第2回日本生物防除協議会シンポジウム

~生物農薬の未来を語ろう~

講演要旨



2018年2月27日 於:東京大学 伊藤国際学術研究センター 伊藤謝恩ホール

日本生物防除協議会

表紙写真:オオトラフコガネ

撮 影:野村昌史(千葉大学大学院園芸研究科)

裏高尾で初めて出会ったオオトラフコゲネは、鞘翅にある斑紋が美しく、しばし見とれてしまった。 しかし真横から見たその姿は意外に逞しく、フェロモンを感受しようとするのか、真っ直ぐ前を見据えた その姿は凛々しかった。

目 次

(基調講演)					~~ -	- ジ
1. 昆虫病原菌のファ	ァイトバイオームにお	ける生態学と	こそれを考慮	した防	除法 …	1
	带広畜産大学	環境微生物	7学研究室	小池	正徳	
(特別講演)						
2. 新しい I P M 資	材 青色LEDに。	よる光殺虫ダ	助果			1 1
	東北方	大学大学院農	慢学研究科	堀	雅敏	
(IPM報告事例)						
3. 長野県における	生物農薬を活用したこ	アブラナ科野	菜の病害防	除の取	り組み	2 1
	長野県野菜花	花き試験場	佐久支場	石山	佳幸	
 4. 宮城県における〕 	IPMの現状と今後の	の展望・・・・・				3 1
	宮城県農	業・園芸総	合研究所	関根	崇行	
5. 性フェロモン剤	による柿実中防除(の取り組み・				3 9
0. L/ L - C / A		県農業技術				0 0
6. アカメガシワク						4 5
	高知	1県農業技術	テセンター	下元	満喜	
7. 天敵にとって不	利な条件を我々の打	支術開発で克	豆服できる⊄)カ・?・		5 3
	鹿児島県農	農業開発総合	トセンター	柿元	一樹	
8. 宮崎県での総合	的作物管理体系の部	普及状況				
	~"宮崎方式ICM		こ向けて~・			6 3
	宮	崎県総合農	業試験場	黒木	修一	
資料 (太阳 ※ 大)						
(声明発表) 日本の生物農薬の	利用促進に関する詞					7 1
	アリスタライフ					
天敵に関する農薬の	影郷事 (笠 96 HE)					7 1
協賛広告・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	永音4 (为 40 NK)		• • • • • • • • •			77

昆虫病原菌のファイトバイオームにおける生態学とそれを考慮した防除法

带広畜産大学 環境微生物学研究室 小池 正徳

1. はじめに

ファイトバイオームとは植物を取り巻きその成長に影響を及ぼす微生物、動物(昆虫、線虫を含む)等の生物要因と土壌、肥料、環境等の非生物要因を含めたものおよびそれらとの相互作用をも含めた植物の生育圏を表した用語である。本稿ではまずファイトバイオームにおける昆虫病原菌(昆虫病原性糸状菌、昆虫病原性細菌)の役割を解説する。

昆虫病原菌である昆虫病原性糸状菌が、害虫に病原性を有する微生物農薬としてだけでなく、植物病害抑制効果、植物成長促進効果などの特性を持っていることがここ 10 年で数多く報告されており、その研究の現状はすでに記した(小池・相内、2013、小池、2014)。また最近、昆虫病原性細菌にも同様な効果があることが報告された(Hyakumachi et al., 2013、 Takahashi et al., 2014, Qi et al., 2016a)。このような特性を含めた、完全に解明されていない昆虫病原菌の生態学的役割は、有害生物(昆虫および他の節足動物)に対する微生物農薬として開発されてきたため、今まで見落とされていたのではなかろうか。これらの特性は、IPM 戦略に用いれば何らかの利点が考えられるのではないだろうか(Moonjely et al. 2016, Jaber & Ownley, 2017)。本稿では最新の研究成果を紹介し、今後どのように昆虫病原菌を実際の防除の場面で使用できるのか、いくつかの提案をしたい。

2. 昆虫病原糸状菌はなぜエンドファイトの特性を持っているのか?

最近のゲノム解析のデータから、昆虫病原性糸状菌で子のう菌類に属する Metarhizium 属菌、Beauveria 属菌、Lecanicillium 属菌と Paecilomyces 属菌は、グラスエンドファイトとして有名な Epicloë 属菌や麦角病菌を含む Claviceps 属菌と非常に近縁であることが分かった (図 1)。さらに、Metarhizium 属菌、Beauveria 属菌は動物病原菌類よりもエンドファイトや植物病原菌類の方がより近縁であり、Epicloë festucae と Metarhizium 属菌は約 8800 万~1 億 1400 万年頃前に分岐したことが明らかになった。また、Metarhizium 属菌は多くの植物分解酵素の遺伝子も保持しており、まだ仮説であるが、昆虫病原性糸状菌は植物関連菌類(植物病原菌・エンドファイト)から分岐し、昆虫病原性に係る遺伝子群は遺伝子重複や他の昆虫病原性菌類や昆虫を介して水平伝達により伝わり獲得したと考えられている(Moonjely et al. 2016, Wang et al. 2016)。

昆虫病原性糸状菌は土壌中、植物の葉面、根面および内部、昆虫の表面や体内など様々異なった環境に生存している。それぞれの生態的ニッチにおいてマルチな機能を持った昆虫病原性糸状菌は生存するために「表現型可塑性」が必要となる。たとえば、昆虫の体表面や植物の根の表面に付着するときには *Metarhizium* 属菌はアドヘシンタンパク質の遺伝子 MAD1 と MAD2 をそれぞれうまく発現させている(Wang & St. Leger, 2007)。おそらく植物体表面や内部、昆虫の体表や内部や土壌中等ではいくつかの遺伝子が機能的にオーバーラップして発現しているのではなかろうか、このような遺伝子の発現を追っていくことは、昆虫病原性糸状菌の進化を知るうえで非常に重要である。

もう一つの例は *Metarhizium* 属菌の病原性に係るサブチリシン様プロテアーゼの Pr1A が昆虫抽 出物由来および植物抽出物由来の培地において高い発現量を示したもので(Wang et al. 2005)、こ こでの紹介は上記にとどめるが、このような病原性の発現に係る遺伝子や遺伝子発現のネットワー ク等も次第に明らかになってきた(Wang et al. 2016)。

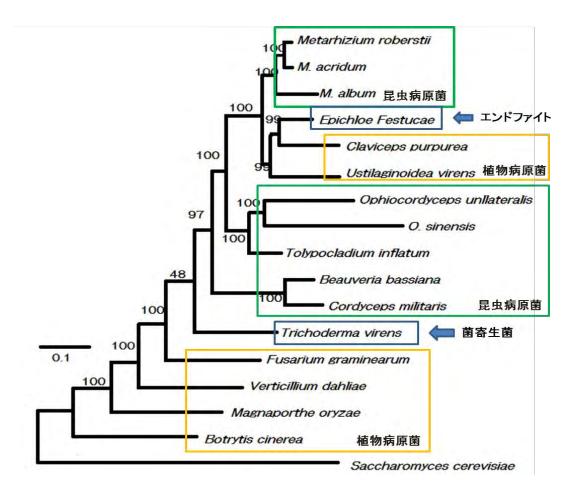


図 1. 子のう菌類を中心とした寄生性菌類の分子系統樹 (Wang et al. 2016 を改変)

3. 昆虫病原性糸状菌の根への定着

最近になって昆虫病原性糸状菌は植物への内生や根への定着が報告されてきたが、これらの生存様式は本来の微生物農薬(微生物殺虫剤)としてだけでなく、PGPF (Plant Growth Promoting Fungi: 植物生長促進菌類)やバイオファーティライザー(生物肥料)などとして使用できる可能性が出てきた。

カナダ・ブロック大学の Sasan と Bidochka は、M.robertsii を用いたスウィッチグラスとインゲンに対するエンドファイトおよび PGPF の効果を報告した(Sasan & Bidochka, 2012)。彼らは $Metarhizium\ robertsii$ に GFP 遺伝子を導入し、根部における感染過程を観察しただけでなく、植物の根毛表面に付着する機能を司るとされている MAD2 遺伝子をノックアウトした形質転換体を用い、植物への感染過程を光学顕微鏡により観察した。その結果、M.robertsii は根に感染させると根部の形成層、維管束部位にまで定着し、なおかつ主根の伸長、根毛の増加および足根の増加を誘導

したことから、エンドファイトとして機能するだけでなく、PGPF としての効果もあることを示した。ただし、MAD2 遺伝子をノックアウトさせた系統は、まったく根面定着能やエンドファイトとしての機能を失ったわけでなく、これらの効果の遅延が認められたに過ぎず、MAD2 遺伝子のみが植物への定着能を司るのではないことが明らかになった。

さらに Bidochka のグループは上記の実験系を用い、重窒素ラベルしたハチノスツヅリガ (Wax Moth) に *M.robertsii* を感染させその死体から植物体の根へ窒素が直接 転流されることを示した (Behie et al. 2012)。この Science 誌に掲載された実験結果は非常にエレガントであり、従来は窒素固定菌や一部のエンドファイトのみで証明されていた植物への窒素固定能が、自然界に存在する昆虫病原糸状菌によっても生じることを初めて明らかにした。

これらの報告から、窒素だけでなく、おそらくリンに関しても、食虫植物が昆虫から直接的に摂取するように、昆虫病原糸状菌を介して昆虫から植物体へ運ばれるものと推測できる。Bidochka が強調したのは、昆虫病原糸状菌は昆虫への病原性を進化させただけでなく、植物からも選択圧を受け、植物の生存に有利になるよう進化してきたのではないかということである(Moonjely et al. 2016)。

4. Metarhizium anisopliae のタマネギ苗への内生

M.anisopliae をタマネギ葉面への散布することによって、ネギアザミウマの密度増加を抑制させた報告がある(Maniania et al. 2003)。著者らは、タマネギの初期生育に M.anisopliae (SMZ-2000) がどのような影響及ぼすのかを明らかにするために、種子に菌を処理し、インキュベーター内で育成し($25\pm1^{\circ}$ C、明期 12 時間、暗期 12 時間)、10、20、30 日目の生育および根、茎、葉からの M.anisopliae の検出率を調べた。その結果、草丈、生重、乾物重ともに菌処理区のほうが高い傾向にあった(図 2)。また、各組織化からの検出率は葉が約 60%、茎が約 70%、根からは約 80%検出され(図 3)、根の切片を顕微鏡で観察したところ維管東周辺部に M.anisopliae の菌糸が確認された。まだ予備試験の段階だが育苗トレイに M.anisopliae を処理した苗を畑に植えたところ、アザミウマ類の食害痕や乾腐病の発病に抑制傾向が認められたので、今後さらに検討していきたい。

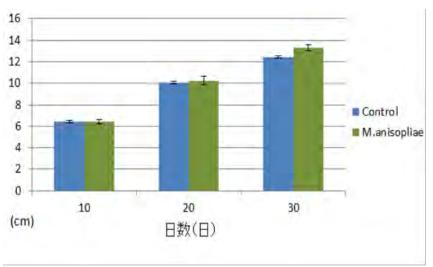


図2 Metarhizium anisopliae の生 長促進効果 分生子 (1×10⁶) 懸濁液に種子を 10 時間浸漬した のちに室内のインキュベーター で生育させた時の草丈の推移 (生重、乾物重も同様な推移を示 した)

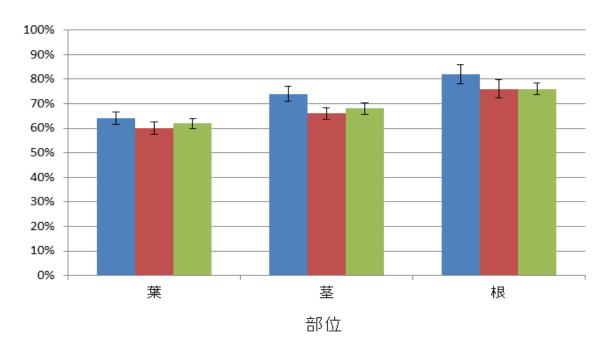


図 3 タマネギ苗からの Metarhizium anisopliae の検出率 左からそれぞれ 10、20、30 日目の苗の各部位を表面殺菌後、培地に置床した時の検出率

5. 昆虫病原糸状菌のトマトの株元処理

ここで紹介するのはハウスにおける昆虫病原菌の葉面への散布ではなく株元処理の効果である。トマト育苗ポットにあらかじめ昆虫病原性糸状菌の $Lecanicillium\ muscarium$ (B-2)、M.anisopliae(SMZ-2000)および $Bacillus\ thuringiensis$ (Bt-18)を灌注もしくは土壌ふすま培地を混合し、菌を根に定着させたあとに 5 月上旬にハウスに移植、2 週間おきに 6 月まで 3 回株元に胞子懸濁液 10ml (分生子濃度 1×10^7 /ml、BT に関しては 1×10^8 /ml)を灌注しその後の葉の病害、特に灰色かび病 (病原菌 $Botrytis\ cinerea$) の発生をみたところ、 $L.muscarium\ および\ B.\ thuringiensis\ 処理区において、灰色かび病の病徴が抑えられた(図 <math>4$)。

ハウスで実験に供試するまえに、 $in\ vitro$ の実験において、サルチル酸合成に係る PR-P2遺伝子およびジャスモン酸合成に関わる TomLoxA 遺伝子の発現をみたところ、L.muscarium は PR-P2 遺伝子の活性が増加し TomLoxA 遺伝子の発現が抑制される傾向にあったことから、ジャスモン酸合成経路の遺伝子が活性される誘導抵抗性が生じていると推察される。

Lecanicillium 属菌は葉面に散布した場合、ワタアブラムシ、モモアカアブラムシ、オンシツコナジラミ等の増殖を抑制する効果があるのと灰色かび病やうどんこ病の発病も抑制した(Koike et al. 2004、Goettel et al. 2008、 Shinomiya et al. 2011)。この場合は葉面に散布し葉面からも植物組織は刺激を受けるのと散布液過剰分が茎を伝わり株元から根部組織に作用し、抵抗性を誘導すると考えられる。

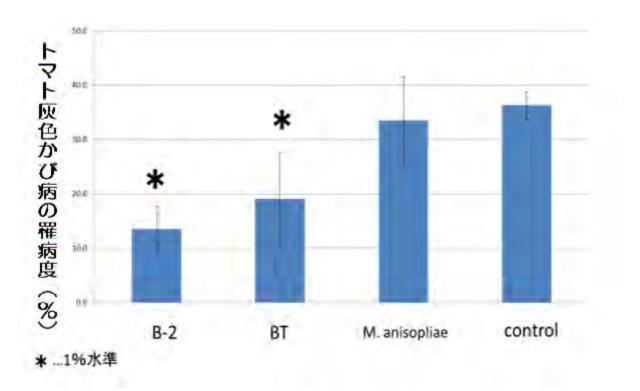


図4 昆虫病原糸状菌 (Lecanicillium: B-2, Metarhizium: SMZ-2000) と Bacillus thringiensis をトマトの株元に処理した時の灰色かび病の発病度



図 5. 昆虫病原性糸状菌が内生することによって生じる植物の利益 (Moonjely et al. 2016 を改変)

6. 昆虫病原糸状菌は植物に様々な効果を及ぼす

図 5 に昆虫病原糸状菌が植物に及ぼす様々な効果をまとめた(Moonjely et al. 2016)。病害虫防除に係る効果としては 1)植物病害に対する誘導抵抗性、2)植物病原菌への拮抗作用、3)昆虫を含めた草食動物摂食阻害物質の蓄積、PGPFやバイオファーティライザーに係る効果として 4)バイオマス・生産量の増加、5)植物への環境ストレス耐性の付与、6)二次代謝産物の増加、7)土壌中の微量元素へのアクセス、8)寄生した昆虫からの窒素源供給、を挙げることができる。

今後これらの特性を効果的に作用させる方法を模索していきたい。また、現在までの方法として微生物資材単体での施用が一般的とされているが、一種一系統に頼らず植物病害発病抑制資材との混用もしくはカクテル剤としていくつかの微生物資材を処理する方法も考えることができる。

7. 昆虫病原性 Bacillus thuringiensis も根に定着し内生する? (BT の生活史)

Bacillus thuringiensis(BT)は、土壌・水中・植物・貯蔵穀物・死亡した昆虫から分離が可能であり複雑な生活様式を持つ内生胞子形成細菌として知られているとともに世界で一番多く使用されている微生物農薬である。BT 研究の多くは耐虫性遺伝子組み換え作物や Cry 毒素の分子生物学等に集中しており、BT の生活史や生態学研究に関してはほとんど手が付けられていないのが現状である。ここにスペインのバルセロナ大学の Marco と Porcar が Bt Reseach で提案した BT の生活史を示す(2012、図 6)。

BT はもともと土壌中で腐生的に存在しており、植物の生長に伴い植物の葉に定着する(Bizzarri & Bishop, 2008)。その定着した BT を昆虫が接触することにより、昆虫の消化管内で増殖し一部は 糞として植物の葉面上や土壌中に戻る。消化管内で Cry トキシンが活性化されたものは腸壁に穴を あけ食中毒を起こさせ宿主の昆虫を死に至らしめる。その死体中で増殖した BT が土壌に戻る (図 6)。 また、一部土壌に生息していた BT が植物の根をとおしてエンドファイトとして内生する可能性も ある(Cry の Cry の C



図 6 Bacillus thuringiensis の生活史 (Marco & Porco, 2012 を改変)

8. Bacillus thuringiensis のバイオフィルム形成能

バイオフィルムとは、物体表面に付着し、細胞外ポリマーマトリックスに包まれた細胞による構造化されたコミュニティである (Watnick & Kolter, 1999)。そのような細菌群は根圏に存在し、根から浸出する栄養素を中心に豊富な微生物相を発展させる(Weller & Thomashow,1994)。

Pseudomonas syringae によるシロイヌナズナの根への感染抑制に B.subtilis による根面でのバイオフィルム形成の抗菌物質に由来し、枯死率の低下が認められ、それは根面への定着およびバイオフィルム形成能力に正比例していると実証された(Bais & Vivanco, 2004)。

最近になり、BT を用いた *in vitro* および昆虫の体内におけるバイオフィルム形成に関する研究がなされ、バイオフィルムの形成能力の遺伝型の特定や(Garcia et al, 2014)、BT のバイオフィルム形成にはクオラムセンシングの調節因子が異なる 3 つの細胞型が複雑に作用していることが報告された(Verplaetse et al, in press)。

上記のように土壌伝染植物病原菌に対する BT による防除効果への期待は大きく、B.subtilis 同様根面にバイオフィルムが形成されるのであれば、BT が高菌密度かつより安定的に根面に存在できる可能性がある。そこで、ウェルプレートとトマトの根を用いてバイオフィルム形成能を調べた。その結果、系統によりその能力は異なるが、ウェルプレート内およびトマトの根部においてバイオフィルムを形成した(Qi et al, 2016b)。

9. PGPR としての Bacillus thuringiensis

植物生育促進根圏細菌(PGPR)は植物の根に定着し、土壌植物病原菌の個体群を減少させ病気を抑制し、植物の成長に有益な効果を発揮する(百町,2000)。さらに、そのような微生物は病原菌に対する生物的防除資材(BCAs)として使用されており、Bacillus 属細菌は潜在的な BCAs として注目されている。そのなかでも Bacillus subtilis は土壌中に遍在する有益な根圏微生物である.B.subtilis は植物の成長を促進し、植物病原菌による感染から植物を保護する事ができる(Asaka & Shoda, 1996).

BT においても Raddadi らが、PCR による遺伝子の存在だけでなく、表現型解析によってもシデロフォア生産能,インドール酢酸 (IAA; indole-3-acetic acid) 生産能,1-aminocyclopropane-1-carboxylate (ACC) deaminase 生産能があり、BT が PGPR として作用する可能性があることを初めて報告した(Raddadi et al, 2008)。そこで著者らのグループはその効果があるか否かトマトも用いた発芽試験を実施した。その結果、供試した BT すべての系統(AS15 sotto, AS16 israelensis, AS17 japonensis, AS18 kurstaki, AS19 roskildiensis, AS20 CR371-H)において、発芽と幼根伸張の促進効果が認められた(Qi et al, 2016a)。これらの作用は菌体をコーティングすることや菌体培養ろ液においても同様の効果が認められており、将来的には BT を種子コーティングすることにより発芽促進や初期生育の促進効果が期待できる可能性がでてきた。

10. Bacillus thuringiensis の土壌病害(トマト青枯病・萎凋病)の発病抑制効果

BTの産生する結晶性蛋白毒素や芽胞を有効成分とする微生物農薬をBT剤と呼び。また、BT剤は一般の化学農薬に比べ、人を含めた哺乳動物に対する安全性が高く、減農薬栽培や有機農業栽培にも使える農薬として広く利用されている。しかし、BT剤の殺虫成分のトキシンが蛋白質である

こともあり、野外条件下では太陽光(とくに紫外線)によって活性が低下し、実際の害虫防除においては残効性の短いことが弱点とされている(浅野ら、2008)。このような弱点もあるが、最近、BT は植物病害を抑制する生物的防除資材として注目されており(Yi, et al.,2008),BT の懸濁液から抽出された無細胞の濾過水(CF)をトマト根に前処理した際、トマト苗に全身抵抗性を誘導し、トマト青枯病が抑制された(Hyakumachi et al.,2013).著者らのグループも BT がトマト萎凋病や灰色かび病の発病が抑制されたことを明らかにした(Qi et al, 2016a、未発表)。

11. 微生物資材・バイオスティムラントとしての昆虫病原菌の利用の可能性

以上昆虫病原性糸状菌と昆虫病原性細菌のファイトバイオームにおける作用や植物病原菌に対する効果を述べてきた。現在、基本的に植物に散布することによって害虫を防除する微生物農薬の使用法に加え、種子コーティングや植物体の根部・株元への処理をすることによって病害虫を抑制するだけでなく PGPR、PGPB として作用することが明らかになった。これらの特性を生かし微生物農薬としてだけでなく微生物資材・バイオスティムラントとしても活用が望まれる。

引用文献

Asaka & Shoda (1996) Appl Environ Microb 62: 4081-4085.

浅野昌司ら(2008) 応動昆 52:31-33.

Bais & Vivanco (2004) Plant Physiol 134: 307-319.

Behie et al. (2012) Science 336: 1576-1577

Garcia et al (2014) Cur Microbiol 70:10-18.

Goettel et al. (2008) J. Invertebr. Pathol. 98:256-261.

百町満朗(2000) 微生物の資材化:研究の最前線 鈴井ら編 pp81-92.

Hyakumachi et al. (2013). Microb Environ 28:128-134.

Jaber & Ownley (2017) Biological Control (in press)

Koike et al. (2004) IOBC/wprs Bulletin 27:41-44.

小池正徳・相内大悟 (2013) 蚕糸・昆虫バイオテック 82(3)169-173.

小池正徳(2014) バイオコントロール研究会レポート 13、32-39.

Maniania et al. (2003) Crop Protection 22:553-559.

Moonjely et al. (2016) Adv. Genetics 94: 107-135.

Praca et al. (2012) Bt Res 3: 11-19.

Qi et al. (2016a) Inter J Environ Agric Res 2(6):55-63.

Qi et al. (2016b) Inter J Trop Agric 34:369-375.

Raddadi et al (2008) Ann Microbiol 58:47-52.

Sasan & Bidochka (2012) Am. J. Bot. 99: 101-107.

Shinomiya et al. (2011) SIP2011 abstract, p.57

Takahashi et al. (2014) Plant Cell Rep. 33:99-110.

Verplaetse et al (2017) Res Microbiol (in press)

Wang et al. (2005) Fungal Genet. Biol. 42: 704-718.

Wang & St.Leager (2007) Eucaryotic Cell, 6: 808-816.

Wang et al. (2016) Adv. Genetics 94: 67-105.

Watnick & Kolter (1999) Molec Microbiol 34.: 586-595.

Weller & Thomashow (1994) in "Molecular ecology of rhizosphere microorganisms: Biotechnology and the release of GMOs" pp.1-18.

Yi et al. (2008) Appl Microbiol Biotech 80: 563-572.

