

奈良県における土着天敵を活用した
露地ナスの減農薬栽培技術
マニュアル



2019 年 1 月

奈良県農業研究開発センター

目 次

はじめに	2
1. ミナミキイロアザミウマとヒメハナカメムシ類	4
(1) ミナミキイロアザミウマの殺虫剤抵抗性	4
(2) 土着天敵「ヒメハナカメムシ類」	5
2. ヒメハナカメムシ類の保護利用による	
露地ナスの減農薬害虫防除体系	6
(1) 技術のポイント	6
① ミナミキイロアザミウマは土着天敵で、	
他の害虫は選択性殺虫剤で	6
② ヒメハナカメムシ類の発生量に影響する要因	6
③ 殺虫剤散布を減らすことが不安な場合は	6
(2) 土着天敵を保護する殺虫剤管理	7
① 選択性殺虫剤と非選択性殺虫剤	7
② ヒメハナカメムシ類の餌となる虫への影響	8
③ 防除暦の例	9
④ 土着天敵保護体系によるミナミキイロアザミウマの防除効果	12
⑤ オオタバコガ対策	13
(3) 天敵温存植物フレンチマリーゴールドを利用した	
ヒメハナカメムシ類の強化	14
① フレンチマリーゴールドの効果	14
② フレンチマリーゴールドの栽培	15
a. 品種	15
b. 播種（定植）	15
c. 播種後の管理	17
d. フレンチマリーゴールドの害虫対策	17
e. 経済性	17
(4) 減農薬によって増加する害虫とその対策	18
① チャノホコリダニ	18
② ニジュウヤホシテントウ（テントウムシダマシ）	19
③ カスミカメムシ類	20
④ アオクサカメムシとミナミアオカメムシ	21
おわりに	22

はじめに

奈良県の露地ナス栽培で問題になる害虫には、ミナミキイロアザミウマ、オオタバコガ、ハスモンヨトウ、ハダニ類、アブラムシ類、チャノホコリダニ、カスミカメムシ類などがある（下写真）。これまで慣行として実施されてきた防除体系では、これらの害虫に対する防除手段は殺虫剤散布のみであった。このような殺虫剤に依存した防除体系では、1作当たりの殺虫剤散布回数は15～20回、成分延べ使用回数にして20～30回にもおよび、特に収穫最盛期の7～9月になると、5～7日間隔での殺虫剤散布が行われる。このような防除体系は、薬剤費などの経済的負担が大きい。また、高温期の頻繁な防除作業は生産者の肉体的、精神的負担が大きく、生産意欲の低下や後継者離れの一因となってきた。



ミナミキイロ
アザミウマの成虫



オオタバコガの
幼虫による果実被害



ハスモンヨトウ
の幼虫



カンザワハダニ
のコロニー



ワタアブラムシ
のコロニー



チャノホコリダニ
による果実被害



カスミカメムシ類
の成虫

露地ナスの主な害虫

さらに、殺虫剤散布を繰り返すことによって、2010年頃からミナミキイロアザミウマの殺虫剤感受性の低下が顕在化し、8月以降は殺虫剤の連続散布でも被害を抑制できない事例が増加した。しかも、露地ナスの害虫防除で使用される殺虫剤は、ネオニコチノイド系、合成ピレスロイド系、マクロライド系など、害虫を食べる天敵類にも影響の大きい非選択性殺虫剤が主流となっていた。露地ナスほ場では、殺虫剤使用を極力控えて栽培すると、ヒメハナカメムシ類（右写真）など、地域のほ場周辺



ヒメハナカメムシ類
の成虫

環境に生息する土着天敵類が自然発生し、ミナミキイロアザミウマの発生を抑制することが知られている。しかし、奈良県の慣行栽培のように、土着天敵類に影響の大きい殺虫剤を頻繁に散布する防除体系は、ほ場内のヒメハナカメムシ類などの土着天敵相に与えるダメージが大きい。そのため、殺虫剤抵抗性の発達によって防除効果が低下すると、被害拡大に歯止めがかからなくなってしまう。このような状況は殺虫剤散布回数のさらなる増加を招き、それによってさらに害虫の抵抗性発達と土着天敵相の貧困化が進むという悪循環を生み出していた。

このような状況を改善するため、奈良県ではミナミキイロアザミウマの有力な土着天敵であるヒメハナカメムシ類を保護、あるいは増加させ、殺虫剤散布回数を減らしながら露地ナスを栽培するための害虫防除体系の確立に取り組んだ。そして、殺虫剤使用回数を慣行栽培のおおむね 1/2 以下に削減した防除体系の有効性を実証し、その成果を解説したマニュアルを 2012 年に公表した。

その後、本防除体系は現場普及に移され、現場からフィードバックされる問題への対策など、改良を繰り返してきた結果、2017 年には県内の普及面積は 5 ha に達している。

そこで本マニュアルでは、土着天敵を活用した露地ナスの減農薬防除体系を、現時点での最新の知見を踏まえて解説する。露地ナス栽培における土着天敵活用は、防除コストの削減と防除作業による肉体的、精神的負担の軽減、ならびにミナミキイロアザミウマに対する抵抗性管理の実効性を高めるための鍵となる技術である。これによって、生産性の向上と同時に生産意欲の向上を図ると共に、消費者が安心できる農産物を提供することが可能となることを期待する。



ミナミキイロアザミウマを捕食する
ヒメハナカメムシ類成虫



捕食性クダアザミウマの
成虫（右）と幼虫（左）
奈良市東部山間地域で多い

1. ミナミキイロアザミウマとヒメハナカメムシ類

(1) ミナミキイロアザミウマの殺虫剤抵抗性

ミナミキイロアザミウマは熱帯～亜熱帯起源の侵入害虫であり、奈良県での発生の初確認は昭和 59 年である。本種は侵入当初から、当時主流の殺虫剤であった有機リン系、カーバメート系、合成ピレスロイド系などに対して高度に抵抗性を発達させており、防除が極めて困難であった。しかし、その後、本種に卓効を示すネオニコチノイド系殺虫剤の登録によって被害は沈静化し、生産者、現場指導者に新農薬の威力を印象づけるものとなった。その後もコテツ、アフアーム、スピノエースなど、本種に卓効を示す新規殺虫剤が次々に登録され、一時、本種は主要な防除対象とは認知されなくなった。

しかし、近年、全国各地でこれらの新規殺虫剤に対するミナミキイロアザミウマの殺虫剤抵抗性発達が報告されるようになった。奈良県においても、かつて防除の切り札であったアドマイヤーを始めとして、各種殺虫剤に対する感受性が低下した個体群が確認され（図 1）、生産現場では 8 月以降の被害が急増する時期には、殺虫剤の連続散布でも被害を抑えられない場合が多い。



