

化学合成殺虫剤を半減する  
新たなトマト地上部病虫害防除体系マニュアル  
— 個別技術集 —





# 目次

はじめに	1
第 1 章 タバコカスミカメ	2
第 2 章 天敵温存植物	9
第 3 章 紫色 LED 天敵誘引装置、天敵捕集装置	16
第 4 章 新規赤色防虫ネット	24
第 5 章 エッジ色彩粘着板	29
第 6 章 アセチル化グリセリド	33
研究実施担当者	39

## はじめに

これまでの化学合成農薬に過度に依存した病虫害防除体系は、各種抵抗性系統の出現によって十分な防除効果が得られなくなっている。我が国の果菜類で最も生産量が多く、かつ今後の需要拡大が見込まれるトマト生産においても同様である。特に、コナジラミ類やアザミウマ類が媒介する虫媒性植物ウイルス病害の発生や二次感染を減少させるために、これまで化学合成農薬散布を繰り返してきた。日本植物防疫協会（2008）がまとめた、化学合成農薬を全く用いない場合のトマトにおける減収率は36%であり、これは、トマトの市場価格に換算するとおよそ1,500億円の減収を化学農薬の頻繁な散布で補っていることを意味する。しかし、従来の殺虫剤のような化学合成農薬の連続散布による害虫の抵抗性発達を回避したり、環境負荷低減や生産者の軽労化のためには、これまでの化学合成農薬使用量を削減していくことが求められる。とくに規模拡大が求められる施設栽培にあたっては、受粉昆虫の利用や、雇用者が作業中などの理由により、農薬散布が行えず適期防除ができない結果として病虫害の蔓延が危惧される。そこで、いまいちど総合的病虫害・雑草管理（IPM：Integrated Pest Management）の考え方に立ち戻って防除体系を再構築していくことが、今後の我が国の施設栽培において重要と考えた。IPMとは、病虫害の発生状況に応じて、天敵（生物的防除）や粘着板（物理的防除）等の防除方法を適切に組み合わせ、環境への負荷を低減しつつ、病虫害の発生を抑制する防除技術である。

私たちは、トマト地上部の病虫害防除体系において、最大の病害であるトマト黄化葉巻病やトマト黄化病、そしてそれを媒介するコナジラミ類を防除対象の中心と考え、新たな生物的・物理的・化学的防除資材を開発し、慣行防除と同様の防除効果を得られる体系を構築した。

本体系では、有望天敵であるタバコカスミカメを中心に防除体系を組み立てた。本種の定着・促進には、天敵温存植物の併用が有効であり、この適切な利用法も合わせて開発した。天敵の行動を制御するために、新たに開発する紫色LED天敵誘引装置の適切な使用方法も合わせて開発した。害虫のトマトへの定位やウイルス病感染株率を下げるために、安全性の高い新規化学農薬としてコナジラミ類忌避剤であるアセチル化グリセリド（AG）の利用法と、飛翔分散するコナジラミ類の効率的誘引捕殺のためにエッジ色彩粘着板の利用法を開発した。また、害虫類の施設内への侵入抑制のためには、新規赤色防虫ネットの開発を行った。

これらの技術を地域に発生する病虫害相に応じて組合せ、生産者圃場を含む全国7地域において実証試験を行い、体系の有効性を検証した。各地域における防除体系・事例については、本事例集と同時に発行する各地域の防除マニュアルに譲るが、地域オーダーメイドの環境保全型トマト地上部病虫害防除体系が確立可能である。これによって、栽培・収穫に集中できるトマト生産に寄与できれば幸いである。

農研機構 中央農業研究センター 日本 典秀  
(執筆者を代表して)

## 第1章 タバコカスミカメ

(日本 典秀・田淵 研・中野 亮平・齊藤 千温)

はじめに

タバコカスミカメ *Nesidiocoris tenuis* (Reuter) (図 1-1) はカメムシ目カスミカメ科の体長約 3~3.5mm 程度の捕食性昆虫であり、コナジラミ類やアザミウマ類を始めとする様々な害虫を捕食できる。天敵としては、これまで用いられてきたものと比較して大型で捕食能力が高いため、害虫制御能力に優れていると期待される。ヨーロッパではすでにトマト栽培において、本種を用いたコナジラミ類やトマトキバガの防除が実施されており、効果をあげている。また特筆すべきは、本種が特定の植物種のみを餌としても成育できることである。このため、従来のバンカー法では「代替餌」と「バンカー植物」のセットを必要としてきたのに対し、タバコカスミカメを利用する場合は「代替餌=バンカー植物」の一つのみで天敵を維持できる可能性があり、バンカーの維持管理が容易になると期待されている。本章では、本種について紹介するとともに、本種によるトマトのコナジラミ類防除について述べる。



図 1-1 タバコカスミカメ成虫(左)、幼虫(右)

タバコカスミカメについて

タバコカスミカメは、地中海地域では土着個体群が、コナジラミ類などの微小害虫の制御に効いているとされている (Urbaneja et al., 2005)。チョウ目昆虫の卵や幼虫も捕食し、欧州における侵入害虫であるトマトキバガの防除にも用いられている (Urbaneja et al., 2009)。わが国においても、コナジラミ類、アブラムシ類およびアザミウマ類に対する捕食行動が報告されている (梶田, 1978; 古家・横山, 2001)。

モロッコ系統のタバコカスミカメは非休眠性で発育零点は 12.9°C で、4.0°C から 43.5°C が活動範囲と考えられた (Hughes et al., 2009, 2010)。スペイン系統では卵期間、幼虫期間の発育零点はそれぞれ 10.3°C、11.7°C (Sanchez et al., 2009) であった。一方、わが国の茨城系統では、卵期間の発育零点は 11.0°C と欧州の系統と同等であったものの、幼虫期間では 15.9°C であり、欧州系統より発育により高い温度が必要なことが示唆された (Yano et al., 2014)。生態的な差は見られるが、ミトコンドリア DNA の COI 領域の塩基配列による比較では、欧州の系統と我が国の系統では大きな差異は見つかっていない (日本, 2015)。

高知系統の捕食能力については、ミナミキイロアザミウマ 2 齢幼虫を餌とした場合の 1 日

### 「バンカー法」とは？

作物に無害な代替餌で天敵を施設内で維持し、長期継続的に天敵を機能させるシステム。

あたり推定最大捕食量は、雌成虫で 165.0 頭、雄成虫で 124.8 頭である (中石, 2013)。タバコナジラミ 4 齢幼虫を餌とした場合は、それぞれ、56.0 頭、40.9 頭である (中石, 2013)。

植物食についても室内実験で調査されている。スペイン系統はトマト、ナス、ピーマン葉のみで飼育すると、成虫まで発育を完了できないが、スジコナマダラメイガ卵も与えると発育を完了した (Urbaneja et al., 2005)。わが国の系統については、植物のみを餌とした場合、キュウリ、ナス、トマト、ピーマンでも成虫まで発育でき、わずかながら産卵したが、産卵数も多くバンカー植物として利用可能と考えられたのはゴマのみであった (中石ら, 2011)。キュウリを餌とした場合、産卵数および生存期間に与える品種間の影響は小さいと考えられた (中石・下元, 2015)。バーベナ‘タピアン’ (以下バーベナ) とスカエボラでタバコカスミカメのバンカー植物として利用できることが、圃場試験で明らかになっている (安部ら, 2015; 中野ら, 2016)。

### トマト栽培施設へのタバコカスミカメ放飼

タバコカスミカメは植物食も行うが、トマトだけでは世代を全うできない (Urbaneja et al., 2005; 中石ら, 2011) ことから、施設内には天敵温存植物 (第 2 章参照) を同時に植栽する。タバコカスミカメ放飼場所としては、温存植物とトマト上のいずれでも構わない。実際、温存植物バーベナとトマト株を比較すると、いずれに放飼してもオンシツコナジラミの個体数抑制には影響がない (図 1-2)。発生消長は変わらず、放飼後約 30~40 日後にバーベナでタバコカスミカメ個体数が増加し、(2) その約 2 週間後からトマト株上で個体数が増加した。ただし、バーベナ上に本種を放飼し、トマト上での発生消長を追ったところ、バーベナ近傍のトマト上に比べて、バーベナから遠いトマト上では発生が遅れた (日本ら, 2018)。このことから、大規模な施設においては、天敵の分散促進のために紫色 LED 天敵誘引装置 (第 3 章) の併用を勧めたい。タバコカスミカメは、本種が定着しているトマトの匂いに誘引される (Lins et al. (2014)) ことから、いったんトマト上で観察されるようになってきたら、その後の定着は問題ないと考えられる。

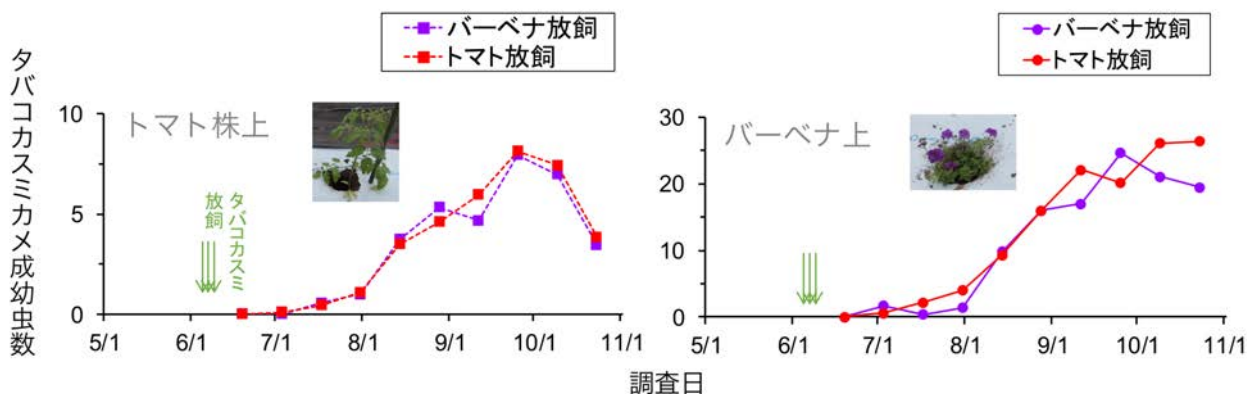


図 1-2 トマトおよびバーベナにタバコカスミカメを放飼した場合の、トマト上およびバーベナ上でのタバコカスミカメ個体数の推移。

温存植物を用いることでタバコカスミカメを施設内で安定的に供給できる。図 1-3 は、盛岡市内の実験圃場における防除試験結果を示す。定植直後にタバコカスミカメを放飼してお



くことで、コナジラミ類が黄色粘着板上に多数捕獲される（＝侵入が激しくなる）ようになって、株上のコナジラミ類はごく僅かに抑えることが可能であった。捕食量の多いタバコカスミカメでも増殖力はコナジラミ類に及ばないため、コナジラミ類の個体数が増加する前に本種を定着させることが肝要である。

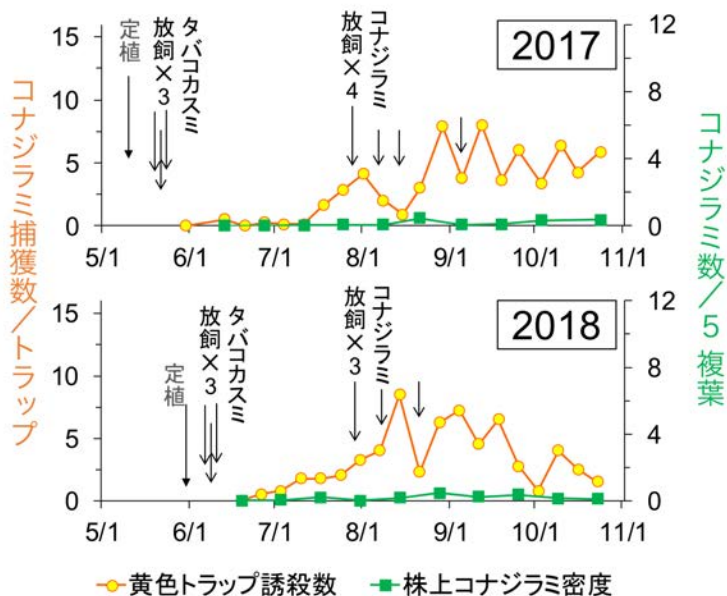


図 1-3 盛岡市内実験圃場におけるコナジラミ類の発生推移。バーベナも植栽。黄色トラップ捕獲数はITシート2枚（2017年）もしくはNew虫バンバン4枚（2018年）の合計値。葉上コナジラミ数は、上位5複葉上の成虫数。期間を通じて葉上でコナジラミ類幼虫はわずかししか観察されなかった。

### 注意点

タバコカスミカメがトマト上で非常に増加し、かつ餌害虫を食べつくすと、トマトの生長点付近の茎や新葉を食害することがある。特に茎では褐色リング状の食痕が形成され、誘引作業中に折れやすくなる可能性がある（Arnó et al., 2010）。さらにタバコカスミカメがトマト上で極端に多くなった場合、果実を加害する可能性も報告されている（Sánchez and Lacasa, 2008）。ただし、収量減は、タバコカスミカメ密度が葉あたり0.65頭以上、あるいはタバコカスミカメ/コナジラミ類の頭数比率が0.168以上で起こる（Sanchez, 2009）とされている。このような状態は、初期のコナジラミ類防除に失敗して増加を許し、その後にタバコカスミカメ密度が上昇したときに起こる。したがって、コナジラミ類の増加が想定される場合は、早めにタバコカスミカメに影響の少ない薬剤などでの防除を検討すべきである。使用できる薬剤については、次項を参照されたい。

### トマトで使用する殺虫剤・殺菌剤のタバコカスミカメにおける影響表

タバコカスミカメの定着までの間、あるいは、コナジラミ類以外の病害虫に対しては、適切に農薬散布を行う必要がある。しかし、タバコカスミカメに影響のある剤の散布は避けなくてはならない。タバコカスミカメ放飼前であっても、残効の長い剤の使用は避けなくてはならない。以下の表を参考にして、防除体系を組み立てる必要がある。

殺菌剤のタバコカスミカメおよびマルハナバチに対する影響 (2018年12月時点)

薬剤名	有効成分	FRACコード	タバコカスミカメ			マルハナバチ	
			幼虫	成虫	残効(日)	巣	残効(日)
アフエットフロアブル	ベンチオピラド	7	○	◎	-	-	-
アミスター20フロアブル	アゾキシストロピン	11	△	◎	-	◎	1
アミスターオプティフロアブル	アゾキシストロピン・TPN	11, M5	○	○	-	-	-
イオウフロアブル	硫黄	un, M2	○	◎	-	◎	0
イデクリーン水和剤	塩基性塩化銅・硫黄	un, M2, M1	○	◎	-	-	-
園芸ボルドー	塩基性塩化銅・硫黄	M1, un	○	◎	-	-	-
オーソサイド水和剤80	キャプタン	M4	◎	◎	-	◎	0
カスミンボルドー	カスガマイシン・銅	24, M1	◎	◎	-	◎	-
カリグリーン	炭酸水素カリウム	NC	◎	◎	-	◎	0
カンタスドライフロアブル	ボスカリド	7	○	◎	-	-	-
クリーンカップ	水酸化第二銅・バチルス スズチリス	M1, 微生物農薬	◎	○	-	-	-
クリーンサポート	バチルス スズチリス・ポリオキシン	微生物農薬, 19	○	○	-	-	-
サンヨール	ドデシルベンゼンスルホン酸ビスエチレンジアミン銅錯塩(II)	M1	△	△	-	◎	0
ジーファイン水和剤	炭酸水素ナトリウム・無水硫酸銅	NC, M1	○	◎	-	-	-
シグナムWDG	ピラクロストロピン・ボスカリド	11, 7	○	×	-	-	-
ジマンダイゼン水和剤	マンゼブ	M3	◎	◎	-	◎	0
ジャストミート顆粒水和剤	フェンヘキサミド・フルジオキシニル	17, 12	◎	◎	-	◎	0
スコア顆粒水和剤	ジフェノコナゾール	3	○	◎	-	-	-
スミレックス水和剤	プロシミドン	2	◎	◎	-	◎	0
セイビアーフロアブル20	フルジオキシニル	12	○	◎	-	◎	-
ダイアメリットDF	イミノクタジナルベシル酸塩・ポリオキシン	M7, 19	○	○	-	-	-
ダイヤモンド	イミノクタジナルベシル酸塩・フェンヘキサミド	M7, 17	◎	△	-	-	-
ダコニール1000	テトラクロロインソフタロニトリル(TPN)	M5	◎	○	-	◎	0
テーク水和剤	シメコナゾール・マンゼブ	3, M3	○	○	-	-	-
トップジンM水和剤	チオファネートメチル	1	◎	◎	-	◎	0
トリフルミン水和剤	トリフルミゾール	3	◎	○	-	○	1
ハーモメイト水溶剤	炭酸水素ナトリウム	NC	△	△	-	-	-
パンチョTF顆粒水和剤	シフルフェナミド・トリフルミゾール	U6, 3	◎	○	-	-	-
ファンタジスタ顆粒水和剤	ピリベンカルブ	11	◎	◎	-	◎	0
フォリオゴールド	メタラキシルM・TPN	4, M5	◎	◎	-	-	-
ブリザード水和剤	シモキサニル・TPN	27, M5	○	◎	-	-	-
フルピカフロアブル	メバニピリム	9	◎	◎	-	◎	0
プロポーズ顆粒水和剤	ベンチアバリアルブイソプロピル・TPN	40, M5	◎	○	-	-	-
ベルコートフロアブル	イミノクタジナルベシル酸塩	M7	◎	◎	-	◎	0
ベンレート水和剤	ベノミル	1	◎	◎	-	◎	0
モレスタン水和剤	キノキサリン	M10	◎	◎	-	×	3~5
ライメイフロアブル	アミスルプロム	21	◎	◎	-	-	1
ラリー水和剤	ミクロブタニル	3	○	◎	-	◎	-
ランマンフロアブル	シアゾファミド	21	◎	◎	-	-	0
リドミル銅水和剤	銅・メタラキシル	M1, 4	○	◎	-	◎	-
レーバスフロアブル	マンジプロバミド	40	◎	◎	-	-	-
ロブラール水和剤	イプロジオン	2	◎	-	-	◎	0