プロフィール

小池 正徳

带広畜産大学畜産学部環境農学研究部門

昭和59年3月 带広畜産大学畜産学部草地学科卒業

昭和61年3月 千葉大学大学院園芸学研究科修了

昭和61年4月 (株) サカタのタネ君津育種場

昭和63年4月 带広畜産大学畜産学部助手

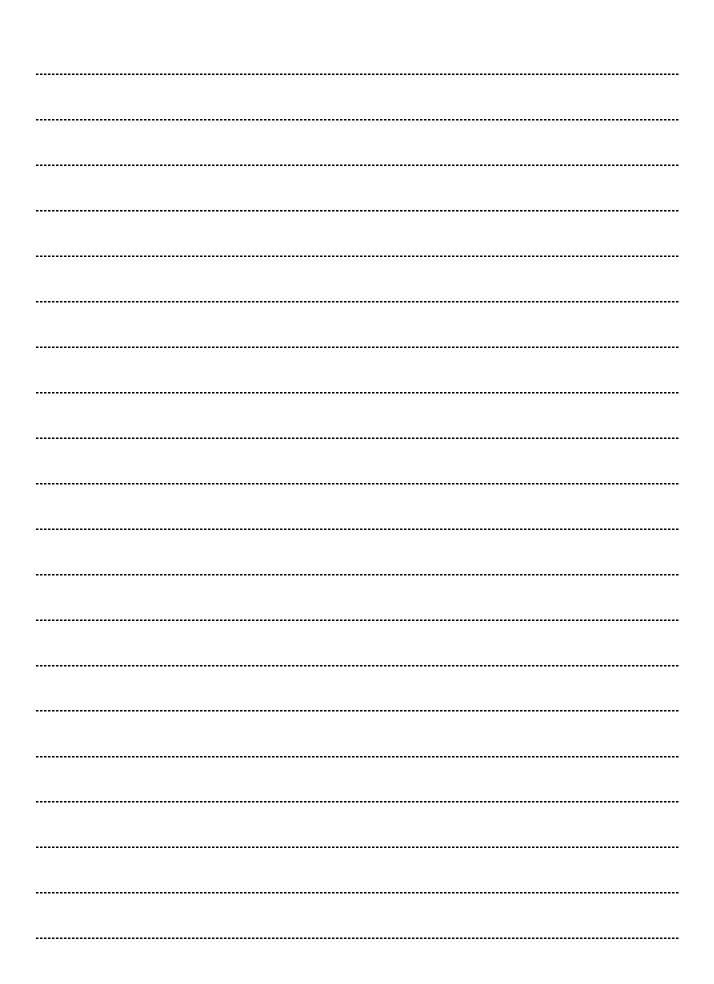
平成8年4月 帯広畜産大学畜産学部助教授(准教授)

平成 21 年 5 月 带広畜産大学畜産学部教授

専門分野 昆虫病理学・作物保護学

帯広畜産大学 副理事・教育支援室長 昆虫病理研究会・幹事





新しい IPM 資材 青色 LED による光殺虫効果

東北大学大学院農学研究科 堀 雅敏

1. はじめに

環境への負荷の軽減、安心・安全な食の提供が求められる中、殺虫剤への依存を低減させるための害虫防除技術の開発が重要になっている。光による害虫防除も IPM に組み込む技術として期待されているものの一つである。光は害虫防除に昔から広く利用されてきたが、発光ダイオード (LED) の普及にともない、LED を光源とした防除の研究開発が最近では特に盛んになっている。しかし、現在実用化されている光による害虫防除技術は、誘引や忌避、活動抑制といった、害虫の行動を制御するものであり、研究もそのほとんどが行動制御に関するものである。したがって、殺虫剤のように害虫の発生源を除去することを目的としたものではない。これに対して、我々の研究グループが見いだした青色光の殺虫効果は(Hori et al., 2014; Hori and Suzuki, 2017)、光そのもののエネルギーにより害虫を死滅させるもので、照射により害虫の発生源そのものの除去が期待できる。

短波長の紫外線である UVC($100\sim280$ nm の波長の光)や UVB($280\sim315$ nm)が生物に対して非常に強い殺傷性をもつことはよく知られていることであり、これらの紫外線には殺虫効果があることも報告されている(Beard, 1972)。しかし、紫外線でも波長の長い UVA($315\sim400$ nm)の殺傷性は前 2 者に比べてはるかに小さく、昆虫に対して実用的な致死効果を示した報告はなかった。光の生物に対する殺傷力は、一般的に波長が短いほど大きいとされている。したがって、UVA よりもさらに波長が長い可視光に、昆虫を含めた複雑な動物に対する致死効果があるとは、まったく考えられてこなかった。そのため、可視光($400\sim780$ nm)である青色光($400\sim500$ nm)の殺虫効果の発見は、従来の常識を覆す発見として国内外から大きな注目を集めるとともに、これまでにない害虫防除技術として様々な産業分野からも大きく期待されている。様々な分野で利用できる可能性が高いことから、本発明は 2013 年に「害虫の防除方法及び防除装置」として特許出願され、2017 年 3 月に登録されている(特許第 6118239 号)。

本稿では、青色光の殺虫効果と青色 LED を用いた殺虫技術の実用化の展望について紹介する。

2. 青色光の殺虫効果

青色光の殺虫効果は、ハモグリバエの光による羽化制御機構を研究する中で、偶然、その可能性を見いだしたものである。その後、キイロショウジョウバエ(以下、ショウジョウバエ)を用いて研究を積み重ね、昆虫に対する青色光の致死効果を確証するに至った。まず、ショウジョウバエの蛹に各種波長の光を蛹期間中、連続照射し、殺虫効果を調べたところ、青色光に殺虫効果があることが明らかになった(図 1a)。467 nm 光が最も高い効果を示し、次いで440 nm の効果が高かった。しかし、その間の波長である456 nm の効果はこれら2波長に比べて明らかに低かった。すなわち、ショウジョウバエの蛹に対して

は、青色波長域の中に効果の高い二山型のピーク波長があることが分かった。467 nm 光では、照射光強度が 3×10^{18} photons·m⁻²·s⁻¹ (朝日分光製高速分光ユニットで測定、受光ファイバーの受光角は全角で約 22°) のとき、95%の死亡率を示した。同じ測定器で測定した直射日光中の青色光の強度は約 25×10^{18} photons·m⁻²·s⁻¹であったので、その約 12%の強度でほとんどの蛹が死亡したことになる。また、467 nm と 440 nm の殺虫効果は UVA である 378 nm よりも高く、さらに、UVA に近い波長である 404 nm 光の効果は試験した青色波長域の中で最も低かった。光の生物に対する殺傷効果は波長が短いほど高いとされているが、ショウジョウバエ蛹でみられた殺虫効果の結果はこの常識を覆すものであった。

青色光が蛹に対してだけでなく他のステージのショウジョウバエに対しても殺虫効果を示すのか明らかにするため、卵、幼虫、成虫に対する効果も調べた。その結果、青色光はすべてのステージのショウジョウバエに殺虫効果があることが明らかになった。蛹で最も効果の高い 467 nm 光を 5×10^{18} photons·m⁻²·s⁻¹で卵期間中照射すると、約 85%の卵が孵化せずに死亡した(図 1b)。また、蛹化前の 24 時間、終齢幼虫に 467 nm 光を 7×10^{18} photons·m⁻²·s⁻¹で照射すると、95%以上の個体が羽化せずに死亡した(図 1c)。成虫の場合は青色光の照射により寿命が短くなり、全暗下では約 60 日の寿命が、467 nm 光を 5×10^{18} photons·m⁻²·s⁻¹で照射すると、約 5 日に短縮した(図 1d)。以上から、青色光は卵、幼虫、蛹、成虫のすべてに殺虫効果があることは分かったが、その後の研究により、効果的な波長はショ

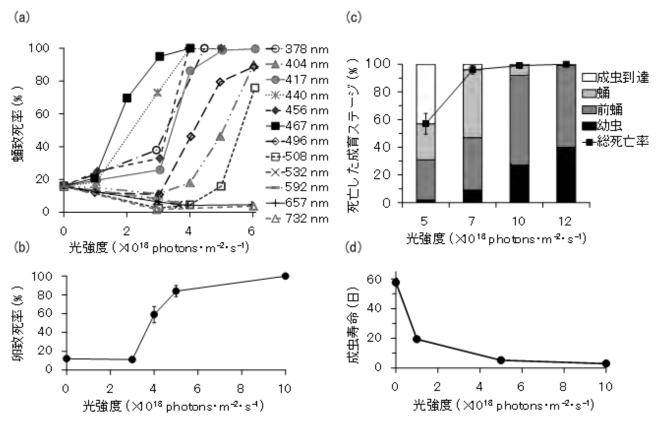


図1 ショウジョウバエに対する青色光の殺虫効果

- (a) 蛹に対する各種波長の殺虫効果 (b) 卵に対する 467 nm 光の殺卵効果
- (c) 幼虫への 467 nm 光照射による殺虫効果 (d) 成虫に対する 467 nm 光の殺虫効果
- 注)波長は実測値

ウジョウバエの場合、変態にともなって変化することも明らかになった。卵に対しては、440 nm 光だけ例外的に前後の波長と比較して効果が低いものの、基本的には波長が短いほど殺虫効果が高かった。一方、幼虫に対しては、470 nm 以下の波長はいずれも同程度の殺虫効果を示した。成虫は蛹と類似していて、470 nm 付近の波長が最も効果が高く、次いで420~440 nm 付近の効果が高いという、二山型のピーク波長を示した。

次に、青色光が他の昆虫に対しても殺虫効果を示すのか明らかにするために、チカイエカに対する効果を調べた。蛹に様々な波長の青色光を照射したところ、417 nm 光が比較的強い殺虫効果を示した(図 2a)。しかし、その効果はショウジョウバエに比べて低く、417 nm 光を 10×10^{18} photons·m²·s⁻¹ で照射しても羽化せずに死亡した個体は約 60%に止まった。100%の死亡率を得るには 15×10^{18} photons·m²·s⁻¹ の光強度が必要であった。また、ショウジョウバエ蛹に対して高い殺虫効果を示した 467 nm 光や 440 nm 光は、チカイエカ蛹に対しては高い殺虫効果を示さなかった。UVA に近い波長である 404 nm 光は、417 nm に対しては高い殺虫効果を示さなかった。UVA に近い波長である 404 nm 光は、417 nm に次いで高い効果を示したが、その効果は 417 nm 光に比べてかなり低かった。これらの結果から、青色光はショウジョウバエだけでなく複数の昆虫種に殺虫効果を示すことが分かったが、効果的な青色光波長は種特異的であること、また、有効な光強度も種により異なることが明らかとなった。417 nm 光はチカイエカの卵に対しても殺虫効果を示したが、卵期間である 48 時間照射直後の死亡率は低く、約 65%の卵が孵化した(図 2b)。しかし、照射終了後、全暗下で 72 時間飼育した後に生存率を調べたところ、孵化幼虫のほとんどが死亡していた。すなわち、青色光照射により卵期に受けた傷害は孵化後に持ち越され、その後の生存に大きな負の影響を与えることが明らかになった。

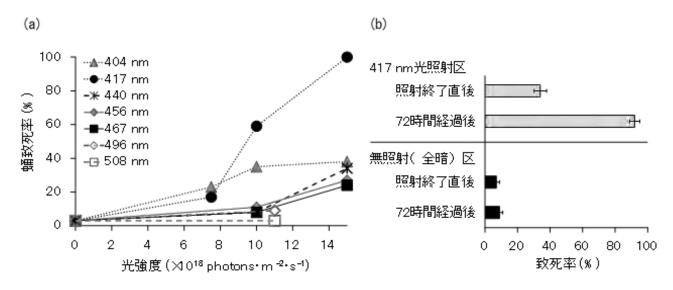


図2 チカイエカに対する青色光の殺虫効果

- (a) 蛹に対する青色光の殺虫効果
- (b) 卵への 417 nm 光照射 (光強度: 10×10¹⁸ photons·m⁻²·s⁻¹) による殺虫効果
- 注)波長は実測値

ショウジョウバエとチカイエカで青色光の殺虫効果が明らかになったので、ハエ目以外の昆虫としてコウチュウ目のヒラタコクヌストモドキに対する殺虫効果を次に調べた。蛹に対する各種波長の青色光の効果を調べたところ、467 nm 以下の波長光はすべて強い殺虫

効果を示した。特に、波長の短い 404 および 417 nm の効果が高く、また、UVA である 378 nm の効果もこれら 2 波長と同様に非常に高かった。378、404、417 nm では、 1×10^{18} photons・ m^{-2} ・ s^{-1} という非常に低い光強度でも、85%以上の個体が羽化せずに死亡した。

表 1 青色光の殺虫効果がこれまでに確認された害虫種

	害虫種	効果的波長 ^{a)}	有効光強度 b)
(効果を確	認した変態段階)	(nm)	(直射日光:100)
【農業害虫】			
ハエ目	アシグロハモグリバエ	470	60
	(蛹)		
	トマトハモグリバエ	420	>60 (妤) ^{c)}
	(卵、蛹、成虫)		60 (蛹)
	チビクロバネキノコバエ	420	20 (戼)
	(卵、蛹)		40 (蛹)
コウチュウ目	イチゴハムシ	435(別) ^{c)}	60(戼)
	(卵、蛹)	470 (蛹)	>60 (蛹)
アザミウマ目	ミカンキイロアザミウマ	420	60
	(月月)		
【貯蔵・食品害虫】			
コウチュウ目	ヒラタコクヌストモドキ	≤ 420	6
	(蛹)		
チャタテムシ目	ヒラタチャタテ	≤ 420	
	(成虫)		
【衛生害虫】			
ハエ目	キイロショウジョウバエ	405(卯)	16(卯)
	(卵、幼虫、蛹、成虫)	≦420 (幼虫)	32 (幼虫)
		470 (蛹)	12 (蛹)
		470 (成虫)	
	チカイエカ	420	40 (戼)
	(卵、幼虫、蛹、成虫)		40 (幼虫)
			60 (蛹)
	オオチョウバエ	450(別)	20 (戼)
	(卵、蛹、成虫)	420 (蛹)	40 (蛹)

- a) 波長はメーカー表示値
- b) 卵、幼虫または蛹において、80%以上の個体が死亡する光強度。直射日光中に含まれる青色光強度を100とした場合の光強度。
- c) 変態にともなって効果的波長および有効光強度が変化する種において、それらが示されたステージ。

ショウジョウバエ、チカイエカ、ヒラタコクヌストモドキの結果から、青色光は様々な目に属する様々な昆虫種に殺虫効果があると考えられた。そこで、現在、実用化の対象害虫として要望の高い種から順に、青色光の殺虫効果を調査している。これまでに、4 目に渡る 10 種の昆虫について調査しているが、完全、不完全の変態様式にかかわらずすべての昆虫種において、卵~成虫に至る少なくともどこか 1 つ以上のステージで殺虫効果が認められている(表 1)。農業害虫では 2 種のハモグリバエの他、チビクロバネキノコバエ、イ

チゴハムシ、ミカンキイロアザミウマで殺虫効果が確認されている。その他に、貯蔵・食品害虫ではヒラタコクヌストモドキの他にヒラタチャタテで、衛生害虫ではショウジョウバエとチカイエカの他にオオチョウバエで殺虫効果を確認している。表 1 に示されるように、農業害虫の有効光強度は貯蔵・食品害虫や衛生害虫と比べて高い傾向にある。これは、青色光に対する耐性が直射日光に曝されるリスクの大きさに深く関与しているためと考えられる。また、効果的波長については、イチゴハムシ、オオチョウバエ、ショウジョウバエのように変態にともなって大きく変化する種と、トマトハモグリバエやチカイエカのようにあまり変化しない種がみられるが、420 nm付近または 470 nm付近に効果的波長をもつ種が多いようである。

3. 青色光の殺虫メカニズム

青色光の殺虫メカニズムに関して は、まだ詳細は明らかになっていない が、効果的な波長が昆虫種特異的であ ることから、昆虫体内の組織にある種 特異的な発色団や光感受性物質が殺虫 に関与していると考えている。青色光 は眼への照射により網膜傷害を引き起 こすことが知られているが、これは照 射により発生した活性酸素が細胞を傷 つけるためであることが示唆されてい る (Kuse et al., 2014)。殺虫効果も これと似たメカニズムで生じると考え られ、体内にある種特異的な物質が特 定波長の青色光を吸収することで活性 酸素が生じ、それにより DNA が傷害を 受け、細胞や組織が損傷することで個 体が致死すると考えられる(図3)。実 際、ショウジョウバエの蛹では、青色光 照射により活性酸素の一種である過酸 化水素の体内発生量が上昇することが 確認されている。さらに、殺虫効果の高 い波長と過酸化水素発生量の高い波長 との間には類似性があることも確認さ

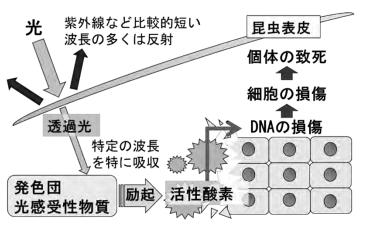


図3 推測される青色光の殺虫メカニズム

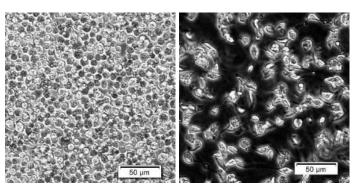


図 4 青色光照射によるショウジョウバエ 培養細胞(S2 細胞)の増殖阻害効果

左:全暗下で4日間培養した細胞

右:470 nm 照射下で4日間培養した細胞

れている。また、予備試験の段階ではあるが、ショウジョウバエの胚由来培養細胞に青色 光を照射すると細胞の増殖が阻害されることも確認されており(図 4)、上記で推測したメ カニズムに大きな間違いはないのではと考えている。実用化においては安定した有効性の 確保が必要であり、そのための技術基盤としてメカニズムの詳細を明らかにすることは重 要なことである。現在、個体レベルの他、細胞・分子レベルでも青色光の昆虫への傷害作 用を解析しているところである。

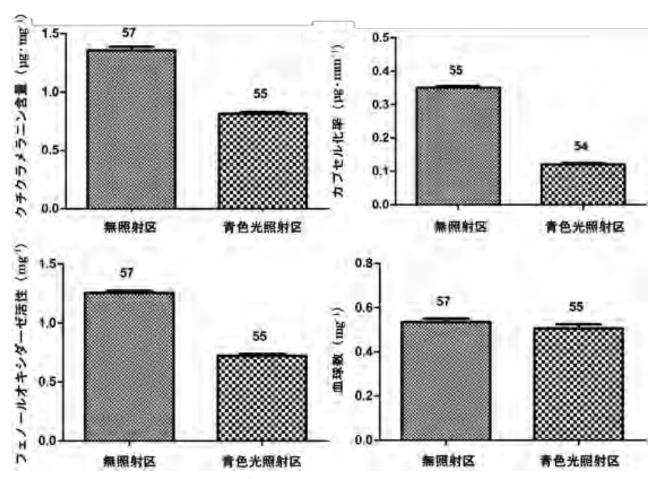


図 5 ミカンコミバエに対する青色光照射の免疫応答関連因子阻害効果

左上:幼虫クチクラのメラニン含量

右上:成虫胸部へのナイロンフィラメント挿入に対するカプセル化阻害率

左下:成虫のフェノールオキシダーゼ活性

右下:成虫の血球数

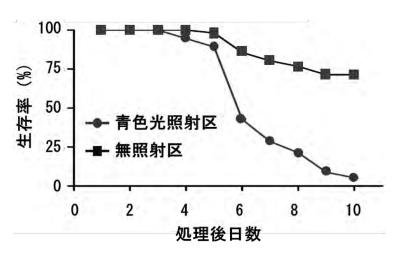


図6 ミカンコミバエへの青色光照射による 昆虫病害糸状菌に対する免疫抑制効果

阻害を受け、その阻害効果は成虫にも持ち越される。具体的には、青色光を照射した幼虫ではクチクラのメラニン含量が減少する他、幼虫期に照射を受けた成虫は血球数には影響はみられないものの、フェノールオキシダーゼ活性が低下し、異物に対するカプセル化が阻害される(図 5)。さらに、幼虫期に青色光の照射を受けた成虫は昆虫病原糸状菌のBeauveria bassiana に対する耐性が低下することも明らかになっている(図 6)。すなわち、青色光照射と天敵微生物などを併用することにより、相乗的な殺虫効果を期待できる可能性がある。例えば、青色光耐性が比較的高い害虫に対して、あるいは、有効光強度の青色光を照射できない状況の場合、天敵微生物と一緒に用いるなど、青色光を IPM 資材の一つとして防除体系に組み込むことにより、実用的な効果を発揮できるかもしれない。

4. 実用化の展望

青色光は屋外性種を含めて様々な害虫に殺虫 効果を示すことが明らかになってきた。したが って、利用分野は農業の他、食品産業、貯水・ 水処理、衛生、畜産業、流通・輸送など多岐に 渡ると考える。LED などの照射装置を用いるこ とにより、青色光を害虫の発生源に照射するだ けなので、簡単で労力もあまり必要としない。 クリーンで安全性の高い殺虫方法なので、IPM に組み込むことにより殺虫剤低減につなげる ことが期待できる他、安全上の問題などにより 殺虫剤処理が困難な場所での防除にも利用で きる。したがって、これまで有効な防除手段が なかった場面での実用化の要望が非常に高い。 例えば食品工場では、食品への付着の危険性の ため、殺虫剤処理が困難な場所が多い。そのた め、現在は、清掃などにより害虫の発生源を除 去するといった方法が行われている。しかし、



図 7 青色光殺虫の利用分野

発生源の多くは機械や配電盤などのボックス構造の内部や施設・設備の隙間構造となっているところにできる。したがって、人の目が届きにくく、また、清掃もしにくい所が多い。一方で、これらの場所は比較的狭い閉鎖空間となっているため、発生源に有効光強度の青色光を照射しやすく、青色光殺虫の導入における技術的なハードルは比較的低いと考えられる。そこで現在、食品工場において実用化に向けた実証試験を行っているところであるが、ボックス構造内部に青色 LED 照射装置を設置した試験では、コバエ類やチャタテムシなどの発生を抑えられることを確認している。現在、実際の導入に向けた準備も進めているところである。食品工場での普及が進み、その中で技術的なノウハウも蓄積され、その結果、害虫防除技術の一つとしての実績が積み上がれば、農業を含む他の分野へも早期に利用が広がっていくことが期待される。

農業での利用に関しては、いくつかの解決しなければならない課題がある。まず、導入 にあたって、対象作物への影響を調査する必要がある。先にも述べたように、農業害虫に 対しては比較的高い強度の青色光が必要である可能性が高く、弱光を好む作物に対しては 害を与える可能性がある。また、青色光殺虫には、最短でも24時間程度の連続照射が必要 となるため、作物に生理障害を与える可能性がある。もう一つの課題としては、植物など の陰に潜んでいる害虫に、確実に有効強度の青色光を当てる技術を確立していくことであ る。対象害虫において最も効率的・効果的な照射が可能な変態段階を検討するとともに、 光源の設置位置・角度の工夫、反射資材の利用などにより、高い有効性が得られる照射技 術を確立する必要がある。有効光強度の照射が難しい対象作物・対象害虫に対しては、先 にも述べた天敵微生物のような他の資材との併用も一つの手段として考えられるかもしれ ない。また、特に農業においては、如何にランニングコストを低く抑えるかということも 重要である。LED は省エネ、長寿命であるため従来の光源に比べればコストはかからない が、殺虫のためには比較的高い光強度が必要であり、面積当たりの設置台数も比較的多く 必要である。LED の価格は年々下がってきており、消費電力に対する輝度も向上してきて いるため、初期費用、ランニングコストともに今後下がっていくことは期待できる。しか し、露地栽培の場合は非常に多くの光源が必要となるため、施設での利用がまずは現実的 であろう。育苗施設で青色光殺虫を行い、本圃に害虫を持ち込ませないという利用の仕方 も有望であるかもしれない。

引用文献

- Beard, R.L. (1972) Lethal action of UV irradiation on insects. Journal of Economic Entomology 65: 650-654.
- Hori, M., Shibuya, K., Sato, M. and Y. Saito (2014) Lethal effects of short-wavelength visible light on insects. Scientific Reports 4: 7383.
- Hori, M. and A. Suzuki (2017) Lethal effect of blue light on strawberry leaf beetle, *Galerucella grisescens* (Coleoptera: Chrysomelidae). Scientific Reports 7: 2694.
- Kuse, Y., Ogawa, K., Tsuruma, K., Shimazawa, M. and H. Hara (2014) Damage of photoreceptor-derived cells in culture induced by light emitting diodederived blue light. Scientific Reports 4: 5223.
- Tariq, K., Noor, M., Hori, M., Ali, A., Hussain, A., Peng, W., Chang, C.-J. and H. Zhang (2017) Blue light-induced immunosuppression in *Bactrocera dorsalis* adult, as a carryover effect of larval exposure. Bulletin of Entomological Research 107: 734-741.

