苗の蒸熱処理は高い効果を示します（図2）。ただし、完全に防除することは難しく、定植後の飛込みで再発することもありますので、他の防除技術と組み合わせることが重要です。

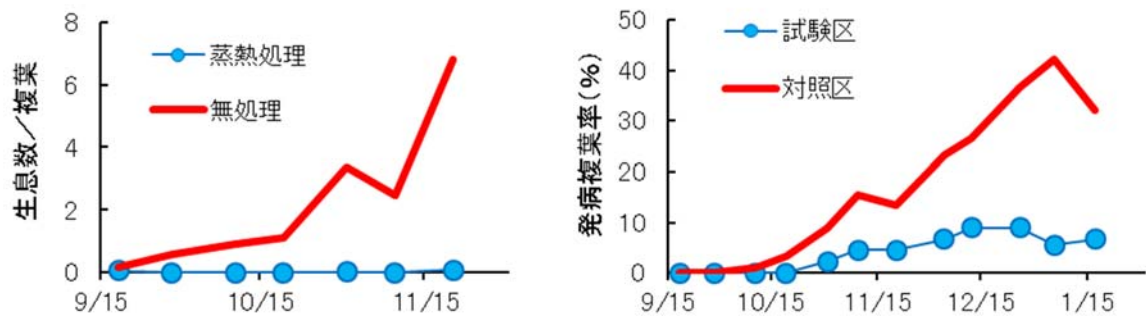


図2. 蒸熱処理によるタバココナジラミ幼虫密度とイチゴ展開葉のうどんこ病に対する抑制効果

注) 苗を 50℃10 分の蒸熱処理後、異なるハウスに定植 (供試品種：紅ほっぺ)

その他の防除技術との体系化

蒸熱処理を行っても、わずかにハダニ類が残っているため、定植後に増加します。そこで、天敵カブリダニとの体系化を検討しました。

薬剤による防除 (対照区) では、1 度ハダニが減った後に、12 月から 3 月まで増加を続けました。しかし、ミヤコカブリダニを放飼した体系区では 3 月下旬までハダニ類は増えませんでした (図3)



図3. 蒸熱処理後にカブリダニ放飼の体系防除によるハダニ抑制効果 (対数表示)

蒸熱処理の定植苗に対する影響と緩和

イチゴの品種や処理時期によって、50℃10 分間の蒸熱処理は葉の褐変や白化といった影響が出る場合があります (50℃を超える温度や 15 分を超える処理では株が枯死する場合もあるので、処理中は注意してください)。

蒸熱処理後は、直ちに苗を庫外に運び出し、鉢から水が十分に流れ出るまでかん水すると、障害を軽減できます。



写真3. 展開葉に現れた褐変 (左) や白化・枯死 (右) の症状

静岡県農林技術研究所

イチゴうどんこ病に対する UV-B 電球形蛍光灯（宮城県）

イチゴうどんこ病防除の現状

イチゴうどんこ病に対しては、効果の高い化学合成農薬が数多くあり、栽培現地でもローテーションを考慮して防除が行われています。しかし、農薬散布のタイミングが難しい、農薬散布の労力が大変、農薬散布回数が多い、薬剤耐性菌の発生等々、栽培現地で抱えている問題も少なくありません。また、病害虫の発生に応じた薬剤防除体系になっているとは言い難い事例も認められています。そのため、特に大規模施設などを中心に、各種技術を利用した病害虫総合防除（IPM）技術の導入が望まれています。

UV-B によるうどんこ病の抑制効果

紫外線（以下、UV-B）の光を照射し、イチゴの免疫機能を高めて、うどんこ病の発生を抑制するものです。植物は、一部の組織が何らかの刺激を受けると、免疫機能に関する遺伝子の活性化により、まだ感染していない部分にも信号が送られ、免疫機能に関する物質が生成されます。UV-B 電球形蛍光灯は、UV-B で植物体に刺激を与え、同様の効果を得るものです。イチゴの各栽培ステージ（採苗、育苗、本圃）に利用することで病害発生を周年低減することが出来ます。

UV-B 電球形蛍光灯とは？

UV-B 電球形蛍光灯は、パナソニック ライティングデバイス(株)より、「UV-B 電球形蛍光灯反射型セット」として、1キットあたり6セット入りで販売されています。反射傘の形状によりタイプが異なり、「SPWFD24UB2PA」と「SPWFD24UB2PB」の2タイプがあります（図3）。

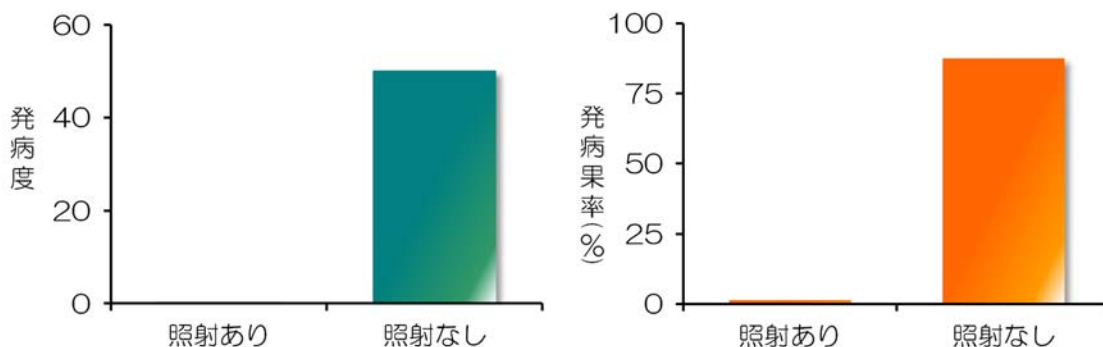


図1 UV-B 照射の有無とうどんこ病発生の関係
(左図：葉、右図：果実)



図2 UV-B 電球形蛍光灯

(左：SPWFD24UB2PA、右：SPWFD24UB2PB)

※パナソニック ライティングデバイス (株) HP より

UV-B 電球形蛍光灯の利用上の留意点

- 1) 「SPWFD24UB2PA」と「SPWFD24UB2PB」は、設置高等、施設の条件等により使い分ける必要があります。パナソニック ライティングデバイス (株) のHP (<https://panasonic.co.jp/es/pesld/>) に、設置する施設の大きさやイチゴ品種等の情報を入力することで、必要なUV-B 電球形蛍光灯のセット数や設置仕様の情報が得られるシステムがありますので、その情報に従いUV-B 電球形蛍光灯を設置します。
- 2) 電球形蛍光灯と同じコンパクトな形状のため、取付けはE26口金に取付けるだけです。
- 3) 照射効果の持続時間は約4,500時間と長寿命(※パナソニックライティングデバイス社実験結果であり品質保証期間ではありません。夜間3時間で年間8ヶ月点灯の場合、約6年間に相当します)です。
- 4) 照射光は紫外線であるため、一般照明などの用途には絶対に使用しないこと、目に障害のおそれがあるのでランプを直視しないこと、皮膚に障害のおそれがあるので光を皮膚にさらさないこと、等の注意が必要です。

UV-B 電球形蛍光灯の照射について

前述のとおり、UV-B 電球形蛍光灯は、イチゴに照射することでイチゴの免疫機能を活性化させるもので、うどんこ病の発生前から予防的に照射することが大切です。照射時間は基本的に3時間、照射時間帯は午後11時から午前2時、または午後0時から午前3時までとします。万が一、軽度な葉焼け等が発生する場合には、照射時間を短縮します(夜間3時間を夜間2時間に、等)。施設

全体のうどんこ病の発生が少ない場合には、週4日の照射（日、火、木及び土曜日照射等）でも高い効果が認められた事例もあります。

また、本蛍光灯は、病害の被害を軽減するものであり、病害をゼロにできるものではありませんので、農薬散布も併用（特に発生初期）することが重要です。ただし、減農薬が可能になり農薬散布労力が大幅に軽減され、かつ高い防除効果を得ることが期待されます。



図3 イチゴ圃場におけるUV-B電球形蛍光灯の照射状況

なお、UV-B電球形蛍光灯の照射については、本圃だけでなく、育苗時の効果確認事例もあり、栽培期間を通しての使用が可能です。

UV-B電球形蛍光灯の導入コスト

UV-B電球形蛍光灯と反射傘は、「UV-B電球形蛍光灯+反射傘セット」が1キットあたり6セット入りで販売されています。希望小売価格はオープン価格で、施設の条件等により10a当たりの設置セット数は異なるため一律には掲示できませんが、導入コストの目安は、10aあたり50～60万円程度です。

UV-B 電球形蛍光灯の利用（静岡県）

イチゴ栽培では、うどんこ病対策が重要な防除の一つで、殺菌剤が多用されています。しかし、生果実（いちご）を残留基準値が日本よりも低い地域へ輸出するためには、多くの殺菌剤の使用が制限されます。そこで、殺菌剤に頼らない防除対策を組み込む必要があります。



UV-B 電球形蛍光灯の防除効果

（１）うどんこ病の抑制効果

うどんこ病が発生しやすい圃場において、現地慣行の薬剤防除に追加して UV-B 照射を 10 月 20 日から毎晩 2~3 時間行いました。慣行区では薬剤散布後も葉の被害が増加しましたが、UV-B 照射を行った体系区では被害の増加を抑制しました。また、慣行区では 12 月中旬に 12%、3 月中旬に 6%の果実被害が発生しましたが、体系区では最大 2%に抑制されました（図 1）。

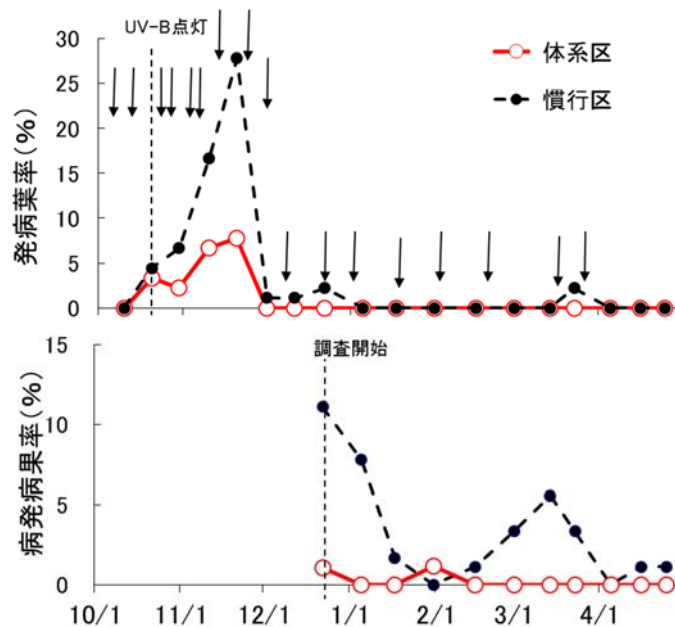


図 1. 定植苗の蒸熱処理および本圃における UV-B 照射を行ったイチゴにおける葉および果実のうどんこ病被害率の推移

定植苗の蒸熱処理：平成 29 年 9 月 26 日に 50℃10 分（品種：紅ほっぺ）

UV-B 蛍光灯設置：株上 1.2m に Panasonic 製 SPWFD24UB1PB を 5.5m 間隔で設置

照射時刻：10/20~12/11 と 2/5 以降は 22~1 時、12/5~2/5 は 23~1 時

うどんこ病防除：矢印はうどんこ病に対する殺菌剤散布を示す（体系区、慣行区共通）

(2) 収穫果のうどんこ病被害の抑制と減農薬の効果

10月から3月に殺菌剤を8回散布した対照区では収穫した全果実の2.6%にうどんこ病が発生しましたが、UV-B を照射した体系区では1回の殺菌剤散布で果実に発病は見られませんでした(図2)。

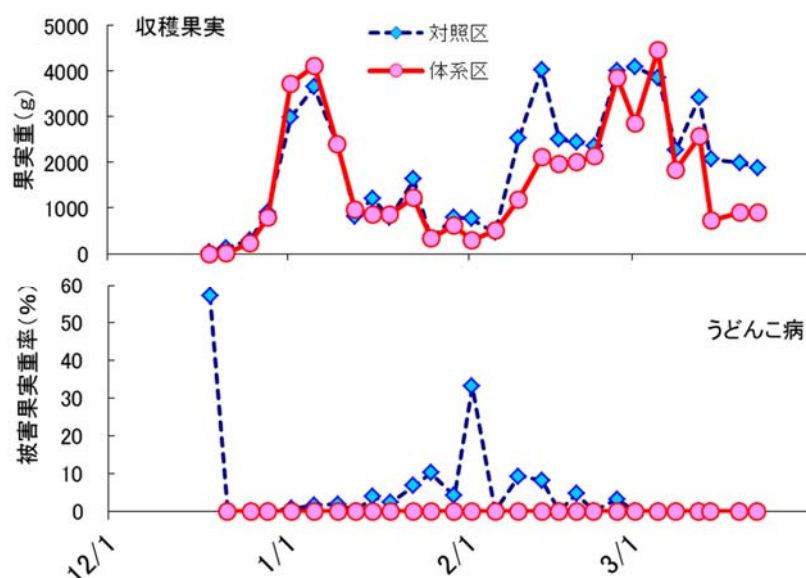


図2. 定植苗の蒸熱処理および本圃におけるUV-B照射を行ったイチゴにおける収量および果実のうどんこ病被害率の推移

定植苗の蒸熱処理：平成29年10月2日に50℃10分（品種：きらび香）

UV-B 蛍光灯設置：株上1.4mにPanasonic製SPWFD24UB1PAを3m間隔で設置

照射時刻：10/6～12/15と2/5以降は22～1時、12/15～2/5は23～1時

うどんこ病防除：対照区では殺菌剤散布を10～12月に5回、1～3月に3回実施

体系区では1月に1回散布したのみ

考察

UV-B電球形蛍光灯の導入には、蛍光灯、電照コード等の資材費と1作26千円の電気代が必要となります。資材の減価償却費と電気代を合わせた試算額は約120千円、これは10a当りの粗収益の約2%に相当します。うどんこ病による減収が2%を超える場合は、本技術による減農薬の効果もあるので、導入メリットがあります。

UV-B 電球形蛍光灯と光反射資材の利用技術とは（静岡県）

UV-B 照射技術はイチゴのうどんこ病対策として開発されました（詳細は“UV-B 形蛍光灯の利用技術”の項を参照）。イチゴ株の上に蛍光灯を設置して夜間 2-3 時間照射するとうどんこ病菌に対する感染抵抗性が誘導されます。