使用可(◎:影響なし、○:影響小さい)、使用不可(△:影響あり、×:大変強い影響あり)、-:データなし、数字横の↑はその日数以上の影響が残ることを示す。

・タバコカスミカメに対する農薬の影響は、高知県農業技術センター<sup>※1</sup>、岡山県農林水産総合センター農業研究所<sup>※2</sup>、静岡県農林技術研究所<sup>※3</sup>、のデータを一部改変して使用した。マルハナバチに対する農薬の影響は日本生物防除協議会のデータを使用した。

・表中の影響や残効期間は目安であり、散布時の条件(温度、展着剤、天候、紫外線など)により変化するため注意する。また、農薬の使用にあたってはラベルをよく読み、使用基準を遵守する。

※1 「施設キュウリとトマトにおけるIPMのためのタバコカスミカメ利用技術マニュアル(2015年版)」

([http://www.naro.affrc.go.jp/publicity\\_report/publication/pamphlet/tech-pamph/060741.html](http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/060741.html))

※2 「ミナミキイロアザミウマの天敵であるタバコカスミカメへの影響が小さい農薬の選定」([http://www.pref.okayama.jp/uploaded/ife/387741\\_2240428\\_misc.pdf](http://www.pref.okayama.jp/uploaded/ife/387741_2240428_misc.pdf))

※3 未発表データ



殺虫剤・殺ダニ剤（散布剤）のタバコカスミカメおよびマルハナバチに対する影響（2018年12月時点）

薬剤名	有効成分	IRACコード	タバコカスミカメ			マルハナバチ	
			幼虫	成虫	残効(日)	巣	残効(日)
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	気門封鎖剤	△ 1000倍 ○ 2000倍	△ 1000倍 ○ 2000倍	-	-	-
アクタラ顆粒水溶剤	チアメトキサム	4A	-	×	29	×	42
アグリメック乳剤	アバメクチン	6	×	×	-	-	-
アタブロン乳剤	クロルフルアズロン	15	×	◎	-	×	4
アドマイヤー水和剤	イミダクロプリド	4A	-	×	29	×	30↑
アニキ乳剤	レビメクチン	6	×	×	-	-	-
アフーム乳剤	エマメクチン安息香酸塩	6	×	×	-	△	2
アブロードエースフロアブル	フェンピロキシメート・ブロフェジン	21A, 16	×	×	-	-	-
ウララDF	フロニカミド顆粒	29	◎	◎	-	-	-
エコピタ液剤	還元澱粉糖化物	気門封鎖剤	◎	◎	-	-	-
オレート液剤	オレイン酸ナトリウム	Z (HRAC)	○ 100倍 ◎ 200倍	△ 100倍 △ 200倍	-	○	1
カスケード乳剤	フルフェノクスロン	15	×	○	-	△	2
クリアザールフロアブル	スピロメシフェン	23	◎	◎	-	-	-
コテツフロアブル	クロルフェナビル	13	△	△	-	×	9
コルト顆粒水和剤	ピリフルキナゾン	9B	×	×	-	-	-
コロマイト乳剤	ミルベメクチン	6	○ 1500倍	○ 1500倍	-	-	-
サンクリスタル乳剤	脂肪酸グリセリド	気門封鎖剤	○	◎	-	-	0
スタークル/アルバリン顆粒水溶剤	シノテフラン	4A	-	×	-	-	-
スピノエース顆粒水和剤	スピノサド	5	△	△	7	×	3~7
ダニトロンフロアブル	フェンピロキシメート	21A	○	○	-	○	1
チェス顆粒水和剤	ピメトロジン	9B	△	△	-	◎	-
ディアナSC	スピネトラム	5	×	×	-	-	-
デュアルサイド水和剤	プロピレングリコールモノ脂肪酸エステル・ポリオキシシン	気門封鎖剤, FRAC19	◎	◎	-	-	-
トリガード液剤	シロマジン	17	○	◎	-	○	1
粘着くん液剤	デンブン	気門封鎖剤	△	◎	-	◎	-
ノーモルト乳剤	テフルベンズロン	15	△	◎	-	○	1
バリアード顆粒水和剤	チアクロプリド	4A	-	×	-	-	-
ファインセーブフロアブル	フロメトキン	20	◎	◎	1	◎	-
ファルコンフロアブル	メトキシフェノジド	18	○	◎	-	-	-
フェニックス顆粒水和剤	フルベンジアミド	28	◎	◎	-	-	1
ブレオフロアブル	ピリダリル	un	◎	◎	-	-	-
ブレバソフフロアブル5	クロラントラニプロール	28	○	◎	-	○	1
ベストガード水溶剤	ニテンピラム	4A	-	×	-	×	10↑
ベネピアOD	シアントラニプロール	28	◎	◎	-	○	1
ボタニガードES	ボーベリア・バシアーナ	微生物殺虫剤	×	×	-	-	-
ボタニガード水和剤	ボーベリア・バシアーナ	微生物殺虫剤	△	×	-	-	-
マイコタール	パーティシリウム・レカニ	微生物殺虫剤	◎	○	-	◎	-
マイトコーネフロアブル	ピフェナゼート	20D	◎	◎	-	-	-
マッチ乳剤	ルフェヌロン	15	×	◎	-	◎	-
マトリックフロアブル	クロマフェノジドフロアブル	18	△	◎	-	-	-
モスピラン水溶剤	アセタミプリド	4A	-	×	-	○	1
モベントフロアブル	スピロテトラマト	23	◎	◎	-	-	-

※脚注は次項（育苗・定植時粒剤）を参照のこと

殺虫剤・殺ダニ剤（育苗・定植時粒剤）のタバコカスミカメおよびマルハナバチに対する影響（2018年12月時点）

薬剤名	有効成分	IRACコード	タバコカスミカメ			マルハナバチ	
			幼虫	成虫	残効(日)	巣	残効(日)
スタークル/アルバリン粒剤	ジノテフラン	4A	×	×	夏季35↑ 冬季40~50↑	-	-
ダントツ粒剤	クロチアニジン	4A	×	×	夏季35↑ 冬季40~50↑	-	-
ネマトリンエース粒剤	ホスチアゼート	1B	○	○	-	○	-
ベストガード粒剤	ニテンピラム	4A	×	×	夏季35↑ 冬季40~50↑	×	30↑
モスピラン粒剤	アセタミプリド	4A	×	×	夏季35↑ 冬季40~50↑	-	1

使用可（○：影響なし、○：影響小さい）、使用不可（△：影響あり、×：大変強い影響あり）、-：データなし、数字横の↑はその日数以上の影響が残ることを示す。

・タバコカスミカメに対する農薬の影響は、高知県農業技術センター<sup>※1</sup>、岡山県農林水産総合センター農業研究所<sup>※2</sup>、静岡県農林技術研究所<sup>※3</sup>、メーカーの作成する農業技術資料<sup>※4</sup>のデータを一部改変して使用した。マルハナバチに対する農薬の影響は日本生物防除協議会およびメーカーの作成する農業技術資料<sup>※4</sup>のデータを使用した。

・表中の影響や残効期間は目安であり、散布時の条件（温度、展着剤、天候、紫外線など）により変化するため注意する。また、農薬の使用にあたってはラベルをよく読み、使用基準を遵守する。

※1 「施設キュウリとトマトにおけるIPMのためのタバコカスミカメ利用技術マニュアル（2015年版）」  
（[http://www.naro.affrc.go.jp/publicity\\_report/publication/pamphlet/tech-pamph/060741.html](http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/060741.html)）

※2 「ミナミキイロアザミウマの天敵であるタバコカスミカメへの影響が小さい農薬の選定」（[http://www.pref.okayama.jp/uploaded/ife/387741\\_2240428\\_misc.pdf](http://www.pref.okayama.jp/uploaded/ife/387741_2240428_misc.pdf)）

※3 土井ら（2016）関東病虫研報63：56-59.のほか、未発表データ

※4 ファインセーブ普及会、IRACコードは竹内ら（2018）による。

## 参考文献

- 安部 順一郎, 綱島 健司, 飛川 光治 (2015) バンカー植物の選定と管理法. In: 農研機構(編) 施設キュウリとトマトにおける IPM のためのタバコカスミカメ利用技術マニュアル (2015 年版) . pp 23-37.
- Arnó J, Castañé C, Riudavets J and Gabarra R (2010) Risk of damage to tomato crops by the generalist zoophytophagous predator *Nesidiocoris tenuis*(Reuter)(Hemiptera: Miridae). *Bull Entomol Res* 100 (1):105-115.
- 古家 忠, 横山 威 (2001) タバコカスミカメが捕食する害虫類. *九州農業研究* 63 (82).
- 日本 典秀 (2015) DNA マーカー. In: 農研機構(編) 施設キュウリとトマトにおける IPM のためのタバコカスミカメ利用技術マニュアル (2015 年版) . pp 38-39.
- 日本 典秀, 長坂 幸吉, 植原 健人, 中保 一浩 (2018) 土耕栽培におけるバーベナ‘タピアン’に放飼したタバコカスミカメのトマト株上への分散. *関東東山病害虫研究会報* 65 74-77.
- Hughes G, Bale J and Sterk G (2009) Thermal biology and establishment potential in temperate climates of the predatory mirid *Nesidiocoris tenuis*. *BioControl* 54: 785-795.
- Hughes G, Alford L, Sterk G, Bale J (2010) Thermal activity thresholds of the predatory mirid *Nesidiocoris tenuis*: implications for its efficacy as a biological control agent. *BioControl* 55: 493-501.
- 梶田 泰司 (1978) タバコメクラガメのオンシツコナジラミに対する捕食行動. *Rostria* (日本半翅類学会会誌) 29: 235-238.
- Lins J, Jr., van Loon JA, Bueno VP, Lucas-Barbosa D, Dicke M and van Lenteren J (2014) Response of the zoophytophagous predators *Macrolophus pygmaeus* and *Nesidiocoris tenuis* to volatiles of uninfested plants and to plants infested by prey or conspecifics. *BioControl* 59:707-718.
- 長坂 幸吉 (2014) アブラムシ対策用「バンカー法」技術マニュアル 2014 年改訂版(生産者・技術者用)  
[http://www.naro.affrc.go.jp/publicity\\_report/publication/pamphlet/tech-pamph/051982.html](http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/051982.html)
- 中石 一英, 福井 康弘, 荒川 良 (2011) ゴマにおけるタバコカスミカメ *Nesidiocoris tenuis* (Reuter) (カメムシ目: カスミカメムシ科) の繁殖能力. *応動昆* 55: 199-205.
- 中石 一英 (2013) タバコカスミカメ *Nesidiocoris tenuis* (Reuter) およびコモドリチビトビカスミカメ *Campylomma chinense* Schuh の生態と生物的防除資材としての有効性に関する研究. *高知県農業技術センター特別研究報告* 13:1-51.
- 中石 一英, 下元 満喜 (2015) 促成栽培キュウリにおけるタバコカスミカメを利用した総合的害虫管理 (IPM) . In: 農研機構(編) 施設キュウリとトマトにおける IPM のためのタバコカスミカメ利用技術マニュアル (2015 年版) . pp 7-12.

- 中野 亮平,土田 祐大,土井 誠,石川 隆輔,多々良 明夫,天野 喜也,村松 嘉和 (2016) タバコカスミカメ放飼とバンカー植物の併用による施設トマトのタバコナジラミ防除. 関西病虫研報 58 65-72.
- Sanchez JA (2009) Density thresholds for *Nesidiocoris tenuis* (Heteroptera: Miridae) in tomato crops. Biol Control 51:493-498.
- Sánchez JA and Lacasa A (2008) Impact of the Zoophytophagous plant bug *Nesidiocoris tenuis* (Heteroptera: Miridae) on tomato yield. J Econ Entomol 101 (6):1864-1870.
- Sanchez J, Lacasa A, Arnó J, Castane C and Alomar O (2009) Life history parameters for *Nesidiocoris tenuis* (Reuter)(Het., Miridae) under different temperature regimes. J Appl Entomol 133: 125-132.
- Urbaneja A, Tapia G, Stansly P (2005) Influence of host plant and prey availability on developmental time and survivorship of *Nesidiocoris tenuis* (Het.: Miridae). Biocontrol Sci Technol 15: 513-518.
- Urbaneja A, Montón H, Mollá O (2009) Suitability of the tomato borer *Tuta absoluta* as prey for *Macrolophus pygmaeus* and *Nesidiocoris tenuis*. J Appl Entomol 133: 292-296.
- Yano E, Nakauchi M, Watanabe H, Hosaka S, Hayashi Y and Hinomoto N (2014) Reproduction of *Nesidiocoris tenuis* reared on *Ephestia kuehniella* eggs and *Bemisia tabaci* nymphs. IOBC-WPRS Bulletin 102: 241-244.