プロフィール

堀 雅敏

東北大学大学院農学研究科

平成 2年 3月 東北大学 農学部 農学科卒業

平成 4年3月 東北大学大学院 農学研究科 農学専攻

修士課程修了

平成 4年 4月 日本たばこ産業株式会社 葉たばこ研究所 研究員

平成 13 年 7月 東京大学 農学博士

平成 15年 9月 東北大学大学院 農学研究科 助手

平成 19年 4月 東北大学大学院 農学研究科 助教 (名称換え)

平成 22 年 4 月 東北大学大学院 農学研究科 准教授

現在に至る

専門分野

化学生態学、光による害虫防除、昆虫行動学

学会等役員

日本応用動物昆虫学会 代議員および編集委員

東北昆虫学会 会長

都市有害生物管理学会 編集委員

北日本病害虫研究会 編集委員

Scientific Reports (Nature Publishing Group) 編集委員



長野県における生物農薬を活用した アブラナ科野菜の病害防除の取り組み

長野県野菜花き試験場佐久支場 石山 佳幸

1. はじめに

レタス、キャベツ、ハクサイ等の葉洋菜類は長野県の野菜生産額の中で基幹的位置を占めており、さらに特徴的なのは、夏期の出荷量が多いことである。これは、長野県内の葉洋菜栽培の中心となっている地域の標高が 700m~1,000m と高く、盛夏期でも比較的涼しいため可能となる。しかし、5 月~10 月は梅雨期、秋雨期、台風などに遭遇することも多く、細菌性病害の発生が問題となる。近年、特にアブラナ科野菜で黒斑細菌病、花蕾腐敗病、軟腐病などが多発しており、産地で大きな問題となっている。本稿では、それら細菌性病害の対策として、長野県で利用されている生物農薬の特徴およびその活用事例を紹介する。

2. 長野県で利用されている細菌性病害に対する生物農薬

長野県では葉洋菜類の細菌性病害対策として、野菜類の軟腐病に広く登録のあるバイオキーパー水和剤(有効成分:非病原性エルビニア・カロトボーラ)およびレタス腐敗病、キャベツ黒腐病、ブロッコリー花蕾腐敗病などに登録のあるベジキーパー水和剤(有効成分:シュードモナス・フルオレッセンス)が以前から導入されている。また近年は、露地で発生する細菌性病害に広く登録のあるマスタピース水和剤(有効成分:シュードモナス・ロデシア)も導入され始めている。特にベジキーパー水和剤は長野県の試験場が開発に携わっていた経緯から、その活用方法に関する試験が数多く実施され、県内に広く普及が図られてきた。このため、2016年度、長野県へのベジキーパーの出荷量は820kgで、各都道府県の中で最も多くなっている(2017年農薬要覧)。

生物農薬の有効成分は生菌であり、いずれの剤も主な作用機構は競合作用となる。 生物農薬は化学合成農薬と比較すると、環境に負荷が少なく、環境に優しい農薬として注目されている。また、細菌性病害防除には、主に銅剤、抗生物質剤が中心となってくるが、これらの剤は結球期または花蕾形成期以降に散布すると、薬害発生の危険性が高い。さらに、その他の化学合成農薬も安全使用基準により、使用可能な期間が制限されるが、こうした場面でも、生物農薬の使用が可能となる。

生物農薬を使用する際には、その特徴を理解し、また対象の病害を理解したうえで、 生物農薬の長所を最大限発揮させることが重要となる。

3. 生物農薬によるブロッコリー花蕾腐敗病の防除

(1) ブロッコリー花蕾腐敗病について

長野県で問題となるブロッコリーの細菌性病害として、収穫物である花蕾に発生する花蕾腐敗病がある。本病は、出荷物の花蕾が直接被害を受けるため、わずかな発病でも被害は大きい。初期症状は花蕾の一部が水浸状に腐敗するが、徐々に腐敗が周囲に拡がり、ひどくなると花蕾全体が黒色から白色に腐敗する(図1)。本病は、複数の細菌により引き起こされるが、県内では主に軟腐病菌(Pectobacterium carotovorum)、黒斑細菌病菌(Pseudomonas cannabina pv. alisalensis)、腐敗病菌(Pseudomonas viridiflava)が単独もしくは重複感染し、花蕾腐敗を引き起こす。



図1 ブロッコリー花蕾腐敗病の病徴

(2) ブロッコリー花蕾腐敗病に対する生物農薬の効果

花蕾腐敗病の防除法として、自然発生条件下で、出蕾始期から収穫期にベジキーパー水和剤、マスタピース水和剤、コサイド 3000 (有効成分:水酸化第二銅)を散布し、単剤の防除効果を検討した。その結果、ベジキーパー水和剤およびマスタピース水和剤散布区は無処理区に対して高い効果が認められたが、コサイド 3000 と比較するとやや劣る効果であった(図 2)。しかしながら、ベジキーパー水和剤およびマスタピース水和剤は薬害が認められなかったのに対し、コサイド 3000 では外葉に薬害が生じた。このため、銅剤は高い防除効果が認められるが、時期によっては収穫物への薬害のリスクがあることが明らかになった。一方で、1回目の薬剤散布でコサイド 3000、2回目および3回目でベジキーパー水和剤を処理した体系防除区では、ベジキーパー水和剤単剤処理区と比較して、高い防除効果が認められ、薬害も認められなかった。以上のことから、銅剤と生物農薬を組み合わせた体系防除により、薬害のリスクを抑えつつ、安定的な防除効果が得られることが示唆された。

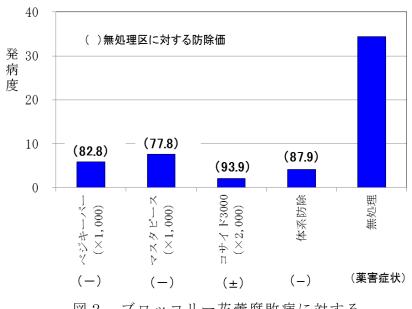


図 2 ブロッコリー花蕾腐敗病に対する 各種薬剤の効果 (2015 年)

試験場所:長野県野菜花き試験場内 定植:5月11日 品種:「おはよう」 耕種概要

栽植密度: 45cm×40cm

面積:7.2 ㎡/区 40 株 3 反復

薬剤散布:6月16日、22日、29日に背 負式動力噴霧機で所定濃度の薬液を10a あたり250L散布。

調査方法:7月6日に各32株について、 下記の基準で発病を調査し、発病度を算 出した。

防除価=(無処理区の発病度-処理区の 発病度)×100/無処理区の発病度 発病度=Σ(程度別発病株数×指数)× 100/(調査株数×3)

発病指数

0:発病なし 1:花蕾の一部が発病

2:花蕾の 50%未満が発病

3:花蕾の 50%以上が発病

薬害症状

-:薬害なし

±:外葉に薬害を呈したが、花蕾には発 生なし。

+:花蕾に薬害症状が認められる

(3)薬剤体系防除

ここ数年現場では、花蕾腐敗病とともに、外葉に斑点を形成する黒斑細菌病の発生が問題となっている。本病原菌は花蕾腐敗病の原因菌の一つであり、外葉での黒斑細菌病の発生が多いほど、花蕾腐敗病も増加する傾向が認められる(石山ら,2017)。このため、現場では外葉形成期から黒斑細菌病が発生しないように銅剤を中心とした防除が徹底されている。本試験では生物農薬を加えた、ブロッコリー栽培期間全般を通じた体系防除モデルを作成し、花蕾腐敗病の防除について検証した(表1)。

その結果、ブロッコリー出蕾期前の外葉形成期のみ Z ボルドー(有効成分:塩基性硫酸銅)を散布した試験区 (試験区①) は、出蕾期以降に Z ボルドーを散布した試験区 (試験区②) と同様に高い防除効果が認められた (図 3)。しかしながら、出蕾期以降の散布では花蕾に薬害が発生してしまい、商品性が著しく低下した。このため、 Z ボルドーなどの銅剤の散布は、花蕾への薬害リスクが低い出蕾期前の外葉形成期が適していると判明した。また、出蕾期以降にベジキーパー水和剤のみを散布した試験区 (試験区③) と比較して、外葉形成期に Z ボルドーを散布し、出蕾期以降にベジキーパー水和剤を散布した試験区 (試験区④) またはマスタピース水和剤を散布した試験区 (試験区⑤) で最も高い防除効果が認められ、薬害も発生しなかった。したがって、外葉形成期は防除効果の高い銅剤を散布し、出蕾期から収穫期にかけては薬害リスクの低い生物農薬を散布する体系防除が、ブロッコリーの安定生産において有効と考えられた。

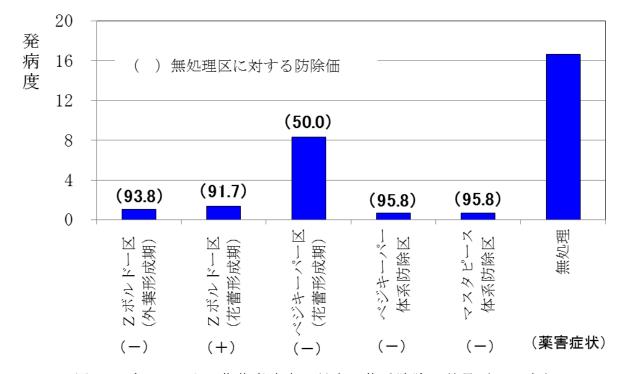
ブロッコリー花蕾腐敗病に対する体系防除試験 (2016年) 表 1

試験 番号	薬剤散布区	6月3日 (外葉形成期)	6月12日 (外葉形成期)	6月21日 (外葉形成期)	6月29日 (出蕾始期)	7月5日 (花蕾肥大期)	7月12日 (収穫期)
1	Zボルドー区 (外葉形成期)	Z ボルドー (×500)	Z ボルドー (×500)	Z ボルドー (×500)	_	_	
2	Zボルドー区 (花蕾形成期)	_	<u> </u>	_	Z ボルドー (×500)	Z ボルドー (×500)	•
3	ベジキーパー区 (花蕾形成期)	_	_	_	ベジキーパー (×1,000)	ベジキーパー (×1,000)	· 最 終
4	ベジキーパー 体系防除区		Z ボルドー (×500)		ベジキーパー (×1,000)	• (調 査
5	マスタピース 体系防除区	Z ボルドー (×500)	Z ボルドー (×500)	Z ボルドー (×500)	マスタピース (×1,000)		
6	無処理	_	-	-	-	_	•

試験場所:長野県野菜花き試験場内 定植:5月16日 品種:「おはよう」

耕種概要 栽植密度: $45\,\mathrm{cm} \times 40\,\mathrm{cm}$ 面積: $7.2\,\mathrm{m}^2/\mathrm{C}$ 40 株 $3\,\mathrm{D}$ 復 薬剤散布:薬剤散布:所定日に、背負式動力噴霧機で所定濃度の薬液を $10\,\mathrm{a}$ あたり $200\sim250\,\mathrm{L}$ 散布。

調査方法:7月12日に各32株について、図2と同じ基準で発病および薬害を調査し、発病度および防除価 を算出した。



ブロッコリー花蕾腐敗病に対する体系防除の効果 (2016年) 図 3

4. 生物農薬によるキャベツ黒斑細菌病の防除

(1) キャベツ黒斑細菌病について

黒斑細菌病は、はくさい、キャベツ、ブロッコリーなどアブラナ科野菜全般で発生し(Takahashi et al., 2013)、作物の生育ステージ全般で感染が認められることから長野県で重要病害となっている。キャベツにおける黒斑細菌病の病徴として、葉に初め水浸状の病斑ができ、後に大型のハローを伴う黒褐色の病斑(図 4)となる。病気が進行すると葉に穴が開き、葉身部が腐敗し、最終的には葉の大部分が腐敗して、枯死に至る。キャベツのなかでもボール型キャベツのグリーンボールで特に発生しやすいことが明らかにされている。



図4 キャベツ黒斑細菌病の病徴

(2) キャベツ黒斑細菌病に対する生物農薬の効果

黒斑細菌病は、罹病した葉が伝染源となり、降雨により周囲の株に二次伝染し、圃場全体に蔓延していく。特に定植後から結球始期までの1カ月程度が重点防除期にあたる(石山ら、2014b)。現在、黒斑細菌病に対して、治療効果のある剤はなく、予防散布が基本となる。キャベツ(グリーンボール)黒斑細菌病に対する各種薬剤の防除効果について、感受性の異なる2品種を作付けして調査した。

その結果、感受性が低い品種「爽月」の場合は、Zボルドー散布区、アグリマイシン 100 水和剤 (有効成分: オキシテトラサイクリン・ストレプトマイシン) およびスターナ水和剤 (有効成分: オキソリニック酸) 散布区で高い効果が認められたが、感受性の高い品種「プラディボール」の場合は、Zボルドー散布区のみ高い防除効果が認められた(図5)。本試験では、全ての薬剤で薬害症状は認められなかったが、前項で述べたように、Zボルドーなどの銅剤は、作物の生育ステージによっては葉に薬害が発生するリスクがあり、結球始期以降の散布が難しくなる。一方、スターナ水和剤およびマスタピース水和剤は薬害のリスクは低いが、感受性の高い品種を栽培している場合や本病の多発条件下では十分な防除効果を発揮できないこともある。したがって、これらを含む登録薬剤の特性を活用し、定植後から結球始期までの時期は、効果の高い薬剤で徹底的に防除し、それ以降は薬害の発生リスクの低い薬剤を用いる防除体系が有効と考えられる。

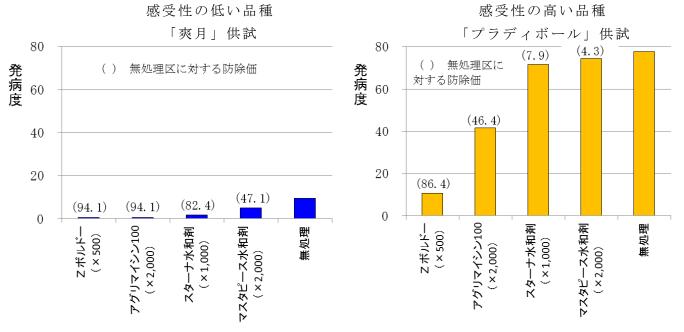


図5 キャベツ黒斑細菌病に対する各種薬剤の防除効果 (2012年)

試験場所:長野県野菜花き試験場内 定植:5月30日 品種:「爽月」「プラディボール」

耕種概要 栽植密度: 45cm×40cm 面積: 7.2 m²/区 40 株 3 反復

薬剤散布:6月19日、26日、7月3日および10日の4回、背負動噴で所定濃度の薬液を10aあたり200L 散布。

調査方法:7月20日に各20株について、下記の基準で発病を調査し、発病度および防除価を算出した。また、図2と同じ基準で薬害を調査した。

発病度 = Σ (程度別発病株数×指数)×100/(調査株数×3)

発病指数

0:発病なし、1:外葉の1/3以下が発病 2:外葉の1/3~2/3が発病、

3:2/3以上の外葉または結球葉が発病

*本試験は、登録以前の試験であり、使用回数制限を超過している薬剤もある。使用にあたっては農薬登録内容を確認する。

(3)薬剤体系防除

キャベツ黒斑細菌病に対する防除体系において、生物農薬の活用法を検討するため、外葉形成期にZボルドー、結球始期以降にマスタピース水和剤を散布した区(試験区A)、栽培期間全般を通じてマスタピース水和剤を散布した区(試験区B)、外葉形成期のみZボルドーを散布した区(試験区C)、対照として化学合成農薬のみを散布した薬剤体系区(試験区D)を設置し、防除効果を検証した(表 2)。

その結果、Zボルドーとマスタピース水和剤を組み合わせた試験区Aは、マスタピース水和剤のみを散布した試験区BまたはZボルドーのみ散布した試験区Cと比較して、高い効果で、化学合成農薬のみによる薬剤体系の試験区Dとほぼ同等の防除効果が認められた(図6)。したがって、キャベツ黒斑細菌病においても、ブロッコリーの場合と同様に、外葉形成期は防除効果の高い銅剤を散布し、薬害が問題となってくる結球始期以降は生物農薬を散布する体系防除が有効と考えられた。

表 2 キャベツ黒斑細菌病に対する体系防除試験(2016年)

試験区	薬剤散布区	- / • · ·	6月15日 (外葉形成期)	6月22日 (外葉形成期)	7月1日 (結球始期)	7月7日 (結球期)	7月14日 (収穫期)
A	マスタピース 体系防除区	Zボルドー (×500)			マスタピース (×1,000)	/	
В	マスタピース区 (栽培期間中)	マスタピース (×1,000)	/ =	マスタピース (×1,000)		マスタピース (×1,000)	最
С	Zボルドー区 (外葉形成期)	Zボルドー (×500)	Zボルドー (×500)	Zボルドー (×500)	_	_	終調
D	化学農薬 体系防除区	2., , ,	Zボルドー (×500)		スターナ (×1,000)		查
Е	無処理	-	<u> </u>	-	-	_	-

試験場所:長野県川上村現地 定植:5月31日 品種:「爽月」

耕種概要 栽植密度: 45 cm×40 cm 面積: 8.6 m²/区 48 株 3 反復

薬剤散布:所定日に背負式動力噴霧機で所定濃度の薬液を 10a あたり 200~250L 散布。

調査方法:7月14日に各36株について、図5と同じ基準で発病および薬害を調査し、発病度および防

除価を算出した。

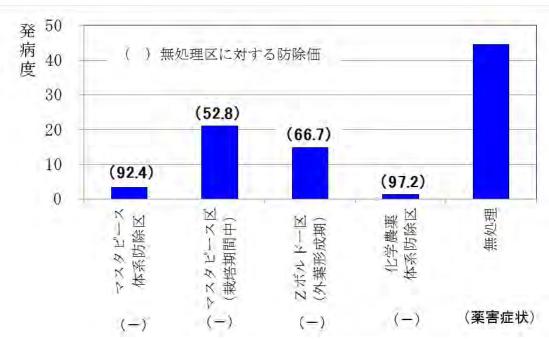


図6 キャベツ黒斑細菌病に対する防除体系の効果 (2016年)

5. 細菌性病害に対する総合的病害防除

本稿では、生物農薬と化学合成農薬を組み合わせた薬剤体系による防除を中心に紹介してきたが、特に細菌性病害に対しては抵抗性品種の利用や圃場衛生などの耕種的防除も組み合わせた総合防除で対処する必要がある。長野県では、アブラナ科野菜類で特に問題となる黒斑細菌病に対して、現地における本病の発生生態を明らかにし、『簡易診断法による発病した苗および株の早期発見・除去(石山ら,2014a)』、『黒斑細菌病に感受性の低い品種の作付け(石山ら,2013)』、『作物の生育ステージに応じた薬剤防除』など、いくつかの防除ポイントを組み合わせた総合防除体系技術を確立した。こうした複数の防除技術を組み合わせた総合防除で、生物農薬の長所がより発揮されると考えている。

6. おわりに

本稿では、分かりやすくするため、銅剤と生物農薬の組み合わせによるスケジュール的な体系防除モデルを提示したが、本来なら病害の発生予察に基づく適期防除が理想となる。細菌性病害は他の病害と比較し、その発生が気象要因(特に降雨と気温)の影響を受けることが多く、発生が極端に振れる傾向にあり、発病好適環境など条件がそろえば病原菌が急速に増殖し、病勢が進展して圃場が壊滅することもある。また抗糸状菌剤には高い防除効果を示す薬剤もあるが、細菌性病害に対する防除薬剤は、一般にシャープな防除効果は期待できない。これは葉面に広く存在する病原細菌の完全な殺菌は困難なことが大きな要因と考えられ、こうしたことから細菌性病害は難防除病害と言われる。病害防除は予防散布が基本であるが、細菌性病害は糸状菌性病害よりも、さらなる予防散布が重要となる。このため、黒斑細菌病の事例のように化学合成農薬および生物農薬による薬剤体系防除と耕種的防除を組み合わせた総合的な防除対策をとることで、化学合成農薬のみに頼った場合よりも安定的な作物生産が可能となり、環境に優しい農業にもつながると考えられる。今後も現地と連携しながら生物農薬の利用を含めた技術開発に努めていく予定である。

7. 参考文献

- 石山佳幸・山岸菜穂・星野英正・小木曽秀紀・塩川正則・藤永真史 (2013) アブラナ科野菜黒斑細菌病の発生状況とアブラナ科野菜に対する品種の感受性. 日植病報 79: 60-61. (講要)
- 石山佳幸・山岸菜穂・小松和彦・藤永真史 (2014a) スライド凝集反応によるアブラナ科野菜黒斑細菌病の迅速診断法. 日植病報 80: 38. (講要)
- 石山佳幸・小木曽秀紀・山岸菜穂・藤永真史 (2014b) 罹病苗の有無と降雨がキャベ ツ黒斑細菌病の発生に及ぼす影響. 日植病報 80: 285. (講要)
- 石山佳幸・山岸菜穂・清水時哉 (2017) ブロッコリー黒斑細菌病菌の感染時期が花 蕾腐敗病の発生に及ぼす影響. 日植病報 83: 236. (講要)
- Takahashi, F., Ogiso, H., Fujinaga, M., Ishiyama, Y., Inoue, Y., Shirakawa, T. and Takikawa, Y. (2013) First report of bacterial blight of crucifers caused by *Pseudomonas cannabina* pv. *alisalensis* in Japan. J. Gen. Plant Pathol. 79: 260-269.

プロフィール

石山 佳幸

長野県野菜花き試験場佐久支場 技師

平成 23 年 静岡大学大学院農学研究科修士課程修了

同 年 長野県入庁 長野県野菜花き試験場 環境部 (病害担当)

平成 29 年 長野県野菜花き試験場佐久支場 (病害虫担当)



宮城県における IPM の現状と今後の展望

宮城県農業・園芸総合研究所 関根 崇行

1. はじめに

平成23年3月11日に発生した東日本大震災は、東北地域沿岸部を中心とした広い範囲に壊滅的な被害をもたらした。農業被害も甚大で、宮城県内耕地面積の1割弱に当たる約14,300haが浸水した。施設園芸分野では県南部の山元町から県北部の気仙沼市にかけて、沿岸部のイチゴ、トマト等多くの鉄骨ハウスやパイプハウスが倒壊・流出した。なかでも県内最大のイチゴ産地である亘理地域の被害が大きく、イチゴ栽培面積98.6haのうち津波による被害は94haに達した。

宮城県では、「宮城県震災復興計画」を策定し、復興を達成するまでの期間を概ね 10年間とし、復旧期 (H23~25年度)、再生期 (H26~29年度)、発展期 (H30~32年度)の 3 期に分けて復興を進めている。本年度は再生期の最終年に当たり、農業分野では昨年 10月までに復旧対象農地面積(約13,000ha)及び復旧対象園芸施設面積(約178ha)のうち、いずれも約97%の農地及び施設の復旧が完了している。宮城県内被災地の農業の復旧、復興のひとつの特徴として、担い手の組織化や法人化が挙げられる。この生産組織の集団化により、施設園芸分野では施設の団地化と大規模化が進んでいる。特に促成イチゴ栽培においては、主産地の亘理町及び山元町で土耕栽培の多くが高設養液栽培に切り替わるとともに、両町内に点在していた栽培施設が7団地に集約された(イチゴ高設栽培面積:28ha(H22)、105ha(H28))。

このような栽培方式や生産施設の変更は、肥培管理はもとより、施設内環境や病害虫の発生にも変化を及ぼしている。例えば、ハダニ類の増殖には、施設内の湿度条件が密接に関係しており、高湿度条件では抑制され、低湿度条件では促進される傾向にあることが知られている(古野ら、1978)。大型の高設栽培施設内は床面をマルチ資材で覆っており、天窓換気になっていることから従来の土耕栽培よりも施設内の湿度が低下しやすく、ハダニ類の増殖には好適と考えられる。

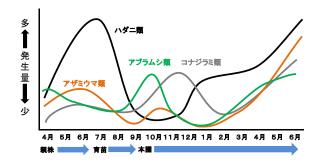
試験研究においては、被災地域の園芸作物の1日も早い生産再開を促し、最先端の園芸施設が集積する新しい食料生産モデル基地として再生することを目標に、農林水産省受託事業「食料生産地域再生のための先端技術展開事業」が震災直後から開始された。本事業は今年度が最終年度であり、ここでは本事業で得られた成果も交えて、宮城県の促成イチゴ栽培におけるIPMの現状と今後の展望について紹介する。

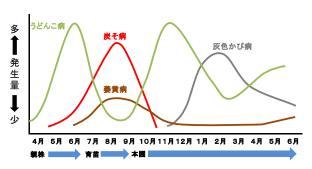
2. 促成イチゴ栽培で問題となる病害虫

宮城県の促成イチゴ栽培において問題となる害虫とその発生パターンは図1のとおりである。問題となる害虫はいずれも微小害虫であるが、なかでもナミハダニは薬剤感受性の低下も顕在化していることから、作期を通して問題となる(表 1, 2)。また、アザミウマ類は、2月中旬以降の日射量増加による施設内温度の上昇に伴い発生が多く

認められる。

次に問題となる病害とその発生パターンを図 2 に示す。育苗圃では炭そ病、本圃で は収穫開始期前後と春先以降のうどんこ病、厳寒期の灰色かび病が問題となる。県内 の促成イチゴ栽培は 6 月中旬頃までを目標に出荷が行われるが、うどんこ病及びアザ ミウマ類防除の成否が出荷終了時期を左右することが多い。





宮城県における虫害発生イメージ

図2 宮城県における病害発生イメージ

表 1 ナミハダニ雌成虫に対する殺ダニ剤の効果(2015年)

供試薬剤	希釈倍数	補正死虫率(%) ^{a)}							
供訊樂用	市 伙	山元A	山元B	亘理A	亘理B	亘理C	名取	石巻	
アセキノシル水和剤	1,000	33	38	83	89	100	95	93	
エマメクチン安息香酸塩乳剤	2,000	- b	82	16	38	94	100	100	
クロルフェナピル水和剤	2,000	-	12	0	71	34	2	3	
シエノピラフェン水和剤	2,000	0	0	5	0	59	35	2	
シフルメトフェン水和剤	1,000	-	32	11	51	8	37	5	
ビフェナゼート水和剤	1,000	61	0	-	96	87	85	8	
ピフルブミド・フェンピロキシメート水和剤	2,000	0	9	0	21	34	24	3	
フェンピロキシメート水和剤	1,000	14	3	-	6	28	14	7	
プロチオホス乳剤	1,000	71	84	27	74	97	89	83	
ポリオキシン水溶剤	5,000	9	3	26	50	21	37	8	
ミルベメクチン乳剤	1,000	38	74	-	50	65	80	72	

a) 供試薬剤処理48時間後の生存虫率から算出した。補正死虫率(%)=((対照区生存虫率-処理区生存虫率)/対照区生存虫率)×100 b) - は未試験を示す.