この紫外線 UV-B をナミハダニに照射すると、DNA の損傷や活性酸素により死亡します。



写真1 ナミハダニ雌成虫

UV-B のナミハダニに対する殺虫活性

ナミハダニに対する殺虫効果は、UV-B の照射強度が強いほど、また照射時間が長いほど高くなります。表1はナミハダニの各発育ステージ別に半数の個体が死亡する積算照射量を示しています。

表1 ナミハダニの半数が死亡する
UV-B 積算照射量 (LD₅₀)

対象	積算照射量 (kJ/m ²)
卵	0.583
幼虫	1.17
雌成虫	25.4

積算照射量 (kJ/m²) = 照射強度 (W/m²) × 照射時間

UV-B の致死作用は、後から可視光が当たるとリセットされてしまいます（この作用を「光回復」と呼ぶ）。しかし、卵に対する致死作用は、UV-B 照射後に 3~4 時間の暗期間があれば、リセットされません。そこで、UV-B 照射は、日の出 4 時間前、22 時から 1 時に行うことが重要です。

UV-B の反射技術

うどんこ病に対する UV-B 照射は、イチゴ株の上から 1 日に 1~2kJ/m² の UV-B を照射します。しかし、ナミハダニは葉の裏側に生息するため、株上からの照射では葉裏のナミハダニに当たりません。そこで、光反射資材を利用した UV-B を反射する方法が工夫されました。資材にはデュポン製タイベックを用います。タイベックは幅広い光を乱反射し、特に紫外線の反射率が高い資材です。

光反射資材の設置方法

土耕栽培では畝の法面や条間に（左図）、高設栽培ではプランターの側面に（右図）、光反射資材を設置し、蛍光灯からの UV-B を葉裏に反射させます。

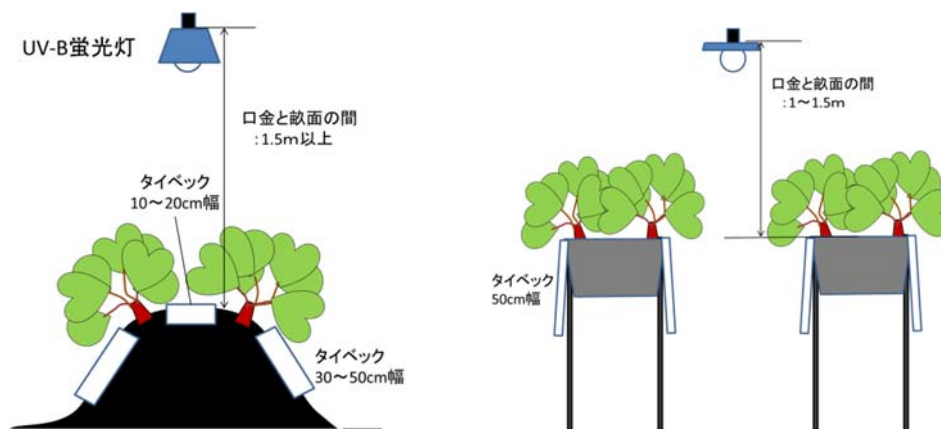


図1 UV-B 電球形蛍光灯の設置状況と光反射資材の利用方法

利用上の注意点

- 1) 光反射資材は幅広い波長の光を反射します。土耕栽培では被覆面積を大きくしすぎると、地温上昇を抑制し、株の生育を抑制する場合があります。
- 2) 畝や通路に光反射資材を設置すると、日中の作業時に反射光がまぶしいので注意が必要です。
- 3) UV-B 蛍光灯はイチゴを加害するアオドウガネやドウガネブイブイを誘引するので、コガネムシ類の発生期間（静岡県西部では6～9月）は使用しないか、使用する場合は施設内への侵入に注意が必要です。
- 4) 株が大きくなり影が増えると、効果が低下します。特に2月下旬以降はハダニ類が増えやすいので、注意が必要です。カブリダニ類の併用が可能なので、秋や年明けにカブリダニ類を放飼しておくとい良いでしょう。

コスト（高設栽培での導入事例より）

項目		計算の根拠
減価償却	UV-B 電球形蛍光灯	10a 当り 60 個、耐用年数 6 年
	電照コード（UV-B 用）	耐用年数 10 年
	タイベック 400WP	10a 当り 50cm 幅 100m 巻 15 本、耐用年数 2 年
電気代	蛍光灯	24W×60 個×3 時間×240 日

10a 当り減価償却費 136 千円、電気代 26 千円

光反射資材織り込みネット（防虫ネット）の利用技術（福岡県）

光反射資材織り込みネットとは

イチゴのアザミウマ類に防除効果が高く、かつ天敵に影響の低い殺虫剤の種類は、輸出相手国の残留基準値を考慮すると非常に限られます。このため輸出を考慮した場合、殺虫剤のみに依存した防除体系ではアザミウマ類による被害を抑えるのは難しいです。そこで、代替防除技術を積極的に活用し、これに殺虫剤散布を組み合わせた防除体系を構築する必要があります。

光反射資材織り込みネット（図1）は、光反射資材をスリット状にポリエチレン糸で織り込んだ農業用防虫ネットです。アザミウマ類は太陽光の紫外線域を感知して行動しています。本資材をハウスのサイド部に展張することにより、太陽光が乱反射してアザミウマ類の飛翔行動を攪乱します（図2）。この結果、アザミウマ類のハウス内への侵入が抑制されます（図3）。スリット部の目合いはアザミウマ類の体幅よりも大きい（光反射資材織り込みネット 45 で約 1.8×10mm）ですが、0.4mm 目合いの防虫ネットと同等の高い侵入抑制効果が認められます。



図1 光反射資材織り込みネット
光反射資材がスリット状に
交織されています。



図2 光反射資材織り込みネット展張パイプハウス
赤線で囲んだ部分に展張されています。

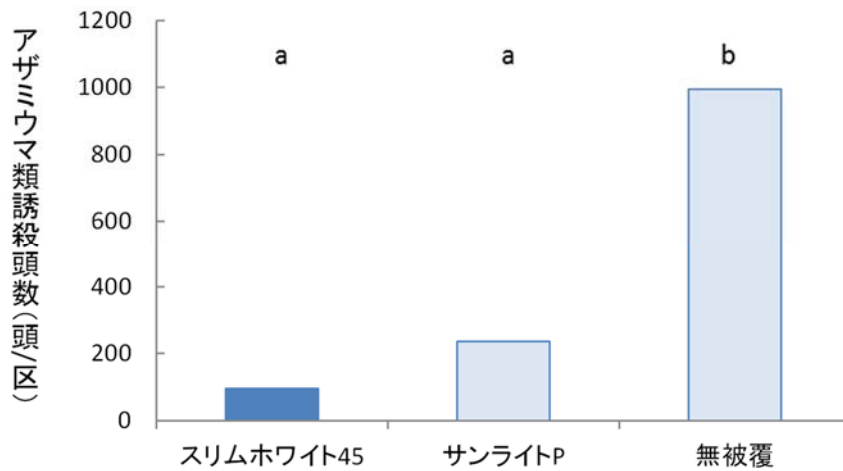


図3 光反射資材織り込みネットのアザミウマ類に対する侵入抑制効果
 注) 同一文字間に有意差なし ($p < 0.05$)

光反射資材織り込みネット利用のフロー

光反射資材織り込みネットのハウスへの展張は、イチゴを本圃に定植する前に行います。これにより、定植初期からのアザミウマ類のハウス内への侵入抑制が期待できます。展張する時期が遅くなると、展張前に侵入したアザミウマ類がハウス内で増殖してしまいますので、遅れないように展張することが大切です。

この資材はアザミウマ類の侵入を完全に防ぐものではありません。また、侵入したアザミウマ類の活動を抑制することはできません。このため、ハウス内でアザミウマ類の発生が目立ってきたら薬剤防除等を行い、ハウス内のアザミウマ類の密度が増えないように管理します。

図4 スリムホワイト利用の作業フロー

月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
作業	スリムホワイト展張 ●	定植 ◎					
		薬剤散布 ▼		薬剤散布 ▼	薬剤散布 ▼		

光反射資材織り込みネットのアザミウマ類侵入抑制効果

イチゴ定植前の9月に本資材をパイプハウスのサイド部に展張し、光反射資材織り込みネット展張によるアザミウマ類侵入抑制効果が無被覆のパイプハウスと比較しました。

試験の結果、本資材の展張区ではハウス内のイチゴ上で発生するアザミウマ類の個体数が調査期間を通して無被覆のパイプハウスよりも少なく推移し、光反射資材織り込みネット展張によるアザミウマ類の侵入抑制効果が認められました（図5）。ただし、本資材展張区においても春先に発生するアザミウマ類を完全に抑えることはできませんでした。アザミウマ類の発生をより低密度に抑えるためには、他の防除技術と組み合わせた管理が必要であると考えられます。

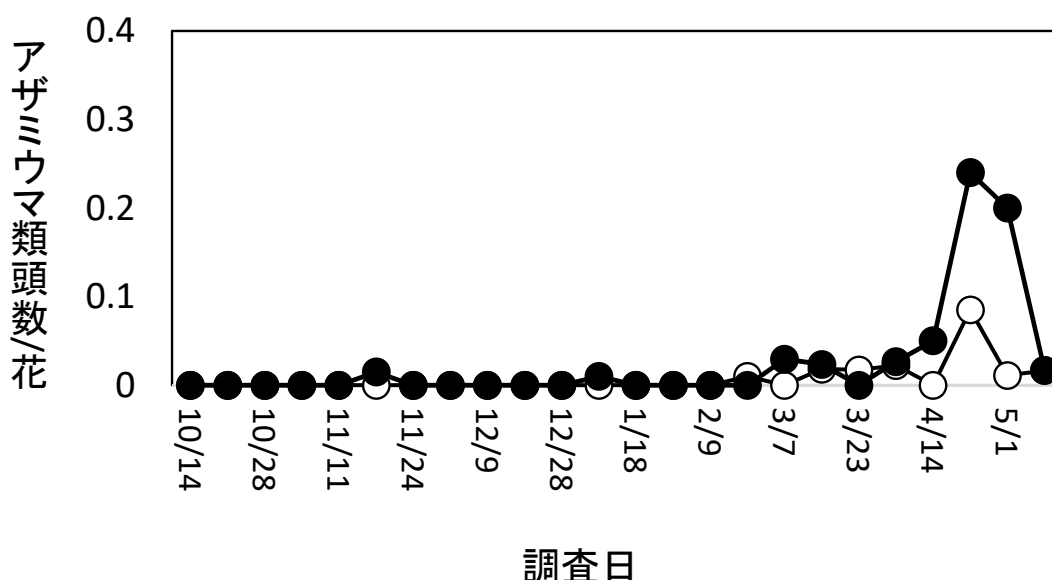


図5 光反射資材織り込みネット展張によるアザミウマ類の侵入抑制効果

注) ○：スリムホワイト45 展張区

●：無被覆区

光反射資材織り込みネット利用上の留意点

1) 光反射資材織り込みネットは遮光性がある（遮光率は45%（カタログ値））

ため、イチゴの品種等によっては生育に影響を及ぼす可能性があります。

2) 規模が小さなハウスでは光反射資材織り込みネットの設置により施設内の気温がやや高くなる事例が報告されています。その場合、換気設備を整える必要があります。

3) 光反射資材織り込みネットは複数年使用できますが、織り込まれている光反射資材が劣化するとアザミウマ類の密度抑制効果が低下しますので、劣化する前（3～5年を目安）に新しいものに交換する必要があります。

光反射資材織り込みネットの導入コスト等

光反射資材織り込みネットの価格を60,000円/10a、耐用年数を3年と設定した場合の導入コストは下記のように試算されます。光反射資材織り込みネットの導入により年間20,000円/10aの資材費がかかりますが、一方で、薬剤散布回数が削減することから薬剤費は少なくなります。このため、実際にかかるコストは10,000円/10aの増加となります（表1）。

表1 スリムホワイトの導入コスト試算 （単位：10a）

	現行の防除体系	スリムホワイト展張	備考
資材費			
スリムホワイト45	-	20,000円	3年展張 (60,000円/3年)
薬剤費			
化学農薬	16,000円 8回防除	6,000円 3回防除	2,000円/回
計	16,000円	26,000円	10,000円のコスト増

アザミウマ類の防除について

アザミウマ類は、花、果実等を加害し、成幼虫の加害により果実に着色不良等の被害が生じます。防除対策として、主に化学合成農薬により発生初期の薬剤散布が行われています。また、物理的防除法としてハウス開口部に目合いの細かい防虫ネット（1mm以下）を展張する侵入防止対策も有効ですが、通気性が悪くなるためハウス内の温湿度が高くなることが課題です。そこで通気性のある光反射資材を織り込んだ防虫ネットを展張（写真1）し、アザミウマ類の侵入を抑制します。



写真1 スリムホワイト 45 を展張したハウス外観（左）と内部（右）

光反射資材織り込みネットの効果

（1）アザミウマ類に対する侵入抑制

光反射資材織り込みネットをハウスの開口部に展張したハウスでは、アザミウマ類の侵入が少ない傾向が認められました（図1）。

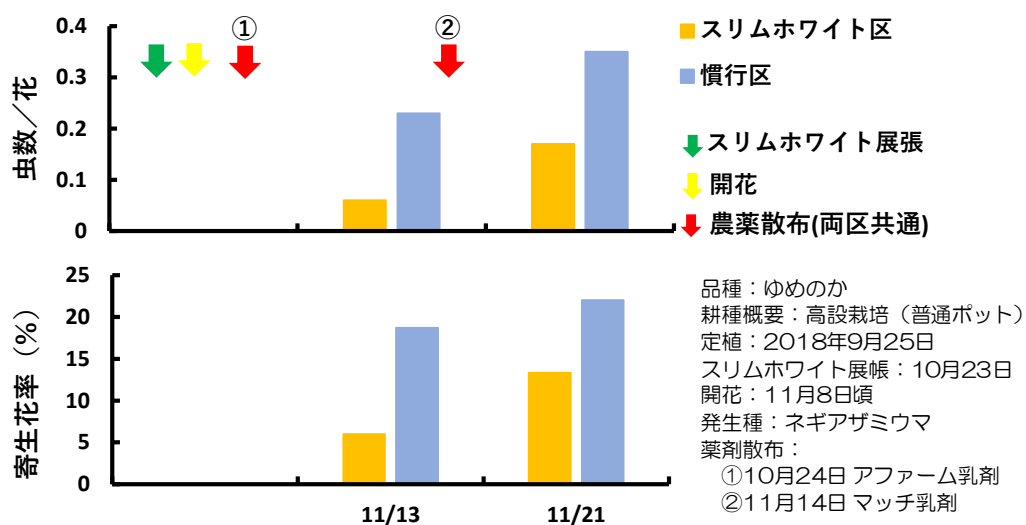


図1 アザミウマ類の発生推移（本圃）

(2) ハウス内の温湿度への影響

光反射資材織り込みネットをハウス開口部に展張したハウスの温湿度は、気象条件に応じて日最高の温湿度がやや高い日も認められますが、日平均に大きな変動はなく、光反射資材織り込みネットの展張による影響はほとんど認められません(図2)。