ミナミキイロアザミウマの成虫



ミナミキイロアザミウマによる果実被害

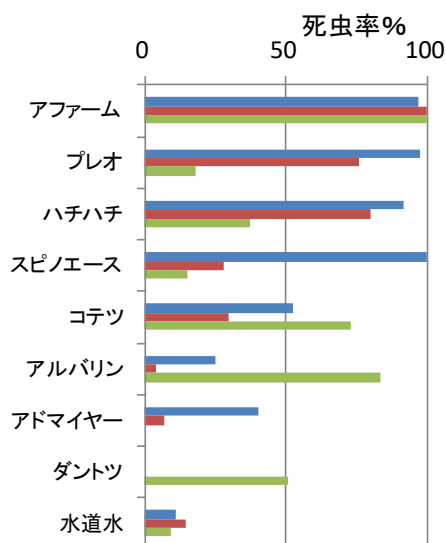


図 1. ミナミキイロアザミウマ成虫の常用濃度の殺虫剤に対する感受性（2012 年調査）

プラスチック管瓶法で 48 時間後の死虫率を示す。

棒グラフの各色は、奈良県内で採集した 3 個体群を表す。アフアーム以外の全ての剤で感受性が低下した個体群が確認されている。

(2) 土着天敵「ヒメハナカメムシ類」

露地ナスほ場で殺虫剤使用を極力控えて栽培すると、ミナミキイロアザミウマの有力な土着天敵であるヒメハナカメムシ類（下写真）が自然発生し、ミナミキイロアザミウマの発生を抑制することが知られている。

ヒメハナカメムシ類は奈良県では農耕地帯に広く分布する一般的な種である。主にアザミウマ類の捕食者として知られており、成虫、幼虫ともに多



アザミウマを捕食する
ヒメハナカメムシ類成虫



メイガ卵塊を捕食する
ヒメハナカメムシ類幼虫

数のアザミウマ類を捕食する。餌として最も好むのはアザミウマ類の幼虫であるが、それ以外にもハダニ類やアブラムシ類、チャノホコリダニ、各種鱗翅目害虫の卵や、ナス株上に飛来、あるいは生息する害虫以外の小型昆虫なども捕食するので、ナス株上のアザミウマ類の発生が減少しても定着できる（ただしアザミウマ類以外の害虫に対する密度抑制効果は不安定である）。また、花に集まる性質があり、花粉や花蜜も餌となるが、発育には植物質の餌だけではなく動物質の餌が必要である。ほ場周辺の雑草など自然植生にも普通に見られ、6月中下旬から露地ナスに飛来する。

露地ナスにおけるヒメハナカメムシ類を利用したミナミキイロアザミウマ対策は関東から九州にいたる各地で既に多くの取り組み事例がある。また、ヒメハナカメムシ類の一種であるタイリクヒメハナカメムシは天敵製剤として登録されており、施設栽培の一部でも利用されている。アザミウマ類などの害虫防除にヒメハナカメムシ類を利用する場合、他の害虫の防除もヒメハナカメムシ類に影響の小さいものにする必要がある。しかし、近年はヒメハナカメムシ類に影響の小さい選択性殺虫剤の種類が増えており、天敵保護の取り組みは比較的容易である。

ヒメハナカメムシ類はナス株上では花や新葉付近にいることが多いので、そのような部位を観察すると、発見が容易である。ヒメハナカメムシ類の発生密度は、ミナミキイロアザミウマの発生密度によっても変わるが、薬剤散布回数を慣行の1/2以下に減らせた生産ほ場では、7月下旬～9月上旬のピーク時に、葉当たり0.1頭以上のヒメハナカメムシ類が発生していた。

2. ヒメハナカメムシ類の保護利用による露地ナスの減農薬害虫防除体系

(1) 技術のポイント

① ミナミキイロアザミウマは土着天敵で、他の害虫は選択性殺虫剤で

次項(2)に解説する技術体系を活用し、土着天敵のヒメハナカメムシ類が活発に活動できるほ場環境にすると、ミナミキイロアザミウマの被害はほとんど発生しなくなる。しかし、他の害虫は土着天敵だけでは抑えられない。他の害虫を防除する場合には、ヒメハナカメムシ類に対する影響が小さい選択性殺虫剤を使用する。これによって、露地ナスの殺虫剤散布回数全体も削減できる。

② ヒメハナカメムシ類の発生量に影響する要因

ヒメハナカメムシ類の発生量に最も影響が大きいのは、使用する殺虫剤の種類である。2番目に、ヒメハナカメムシ類の餌になる、ナスへの加害性が低い「ただの虫」の発生量が影響する。3番目に、ヒメハナカメムシ類の温存場所となるフレンチマリーゴールドの植栽の順となる。

土着天敵ヒメハナカメムシ類を増やすための虎の巻

1. 天敵に影響の大きい殺虫剤を使用しない
2. 天敵の餌になる「ただの虫」まで防除しない
3. できるだけ、天敵の温存場所としてフレンチマリーゴールドをほ場の縁に植栽する

③ 殺虫剤散布を減らすことが不安な場合は・・・

長年の慣行として、毎週1回の殺虫剤散布を行ってきた場合、天敵を保護するために、殺虫剤散布を削減することに不安を感じる場合が多い。過去にミナミキイロアザミウマやオオタバコガの被害で痛い目に遭った経験がある場合はなおさらである。このような場合は、殺虫剤散布を無理に我慢する必要はない。ただし、防除を行う場合はヒメハナカメムシ類に影響の小さい選択性殺虫剤を使用する。これまで使用してきた非選択性殺虫剤を選択性殺虫剤に切り替えることで、ほ場内のヒメハナカメムシ類が増加する。これまでは殺虫剤だけでミナミキイロアザミウマと戦っていた所へ、さらに天敵という味方が加わることで被害はさらに減少する。効果が実感できたら、次は殺虫剤散布回数の削減に挑戦すれば良い。

(2) 土着天敵を保護する殺虫剤管理

①選択性殺虫剤と非選択性殺虫剤

ヒメハナカメムシ類に対する影響の小さい選択性殺虫剤を表1に示した。これらのうち、コルト顆粒水和剤は、現時点ではカスミカメムシ類に防除効果が認められる唯一の選択性殺虫剤である。しかし、散布直後にはヒメハナカメムシ類が半分程度に減少し、1週間程度の影響があるため、短期間での連続散布は控える。