表 2 ナミハダニ卵に対する殺ダニ剤の効果 (2015年)

		山元B		亘理C		名取		石巻	
供試薬剤	希釈倍数	補正 死卵率 (%) ^{a)}	生存率 (%) ^{b)}	補正 死卵率 (%)	生存率 (%)	補正 死卵率 (%)	生存率 (%)	補正 死卵率 (%)	生存率 (%)
アセキノシル水和剤	1,000	89	0	99	0	95	0	97	0
エマメクチン安息香酸塩乳剤	2,000	10	0	7	1	8	7	12	9
クロルフェナピル水和剤	2,000	6	72	16	39	100	0	15	87
シエノピラフェン水和剤	2,000	39	51	49	54	75	21	2	71
シフルメトフェン水和剤	1,000	5	64	23	- °	36	17	0	79
ビフェナゼート水和剤	1,000	4	23	0	19	50	1	0	40
ピフルブミド・フェンピロキシメート水和剤	2,000	55	17	95	0	85	14	22	52
フェンピロキシメート水和剤	1,000	4	87	21	88	4	91	0	88
ヘキシチアゾクス水和剤	2,000	3	86	6	100	9	87	0	99
ミルベメクチン乳剤	1,000	72	0	79	1	89	0	53	16

b) 供試薬剤処理11日後の産下卵数に対する生存虫数の割合とし、対照区の生存率を100として算出した.

3. 促成イチゴ栽培における IPM

作期の長い促成イチゴ栽培においては、複数種類の病害虫が同時に発生し、その状況は年次や地域だけでなく、生産圃場でも異なる。化学合成農薬も含めた複数の防除技術を効果的に組み合わせた総合防除(IPM)の推進には、各生産者がそれぞれの状況に応じて自ら手段を選択できる防除技術を提示する必要があり、宮城県では表 3 に示した IPM 体系の検討を行っており、確立した技術から順次、普及、拡大を目指している。

7月 6月 8月 9月 10月 11月 12月 2月 3月 4月 5月 親株圃 苗圃 本 育 栽培状況 採苗 定植 開花 保 温 ミヤコバン カー[®]設置 ミヤコパンカー[®] 設置(更新) ダニ追加放飼) ハダニ類 チリカブリダ 鎖型 ニーミヤコ カブリダニ (定種前) 苗の高濃度炭酸 気門封鎖剤を主体とした ガス処理 剤 ラノーテ-プ設置 薬剤防除 コナジラミ類 または (育苗期後半) 次世代型バンカー資材 キット設置 次世代型パンカー アブラムシ類 資材キット 設置(更新) 水和剤の灌注処 薬剤防除 アザミウマ類 新規天敵製剤(リモニカスカブリダニ等) UV-B照射 UV-B照射 うどんこ病 薬剤防除 塞剤防除 薬剤防除 薬剤防除 (本圃持込回避の徹底) 薬剤防除(10日間隔程度)及び 炭そ病 罹病株の即時廢棄 ボトキラー ダクト投入 灰色かび病 (薬剤防除) 本圃培地消毒 (農薬,太陽熱) 罹病株有無の確認 萎黄病

表3 宮城県における促成イチゴの IPM 体系 (暫定版)

(1) 本圃への病害虫持込回避技術

本圃における病害虫抑制には、病害虫フリーの苗を定植し、本圃への病害虫の持込みを回避することが重要である(阿部ら、1979)。本県では、ハダニ類をはじめとした微小害虫を対象とした高濃度炭酸ガス処理の有効性が確認され、生産法人を中心に本処理装置の普及が進んでいる。本処理には、処理期間の温度確保(20℃以上)が重要であるが、本県ではイチゴの定植期である9月上~中旬には夜温が20℃を下回る場合が多いことから、加温ヒーターを併用するなどの温度を確保する対策が必須となる。しかし、本処理装置は価格面で個人生産者が導入するのは難しい場合もあることから、IPMメニューの選択肢として、スピロテトラマト水和剤の灌注処理による微小害虫防除(関根、2016)、バンカーシート®を利用したミヤコカブリダニによるハダニ類防除などの本圃持込み回避技術も提示している。また、バンカーシート®の利用は親株でも高い効果を示し、親株圃における省力的な防除方法としても有用である(関根、2017)。一方、農薬の適切な利用も重要であり、本圃でのうどんこ病の抑制には育苗期の薬剤防除が有効であることが知られている(池田・大野、1993;中野・岡山、1993)。育苗

注)網掛けの技術は現在検討中

圃では、夏季の高温によりうどんこ病の病徴は一時的に衰えることから、生産現場では本病に対する防除意識の低下がみられる。育苗圃では炭そ病対策として、定期的に殺菌剤の散布が行われるものの、多くの炭そ病防除剤はうどんこ病への効果は低いことから、潜在感染株が本圃に持ち込まれることになる。うどんこ病の発生生態を考慮した上での適切な薬剤防除の啓発も重要な課題である。農薬以外のうどんこ病の本圃への持ち込み回避手段として、蒸熱処理技術の高い効果が報告されている(高山、2017)。本技術は、うどんこ病と微小害虫の同時防除技術としても有望であることから、当県においても現在効果的な利用方法を検討している。

(2) 本圃における病害虫対策

~UV-B 電球形蛍光灯とカブリダニ類を基幹とした防除~

震災以前には県内のイチゴ生産者の多くがうどんこ病防除対策として,無機硫黄剤による燻煙技術を取り入れていた。しかし,営農再開に伴い栽培施設・資材を新規に導入した生産者を中心に,硫黄燻煙による施設・資材の劣化に対する懸念から,硫黄燻煙を行わない生産者が増加した。そこで,従来の硫黄燻煙に代わる技術として UV-B 照射によるうどんこ病抑制技術の検討を行い,本圃において夜間 3 時間の UV-B 照射(照射強度: $10\sim20\,\mu$ W/cm²)を毎日実施することにより,うどんこ病に対して高い抑制効果が得られたことから(図 4),年々本技術を導入する生産者が増加している。

本県では、震災以前からハダニ類防除資材としてカブリダニ類の普及が進んでおり、 土耕栽培における試験データ及び現場での普及に関するデータの蓄積があった(増田、 2013)。震災後に増えた大型の高設栽培施設においても、これらのノウハウの適用性を 検討し、速やかに普及、拡大につなげることができた。さらに、震災後の生産施設の

団地化は生産者間のネットワーク を一層強固にし、情報の共有化が 進んだことから、ハダニ類対策と して天敵製剤(チリカブリダニ製 剤、ミヤコカブリダニ製剤)を導 入する生産者が急速に増加し,現 在では県内の 9 割程度の生産者が カブリダニ類を導入している。な お、先の UV-B 照射はカブリダニ類 のハダニ類抑制効果に影響を与え ないことも確認している。最近では, UV-B 照射のハダニ類やアザミウマ類 抑制効果も報告され (Ohtsuka and Osakabe, 2009;銭ら, 2016), 反射 資材との併用の有効性も指摘されて いることから(増井ら,2013),本県 でも有効利用法の検討を行っている。

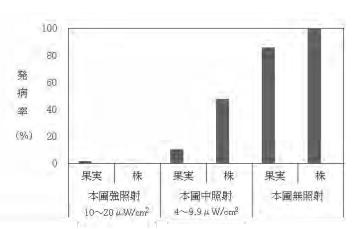


図4 UV-B 照射によるうどんこ病抑制効果 (2014年)

注)果実の発病率は 2013 年 12 月 17 日から 2014 年 3 月 18 日までの累積発病果率,株の発病率は 2014 年 3 月 19 日に小葉に発病のみられた発病株率を示す。 なお, UV-B 照射は定稙(2013 年 9 月 19 日)から試 験終了まで,毎日 23 時~翌 2 時の 3 時間行った。

(3) 気門封鎖型薬剤の有効活用

気門封鎖型薬剤やバチルス製剤は、その作用機作から抵抗性害虫出現の可能性は低いと考えられ、本県における IPM メニューのひとつとして重要である。気門封鎖型薬剤は、虫体に薬剤をしっかり付着させる必要があり、ハダニ類防除を目的とする場合には複数回の散布が望ましいが、多発生条件においても高い密度低減効果が認められ、特に本圃におけるスポット散布剤やハダニ類の発生が多くなる親株圃では極めて有用な防除手段である(表 4, 5)。

表 4 少発生条件でのハダニ類に対する気門封鎖型薬剤の防除効果(2014年)

		1複	葉当たりのハタ	ブニ類雌成虫数	(頭)		
供試薬剤	希釈倍数	5月7日	5月9日	5月15日	5月22日	薬害 ^{a)}	
N 18 (2/K/) [1	113-11111 300	1回目散布前	1回目散布2日後	1回目散布8日後 (2回目散布前)	2回目散布7日後	ж п	
マシン油乳剤	100	10.5	0.4 (2) ^{b)}	1.0 (3)	0 (0)	±	
調合油乳剤	300	4.7	0.5(7)	1.3 (9)	1.3(2)	_	
ソルビタン脂肪酸エステル乳剤	500	5.8	2.7 (29)	3.9 (22)	6.8 (8)	_	
デンプン液剤	100	5.8	0.1(1)	1.4 (8)	1.2(1)	_	
プロピレングリコールモノ脂肪酸エステル乳剤	1,000	7.0	1.1 (10)	2.0 (9)	2.3(2)	+	
脂肪酸グリセリド乳剤	300	4.6	0.7 (10)	1.1 (8)	0.2(0)	_	
無処理	_	10.8	17.1	32.6	163.8	_	

a) 薬害の「-」は薬害なし、「±」は薬害が見られるものの実用上問題なし、「+」は薬害が見られ実用上問題があることを示す。

表 5 多発生条件でのハダニ類に対する気門封鎖型薬剤の防除効果(2014年)

		1複葉当た	りのハダニ類雌	成虫数(頭)	
供試薬剤	希釈倍数	6月20日	6月24日	6月30日	薬害 ^{a)}
D. N. VIN/13	TO VIE 30	1回目散布前日	1回目散布3日後 (2回目散布直前)	2回目散布6日後	米 ロ
マシン油乳剤	100	56.1	2.9 (6) ^{b)}	7.9 (5)	±
調合油乳剤	300	68.9	17.1 (28)	11.4 (6)	_
ソルビタン脂肪酸エステル乳剤	500	43.4	8.1 (21)	158.1 (142)	_
デンプン液剤	100	67.1	5.1 (8)	34.3 (20)	_
プロピレングリコールモノ脂肪酸エステル乳剤	2,000	74.5	14.1 (21)	102.6 (54)	_
脂肪酸グリセリド乳剤	300	82.9	30.5 (41)	135.1 (64)	_
無処理	_	82.4	74.5	210.9	_

a) 薬害の「-」は薬害なし、「±」は薬害が見られるものの実用上問題がないことを示す.

4. 今後の展望

宮城県内の被災したイチゴ生産者の多くは、新たな生産施設で営農を再開して今作で5作目となる。IPM技術は着実に生産現場に受け入れられているものの、そのメニューは十分ではない。例えば、春先以降に増加するアザミウマ類に対しては、化学合成農薬による防除に頼らざるを得ない。これまで述べたように、県内ではカブリダニ類の普及が進んでいるため、圃場内に定着したカブリダニ類に極力影響のない殺虫剤(IGR剤等)を用いた防除を行っているものの、作の終了まで低密度に抑えることは困

b)()內数值は補正密度指数を示す. 補正密度指数=(調査時処理区密度/処理区散布前密度)×(無処理区散布前密度/調査時無処理密度)×100

b)()内数值は補正密度指数を示す. 補正密度指数=(調査時処理区密度/処理区散布前密度)×(無処理区散布前密度/調査時無処理密度)×100

難な状況である。ここ数年、リモニカスカブリダニやアカメガシワクダアザミウマなどの新規アザミウマ類防除天敵も農薬登録されていることから、これらの有効利用方法も検討していくとともに、西日本地域で広がりつつある土着天敵活用の可能性など、生産者がそれぞれの状況に応じて選択できる IPM 体系の構築を目指したい。また、宮城県では、イチゴ以外にもキュウリやトマト等の施設園芸も多いことから、イチゴでこれまで取り組んできた IPM 技術を他品目に拡大していく取り組みも求められる。

一方、キャベツなどの露地園芸品目については IPM 体系に組み込む個別技術はさらに不足している。しかし、リビングマルチや交信かく乱剤の利用技術や黄緑色 LED ランプによるヤガ類抑制技術など少しずつではあるが、IPM 技術の普及に向けた取り組みは進んでいる。

5. 最後に

ここで紹介した内容は、以下の事業の成果を含むものである。

食料生産地域再生のための先端技術展開事業「大規模施設園芸技術の実証研究」

食料生産地域再生のための先端技術展開事業「土地利用型営農技術の実証研究」

農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業「次世代型バンカー資材キットによる アブラムシ類基盤的防除技術の実証」

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(イチゴ)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」

農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業「"いつでも天敵"天敵増殖資材による施設園芸の総合的害虫防除の体系確立・実証」(連携協定研究機関)

試験にあたっては、共同研究機関、生産者、関係機関に多大なる御協力を頂いた。 この場を借りて厚く感謝申し上げる。

引用文献

阿部恭洋・宮原和夫・百武一真 (1979) 促成イチゴに寄生するナミハダニのハウス内 における生態. 九州病虫研報 25:113-115.

銭成晨・青木慎一・山田真・中尾史郎 (2016) 施設害虫アザミウマ類およびその天敵 クダアザミウマの成長と繁殖に及ぼす紫外線UV-B の影響. 応動昆60:179-188.

古野鶴吉・腰原達雄(1978)ハダニ類の個体群増殖に及ぼす湿度の影響. 九州病虫研報 24:125-126.

池田 弘・大野和朗(1993) イチゴうどんこ病の育苗期における発生が本圃の発病に 及ぼす影響. 九病虫研会報 39:151. (講要)

中野智彦・岡山健夫 (1993) イチゴうどんこ病に対する苗床での薬剤散布および株浸漬が本圃での発病に及ぼす影響. 日植病報 59:318. (講要)

Ohtsuka, K. and M. Osakabe (2009) Deleterious effects of UV-B radiation on herbivorous spider mites: they can avoid it by remaining on lower leaf surfaces. *Environ. Entomol.* 38:920-929.

関根崇行(2016)宮城県における気門封鎖型薬剤や育苗期後半灌水処理によるハダニ

類防除. 技術と普及53(8):38-40.

関根崇行・鈴木香深・猪苗代翔太・森光太郎 (2017) 促成栽培イチゴにおける天敵保 護装置「バンカーシート®」を利用したハダニ類防除. 北日本病虫研報 68:207-214.

高山智光 (2017) イチゴ苗の蒸熱処理技術について. 植物防疫 71.646-651.

増田俊雄(2013) 震災後の宮城県における園芸作物IPMの取り組み. 植物防疫 67:260-265.

増井伸一・片井祐介・山田 真・青木慎一・桜井尚史・刑部正博(2013) UV-B 照射によるアシノワハダニに対する密度抑制効果とメロンの生育への影響. 関西病虫研報55:37-41

プロフィール

関根 崇行

宮城県農業・園芸総合研究所 園芸環境部 虫害チーム 副主任研究員



平成9年4月 クミアイ化学工業(株)生物科学研究所(殺虫剤担当)

平成11年4月 青年海外協力隊タイ派遣 (病害虫隊員)

平成 14 年 4 月 宮城県農業・園芸総合研究所園芸環境部 (病害担当)

平成 20 年 4 月 宮城県農林水産部農産園芸環境課 (特栽担当)

平成23年7月 宮城県気仙沼振興事務所農林振興部(震災復興関連事業担当)

平成 25 年 4 月 宮城県農業・園芸総合研究所園芸環境部 (病害担当)

平成26年4月 現職



性フェロモン剤によるカキ害虫防除の取り組み

島根県農業技術センター 澤村 信生

1. はじめに

島根県では施設ブドウ、カキを中心とした果樹栽培を行っていますが、農業者の高齢化が進むとともに、栽培面積の減少が著しくなっています。また、高齢者にとって薬剤散布などの病害虫防除に係る労力は大きな負担となり、省力化が求められています。カキ栽培では果樹カメムシ類(チャバネアオカメムシ、クサギカメムシ、ツヤアオカメムシ)、コナカイガラムシ類、カキノへタムシガ、ハマキムシ類、ヒメコスカシバが発生し薬剤散布を行っています。一方、マシニッサルア剤(ヘタムシコン)、トートリルア剤(ハマキコン-N)、シナンセルア剤(スカシバコンL)など各種の性フェロモン剤が農薬登録され、交信撹乱を利用した防除が可能になってきました。そこで、本県におけるこれら性フェロモン剤を利用したカキの害虫防除の取り組みを紹介します。

2. 島根県でのカキ栽培について

(1) 栽培概要

島根県では県内全域で「西条」を栽培しており、栽培面積 101. 2ha は全国 1 位 (平成 24 年産特産果樹生産動態等調査)となっています。渋柿のためドライアイスにより脱渋する生果とあんぽ柿に代表される干し柿を出荷しています。

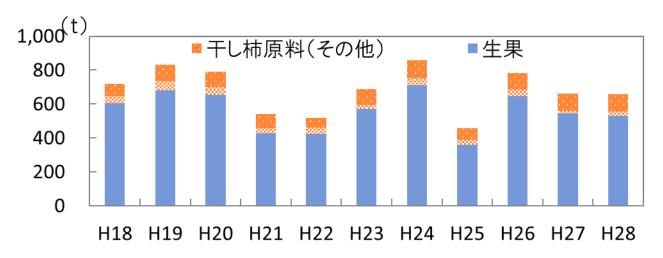


図1 島根県における西条柿出荷状況



図2 島根県の西条柿(左:あんぽ柿、右:生果)

(2) カキ栽培で問題となる害虫

カキ栽培で問題となる害虫はカメムシ類、コナカイガラムシ類などのカメムシ目とカキノへタムシガ、ハマキムシ類、ヒメコスカシバ、フタモンマダラメイガ、イラガ類のチョウ目害虫です。島根県ではカメムシ類やコナカイガラムシ類の被害が中心ですが、近年干し柿果実でハマキムシ類の被害が増加しています。また、殺虫剤を削減するとカキノへタムシガの被害が急激に増加します。



図3 ハマキムシ類の被害(左)とカキノヘタムシガの被害(右)

3. カキにおける実証試験

試験は 2014 年、2015 年に平坦地の小面積 (30a) ほ場で、2017 年に傾斜地の大面積 (2ha) ほ場で行いました。いずれの年もカキノへタムシガ、ヒメコスカシバ成虫の発生がみられる 5 月上旬にマシニッサルア剤を 100 本/10a、シナンセルア剤を 50 本/10a 設置しました。また、ハマキムシ類は 4 月から成虫の発生はみられるものの発生が少ないため、他の性フェロモン剤と同じ 5 月上旬にトートリルア剤を 100 本/10a 設置しました。調査は各性フェロモントラップを設置した後、7~10 日間隔で誘殺数を調べしました。また、7 月中旬と 10 月下旬に果実調査を行いました。その結果、平坦小面積で行った 2014 年、2015 年は 3 種ともに誘引阻害率はほぼ 100%で被害果率も無処理に比べて低くなりました(図 5 ,表 1 ,表 2)。一方、傾斜地で行った 2017 年の試験では誘引阻害率は高かったものの、果実調査では標高が高い場所 (約 100m)を中心に被害果が多く発生しました。これは、性フェロモンが空気より重いことと山頂から風が吹き下ろすことから濃度が十分に保てなかった事が原因の一つと考えられました。



図4 ディスペンサー設置の様子

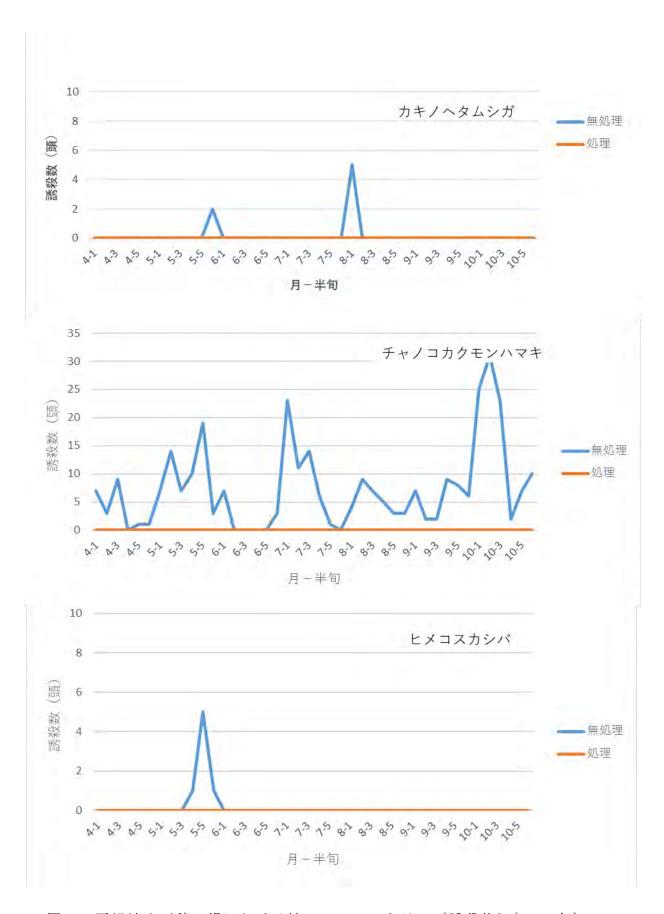


図5 平坦地小面積ほ場における性フェロモントラップ誘殺状況(2014年)

表1 カキノ	'ヘタムシガ?	交信攪乱に、	よる防除効	果(2014年)	
試験区	処理量	調査日	調査果数	被害果数	被害果率
処理区	100本/10a	7/14	500	0	0 (0)
龙柱区	1004/10a	10/26	500	33	6.6(24.6)
無処理区		7/14	500	3	0.6
無处坯区		10/26	500	134	26.8
() は対無	採処理比。				

表2 カキノ	表 2 カキノヘタムシガ交信攪乱による防除効果(2015年)												
試験区	処理量	調査日	調査果数	被害果数	被害果率								
処理区	100本/10a	7/14	500	0	0 (0)								
处连区	1004/10a	9/20	500	63	12.6(27.6)								
無処理区		7/14	500	1	0.6								
無处连区		9/20	500	228	45.6								
() は対無	· 「処理比。												

4. 課題と今後の取り組み

今回の実証試験ではほ場環境の違いが防除効果に影響を及ぼしたと考えられました。今後は薬剤散布も含め面積や傾斜地などのほ場環境に応じた防除を行う必要があります。また、今回の試験ではフジコナカイガラムシによる被害がやや多く発生しました。フジコナカイガラムシについても性フェロモン剤による防除が試験されており、早期の実用化が望まれています。

生産者の高齢化が進む中、近年の病害虫発生の増加による品質の低下、防除労力の増加などにより生産意欲が薄れてくる方も少なくありません。一方で意欲ある若手農家や新規就農者による生産拡大の気運も高まりつつあります。当センターではこうした状況に対応するために生物農薬や物理的防除を組み入れた試験に今後も取り組みたいと思います。