## 第2章 天敵温存植物

(安部 順一朗・松尾 光弘)

はじめに

天敵温存植物とは、天敵の餌となる花粉や花蜜等を提供することで、天敵の働きを高める（強化する）植物である（大野, 2016）。施設栽培の場合、天敵温存植物を植栽することで、放飼した天敵を強化し、害虫制御効果を向上させることができる。放飼する天敵種によって有効な草種が異なるため、天敵種に合わせて天敵温存植物を選び、より効果的な方法で栽培管理する必要がある。ここでは、タバコカスミカメの強化に有効な天敵温存植物とその活用方法について解説する。

タバコカスミカメの保護・強化に有効な天敵温存植物

タバコカスミカメに有効な天敵温存植物として、クレオメ、ゴマ、バーベナの効果が確認されている（安部, 2016）。ここでは、それぞれの草種の特徴を解説する。

クレオメ

クレオメ (*Cleome hassleriana*) はフウチョウソウ科フウチョウソウ属の植物で、種子がタキイ種苗株式会社や株式会社サカタのタネから「カラーファウンテン」として販売されている。耐暑性が強く、盛暑期に旺盛に生育するが、促成栽培条件下であれば、冬期も生育する。タバコカスミカメが非常に増殖しやすく、とくに成長点付近で多くなる。直立性で生育が進むと草高 2~3m になる。



ゴマ

ゴマ (*Sesamum indicum*) には白ゴマ、黒ゴマ、金ゴマがあるが、いずれもタバコカスミカメが非常によく増殖する。盛暑期に旺盛に生育するが、促成栽培条件下では厳冬期に枯死してしまう。直立性で生育が進むと 1~1.5m になる。



バーベナ

バーベナ (*Verbena*) はクマツヅラ科のクマツヅラ属の総称であり、約 250 種の一年生および多年生がある。これまでにタバコカスミカメの天敵温存植物として効果が確認されているのは、バーベナ属で多年生の『タピアン (*Verbena*×*hybrida* cv. Tapian, バイオレット)』、『花手毬 (*V.*‘Hanatemari’, バイオレット)』、『花手毬一絢 (*V.*‘Hanatemari-aya’, むらさきしきぶ)』の 3 種類である。これらはいずれも花苗としてサントリーフラワーズ株式会社より販売されている。ただし、花苗の販売時期が制限されている（例年 2 月末~5 月末）。クレオメ、ゴマに比べると、タバコカスミカメの増殖はやや劣るが、草高が低く、最大でも 30cm



程度のため、場所を選ばず植栽できるのが特徴である。盛暑期に旺盛に生育するが、促成栽培条件下であれば冬期も生育する。



バーベナ ‘タピアン’  
(バイオレット)

バーベナ ‘花手毬’  
(バイオレット)

バーベナ ‘花手毬〜絢〜’  
(むらさきしきぶ)

本章では、以降、夏秋施設栽培、促成栽培のいずれにも利用できるクレオメ、バーベナについて解説する。

## 天敵温存植物の植栽と栽培管理

### 1) 植栽位置

#### クレオメ

クレオメは生育が進むと草高が非常に高くなるため、トマトの株間に植栽すると、トマトの生育を阻害する恐れがある。そのため、畝の端や畝以外の空きスペースに植栽すると良い。また、タバコカスミカメをハウス全体に分散させるためには、クレオメを一ヶ所にまとめて植栽するのではなく、ハウス内の要所要所に1株ずつ植栽すると効果的である。

#### バーベナ

バーベナは草高が低いため、トマトを栽培する畝上に植栽できる。植栽位置としては、畝の中央、畝の肩、畝の端（以下、畝中央、畝肩、畝端と略）があるが、畝中央に植栽すると、トマトの生育に伴い日陰になり、生育が悪くなるため、タバコカスミカメに対する効果も減少する（図2-1）。畝端は日陰になりにくいいためバーベナが旺盛に生育し、タバコカスミカメもよく増殖する。また、畝端ほどではないが、畝肩でも、タバコカスミカメがよく増殖する。以上から、施設内にバーベナを植栽する際は、日当たりを考えながら、畝端あるいは畝肩等に植栽すると、高い効果を得ることができる。

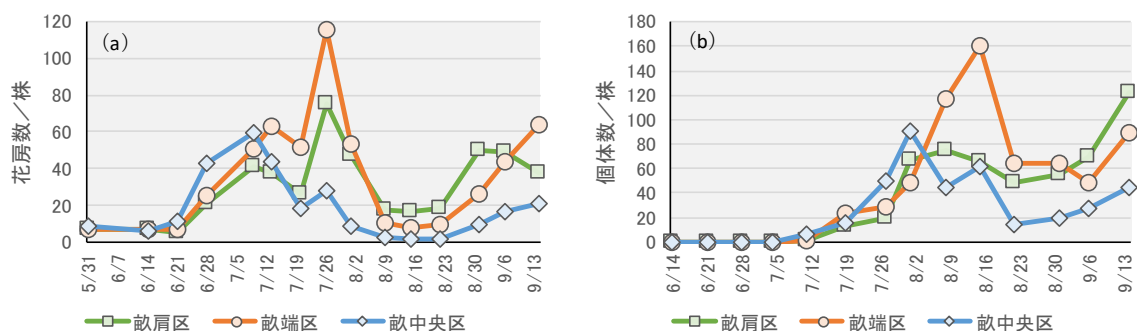


図2-1 バーベナの植栽位置がバーベナの開花数 (a)、タバコカスミカメの増殖 (b) に与える影響



## 2) 栽培管理：

### クレオメ

クレオメの種子（図 2-2）は湿潤ろ紙（あるいはキッチンペーパーでも可）に播種する。発芽環境について、恒温条件下では発芽しにくく、変温条件下で発芽しやすい（図 2-3）。特に 30℃/20℃下で、光条件にかかわらず発芽率が高くなった（図 2-4）。また、どの程度の培養時間が必要かを調べたところ、明条件下かつ 30℃下に 4～5 時間程度置くと高い発芽率が得られる（図 2-5）ことから、通常は 20℃程度の比較的涼しい場所に種子を置いておき、1 日に 1 度は 30℃程度の場所に 4～5 時間程度置くとよい。

発芽した個体は、培養土を満たしたセルトレイなどに移植し、ハウス内などで時々灌水しながら育成する。草丈が 10cm 程度になれば、ハウス内に定植する。

定植後は、株元ができるだけ乾燥しないように適宜灌水する。

花芽は、早いものでは草丈が 15cm 程度になると形成し始める。茎頂部に白～赤紫色の花が下側から徐々に咲きはじめる。主茎から腋芽が分化・伸長し、その茎頂にも花を形成する。腋芽は摘み取っても別の場所から新たな腋芽が発生・伸長するため、横に伸長して通行の障害になる場合は摘み取る。



図 2-2 クレオメ種子



図 2-3 発芽したクレオメ

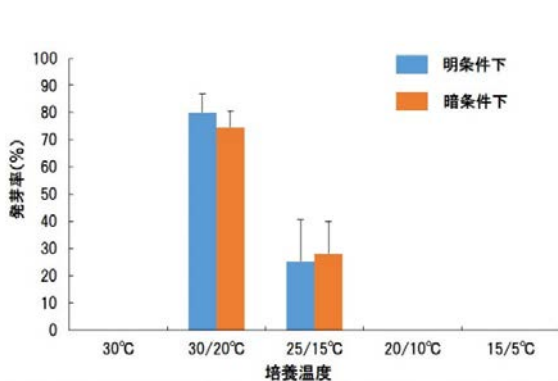


図 2-4 異なる培養温度（8 時間/16 時間処理）および光とクレオメ種子の発芽との関係。図中の縦棒は標準誤差を示す。

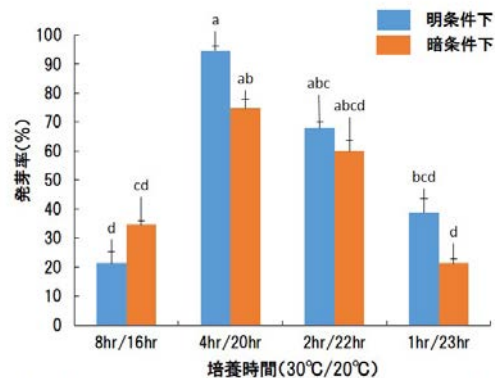


図 2-5 30℃/20℃の培養時間および光とクレオメ種子の発芽の関係。異なるアルファベットは 1% レベルでの有意差あり (Tukey-Kramer 法)

### バーベナ

バーベナの生育は土壤水分に影響しないが、花序数については乾燥下で少なくなる傾向があるため、できるだけ灌水を行うようにする（図 2-6、図 2-7）。ただし、自動灌水装置の近くに定植した場合は、特に必要ない。開花後の花序を摘み取ると、腋芽が新たに発生・伸長するため、花序が増加する。

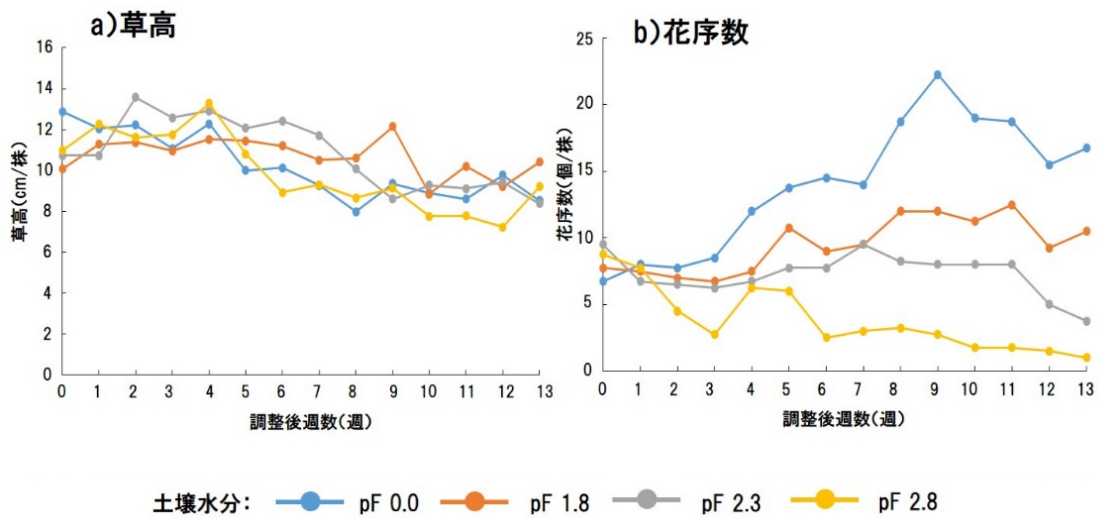


図 2-6 異なる土壤水分下で生育した場合のバーベナの草高および花序数の推移

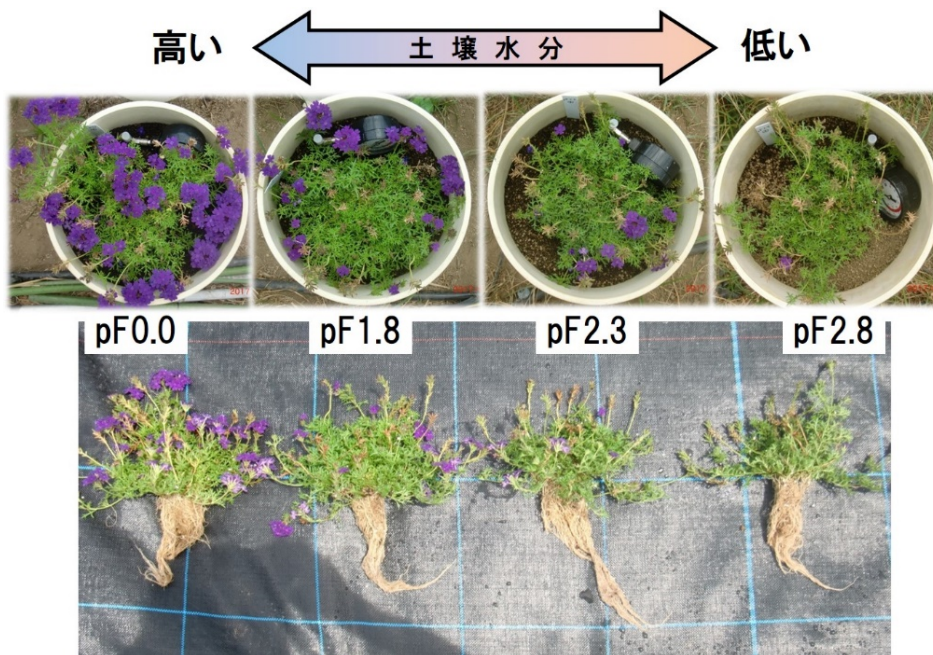


図 2-7 異なる土壤水分下で生育した場合のバーベナの花序数および発根の様子

### 3) 天敵温存植物の増殖方法

#### クレオメ

クレオメは、種子を用いて増やすことが可能であるが、一方では生育個体を用いてさらに増殖することが可能である。

親株から発生・伸長している成長点のある分枝を切り採って挿し穂を得る。約 15cm 程度の長さが良い。切り出した挿し穂を、パーライトやピートモスの培地に挿すだけでも良いが、

水に挿しておくことでも約1週間で発根し始める(図2-8)。いずれにしても、挿し穂の発根には水が重要なので、水を枯らさないことが必要条件である。

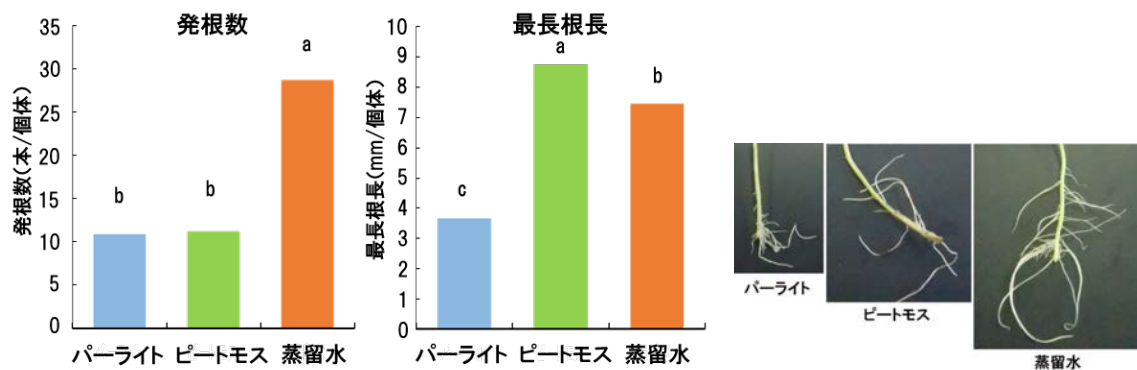


図2-8 異なる培地で生育したクレオメの根の形質(左)および写真(右)。左グラフにおいて、異なるアルファベットは1%レベルで有意差あり(Tukey-Kramer法)

### バーベナ

『タピアン』の増殖方法については、先行のマニュアル(安部ら, 2015; 静岡県農林技術研究所ほか, 2015)に記載があるが、『花手毬』や『花手毬一絢』についても同じ方法で増殖できる。

基本は、花序を含まない挿し穂を使用する。花序を含まない3~4節程度の枝(穂)(長さは7~10cm)を親株から切り採り、土に刺さる部分(1~2節)の葉は除去して水に漬けておく(根は節から発生・伸長する)。挿し床はバーミキュライト、パーライト、鹿沼土を使用し、予めビニールポットやセルトレイに入れておき、灌水しておく。挿し穂を挿し床に挿し、再度灌水する。その後は、日当たりが良い場所におき、培土の表面が乾かないように随時灌水する(図2-9)。

おおよそ1ヶ月程度で発根して活着するので、鉢上げするか適所に定植する。定植前に化成肥料を少量施用しておくこと、初期生育が旺盛になる。



図2-9 バーベナの管理



## 天敵温存植物として利用できるバーベナの品種について

バーベナには、苗で販売されている品種のほか、種子で販売されている品種もある。本章でここまでで紹介したバーベナはいずれも苗で販売されている品種であるが、種子で販売されている品種にも、タバコカスミカメに対する天敵温存植物として効果があることが明らかになりつつある。(図 2-10)。種子販売の品種を天敵温存植物として利用する場合は育苗が必要となるが、購入費は苗販売の品種に比べてずっと安価になる。

種子を用いる場合は、播種してから苗になるまで約 1 ヶ月、花が咲くまでにはさらに 2 ヶ月程度かかるため、それを踏まえて播種を行う時期を決定する。播種は、湿らせたキッチンペーパーなどの上に行い、その後は 25°C 程度の場所に置くと約 1 週間で 5 割程度が発芽する。発芽した株をセルトレイなどで育苗して、ある程度生育した個体を施設内に植栽する。

それぞれの品種とその特性については、表 2-1 に示すとおりである。

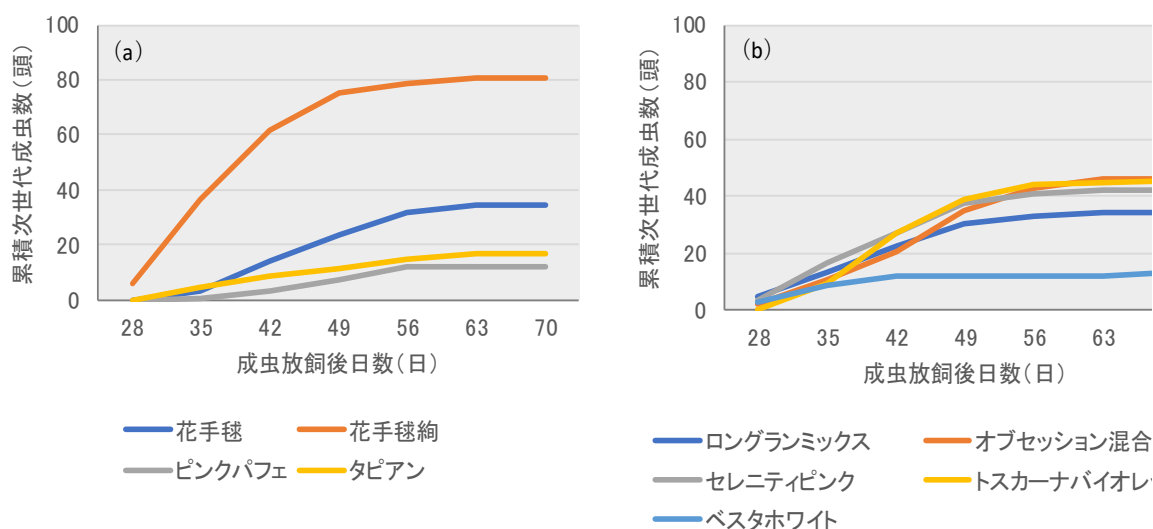


図 2-10 苗販売の品種 (a) および種子販売の品種 (b) 上でのタバコカスミカメの増殖

表 2-1 種子販売品種の特性とタバコカスミカメの増殖適性

品種	草高	定植～開花までの日数	累積次世代成虫数
オプセッション混合 (オプセッション・ブルーウィズアイ)	低	遅(約3ヶ月)	◎
セレニティーピンク	高	早(約1.5ヶ月)	◎
トスカーナバイオレット (トスカーナブルー)	低	早(約1.5ヶ月)	◎
ロングランミックス	高	早(約1.5ヶ月)	○

## 利用上の注意点

本章では、タバコカスミカメに対する天敵温存植物として、クレオメとバーベナを紹介した。いずれの草種もその効果が実証され、生産現場での利用が進みつつあるが、一方で、その問題点も明らかになりつつある。

クレオメ上では大型カメムシ類が増えやすいことが明らかになっている。ハウスの物理的防除が不十分だと、暖かい時期にミナミアオカメムシなどの大型カメムシ類が侵入し、クレオメ上で増殖して作物を加害するため、側窓のネット展張は必須である。大型カメムシ類の数が少ない場合は手で除去すれば問題ないが、増えすぎた場合は、クレオメを根元から引き抜いて処分する必要がある。バーベナ上ではコナジラミやアザミウマといった微小害虫が発生することが確認されている。タバコカスミカメがしっかり定着している状況であれば、これらの害虫が問題になることはないが、何らかの原因でタバコカスミカメの定着が悪くなっていると、増えてしまうことがある。このような場合は、バーベナを引き抜いて処分する必要がある。

## 参考文献

安部 順一郎, 綱島 健司, 飛川 光治 (2015) バンカー植物の選定と管理法. In: 農研機構(編) 施設キュウリとトマトにおける IPM のためのタバコカスミカメ利用技術マニュアル (2015 年版) . pp 23-37.