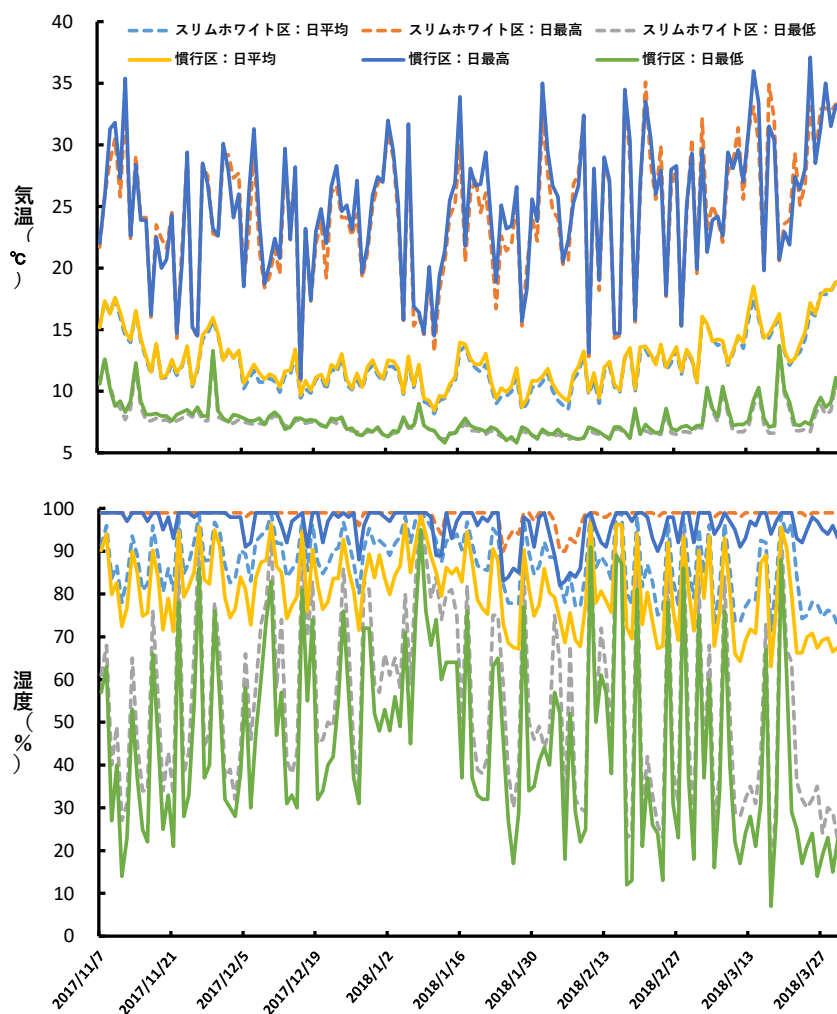


図2 ハウス内の温湿度の推移(2017年)

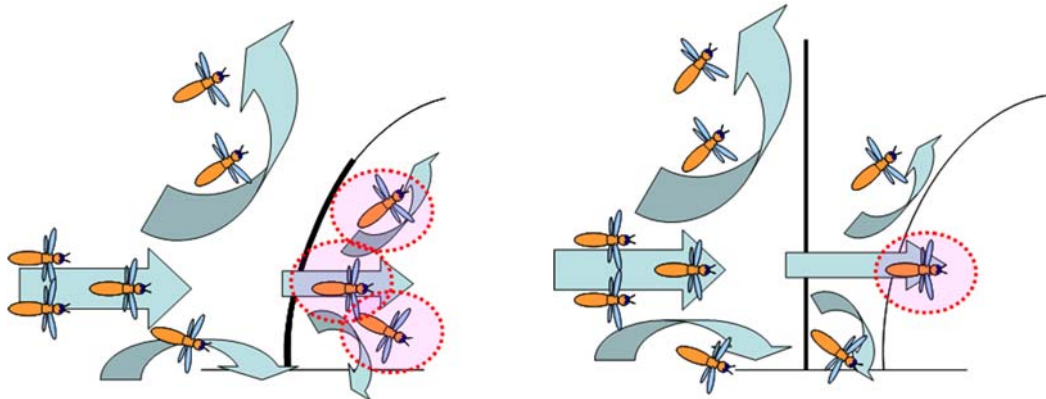
光反射資材織り込みネットの活用方法

光反射資材織り込みネットは、目合いの細かい防虫ネットに比べ温湿度を高めることなくアザミウマ類の侵入を抑制します。光反射資材織り込みネットによる物理的防除に化学合成農薬による散布を組合せ、総合的に防除することによりアザミウマ類の発生を効率的に抑制できます。

乱反射資材併用衝立式ネットの利用技術とは（香川県）

本技術はラッセル織1mm目合い防風ネット（農薬ドリフト低減ネット）を施設側縁部から0.5～1m程度離れた場所に垂直（高さ2m）に設置し、その間に乱反射資材を敷設すること（図1）で、アザミウマ類の侵入を抑制し、さらに施設内の換気を妨げない構造です。

一般的な侵入防止対策では、防虫ネットを直接施設開口部に展張するため、防虫ネットを通過したアザミウマ類は施設内に侵入、施設内で増殖し被害が出てしまう欠点がありました。本技術では施設から離れた位置に衝立式ネットを設置することでネットを通過したアザミウマが施設内に直接侵入することを阻止し、ネットを通過したアザミウマを施設との間に設置した乱反射資材によって飛翔攪乱させて地表面に落下させることで、高い侵入抑制効果を発揮します。



直接ネットを張った場合、ネットを通過したアザミウマは直接施設内に侵入します

衝立式ネットの場合、ネットを通過したアザミウマは直接施設内に侵入するとは限りません

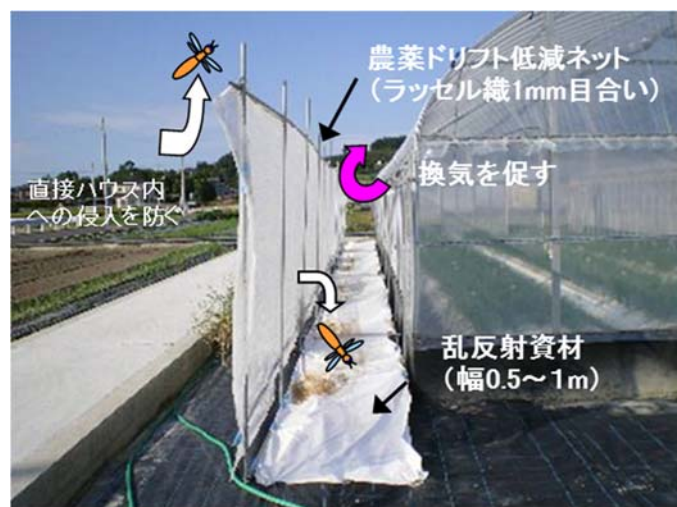


図.1 乱反射資材併用衝立式ネットの考え方（上）と設置状況（下）

乱反射資材併用衝立式ネットの実施フロー

- ① $\phi 25$ 鉄管約 50cm を施設から 0.5~1m の位置に 2m 間隔で打ち込みます。
- ② 打ち込んだ $\phi 25$ 鉄管に $\phi 22$ 鉄管約 250cm を接続します。
- ③ $\phi 22$ 鉄管に $\phi 19$ 鉄管を十字に接続します。接続には筋交いバンドを使用します。 $\phi 19$ 鉄管の位置は地際と高さ約 2m とします。



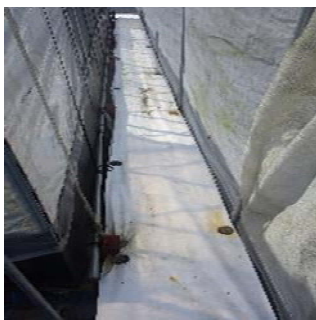
- ④ $\phi 22$ 鉄管と施設を $\phi 22$ 鉄管で接続します。接続には外部補強金具及びユニバーサルキャップ、ユニバーサルジョイントを使用します。



- ⑤ 地際の $\phi 19$ 鉄管に防風ネットをパッカーで固定します、上部の $\phi 19$ 鉄管に $\phi 19$ 鉄管を PP 紐で固定します。



- ⑦ 衝立と施設の間に乱反射資材を設置します。



乱反射資材併用衝立式ネットの防除効果

試験場内試験（葉ネギ栽培ハウス）では、乱反射資材併用衝立式ネットは防虫ネット無の施設と比較してアザミウマ類の施設内への侵入を 70%程度抑制しました（図 1）。イチゴ栽培施設での現地実証試験でも、施設外のヒラズハナアザミウマ雌成虫のトラップでの捕殺虫数に比較して、施設内の捕殺虫数は約 20%に抑制され、アザミウマ類対象の防除回数も慣行の 3 分の 1 に減少しました（図 2）。

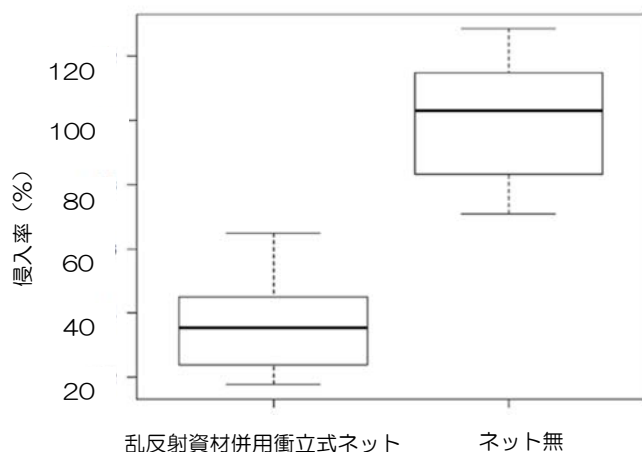


図 2 乱反射資材併用衝立式ネットのアザミウマ類侵入抑制効果

葉ネギ栽培施設。衝立式ネットは施設から 0.5m の位置に設置。

衝立外側とハウス内に青色粘着板を設置・回収し、捕殺虫数より、ハウス内への侵入率（内捕殺虫数／外捕殺虫数×100）を算出。

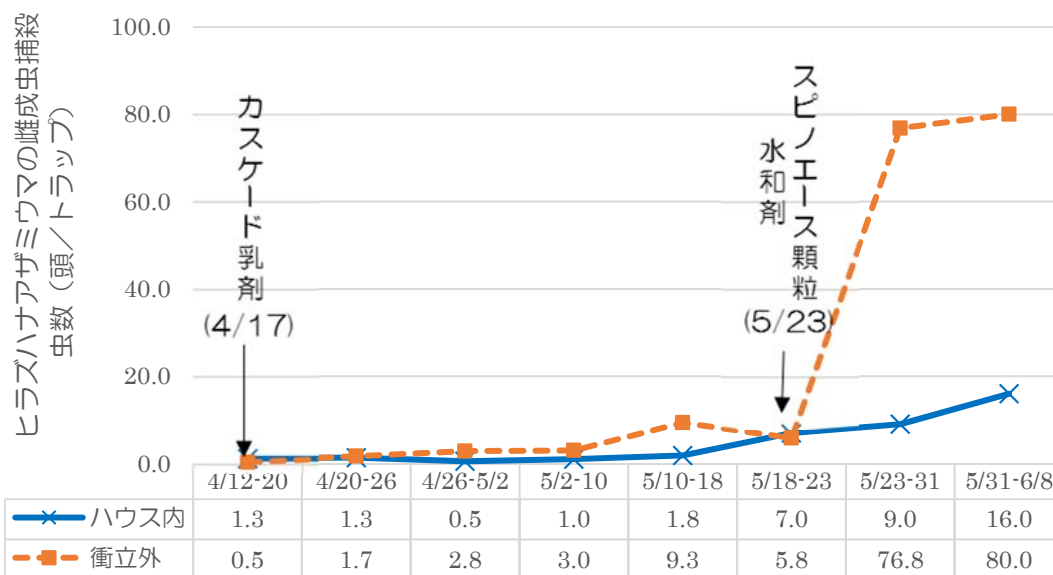


図 3 乱反射資材併用衝立式ネットのヒラズハナアザミウマ侵入抑制効果

衝立式ネットは施設から 1m の位置。衝立外側とハウス内に青色粘着板を設置し、虫数を調査

乱反射資材併用衝立式ネット利用上の留意点

- 1) 乱反射資材併用衝立式ネットは、施設内ですでに発生しているアザミウマ類を減少させることはできないので発生前（3月上旬、秋の発生が多い場合は10月中旬）から設置します。
- 2) 農薬ドリフト低減ネット上部の固定は紐やフックなどを利用し、台風や強風時に簡易にたたむことができるようにします。
- 3) 使用するネットは、ラッセル織りでなく防虫ネットにすると、同じ1mm目合いでもアザミウマ類の侵入抑制効果がやや劣り、耐久性も劣ります。

乱反射資材併用衝立式ネットの導入コスト

乱反射資材併用衝立式ネットの設置費用（10a当たり）

商品名	規格	数量	費用	耐用年数	費用(1年当たり)
ラッセル編1mm目合い防風ネット	幅2m×長50m、1mm目合い、ハトメ50cmピッチ	2.5	65,000	5	13,000
乱反射資材 (タイベックシート)	1m幅、100m巻き	1.5	15,000	1	15,000
鉄管パイプ	φ19鉄管	45	40,500	10	4,050
	φ22鉄管	45	45,000	10	4,500
	φ25鉄管	6	6,000	10	600
外部補強金具		60	36,000	5	7,200
ユニバーサルジョイント	22mm	60	2,700	5	540
ユニバーサルキャップ	22mm	60	10,200	5	2,040
ボルト	M5×25	60	2,400	5	480
ナット	M5	60	900	5	180
ピアスビス(ステン)	5mm×16mm	120	2,400	5	480
筋交いバンド	22mm×19mm	120	7,200	5	1,440
マルチ止め	15cm 4穴板付きセット	200	6,000	5	1,200
パッカー	19mm用	120	4,800	5	960
PP紐	200m巻	1	2,000	5	400
合計			246,100		52,070