プロフィール

澤村 信生

島根県農業技術センター 病虫科

平成 4年3月 鳥取大学農学部農林総合科学科卒業

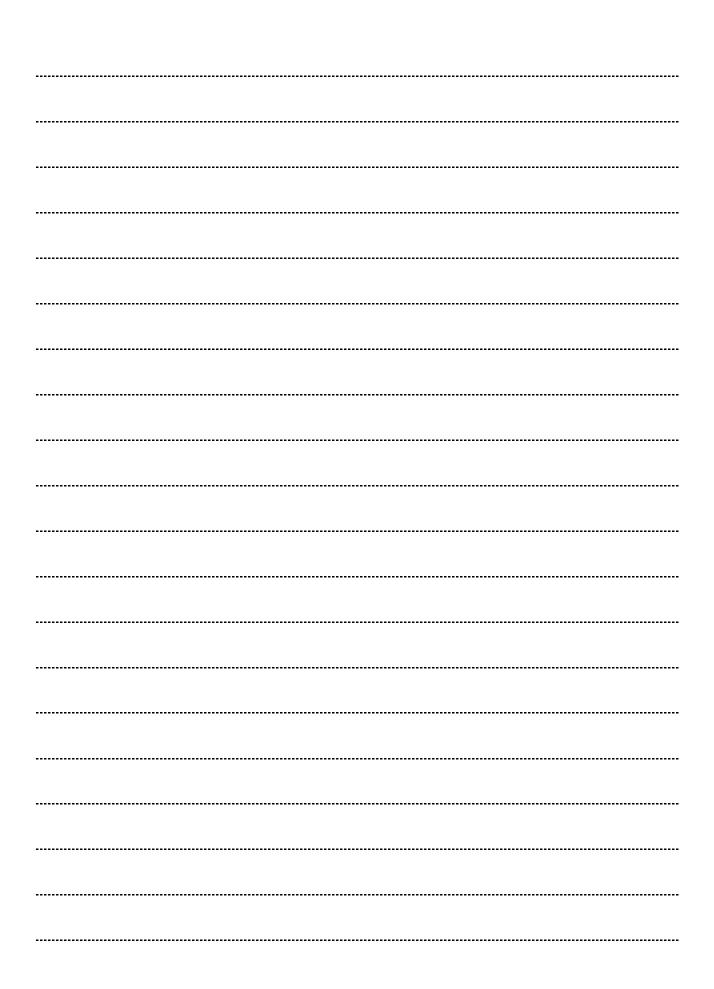
平成 6年3月 鳥取大学大学院農学研究科生物生産学専攻修了

平成 9年4月 島根県隠岐支庁農林局西郷農業改良普及センターに配属

平成12年4月 島根県農業試験場病虫科に配属

平成17年4月 島根県農業技術センター病虫科に配属

主に果樹害虫管理技術に従事



アカメガシワクダアザミウマの利用技術の開発

~施設栽培イチゴのヒラズハナアザミウマに対する防除体系~

高知県農業技術センター 下元 満喜

1. はじめに

高知県における施設栽培イチゴの栽培面積は約24ha、栽培農家戸数は147戸で(平成29年、高知県環境農業推進課とりまとめ)、全国的にも生産シェアが高いナス、キュウリなどに比べると少ないものの、中山間地域における重要品目として位置付けられている。施設栽培イチゴでは、ハダニ類、ヒラズハナアザミウマ、アブラムシ類、ネグサレセンチュウ類などの発生が問題となるが、特にハダニ類、ヒラズハナアザミウマについては、農薬の効力低下が顕在化しており、対策に苦慮している。ハダニ類に対してはチリカブリダニ、ミヤコカブリダニを利用した防除体系が導入され、普及が進んでいる。しかし、これらの天敵に影響が小さく、ヒラズハナアザミウマに対して効果の高い薬剤は限られており、ハダニ類の防除体系を維持し、本種の被害を抑えるのが困難になってきている。そのため、生産現場からは農薬に依存しない総合的なヒラズハナアザミウマ防除技術の開発が求められている。そこで、アザミウマ類に対して捕食能力の高いアカメガシワクダアザミウマを利用したヒラズハナアザミウマ防除体系を検討したので、その概要を紹介する。

2. ヒラズハナアザミウマの発生推移と主要薬剤の殺虫効果

高知県では、施設栽培イチゴの定植は9月下旬頃から行われ、栽培は翌年の6月頃まで継続される。ヒラズハナアザミウマのハウス内への侵入が多い時期はハウスサイド部が開放されている定植から11月頃までと3月以降であると考えられる。そこで、それらの実態把握のため県内主要2産地、6 圃場を対象にヒラズハナアザミウマの発生推移を調査した。その結果、ヒラズハナアザミウマの発生は早い圃場では11月から見られ始めたが、低温時期であることもあり2月頃までは薬剤防除を行うことで比較的低い密度で推移した。しかしながら、気温が上昇し、ハウス内での増殖速度が高まることに加え、野外からの飛び込みも多くなる3月以降には発生数が増加し、薬剤散布を行ってもほとんどの圃場で高い密度となった(図1)。

続いて、ヒラズハナアザミウマに対する主要薬剤の効果の現状を確認するため、県内の施設栽培 イチゴ圃場から採集した8個体群を対象に、常用濃度における殺虫効果を室内試験で調査した。供 試薬剤のうち、アセタミプリド水溶剤では、いずれの個体群に対しても補正死虫率が60%以下と低 く、防除効果は期待できないと考えられた。また、アクリナトリン水和剤、エマメクチン安息香酸 塩乳剤、クロルフェナピル水和剤、スピノサド水和剤、スピネトラム水和剤では、補正死虫率が90% 以上と高い個体群も認められたが、60%以下の個体群も見られるなど、安定した効果を示す薬剤は 認められず、現場で防除効果が安定しない実態を裏付ける結果となった(表1)。

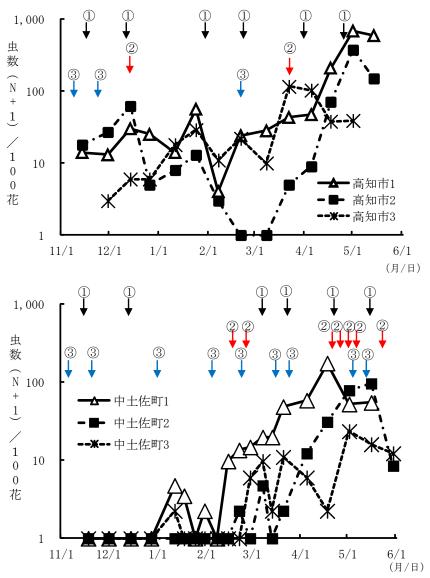


図1 県内主要産地の施設栽培イチゴにおけるヒラズハナアザミウマ成幼虫の発生消長

- 注1) 調査場所:高知市(土耕栽培)および中土佐町(高設栽培)
 - 2) 調査時期:2011年11月~2012年5月
 - 3) ↓:上図においては①高知市 1、②高知市 2、③高知市 3、下図においては①中土佐町 1、②中土佐町 2、③中土佐町 3 でのアザミウマ類防除剤散布を示す。

表1 施設栽培イチゴから採集したヒラズハナアザミウマ幼虫に対する各種薬剤の殺虫効果

/II. 2 N-145-401	× 401 (± 14)				供試個	体群			
供試薬剤	希釈倍数 -	A	В	С	D	Е	F	G	Н
アクリナトリン水和剤	1,000	67	100	100	100	71	38	98	29
エマメクチン安息香酸塩乳剤	2,000	76	79	83	64	61	55	100	74
クロルフェナピル水和剤	2,000	77	81	70	81	21	28	100	80
スピノサド水和剤	5,000	81	86	96	93	54	14	88	36
スピネトラム水和剤	2, 500	_	_	96	88	_	32	_	42
アセタミプリド水溶剤	2,000	9	55	32	18	19	31	18	58

注 1) 数字は補正死虫率(%)、一は未実施を示す。

²⁾ 供試個体群は2011~2012年に高知県内3市町村から採集した。

³⁾ 全ての薬剤をクミテン5,000倍を加用したイオン交換水で希釈し、回転式薬剤散布塔(200mmHg/cm²、4mL/シャーレ)で散布した。

⁴⁾ 対照 (クミテン5,000倍を加用したイオン交換水散布) の死虫率は0~11%

3. アカメガシワクダアザミウマのヒラズハナアザミウマに対する防除効果の検討

アカメガシワクダアザミウマはアザミウマ類をはじめ、アブラムシ類、コナジラミ類など多くの害虫類を捕食し(柿元、2006)、ヒラズハナアザミウマに対する捕食能力も高いことから(福田ら、2008)、イチゴのヒラズハナアザミウマ防除への利用も期待できる。そこで、2011年と2012年の2カ年、現地圃場において防除効果を検討した。

1) ヒラズハナアザミウマに対する防除効果の検討1(1~3月放飼)

放飼区(面積:15a、高設栽培、'紅ほっぺ')、対照区(面積:4a、高設栽培、'さちのか'、農家慣行による薬剤防除)を設け、放飼区では1月下旬から概ね2週間間隔で4回、アカメガシワクダアザミウマを約16,000頭/10a/回放飼した。対照区でのヒラズハナアザミウマの発生数は、4月下旬までは薬剤散布により1,000頭/100花以下の密度で推移したが、以後急増し、5月下旬には約3,000頭/100花に達した。放飼区においては、1回目放飼時のヒラズハナアザミウマの発生数は約250頭/100花と対照区に比べ多かったが、4月下旬まで対照区とほぼ同様の推移を示し、その後の密度はやや増加したものの、5月下旬の最多時でも約1,000頭/100花と対照区に比べ少なかった。アカメガシワクダアザミウマの発生は放飼直後から認められ、4回目放飼約1ヶ月後の4月上旬の発生数は約115頭/100花に達した。その後の密度は低下したものの、調査期間を通して発生が認められた(図2)。また、被害果の発生についてみると、対照区では3月下旬以降増加し始め、5月に入ると急増し、5月下旬の被害果率は100%に達した。一方、放飼区では、5月上旬までの被害果率は12%以下と低く、5月下旬には約80%まで増加したものの、調査期間を通してみると被害果の発生は対照区に比べかなり少なかった(図3)。以上のように、アカメガシワクダアザミウマはイチゴのヒラズハナアザミウマに対して、高い防除効果を有することが確認された。

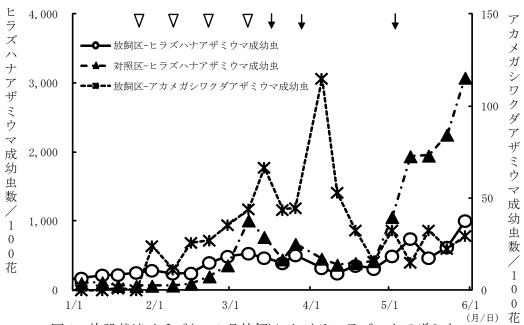


図 2 施設栽培イチゴ(1~3 月放飼)におけるヒラズハナアザミウマ、 アカメガシワクダアザミウマの発生推移

注 1) 試験場所: 須崎市、定植: 2011年10月

2) ▽は放飼区におけるアカメガシワクダアザミウマ放飼(16,000 頭/10a/回)、 ↓は対照区におけるヒラズハナアザミウマを対象とした薬剤散布(3/14: 還元糖化物液剤、スピノサド水和剤、ルフェヌロン乳剤、3/29:アクリナトリン水和剤、クロルフルアズロン乳剤、ボーベリア・バシアーナ乳剤、 5/9:ルフェヌロン乳剤)を示す。

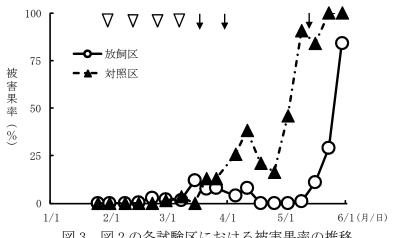


図3 図2の各試験区における被害果率の推移 注1) 試験の概要は図2に同じ。

2) ヒラズハナアザミウマに対する防除効果の検討2(11、12月放飼)

アカメガシワクダアザミウマはイチゴの花粉を餌とした場合でも動物質の餌を与えた場合と同等に増殖する(森田ら、2008)。そこで、ヒラズハナアザミウマの発生の少ない時期から放飼し、イチゴの花粉を餌にして増殖することで、放飼回数を低減できるのではないかと考え、秋期から放飼した場合のアカメガシワクダアザミウマの定着性、ヒラズハナザミウマに対する防除効果を検討した。アカメガシワクダアザミウマの放飼は11月中旬と12月下旬の2回行ったが、いずれの放飼でも、成虫が最多時でそれぞれ16頭/100花、25頭/100花見られていたものの、幼虫の発生はほとんど確認できず、定着は認められなかった。一方、ヒラズハナアザミウマの発生は12月に入り増加し始め、2月上旬には約200頭/100花に達したことから、スピノサド水和剤を散布することとなった(図4)。以上のように、11、12月放飼ではアカメガシワクダアザミウマの定着が悪く、ヒラズハナアザミウマの密度抑制も見られなかったことから、放飼回数の低減は期待できず、放飼時期としては適していないと考えられた。

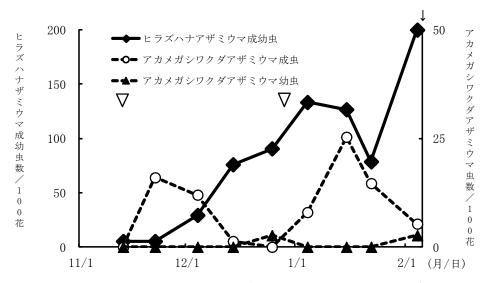


図 4 施設栽培イチゴ(11、12月放飼)におけるヒラズハナアザミウマ、 アカメガシワクダアザミウマの発生推移

注 1) 試験場所: 須崎市、面積: 15a(高設栽培、'紅ほっぺ')、定植: 2012 年 10 月 2) ▽はアカメガシワクダアザミウマ放飼(16,000 頭/10a)、↓は薬剤散布を示す。

4. アカメガシワクダアザミウマを主体としたヒラズハナアザミウマの防除体系

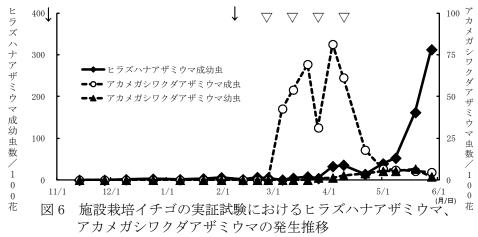
前項の試験に加え、同時期に実施した他の試験結果も合わせて、ハダニ類を対象としてミヤコカブリダニ、チリカブリダニを導入した防除体系下でのヒラズハナアザミウマの防除体系案を作成し(図 5)、それらをもとに現地圃場(面積:28a、高設栽培、'さがほのか')において効果の検証を行った。

	9月	10月		11月			12月	1月	2月			3月			4月			5月			6月		
	下旬	上旬 中	丁丁旬	上旬	中旬	下旬			上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
管理作業	定植	マルチ被覆	天井被覆	ミツバチ導入		収穫開始					月 才 七 七	電照打ち辺り											
ヒラズハナアザミウマ対策	薬剤・天敵名	エマメクチン安息系	マーナン マート 3 まで マート 3 まで マート 3 まで マート 3 まで かまで アート 3 まで アート 3 まで アート 3 まで アート 3 まで アード・アード・アード・アード・アード・アード・アード・アード・アード・アード・	ウ、ム リウ、成口和 ガマスピ	虫 寄 生 ま ス よ の が が が が が よ の に の に の に の の に る に る 。 に る 。 る 。 る 。 る 。 る 。 る 。 る 。 る 。 る 。 る 。 る 。	花率が オピル R剤な。 導入後 花率が	20%を 水和剤 どの散 :: ヒラ :20%を	が 対 が 対 が が が が が が が が が が が が が が が が	スピノサド水和剤 (アカメ放飼21日前まで)		アカメ放飼	(2週	アカメ放飼間隔隔	アカメ放飼 で4回)		アカメ放飼	寄生れ よる[IGR剤 に影響	を を を を を を を を を を を を を を	30%を <u>あきら</u> ネトラ クロル	ラ超 <u>め</u> スカスカラン)な シークを ジークを ジークを シークを ラークを フークを フークを フークを フークを フークを フークを フークを フ	場合は ピノサ 口剤(カ トピルフ	、 <u>アカ</u> ド水和 ブリタ k和剤	<u>メに</u> 剤、 ニ類 (カブ

図 5 施設栽培イチゴのヒラズハナアザミウマに対する アカメガシワクダアザミウマを主体とした防除体系案

注1) アカメ:アカメガシワクダアザミウマ

実証試験では、化学的防除法として、イチゴの定植直後(10月11日)に、カブリダニ類導入後には使用できないエマメクチン安息香酸塩乳剤を散布し、アカメガシワクダアザミウマの1回目放飼23日前の2月3日にスピノサド水和剤を散布した。また、生物的防除法として、2月26日、3月12日、3月26日、4月9日にそれぞれ15,000頭/10aの割合でアカメガシワクダアザミウマを放飼した。さらに、物理的防除法として、4面あるハウス開口部のうち、ヒラズハナアザミウマの飛び込みが多いと考えられる東西面には乱反射資材織り込みネット(デュポン™タイベック®スリムホワイト30)の展張も加えた。ヒラズハナアザミウマの発生は3月下旬までは極めて少なく推移した。4月以降は増加したものの、5月上旬までは約50頭/100花以下の密度に抑えることができた(図6)。また、被害果率は、最終調査時の5月下旬には20%を超えたものの、5月中旬まで7%以下と少なく抑えることができ、実証農家からは高い評価が得られた(図7)。



- 注1) 試験場所:中土佐町、定植:2013年9月
 - 2) ▽は放飼区におけるアカメガシワクダアザミウマ放飼(15,000 頭/10a/回)、 ↓はヒラズハナアザミウマを対象とした薬剤散布(10/11:エマメクチン 安息香酸塩乳剤、2/3:スピノサド水和剤)を示す。

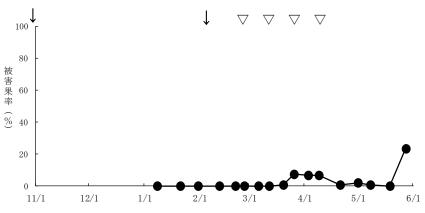


図7 図6の実証試験における被害果率の推移

注1) 試験の概要は図6に同じ。

前述の実証試験において、アカメガシワクダアザミウマの発生は放飼直後から確認され、放飼3回目直後の調査では成虫数は約80頭/100花に達した。しかし、幼虫の発生数は最多時の5月中旬の調査でも7頭/100花と少なかった(図6)。この原因を明らかにするため、同様の実証試験を行っていた別圃場(面積:10a、高設栽培、'さちのか')において、栽培管理で除去した残さ(花および幼果)でのアカメガシワクダアザミウマの生息数を調査した。その結果、1.5a分の残さに卵、幼虫主体に約1,100個体が含まれていた(表2)。このことから、残さを圃場外に持ち出すことを控えることで、防除効果がさらに安定すると考えられた。

表2 農家が栽培管理で取り除いた部位における アカメガシワクダアザミウマ数

3% / rn.nW	 1.5a当た	1.5a当たり								
発育段階	摘花·摘果部位数	生息個体数	_(10a換算)_							
卵		275	1,833							
1齢幼虫		314	2,093							
2齢幼虫	557花	489	3, 260							
蛹	+940幼果	4	27							
成虫		29	193							
合計		1, 111	7, 407							

- 注1) 調查場所:四万十町、定植:2013年9月
 - 2) 2/28、3/14、3/28にアカメガシワクダアザミ ウマを放飼(15,000頭/10a/回) した。
 - 3) 取り除いた部位を4/3(第3回放飼6日後)に回収 し調査した。

5. おわりに

アカメガシワクダアザミウマは商品名をアカメとして、平成 27 年に野菜類 (施設栽培) のアザミウマ類に対して農薬登録され、平成 28 年度作では県内の主要産地において導入された。利用した農家からは、防除コスト増を指摘する声も聞かれたが、防除効果に対する評価は高く、使用方法についても簡便であるという良好な反応が多く寄せられた。はじめに述べたように、イチゴにおいて総合的害虫管理技術を推進していくためには、農薬に依存しない総合的なヒラズハナアザミウマ防除技術の導入は不可欠である。そのため、より安定した技術となるように現場での取り組みをサポートしていきたいと考えている。

引用文献

福田健・井上栄明・柿元一樹・柏尾具俊 (2008): 九病虫研報 54:74~77

柿元一樹 (2006): 今月の農業 50 (5) 72~77

森田茂樹・柏尾具俊・井上栄明・柿元一樹 (2008): 九病虫研報 54:78~84

プロフィール

下元 満喜

高知県農業技術センター生産環境課 チーフ (昆虫担当)

昭和63年 4月 高知県庁入庁 高幡農業改良普及所配属

平成 元年 4月 須崎病害虫防除所配属

平成 6 年 4月 農業技術センター配属

平成21年 4月 農業振興部環境農業推進課配属

平成23年 4月 現職



天敵にとって不利な条件を 我々の技術開発で克服できるのか?

鹿児島県農業開発総合センター 柿元 一樹

1 はじめに

第1回の本協議会シンポジウムに続き、2回目の情報提供の機会を賜った。今回は、前回講演時に一部問題提起させていただいた点を中心に、ここ数年演者らが課題解決を図った、あるいは現在直面している課題とその解決方策について紹介させていただきたい。

テーマは大きく分けて以下の2点である。

- (1) 露地野菜の低温時期における土着天敵の利用
- (2) 天敵が定着しにくい作物での IPM 技術の確立

2 春夏作露地野菜の低温時期における土着天敵の利用~オクラを例に~

土着天敵の機能を引き出すとともに、その機能を強化し、害虫防除への活用を図る保全的生物的防除は、露地作物での IPM を確立する上で極めて重要な手段である。第1回の本シンポジウムでは、土着天敵の強化手段の重要性および有効な土着天敵が存在しない害虫に対する生物農薬の放飼増強法、あるいはこれらの複合利用が鍵であることを指摘した。今回は、オクラを材料に土着天敵の強化技術に焦点を絞る。

鹿児島県のオクラの主産地は薩摩半島南端に位置する指宿市である。当生産地のオクラは主に3月下旬~5月中旬の間に播種する。3月下旬に播種する作型はトンネル栽培と呼ばれ、播種後5月中旬までビニル被覆され、以後露地栽培となる。4月下旬~5月中旬に播種される作型が露地栽培と呼ばれる作型である。

当県のオクラでの最大の害虫はワタアブラムシである(柿元ら,2015)。演者らは,天敵温存植物としてソルゴーを活用することで、ソルゴーに発生するヒエノアブラムシなどを餌に土着天敵が増殖し、この土着天敵がオクラで発生するアブラムシ類の防除に有効であることを示した(柿元ら,2015)。なお、アブラムシ類に対するソルゴーを活用した土着天敵の保護・強化技術は、既に一般的な技術として認識されており、演者らが見出した新規性のあるものではないことを予め述べておく。

一方,天敵温存植物としてのソルゴーは,オクラの栽培期間を通して活用できるものではない (柿元ら,2015)。なぜなら,ソルゴー上で餌のアブラムシ類が発生し,これに対応して土着天敵が増殖する時期は,年に関係なく概ね7月中旬以降であるためである。すなわち,オクラの栽培前半期に相当する3月下旬から7月上旬までは,新たな天敵温存植物の利用が必要となる。演者らは,2015~2017年にかけて,「農林水産業・食品産業科学技術研究推進事(27009B)登録農薬の少ない地域特産作物(マイナー作物)における天敵利用技術の確立」の研究コンソーシアムにおいて,ソルゴー

を補完できる天敵温存植物の探索とその効果について研究を進めてきた。

(1) 有望な天敵温存植物の選定

国外では、花粉・蜜源供給植物によってヒラタアブ類成虫を誘引し、対象作物への定着を促進させる試みがある(Hogg et al., 1996; Laubertie et al. 2007; Pineda and Marco-Garcia, 2008)。演者らは、アブラナ科、イネ科、マメ科、ハゼリソウなどの緑肥用作物、ソバおよびバジル類など延べ 54 草種について、土着天敵の発生量および植物の開花スケジュールや草勢などの生育特性を評価し、土着天敵の温存に有効な植物を表 1 のとおり 9 草種に選定し、各植物の特性を整理した(表 2)。

供試した植物上で春夏期に継続して発生が確認されたアブラムシ類の土着天敵は、 ヒラタアブ類、テントウムシ類(特にヒメカメノコテントウとヒメテントウ類)、寄 生蜂およびヒメハナカメムシ類の4種類であった。ヒメハナカメムシ類は主にアザ ミウマ類の天敵として知られるが、本天敵は広食性であり、オクラ上ではアブラム シ類の天敵としても機能していると思われる。

天敵温存植物の開花数,餌昆虫および天敵の個体群動態を解析し,天敵温存植物, 餌および天敵の関係を図1のとおり整理した。ヒラタアブ類成虫には開花スケジュ ールが重要であり、それ以外の天敵に対してはアブラムシ類またはアザミウマ類の 発生量が重要であると推察された。

	まルンスロルマテか		, , , , , , , , , , , , , , , , , , ,	- 18 HH (4 1- 41 - 1- 44 - 41 - 1
表 1	窓 批で活用する 大崎	枚温 存植物 として 選定	した有望草種と温石	三が期待できる十着天敵*

利用時期		ヒラタ	アブ類	- テントウムシ類	宏比較	 ヒメハナカメムシ類
利用时期	早性	成虫	幼虫	- アントリムン類	 行土 珲	こメハノカテムシ類
3月下旬~5月	シロカラシ	0	0	0	0	0
	チャガラシ	\circ	\circ	0	\circ	\circ
	ハゼリソウ	\circ	\circ	0	\circ	\circ
	ヘアリーベッチ	\circ	\circ	0	\circ	\circ
	クリムゾンクローバー	\circ	\circ	0	\circ	\circ
	白クローバー	0	0	0	0	0
5~8月	ソバ	0	0	0	0	0
	ホーリーバジル	0				\circ

^{*}継続して発生が確認され、他の草種よりも個体数が有意に多かった草種.