ヒメハナカメムシ類に対する影響の大きい主な非選択性殺虫剤を表2に示した。これらの使用をできるだけ控えて、選択性殺虫剤中心の防除体系にする。

表1. 露地ナスで使用できる主な選択性殺虫剤

害虫名	薬剤名	本剤の使用回数	IRAC※1 コード	有効成分名	備考
アブラムシ類	ウララDF	3	29	フロニカミド	
コナジラミ類	モベントフロアブル	3	23	スピロテトラマト	苗灌注1回+散布2回
ネキリムシ類	ベリマークSC	1	28	シアントラニリプロール	アブラムシ類、コナジラミ類、アザミウマ類も登録あり
カスミカメ類	コルト顆粒水和剤※2	3	9B	ビリフルキナゾン	
ミナミキイロ アザミウマ	モベントフロアブル		23	スピロテトラマト	ハダニ類、チャノホコリダニ、アブラムシ類も登録あり
オオタバコガ	ブレオフロアブル	4	UN	ビリダリル	
ハスモンヨトウ	ブレバゾンフロアブル5	2	28	クロラントラニリプロール	
	フェニックス顆粒水和剤	3	28	フルベンジアミド	アズキノメイガも登録あり
	ゼンターリ顆粒水和剤	—	11A	BT	若齢幼虫のみ
アズキノメイガ	フェニックス顆粒水和剤	3	28	フルベンジアミド	オオタバコガ・ハスモンヨトウも登録あり
ニジュウヤホシ テントウ	アクセルフロアブル	3	22B	メタフルミゾン	オオタバコガ・ハスモンヨトウも登録あり
	トルネードエースDF※2	2	22A	インドキサカルブ	オオタバコガ・ハスモンヨトウも登録あり
ハダニ類	マイトコーネフロアブル	1	20D	ビフェナゼート	
	カネマイトフロアブル	1	20B	アセキノシル	チャノホコリダニも登録あり
	ダニサラバフロアブル	2	25A	シフルメトフェン	ナミハダニ黄緑型は感受性低下事例多い
	スターマイトフロアブル	1	25A	シエノピラフェン	
	モベントフロアブル	3	23	スピロテトラマト	苗灌注1回+散布2回
チャノホコリダニ	コテツフロアブル※3	4	13	クロルフェナピル	カンザワハダニも登録あり
	カネマイトフロアブル	1	20B	アセキノシル	ハダニ類も登録あり
	スターマイトフロアブル	1	25A	シエノピラフェン	
	アプロード水和剤	3	16	ブプロフェジン	
	アプロードエース フロアブル	3	21 16	フェンピロキシメート ・ブプロフェジン	ダニトロンとアプロードの混合剤 成分使用回数は各3回まで

※1 殺虫剤の系統を表すコード記号

※2 ヒメハナカメムシ類に軽微な影響あり（散布後1～2週間程度半減）

※3 コテツフロアブルは天敵の餌を根絶するので注意する

表 2. ヒメハナカメムシ類に影響の大きい主な非選択性殺虫剤

系統名	IRAC [※] コード	薬剤名
有機リン系	1B	オルトラン、スミチオン、マラソン等
ピレスロイド系	3A	アディオン、アグロスリン、トレボン、テルスター等
ネオニコチノイド系	4A	アドマイヤー、モスピラン、ベストガード、 ダントツ、アクタラ、アルバリン/スタークル
スピノシン系	5	スピノエース、ディアナ
マクロライド系	6	アフーム、アニキ、アグリメック等
METI剤	21A	ピラニカ、ハチハチ等
METI-III系	未定	ファインセーブ

※ 殺虫剤の系統を表すコード記号

②ヒメハナカメムシ類の餌となる虫への影響

表 1 に示す選択性殺虫剤のうち、コテツフロアブルは、適用害虫がオオタバコガ、ハスモンヨトウ、ミナミキイロアザミウマ、ハダニ類、チャノホコリダニ、テントウムシダマシ類など幅広いが、ヒメハナカメムシ類の餌となる加害性の低い虫（ネギアザミウマ、ダイズウスイロアザミウマなど）まで根絶してしまう。そのため、ヒメハナカメムシ類に対する直接の影響は小さいが、餌不足でヒメハナカメムシ類が減少する。特に、短期間で連続使用した場合には、ヒメハナカメムシ類が著しく減少し、ミナミキイロアザミウマが増加しやすい。

コテツフロアブルは、ミナミキイロアザミウマに対する感受性が低下していることから、ミナミキイロアザミウマの発生時に散布した場合は、餌昆虫根絶によるヒメハナカメムシ類減少の心配はない。これらのことから、コテツフロアブルの使用は、ミナミキイロアザミウマ常発地で発生が増加する 8 月以降に、チャノホコリダニなどの防除目的で使用するに留め、ミナミキイロアザミウマが少ない時期におけるオオタバコガ、ハダニ類、ニジュウヤホシテントウなどの防除には他の選択性殺虫剤を使用する。

③防除暦の例

選択性殺虫剤を中心にして組み立てた防除暦の例を表3に示した。特に注意すべきポイントは表の下に記載した2点である。これら以外については、発生する害虫種に応じて選択性殺虫剤を散布する。また、殺菌剤散布は基本的にヒメハナカメムシ類への影響が小さい。

表3. 選択性殺虫剤を中心とする露地ナス害虫防除暦の一例

処理時期	対象害虫	薬剤名	注意点
5月 定植直前	アブラムシ類・コナジラミ類・ハダニ類・アザミウマ類	モベントフロアブル	苗灌注処理 雑草地に隣接する中山間地の圃場など、ネキリムシ類が多発する場合はベリマークを使用
6月 上旬	アブラムシ類	ウララDF	
6月 中旬	アズキノメイガ	フェニックス顆粒水和剤	
6月 下旬	カンザワハダニ	ダニサラバフロアブル	
7月 上旬	ニジュウヤホシテントウ	アクセルフロアブル	
7月 上旬	カスミカメ類のみの発生	コルト顆粒水和剤	天敵に1週間程度軽微な影響あり
7月 上旬	カスミカメ類が多発 またはアオクサカメムシ ミナミキイロアザミウマ	アルバリン/スタークル 顆粒水溶剤 ファインセーブフロアブル	いずれも天敵に2週間程度大きな影響あり ファインセーブは、アルバリン散布時のみミナミキイロ予防に使用する
7月 上中旬	オオタバコガ	プレバゾンフロアブル5	
7月 中旬	チャノホコリダニ	アブロードエースフロアブル	カンザワハダニとニジュウヤホシテントウにも殺虫活性あり
8月 上旬	オオタバコガ	プレバゾンフロアブル5	
8月 中下旬	オオタバコガ ハスモンヨトウ	プレオフロアブル	
8月 中下旬	カンザワハダニ チャノホコリダニ	スターマイトフロアブル	ナミハダニ黄緑型発生時はカネマイトフロアブル ミナミキイロアザミウマ発生時はモベントフロアブル
9月 上旬	オオタバコガ ハスモンヨトウ	フェニックス顆粒水和剤	
9月 中旬	オオタバコガ ハスモンヨトウ	プレオフロアブル	ミナミキイロが発生している場合はアフファーム乳剤

ど 発 カ
ち 生 メ
ら 状 ム
か 況 シ
を に 類
選 の
び 応
じ て

●定植時処理

定植直前の苗にモベントフロアブルの苗灌注（育苗後期～定植直前）を実施する。従来定植時の植穴処理に使用されてきたアドマイヤー等のネオニコチノイド系粒剤は、ミナミキイロアザミウマ、コナジラミ類などに対し、既に防除効果が低い上に、ヒメハナカメムシ類への影響もある。モベントフロアブルはこれら抵抗性害虫と併せてハダニ類にも効果があるので、初期のハダニ防除も削減できる。また、ヒメハナカメムシ類への影響が小さく、初期の定着量が増加する（図2）。

苗灌注処理は、定植予定前日の夕刻～定植直前までに実施する。苗の上から苗数に相当する薬量をハス口で散布するだけなので、灌水を兼ねて実施すると省力的である。これにより、従来の定植時植穴処理が省略できるので、定植時の作業も軽減される。