注) 施設は間口6m、長さ50mの3連棟を想定。
 価格は参考です。変動する可能性があります。
 数量は予備分も含みます。

気門封鎖型薬剤の利用技術（徳島県）

気門封鎖型薬剤とは

脂肪酸グリセリドやデンプン、還元澱粉糖化物（還元水あめ）などの多糖類を成分とし、化学合成薬剤としてカウントされない農薬です。

本剤は、イチゴ害虫のハダニ類やアブラムシ類の呼吸器官である気門を封鎖し、窒息死させると同時に、うどんこ病菌の分生子を物理的に覆うことで、うどんこ病も防除できます。

葉に発生するうどんこ病に効果のある気門封鎖型薬剤

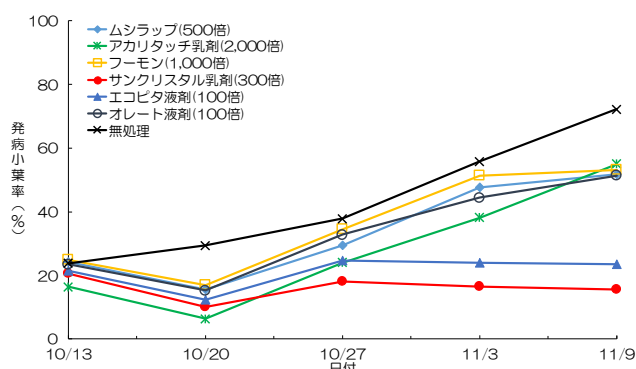


図1 気門封鎖型薬剤散布によるイチゴうどんこ病発病小葉率の推移
試験場所：徳島県立農林水産総合技術支援センター 高設栽培ハウス
供試品種：さちのか 散布日：10/13, 20, 27, 11/3, 9 (300L/10a散布)

葉に発生するうどんこ病に対して、最も防除効果が高い気門封鎖型薬剤は、サンクリスタル乳剤（300倍）で、次にエコピタ液剤（100倍）の7日間隔散布です（図1）。

散布間隔に注意！

気門封鎖型薬剤のみの散布では、散布間隔が7～10日以上開くと発病が増加します（データ略）

化学薬剤とのローテーション散布による葉のうどんこ病防除

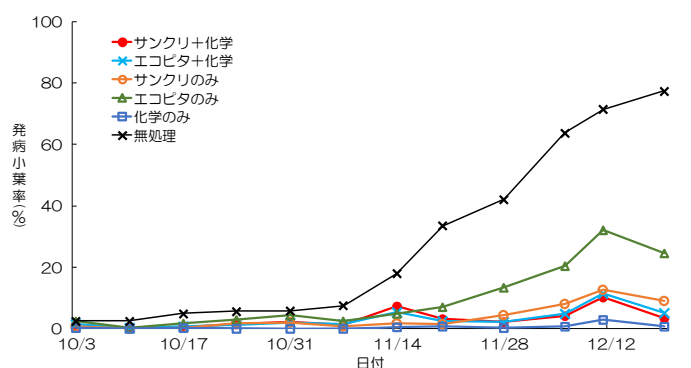
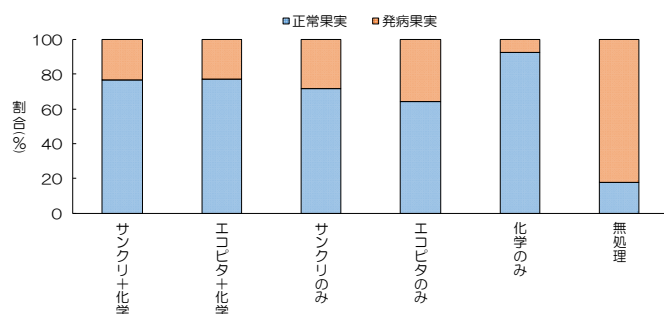


図2 気門封鎖型薬剤と化学合成薬剤の輪番散布によるイチゴうどんこ病発病小葉率の推移
試験場所：徳島県立農林水産総合技術支援センター 高設栽培ハウス
供試品種：さちのか 散布日：10/3, 17, 31, 11/14, 28, 12/12 (300L/10a散布)
気門剤区輪番：気門剤→ラリーW→気門剤→ショウチノスケF→気門剤→パンチョTFWDG
化学剤区輪番：サンヨールE→ラリーW→ショウチノスケF→アフェットF→ラミックWDG→パンチョTFWDG

サンクリスタル乳剤、またはエコピタ液剤と化学合成薬剤を交互に14日間隔で散布した場合、化学合成薬剤のみの散布に比べて、やや効果は劣るものの、気門封鎖型薬剤のみ散布と比べて防除効果は高くなります（図2）。

化学薬剤とのローテーション散布による果実のうどんこ病防除



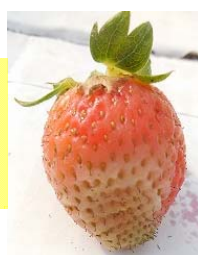
サンクリスタル乳剤、またはエコピタ液剤と化学合成薬剤を交互に14日間隔で散布した場合、化学薬剤のみの散布に比べて、防除効果はやや劣ります(図3)。

図3 気門封鎖型薬剤と化学合成薬剤の輪番散布によるイチゴうどんこ病発病果率
 試験場所：徳島県立農林水産総合技術支援センター 高設栽培ハウス
 供試品種：さちのか
 散布日：10/3, 17, 31, 11/14, 28, 12/12 (300L/10a散布)
 気門剤区輪番：気門剤→ラリーW→気門剤→ショウチノスケF→気門剤→パンチョTFWDG
 化学剤区輪番：サンヨールE→ラリーW→ショウチノスケF→アフエットF→ラミックWDG
 →パンチョTFWDG

気門封鎖型薬剤散布による障害事例



サンクリスタル乳剤300倍散布で発生した葉の褐変
 やや柔らかい葉で葉裏が褐変する障害が発生したが、その後の生育に問題はありません。



サンクリスタル乳剤300倍散布で発生した果実の軟化
 マルチに接している部分で果実が軟化する事例が認められました。

ワタアブラムシに対する効果

供試薬剤によるポット苗への1回散布による防除効果と試験条件は表1に示します。

表1 供試薬剤の種類とアブラムシ類への登録状況

登録種類名	商品名	対象作物	アブラムシ類への登録	試験倍率
プロピレングリコールモノ脂肪酸エステル乳剤	アカリタッチ乳剤	野菜類	×, ハダニ類での登録	1,000
還元澱粉糖化物液剤	エコピタ液剤	いちご	○	100
オレイン酸ナトリウム液剤	オレート液剤	いちご	○	100
調合油乳剤	サフオイル乳剤	いちご	×, ハダニ類での登録	300
脂肪酸グリセリド乳剤	サンクリスタル乳剤	野菜類	○	300
ポリグリセリン脂肪酸エステル乳剤	フーモン	野菜類	○	1,000
ソルピタン脂肪酸エステル乳剤	ムシラップ	野菜類	○	500
テンブン液剤	粘着くん液剤	野菜類	○	100

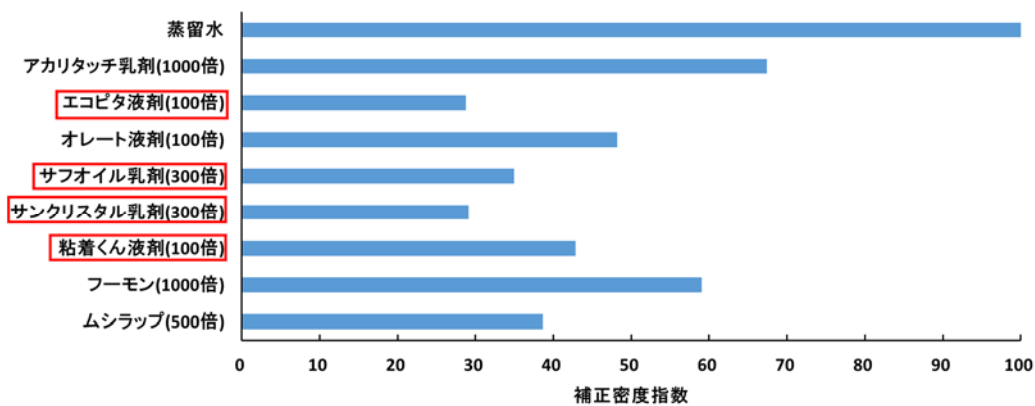


図3 ポット苗への1回散布によるワタアブラムシの防除効果

場所：徳島県立農林水産総合技術支援センターガラス温室

品種：さちのか 栽培方法：12cmポット植え 処理年月日：平成30年2月2日

処理方法：霧吹きを用いて5株当たり120～140ml程度散布。展着剤は無添加。

調査日：平成30年2月5日（散布3日後）

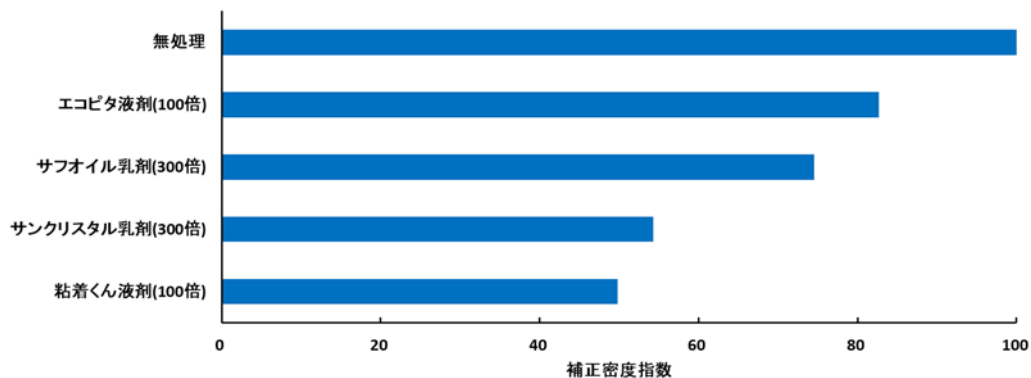


図4 本圃での2回散布によるワタアブラムシの防除効果と試験条件

場所：徳島県立農林水産総合技術支援センターガラス温室

品種：さちのか 栽培方法：12cmポット植え 処理年月日：平成30年2月2日

処理方法：霧吹きを用いて5株当たり120～140ml程度散布。展着剤は無添加。

ポット苗への1回散布では、エコピタ液剤(100倍)、サフオイル乳剤(300倍)、サンクリスタル乳剤(300倍)、粘着くん液剤(100倍)で幼虫、成虫に殺虫効果がみられました(図1)。本圃で2回散布した場合、粘着くん液剤(100倍)が、他剤に比べて、最も高い殺虫効果がみられました。



写真1 サフオイル乳剤 300 倍散布でのしみ症状（散布7日後）

利用上の留意点

- 対象病害虫に直接接触することで効果を発揮するので、ムラなく散布してください。ムラなく散布するために、葉かき後の散布が効果的です。
- 残効はないので、散布後病害虫の発生に注意が必要です。
- 連続散布が過ぎると、放飼したカブリダニ類に影響が出ます。したがって、カブリダニ類の放飼前にカブリダニ類に影響の少ない薬剤を散布して、病害虫の発生を極力減らします。

気門封鎖型薬剤利用の目的（宮城県）

気門封鎖型薬剤とはハダニ類の呼吸器官である気門を物理的に封鎖して窒息死させる殺虫剤のことで、その作用機作から抵抗性発達のリスクが極めて少ない農薬です。各メーカーから有効成分の異なる様々な製剤が販売されていますが、その多くが天然物由来成分や食品添加物を有効成分としており、環境保全型農業資材としても有効です。また、種類によってはハダニ類以外にもアブラムシ類やコナジラミ類、うどんこ病にも効果が認められることから、これらの病害虫との同時防除効果も期待できます。しかし、気門封鎖型薬剤は物理的に作用する薬剤のため対象害虫にかからないと効果がみられないので、植物体全体にムラなく散布することが大切です。

気門封鎖型薬剤の効果的な利用方法と防除効果

1) 発生を確認したらスポット散布で応急処置

ハダニ類は最初、圃場の一部の株にツボ（スポット）的に発生します。このハダニ類の発生初期のスポットを発見した場合には、すぐにハンドスプレーや小型噴霧器を用いて気門封鎖剤を散布することが効果的です。気門封鎖剤のスポット散布で取り急ぎ応急手当を施してから、次の防除手段を考えるべきです。この場合、ハダニの生息場所である葉裏を中心に、植物体全体に薬液を十分量かけることが重要となります。

2) 発生が広がってしまった場合には複数回連続散布で密度低下を図る

ほとんどの気門封鎖剤はハダニ類の幼虫～成虫に効果を発揮し、卵には効果を示しません。そこで、重要なのがハダニ類のライフサイクルを考慮して気門封鎖剤を散布することです。ナミハダニの発育は気温に大きく依存しており、30℃ではナミハダニの卵は産下後3日程度で孵化し、その後4日程度で成虫まで発育します。圃場ではナミハダニ各発育ステージが混在しているため、最初に気門封鎖剤を散布した時点で効果が期待できない卵は生き残りますが、その後孵化して成虫に至るまでの期間に2回目の散布を行うと高い防除効果が期待できます。これを繰り返し実施すること、すなわち30℃では3～7日間隔で連続散布を行えば、ナミハダニ密度を抑制し続けることができることとなります。ナミハダニが卵～成虫に達する期間は25℃で約10日、20℃で約17日、15℃で約36日なので、圃場内の温度とハダニの発生量から散布間隔を考慮し、複数回の連続散布を行うことが高い防除効果を得るポイントとなります。

3) IPMにおける気門封鎖型薬剤の活用

気門封鎖剤は抵抗性害虫や耐性菌の出現リスクが少ないことから、IPM体系においてもその利用価値が高い薬剤です。特に、害虫のハダニ類には防除効果を発揮するのに対し、施設栽培で利用が広がっている天敵のカブリダニ類には比較的影響が少ないことが知られています。しかし、全く影響がないものではないので、カブリダニ類を導入している圃場では以下の点に注意して効果的に使ってください。