安部順一郎 (2016) 天敵温存植物 10 草種の特性と利用場面. 天敵活用大辞典 (農山漁村文化協会) : 技術 10-13.

大野和朗 (2016) 天敵の保護・強化法. 天敵活用大事典 (農山漁村文化協会) : 技術 3-9.

静岡県農林技術研究所, 静岡県中遠農林事務所, 農研機構中央農業総合研究センター(2015)タバコカスミカメ利用技術マニュアルー施設トマトー(養液栽培).



### 第3章 紫色LED天敵誘引装置、天敵捕集装置

(霜田 政美・中野 昭雄・上原 拓也)

はじめに

タバコカスミカメは、ゴマやバーベナ、クレオメなどの天敵温存植物と併用することで、圃場で個体密度を増やすことが可能である(第1章、第2章を参照)。天敵温存植物上で増殖したタバコカスミカメが、害虫の発生している作物上へ移動し、害虫を捕食することで、害虫の密度の低下させることができる。しかし、現状では、天敵温存植物を刈り取り作物付近へ吊り下げの方法や、「天敵温存ハウス」と呼ばれる施設内で、増殖した個体を人為的に捕獲・採集した後に、栽培する施設内へ放飼する方法がとられている。

近年、昆虫の移動拡散を制御する方法として、最近、光や色を使った研究が進んでいる(Briscoe & Chittka, 2001; Johansen et al., 2011; Shimoda and Honda, 2013)。これは、昆虫が特定の光や色に対して本能的に示す“光応答反応”を利用するもので、昆虫の行動を制御する技術として有効である。本章では、本種を天敵温存植物から作物へより簡便に移動させる、あるいは本種をより効率的に捕集する方法として、紫色光LEDを搭載した照明装置を使用する方法を紹介する。

タバコカスミカメの波長選好性

一般的に生物は、光に対して誘引(または忌避)行動を示す、走光性という性質を持つ。この性質は、昆虫種によって誘起される波長、すなわち波長選好性が異なる(Shimoda, 2018; 霜田 2018)。タバコカスミカメの波長選好性の決定にあたっては、荻野ら(2015)による6方アリーナを使用した先行研究を参考にした。昆虫の可視光を網羅する波長光(360 nm ~ 660 nm)を同時に提示し、最も誘引される波長を調査した。その結果、性別や交尾経験に関係なく、405 nmの紫色光に最も強く誘引されることが明らかになった(図3-1, Uehara et al., 2019)。

害虫種を含め、昆虫類の走光性は複眼分光感度に依存しており、一般的に複眼分光感度の高い紫外光や緑色光に対して選好性を示すことが多い。このことは、昆虫は“より明るく見える波長(色)”に誘引される傾向があることを示している(藤田・霜田, 2018)。紫色光は、複眼分光感度ピークの谷間に位置し、感度が低いことから紫色を選好する虫はほとんど報告がない。本種で見出された紫色光選好性は、捕食性カメムシのナミヒメハナカメムシ(*Orius sauteri*)、捕食寄生性のブランコヤドリバエ(*Exorista japonica*)に続く3例目の報告である(荻野ら, 2015; Tokushima et al., 2016)。現在までに、天敵以外で紫色光に波長選好性を示す種は報告されていない。したがって、紫色光は、天敵を優先的・選択的に誘引、定着、捕集するために利用できると考えられる。

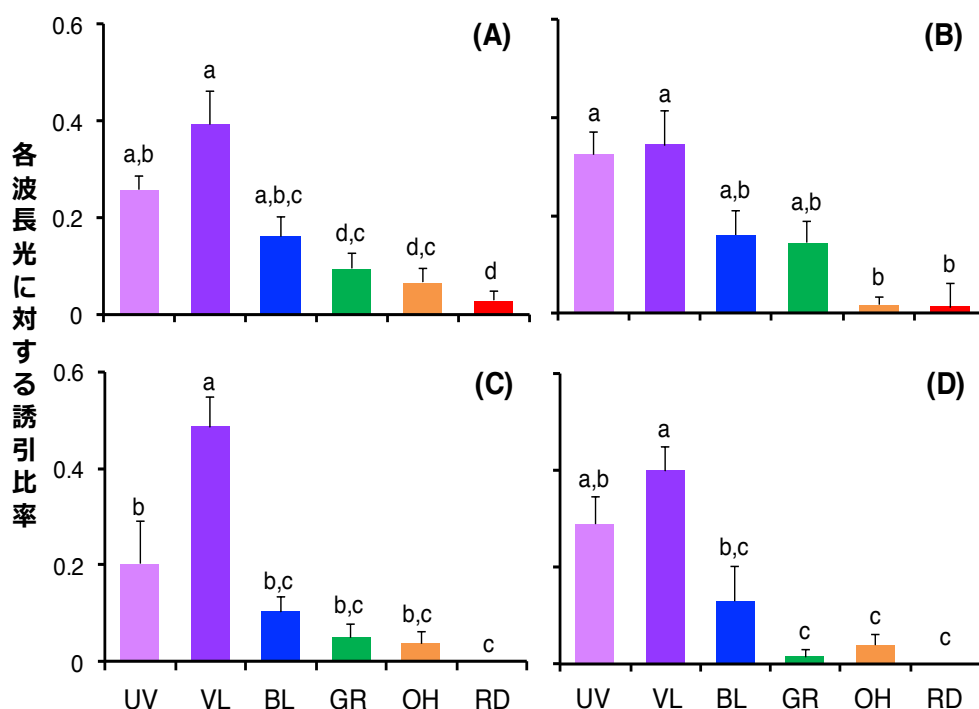


図 3-1 タバコカスミカメの波長選好性 (A) 未交尾オス、(B) 未交尾メス、(C) 交尾オス、(D) 交尾メス。縦軸は選択比率を示す (Uehara et al. 2019 より改変)。異なる文字間に有意差あり (P < 0.05, ANOVA on arc-sine transformed data, followed by Tukey-Kramer HSD test) .

### 紫色 LED を利用したタバコカスミカメ誘引装置

本装置を設置する目的は、天敵温存植物上で増殖したタバコカスミカメを簡便に作物上へ移動させることである。紫色光がタバコカスミカメに対して強い誘引効果を示すことから、ヒメハナカメムシで示された①天敵温存植物からの引きはがし効果、②誘引・定着効果が期待できる (Ogino et al., 2016; 荻野ら 2016)。タバコカスミカメは天敵温存植物に強い選好性と定着性を示すが、紫色光を提示することで温存植物上のタバコカスミカメを移動させる (引きはがす) ことができる。また、タバコカスミカメは植食性の性質ももつため、トマトなどの作物上でも成育が可能である。このことから紫色光で誘引されたタバコカスミカメに作物上で産卵・増殖させる効果が期待できる。

これまでに開発された誘引光源には、持ち運びが自由にできるポータブル型光源と高い光量が得られる常設型光源がある (図 3-2, 荻野ら, 2018)。それぞれに特徴があるため、栽培施設の規模、天敵温存植物や作物の配置、AC 電源敷設などの状況に応じて、ポータブル型と常設型を選択する。これらの装置の設置にあたっては、トマトの草高や天敵温存植物の配置、装置のための電源の配置等を考慮し、最適なレイアウトを考えねばならない。本節では、農研機構および徳島県立農林水産総合技術支援センターで行なったトマト栽培ハウスにおける利用例と留意点を概説する。

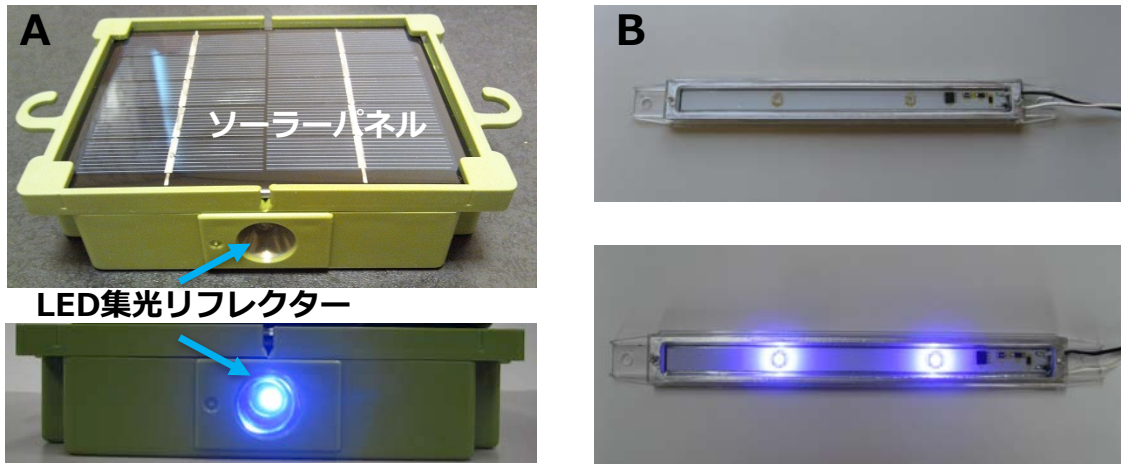


図 3-2 紫色 LED 天敵誘引光源。(A) ポータブル型光源：昼間はソーラー発電により蓄電し、日没後に点灯する。圃場配置や生育状況に応じて、設置場所を簡単に移動できる。(B) 常設型光源：AC100V で発光し、大光量が得られるため、大きい栽培施設での利用に適している。

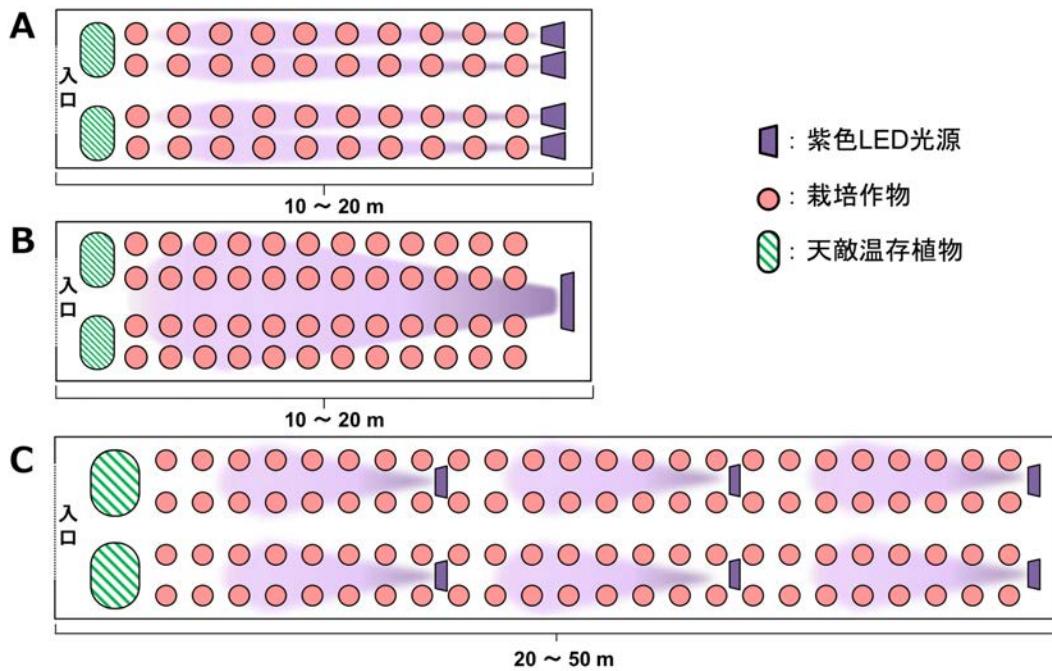


図 3-3 トンネルハウスでの紫色 LED 天敵誘引光源の配置（平面図）  
 (A) ポータブル型光源を配置した例：入口に天敵温存植物、最奥部に光源を設置。(B) 常設型光源を設置した例：入口に天敵温存植物、最奥部に光源を設置。(C) 最長 50m 程度のトンネルハウスに設置した例：ポータブル型光源、常設型光源のいずれかを 10~20m 間隔で設置。

## 1) 紫色 LED の利用方法

紫色 LED 光源装置の天敵誘引効果については、トンネルハウスによるトマト栽培施設にて検証を行った。ポータブル型光源に関しては、ハウス（奥行き 10 m、幅 5.4 m、高さ 3.15 m）にトマトをハウス 1 棟あたり 10 株×4 条定植した。ハウスの入り口に天敵温存植物（ゴ

マ、クレオメ、バーベナ、スカエボラ) を混植し、ハウスの最深部に誘引装置を 1.6 m の高さで設置した (図 3-3A)。誘引装置として (株) シグレイ社製 LED 光源 (ピーク波長: 405 nm) (図 3-2A) を用いた。LED 照射開始後のトマト茎頂部のタバコカスミカメの頭数を調査し、天敵温存植物からトマト上への本種の移動を調査した。また、常設型光源に関しては、トンネルハウス (奥行 20 m, 幅 6 m, 高さ 4.8 m) にトマトをハウス 1 棟あたり 24 株×4 条定植した。ハウスの入り口に天敵温存植物 (ゴマとバーベナ) を定植し、ハウスの最深部に誘引装置を 1.8 m の高さで設置した (図 3-3B)。誘引装置として (株) ネイブル社製 LED 光源 (ピーク波長: 405 nm) (図 3-2B) を用いた。LED 照射開始後のトマトの上位 5 複葉で観察されるタバコカスミカメの頭数を計数した。

## 2) 紫色 LED の天敵誘引効果

ポータブル型光源設置区では、LED 照射 1 日後からトマト上にタバコカスミカメの移動が確認された。照射から 1 ヶ月後には、トマト上の密度は対照区と比較して 8 倍に達した (図 3-4)。また、常設型光源でも、同様の効果が確認された。LED 照射、約 2 カ月後には、光源設置区のトマト上のタバコカスミカメ密度は、光源未設置の対照区 (タバコカスミカメ+天敵温存植物区) に比べおよそ 2.7 倍となった (図 3-5)。