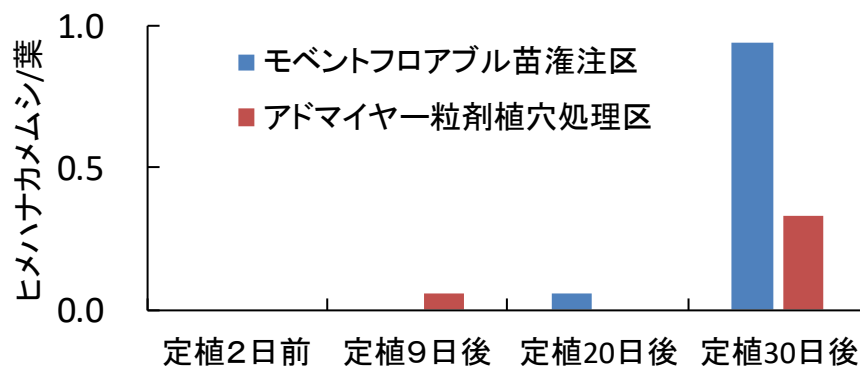


図2. 定植時処理の違いがヒメハナカメムシ類の初期発生に及ぼす影響
(2016年)

モベントフロアブル苗灌注: 5/16 (定植2日前)、アドマイヤー粒剤植穴処理: 5/18 (定植時)

●7月の害虫カメムシ対策とミナミキイロアザミウマ対策

7月になると、カスミカメ類やアオクサカメムシなどの、いわゆる「害虫カメムシ」が発生する(下写真)。天敵のヒメハナカメムシ類は、害虫カメムシと同じカメムシ目の虫なので、ヒメハナカメムシ類に全く影響がなく、害虫カメムシだけを防除できる選択性殺虫剤は存在しない。このため、害虫カメムシの対策には非選択性殺虫剤散布が必要である。



カスミカメ類の加害による新芽被害



アオクサカメムシの成虫

カスミカメ類のみが少発生している場合には、コルト顆粒水和剤で防除すれば、ヒメハナカメムシ類は半減程度で済むので、6月下旬までに十分なヒメハナカメムシ類が発生していればほとんど影響はない。しかし、カスミカメ類の発生が多い場合や、アオクサカメムシなどの大型カメムシが発生した場合には、ヒメハナカメムシ類に影響の大きいアルバリン(スタークル)顆粒水溶剤の散布が必要である。

アルバリン顆粒水溶剤のヒメハナカメムシ類に対する影響期間は2週間程度である(図3)。そのため、ヒメハナカメムシ類の発生が多い7月中旬くらい

までなら散布後2週間程度でヒメハナカメムシ類が圃場に戻ってくることを期待できる。ただし、ミナミキイロアザミウマの常発地では、ヒメハナカメムシ類がいなくなる2週間程度の間にミナミキイロアザミウマが急増する可能性が高い。そのため、アルバリン顆粒水溶剤の散布と同時期に、ミナミキイロアザミウマの予防として、ヒメハナカメムシ類への影響が同様に2週間程度のファインセーブフロアブル（図3）を散布する。ファインセーブフロアブルはミナミキイロアザミウマに効果が高いが、ヒメハナカメムシ類に対する影響が大きいいため、ヒメハナカメムシ類がいなくなるこの2週間が「使い所」となる。なお、モベントフロアブルもミナミキイロアザミウマに対する効果は高いが、ヒメハナカメムシ類に対する影響が小さい選択性殺虫剤なので、ここでは使用せずにヒメハナカメムシ類が発生している場面でのミナミキイロアザミウマ対策剤として温存する。

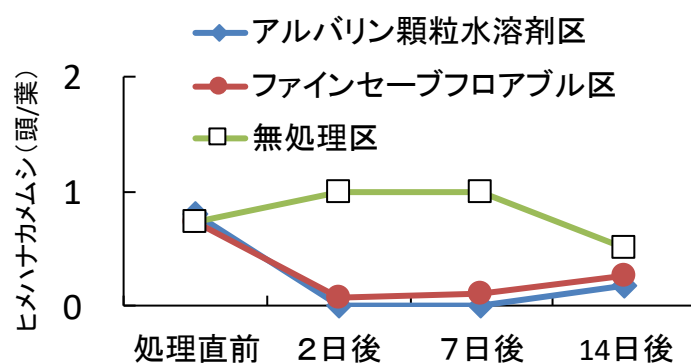


図3. 2種の非選択性殺虫剤のヒメハナカメムシ類に対する影響（2018年）

散布日：7/11 アルバリン顆粒水溶剤：害虫カメムシ防除剤

ファインセーブフロアブル：ミナミキイロアザミウマ防除剤

害虫カメムシ対策で最も注意すべき点は、これら害虫カメムシが発生した場合のアルバリン顆粒水溶剤の散布をためらわないことである。土着天敵保護利用に取り組み始め、ナス上を徘徊するヒメハナカメムシ類が見えるようになってくると、ヒメハナカメムシ類の増減に一喜一憂するようになり、害虫カメムシが発生しても、もう少し防除せずに様子を見たくなるものである。しかし、カスミカメ類は新芽の枯死を、アオクサカメムシは果実被害を引き起こす重要害虫であり、放置すると間違いなく減収に直結する。防除をためらって8月まで先延ばしにしてしまうと、深刻な被害が発生するだけでなく、ヒメハナカメムシ類の減少期に入ってしまう、防除後に戻ってこなくなる可能性が高い。そのため、害虫カメムシ対策は7月中旬までに終える必要がある。

害虫カメムシの詳細は2(4)③にも後述するので参照されたい。

④土着天敵保護体系によるミナミキイロアザミウマの防除効果

上述のように、ヒメハナカメムシ類に影響の大きい非選択性殺虫剤の使用をできるだけ控え、選択性殺虫剤中心の防除体系にすると、ナス株上でアザミウマ類の有力な土着天敵であるヒメハナカメムシ類が増加し、ミナミキイロアザミウマが減少する。これによって、冬期の施設ナスがない産地では、ミナミキイロアザミウマがほとんど発生しなくなる（図4）。

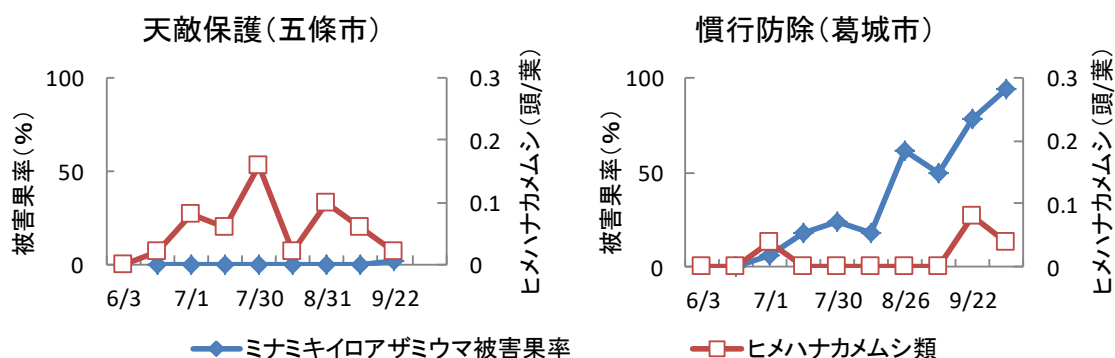


図4. 殺虫剤管理の違いがミナミキイロアザミウマ被害とヒメハナカメムシ類発生に及ぼす影響（2010年）

天敵保護ほ場：殺虫剤総散布回数4回、うち非選択性殺虫剤散布1回、ミナミキイロ防除1回

慣行防除ほ場：殺虫剤総散布回数15回、うち非選択性殺虫剤散布13回、ミナミキイロ防除10回

一方、冬期の施設ナスがある周年栽培産地では、春期からミナミキイロアザミウマが発生するが、前述の防除体系にすると、ヒメハナカメムシ類の働きによってミナミキイロアザミウマの被害は少なくなる。そのため、同地域の慣行防除ほ場に比べて、防除回数をほぼ半減できる（図5）。