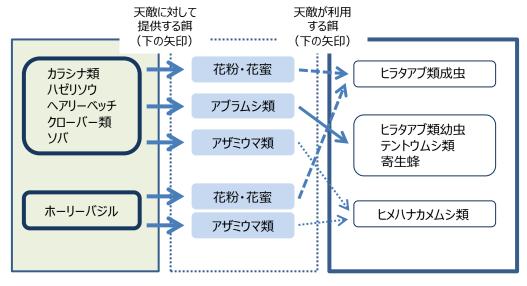


図1 天敵温存植物が提供する餌と天敵の種類の相互関係

表2 天敵温存植物の	生育特性																								
天敵温存植物	播種時期	ŀ	11月	下		12月		-	1月		-	2月		1	3月		1	4月		1	5月			6月	
ハゼリソウ	10月中旬	上	中	<u> </u>	上_	<u>中</u>	下	<u>上</u>	中	下	<u> </u>	中	下	<u> </u>	中	下	<u>上</u>	中	下 ☆	上	中	下	上	中	下
7 1 277 9	12月中旬				_												90 90	**	***	**	***	*			
	12月下旬																-00	-00	-8-	-00	-00	**			
	2月上旬																36	36	36 ala	-A-	36	**			
	3月上旬																		36	36	-A-	**	*		
	4月上旬																				36	36	36		-0-
シロカラシ	10月中旬											-6-	-	•	•	•	•							_	**
V 11/1/V	12月中旬											96	96	96	36	96	26 ala	•	•	*	-0-				
	12月下旬														36	36	36	36	36	36	36	-0-			
	2月上旬															34	34	34	36	**	36	36	-		
																			36	**	*	36	36	4	-8-
	3月上旬																		34	*	34			*	
7	4月上旬		_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	-0-	-8-	-8-	-8-	*		38	38	*
チャガラシ	10月中旬																**	38	35	**	38	_			
	12月中旬																	33	33	**	**		_		
	12月下旬																	37	33	33	**	33			
	2月上旬																		33	33	**	33	*		
	3月上旬																					R			
	4月上旬																						R	*	*
ヘアリーベッチ (早生'藤えもん')	10月中旬																*	**	**	*	*	*			
	12月中旬																		*	*	*	**	*	*	**
ヘアリーベッチ	10月中旬																			*	*	*			
(晚生'完太郎')	12月中旬																					*	*	*	*
クリムゾンクローバー	10月中旬														*	*	*	*	*	*	*				
	12月中旬																		*	*	*				
白クローバー	10月中旬																			*	*	*	*	*	*
	12月中旬																				*				*
ソバ(在来品種)	4月中旬																				*	*	*	*	*
ホーリーバジル*	4上旬	*4,	月上旬	可から	セル	トレイ	育苗	L, 4.	月下	旬に利	多植し	た場	合								*	*	*	*	*

■:植物の生育が地表面の4割以上を超える時期

🛊 : 開花時期

(2) オクラでの効果

天敵温存植物の複合利用がオクラ上での天敵の増加およびアブラムシ類への防除効果に及ぼす影響を,2015~2017年の3年間にわたり,主に生産地である指宿市において評価した。天敵の温存に有効と思われたハゼリソウ,カラシナ類,ヘアリーベッチなどを前半期機能型の天敵温存植物(ここでは,ソルゴーと区別するため,便宜上「前半期機能型天敵温存植物」と呼ぶ)として供試した結果,これらの天敵温存植物をソルゴーと複合的に活用することで,慣行防除圃場およびソルゴーの単独利用圃場よりも天敵の個体数は有意に増加し,アブラムシ類の個体数は有意に低く抑制された(データ省略)。

なお、ヒラタアブ類、テントウムシ類およびヒメハナカメムシ類は前半期機能型 天敵温存植物の活用によって安定的にオクラ上での有意な個体数増加が認められた (表 3)。クサカゲロウ類は、天敵温存植物上では継続して生息を確認することはでき なかったが、前半期機能型天敵温存植物の活用によりオクラ上での個体数が有意に 増加するケースがあった。この要因は明らかでないが、本天敵の調査方法も含め今 後の検討が必要である。

表3 天敵温存植物の植栽がオクラ上での天敵個体数の増加に及ぼす影響*

7J AB45	天敵の種類					
試験区	ヒラタアブ類	テントウムシ類	ヒメハナカメムシ類	クサカゲロウ類	ショクガタマバエ	寄生蜂
2015年;ソバ+スイートバジル+ソルゴー (鹿児島県指宿市4圃場)	0	©	_	_	-	0
2016年;ハゼリソウ+ホーリーバジル+ソルゴー (鹿児島県指宿市2圃場)	0	©	©	0	_	0
2016年;ハゼリソウ+ソバ+ホーリーバジル+ソルゴー (鹿児島県農業開発総合センター内圃場)	0	©	©	©	_	0
2017年;ハゼリソウ+ソルゴー (鹿児島県指宿市2圃場)	0	_	©	_	_	_
2017年;ヘアリーベッチ+ソルゴー (鹿児島県指宿市2圃場)	0	0	©	0	_	-
2017年;シロカラシ+ソルゴー (鹿児島県指宿市3圃場)	0	-	©	-	_	_

^{*}統計処理の結果、ソルゴーの単独利用または慣行防除区よりもオクラ上での個体数が有意に増加した天敵「©」とわずかな有意差が認められた天敵「)」.



写真 春期用天敵温存植物のオクラ圃場周囲への植栽

(3) 越冬場所の提供が春期の天敵の発生量に及ぼす影響

作物圃場またはその周囲に、安定的かつ持続的に天敵を定着させるとともに、圃場における天敵の発生を早進化させる手段として、天敵温存植物を活用した天敵への越冬場所の提供が考えられる。ハゼリソウ、カラシナ類、ヘアリーベッチなど 13草種を 10 月中旬および 12 月中旬に播種または移植し、 $11\sim5$ 月まで各植物上での

天敵の個体数を調査した。12 月中旬の作付区では、ヒラタアブ類、テントウムシ類、ヒメハナカメムシ類などの天敵の発生が認められたのは早くても 3 月以降であったが、11 月から植物が生育していた 10 月中旬の作付区では、11 月または 12 月から翌年 5 月まで越冬個体と思われるヒラタアブ類の卵・幼虫およびヒメハナカメムシ類が継続して確認された(図 2)。作付時期の相違は、 $3\sim5$ 月の先の天敵個体数に有意に影響を及ぼすことが示された(分散分析[混合モデル]、P<0.05)。この結果は、秋期から天敵の生息場所を作出し越冬場所を提供することによって、春期の天敵発生量を増加させられることを示唆している。

このような知見は、春夏作の露地作物において、栽培初期の気温が低い時期から 土着天敵の機能を強化する手段として活用できるだろう。

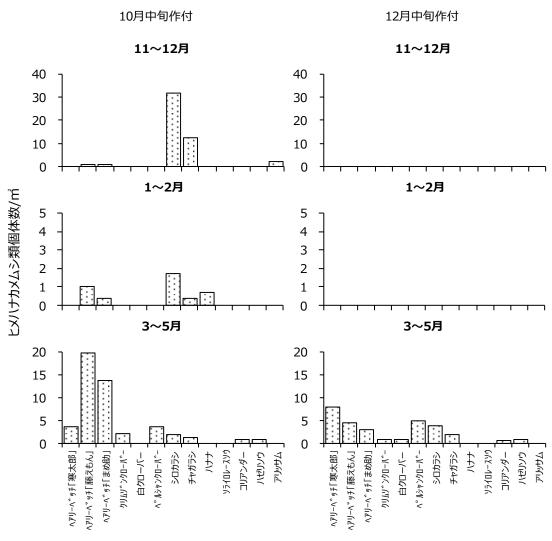


図2 作付時期が異なる植物上での秋~春期におけるヒメハナカメムシ類の個体数推移

3 天敵が定着しにくい作物での IPM 技術の確立~エンドウを例に~

作物によっては、天敵が定着しにくいものがある。エンドウ (スナップエンドウ)は、その代表的な一つであろう (柿元ら、2017a)。当県は、スナップエンドウ、実エンドウ、ソラマメなどの未成熟マメ類の国内最大の産地である。いずれも露地栽培で生産される。9月上旬から 10月上旬にかけて作付が開始され、スナップエンド

ウとソラマメは 10 月下旬から 12 月に発生するアザミウマ類 (特にハナアザミウマ Thrips hawaiiensis (Morgan)) が最大の害虫である (柿元ら, 2017b)。いずれも、化学農薬によってアザミウマ類への防除が図られているが、現状の管理では十分に被害を抑制できていない (柿元ら, 2017b)。また、スナップエンドウは、化学農薬による影響がない自然の状態でも土着天敵の発生は皆無である (柿元、未発表)。このエンドウのアザミウマ類に対する防除技術についても、「農林水産業・食品産業科学技術研究推進事 (27009B) 登録農薬の少ない地域特産作物(マイナー作物)における天敵利用技術の確立」において解決を図ってきた課題である。

演者らは、生物農薬の放飼増強法による防除を見据え、まずスワルスキーカブリダニ $Amblyseius\ swirskii$ Athias-Henriot を材料に、スナップエンドウへの定着性を評価した(柿元ら、2017a)。ところが、本種はスナップエンドウにはほとんど定着できないことが明らかとなり、この要因として、微小天敵の生息場所として重要な葉面の微細構造(毛状組織(毛状突起や毛じ)および domatia)が欠落していること、または葉面のエピクチクラワックスが葉面の把持や葉面上での歩行などを妨げている可能性があること、が考えられた(柿元ら、2017a)。

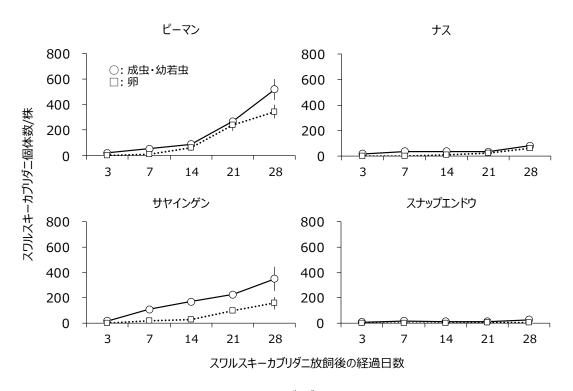


図3 異なる作物上でのスワルスキーカブリダニの定着と増殖 (柿元ら, 2017を改変)

(1) ヒメハナカメムシ類およびタバコカスミカメがスナップエンドウのハナアザミウマの個体数抑制に及ぼす影響

その後の研究により、スナップエンドウに対してはスワルスキーカブリダニのみならず、タイリクヒメハナカメムシ *Orius strigicollis* (Poppius) やタバコカスミカメ *Nesidiocoris tenuis* (Reuter) などの定着性も低いことが明らかとなった (デー

タ省略)。一方、小規模温室での閉鎖的環境において、スナップエンドウの周囲に天 敵温存植物を用いて上記の両捕食性カメムシ類を増殖させておくと、スナップエン ドウ上のハナアザミウマ個体数が抑制されることを見出した (図 4)。

ハナアザミウマ個体数 100 固体数/20花+20複葉 天敵温存 80 無処理 60 40 20 0 0日 8日 35日 21日 46日 スナップエンドウ開花からの経過日数

図4 スナップエンドウ周囲での捕食性カメムシ類の温存がハナア ザミウマの発生に及ぼす影響

(2) 天敵温存植物の 'おとり的機能' がスナップエンドウのアザミウマ類の発生に 及ぼす影響

(1) の基礎的な知見に基づき,実際の露地栽培条件において,土着の捕食性カメムシ類の強化がスナップエンドウのアザミウマ類の発生に及ぼす影響を検証した。天敵の強化による防除効果を検証するための要因として天敵温存植栽の有無,および物理的防除手段の効果を検証するための要因としてマルチの種類の 2 要因を設けた。天敵温存植物は,ヒメハナカメムシ類を温存するためにソバ,ホーリーバジル,スイートバジルの 3 草種を,タバコカスミカメを温存するためにゴマおよびフウチョウソウの 2 草種を用い,1 草種当たりの植栽面積を 4 ㎡としてスナップエンドウの周囲を囲むように配置した。マルチの種類は,一般的に使用されている白色マルチと光反射性マルチ「デュポン 1 タイベック®」(丸和バイオケミカル(株))を用いた。

図 5 は、スナップエンドウにおけるアザミウマ類および土着天敵の個体数変化である。スナップエンドウで確認された天敵は全てヒメハナカメムシ類であり、タバコカスミカメは確認されなかった。分散分析(混合モデル)の結果、アザミウマ類個体数は、天敵温存植物の有無およびマルチの種類によって有意に異なることが分かった。両要因はアザミウマ類の防除に有効であるととともに、それらの併用によって防除効果はより高まることが示された。

また、天敵温存植物の有無によるアザミウマ類個体数の差は、ヒメハナカメムシ類の発生前から増大しており、当試験での防除効果は、ヒメハナカメムシ類による直接の防除効果だけではないことが示唆された。一方、天敵温存植物でのアザミウマ類および天敵の発生を見ると、アザミウマ類はスナップエンドウでの発生前から

天敵温存植物で発生していたが、その発生とほぼ同時かやや遅れてヒメハナカメムシ類の発生が認められ、これに対応するようにアザミウマ類の個体数が減少していた (図 6)。タバコカスミカメはアザミウマ類個体数と一定の関係は見出せなかった。この一連の結果から推察すると、スナップエンドウ周囲の天敵温存植物にいったん寄生したアザミウマ類が、ヒメハナカメムシ類を中心とした天敵によって抑制され、結果的にスナップエンドウへのアザミウマ類の侵入量が減少したことが防除効果として発現した可能性がある。

天敵温存植物のこのような活用方法については、今後引き続き検証を重ねる予定であるが、当試験のような 'おとり的機能'が実用的に発現されれば、施設および露地栽培を問わず、これまで天敵利用が困難であった作物での IPM 技術の発展につながるものと期待される。また、天敵温存植物の用途もますます多様化するものと思われる。

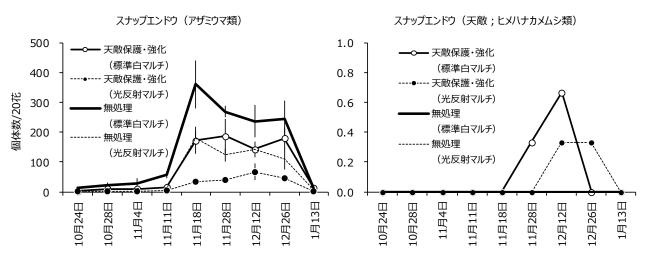


図5 天敵温存植物の植栽およびマルチの種類がスナップエンドウのアザミウマ類の発生に及ぼす影響

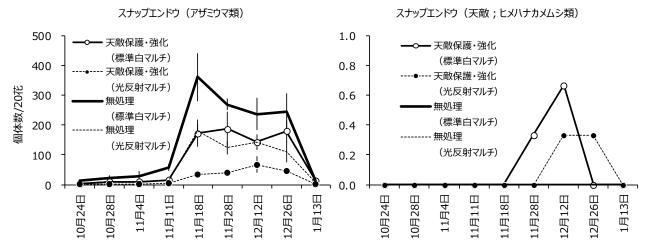


図5 天敵温存植物の植栽の有無およびマルチの種類がアザミウマ類およびヒメハナカメムシ類の発生に及ぼす影響

4 おわりに

キュウリ,ナス,ピーマンなどの主要果菜類では,施設栽培を中心に生物的防除を中心とした IPM が一般的な生産技術として取り入れられるようになった。しかし,生物的防除の確立を望む産地・作物は未だ多く残されている。今後,新たな生物農薬の開発は不明であるが,既存の生物農薬や土着天敵であっても天敵温存植物との組み合わせによって解決でき,新たな展望が拓ける課題もあるかもしれない。天敵温存植物は当然,地域や気候等によって生育特性も異なってくるため,各地域(産地)での検証と草種選定がいっそう重要になってくるだろう。

なお、今回紹介した一連の成果は、共同研究機関はもとより生産地の農業者の皆さん、関係機関・団体の多大なる協力により得られたものである。この機会にあらためて厚く御礼を申し上げる。

引用文献

Hogg, B. N., R. L. Bugg and K. M. Daane (2011) Biol. Control 56: 76-84.

柿元一樹・井上栄明・伊藤由香・田代啓一朗・大野和朗(2015)九病虫 61:49-56.

柿元一樹・松比良邦彦・井上栄明・伊藤由香 (2017a) 応動昆 61: 223-232.

柿元一樹・松比良邦彦・井上栄明・中島 純・伊藤由香(2017b)関西病虫研報 59:1-10.

Laubertie, E. A., S. D. Wratten and J. L. Hemptime (2012) Biol. Control 61: 1-6.

Pineda, A. and M. A. Marco-Garcia (2008) Ann. Appl. Biol. 152: 271-276.

プロフィール

柿元 一樹

鹿児島県農業開発総合センター生産環境部病理昆虫研究室 主任研究員 博士(農学)

平成 10 年 鹿児島県入庁

~平成17年 県蚕業試験場にてアザミウマ類およびコナジラミ類の生物的防除に係る研究に従事

平成 18 年~22 年 現・曽於畑地かんがい農業推進センターにて普及指導員として、主に茶業振興に係る普及活動、土着天敵を活かした茶の IPM および施設ピーマンの IPM の技術確立と普及に従事

平成 23~25 年 県食の安全推進課にて植物防疫、IPM の推進に係る施策に従事 平成 26 年~現在 鹿児島県農業開発総合センターにて主に野菜の IPM に係る研究に従事

宮崎県での総合的作物管理体系の普及状況

~ "宮崎方式 ICM" の定着に向けて~

宮崎県総合農業試験場 黒木 修一

1. はじめに

近年,化学合成農薬による防除効果が安定しない「難防除病害虫」による農産物への被害は次第に大きくなっており、その対策には多様な手段を組み合わせる「総合的病害虫防除技術」(以下,総合防除とする)の導入が不可欠になってきている。また、消費者の食の安全・安心に対する意識の高まりや、化学合成農薬を使用する農業者本人の健康への不安に対する回答の一つとして、化学合成農薬の使用回数削減する取組みが各地で行われてきたが、特に近年では、単に化学農薬の使用を削減するだけでなく、農業者の競争力強化のために資材費総額を削減するという経営的な面を含めた効率的で安定的な総合防除の実施が求められている。

このような課題に対して、宮崎県では総合防除技術の面的な普及を図り、防除効果の安定と経費の削減について、ある程度の成果を上げている。ここでは、本県の総合 防除に対する考え方と、現在の技術普及状況について紹介する。

2. 宮崎方式 ICM の考え方

適正施肥や適正かん水、適正な圃場環境管理が行わなければ、植物の草勢・樹勢の低下により病害虫の被害は助長される。また、適正な整枝剪定が欠落すれば、茎葉の過繁茂により散布薬剤の被覆率が低下し、期待する防除効果は得られなくなる。病害虫の防除と栽培管理技術が密接な関係にあることは、議論を待たない。

その一方で、総合防除(Integrated pest management: IPM)という技術は大変巨大なソフトウエアで、基礎から体系的に理解した上で農業に活用しようとすると、膨大な学修期間が必要である。総合防除に活用できる膨大な資材の性質を一つ一つ理解し、農業者が自ら考えながら防除体系を組み立てることが望ましいものの、実際にはなかなか難しいものである。

そこで、本県では生物農薬等の総合防除に用いる技術を個別に農業者に紹介するのではなく、あくまでも一連の栽培技術体系として普及を図ってきた。これにより、総合防除から総合的作物管理法(Integrated crop management:ICM)という更に大きなソフトウエアになるが、栽培技術や経営を中心に考える農業者にとってはむしろ理解しやすく、自らの栽培に関係の強い技術を重点的に学修することになるため、取り組み易いものとなり、面的な普及が期待できると考えている。

3. 技術普及の実際

図1に示すとおり、本県では病害虫防除技術を適正栽培という基礎技術の上にある

技術として、栽培技術と連動させて普及を図っており、更に個別技術を段階的に普及していく方法をとっている。"宮崎方式 ICM"は、別名を「作物のちからフル活用プログラム」としており、適正栽培を基本とすることから、病害虫の安定防除だけでなく、農産物の収量・品質の向上という農業者が目指している目標を達成させようというものである。

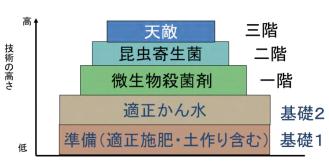




図1 "宮崎方式 ICM"の概念図

写真 1 RQ フレックスを利用した作物 体内窒素の測定

例えば、本県の主力作物であるキュウリやピーマンでは、作付け前の土壌診断と適 正施肥、栽培期間中に行う作物体内窒素濃度のリアルタイム診断(写真 1)、適正かん 水、施設内の換気や変温管理などの適正な栽培管理を基本とした上で、微生物殺菌剤 の使用をステップ 1、昆虫病原糸状菌製剤などの微生物殺虫剤の使用をステップ 2、 天敵の使用をステップ 3 としている。段階的に普及させたことで、ステップ 1 にあた るバチルス・ズブチリス製剤等の微生物殺菌剤とステップ 2 にあたる昆虫病原糸状菌 製剤の使用技術は、施設園芸作物全般に普及し、現在では野菜類に限らず多くの作物 で日常的に使われている(図 2 、図 3)。

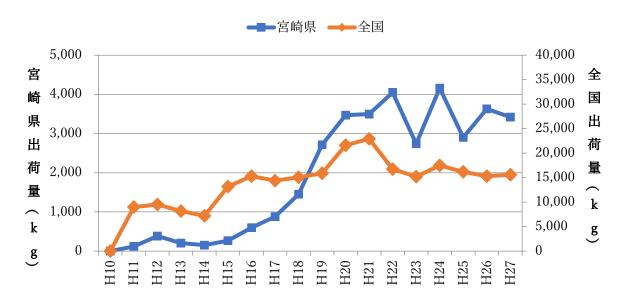


図 2 バチルス ズブチリスおよびバチルス アミロリクエファシエンス 剤の出荷量の推移

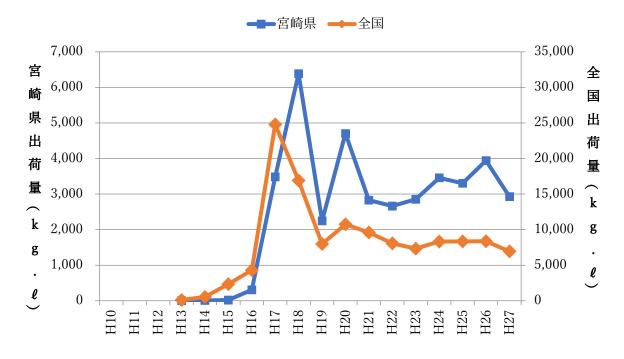


図3 園芸用昆虫病原糸状菌(粒剤を除く)の出荷量の推移

段階的に技術導入を図るのは、単純に防除効果を安定化するためだけでなく、普及 手法としての意図がある。複数の様々な手段を組み合わせて一つの体系的防除にくみ 上げていく「考え方」を、技術の実施者である農業者や技術指導に携わる関係者に理 解しやすく、かつ取り組み易くするためである。それにより、将来の総合防除にパー ツとして組み入れる個別技術が別の技術に置き換わっても、問題なく対応することが 可能となる。

- ①まず、微生物殺菌剤を使用することで殺菌剤の使用を減らし、昆虫病原糸状菌製剤や天敵に対する殺菌剤の影響を低減させる。また、微生物という化学合成農薬ではない資材の特徴を知ってもらい、慣れてもらう。
- ②次に、昆虫病原糸状菌製剤を使用する。トマトのコナジラミ類など、天敵の利用が必須でない害虫が防除の主対象である場合は、ここまでの技術導入で十分なことも多い。一般に天敵を利用している作物でも、「昆虫病原糸状菌製剤を上手に使えばここまでの技術で十分だ」とする農業者がいれば、それはそれで良しとして、その農業者に天敵利用技術の指導は行わない。また、更に天敵を使用する農業者にとっては、昆虫病原糸状菌製剤を使用することで殺虫剤の使用を減らし、天敵の活動を阻害するような事故を減らすことができる。
- ③昆虫病原糸状菌製剤までの使用で、十分な防除効果が得られない場合は、各種の天敵を使用する。ただし、天敵は微生物と比較して、同時に使用する化学合成農薬等の影響を強く受けやすい。そのため、農薬の知識を豊富に持つか、微生物や物理的資材等を駆使して更に化学合成農薬の使用量を減らした上で、天敵を使用することが前提である。

また、市販の天敵製剤の多くは露地作では使用できないため、露地作では土着天敵

を活用する手法を組み合わせることになる。天敵を必ず使わないとダメということはなく、ステップ $1\sim3$ のいずれでも、その農業者が実施できる技術まで取り組み、防除効果が十分であると判断するまでの技術を導入してもらうことにしている。

本県で本格的に微生物農薬の普及に取り組み始めたのは、平成16年度からであるが、出荷量からみると普及活動の成果がよく見て取れる。また、統計の集計上の問題からある程度の年次変動はあるが、近年の主要な微生物農薬の県内向け出荷数量は概ね安定しているようである。また、昆虫病原糸状菌製剤は普及開始当初に大量の使用が見られたが、近年は概ね安定していることから、現在は技術への理解が進み、現場の技術的混乱が収束して安定的な普及期に入っていると思われる。

リアルタイム診断は全ての農業改良普及センターおよび多くのJA営農指導拠点で 実施が可能であり、県全域が受益地である。また生物農薬の導入レベルは様々であるが、 キュウリ、ピーマン、トマト等の主力品目では、県全域にほぼ普及している。