(1) 天敵導入前にハダニ類が発生している場合には、放飼前に散布する（発生が多い場合には化学合成農薬との併用も検討する）。気門封鎖剤は散布液が十分に乾いた後であれば、当日の天敵放飼も可能です。

(2) 天敵放飼後は、天敵が定着し、ある程度増えるまで薬剤散布は控える。

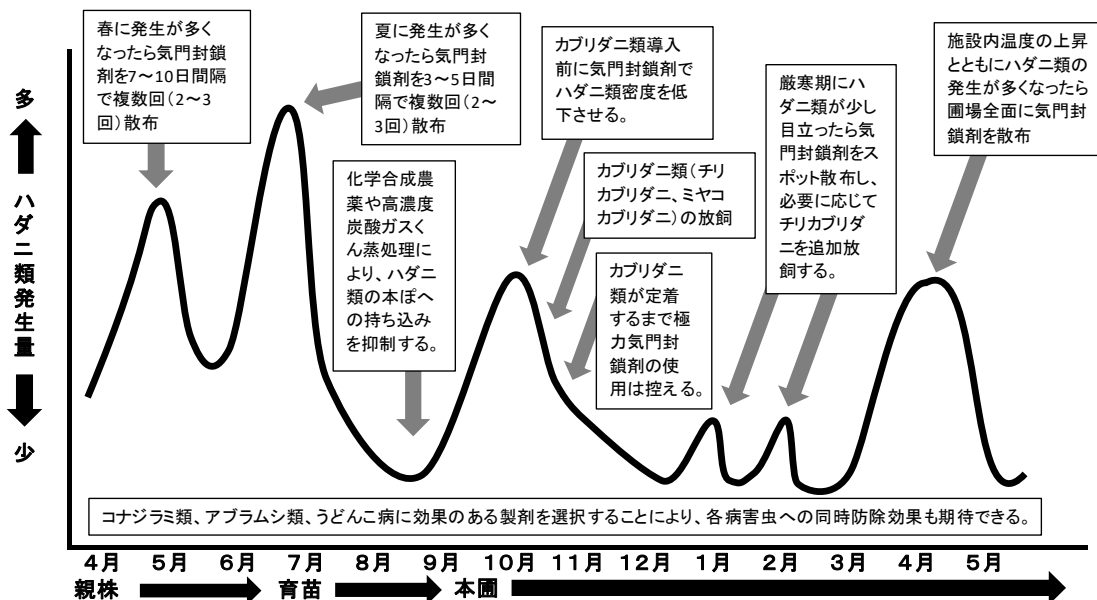


図1. 促成イチゴ栽培のIPM体系における気門封鎖剤使用のポイントとハダニ類の発生推移例

カブリダニ類の利用技術について（長崎県）

ハダニ類

イチゴの栽培期間を通してみられるハダニ類は主に葉裏に寄生し、葉を褐変させ（右写真）、多発時は株を萎縮させる被害を引き起こす害虫です。イチゴでは主にナミハダニとカンザワハダニの発生がみられます（下写真）。ハダニ類は25℃の環境下では約10日で卵から成虫へと成長するため薬剤抵抗性が発達しやすく、また、成虫でも体長が約0.5mmと微小なため、初期発生を見つけるのが難しく、薬剤散布でも被害を抑えることが難しい状況となっています。



左. カンザワハダニ
右. ナミハダニ

カブリダニ類

ハダニ類を捕食する天敵であるカブリダニ類を利用した化学薬剤への依存を低減した防除体系が、本圃（10～5月）において普及してきています。天敵製剤として販売されているカブリダニ類にはミヤコカブリダニとチリカブリダニがあり、それぞれに異なる特徴があります。

カブリダニ類は25℃の環境下では約5日で成虫へと成長するため、高い増殖能力を持ちます。



ミヤコカブリダニ



チリカブリダニ

体長	約0.3mm	約0.5mm
体色	薄い黄色～オレンジ	赤色
最適温度	15～30℃	20～30℃
食性	ハダニ類、アザミ ウマ類、花粉等	ハダニ類
飢餓耐性	強い	弱い

カブリダニ類の利用手順

1) 放飼手順

①カブリダニ類はボトルの中に偏在しているので、ボトルをゆっくりと回転させ、軽く上下に振りカブリダニ類を均一に分散させましょう。



②記載されている使用量を目安に、イチゴの葉上に等間隔に放飼しましょう。



2) その他

- 天敵が到着したら、速やかに放飼しましょう。
- 放飼はできるだけ均一に行うことを原則としますが、ハダニ類の発生にむらがある場合には、発生の多いところに重点的に放飼しましょう。

カブリダニ類の利用によるハダニ類の防除効果

カブリダニ類を効率的に利用するためには、それぞれの特徴を活かして放飼を行います。

ミヤコカブリダニはハダニ類以外にも花粉等を食べるため飢餓耐性があり、

待ち伏せ型の天敵といわれ、ハダニ類がない状態で放飼（ゼロ放飼）を行うことでハダニ類の発生を抑えることができます。一方、チリカブリダニは食性がハダニ類に特化しており、移動性がミヤコカブリダニと比べ高いため、ハダニ類の発生初期に放飼を行うことで発生をすばやく抑制します（図1）。また、天敵に影響の少ない薬剤を使用することで、カブリダニ類を活用しながらハダニ類の発生を抑えることができます（表1）。

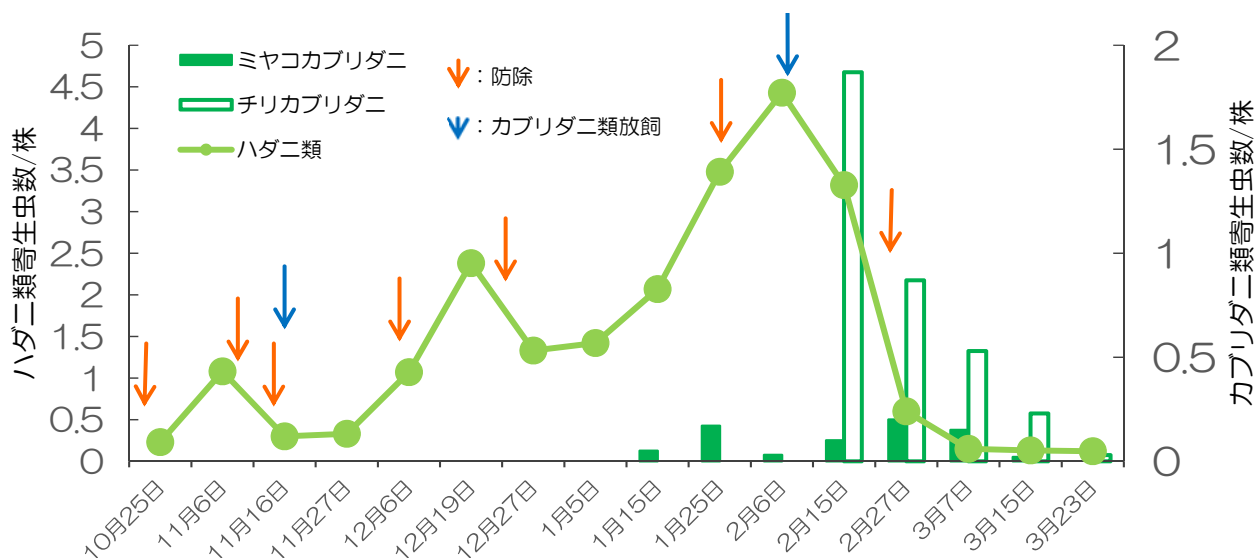


図1. ハダニ類、カブリダニ類の発生推移（H29年、長崎県）

表1. 薬剤散布履歴（H29年、長崎県）

月日	薬剤処理
10月25日	スターマイトフロアブル
11月8日	粘着くん液剤
11月16日	粘着くん液剤（スポット散布）
11月17日	ミヤコカブリダニ
12月6日	マイトコーネフロアブル
12月21日	粘着くん液剤+コロマイト水和剤
1月25日	粘着くん液剤+ダニサラバフロアブル
2月6日	チリカブリダニ
2月21日	粘着くん液剤

カブリダニ類利用の留意点

- ・カブリダニ類を放飼する前には天敵に影響の少ない薬剤を散布し、できるだけハダニ類の密度を抑制してから放飼しましょう。
- ・カブリダニ類の放飼後にハダニ類の発生が抑えられない場合や他の害虫の発生がみられた場合は、天敵に影響の少ない薬剤を散布し防除を行いましょう。

表2. 天敵に影響の少ない薬剤（福岡県 イチゴのIPM マニュアルより）

ハダニ類	マイトコーネフロアブル ダニサラバフロアブル スターマイトフロアブル ダニコングフロアブル
アブラムシ類	チェス顆粒水和剤 ウララDF
アザミウマ類	マッチ乳剤 カスケード乳剤 ファインセーブフロアブル
チョウ目害虫	トルネードエースDF プレオフロアブル フェニックス顆粒水和剤 プレバゾンフロアブル5

導入コスト

1) ミヤコカブリダニ

- 5,000 頭/10a 放飼する場合

例) スパイカル EX 250ml (5,000 頭入) を1本使用=18,400円

2) チリカブリダニ

- 5,000 頭/10a 放飼する場合

例) スパイデックス 100ml (2,000 頭入) を2.5本使用

6、260円(1本) × 2.5本 = 15,650円

カブリダニ類導入の目的（宮城県）

宮城県の促成栽培イチゴでは、ハダニ類は化学合成農薬に対する抵抗性発達の事例も多くみられ、最も防除に苦慮する害虫となっています。

イチゴで発生するハダニ類に対しては、チリカブリダニとミヤコカブリダニの2種類の天敵カブリダニ類の使用が効果的です。チリカブリダニは、イチゴを加害するハダニ類（ナミハダニ、カンザワハダニ）のみを餌として捕食するのに対し、ミヤコカブリダニはハダニ類以外にもイチゴの花粉を餌として生育することが可能です。一方、チリカブリダニはミヤコカブリダニよりも捕食量が多いのが特長です。このことからチリカブリダニは、圃場内でハダニ類の発生がみられた場合に「農薬的利用」に向いており、ミヤコカブリダニは圃場内にハダニ類の発生がみられない場合でも「共存的利用」として圃場内に放飼しておくことでハダニ類の発生に備えることができます。

カブリダニ類の効果的な利用方法と防除効果

生物農薬であるカブリダニ類は、化学合成農薬とは違い、防除効果が現れるまでに数日～数週間を要します。したがって、カブリダニ類導入前にハダニ類の発生が多くみられる場合には、カブリダニ類放飼前に気門封鎖型薬剤等で圃場内のハダニ類密度を極力低下させておく必要があります。

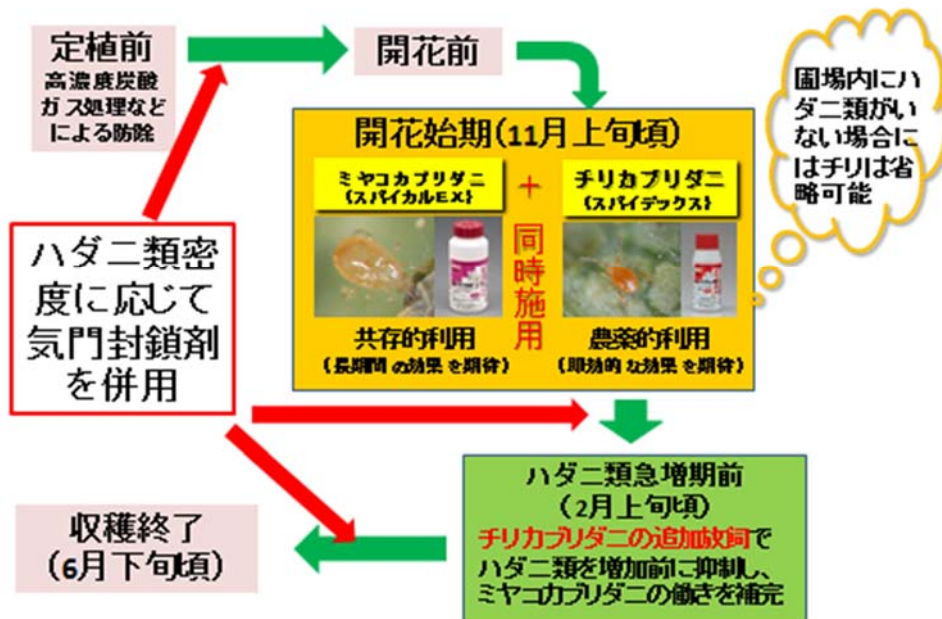


図1 開花期における2種カブリダニ類の同時放飼

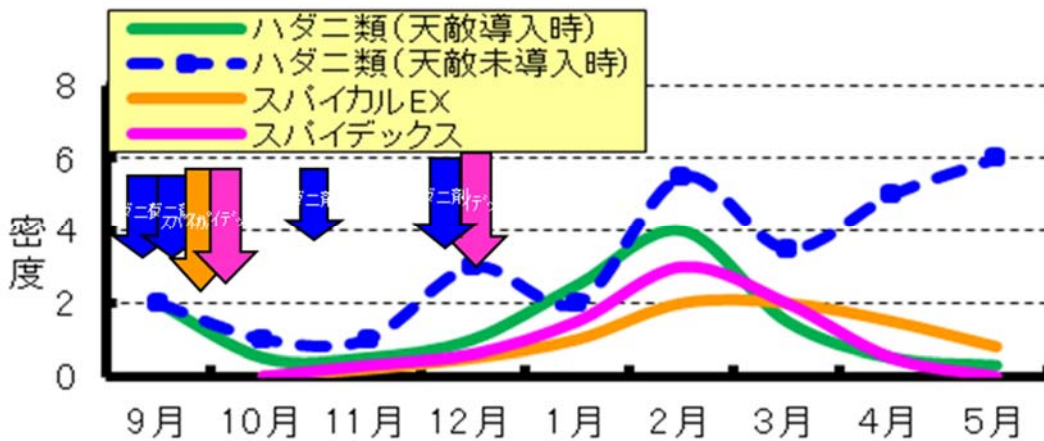


図2 2種カブリダニ類によるハダニ類防除モデル

天敵放飼後から厳冬期はハダニ類>天敵の状態ですが、天敵の増加と殺ダニ剤の併用によりハダニ類<天敵の状態にすることができます。春は十分に増えた天敵によってハダニ類の発生や急激な広がりを抑える事ができます。気門封鎖型薬剤の併用については、気門封鎖型薬剤の項目をご覧ください。