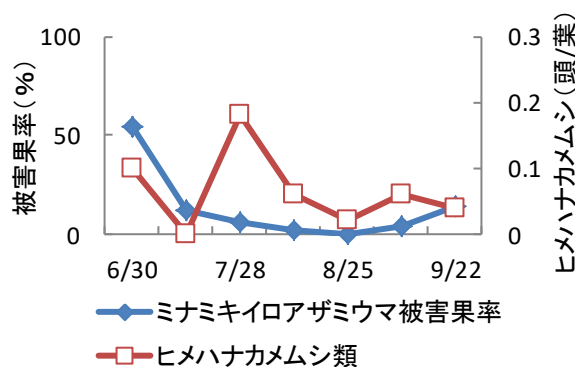
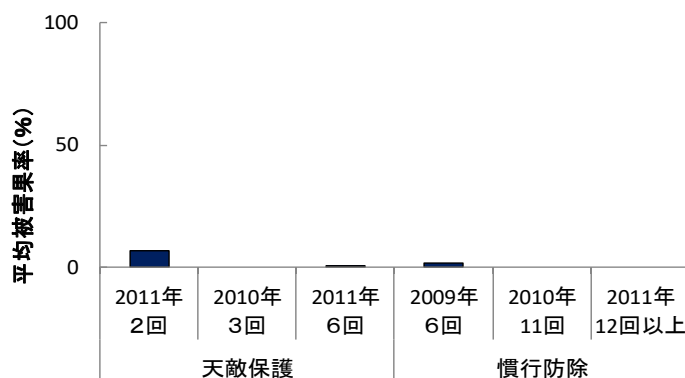


図5. 周年栽培地域における天敵保護による減農薬管理がミナミキイロアザミウマ被害とヒメハナカメムシ類発生に及ぼす影響（2011年：広陵町）

天敵保護ほ場：殺虫剤総散布回数10回、うち非選択性殺虫剤散布4回、ミナミキイロ防除8回

⑤オオタバコガ対策

オオタバコガは、ミナミキイロアザミウマと並ぶ露地ナスの重要害虫である。非選択性殺虫剤中心の慣行防除ほ場が集まる産地では、多発時期には5～7日間隔で防除を行っても、被害が止まらないとの声が聞かれることもある。その一方で、減農薬栽培に取り組む地域では、全国的にオオタバコガはさほど問題視されていない。本県の調査でも、天敵保護による減農薬栽培に取り組んだ生産ほ場では、慣行栽培よりも被害が大幅に増加することはなかった（図6）。



果実に食入する
オオタバコガ幼虫

図6. 天敵保護ほ場と慣行防除ほ場におけるオオタバコガ・ハスモンヨトウの被害果率（7～9月の平均値）

横軸中段の回数は、オオタバコガ防除薬剤の散布回数を示す

天敵保護に取り組んだほ場では、ヒメハナカメムシ類だけでなく鱗翅目の卵に寄生する卵寄生蜂（右写真）やクモ類が多い。



卵寄生蜂
キイロタマゴバチ

天敵保護ほ場では、オオタバコガの産卵ピーク時に卵寄生蜂の寄生が増加することも観察されている（図7）。これらの土着天敵類が被害を抑制している可能性がある。

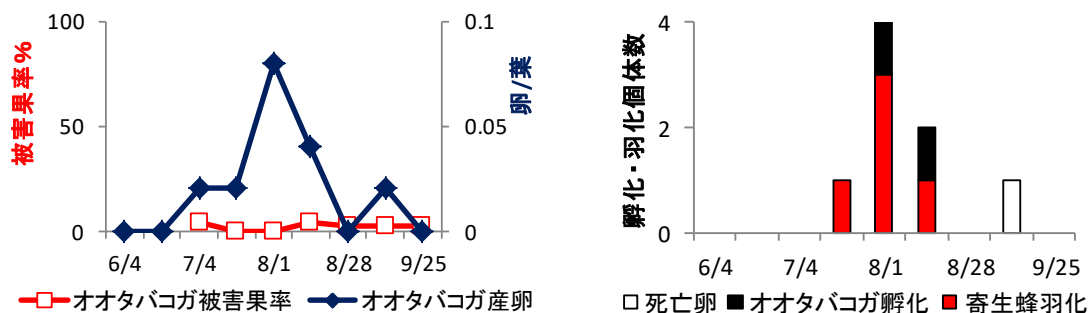


図7. 天敵保護ほ場におけるオオタバコガと卵寄生蜂の発生状況(2012年:五條市)

左：オオタバコガの被害果率と産卵密度 右：オオタバコガ卵からの卵寄生蜂羽化

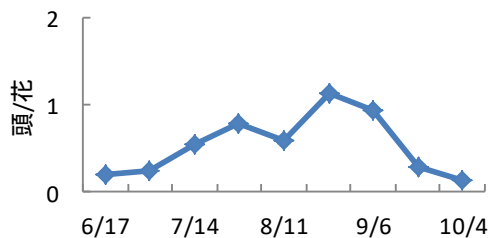
(3)天敵温存植物フレンチマリーゴールドを利用したヒメハナカメムシ類の強化

①フレンチマリーゴールドの効果

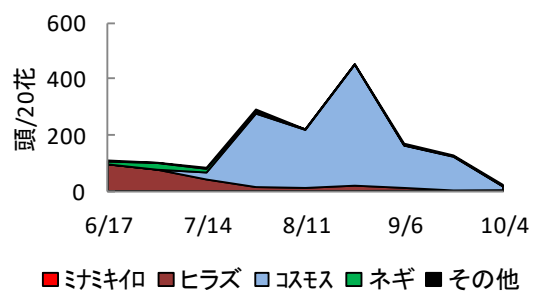
フレンチマリーゴールドは、ヒメハナカメムシ類の温存場所である。ナスほ場の外縁にフレンチマリーゴールドを植栽し、ヒメハナカメムシ類の発生源を確保することで、ほ場内のヒメハナカメムシ類の発生が安定する。

フレンチマリーゴールドの花には、ナスを加害しないアザミウマ類（6月頃まではヒラズハナアザミウマ、7月以降はコスモアザミウマが優占）が発生し、これを餌としてヒメハナカメムシ類が安定して発生する（図8上段）。その結果、ナス株上のヒメハナカメムシ類の発生量も増加する（図8下段）。