4. 普及に必要な機材や資材

微生物や天敵は「常にそこにいる」ことで防除効果が得られるものである。そのために、生物農薬を助ける重要な機材がある。

バチルス ズブチリス剤では、ボトキラー水和剤*を自動的に送風ダクトに投入する機械「きつつき君*」(写真 2)が、それである。ボトキラー水和剤*のダクト投入は、ただ単にダクトに製剤を投入するだけではあるが、農業者は多忙で毎日できるとは限らない。この機材を使うことによって、毎日ダクト散布することが可能になり、「少量でもずっと投入され続けること」が体験できることになる。研究的には必要なく、人によっては無駄に思える隙間の機材であるが、教育的効果が高く、普及のための「気づき」には有効な機材である。本県では1000台を超える「きつつき君*」が野菜、果樹、花きで導入されていることを考えると、教育的機材としてだけでなく純粋に防除効果の安定化のために重要な機材でもある。



写真 2 ボトキラー水和剤 * の ダクト投入機「きつつき君 * 」

写真3 ボトキラー水和剤®の飛散により 把握できる「寒だまり」

ボトキラー水和剤®のダクト散布には、もう一つ大きなメリットがある。菌を培養する市販のシャーレを温風暖房機のある栽培施設内に置くことで、温風が来ないいわゆる「寒だまり」を見つけることができる(写真3)。また、本来見えない菌を見せることで、自分の施設内環境を知る上でも重要な「気づき」が得られる。微生物への理解が深まるだけでなく、「寒だまり」の解消は病害対策と燃油高騰対策にもなる。このように、新しい技術に取り組むとき、病害虫防除効果以外にもプラスワンの利益があることは、総合防除の最初の一歩を踏み出そうとしている農業者に対して大きな「動機付け」になる。なお、飛散を調査するシャーレは、少数であれば、農業改良普及センターで作成することも可能であるが、基本的に本県内のJA各店舗で予約購入ができる体制を整えている。

一方、天敵利用では、天敵を放飼する際に使用する紙コップがある(写真 4)。今でこそ、海外のような小袋製剤などが国内でも販売されるようになったが、この紙コップを作成した当時は、小袋製剤等は国内で販売されていなかった。このため、天敵メーカーの協賛を得て専用紙コップを作成し、現在も JA 宮崎経済連が市販している。本県では、スワルスキーカブリダニ等を放飼するときに使用するだけでなく、タイリクヒメハナカメムシ等を放飼するときのプラットフォームとして使用することを推奨している。天敵を使う場合に、同時に使用する農薬の影響を受けることがあるが、この紙コップは一種の隠れ家となる。特にカブリダニ類は一時的に強い薬剤の影響を受けたとしても密度が回復しやすい。天敵の使用時に影響のある剤を誤って使用したときにも有効である(図 4)。この紙コップも先述した「きつつき君*」と同様に、絶対に必要なものではないが、防除効果を安定化し、天敵に慣れていない農業者が農薬の誤使用により事故を起こす危険性を低減することができる。いわゆる「信頼性設計」の一つである。

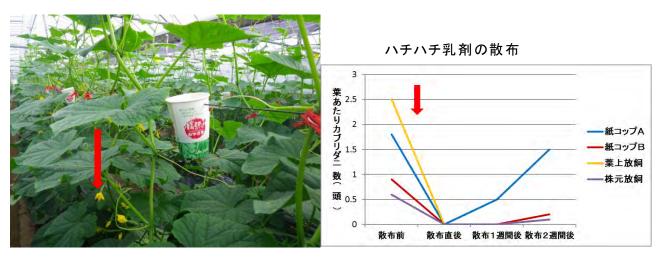


写真4 天敵放飼用紙コップ

図4 紙コップを利用したときのスワルスキーカブリダニに対する農薬の影響軽減効果

図4に示すとおり、従来「絶対併用してはならない」剤を使用しても、天敵を保護することができるが、図中の紙コップA区ではカブリダニの密度が回復しているものの、紙コップB区では密度が回復しない。つまり、資材を併用すれば良いというものではなく、紙コップですら使い方を誤ると効果を失う(紙コップB)ので、これには注意する必要がある。

併用する殺虫剤や殺菌剤の影響は,当然考慮する。しかし,天敵についてはこのような資材を利用し,微生物は連続した散布を行うことで,「多少死んでも良い」という条件を作り出すことで,併用剤の影響に過敏になることなく,安心して技術導入ができている。

5. 経済効果

"宮崎方式 ICM"により適正栽培の推進と病害虫防除の安定化により、収量・品質は向上し、防除に関する労力も削減できることを実証した(表 1)。これにより、生物農薬を活用する県推奨の防除体系は、収量・品質を向上させる技術となり、技術モデルとしたキュウリ生産地区等では急速に収量が向上し(図 5)、県域に技術が普及・定着している。

	県指針 (収量は部会平均)	平成23年作	平成24年作
化学農薬	76回	24回	29回
使用回数		(31. 6%)	(38. 2%)
防除経費	166, 891円	143, 535円 (86. 0%)	166, 441円 (99. 7%)
防除に要する	84時間	55時間	66時間
労働時間		(65. 5%)	(78. 6%)
収量	15. 1t(H24)	15. 2t	20. 1t
(/10a)	14. 9t(H23)	(100. 7%)	(134. 9%)

表1 実証圃の経営評価

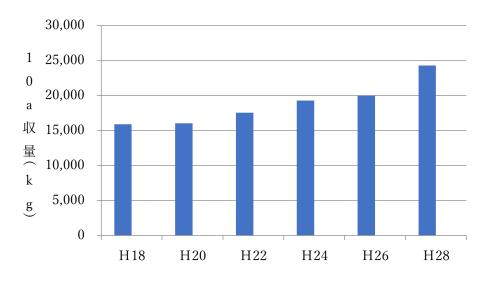


図5 モデル産地のキュウリ生産部会の平均収量の推移

6. おわりに

"宮崎方式 ICM"は、段階的普及法や、他の地域ではあまり見ることのない機材や資材を利用し、技術になじみやすい環境を作って普及させてきた。最終目標が病害虫防除ではなく、収量・品質の向上としたことも理解が得られ、技術が定着した理由であるう。

また,農薬メーカー各社やJA関係機関だけでなく,県の農薬卸商・小売商組合やNOSAI連,もちろん市町村など,あらゆる関係機関が技術普及に協力していただいたことは,技術の浸透に大きな力となっている。文末ながら、関係者の皆様に厚くお礼申し上げるとともに、引き続きの支援をお願いしたい。

今回紹介した技術の詳細については、「総合的作物管理体系 (ICM) マニュアル」を作成し、配布している。内容が防除だけに留まらないことから、施肥リアルタイム診断法編・微生物防除編・天敵製剤編・土着天敵編の各技術シリーズの最後に、別冊として普及指導方法編を作成している。このマニュアルは宮崎県農薬安全使用啓発ホームページ http://nouyaku-tekisei.pref.miyazaki.lg.jp/noyaku/user/top/miyazaki の配信ファイルの閲覧からダウンロードできるので、興味がある方はそちらを参照していただきたい。

プロフィール

黒木 修一 (くろぎ しゅういち)

宮崎県総合農業試験場生物環境部 特別研究員兼副部長博士(農学)

技術士(農業:植物保護)

植物医師

平成 2年 東京農業大学農学部卒

同宮崎県総合農業試験場病虫部害虫科配属

平成13年 北諸県農林振興局農畜産課農産園芸係

平成16年 宮崎県中部農業改良普及センター野菜担当

平成19年 宮崎県農政水産部営農支援課 広域普及指導担当 (病害虫)

平成24年 同 専門技術指導担当(病害虫)

平成25年 九州大学大学院生物資源環境科学府修了

平成28年 現職



·····	

資 料

日本の生物農薬の利用促進に関する声明(築地宣言)

2017年9月27日

日本生物防除協議会

<背 景>

農業現場で生物農薬を利用する動きは世界的に大きな流れとなっており、我が国においても過去40年以上に渡り、学会あるいは農業指導の現場では継続的に取組まれている。

しかしながら、その現実はとみると、生物農薬の出荷額はいまだわが国の農薬出荷額の 1%程度で推移している状況である。

化学農薬は新規に開発された農薬でも、その継続的な使用により病害虫・雑草に対して効果が低下していく抵抗性問題に直面することが多く、発売後わずか数年で抵抗性が出てしまう化学農薬もあり、農業現場でしばしば問題となっている。

一方、生物農薬は、化学農薬に比べて抵抗性発現の可能性は極めて低いため、生物農薬 を適切な頻度で使用することは、新剤開発が難しい化学農薬の抵抗性発現を緩和し、農業 生産を安定させるための有効な手段である。

また今後、農作物の輸出促進と輸入品への対抗は重要な課題であるが、農薬残留基準が厳しい欧州などの海外へ農作物輸出を促進する場合、あるいは逆に、増大する輸入野菜に対抗するためにも、生物農薬の積極的な利用は我が国の農業生産者にとって強い武器となり得るものと考える。

<提 言>

日本生物防除協議会は、我が国の農業の発展のために、生物農薬の健全なる利用促進と 発展を目指し、様々な活動を行うことを宣言する。

上記を鑑みて以下のような方法の実施を検討する。

- 1. 消費者、農産物流通業界への生物農薬の技術情報を公開し、利点と必要性を訴求する。
- 2. 官公庁に対し、生物農薬の利用促進を政策として取り上げることを要望する。
- 3. 上記を目的としたマスコミへの効果的なアプローチを実施する。
- 4. 各都道府県に対し、生物農薬使用を前提とした防除暦の提案を進める。

<達成目標>

日本の生物農薬の出荷額が長期的に農薬出荷額の5% (150億円程度)を目指し、まず2020年までに生物農薬の出荷額が日本の農薬出荷額の2% (60億円程度)を越えることを目標とする。

(2015年農薬出荷額3,700億円 生物農薬+フェロモン出荷額 37億円)

以上

'n'¥	残	ო	21	42	41	1 8	707	\$0↓	21	30 1	35	ı	2	-	ı	ı	-	က	ı	ı	100	14~.20	14	- 1		- 6	7 1	i I	14	58	6		ı	1	4	ı	0	0 .	1 €	20	4	2	1	ı	3~7	30 ↓	20	ا ک	15~30	30	I	ı -	. 1	ı	28	28	1 ,	- 1		30	1	I	ı	-	9 0	70	-	ı	ı	I
₹.ntntv'∓	≖ K	×I	×	×	×	1 :	× ×	< ×	: ×	: ×	×	1	<	0	ı	ı	0	×	× @		۱ >	< >	۷ () I	C	> <	1 ×	: 1	×	×	×	I	ı	1 :	×	ı	ı	>	κ >	× <	1 1	4	ı	0	×	× :	× I				0) C)	0	×	×	×	o ×	<	×	ı	I	1	0	×	×C) @	90	9()
エルビニア カロネ・一ラ	摇(() ()	ı	ı	ı	1 6) ×	×®≅×	() () ()	00	0)	1	ı	ı	I	1	0	ı	1 @	00	0	0	1 1	ı	1	ı	ı	ı	×	0	ı	ı	1	水◎乳×	ı	ı	1 @	9	l ×	۲ ا	0	0	1	0	ı	1 1		0	1	ı	1 1	0	0	ı	ı	ı	1 1		@) [1	1	0	ı	ı	1	1	ı	-
ለ` ታ ዜス አ`ን` ፣ ፡ሀス	芽胞	00) I	0	0	1 6	00	00)	@)	1	0	0	ı	I	1	I	ı	ı	1 @)	1 @) I	ı	@)	0)	ı	0	I	I	1 @	9	ı	ı	1 @	0) (C)	0	0	1	0	1 6	00	۱ (0	1	ı	I @	00	0	I	1 @	0	0		@) [0	-	0	1 @	00	9	1	1 @)
ハ'—ディジリウム レカニ	胞子	1 1	1	ı	0	1 6	۱ (و	0	0) I	1	1	1	0	-	ı	1	0	1 >	<	<	1			@) ©)	ı	ı	ı	1	1	I	ı	ı	ı	ı	ı	1 @	۱ (و	1	1	ı	1	1.0	©:	×I	I <	1 ×	1	⊲	1 1	1	I	1	1 @	0	4€	۱ (1	ı	I	_	0	I	1 (0	1	ı	-
*-~'y7 ^'y7†	分生子	1 1	ı	0	1	I	1 1	1	ı	0) I	ı	1	ı	_	1	1	I	1 @	9	1 @)				ı	ı	1	0) [_	_	I	ı	ı	I	ı	I	1 @) (C)	1	0	_	0	1 :	×I	1 €	0	1	I	1 1		0	_	1 @	9	I @) (0) [_	_	-	ı	1	1	1 1	I	1
*₹~}~\$	幼 残	1 1	1	I	I I	1 4	o I	 ©	I OC	1	I	1	1	0	1	1	1	I I (1 ¢	>)	1 0	o			1	1	1	1	90	1		1	I I	I I	1 0	0	l I	I I	I I (1 I	0) I	ı	1	1	ı, ⊚0	- I	+	00		0	I I	1	0 @	1	1 0	o 0	1 0	> I	0	1	1	1	o	I I	I (I I	1 1	0	,
* 731.48	成田	×C) ×	×	ı	1 :	× @) ×	:	×	: 1	1	×	0	0	ı	ı	ı	ı	1	1 >	<	1 @) I	ı	@)	@)	ı	×	ı	1	٠.	ı	1	ı	ı)	1 1	ı	ı	ı	1	×	1:	× @) I	×	1	ı	ı <	×	0	ı	ı	1 () I	1 1	1	ı	1	1	© (0	+))	1 1	1 @)
ヨトウタマコ・ハ・チ類	成 残	1 1	1	I I	× 58	1 3	×	× 1	: 1	1	0)	1	0	1	1	0 0	V □ 14	#))		 			0) (1	1	1	1	1	1	 	 	1	l l	I I	1 1	1 2	× ×	1 .	1	1	1	1 1	× :	0 I	86	× × × 14	1	× 58	 	1	0 0	1	 	;	0 €)	×	1	1	T T	 	1	1 @	_	1 1	1	ı
計画 関がいいが	成一残一蛹	1 1	1	1 1 1	× 20 ×	1 2	× 1	× ×	; I	ı	0) I	1	0 		1	⊚ 0 ⊚	□	ı		1 8	0 1		 	0) I	1	1	1	1		1	 	1 1 1	I I	1	। ।) (د ا د ا	× C	- I	1	1	- 0 -	1	× : ×	× ×	×	× × × × ×	 	0	 	1	○ 0	1	1) 	୭ I I I	1 1	× 84	1	1	1	I I	l l	1 <		 	@ •) - -
	残幼		1	1	×	1 :	x	X	: 1	×	©)	1	4	1		() () -	0	× @	9	1 >	ν I			0) <	1 1	©	 	1		1	1	 	-	1 6) () ())	3	×C)	1	1	© -	1	× 4	4 1	×	×	1	1	 I I	1	0	1	1	1 6) ×	\	×	ı	1	· -	×	 ,	1 @))	1 1	 61 c	-
イサエアとゲコバチ ハモグリコマユバチ	幼成	1 @)	1 1	×	1:	× ©) ×	: ×	×	0 2	0) ×	0	 	0 0	 	×	 < 	1		< >	* @		+		+	1	 X	1	×	 	 	 	1 1 1	1 @) () ()) <) <	ν 1 Ο	×	·	1	1	1	1 1	×	1 I 1 I		×	1 1	! 		1) () ()	 	 	× () () () (×	1	×	1	0 0	2	× @))	×C) C)
4n.9 %************************************	赵	1 1	1	1 1	1 1 1	1 :	×	×	5 I : I	1	0	0 1) 	0	 	1 1	0 0 -	 - -	I ⊲ I	l l	2	07 			0		1	1	1	1	1	1 1 1	1	0	1 1	l l l	I I ()))	I I I		1	1	x I	1	1 1 1	× 84	 		1	1	0	 	I I	0 0	1 1 1	 	 - 	1 1 1 1		×	1	1	1 1	0 ©	1 1 1	1 @		ı	< < (1
オンシップヤロハチ	蛹 成 残	1 @		- x 21	x 26	× 21	× ©	× (8	; I	0 35	8 8 1 ×	× 58	× ×	0	I I	0 0 0	0	0	4	1	2 >	< >	_		0	+)	1	l k	 	1 1	1 1	1 1 1	- 	1 1	I I @))	7 2	× ×	× × × %	> I	1	I ×	0 0 0	- × 42	×	1 × 1	&	× × 45 45	I	× %	 	 	0 0	1 1	 		> c 0 @))	× (©	1	1		00	_	× @	_	1 1	< <	1
71/15/9/7 79/2:57	幼 成 残	1 @)	I I	I I	 	1 1	1	1	 	1 1	1	I ×	 	1	1 1	1	I I	I I	1		1 1			1	(C	1	0)	1	- ∇ ∇	1 1	 	 	1	l l	I I	I I	I I	1 1	1	1	 	1		I I	1 (1	1	I I	I [1	 	1 1	 	l l	 		1	1	1		1 1	 •	1 0	ı	1 1	 	
\$449EXNT BXES	強	1 @) I		_	4	× × ×	< ×	: 1	×	: 1	0		0	I	-	0	I :	+	+	+	+		I @	0	% % ©		1	1	I				0 ©	1	_	+))	1	1.	0 🔘		× 84				Ľ	V 21		'	 	1 1	 	l ×	1 @) I	×	-	Н	 X	 	7	× @	o	1 @	0 <	0
ጸባቤスキーカン'リ \$ \$'=	$\pm \pm$	+	I	O 28 -	-	× 4-	× × 	× ×	1	ı	ı	ا «	×	© 	-	-	0 0 0	1 : 1 1	x I I	1	< > 	1 27	74	@) I I	< @	Ŧ.	1 ©	 	 		0 14 –	- ×	- ×	1 1 1	(C	I	ı	x ; I d	× ©	1	1	+	- 0 @	× 14 –	× I	 	C) × 	1 1 1	O @) (0 	1	О 	1 1 1	: -	x I	1 C) 	× I ×	1	× 	- - ©	1 0	; 	× @	ı	ı) 	ī
	残	21	ı	H	26	+	84	+	+	c	1 1	+	9	+	1	I	© -	 	I I	l l	1 2	+		+	+	0	> I	1	1	1	- 9	1 1	1	7 –	1 1	l l	I I •	o	k	+	1	1	I I	© -	× I	84 -	26		21 –	1 1	- 28		1	© 0	1 1	 	14 —	+	 	84	1	1		0	7	+	0	<	0 ;	+
70141X 15719°=	息 卵 成	× (1	I	×	1	× ©	×	: 1	@	00	1	+	0	-	(O) (O)	- - 0	0	ı	< :	\	۱ ک		I @	+)	1	1	1	× ⊚	1	×	× 	1	1	1) 	>	× × × ©	+	1	1	- 0	1	× :	× 1	×	× × ⊚	Н	۷ (ا) I I I	-	0 0	1	1 :	× (000) I	×	1	×	-	(O)	I	1 @)	1 @	9 9 6	9
i.≠ =,\$(1,¢q	卵 成 残	1 @		Н	× ×	1	× ©	+	C) ©)	-	0	_	_	0	0	+	J J ≺	2	+	1 @	+	0	00)	0)	1	- -	! 	! 	 	1 1	1 1 1	+)))	>	× × ©	+	1	I	0	-	× :	×	+	10	\vdash	× × 21	 	0	0 0	! 	1 :	× (00		× (×	© 	Н		() () () ()	() ()) ((90	0 9 0	ı
=4= 10°04	IL		 	× ×	x I	 	a	n O < ⊙	1 1	@	000	×	×	+-		 		1 1 1	 	1		17 4	+		+	0 @	1 1	0 0	┢	1	7	1	_ ∆	_ □	1 1	 	1 C)) 	1 1 1	 	1	1	+	0 0 0	_ _ _ _	1 1	1 1 1	+	10	Н	- × 21		0 0 0	0 0 0	 	 	 	1 @	+	1	 © 			0 0	1 1	+	+	ı	C 51	ı
ンテント ファッチ	マ成残	1 @		1	l ×	+	× ©	+	+	×	0 0 0)	×	0	1	0 ©		ı ×	 <	1				+	+) (1	1 (0	1	 	1	1 1	ļ ļ	 	1 1	I I @) () ())	 × >	 	1	1	1	1	1 1	× 84	1 1		 x x	1	 (1	0 0	1 1))	× ×	1	1	I ×	 	1 1	1 @	+	1 @	0 ;	
ジョウガ ザマバエ	成残	1 1	1	1 1	l ×	1 3	× 1	X	5 I	×	0	0	1	∠	I I	1 1	1	1 1	I I @)))	1 2	07			ı	 	1	1	1	1	1	1 1	1 0	0	1 1	I I	1	I I	I I () ×	<u>t</u>	1	1	1	1 1	× × 84	1 1		× × 20	1	I I		1	0 0	1 1	I I	I I (+	× ×	1	1	Ι	0 0	0	I I	1 1	I I	c	0
整		アーナントフセニタボキ	5(粒)	ラ(顆粒)	7.,7	メック	ノハイ	J +	ントージ(性)	(を) (4)	イヤー(群)	ì	7-		ードエース	가	L/LSE	7			()	い、対	「一人人」	ムフート・エード(海鱼)	インマンスを用り	*4	(操)シー	4	K	ピクリン			イト(水)	イト(乳)	7	イールド	ナノロアノル	17.57	4	ンメトエート 容中格	ĵ	_	クル/アルバリン	7/1	エース	イジン説剤	₹ -		ンンンは、大)	ンンン(者)	ダニカット	7,5	,			ディトラペックス	ナレヅクス		(B)	ター(米)	?	ひ	17 4−4		トドエース			7(新)		
	Î	7-1-7	779	774-	アクテ	アグリ	アクロ	ノディー	ベバン	7,	アドマ	111	777-	アプロ・	アプロ・	ウララ	エクシ	TL4	エンカタン	7 	777	7/1/4	14 1	4ء ا 7 آ ۾	- II	カンケー	ガスター	カネマ	カルボ	クロルピク	コテツ	コルト	ンロロ	ンロロ	1/2	4=7	サノリ	ナノン	メノド	ングで	ネルギャル	スカウ	スター	79-	スピノニ	スミサ・	スペナン	オレダ	ダイア	ダイア	ダニナ	ダイダー	ダント、	チェス	D-D	デイバ	アイノ・	ト ド ド ド	7 = 1	テルスター(デルフ	トクチオン	トランフ	トリガー	トルネ. ユ	1 1 1 1	17.7.	447	イベト	무무