<天敵利用園場の比較（4月上旬撮影）>



◆天敵放飼区

- ・ハダニ類：部分的に発生。
- ・葉が大きく、ツヤがある。



◆慣行防除区

- ・ハダニ類：多発。全体がクモの巣状態に。
- ・葉が小さく、生育が停滞。

カブリダニ類の利用技術（福岡県）

カブリダニ類利用の目的

ハダニ類は殺ダニ剤に対する抵抗性が発達しやすく、各地で複数の殺ダニ剤に感受性が低下した個体群が確認されています。これに輸出相手先の残留基準値を考慮すると、イチゴのハダニ類防除に使用できる殺ダニ剤の種類は非常に限られます。

このため輸出を前提としたイチゴ栽培では、ハダニ類を捕食するカブリダニ類を防除資材として積極的に活用する必要があります。促成栽培イチゴの場合、ハダニ類の捕食量が多いチリカブリダニと、広食性で飢餓耐性の高いミヤコカブリダニの2種が利用できます。両種はともに製品化されており、容易に入手することができます。

カブリダニ類利用の防除効果（現地実証）

チリカブリダニとミヤコカブリダニを利用したナミハダニ防除体系試験について紹介します。試験は福岡県八女市の現地イチゴ圃場で、2015年に行いました。

この防除体系の考え方については表1のとおりです。まず、ビニール被覆前の10月に選択性薬剤や気門封鎖型薬剤、カブリダニ類に影響期間の短い薬剤を散布して、ナミハダニの密度を低く維持します。ビニール被覆直後（10月下旬）にミヤコカブリダニとチリカブリダニをそれぞれ5,000頭/10a放飼します。気温が低下するとカブリダニの働きが鈍くなり、ナミハダニが増えやすくなります。このため、12月中～下旬に選択性薬剤を散布して補完防除を行い、1月上旬にチリカブリダニを5,000頭/10a放飼します。

試験の結果、2種カブリダニと数回の殺ダニ剤散布を組み合わせることで、期間を通してナミハダニの個体数を低密度に抑えることができました（図1）。

表1 2種カブリダニを組み合わせたナミハダニ防除体系の考え方

時期	防除内容	防除のポイント
～10月中旬 （ビニール被覆前）	殺ダニ剤の散布	選択的薬剤や気門封鎖剤を散布して、苗から持ち込まれたハダニ類の密度を下げる。
10月下旬	ミヤコカブリダニ・ チリカブリダニの放飼	ビニール被覆直後に放飼する。
12月中～下旬	殺ダニ剤の散布	選択的薬剤で補完防除を行う。
1月上旬	チリカブリダニの放飼	スケジュール的に放飼する。
2月～	殺ダニ剤の散布	必要に応じて選択的薬剤で補完防除を行う。

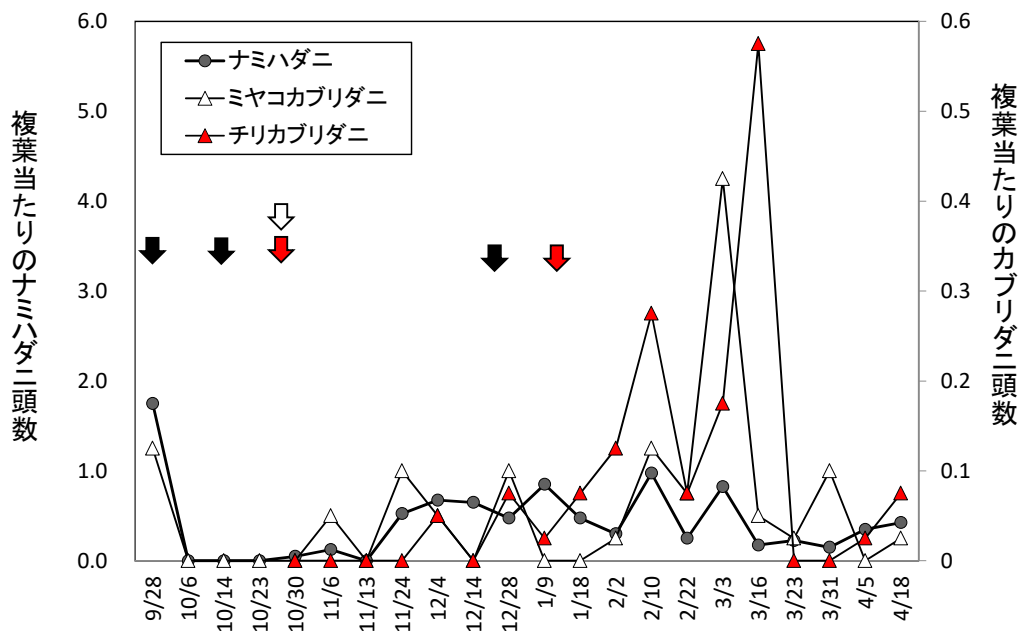


図1 2種カブリダニを組み合わせたナミハダニ防除体系の効果（2015年）
 ↓注） ミヤコカブリダニ放飼、 チリカブリダニ放飼、 ↓殺ダニ剤の散布

考察・その他

このことから、チリカブリダニとミヤコカブリダニを組み合わせた防除体系によるナミハダニの密度抑制効果が示されました。この防除体系のポイントとして、育苗圃から本圃へのナミハダニの持ち込みを防ぐことと、圃場内に持ち込まれたわずかなナミハダニを厳寒期（2月）までに徹底して抑えることが重要になります。

天敵カブリダニ類利用技術（静岡県）



イチゴ栽培では様々な病害虫が発生しますが、中でも農薬に強いナミハダニはやっかいな害虫です。しかし、ハダニ類を食べる天敵カブリダニ類の利用技術が実用化しています。ここではその利用のポイントを紹介します。



ナミハダニ

天敵カブリダニ類の種類

ハダニ類防除用に市販されている天敵カブリダニ類は、主に2種類があります。

種類	チリカブリダニ	ミヤコカブリダニ
		
食性	ハダニ類を専門に食べる	ハダニ以外にコナダニや花粉等も食べる
活動温度	活動可能温度：12－30℃ 最適温度：20－25℃	活動可能温度：12－35℃ 最適温度：25－32℃
特性	ハダニ類の抑制能力はミヤコカブリダニより高い。ハダニ類を食べ尽くすと分散してしまう。	食性が多様なのでチリカブリダニに比べて定着しやすい。

【使用上のポイント】

- ・ランナー切離し後の育苗期や定植後にはミヤコカブリダニを利用します（開花後に放飼の方がカブリダニ類の定着が優れます）。
- ・年明け後、ハダニ類が増えた時にはチリカブリダニを放飼します。
- ・放飼量は各天敵製剤の使用基準に従います。
- ・ハダニ類の発生が少ないときから放飼しないと効果が出にくいいため、放飼前にハダニ類が多い時にはカブリダニ類に影響の少ない殺ダニ剤や気門封鎖剤を散布してハダニ類を抑制してから放飼を行います（農薬のカブリダニ類への影響については、天敵製剤会社の資料日本バイオリジカル協議会のホームページ等を参照できます）。

カブリダニ使用上の注意点

- 天敵製剤は届き次第、すぐに使用します。
 - チャノホコリダニには効果がないので、放飼前にチャノホコリダニに効果のある殺ダニ剤を散布しておきます。
 - 放飼直前や放飼後はカブリダニ類に影響の強い農薬の散布を控えます。
- * 詳しくは各天敵製剤会社の資料や日本バイオリジカル協議会のホームページ等を参照してください。

他の技術との体系化

近年、ナミハダニは多種類の殺ダニ剤に対して抵抗性を発達させているため、天敵放飼前にハダニ密度を抑制できず、天敵の効果が出にくいことがあります。そこで、農薬以外との防除技術との組合せが検討されています。

(1) 蒸熱処理

定植苗を断熱庫内に入れ、50℃相対湿度 98%以上に 10 分間加熱してハダニ類を熱殺する技術です（詳しくは「蒸熱処理」の項を参照）。ただし、ハダニ類が少し生き残るため、定植後にカブリダニ類を放飼します（開花後の放飼が良い）。この体系で長期間ハダニ類を抑制することができました（図1）

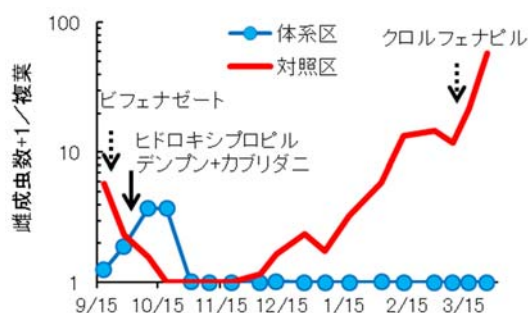


図1. 蒸熱処理した苗を定植後にミヤコカブリダニを放飼した体系防除によるハダニ類抑制効果（対数表示）

(2) 炭酸ガス燻蒸処理

定植苗を 24 時間 CO₂ に燻蒸することで、大部分のハダニ類を防除することができます。しかし、定植後に再侵入することがあるので、特に年明け後はハダニ類の増加に注意し、増加する場合はカブリダニ類を放飼します。

(3) 紫外線 UV-B 照射

ナミハダニの卵は、紫外線 UV-B (280-315nm) を受けて発育が阻害されます。カブリダニ類も UV-B の影響を受けますが、紫外線を避ける性質があるため、UV-B 照射とカブリダニ類の併用が可能です。UV-B 照射については「UV-B 電球形光灯と光反射資材の利用技術」の項を参照してください。

高濃度炭酸ガス処理と併用したカブリダニ類利用の目的

定植前の苗を高濃度炭酸ガス処理することによって、ハダニ類の密度をほぼ0の状態にし、11月中旬頃にミヤコカブリダニを放飼します。

次に、チリカブリダニを1月下旬～2月に放飼します。

3月以降にハダニ類が増加する場合には、気門封鎖型薬剤で早めに防除します。

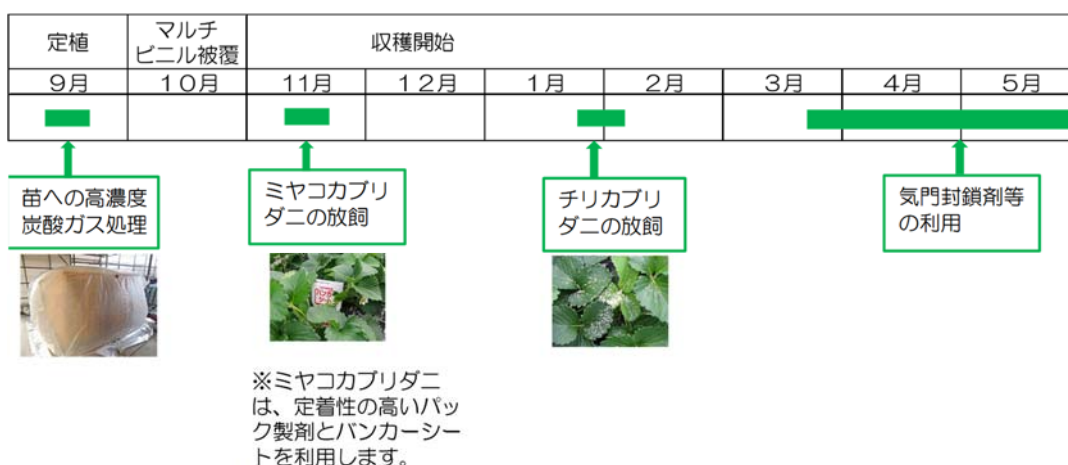


図1 高濃度炭酸ガス処理と併用する場合のカブリダニ類放飼のスケジュール

高濃度炭酸ガス処理とカブリダニ類の併用によるハダニ類の防除効果

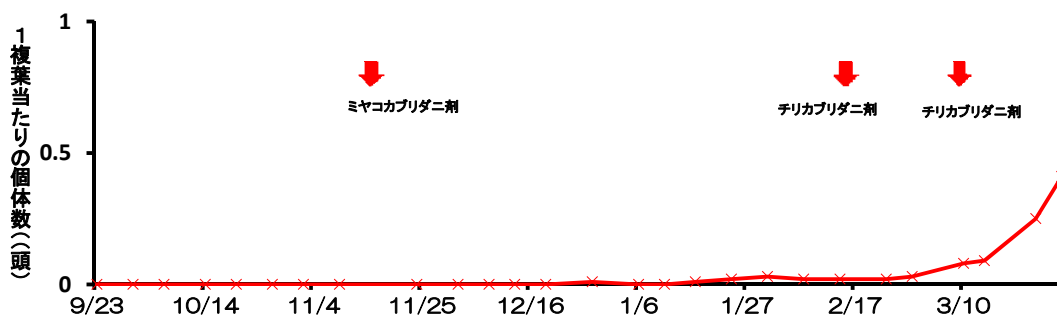


図2 炭酸ガス処理とカブリダニを併用した場合のナミハダニの発生推移 (2016)

品種: さちのか 栽培方法: 土耕 炭酸ガス処理日: 9月13、15日

アカメガシワクダアザミウマの利用技術（福岡県）

アカメガシワクダアザミウマとは

アカメガシワクダアザミウマ（図1）はアザミウマ類などを捕食する天敵アザミウマ類で、国内に広く分布しています。成虫の体長は雌で約2mm、雄で約1.5mm、体色は光沢を帯びた黒色をしています。幼虫（2齢幼虫）は体長が約1.5mmで、赤と白の縞模様をしています。アザミウマ類の他に、ハダニ類やアブラムシ類、コナジラミ類の幼虫、ハスモンヨトウなどチョウ目の卵など食性は幅広いですが、アザミウマ類に対して高い捕食能力を示します。また、イチゴやナスの花粉だけでも正常に発育することができます。このようにアザミウマ類の捕食能力とイチゴへの定着性が高いことから、イチゴのアザミウマ類に対する防除資材としての利用が期待できます。