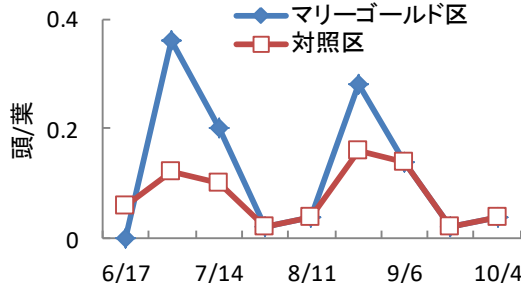
ヒメハナカメムシ類



アザミウマ類成虫



ヒメハナカメムシ類



アザミウマ類

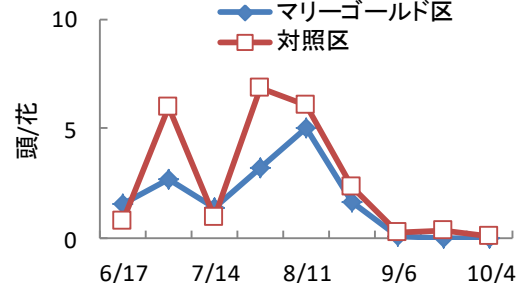


図8. 露地ナスほ場周縁に植栽したフレンチマリーゴールドがヒメハナカメムシ類とアザミウマ類の発生に及ぼす影響（2011年檜原市）

上段：フレンチマリーゴールド、下段：ナス

フレンチマリーゴールドは、ナスへの殺虫剤散布の影響でナス株上のヒメハナカメムシ類が減少する場合にその温存場所となる。一方、ミナミキイロアザミウマやカスミカメムシ類などのナス害虫の温床とはならないので、フレンチマリーゴールド植栽の影響で、ナス株上の害虫発生量が増加することはない。

ただし、非選択性殺虫剤を多用する防除体系では、フレンチマリーゴールドでヒメハナカメムシ類を温存しても、ナス上で活動できないので減農薬や被害減少にはつながらないので注意する。

②フレンチマリーゴールドの栽培

a. 品種

マリーゴールドにはフレンチ種の他にアフリカン種、メキシカン種などがある。これらはフレンチ種とは生育特性や害虫、天敵の発生状況が異なると考えられる。特にアフリカン種では害虫であるカスミカメ類が発生し、誤ってアフリカン種を植栽した露地ナスほ場でカスミカメ類の被害が多発した事例が複数確認されている。そのため、マリーゴールドはフレンチ種を利用するように注意する。



フレンチマリーゴールド
“ボナンザイエロー”



フレンチマリーゴールド
“ボナンザオレンジ”

天敵温存植物としての特性を確認できたフレンチマリーゴールドの品種は、ボナンザイエローとボナンザオレンジである（上写真）。両品種ともに天敵温存効果が認められるが、ボナンザオレンジの方が生育がやや旺盛であることから、被覆度が高く雑草を抑制しやすい。

b. 播種（定植）

フレンチマリーゴールドは、播種栽培が容易であり、発芽も良好である。ほ場の両側面にフレンチマリーゴールドの畝を設けるのが基本である。さらに、横長のほ場では、ほ場内部にもフレンチマリーゴールドの畝を適宜追加するのが望ましい（図9）。畝幅は1m程度とし、2条蒔きする。また、作業道の確保と、ナスに散布する農薬の影響を受けないようにするため、ナス畝から1～2m程度離れた場所に植栽する。

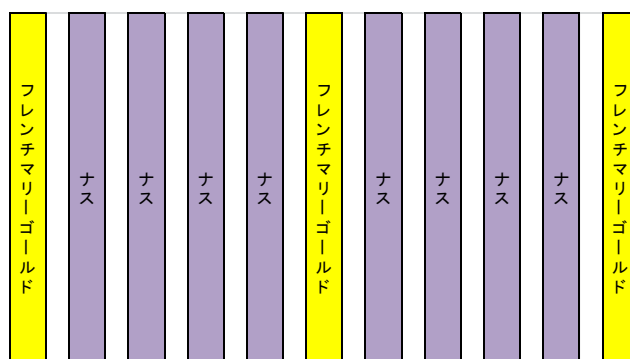


図9. フレンチマリーゴールド植栽ほ場の
見取り図の一例

フレンチマリーゴールドは粗放的管理に比較的強い。しかし、土壌が常にたっぷり水分を含むような環境では発芽、生育が劣る場合がある。そのため、水はけが悪いほ場や、水田転換畑で畝間湛水を行う場合は、やや高畝にするなどの工夫が必要である。

フレンチマリーゴールドの播種量は、



フレンチマリーゴールド植栽ほ場の様子

開花期以降に雑草負けしないように、畝上を被覆できる程度にする。目安としては、畝長 1 m × 2 条当たり 100～200 粒程度である。だが、開花期までの除草を丁寧に行うならば、50～100 粒/ 1 m × 2 条程度でも畝上を被覆できる。三角鋤などで浅い播き溝を作って条播きした後、軽く覆土する。この時、畝上に雑草が生えているようであれば、播種前に除草しておく。播種後直ちに灌水すると発芽は早い、灌水せずに放置しても降雨後にすぐ発芽する。播種時期はナスの定植期前後（4 月下旬～5 月中旬）とする。6 月以降の播種では、開花が遅れ、夏期の開花量も少なくなるので、播き遅れにならないよう注意する。

また、労力に余裕があれば、種苗代を節約するために、あらかじめ育苗しておいて、定植しても良い。この場合、株間 10～20cm 程度で 2 条千鳥植えにすると良いので、畝長 1 m 当たりの株数は 10～20 株となり、種苗代は 1/10 程度に抑えられる。

このほか、フレンチマリーゴールドをナス畝の肩部に播種、あるいは定植（右写真）してもヒメハナカメムシ類の強化は可能だが、以下の 3 点に注意が必要である。



ナス畝の肩部にフレンチマリーゴールドを 1 条播きした様子

●ナスへの殺虫剤の使用が難しい

ナス畝の肩部に植栽したフレンチマリーゴールドには、ナスに散布した農薬がかかってしまう。フレンチマリーゴールドの機能は先述のように、コスモスアザミウマなどの餌昆虫が発生してヒメハナカメムシ類が増殖できること、ナスに非選択性殺虫剤散布を余儀なくされた場合でもヒメハナカメムシ類を温存させておく避難場所になることである。しかし、ナスの肩部にフレンチマリーゴールドを植栽すると、ナスに散布したアザミウマ防除剤の影響でコスモスアザミウマなどの餌昆虫が死滅したり、非選択性殺虫剤の散布でヒメハナカメムシ類が死滅する可能性が高く、天敵温存植物としての機能が失われてしまう。

●ナスの管理作業の邪魔になる

フレンチマリーゴールドはナスの株元を覆ってしまうので、特に栽培初期の収穫や整枝剪定、下葉かきなどの作業の邪魔になる。

●種苗代がかかる

畝の片側に 1 条播きもしくは 1 条植えとするが、全ての畝に植栽するので種苗代がかなりかかる。

c. 播種後の管理

播種後1ヶ月の間は、畝上の雑草を時折抜き取る。また、好天が長く続き、乾燥する場合には灌水を行う。開花は播種の約1ヶ月後（6月中～下旬）から始まり、降霜（12月頃）まで続く。開花始期には畝上を覆い尽くす。開花の終わった花は適宜摘み取るようにすると、その後の開花が安定するが、開花が終わった花の中にはヒメハナカメムシ類の卵や幼虫が入っている場合があるので、摘んだ花は株元などに残すようにする。