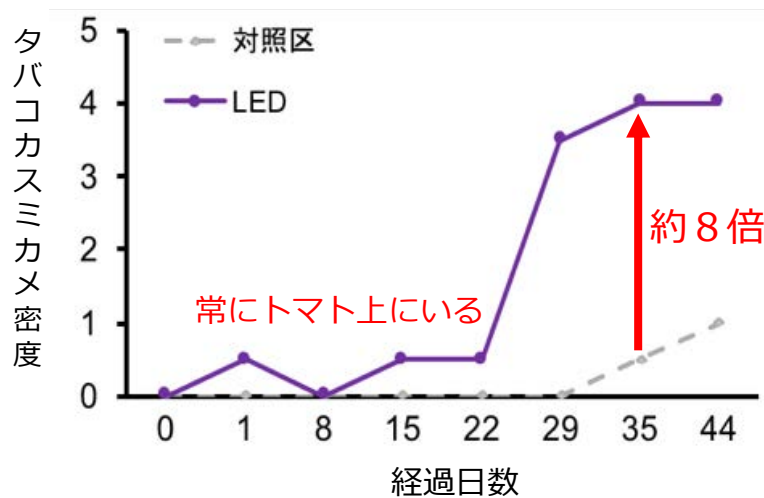


図 3-4 ポータブル型天敵誘引光源によるタバコカスミカメの移動拡散  
 トマト施設栽培 (長さ 10 m) の例。シグレイ社製のポータブル型光源 (図 3-2A) を図 3-3A のとおりに配置した。栽培期間中、トマトの茎頂部で観察されるタバコカスミカメの頭数を計測した。対照区では、天敵温存植物からトマトへのタバコカスミカメの移動が緩慢なのに対し、光源照射区ではタバコカスミカメが点灯後すぐに移動を開始し、1 か月後には対照区の 8 倍以上の密度に達した。

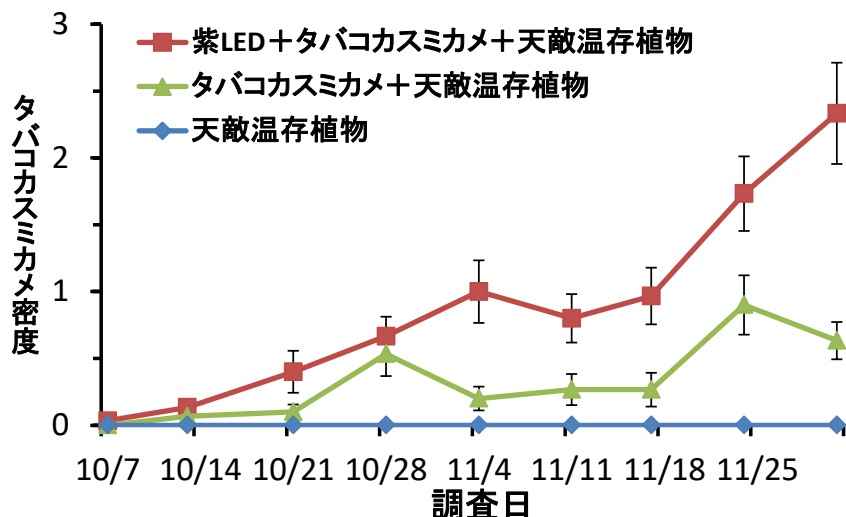


図 3-5 常設型天敵誘引光源によるタバコカスミカメの移動拡散  
 ビニルハウスでのトマト施設栽培（長さ 20m）の例。ネイブル社製の常設型光源（図 3-2B）を図 3-3B のとおりに配置し、タバコカスミカメおよび天敵温存植物との併用効果を調査した。トマトの上位 5 複葉で観察されるタバコカスミカメの頭数を計数した。天敵温存植物からトマトへのタバコカスミカメの移動は、LED 光源により促進され、トマト上での密度は点灯後徐々に増加していった。

以上の結果から、両光源装置には、タバコカスミカメの誘引・定着に関する 2 つの効果が確認された。まず第一に、紫色光の照射開始直後に、タバコカスミカメの移動を促進する“即時効果”である。天敵温存植物から作物上へ素早く移動させることで、タバコカスミカメの作物上での繁殖を促し、食欲旺盛で移動性の低い幼虫を定着させる効果が得られる。第二は、天敵温存植物からタバコカスミカメを継続的に誘引するという“持続効果”である。これにより、たとえトマト上の餌が枯渇した条件、すなわち、害虫が極めて低い密度しか発生していない場合にも、一定密度をトマト上で維持することが可能となる。

### 3) 誘引装置利用上の留意点

1. 本装置を利用した誘引技術は、天敵タバコカスミカメの天敵温存植物からの移動を促進するものである。したがって、天敵温存植物上のタバコカスミカメの密度を十分に増殖させてから使用することが重要である。
2. 害虫の発生を最も効果的に抑えるのは、天敵を作物上で“待ち伏せさせる”方法である。そのためには、作物の定植時、もしくはそれよりも早い時期から、天敵温存植物を育成しておくことが肝腎である。
3. 土着天敵であるナミヒメハナカメムシにおいては、露地ナス栽培でも本装置の誘引・定着効果が報告されている（Ogino et al., 2016）。一方、タバコカスミカメにおいては、現在までのところ露地利用における効果は検証されていないため、注意が必要である。
4. 紫色 LED 天敵誘引装置の効果や利用方法に関してはヒメハナカメムシでも実用化が進んでおり、それらの解説も参考いただきたい（荻野ら, 2018; 霜田, 2017a, 2017b）。



## 紫色 LED を利用したタバコカスミカメ捕集装置

高知県や徳島県などでは本種の利用に際して、「天敵温存ハウス」と呼ばれるゴマやクレオメを植栽した施設内で、本種を大量に増殖し、人為的に捕獲・採集した後に、ナス等を栽培する施設内へ放飼する方法がとられている。この作業に熟達した生産者であれば、短時間で大量に捕獲・採集することは可能であるが、初心者や経験の浅い生産者には手間暇がかかり、ネックとなっている。例えば、高知県農業技術センターの調査研究によると、30 分間・1 人当たりで約 160 頭（40 代男女 3 名の平均）が採集できるといわれ、一つの目安とされている（下元,2016）。本節では、タバコカスミカメを誘引する紫色光を利用した本種、捕集装置の開発に取り組んだ。

### 1) 捕集装置の構造

捕集装置は発光筐体と捕集筐体の二つからなる（図 3-6A）。発光筐体の発光部には、ピーク波長約 405nm を発する LED（紫色 LED）を 3 カ所に取り付けており、使用時に点灯する。この光に本種をはじめ様々な昆虫類が誘引されるが、側面に 3mm 目合いのメッシュを張ることで、その目合いより大きい昆虫類は筐体内へ侵入できない。誘引された本種は、発光筐体内へ侵入した後、上部に取り付けたファンからの風により下部の捕集筐体へ誘導される。捕集筐体の底部の中央には、0.6mm 目合いのメッシュを張り、その下方よりピーク波長約 460nm の光を発する LED（青色 LED）を取り付けた（図 4-6 B）。これを点灯することにより、本種や他の昆虫類は、その光に引き付けられるが、本種はその目合いのメッシュを通過できず筐体内にとどまり、アザミウマ類等微小な昆虫類は通過することで、筐体外へ出ていく。

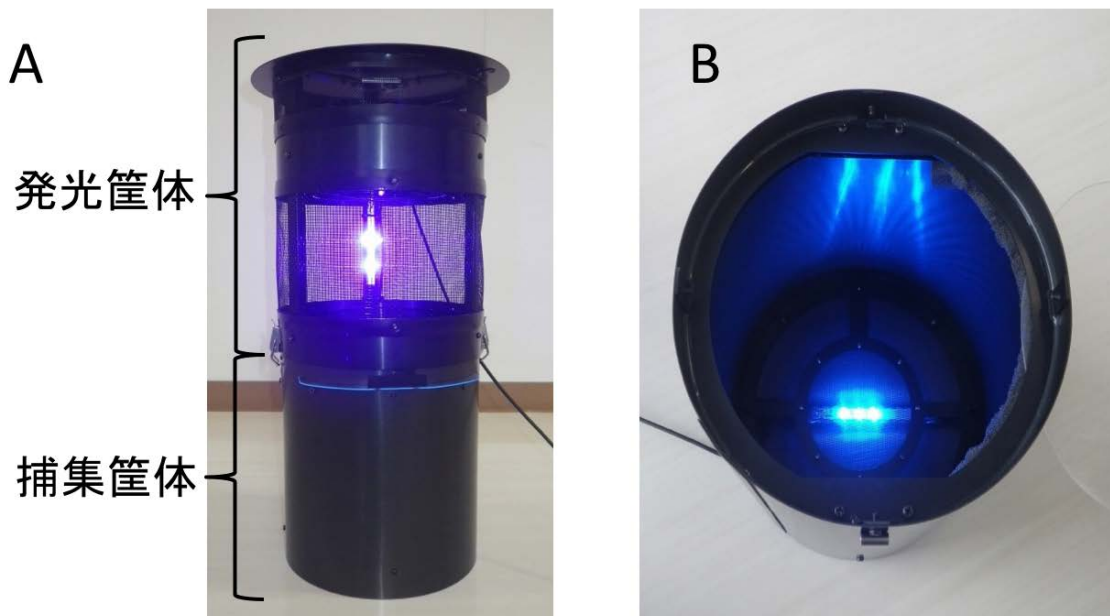


図 3-6 タバコカスミカメ捕集装置

(A) 側面から撮影した写真：周囲に向かって紫色 LED が発光している。(B) 上方から撮影した写真。上方に向かって青色 LED が発光している。底に張ったメッシュの目合いは 0.6mm で、タバコカスミカメはメッシュを通過できず、内側に捕集される。

## 2) 捕集装置の利用方法

捕集装置は、本種が温存・増殖された天敵温存ハウス内に設置する（図 3-7A）。本種は日没後数時間内に最も活動が高まること（中野ら、未発表）から、LED 光の点灯は 18 時～21 時とする。捕集終了後には、捕集筐体上部のスリット板（図 3-7B）により蓋をし、その後 2 つの筐体を分離する。捕集筐体は栽培施設へ持って行き、蓋を開けると本種が放飼できる。

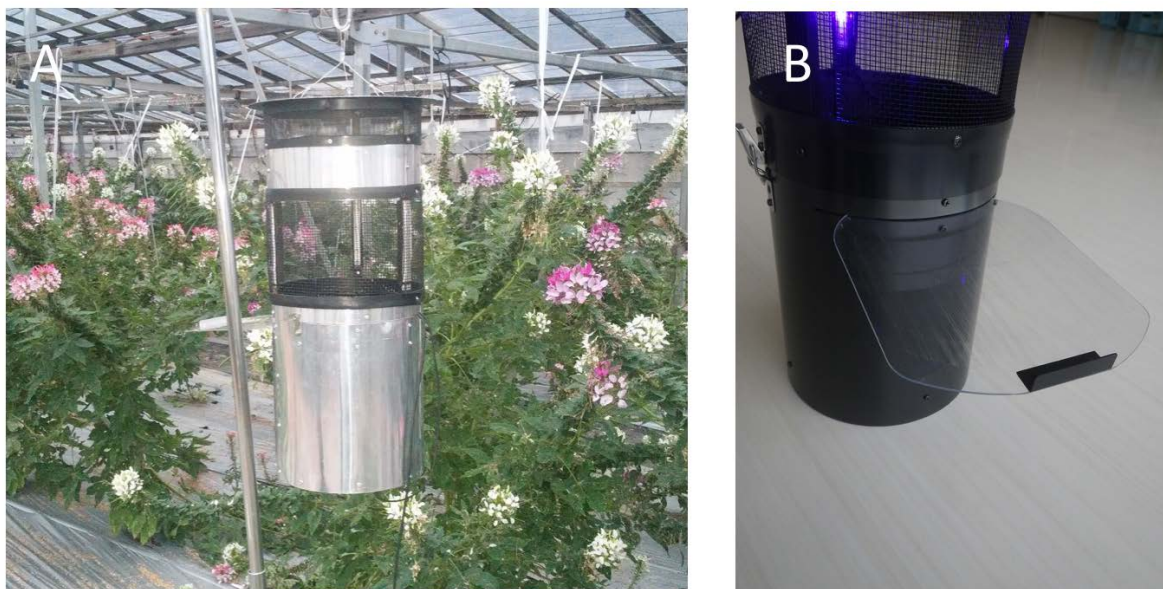


図 3-7 タバコカスミカメ捕集装置の使用例  
(A) 高知県内の天敵温存ハウスに設置した捕集装置、(B) 2 つの筐体を分離するスリット板を差し込んで、内側に捕集されたタバコカスミカメを閉じ込める。

## 3) 捕集装置の効果

天敵温存ハウス（3 m×6 m）3 棟にゴマを 80 株／棟、植栽し、本種を温存・増殖した後、8 月 17 日～9 月 7 日の間に各棟ごとに 5 回、設置し捕集量を確認したところ、1 回当たり 346.5 頭を捕集することができた。

本装置の捕集量は、天敵温存ハウス内における本種の発生量や気温（およそ 20℃以下）に影響されるので、それらを考慮した上で、使用する。なお、このような条件がそろえば、野外で使用することも可能である。

## 4) その他の用途

本装置は、上記の他に、以下の利用方法もある。

### ① バンカープラント上のタバコカスミカメ密度の調整

クレオメやバーベナなどのバンカープラントで本種が増殖しすぎた場合には、それらの植栽地近くに設置し、捕集し密度を調整する。

### ② 本種と他の昆虫類との分別

本装置は、捕集筐体のみを使って、クレオメやバーベナなどのバンカープラントで温存・増殖した本種と同時に発生したミナミアオカメムシやアザミウマ類等を分別することにも利用できる(図3-8)。具体的には、まず、ビニール袋(黒色、45L入り)にクレオメなどに発生した本種を叩き落とす。次に、捕集筐体の開口部を1mm目合いのメッシュで被覆し、それを本種を採集したビニール袋の開口側とゴムなどで固定する。捕集筐体下部の青色LEDを点灯し、2~3時間、暗室等で放置するとビニール袋内の本種は捕集筐体へ移動する。しかし、クレオメ等に発生し、一緒に採集したミナミアオカメムシ等はメッシュを抜けないので、本種と分別することができる。



図3-8 タバコカスミカメ捕集装置の応用例  
捕集装置の筐体部分を利用して、タバコカスミカメと  
その他昆虫を容易に分別することが可能である。

## 参考文献

- Briscoe AD, Chittka L (2001) The evolution of color vision in insects. *Annu Rev Entomol* 46: 471-510
- 藤田 和久・霜田 政美 (2018) 昆虫の光応答とLEDを用いた光防除技術への応用. *応用物理* 87: 277-281
- Johansen NS, Vänninen I, Pinto DM, Nissinen AI, Shipp L (2011) In the light of new greenhouse technologies: 2. Direct effects of artificial lighting on arthropods and integrated pest management in greenhouse crops. *Ann Appl Biol* 159:1-27
- 下元 満喜 (2015) 野菜の施設間で土着天敵をリレーする体系(高知県). 農研機構(編)土着天敵を活用する害虫管理技術 事例集 (2016年8月版) .
- 荻野 拓海, 上原 拓也, 山口 照美, 前田 太郎, 野呂 知加子, 霜田 政美 (2015) ナミヒメハナカメムシ *Orius sauteri* の波長選好性. *日本応用動物昆虫学会誌* 59: 10-13
- Ogino T, Uehara T, Muraji M, Yamaguchi T, Ichihashi T, Suzuki T, Kainoh Y, Shimoda M (2016) Violet LED light enhances the recruitment of a thrip predator in open fields. *Sci Rep* 6: 32302
- 荻野 拓海, 上原 拓也, 山口 照美, 戒能 洋一, 霜田 政美 (2016) 天敵昆虫ナミヒメハナカメムシの波長選好性とLEDを利用した微小害虫の防除. *農業電化* 69: 11-15
- 荻野 拓海, 戒能 洋一, 霜田 政美, 上原 拓也, 山口 照美 (2018) 紫色LEDによる天敵カメムシの行動制御技術. *植物防疫* 72: 103-106
- Shimoda M, Honda K (2013) Insect reactions to light and its applications to pest management. *Appl Entomol Zool* 48: 413-421
- 霜田 政美 (2018) 光防除技術開発の最近の進展. *植物防疫* 72: 149-154
- 霜田 政美 (2018) 光と色を使った“光防除”技術 —最近の進展と可能性— 北日本病害虫研究報告
- Shimoda M (2018) Insect reactions to light and its applications for attraction of beneficial insects. In *Optical Manipulation of Pests and Beneficial Arthropod* (ed. by Ben-Yakir) CABI Books
- 霜田 政美 (2017) 紫色LEDを使った土着天敵ヒメハナカメムシの誘引と害虫管理. *技術と普及* 54: 42-44
- 霜田 政美 (2017) 紫色LED照射で天敵のヒメハナ10倍、アザミウマ半減. *現代農業* 6: 206-209
- Tokushima Y, Uehara T, Yamaguchi T, Arikawa K, Kainoh Y, Shimoda M (2016) Broadband photoreceptors are involved in violet light preference in the parasitoid fly *Exorista Japonica*. *PLoS ONE* 11: e0160441. doi:10.1371/journal.pone.0160441
- Uehara T, Ogino T, Nakano A, Tezuka T, Yamaguchi T, Kainoh Y, Shimoda M (2018) Violet light is the most effective wavelength for recruiting the predatory bug *Nesidiocoris tenuis*. *BioControl*. (In Press)