なお、このアカメガシワクダアザミウマを製剤化した商品（商品名「アカメ」）が2015年6月に農薬登録されています。



図1 アカメガシワクダアザミウマ（左：成虫、右：幼虫）

アカメガシワクダアザミウマ利用のフロー

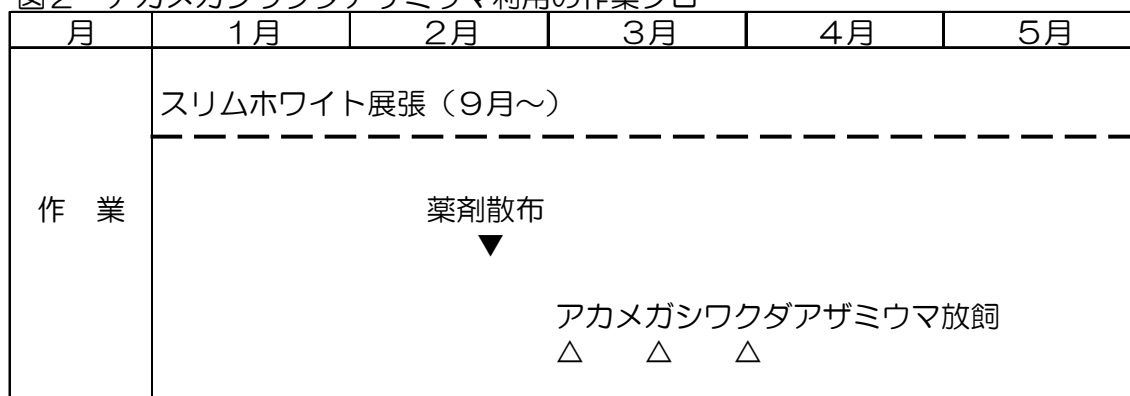
促成イチゴにおいて発生が多い害虫アザミウマ類はヒラズハナアザミウマ、ミカンキイロアザミウマになります。これらは3月以降に発生が増加します。このため、これら害虫アザミウマ類の発生前（3月上旬頃）にアカメガシワクダアザミウマの放飼を開始する必要があります。

放飼を開始する前に害虫アザミウマ類が発生している場合は、化学合成農薬で害虫アザミウマ類の密度をあらかじめ低減させておきます。これまでに各地

で行われた試験事例から、放飼量は 10a 当たり 20,000～30,000 頭とし、これを 2～3 回に分けて放飼することが推奨されています。

3 月以降は、開放されたハウス側面からの飛び込みによってハウス内の害虫アザミウマ類の密度は激しく増加します。これをアカメガシワクダアザミウマの放飼のみで抑えるのは難しいことから、防虫ネット（光反射資材織り込みネット）と併用して導入する必要があります。

図2 アカメガシワクダアザミウマ利用の作業フロー



アカメガシワクダアザミウマのアザミウマ類防除効果

アカメガシワクダアザミウマ製剤 15,000 頭／10a 相当量を 3 月 5 日と 3 月 14 日にビニルハウス（60 m²）内の 10 か所に放飼し、ヒラズハナアザミウマに対する防除効果は無放飼のビニルハウス（60 m²）と比較しました（なお、この試験では両ビニルハウスに防虫ネット（光反射資材織り込みネット）の展張は行っていません）。

試験の結果、アカメガシワクダアザミウマ放飼区では 4 月中旬までヒラズハナアザミウマの密度と被害果の発生を抑制することができ、3 月上旬からの放飼による防除効果が示されました（図 3、図 4、表 1）。しかし、4 月下旬以降はアカメガシワクダアザミウマが定着しているものの、ヒラズハナアザミウマの発生を十分に抑制することができませんでした。このことから、3 月以降に発生する害虫アザミウマ類をアカメガシワクダアザミウマの放飼のみで長期間抑えるのは難しく、安定した防除効果を得るためには防虫ネット（光反射資材織り込みネット）と組み合わせて使用する必要があります。

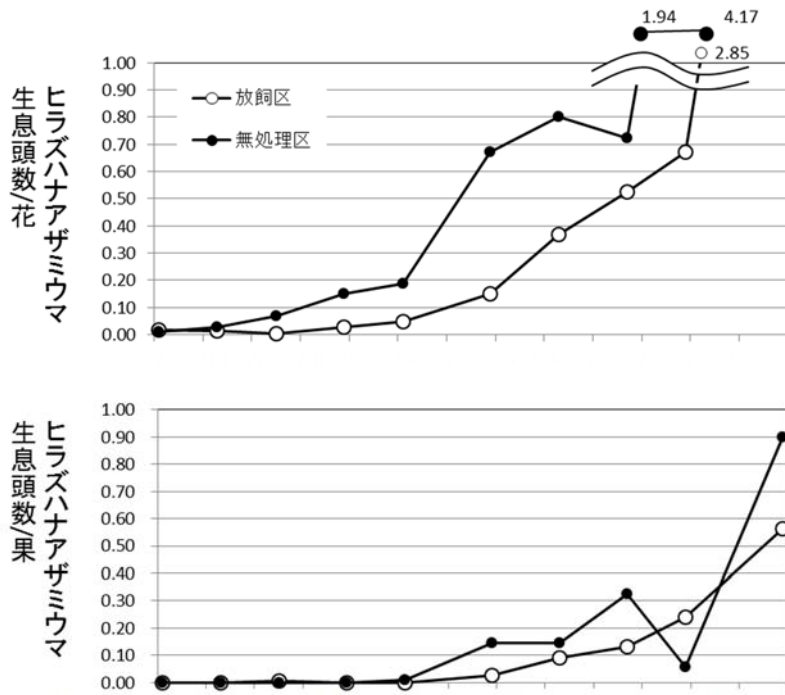


図3 アカメガシワクダアザミウマ放飼によるヒラズハナアザミウマの密度抑制効果

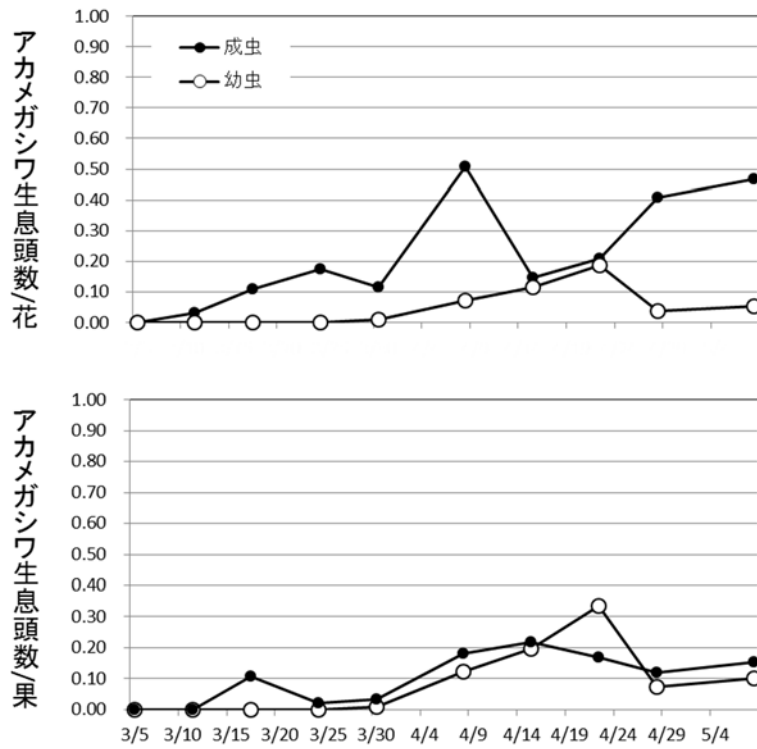


図4 放飼区におけるアカメガシワクダアザミウマの生息頭数の推移

表1 アカメガシワクダアザミウマ放飼による被害果の発生抑制効果

	被害果率 (%)				
	3月24日	4月15日	4月22日	4月28日	5月8日
放飼区	0	12.3	28.8	18.6	41.5
無放飼区	0	52.5	61.9	57.1	68.1

アカメガシワクダアザミウマ利用上の留意点

- 1) アカメガシワクダアザミウマ製剤「アカメ」は石原バイオサイエンス(株)より製造・販売されています。なお、現在のところ購入可能な地域に制限があることから、入手の可否について事前に確認しておく必要があります。
- 2) アカメガシワクダアザミウマを放飼する際、害虫アザミウマ類の防除に使用した化学合成農薬の影響期間を考慮する必要があります。また、放飼後の病害虫防除はアカメガシワクダアザミウマに影響のない化学合成農薬を用いる必要があります。

アカメガシワクダアザミウマの導入コスト等

ここで紹介したアカメガシワクダアザミウマの利用方法の場合、本種を何回も放飼する必要があるため、現状では導入コストがかなりかかると考えられます。

そこで、アカメガシワクダアザミウマを圃場内に長期間維持できる技術の開発が望まれます。具体的には、アカメガシワクダアザミウマは花粉も餌として利用できることから、定着や増殖を高める植物（天敵温存植物）の選定や利用技術が開発できれば、本種をより低コストで効率良く利用できるようになると見込まれ、今後の研究開発が期待されます。

アカメガシワクダアザミウマの利用の目的（長崎県）

イチゴ栽培で問題になるアザミウマ類は果実の品質を低下させ、収量低下を引き起こします。また、4～5月頃にはアザミウマ類の飛び込みが増えるため、発生を抑えることが難しく、また散布労力、コストもかかるため、栽培を早期に断念してしまうこともあります。そこで、害虫アザミウマ類幼虫を捕食する天敵であるアカメガシワクダアザミウマ（右写真）を利用し、散布労力、コストの低減をはかり、高品質なイチゴの安定的な栽培を目指します。



写真1 アカメガシワクダアザミウマ成虫

1. アカメガシワクダアザミウマの防除効果

アカメガシワクダアザミウマはアザミウマ類成虫を捕食しないため、アザミウマ類成虫の飛び込みを抑える必要があります。そこで、アザミウマ類の飛び込み抑制効果がある光反射資材織り込みネット（ワイドクロス社製）をハウスサイドに展張した区を設け、試験を行いました。

光反射資材織り込みネットを展張し、アカメガシワクダアザミウマを放飼した区（併用区）では、5月末頃までアザミウマ類幼虫の発生を抑え、被害果の発生抑制効果がみられました（図1、2）。光反射資材織り込みネットを展張せず、アカメガシワクダアザミウマのみを放飼した区（アカメガシワ区）は、アザミウマ類幼虫の発生を抑えることはできますが、被害果の発生が増加し、防除効果が不足する傾向にあります。

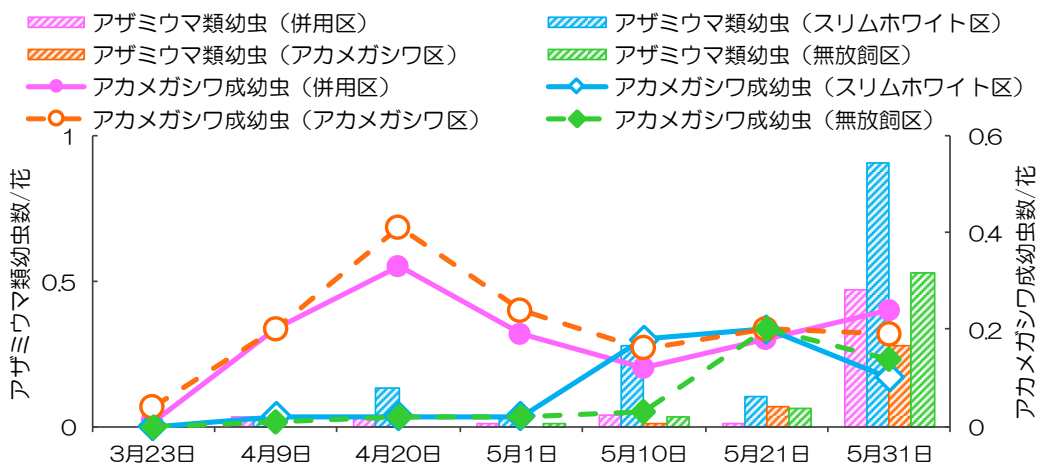


図1. アザミウマ類およびアカメガシワクダアザミウマの発生推移（H29、長崎県）※全期間を通し、無防除

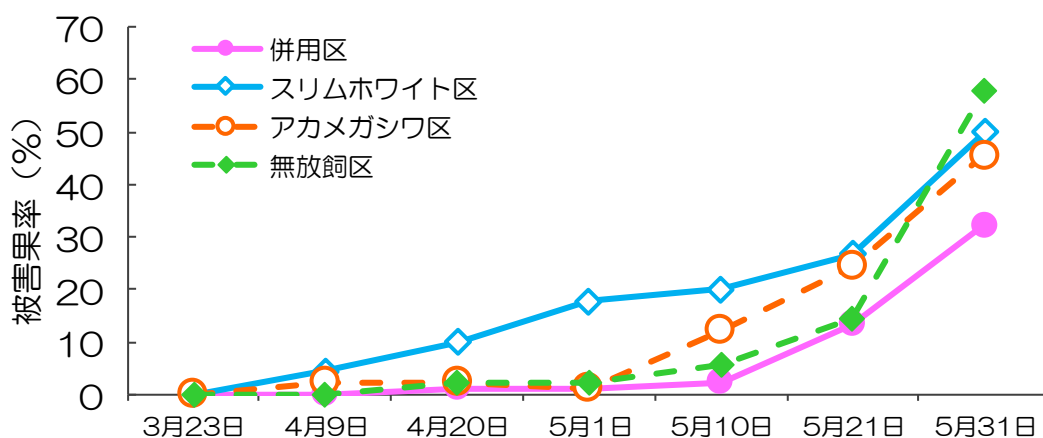


図2. アザミウマ類による被害果率の推移
 ※3/15、3/29 アカメ放飼（15000頭/10a）

2. 利用上の注意点

・天敵が届いたら速やかに放飼しましょう（右写真、放飼の様子）。

・アカメガシワクダアザミウマを使用する際は、防除効果をもとめるために、スリムホワイト等のアザミウマ類の侵入防止効果のある防虫ネットを展張してから利用しましょう。

・アカメガシワクダアザミウマは花粉を餌として増殖できるため、花が咲いている時期に放飼しましょう。

・摘花、摘果した残さにアカメガシワクダアザミウマが生息していることがあるので、残さは圃場内に2～3日残しましょう。ただし、病害虫の発生がみられる残さは、圃場内に残さず処分しましょう。