フレンチマリーゴールドは、元々は春・秋向けの花壇苗であり、四国や九州地域では夏場に開花が減少する。本県でも、夏場に高温・乾燥が続く場合は、適宜灌水するなどの対策が必要である。草丈はおおむね50cm以下で、コンパクトに収まるので支柱などは不要だが、ある程度大きくなると強風によって茎が折れて倒伏する場合もある。このような場合も折れた部位からすぐに新しい茎が伸びて着蕾するので、特別な管理は不要である。

d. フレンチマリーゴールドの害虫対策

マリーゴールドはナメクジの加害を受けやすいとされる。しかし、これまでの調査では、露地ナスほ場に播種したフレンチマリーゴールドにおいて、ナメクジによる加害は発生していない。一方、ナメクジの発生に好適な環境になると、被害が発生する可能性もあるので、棲息場所となる稲わらなどの未熟有機物を株元に置かないようにする。夏期にカンザワハダニが発生する場合があるが、この発生源はナスと考えられ、ナスの防除を行っていれば特に問題はない。また、ナスでオオタバコガ、ハスモンヨトウが発生すると、フレンチマリーゴールドにも移動して食害する場合があるが、フレンチマリーゴールドからナスへの移動はほとんどないので、基本的には防除は不要である。

万一、フレンチマリーゴールドが発生源と思われるこれら害虫の発生がナスで見られた場合は、カンザワハダニであればダニサラバフロアブルが、オオタバコガであればフェニックス顆粒水和剤とアクセルフロアブルが、いずれもナスと花き類の両方に登録がある選択性殺虫剤なので、これらを双方に散布する。

e. 経済性

フレンチマリーゴールド種子の価格は、小売店によって異なるが、2000粒入りの小袋で1,500円程度である。長さ40×間口25m＝10aのほ場で、両側面2畝に植栽した場合（計80m）の種子代は、畝長m当たり50粒播種で3,000円、100粒播種で6,000円、200粒播種で12,000円となる。播種密度が低いほど種子代は安いですが、初期の雑草管理の手間が大きくなる。あらかじめ育苗してから定植するのであれば、播種栽培に比べて種子代はおおむね1/10程度となる。

(4) 減農薬によって増加する害虫とその対策

選択性殺虫剤中心の減農薬害虫防除体系では、土着天敵だけでは防除が困難なチャノホコリダニ、ニジュウヤホシテントウ、害虫カメムシの被害が増加する場合がある。

①チャノホコリダニ

チャノホコリダニは非常に微小なので、肉眼やルーペでの確認は困難である。正確な診断を行う場合は、加害部を実体顕微鏡で観察し、卵を探す。チャノホコリダニの卵（右写真）は、表面にハチの巣状の規則正しい点が並ぶ模様を持つのが特徴である。また、薬剤防除等で死亡した成幼虫は2日程度で干からびて判別できなくなるが、卵の模様は植物表面上に残るので、見つけやすい。



チャノホコリダニの卵

チャノホコリダニの主な被害は、新葉の萎縮や生育不良、果実の傷である。発生は7月頃より始まる。最初の症状は、新葉の葉裏が光沢を帯びた薄い褐色になる（右写真）。この後、側芽の伸長が悪くなり、密度増加に伴って、新葉萎縮と新梢の傷が目立つようになる。晩夏以降には果実へタ部のコルク化（下右写真）や、アザミウマ被害に類似した果面の傷が増加する。



チャノホコリダニの加害による葉裏の褐変

果実被害が発生してからの防除では手遅れなので、新葉での症状の発生の有無に注目し、初期防除を徹底する。カブリダニ類やヒメハナカメムシ類による捕食も確認されているが、土着天敵のみによる制御は、通常は困難である。ヒメハナカメムシ類に影響の小さいスターマイトフロアブル、カネマイトフロアブル、アブロードエースフロアブルなどがチャノホコリダニに対して登録されているので（表1）、発生初期にこれらで防除を行う。また、ハダニ類に登録のある殺ダニ剤のうち、マイトコーネフロアブルとダニサラバフロアブルはチャノホコリダニに対する殺虫活性がないので注意する。



チャノホコリダニによる果実被害

チャノホコリダニは肉眼やルーペでは見えないため、気付かない内に増殖し、服の袖口などに付いて広げてしまうこともある。そのため、整枝剪定などの対面作業の際に新葉の症状を観察し、早めに発生の兆候を掴むことが重要である。また、イチゴやキュウリなど、チャノホコリダニが加害する他の作物を栽培している場合は、そちらに移さないように注意する。

②ニジュウヤホシテントウ（テントウムシダマシ）

6月下旬～7月上旬頃に、ほ場外からの飛来によって発生し、防除を怠った場合には発生が長期化する。ニジュウヤホシテントウは、成虫と幼虫がナスの葉や果実を食害する（下写真）。葉や果実に横縞模様の入った特徴的な食害痕を残す。成虫の飛来、産卵盛期が防除適期だが、基本的に殺虫剤に弱いので、葉に食害が発生してから防除でも効果は高い。



ニジュウヤホシテントウの被害（左：成虫、中：幼虫と葉の食害痕、右：果実の食害痕）

ニジュウヤホシテントウに登録のある選択性殺虫剤（表1）では、アクセルフロアブルがヒメハナカメムシ類への影響が小さい。トルネードエースDFはヒメハナカメムシ類に7日後以降に遅効的な影響がある（図10）。

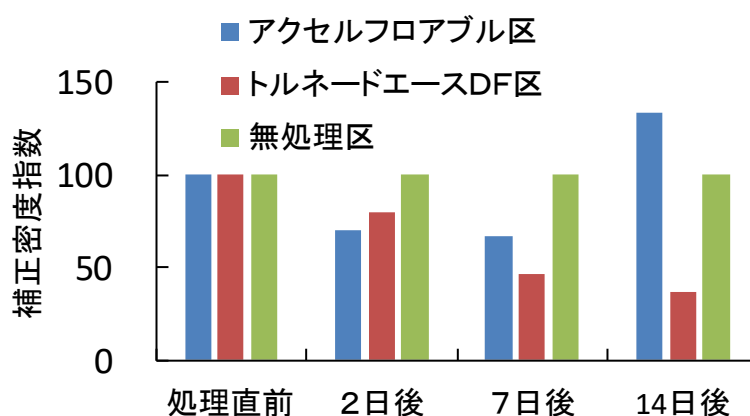


図10. ニジュウヤホシテントウ防除薬剤のヒメハナカメムシ類に対する影響
データは各区の処理直前の値と無処理区の値を100とした場の各処理区のヒメハナカメムシ密度を表す。データが大きいほど影響が小さい。

③カスミカメムシ類

近畿・中国・四国地域では、露地ナスの減農薬栽培で最も問題になる害虫であり、最近では関東地域でも減農薬の露地ナスで増加傾向にあると言われている。露地ナスでの主な発生時期は7月～8月であるが、5月頃から被害が見られる場合もある。新芽部への吸汁によって新葉が奇形化する（右写真）ほか、被害が激しい場合は新芽や新芽直下の蕾の枯死を引き起こす。そのため、多発ほ場では大きな減収につながる。被害はほ場外から飛来した成虫による部分的な加害に始まり、その後、次世代幼虫が発生し始めると、ほ場全面に被害が拡大する。成虫の体長は5mm程度であり、体色が緑色（上右写真）でナスと見分けにくい上に、移動が早くわずかな衝撃でも逃亡するため、株上で見つけるのは困難である。