## 第4章 新規赤色防虫ネット

(徳丸 晋)

はじめに

近年、施設栽培トマトでは、ミカンキイロアザミウマ(図4-1)、タバココナジラミ(図4-2)などの微小害虫が多発し、品質低下などの被害が生じている。また、ミカンキイロアザミウマおよびタバココナジラミは、ウイルス病を媒介することもある(土井, 1999; 片山ら, 2000)。さらに、両種は殺虫剤に対する感受性の低下が国内外で報告(大井田ら, 2012; Nauen et al., 2002; 徳丸・林田, 2010)され、殺虫剤のみに頼った防除には限界が生じている(徳丸・林田, 2010)。このため殺虫剤に頼らない物理的防除法や生物的防除法の開発が望まれている。

物理的防除法の一つとして、赤色防虫ネットによる防除効果が、キャベツのアザミウマ類(大矢ら, 2011)、ネギのネギアザミウマ(上山ら, 2013)およびキュウリのミナミキイロアザミウマ(桑原ら, 2013; 妙楽, 2017)でそれぞれ確認されている。しかし、トマト栽培

で問題になる各種微小害虫に対する赤色防虫ネットの防除効果については不明な点が多い。そこで、本章では既に市販化されている赤色防虫ネットに加え、改良を加えた新規赤色防虫ネットの各種微小害虫に対する防除効果について述べる。



図4-1 ミカンキイロアザミウマ成虫



図4-2 タバココナジラミ成虫

### 各種微小害虫の赤色系防虫ネットに対する行動反応特性

施設栽培トマトで問題となるミカンキイロアザミウマ、ヒラズハナアザミウマ、タバココナジラミおよびトマトハモグリバエに対して0.8mm目合の赤白(商品名:サンサンネットe-レッド SLR2700、日本ワイドクロス社製、縦をポリエチレン製の赤糸、横をポリエチレン製の白糸で平織りにした防虫ネット:図4-3)、赤黒(赤白ネットの白を黒に改良:図4-4)、赤赤(赤白ネットの白を赤に改良:図4-5)、黒白(縦糸を黒、横糸を白に改良)、黒黒(縦横共に黒に改良)、白(商品名:サンサンネットソフライト SL2700、日本ワイドクロス社製、縦



図4-3 赤白ネット

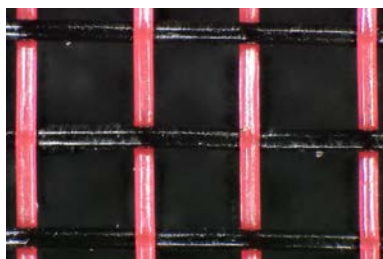


図4-4 赤黒ネット

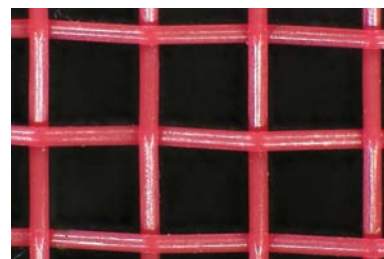


図4-5 赤赤ネット



および横糸を白で平織りにした防虫ネット)の防虫ネットを用いて、成虫の侵入抑制効果をそれぞれ調べた。

その結果、ミカンキイロアザミウマでは、黒白および赤黒ネットが白ネットに比べてネット内への侵入を約3分の1に有意に抑え、ヒラズハナアザミウマでは、赤白ネットが白ネットに比べて有意な差は認められないものの約3分の1に抑えた(図4-6)。一方、タバココナジラミでは、赤黒ネットがネット内への侵入を白ネットの約5分の1に有意に抑えた(図4-2)。また、赤黒ネットでは、産卵数も比較的少なかったが、各種防虫ネット間に有意な差は認められなかった(図4-7)。トマトハモグリバエでは、赤白ネットにおいてネット内への侵入および産卵数は、白ネットと比べて低い値を示したが、ともに有意な差は認めなかった(データ省略)。

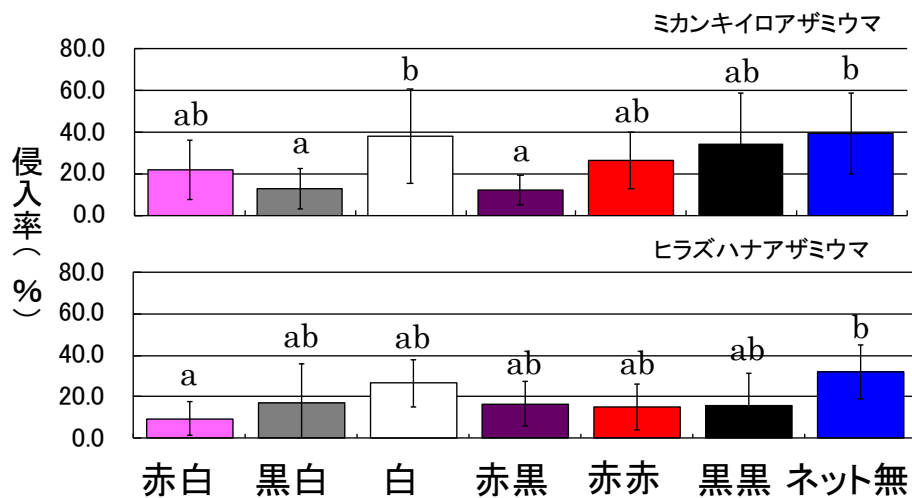


図4-6 2種アザミウマ成虫に対する各種防虫ネット(0.8mm目合い)の侵入抑制効果  
異なる文字間で有意差あり(逆正弦変換値を用いたTukey-Kramerの多重比較検定,  $p < 0.05$ )

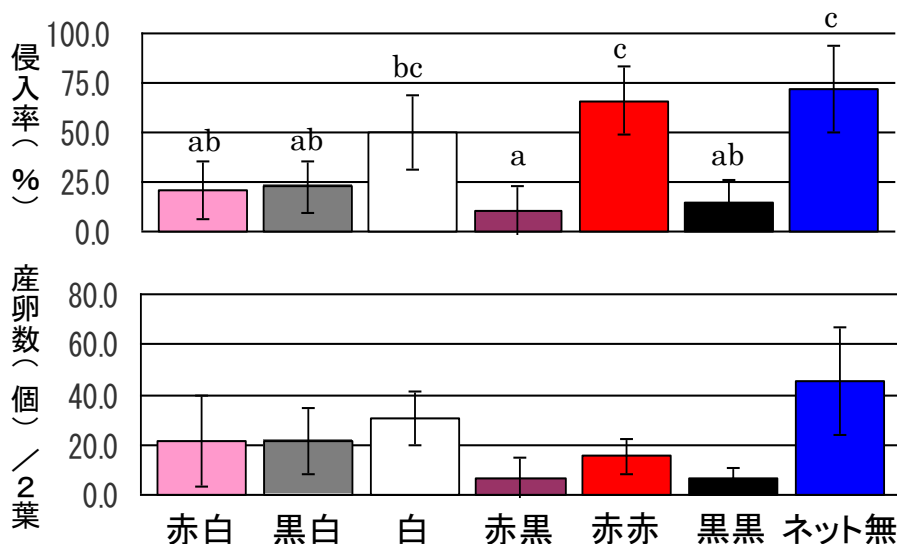


図4-7 タバココナジラミ成虫に対する各種防虫ネットの侵入および産卵抑制効果  
侵入率: 異なる文字間で有意差あり(逆正弦変換値を用いたTukey-Kramerの多重比較検定,  $p < 0.05$ )  
産卵数: 各種防虫ネット間で有意差なし(Steel-Dwassの多重比較検定,  $p > 0.05$ )

## 施設栽培トマトにおける赤色系防虫ネットを利用した防除事例

試験は2016年5～8月にトマト栽培ビニルハウス4棟でおこなった(図4-8)。試験区はハウス1棟(面積68.4㎡)を1区とし、ハウスサイドおよび開口部に0.8mm目合の各種防虫ネット(赤白、赤赤、赤黒および白)を展開した。栽培品種は‘ホーム桃太郎EX’で、うね幅120cm、株間50cmで2016年5月24日に1条植えにした。

調査は2016年5月31日から8月15日までの期間中、約1週間間隔でおこない、各試験区任意の20株の上位、中位および下位葉におけるアザミウマ類およびコナジラミ類の成幼虫を数えた。

アザミウマ類(ミカンキイロアザミウマとヒラズハナアザミウマがほぼ1対1の割合で発生)の発生は、赤黒ネット区および白ネット区で5月下旬から始まった。その後、白ネット区では増減を繰り返し、8月上旬に最も高い発生密度(133匹/60葉)になったが、8月中旬における赤白および赤赤ネット区の発生密度は、白ネット区の約2分の1に抑えられた(図4-9)。

コナジラミ類(オンシツコナジラミ)の発生は、白ネット区で6月中旬から始まり、赤赤および白ネット区では増加傾向に推移した。赤白および赤黒ネット区におけるコナジラミ類の発生密度は10匹/60葉以下の値で推移し、8月中旬における赤白および赤黒ネット区の発生密度は、白ネット区のそれぞれ約10分の1および12分の1に抑えられた(図4-10)。



図4-8 新型赤色防虫ネット試験ハウス。左から、従来の白ネット、赤赤ネット、赤黒ネット、赤白ネット。

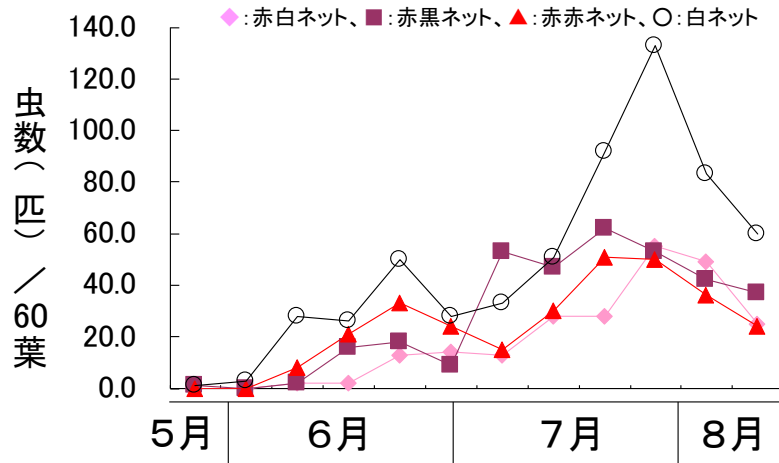


図 4-9 各種防虫ネットを展張した施設栽培トマトにおけるアザミウマ類の発生推移

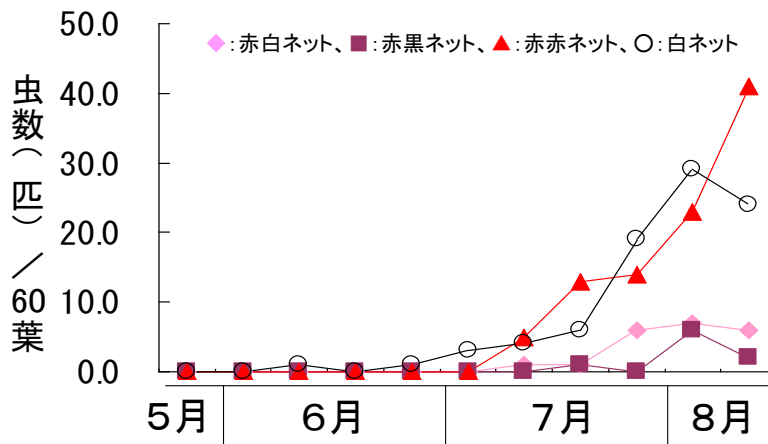


図 4-10 各種防虫ネットを展張した施設栽培トマトにおけるコナジラミ類の発生推移

#### まとめと注意点

- 今回の試験結果を受けて、従来の赤白タイプの防虫ネット（商品名：サンサンネット e-レッド SLR2700）に加えて、新規タイプとして、赤赤タイプ（商品名：サンサンネットクロス XR2700）と赤黒タイプを商品化し、赤赤タイプは 2018 年 1 月 5 日から全国販売を開始した。赤黒タイプは受注販売を行っている。

○ 施設栽培トマトで問題となる各種微小害虫に対する各種赤色系防虫ネットの防除効果の概要は表 4-1 のとおり。

表 4-1 各種微小害虫に対する各種赤色系防虫ネットの防除効果

	赤白	赤黒	赤赤	白
アザミウマ類	○	○	◎	×
コナジラミ類	○	◎	○	×
ハモグリバエ類	△	△	△	△

(注) 防除効果は室内実験、各地域における体系化試験結果より総合的に判定した。

- 赤色防虫ネットの展張は、定植前に施設サイドだけでなく開口部すべてに行う。
- 赤色防虫ネットの展張前には、害虫の発生源となる施設内の残渣や雑草を取り除く。
- 赤色防虫ネットの展張により、施設内温度など、環境への影響はほとんどない。
- 赤色防虫ネットが色落ちした場合には、防除効果が低下する。

## 参考文献

- 土井 誠 (1999) 微小害虫によって媒介されるウイルス病の最近の動向. 植物防疫 53: 343-345.
- 片山 晴喜, 土井 誠, 小林 久俊, 加藤 公彦 (2000) 静岡県内のキク及び雑草におけるミカンキイロアザミウマの発生及びトマト黄化えそウイルス(TSWV)保毒状況. 関西病虫害研究会報 42: 9-14.
- 桑原 克也, 高橋 まさみ, 蓼沼 優 (2013) 施設キュウリにおける赤色防虫ネットを用いたミナミキイロアザミウマおよびタバココナジラミの侵入抑制効果. 関東東山病害虫研究会報 60: 107-109.
- Nauen, R., N. Stumpf and A. Elbert (2002) Toxicological and mechanistic studies on neonicotinoid cross resistance in Q-type Bemisia tabaci (Hemiptera: Aleyrodidae). Pest. Manag. Sci. 58: 868-875.
- 大井田 寛, 大谷 直樹, 中井 善太 (2012) アザミウマ類4種の千葉県内個体群に対する各種薬剤の殺虫効果. 関東東山病害虫研究会報 59: 131-133.
- 大矢 武志, 仲田 雅雄, 植草 秀敏, 小林 正伸, 太田 和宏, 阿部 弘文, 月足 和弘 (2011) 赤ネット被覆によるアザミウマ防除. 関東東山病害虫研究会報 58: 115. (講要)
- 妙楽 崇 (2017) 赤色防虫ネットとスワルスキーカブリダニを用いたキュウリのミナミキイロアザミウマ対策. 植物防疫 71: 225-228.
- 徳丸 晋 (2017) 赤いネットトンネルで露地葉ネギのアザミウマ 10 分の 1. 現代農業 6: 210-211.
- 徳丸 晋, 林田 吉王 (2010) タバココナジラミ・バイオタイプ Q (カメムシ目: コナジラミ科) の薬剤感受性. 応動昆 55: 199-205.
- 徳丸 晋, 伊藤 俊 (2017) 新型赤色系防虫ネットの各種微小害虫に対する防除効果 (特集 光と色を利用した害虫防除技術の新展開). 植物防疫 72: 88-91.
- 徳丸 晋, 上山 博 (2016) 赤色系防虫ネットによるネギアザミウマの防除効果. JATAFF ジャーナル 4: 31-34.
- 上山 博, 灰方 正穂, 片岡 光信, 天野 久 (2013) 赤色ネットの被覆による葉ネギのネギアザミウマの防除. 関西病虫害研究会報 55: 123-124.