写真2 放飼の様子

次世代型バンカー法の利用技術（福岡県）

次世代型バンカー法とは

イチゴのアブラムシ類を対象として使用される殺虫剤は輸出相手国で日本よりも低い残留基準値が設定されていることが多いことから、輸出を考慮した場合、天敵を利用した防除技術を導入する必要があります。この防除技術としてバンカー法というものがあります。バンカー法は、圃場内に天敵を維持する場所（バンカー＝天敵銀行）を設けて、常に天敵が存在する状態を保つことにより安定的な害虫防除を可能にするものです。これまでのバンカー法（以下、従来型バンカー法）は天敵コレマンアブラバチを用いていますが、対象害虫がワタアブラムシとモモアカアブラムシに限られる、バンカーの設置や管理に手間がかかる、といった課題がありました。これらの課題を改善したものが次世代型バンカー法になります。

次世代型バンカー法では、利用する天敵がコレマンアブラバチとナケルクロアブラバチの2種になります。これによりワタアブラムシとモモアカアブラムシに加えて、農薬使用を削減すると顕在化するチューリップヒゲナガアブラムシ、ジャガイモヒゲナガアブラムシも防除することができます。また、次世代型バンカー資材（図1）を利用することで、設置や管理の手間が大幅に改善され、より簡便で安定的なアブラムシ防除が可能になります。



図1 次世代型バンカー資材

2種の天敵と代替餌付きバンカー植物、簡易給水装置がセットになったもの

（注）本資材は2018年12月現在、農薬登録がありません（登録申請中）

次世代型バンカー法利用のフロー

購入したバンカー植物には代替餌のトウモロコシアブラムシと寄生蜂のマミーがあらかじめ付いています（図2）。到着後はしばらく一か所にまとめて管理し、トウモロコシアブラムシとマミーが容易に確認できる、概ね一週間後に圃場に均等に静置します（図3）。

バンカー設置後は、バンカー植物（オオムギ）への灌水管理に気を付けます。バンカー植物への灌水が不足すると、オオムギの生育が不良となり、代替餌のトウモロコシアブラムシが増えにくくなります。

バンカー植物上でトウモロコシアブラムシとマミーが容易に観察できる場合は、イチゴ上でアブラムシ類が発生しても被害を未然に防ぐことができます。設置6週間目以降からバンカー植物上のトウモロコシアブラムシとマミーの数が減ってきますので、新しいバンカーへの更新が必要となります。



図2 購入時のバンカー植物
代替餌のトウモロコシアブラムシと寄生蜂のマミーが付いています。



図3 バンカーの設置状況
ハウス内に均等に配置します。

図4 次世代バンカー利用の作業フロー

月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
作業			●	—	—	—	—
						●	—

次世代型バンカー法のアブラムシ類防除効果

次世代型バンカー法と従来型バンカー法のアブラムシ類に対する防除効果について比較した試験事例（柳田ら、2018）について紹介します。

次世代型バンカーを設置した区ではナケルクロアブラバチのマミーが観察され、従来型バンカーを設置した区と比べてジャガイモヒゲナガアブラムシの個体数が低く推移しました（図5）。一方、試験期間を通したワタアブラムシの個体数は両区で差は認められませんでした。このことから、コレマンアブラバチとナケルクロアブラバチを組み合わせた次世代型バンカー製剤の有効性が示されました。

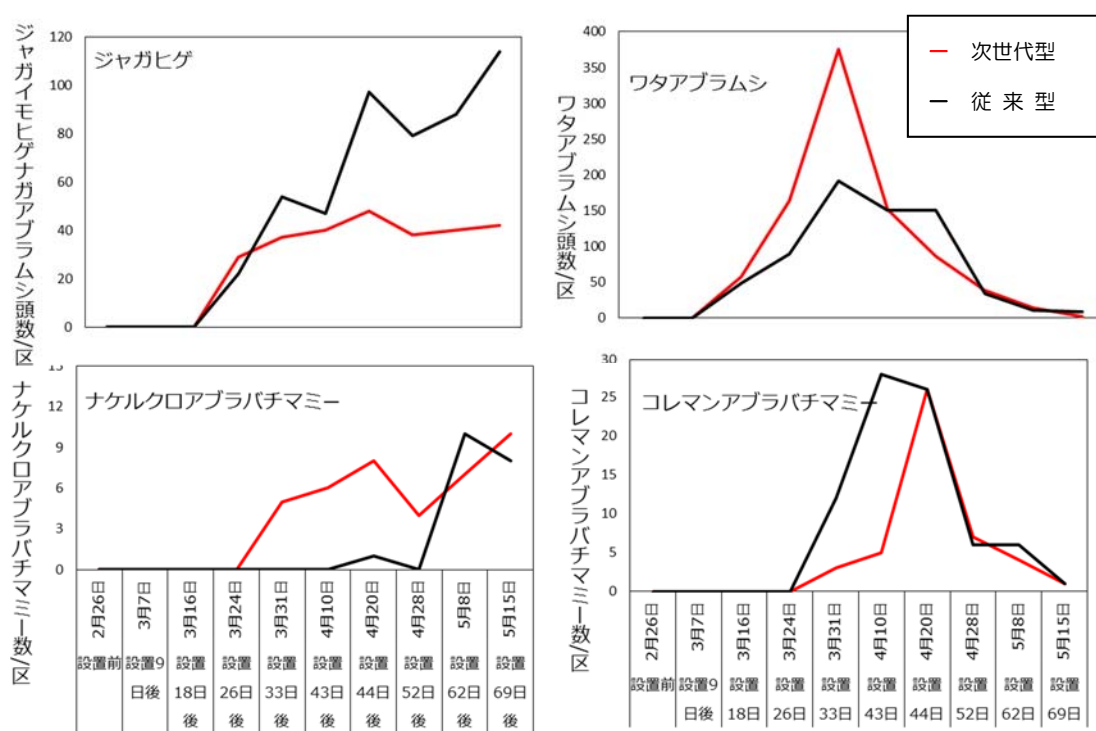


図5 次世代型バンカー法によるアブラムシ類の防除効果
（柳田ら、2018）

次世代型バンカー法利用上の留意点

- 1) 2018年12月現在、次世代型バンカー法に用いるマミー製剤は市販されていません（農薬登録申請中）。販売されるまでの間は従来型バンカー法を利用しますが、春先にジャガイモヒゲナガアブラムシ等が多発した場合は薬剤散布を行って防除するとともに、収穫したイチゴの出荷先を国内向けに切り替える必要があります。

- 2) バンカー植物はビニール被覆以降に導入しますので、それまでのアブラムシ類の発生に注意が必要です。圃場周辺の雑草がアブラムシ類の生息場所となることがありますので、除草を入念に行います。
- 3) 定植初期のイチゴの生育は緩慢ですが、10月上旬以降になると生育が上向き、新しい葉が展開するとアブラムシ類が寄生しやすくなります。バンカー法の防除効果をより高めるために導入10日前を目安に薬剤防除を行います。
- 4) バンカー植物上の代替餌トウモロコシアブラムシがテントウムシ類やヒラタアブに捕食され、寄生蜂が増えないことがあります。このため、バンカー植物に3mm目合のネット（水稻種子消毒ネット等）を被覆して、代替餌が捕食されないように保護すると良いでしょう。
- 5) 古くなって出穂したバンカー植物にはカメムシが寄生することがあります。これらカメムシの中にはイチゴを加害する種も認められますので、古くなったバンカー植物は早めにハウス外に持ち出しましょう。

次世代型バンカー法利用上の導入コスト等

2018年12月現在、次世代型バンカー法に用いるマミー製剤は農薬登録申請中であり、本製剤および次世代型バンカー資材は市販されていませんので、現時点では次世代型バンカー法利用導入にかかるコストは明らかではありません。しかし、次世代型バンカー資材を利用することで設置や管理の手間が大幅に改善されますので、省力かつ安定的に防除効果が得られると期待されます。

次世代バンカー資材キット導入の目的（宮城県）

バンカー法は、圃場内に天敵（アブラバチ類）の繁殖場所を設けて、常に天敵が存在する状態を保つことにより、安定的な害虫アブラムシ類防除を可能とする技術です。しかし、①寄生対象害虫に限られる、②二次寄生蜂により、防除効果が低下する、③天敵の供給源となるバンカーの管理（導入手順、灌水、餌の維持）が難しい、などの問題もありました。この従来型バンカーに、多くのアブラムシ類に寄生でき、二次寄生蜂（天敵アブラバチ類に寄生して殺してしまう蜂）2種を回避できるナケルクロアブラバチを加え、導入を簡便化するバンカー型製剤及び維持管理を簡便化する簡易給水装置を利用したバンカー法が、次世代型バンカー法です。

※現在、研究中の資材であり、将来的な技術としての紹介です。

次世代型バンカー資材キットの利用方法と防除効果

1) 大型高施設におけるバンカー型製剤の設置

栽培管理の邪魔にならない日当たりのよい場所に設置してください。また、バチルス製剤のダクト内投入を実施している圃場では、送風口から離して設置してください。コレマンアブラバチのバンカーとナケルクロアブラバチのバンカーの設置方法により、以下の利点と欠点があります。

〈2種バンカー型製剤を近接設置した場合〉

利点：給水ポイントが減るため、給水の時間を省略できます。

欠点：後半ナケルクロアブラバチがコレマンバンカーに侵入するため、ナケルマミーへの偏りがみられるようになります。



〈2種バンカー型製剤を離して設置した場合〉

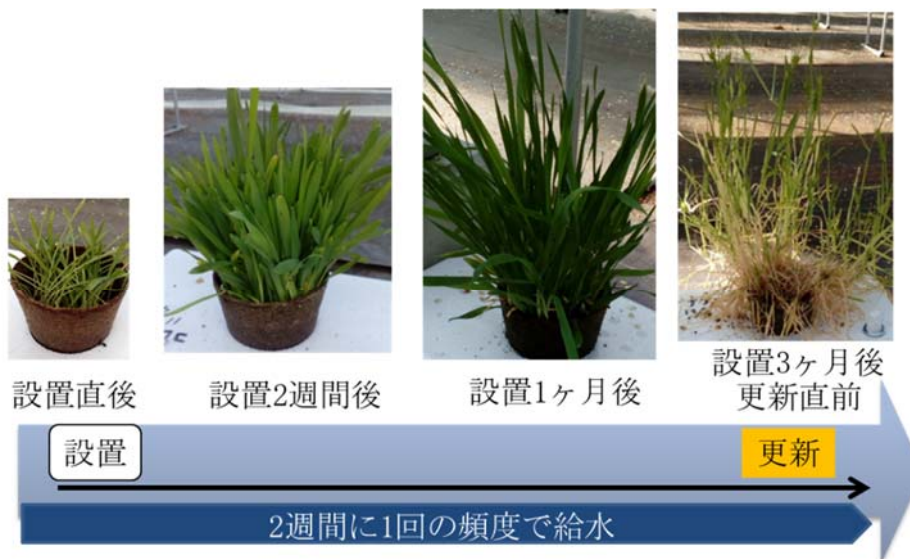
利点：コレマンマミー形成が維持されナケルマミーへの偏りを軽減することができます。

欠点：給水ポイントが多くなるため、給水に時間がかかります。

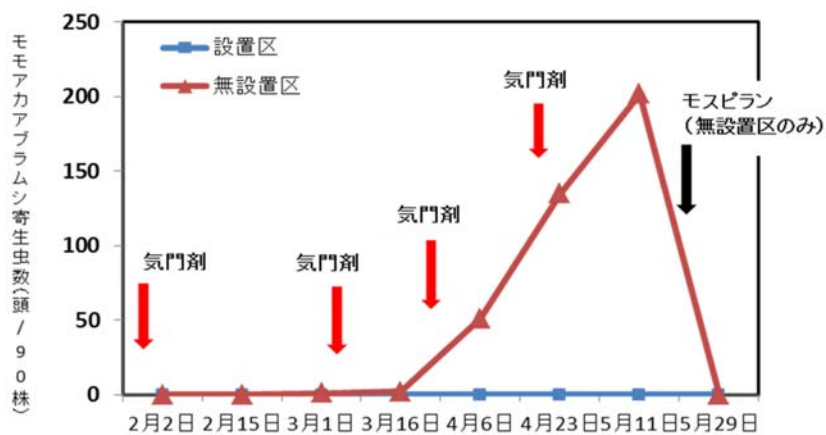


大型高施設におけるバンカー型製剤の管理

簡易給水装置の給水マーカ―を目安に、概ね2週間に一度の頻度でキットへの給水をしてください。また、バンカー型製剤は下図のオオムギの状態を参考に、概ね3ヶ月で更新する必要があります。



大型高施設におけるバンカー型製剤のアブラムシ類防除効果



アブラムシ類の防除には気門封鎖型薬剤の散布が効果的です。しかし、気門封鎖型薬剤のみでアブラムシ類を完全に防除することは困難です。次世代型バンカー資材キットの導入で、作期を通してアブラムシ類を抑制することが可能でした（下図の赤矢印の気門剤は、設置区、無処理区ともに散布しています）。

革新的技術開発・緊急展開事業（うち地域戦略プロジェクト）
実証研究型

「生果実（いちご）の東南アジア・北米等への輸出を促進するための輸出相手国の残留農薬基準値に対応した IPM 体系の開発ならびに現地実証」（課題番号 303C）

参画機関・メンバー一覧

農研機構・野菜花き研究部門

武田光能、太田 泉、浦入千宗

農研機構・九州沖縄農業研究センター

森脇丈治、高山智光

宮城県農業・園芸総合研究所

関根崇行、大場淳司、近藤 誠、猪苗代翔太、鈴木香深、木村智志、
駒形泰之

静岡県農林技術研究所

片山春喜、土井 誠、伊代住浩幸、斉藤千温、中野亮平、寺田綾華

徳島県立農林水産総合技術支援センター

中野昭雄、松崎正典、田村 収、林 真弓、小池早苗、三木敏史

香川県農業試験場

中西 充、森 充隆、中井清裕、相澤美里、佃晋太郎、西村文宏、
中屋敷彩

福岡県農林業総合試験場

鍋谷 霞、清水信孝、柳田裕紹、上村香菜子

長崎県農林技術開発センター

難波信行、寺本 健、吉村友加里、永石久美子

本マニュアルの複製・転載希望は、下記の編集責任者までご連絡下さい。

発行

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構

野菜花き研究部門 野菜病虫害・機能解析研究領域

〒514-2392 三重県津市安濃町草生360

TEL：059-268-1331（代表）

編集責任者：武田光能（E-mail: takedada@affrc.go.jp）

発行日：2019年3月31日