カスミカメムシ類の成虫と
新芽加害による新葉の奇形

有機リン系、合成ピレスロイド系、ネオニコチノイド系などの非選択性殺虫剤が多用される慣行防除ほ場では、これらの散布によって同時防除されていると考えられる。しかし、ヒメハナカメムシ類の保護を目的として非選択性殺虫剤の散布を控えると、被害が増加する（図11）。

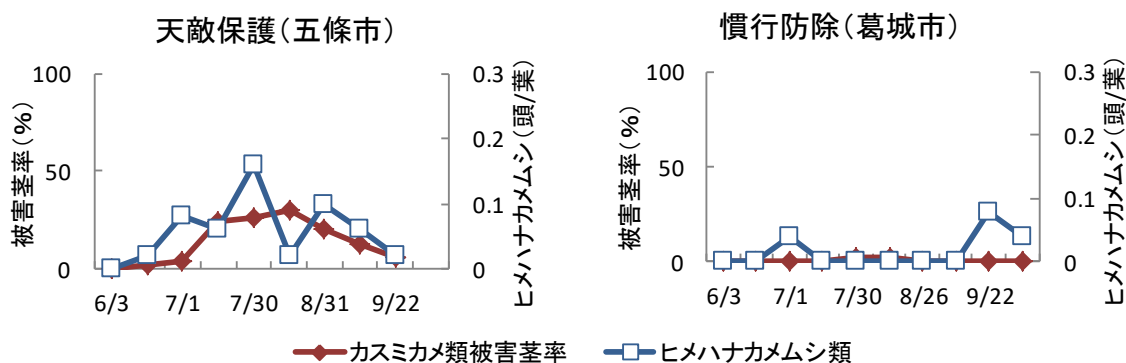


図 11. 殺虫剤管理がカスミカメムシ類被害とヒメハナカメムシ類発生に及ぼす影響（2010 年）

天敵保護ほ場：非選択性殺虫剤散布 1 回、慣行防除ほ場：非選択性殺虫剤散布 13 回

ナスのカスミカメムシ類に登録のあるコルト顆粒水和剤はヒメハナカメムシ類に対する影響が比較的小さく、散布 3 日後には密度が半減するが、2 週間程度で回復する（図 12）。短期間での連続散布を控えると、ミナミキイロアザミウマの増加にはほとんど影響しない。

しかし、カスミカメムシ類に対する残効も短いので（図 13）、カスミカメ類が少発生の際の防除薬剤として使用する。

また、コルト顆粒水和剤はニジュウヤホシテントウに対する防除効果も認められる。カスミカメムシ類とニジュウヤホシテントウの発生時期は近接しており、カスミカメムシ類による被害発生時にコルト顆粒水和剤を使用する場合、ニジュウヤホシテントウが発生していても別途防除する必要はない。

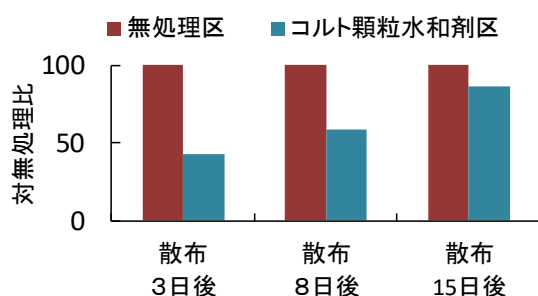


図 12. コルト顆粒水和剤のヒメハナカメムシ類に対する影響（2012 年）
データは無処理を 100 とした場合の幼虫密度

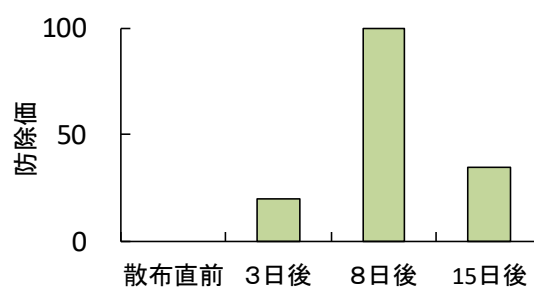
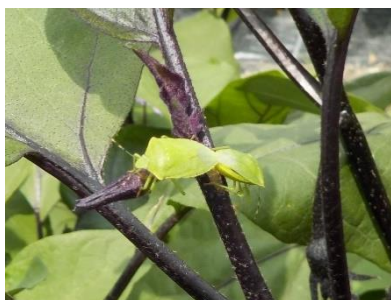


図 13. コルト顆粒水和剤のカスミカメムシ類の防除効果（2012 年）
データは被害芽の増加量の防除価
数値が大きいほど効果が高い

カスミカメ類による被害が大きい場合や、アオクサカメムシ等の大型カメムシによる被害が発生した場合は、次項に解説するようにアルバリシン（スタークル）顆粒水溶剤を散布する。

④アオクサカメムシとミナミアオカメムシ

アオクサカメムシ（下左写真）はダイズ・エダマメの莢を加害するカメムシとして知られているが、ナスやトマトなどの果実も加害する。また、本種と近縁のミナミアオカメムシは南方由来のカメムシであり、近年の温暖化の影響で分布が北上していると言われ、奈良県では 2017 年にナスでの発生を初確認した。両種ともに体の全面が明るい緑色で形態が類似しており判別が難しい（下右写真）が、防除薬剤等の対策は同じなので、特段の区別は必要ない。



アオクサカメムシの成虫



左：アオクサカメムシ（腹部背板が黒色）
右：ミナミアオカメムシ（腹部背板が緑色）

露地ナスでは、ほ場外からの飛来が7月頃から始まるが、発生量には地域差がある。ナスでの被害は、口針で果実を突き刺して吸汁痕を残すため、収穫物の品質低下に直結する。また、ナス上で交尾・産卵して繁殖できるので、飛来した成虫を放置すると、ほどなく幼虫が多発して被害が拡大する。ヒメハナカメムシ類に対する影響が大きい非選択性殺虫剤でしか防除できない。

発生時には、カメムシ類に対する登録のあるアルバリン（スタークル）顆粒水溶剤を散布する。本剤は先述のようにヒメハナカメムシ類に対する影響が大きいですが、散布後2週間程度でヒメハナカメムシ類が戻り始める。そのため、7月中旬までの使用であれば、8月にヒメハナカメムシ類がほ場に戻ってくるが、7月下旬以降に使用すると戻ってこないなので、防除が遅れないように注意する。また、ミナミキイロアザミウマ常発地では、本剤の使用でヒメハナカメムシ類がいない間にミナミキイロアザミウマが増加する可能性が高いので、本剤の散布と同時期にファインセーブフロアブル、またはアフーム乳剤を散布して予防する。両剤共にヒメハナカメムシ類への影響期間は2週間程度である。

おわりに

このマニュアルは、平成21～23年度に実施した、「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業『西南暖地の果菜類における農業に有用な生物多様性の管理技術の確立（中核機関：宮崎大学）』」および平成24～27年度に実施した「農林水産省委託プロジェクト研究『気候変動に対応した循環型食料生産等の確立のための技術開発』F系『土着天敵を有効活用した害虫防除システムの開発（中核機関：独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構）』」において得られた知見をベースに、その後奈良県で実施した新しい研究成果を加えて作成したものである。先の共同研究事業をとりまとめ頂いた中核機関、ならびにお世話になった共同研究機関に深甚の謝意を表す。