## 第5章 エッジ色彩粘着板

(八瀬 順也)

はじめに

捕虫用色彩粘着板は、害虫を色彩で誘引して捕殺する物理的防除資材として広く利用されている。主な対象害虫は微小害虫と呼ばれるアザミウマ類、コナジラミ類、アブラムシ類そしてハエ類（ハモグリバエ類、キノコバエ類）で、飛翔する成虫が誘引・捕獲される。

近年の研究から、昆虫の定位飛翔（目標への接近、着地）において、目標物付近の明暗差、色彩差等によって生じる視覚コントラストの重要性が明らかにされてきている（弘中・針山，2014；八瀬，2015）。エッジ色彩粘着板は、この視覚コントラストを利用して捕虫用色彩粘着板の誘引性能を向上させることを目的としたものである。

エッジ効果とは？

一見、たよりなく飛翔している微小害虫は、実は目標に対して正確にアプローチしている（図 5-1、5-2）。色彩粘着板上のコナジラミ類の捕獲点の分布を調べてみると、色彩部の周辺で多く捕れている（図 5-2）。この現象を「エッジ効果」と呼んでおり（八瀬ら，2017）、色彩部と背景で作られる視覚コントラストが目標として使われていることがわかる。すなわち、色彩粘着板に視覚コントラストを意図的に作出することで、エッジ効果による捕獲性能の向上が期待できる。

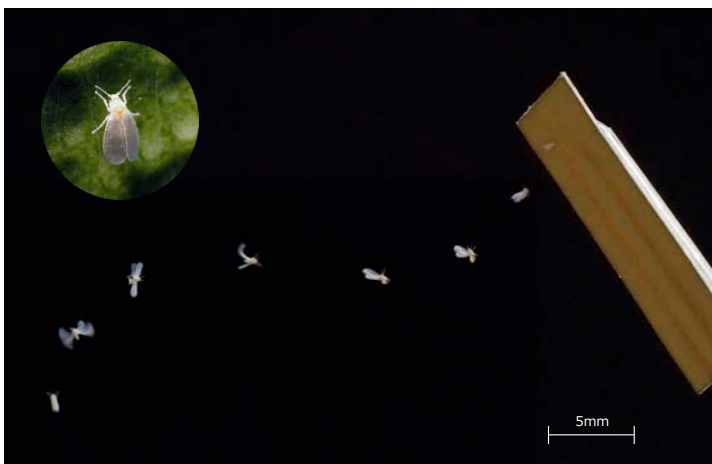


図 5-1 コナジラミの黄色板への飛翔・着地  
黄色板をコナジラミの目標物として、1/60 秒ごとの画像を合成したもの。

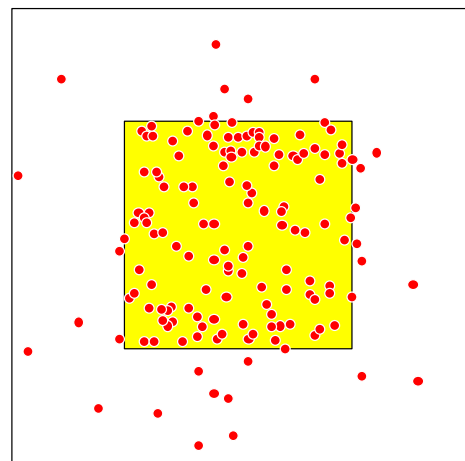


図 5-2 粘着面上のコナジラミ捕獲点の分布  
ドットが捕獲点を示す。黄色部：10×10cm、外辺透明部：20×20cm。

エッジ色彩粘着板の仕様

製品版の仕様を図 5-3 に示す（特許出願済）。サイズは 260mm×115mm で、ベース色はコナジラミ類やアザミウマ類に対して高い実績をもつ製品「虫バンバン（大協技研）」の黄色を採用している。エッジ効果のための視覚コントラスト模様は、植物葉をモデルにしたひし形を採用し、さらに葉の表裏を表現するためストライプによる擬似グラデーションを加えて

いる。ベース面に対するエッジ模様の占有面積（エッジ模様の個数=26）とそれに使われる色彩は、コナジラミ類に対する捕獲効率が最適化したものである（次項で解説）。エッジ模様の印刷は片面（表）だけで、裏は透過光でエッジ模様が透けて見えるようになっている。



図 5-3 エッジ色彩粘着板（特許出願済）

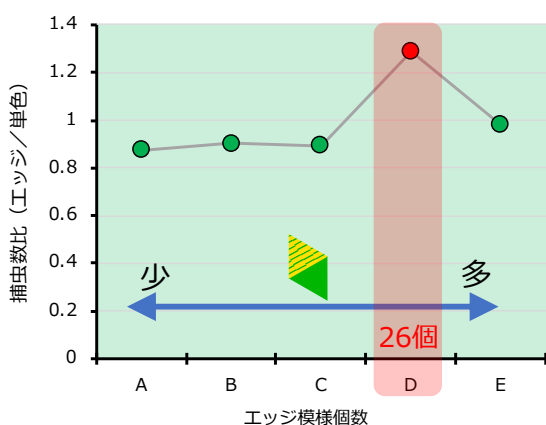


図 5-4 誘引面上のエッジ模様の数とコナジラミ類の捕獲効率の関係 250×100mm の黄色面に配置した1辺 12mm のひし形図形の数と同面積の黄色単色におけるコナジラミの捕獲数を比較したもの。

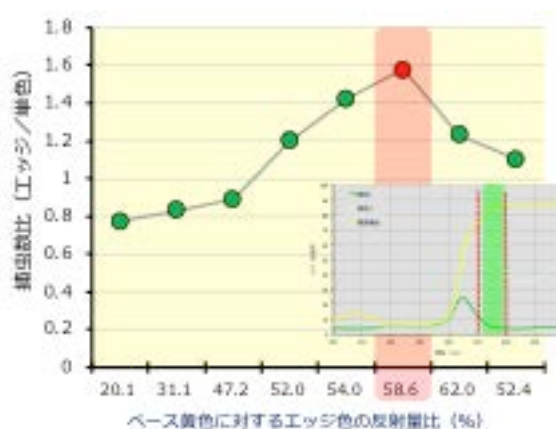


図 5-5 エッジ模様を使用した色彩とコナジラミ類の捕獲効率の関係。反射量比はベース色とする黄色に対するエッジ色の 550-600nm 間の累計反射率の比率。

ベース部、エッジ模様部とも高い耐候性をもっており、施設内約6か月間程度の条件ではほとんど褪色を示さない。捕獲面に塗布されている粘着剤は、微小害虫の捕獲には十分な粘着力を発揮するが、受粉用マルハナバチが付着した場合は自力で離脱可能な程度に調製している。また、粘着面がはく離紙タイプなので設置時の取り扱いが楽であり、紙製であることから廃棄が簡単という特徴を持つ。

### エッジ模様の最適化

ベースとなる250mm×100mmの黄色面に1辺11mmのエッジ模様のひし形図形の個数を変えて配置していくと、コナジラミ類に対して26個の条件で顕著な誘引効率の増加が見られた(図5-4)。次に、エッジ模様26個の条件でエッジ模様に供試した資材の色彩をベース色の黄色に対する反射量比率で比較したところ、反射量比58.6%の資材が同じくコナジラミ類に対してもっとも高い誘引効率を示した(図5-5)。

これらの結果をもとに、エッジ色彩粘着板のプロトタイプを作成し、トマト施設においてコナジラミ類の誘引試験を実施した結果、エッジ模様のないタイプ(黄色単色)と比べて1.5倍の捕獲性能を示した(図5-6)。

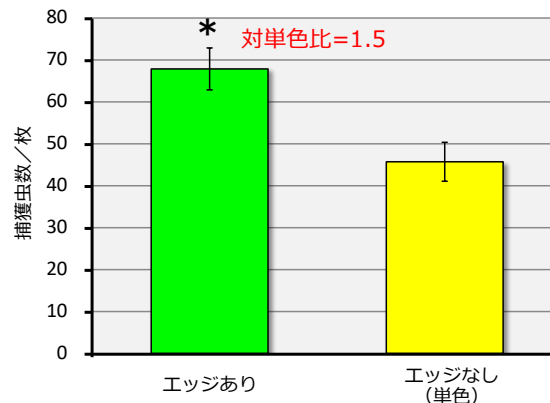


図5-6 トマト施設におけるエッジ粘着版(プロトタイプ)とエッジなし粘着版(黄色単色)のコナジラミ類捕獲数の比較。  
トマト施設 \* $p < 0.05$  (t-test)

### コナジラミ類に対する密度抑制効果

トマト施設で2m<sup>2</sup>あたり1枚設置(2m<sup>2</sup>/枚)の条件でコナジラミ類の防除試験を実施した(図5-7)。16m<sup>2</sup>あたり1枚設置(16m<sup>2</sup>/枚:モニタリング調査程度の設置枚数)のトマトハウスとコナジラミ類の捕獲虫数を比較したところ、2m<sup>2</sup>/1枚区では長期間安定して少ない状態が続き(図5-8)、幼虫密度は約1/4に抑制された(図5-9)。



図5-7 粘着板2m<sup>2</sup>/枚の設置(トマト施設)

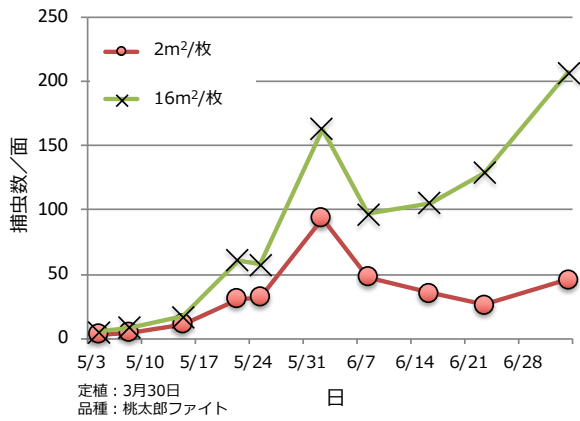


図 5-8 トマト施設に設置した色彩粘着板におけるコナジラミ類成虫捕獲数の推移。2m<sup>2</sup>/枚区は 15 枚×2=30 面、16m<sup>2</sup>/枚区は 3 枚×2=6 面の平均値。

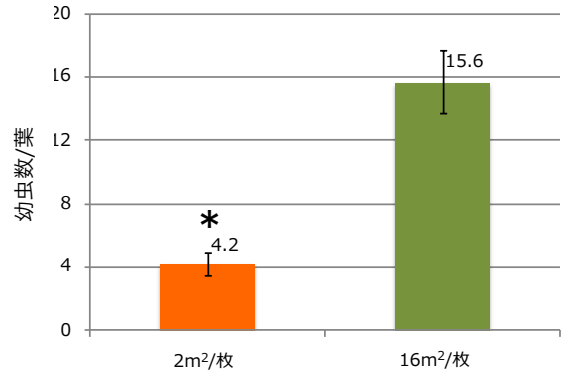


図 5-9 トマト施設での色彩粘着版設置密度とコナジラミ類幼虫数の比較。  
図 5-8 と同じほ場における 7 月 7 日の調査結果。各区 30 株、地上 1m 付近の任意の 1 単葉に寄生するコナジラミ類幼虫数の平均値。\*p<0.01(t-test)

## その他

エッジ色彩粘着板は、これまで市場になかったタイプの色彩粘着板である。従来のものと比べて誘引性能が高いほか、エッジ模様が視覚誘引目標として安定した条件を作るので、背景に左右されにくい誘引性も期待でき、発生モニタリングのような用途にも適していると考えられる。他の防除技術に干渉しない資材であることから、天敵の利用、防虫ネット、忌避剤等他の防除手段との組み合わせも容易で、体系的な利用が可能である。

## 参考文献

- 弘中満太郎・針山孝彦（2014）昆虫が光に集まる多様なメカニズム。応動昆 58：93-109.
- 北方節夫・吉田守（1982）カラートラップによる施設内害虫の誘殺。植物防疫 36：478～481.
- 八瀬順也・田中雅也・柳澤由加里・城戸剛（2015）ハモグリバエ等昼行性微小害虫類の施設内での行動に及ぼす LED 光源の影響の解明と利用。In：農林水産技術会議事務局(編) 研究成果第 535 集「害虫の光応答メカニズムの解明及び高度利用技術の開発」。pp91-94.
- 八瀬順也・弘中満太郎・森口彦弥（2017）アザミウマ類およびコナジラミ類の視覚定位行動と色彩トラップへの応用。第 61 回日本応用動物昆虫学会大会講演要旨。
- 八瀬順也（2018）施設微小害虫の色彩誘引の特徴と色彩トラップの利用。植物防疫 72：107-111.



## 第6章 アセチル化グリセリド

(北村 登史雄・大西 純・加嶋 崇之)

はじめに

アセチル化グリセリド（商品名：ベミデタッチ®乳剤）はタバココナジラミなどのコナジラミ類の成虫の行動を制御する新しい農薬-忌避剤である。多くの既存の化学合成殺虫剤に抵抗性を発達させたタバココナジラミに対しても有効である。本剤の作用は従来の殺虫剤と異なり、コナジラミ類を殺すことはせず、成虫に対する忌避効果・交尾抑制・吸汁抑制からなる。これによりコナジラミ類の密度の抑制だけでなく、トマト黄化葉巻病等のコナジラミ類媒介のウイルス病の媒介、すす病、着色異常果の発生を抑制する。本剤の主成分であるアセチル化グリセリドは植物成分由来で、食品添加物としても使用される化合物であり、これまでの食経験と科学的な安全性が実証されている安全安心な物質である。本稿ではアセチル化グリセリドのコナジラミ類に対する生物作用特性について解説する。

### アセチル化グリセリドの作用特性

アセチル化グリセリドを植物に茎葉散布するとコナジラミ類の成虫の寄生数が減り、コナジラミ媒介性の植物ウイルス病の感染率が下がる。これらの防除効果はアセチル化グリセリドの持つ主に3つの作用から引き起こされる。成虫への忌避効果・交尾阻害効果・吸汁阻害効果である。

#### 1) 成虫に対する忌避効果

アセチル化グリセリドのタバココナジラミ成虫に対する忌避効果は選択試験により確認されている（Kashima et al., 2015）。常用濃度のアセチル化グリセリドを処理したトマトと処理していないトマトを並べ、タバココナジラミを放飼後、60分間観察し、選択試験を行った結果、タバココナジラミのトマト葉への着地数は処理の有無による差は無いが、その後の定着数は処理区で有意に少なかった（図6-1）。また、産卵数はアセチル化グリセリド区で大き

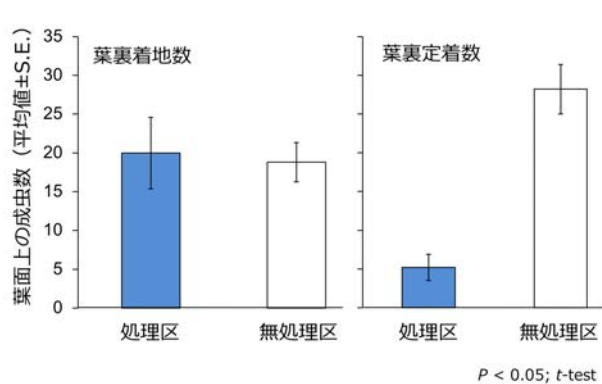


図 6-1 アセチル化グリセリド乳剤を処理したトマト葉におけるタバココナジラミ（バイオタイプ B）の着地数と定着数（Kashima et al., 2015 を一部改変）

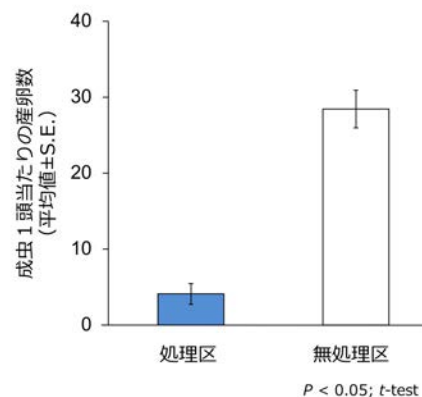


図 6-2 アセチル化グリセリド乳剤を処理したトマト葉におけるタバココナジラミ（バイオタイプ B）の産卵数（Kashima et al., 2015 を一部改変）

く減少し（図 6-2）、その効果は 3 日程度持続した。このようにアセチル化グリセリドは揮発してコナジラミ類をトマトに近づかせない効果ではなく、トマト葉上に定着させない効果であると考えられる。

## 2) 交尾阻害効果

アセチル化グリセリドを処理したトマト葉上では処理直後ではコナジラミは定着しないが、処理 3 日後以降は次第に成虫が飛来するようになる。しかし、処理葉上ではタバココナジラミ成虫ペアの割合は激減することが確認されている（図 6-3；Kashima et al., 2014）。また、その行動を詳細に見てみると求愛行動が抑制され、ほとんどの個体が休止状態になる（図 6-4）。タバココナジラミをはじめとするコナジラミ類は交尾する過程で求愛に振動交信していることが知られている。交尾信号音をオシログラム（電子信号の波形を解析する装置）で解析すると、無処理区では雄の短い呼びかけに対して雌が答えている様子が観察されているが、処理区では雄の呼びかけに対して雌は反応せず、そうしている内に雄も呼びかけをやめている。雄が全く呼びかけしない事例もあった。これらのことからアセチル化グリセリドは雌の交尾信号の受容を阻害している、または信号の発信を阻害し、その結果交尾が阻害されていることが推測される。コナジラミ類は産雄単為生殖であるため、アセチル化グリセリドにより交尾を阻害されたタバココナジラミ雌成虫は雄しか産めないため、次世代の減少が期待できる。

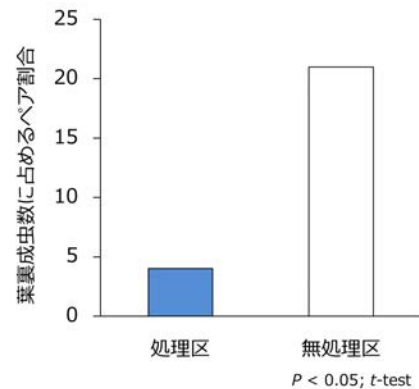


図 6-3 アセチル化グリセリド乳剤を処理したトマト葉におけるタバココナジラミ (バイオタイプ B) の交尾している成虫の割合 (Kashima et al., 2014 を一部改変)

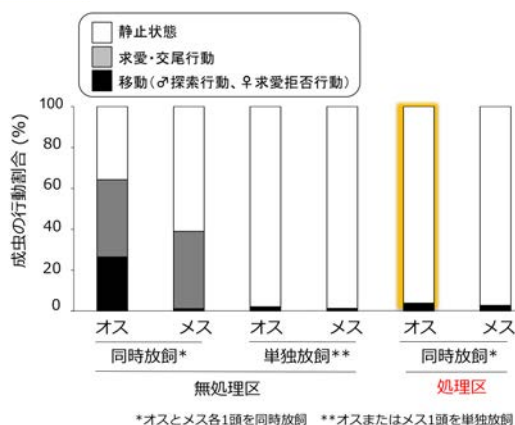


図 6-4 アセチル化グリセリド乳剤を処理したトマト葉におけるタバココナジラミ (バイオタイプ B) の交尾行動 (Kashima et al., 2016 を一部改変)

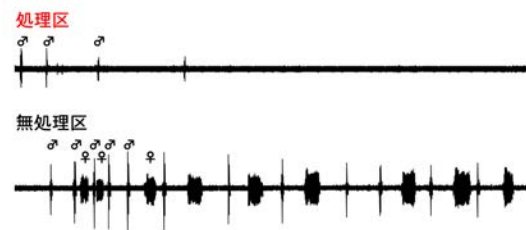


図 6-5 アセチル化グリセリド乳剤を処理したトマト葉におけるタバココナジラミ (バイオタイプ B) の産卵数 (Kashima et al., 2016 を一部改変)

### 3) 吸汁阻害効果

タバココナジラミのトマト黄化葉巻病の媒介効率は高く、1頭の成虫が数分吸汁しただけで感染が成立する場合がある。しかし、アセチル化グリセリドを処理することにより、コナジラミ成虫を7日間放飼した場合でも、トマト黄化葉巻病の感染がおおよそ半減することが確認されている(図6-6)。アセチル化グリセリドの処理はタバココナジラミ成虫を直接的に殺虫することはないこと、成虫忌避効果の持続期間は約3日間であり、コナジラミ成虫を7日間放飼した場合でのウイルス媒介抑制効果を十分に説明できない。コナジラミ成虫の吸汁行動を甘露の排泄量を指標として観察したところ、アセチル化グリセリドを処理した葉上のコナジラミ成虫の甘露排泄量は無処理区に比べおおよそ半減していることが明らかになった(図6-7、Kashima et al., 2015)。また、吸汁行動を電氣的に観察できる装置(electrical penetration graph)により、詳細に解析した結果、アセチル化グリセリドを処理したトマト葉上のコナジラミ成虫の吸汁行動は植物体への口針の総挿入時間に差は見られないが、維管束からの吸汁時間の減少が確認されている(北村ら、2014)。トマト黄化葉巻ウイルスは師部局在であるため、アセチル化グリセリドによりコナジラミ成虫の維管束からの獲得吸汁が阻害され、師部に接種注入されるウイルス量も減少することにより、トマトの感染の閾値にまで至らないために感染率が低下すると考えられた。加えて、吸汁が抑制され、甘露の排泄量が減ることによりすす病の発生も抑制できると思われる。アセチル化グリセリドの効果は忌避効果が3日程度、交尾阻害および吸汁阻害、ウイルス媒介阻害は7日程度持続することが観察されているため、アセチル化グリセリド乳剤の効果を持続的に期待するためには、7日間隔で本剤の散布を行うことが必要である。

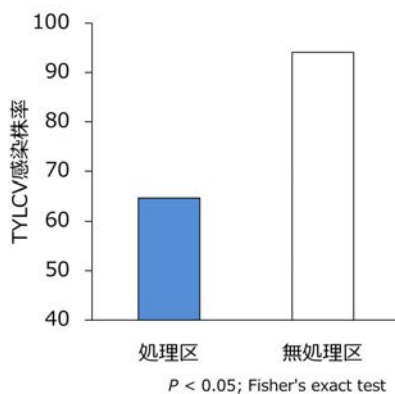


図 6-6 アセチル化グリセリド乳剤を処理したトマトにおけるタバココナジラミ(バイオタイプB)の媒介するTYLCV感染率(Kashima et al., 2015を一部改変)

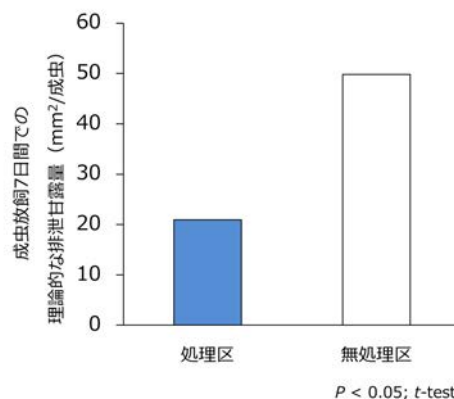


図 6-7 アセチル化グリセリド乳剤を処理したトマト葉におけるタバココナジラミ(バイオタイプB)の甘露排出量(Kashima et al., 2015を一部改変)

### 4) 黄化葉巻病耐病性トマト品種との併用によるウイルス媒介抑制効果

トマト黄化葉巻病に対する抵抗性素材の探索が世界各地で進められ、近縁野生種を中心に抵抗性遺伝子が報告されている(Ji et al., 2007)。また、一部の抵抗性遺伝子においては特異的なDNAマーカーが報告( Lee et al., 2015)され、トマト品種の育種に有用なツールになると考えられる。現在までに流通している栽培トマト品種には、抵抗性遺伝子の一部を保

有すると推定される耐病性品種がある（斎藤, 2015）。耐病性品種の導入は本病に対する耕種的防除対策として期待されている。耐病性品種では、本ウイルスが感染しても罹病性の品種と比べて病徴の軽減や遅延効果があり、またウイルスの増殖量が低下する。しかし、ウイルス感染そのものが完全に阻止されないことから、耐病性品種の導入後もタバココナジラミの防除は重要である。ウイルスに感染した耐病性品種は、タバココナジラミのウイルス獲得源となるものの、ウイルス保毒虫の発生の割合が低下することが観察されている（大西・西野, 2016）。一般にウイルスの伝染環において、ウイルス保毒虫の発生が低下すると、その後の宿主植物（トマト）へのウイルスの感染拡大が低下することが期待される。

本稿では、アセチル化グリセリド（ベミデタッチ®乳剤）と耐病性トマト品種を併用した場合の、TYLCV の 2 次感染抑制効果について解説する。前項で述べた通り、タバココナジラミがウイルスに感染した罹病性のトマト品種を吸汁した場合、ウイルスを高率に媒介する。しかし、アセチル化グリセリドを予めウイルス獲得源となるトマトに処理し、その後にタバココナジラミが吸汁した場合、保毒虫によるウイルスの媒介性が低くなり、本病の感染率が低下することが観察される。一方、ウイルスに感染した耐病性品種をウイルス獲得源とした場合は、保毒虫によるウイルスの媒介は罹病性品種と比べて低くなることが既報のとおり確認できる（大西・西野, 2016）。さらに、アセチル化グリセリドを耐病性品種に予め処理すると、黄化葉巻病の感染割合が低下することが観察される（大西ら, 2017）。アセチル化グリセリドと耐病性品種を併用することで、2 次感染のリスクが軽減されると期待される。

#### アセチル化グリセリドの有用生物に対する影響

トマトの病害虫を総合的に防除するためには第 1 章で取り上げられたタバコカスミカメなどによる生物的防除などとアセチル化グリセリドを組み合わせて行う必要がある。このため、アセチル化グリセリドの生物農薬をはじめとする各種天敵生物・訪花昆虫に対する影響を調査した結果、調査した全ての有用生物で影響はほとんど見られなかった（表 6-1）。

#### アセチル化グリセリド（ベミデタッチ®乳剤）の農薬登録

アセチル化グリセリドは 2015 年 11 月に農薬登録されており、その登録内容は対象作物名：トマト・ミニトマト、対象害虫名：コナジラミ類、希釈倍率：500 倍、使用液量 100～300L/10a、使用時期：収穫前日まで、使用方法：散布である。なお、本剤の使用回数及びグリセリン酢酸脂肪酸エステルを含む農薬の総使用回数は制限されていない。



表 6-1 アセチル化グリセリドによる各種有用生物への影響

有用昆虫	散布方法	対象ステージ	判定*
タバコカスミカメ ( <i>Nesidiocoris tenuis</i> )	直接散布 成虫の交尾への影響	成虫	◎
		幼虫	◎
		卵	◎
ミヤコカブリダニ ( <i>Neoseiulus californicus</i> )	直接散布	成虫	◎
		幼虫	◎
チリカブリダニ ( <i>Phytoseiulus persimilis</i> )	直接散布	成虫	◎
		幼虫	◎
アカメガシワクダ アザミウマ ( <i>Haplothrips brevitubus</i> )	直接散布	成虫	◎
		幼虫	◎
タイリクヒメハナカメムシ ( <i>Orius strigicollis</i> )	直接散布	成虫	◎
		幼虫	◎
		卵	◎
オンシツツヤコバチ ( <i>Encarsia formosa</i> )	直接散布	成虫	◎
		蛹	◎
	接触試験	成虫	◎
セイヨウミツバチ ( <i>Apis mellifera</i> L.)	経口投与	成虫	◎**
	接触投与	成虫	◎**

\* IOBC 基準の死亡率に準拠 (◎ : 0-30%未満, ○ : 30-80%, △ : 80-99%, × : 99-100%)

\*\* 最高投与量 (100 μg a.i./頭) でも死亡個体なし

## 参考文献

- Ji Y, Scott J, Hanson P, Graham E & Maxwell D (2007) Sources of resistance, inheritance, and location of genetic loci conferring resistance to members of the tomato-infecting begomoviruses. In: Tomato Yellow Leaf Curl Virus Disease (H. Czosnek, ed). Springer, Netherlands, pp. 343-362.
- Kashima T, Fukumori Y, Kitamura T, Takeda M, Yoshida K & Arimoto Y (2015) Acetylated glyceride: A novel repellent which interferes with tomato yellow leaf curl virus acquisition and its transmission by *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae). Crop Protection 75: 144-150.

- Kashima T, Kanmiya K, Yoshida K & Arimoto Y (2016) Effect of a novel repellent, acetylated glyceride, on courtship behaviours and acoustic signals of *Bemisia tabaci*. *Journal of Applied Entomology* 140: 11-18.
- Kashima T, Takeda C, Akiyoshi N, Yoshida K & Arimoto Y (2014) Effect of a novel repellent, acetylated glyceride, against sweet potato whitefly, *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae). *Journal of Pesticide Science* 39: 91-97.
- Kashima T, Kimura T, Yoshida K & Arimoto Y (2015) Observation on the effectiveness of a novel repellent, acetylated glyceride, against the adult and the progeny of sweet potato whitefly, *Bemisia tabaci*. *Journal of Pesticide Science* 40: 44-48.
- 北村 登史雄, 大西 純, 加嶋 崇之 (2016) アセチル化グリセリドによるタバココナジラミの吸汁行動に対する影響. 第60回日本応用動物昆虫学会大会講演要旨
- Lee JM, Oh CS & Yeom I (2015). Molecular markers for selecting diverse disease resistances in tomato breeding programs. *Plant Breeding and Biotechnology*, 3(4), 308-322.
- 大西 純, 西野 実 (2016) トマト黄化葉巻病に罹病した耐病性品種をウイルス獲得源としたタバココナジラミ媒介性の評価. 関西病虫害研究会報 58(0) 87-89
- 大西 純, 北村 登史雄, 加嶋 崇之, 安部 洋 (2017) アセチル化グリセリドと耐病性品種によるタバココナジラミのTYLCVの媒介抑制と保毒虫率への影響評価. 平成29年度日本植物病理学会大会プログラム・講演要旨予稿集
- 斎藤 新 (2015) トマト黄化葉巻病抵抗性育種の現状と今後の課題. 平成27年度野菜茶業課題別研究会資料 39-48.

## 研究実施担当者

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 中央農業研究センター

日本 典秀、大西 純、長坂 幸吉、有本 誠、安居 拓恵、辻井 直、安田 哲也

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 東北農業研究センター

田淵 研、上杉 龍士

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 西日本農業研究センター

安部 順一郎、大鷲 友多

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 九州沖縄農業研究センター

北村 登史雄、水谷 信夫、田中 彩友美、安達 修平

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 生物機能利用研究部門

霜田 政美、村路 雅彦、前田 太郎、上原 拓也

国立研究開発法人 理化学研究所 バイオリソースセンター

安部 洋

国立大学法人宮崎大学 農学部

大野 和朗、松尾 光弘、安達 鉄矢

宮城県農業・園芸総合研究所

関根 崇行、猪苗代 翔太、駒形 泰之、鈴木 香深、高橋 浩明、畑中 篤

神奈川県農業技術センター

大矢武志、折原 紀子、島田 涼子、上西 愛子、聖代 橋史佳、山崎 聡、高田 敦之、安井 奈々子

静岡県農林技術研究所

中野 亮平、斉藤 千温、土井 誠、石川 隆輔、片山 晴喜

三重県農業研究所

西野 実、黒田 克利、磯崎 真英、鈴木 啓史、田口 裕美、川上 拓

京都府農林水産技術センター

徳丸 晋、伊藤 俊、上山 博、檜垣 誠司、岩川 秀行、山口 雄也、岡留 和伸

兵庫県立農林水産技術総合センター

八瀬 順也、田中 雅也、柳澤 由加里、富原 工弥、三浦 宏晴、源 昌宏

広島県立総合技術研究所 農業技術センター

松浦 昌平、星野 滋、西濱 健太郎、亀井 幹夫

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、渡邊 崇人、武知 耕二

熊本県農業研究センター生産環境研究所

古家 忠、森山 美穂、江口 武志、坂本 幸栄子、本田 裕貴、山崎 尚美、行徳 裕

株式会社アグリ総研

手塚 俊行、秋武 秀行、小原 慎司、伊藤 健司、大橋 祐輝、三浦 早貴

日本ワイドクロス株式会社

吾郷 泰三、阿部 弘文

株式会社シグレイ

鈴木 孝洋

株式会社ネイブル

田中 正彦

大協技研工業株式会社

森口 彦弥、鈴木 裕二、平塚 美穂、山村 信介、平岡 正、大関 顕久

石原産業株式会社中央研究所

加嶋 崇之、上宮 健吉、高野 梓

(研究実施時の担当で、現在の所属とは異なる場合があります)



## 化学合成殺虫剤を半減する

### 新たなトマト地上部病害虫防除体系マニュアル

#### — 個別技術集 —

本マニュアルは、内閣府 戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）「次世代農林水産業創造技術」（管理法人：農研機構生研支援センター）の支援を受けて行った研究をとりまとめたものである。7つの地域別の防除体系マニュアルと、本個別技術集からなる。以下のサイトから PDF をダウンロード可能なので、あわせて参照していただきたい。

[http://www.naro.affrc.go.jp/publicity\\_report/publication/pamphlet/tech-pamph/129995.html](http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/129995.html)

なお、本マニュアルの複製・転載を希望される場合は、下記編集責任者宛ご連絡いただきたい。

なお、本マニュアルは、できるだけ最新の情報を掲載し、情報の正確性には万全を期しているが、掲載された情報を利用になったことによるいかなる損害についても責任を負えないのでご注意ください。

---

#### 発行元

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構

中央農業研究センター

〒305-8666 茨城県つくば市観音台 2-1-18

TEL：029-838-8481（代表）

E-mail: [koho-carc@ml.affrc.go.jp](mailto:koho-carc@ml.affrc.go.jp)

編集責任者： 農研機構 中央農業研究センター

虫・鳥獣害研究領域 生物的防除グループ

日本 典秀

発行日： 2019年4月5日 第2版（web版）発行

---