日本生物防除協議会・2017年12月作成・第26版

<u>*</u>	残	-	ı	14	3	2	ı	ı	ı	ı	_	ī	_	0	ı	_	28	101	30 1	-	0	ı	ı	ı	ı	_	ı	ı	2~3	2~3	30	3	ı	ı	_	_	_	ı	4	0	14	ı	14	14	ı
₹.ntn;÷	<u>≡</u> K	0	×	×	×	ı	ı	ı	ı	0	0	1	-	0	-	0	×			С	0	1	ı	0	1	0	0		×	×	×	×	-	_	0	0	ı	ı	×	0	×	ı	×	×	0
ן יו																																													_
1,14°=7 1014°—7	#	1	I	I	0	ı	I	I	0	I	I	1	I	I	I	I	0	0)	ı	I	I	I	I	0	I	I	ı	I	0	I	×	I	1	I	0	I	I	0	1	0	I	I	×	I
ለ*ታዜጸ አ'ን' ታ ሀጸ	芽胞	0	ı	ı	I	0	I	0	0	0	0	I	ı	I	0	I	I	0	1	1	ı	ı	ı	ı	0	I	0	0	I	0	0	-	_	-	I	0	I	ı	ı	ı	0	I	I	0	0
=41 761%}4—,v	胞子	-	ı	I	I	Ι	I	1	I	0	I	I	ı	ı	ı	I	0	1	ı	1	I	ı	ı	0	0	0	ı	0	ı	ı	∇	×	_	_	ı	I	I	ı	1	ı	0	ı	I	0	1
*:-^''J7 ^''Y7-7	分生子		ı	I	0	1	I	I	ı	I	ı	1	ı	ı	ı	ı	I	I	ı	ı	ı	I	I	ı	0	ı	0	ı	ı	0	0	×	_	_	ı	0	ı	I	ı	ı	0	I	1	ı	I
∰. f1≥	功	0	1	_ ×	I	1	I	I	1	0	ı	1	1	1	1	ı	I	1	1	1	1	I	I	I	I	0 0	ı	1	I	- 0	- 0	0 7			1	1	ı	I	I ×	1	_ ×	0		_ _	I
きりじょ キマトーダ類	成虫	╀	1	ı	1	×	1	O4000			×	-	- ©		- ©		H	×	H	1	1	1		©	©		©	1	1) -	×) –	-	-	-	0		©	ı	0		1	-	7 —	1
まりかてマング・手類 ミ	成一残	H	× 84	I	I	1	1	 	1	0	I	-	-	0 0		ı	1	1	1	0	0	I	I	1	1	I	I О	1	ı	× 42	× 84	I ×				1	1	I	l ×	1	× 84	ı	-	× 84	1
	舞	0	×	ı	ı	ı	ı	ı	ı	0	ı	I	ı	0	ı	ı	ı	1	1	0	H	ı	ı	ı	1	ı	ı	0	ı	×	×	×	ı	Ι	ı	ı	ı	ı	×	I	×	ı	ı	×	I
クサカゲロウ類	成残	_	× 84	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0 🔘	1	0	0	┝	1	0	-	1	1	1	1	0 🔘	 ⊚	1	1	×	×	× 28	1	1	1	1	1	1	×	0	+-	1	1	× 84	1
	残幼	×	84 ×	0	21 –	1	0	1	1	0	I	1		© -	-	0	1	1	1	0	О П	I	I	0	1	© -	×	© -	1	×	84 ×	∇ –	1	1	1	I	ı	I	×	О 	84 ×	1	1	84 ×	l
faitean's neg'isan's	幼成	_	×	© 	×	1	О 1	1	1	(O)	0	1	© -	I	I	© І	I	×	1	1	1	I	I	⊚ 	1	∇ –	I	© -	I	×	×	×	1	×	I	⊲ 	I	I	×	© O	×	I	1	×	l l
£.VE46 6.V#	成一残	⊢	× 84	1	1 1	۱ ×	0	1	1	0 ©	I I	I I	T T	0	1	I	1	1	1	0	0	I	I I	1	1	I I	o ⊚	1	T	۱ ×	× 84	 -	-		1	1	I	I I	I ×	1	× 84	1	I I	× 84	1
	残蛹	╄	84 ×	1 0	I	I	ı	3	I	© 0	I	1	- 0	I 0	I	0	ı	30	28 —	0	1	I	I	I 0	I	I 0	© 	- 0	ı	× _	84 ×	28 —	1	1	24 —	24 —	ı	I	×	I -	× 0/	I	1	84 ×	I I
がなま がです。	婚 成	_	×	© O	1	×	I	×	1	(O)	ı	1	0	© -	1	© І	×	×	×	© 	© І	1	ı	(O)	1	0	(O)	0	I	×	×	×			×	×	I	I	×	© І	×	1	1	×	I
574	残	ı	ı	I	I	I	1	1	-	I	ı	I	I	I	I	ı	I	ı	1	I	ı	I	I	I	I	I	I	I	ı	I	I	1	Ι	Ι	I	I	I	I	I	I	I	ı	I	1	I
71/11/9/27 79/2:57	幼成	×	I	1	1	1	I	1	⊚ ⊲	1		-	-	-	-	I	1	×	╀	1	I	I	I	1	1	I	⊚ ×	1	I	-	-	-	-		-	⊲ ×	1	I	ı	I	1	I	-	1	1
\$449EANT AXLS	成残	× © 14	× 84	×	1	1	0 ©	1	1	0 ©	/ ×	_	0	0	1	0 ©	1	1	1	0	0	I	I	0	1	0	D 14	- ©	1	×	×	× 14↑		0 0	1	1	1	I	۱ ×	0	× 84	1	_	× 84	0
) 4 (r.c	残幼	_	84 ×	I	1	36 -	I	1	1	© І	×	1	- 0	0	I	© 0	1	1	1	0	0	I	I	© І	1	I	□	1	I	×	×	×	×	© 	I	×	I	I	×	© І	×	1	1	×	©
አባዜጸ ‡ —ከታ'ሀ ቁ'=	卵成	0	×	I	ı	×	I	0	1	© І	I	0 0	© -	0	I	(O)	I	1	1	0	⊢	I	I	(O)	<!--</th--><th>I</th><th><!--</th--><th>1</th><th>ı</th><th></th><th>I</th><th>-</th><th>1</th><th>×</th><th>I</th><th>⊲ </th><th>I</th><th>I</th><th>ı</th><th>0</th><th>I</th><th>1</th><th>1</th><th>1</th><th>1</th></th>	I	<!--</th--><th>1</th><th>ı</th><th></th><th>I</th><th>-</th><th>1</th><th>×</th><th>I</th><th>⊲ </th><th>I</th><th>I</th><th>ı</th><th>0</th><th>I</th><th>1</th><th>1</th><th>1</th><th>1</th>	1	ı		I	-	1	×	I	⊲ 	I	I	ı	0	I	1	1	1	1
7) 19 = X	選	0	84	0	1	14	1	1	1	0	I	_ 	I	1	1	0	I	1	1	1	1	28	1	0	1	ı	0	0	1	-	84	26	-	_ _	I	0	1	1	I	 	26	1		× 84	1
1,C#	卵成	(O	×	0	I	Ι	I	I	1	(O)	×	I	Ι	I	I	⊚ 	×	I	1	ı	I		I	0	I	I	(O)	0 0	ı	×	×	×	I	Ι	I	© І	ı	I	×	I	×	ı	I	×	l
) ********************************	成残	-	× 84	o ⊚	1	 	0	0	I ©	o ⊚	×	1	I	0	0	o ⊚	× 42	X	╁	0	0	□ 14	I	o ⊚	o ⊚	− ∇	o ⊚	0 @	1	× 42	× 14	× 14	-	Δ	1	 ⊚	0	I	×	0	× 28	1	1		
	残卵	0	×	© 	1	14 -	1	□	×	© 0	14 ×	1	-	0	0	© І	×	×	1	0	0	I	I	© 	© 0	- 82	© 0	0	Ţ	×	×	-	_	×	1	О 1	I	I	×	© І		I	1	×	0 0
:4: 17:4:-	卵成	0	1	1	1	1 1	1	0	© ×	(O)	×	1	I	0	0	I	1	C	+	0	\vdash	1	1	© І	(O)	0	(O)	0 0	ı	×	ı	-	_	0	I	© O	I	1	×	ı	1	I	1		0
7.7. 7.7.	残	I	84	I	I	I	I	ı	I	0	I	I	0	0	I	0	I	I	1	С	0	I	I	I	1	I	I	I	I	I	84	I	Ι	Ι	I	I	I	I	I	I	84	I	I	84	I
ジャン デット・チ	マー液	О I	×	О I	I	1	1	I	1	(O)	I	1	(O)	(O)	1	⊚ I	×	1	1	0	0	I	I	I	I	I	ļ	1	I	0	×	×	1	0	I	© І	1	I	×	I	×	ļ	1	×	1 1
1,45%	幼成残	I	× ×	1 1	 	1 1	1 1	1	1 1 1	0 0 0	1 1	I I	0 0	1 1	1 1	1 1	 	1	1	1	1 1	1 1	1 1	1	1 1 1	 	 	 © -	1 1	1 1	A 0 14	×			1 1	1 1 1	1 1	1 1	×	 	× × 84	1 1	I I	× 84	
種類名	1		<u>*</u> _	(報)																									(製	(米)			_	7		(X)	(操)						(重)	(1	ロムダン
Het		ノーモルト	バイスロイド	バイドート(粒	パダン	ハチハチ	ハツハ	バリアード	バロック	BT剤	ピラニカ	ファルコン	フェニックス	プリロッン(粒)	プレギ	プフバンソ	ペイギレ	ベストガード(水)	ベストガード(料)	ベネドマ	ベリマーク	ペンダック	ボタニガー	マイコタール	マイトコーネ	トツソ 無	マッチ	マトリック	マブリック(蔛)	マブリック(水	マラソン	ミクロデナポン	Mr.ジョカー	ミルベノック	モスピラン(煙)	モスピラン(水)	モスピラン	モレスタン	レーボン	ラノー	レンゲート	リラーク	ロディー(種)	ロディー(乳)	ロムダン

注)卵:卵に、効:幼虫に、次: 夜出に、マ:マミーに、蛹:鍋に、胞子: 胞子に、巣:果箱の蜂の口コニーに対する影響
 残:その農業が天敵に対して影響のなくなるまでの期間で単位は日数です。数字の横に1があるものはその日数以上の影響がある農薬です。
 * は薬液乾燥をに子飲を導入する場合には影響がないが、天敵が存在する場合には影響が不る恐れがあります。
 記号:天敵を導入する場合には影響がないが、天敵が存在する場合には影響が不る恐れがあります。
 記号:天敵を導入る影響はの一次できーで、250~50%、ム: 50~75%、x: 75~10% (野外・半野外試験)、⑩: 死亡率0~30%、Q: 30~80%。人: 80~99%、x: 99~100%(室内試験)
 記号:天敵等に対する影響は0。影響1日、人: 影響2日、x: 影響3日以上マルバナバチに対して下きないのでは、表し、表して下さい。
 マルハナバチに対して影響がある農薬については、たの期間以上集箱を施設の外に出する要があります。影響がない農薬でも、散布にあたっては蜂を巣箱に回収し、薬液が乾いてから活動させて下さい。
 本料では長角負負担にとり維件、活工が行われています。 20世にの散布期間であれば近後散布が可能です。またパチルスプチルはは選用できない剤とでも、翌日以降の近後散布は可能です。
 ・素中の影響の程度及び核の説が開出なんまでも目安でも、パクタンでは、単端機をしてにすり、単一は近日により、この表が原因で本数が発生してよ、当協議をしてにすりで、おりなどの変料です。
 この表が原因で本数が発生してよ、当協議をとしては一切責任を負いかねますのでこ了承の上、この担目により、この表はエクセルルペアで作成していますので、パンコンで参照する場合にはペッパ以上で使用して下さい。セルにカーソルを近づけると出典が表示されます。表示のない場合は10BCおよびPCSの資料です。

日本生物防除協議会·2017年12月作成·第26版

<u>*</u>		残	_		2	-	1	1	0	1	1 .	0	0	-	1	0		ı	1	c	1	1	0	0	1	0	0	ı	1 -	0	ı			_ C	1	1	1	0	0	1	-		,			1	1	1 0	0	0	· I	0	0	0	0	ı b	0	ı	1	0	1	1 4	0 0	0	
₹Mtn*Ŧ		⊯	0	ı	Δ	0	0	1 (0	ı	1 (0	90	9	1 0	9	ı	ı	1 1	@)	0	0	0	1	0	0	ı	1 0	9	1 @	00	⋑ I	0	0	©	0	0	0	1 (0	1 @	9(эc	0@) 1	-	0) (C	0)	0	0	0	0	t	۰, د (و) I	0) 1	0	0	00	9	
z.kc'=7 bn*'-5		摑	0	ı	×	1	_	1 (0	1	ı	×	× :	×	1	×	1 3	×		0	0	1	0	1	1	×	0	1 (0	0	⋑@	>	ς ι	@) ×	1	×	×	0	×	0	1		ı @) 1	1	1	1 3	× @	0) 1	×	0	0	×			×	()	0	×	×) (₩	
ハチルス ス'ブチリス		芽胞	0	7	×	×	-	1 (0		1	×	90	9	1 (0	ı @	9		@) 1	0	0	0	1	×	0	0	0	0	⊚@)	ı ı	×	: 1		1	0	© (0	0		1	ı @) 1	1	1	1 @	ا (و	0) 1	0	0	0		ı @	>	< @) ©	0	1 (0	0(
パーテインリウム レカニ		胞子	ı	0	×	0	×	ı	×	ı	1	×	ı	ı	I	ı	1	ı		1	1	◁	1	1	I	×	1	ı	I	0	ı	ı >	<	×	: ×	×	٥	×	0	I	1	1 2	× <	4 I	×	: 1	1	0	1 1	0)	ı	⊲	ı	×)	< >	۲ ا	×		1	1 (9(0	
*-~'47 ^'>7-7		分生子	×	0	0	×	_	1 (0	1	1 .	٥		1	1	1		1		<	1 -	×	×	1	1	×	×	1	۵ (0	1 >	< 1		×	: 1	1	0	0	٥	1 .	⊲	· () <	۱ ۵	-	1	-	1		0) 1	×	×	0	1			1	×		1	1 (Ο,	×	
**!		幼残	_	1	0	1	0	4	0 \	1	1	1	1	1	1	1	1	1 4		o 1	1	0	1	1	1	0 @	1	1	+	-	1	+	+	00	+	\vdash			I О	1	+	1 0	+) I	0	1		1		1	1		0	-		+		-	ľ	ŀ.	4	1 0	+	0	
≣Kije,4		成田 3	· ◎) –	1) -		^ ⊲	1									1 1	, ,	,		· ◎			0	1			9	1) i		0							\dagger		+))	-		0	1		1		©		1	-	+	9		-	1	1	1	-	1	
		選	ı	ı	I	ı	0	ı	I	ı	L	0	ı	I	I	I	ı	ı	1 1	ı	ı	0	ı	ı	ı	ı	I	I	1 '	0	ı	<	> I	1	1	ı	ı	1	I	ı	ı	1 0	0	1 1	ı	1	1	I	1 1	1	ı	I	ı	I	0	ı	1	ı	ı	ı	I	ı	1 <	0	
クサカケ゚ロウ類	•	幼	1	1		<!--</th--><th></th><th>-</th><th></th><th>1</th><th>+</th><th>0</th><th>1</th><th>I I</th><th>1</th><th>I I</th><th>1</th><th>1</th><th> </th><th>1</th><th>1</th><th>(O)</th><th>1</th><th>1</th><th>1</th><th>0</th><th>1</th><th>1 1</th><th>+</th><th>-</th><th>1</th><th></th><th>+</th><th>+</th><th>0</th><th>+</th><th>H</th><th>0</th><th>(O)</th><th>1</th><th>+</th><th>ı @</th><th>+</th><th>) I</th><th>0</th><th>1</th><th>-</th><th>1</th><th>1 1</th><th>1</th><th>1</th><th>Н</th><th>0</th><th>+</th><th>-</th><th>+</th><th>10</th><th>+</th><th>ľ</th><th></th><th>\dashv</th><th>+</th><th>) @ </th><th>+</th><th></th>		-		1	+	0	1	I I	1	I I	1	1		1	1	(O)	1	1	1	0	1	1 1	+	-	1		+	+	0	+	H	0	(O)	1	+	ı @	+) I	0	1	-	1	1 1	1	1	Н	0	+	-	+	10	+	ľ		\dashv	+) @ 	+	
イサエアピラム・チ ハモダービュー・チ		幼成残	_	1	0 0 -	l ×		1 1	- A 7	1	-	l	1	1	1 0	000	+	1		1	1	0 0	1	1	1	0	0 @ -	0	0	0))	1 0)	0	0	+		1	-	0	+	00	+) I	@)	1	1 1	1 1	1	1	1	0 0	+	-	ı)	1	0	1	1 (0 0 0 0	0	
もいり がたかげ		成 残 4	ı	1		0	-	111	- 7	1	L	0	 	! ! !	I) 	1	 	1 1	1	1	0	1	1	1	0		I I	1 '	0	I	1 @	> I	0	+	. 1	,]]	- 0 ©	0 0	4	0	1 6	+) 	0) 1	1	0	1 1	1	1	I	0	-	000	0	0	> I	1	1	_	1 4	0 0	0	
ないなか でんぱん そ、ハロサウ		成残蛹	0	1		× 28		1	© 3 0	1	1 .	0	1	I I	-	1 1 0	+	I I		0	1	0 0		0 0		0 0	_ 0 ⊚	-	1	0	+	,	> 1	+	+) - (©	0	00	4	+	0	1 6	0 0		0)	1	0 0	1 0		1	I	0	1	0 0	0 4	0 0	- I	1	0	-	1		0	
		残蛹	0	1		© І		1 (© -	1	1 ()))I	I	1	-	01	 	ı I		0	╫	© -	1	⊚ 	1	© 	0	I	1 (9	. , I	1 @) I	+	0	+	0		-	I (+	ı (9() I	0		H	© I		© I)	0	-	1 () ⊚(9()) I	ı	0	1	0) () ()	4	
71/15/9/7 7#??		谷积	0	ı	0	1	1	-	I I	1	1 0	9	I I	l I	1	l l	1	9		I	0		1	1		(O)	1	I I	-	9	+		+		\perp	ŀ.	Ŀ	1	© ©	-	0	1	+	ا ا ق	╀	1	1	1	1 1	0	┡	0 0	0	+	l l	+) (1 (1	+	-		4	+	1 @	0	農薬です。
ハナカメムシ類		幼成残	I	ı	- - ©	 	- © -	1 (0 0	1	1 0	0	1	I I	1 (0	+	I I I		1	1	0 0		о О	1	0		I	Į.	0 4	I I		1	0	+	0	0	0 0 0	0	+	0	+	9() । ।	0) 1	1 1	1 1 1	C		0 0	ı	0 0	0	+	I		00	0	0000	I	1 0	000		Eの影響がある
<i>አባቤスキ</i> −ስን'ሃ∳'=		成残	-	I ⊚	1	l ×	1	- ©	1	ı ©	 	1	I I	I I	1	1 6	ා	l I	1 1	1	1	1	1	1	o ©		1 1	I	ı	1	I I	+	+	0) I	1	1	1	∠	I I (0	ı ı ((ا آ	1 1	1	1	1	1 1	1 1	1	1	1	1	1 :	× 28	I >	l k	+	+	-	1	+	I ©@		ら が ■ は その 日数 以 」
		残卵		0	_	1		4	I I	1	4	0	1	I I	1	0	I I	l l		1	1	7 –	1	1	1	0	1	1 1	1	0	I		#		1	1	1	- 0	ا 8	1	0	1	0 0	0 1	1	1	-	1		1	1	0	21 —	I I •	0	+		Τ.	0	Ŀ	4	+	0 0	1 1 1 1 1 1	「あるもの」
70,41,7 #7"19"=		別	-	© 	1	⊲ I	© -	-	0	1	(0	1	1	10	9	I I	I I	1 1	1	1	0	1	1	1	⊚ 	1	I I	+	0	1	1 @	+	С	© 4	+	1	© -	×	+	0	ı () ()) I	C	1	1	1	1 1	1	1	0 0	□	+	9 9	+	0	+	+	0	-	⊚ 	00		対字の横に↑ℓ
₹IJ \$7*!\\$'=		卵 成 残	0		0 0 0		0 0 0	0	0 0 0) () ()	+	1	+	+	0	ı	1		1	1	0 0 0	1	0 - @	1	0 0		-	0	0 0	+) I	0		╀	-	0 0 0	e ×	1 0	0 0		+	0 I	0 0		H	0 0	1 @	+	1	1		+	0 0	9;	87 × @) I	╁	0	1		000	の ・ を ・ を は ・ 注 に に に に に に に に に に に に に に に に に に	こによって、これには日数です。数
=.\$h.cq		成残	1	I ⊚	0 @	1	- ©	- ©	1	1	1 0	0	1	l I	1 0	000))	l I	1 1	1	1	0	1	 - -	0	o ©)	I I	1 0	0	1	1 1		0) () () ()	1	I ©	0 0	1	1 0	000	+	000	ا د ا د	0)	1	0	· '	1	1	1	1	1 0	0 0) (1 @	> I	0	0	1	0	000		までの期間で単位
くテイニ 77-77		マ 成 残 卵	I	1		 	- 0 -	1	I I O	1	+	1	 	l I	1 0	000000000000000000000000000000000000000	ි ම	 	1 1	1	1	0 0	1	0 0	1	0000		1	0	0	1	1 (1 1	+		 ©	I ©		 	4	000		000		0) 1	1 1	○II) () () ()	1	I ⊚	0 0	1) 	I I @		1 1	1	Ĭ	1	0		の 日 日 日 日 日 日 日 日 日 日 日 日 日 日 日 日 日 日 日	して影響のなくなる。
整整	1_								_			オーンサイド								ゲッター -	-4-			サン= ショーラ		ジレンダイセン (スコア		スポレックス			ゲーピノ		シー・デーン グー・デー・デー・デー・デー・デー・デー・デー・デー・デー・デー・デー・デー・デー				トップジンM			ナリゲ ニューニー		ハイフトブ			バリダシン	パンンイラ雑ド						1		+		コケボン		アブル	リゾレックス		ルピゲン	コノフ=// は/間・間/ 4・4年/- 非	イエクザータートースートースートートースートートートースートートートートートートートート

後よび最来の大場に対した影響などなるまでの割っましまできる。要しかのものはそのものはませいの歌音がある原来です。 * は葉液乾燥(三光酸を)二次酸をは、する場合には影響がないが、大酸が存在する場合には影響がでる恐れがあります。 記号・天路等に対する影響は②。死亡年の-0.559、-0.50-509、-0.50-509、-0.50-509、-0.50-509、-0.50-509、-0.50-509、-0.50-509、-0.50-509 -0.5

・表中のエルニアカロボーブは乳剤との混用はできませんが、3日以上の散布期間であれば近接散布が可能です。またパチルススプチルスは混用できない剤とでも、翌日以降の近接散布は可能です。 ・表中の影響の程度及以残効期間はあく作る。(象条件には、な商・業が線の程度を投放象条件を導っておってます。 上記の理由により、ごの表が原因で毒故が発生しても、当協議会としては一切責任を負いかれますのでニア派の上、定何用下さい。 この表はエウセルペerアで作成していますので、パンコンで参照する場合にはペーツは「で使用して下さい。セルにカーンルを近づけると出典が表示されます。表示のない場合は10BCおよびPCSの資料です。 **〈修算者) 〈修理者**

日本生物防除協議会 2017年3月作成·第24版

協賛広告

作物を守

と

天 敵 製 剤 言 え ば

信 頼 と 実 績 0) アリスタです。

1995年、スパイデックス®の発売以来

「リスタは薬剤抵抗性害虫への対策、

また防除作業の省力化対策として、

生物農薬(天敵、微生物)を用いたIPMを推進して来ました。

営農指導員、 流 通 関係者、 普 及指導員、 研究機関のみなさま

生産者のみなさまと共に。

これまでも。そして、これからも。



農薬は正しく使いましょう。 ●使用前にはラベルをよく読んでください。●ラベルの記載以外には使用しないでください。●本剤は小児の手の届く所には置かないでください。



アリスタライフサイエンス株式会社

http://www.arystalifescience.jp/

〒104-6591 東京都中央区明石町8番1号 TEL.03-3547-4415 FAX.03-3547-4695 札 樨堂業所 〒060-0001 札幌市中央区北1条西3丁目2番地 井門札幌ビル10F 〒464-0075 名古屋市千種区内山3丁目10番17号 今池セントラルビル7F TEL 011-242-3964 名古屋営業所 TEL 052-744-1470 福岡営業所 〒810-0001 福岡市中央区天神4丁目2番20号 天神幸ビル2F TEL.092-717-1122



(セット販売製品愛称)



スクルバンカー®

(セット販売製品愛称)



天敵機能を最大限に発揮」簡単で、環境にやさしく、低コストを実現

バンカーシート®は農研機構・中央農研を中心とした農食事業(実用開発ステージ26070C)で実用化技術を確立。



石原の

生物農藝

アザミウマ類に







® は登録商標

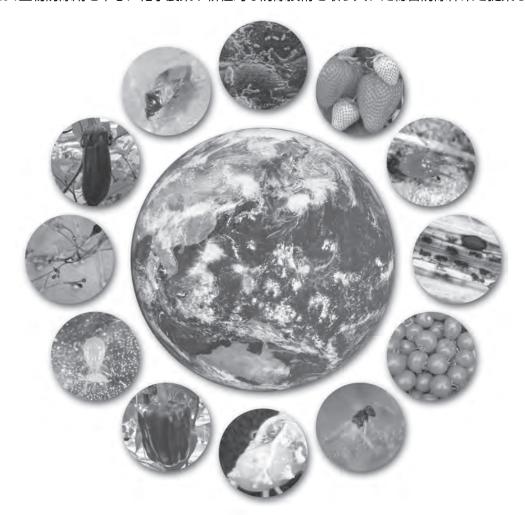






出光の生物防除剤で「IPM」を支援

私達は、生物防除剤を中心に化学農薬や耕種的な防除技術を取り入れた総合防除体系を提案します



製品ラインナップ

【微生物農薬(生物農薬)

- ボトキラー水和剤
- ボトピカ水和剤
- インプレッションクリア
- タフパール
- タフブロック
- タフブロックSP
- バイオキーパー水和剤
- フィールドキーパー水和剤
- ベジキーパー水和剤
- モミホープ水和剤

- バイオリサ・カミキリ
- ゴッツA

天敵製剤(生物農薬)

- ミヤコトップ テントップ
- チリトップ ヒメトップ
- メリトップ
- ツヤトップ
- リクトップ
- サバクトップ
- コレトップ

「硫黄・銅水和剤(殺菌剤)

● イデクリーン

フェロモン剤

- ニトルアー<アメシロ>
- ニトルアー<マメコガネ>

緑化関係除草剤

● イデトップフロアブル

「IPMサポート資材

- スマイルキャッチ(黄色粘着板・ロール)
- ITシート(黄色粘着ロール)
- 虫とり君(黄色粘着シート)
- ボトキラーダクト散布用自動投入機「きつつき君」

ほっと安心、 もっと活力、 きっと満足。 出光の約束



〒100-8321 東京都千代田区丸の内三丁目1番1号 TEL.03-6895-1331 FAX 03-3284-0837

http://www.idemitsu.co.jp/agri

エス・ディー・エス バイオテックの 生物農薬シリーズ

- ●化学農薬の使用回数にカウントされず、化学農薬との近接散布も可能です。
- ●環境や人畜への影響も少なく、天敵昆虫などの生態系を守ります。

汚れが少なく、収穫期にも安心して使えます!

野菜類/うどんこ病・灰色かび病

トマト・ミニトマト/葉かび病・なす/すすかび病・にら/白斑葉枯病・おうとう/灰星病の防除に!

微生物殺菌剤





天敵線虫で枝幹害虫を防除!

殺虫剤 (天敵線虫)

生きた天敵線虫(スタイナーネマ カーポカプサエ) を有効成分とする殺虫剤です。

シバオサゾウムシ幼虫やタマナヤガ幼虫等 に効果を示すほか、果樹類/モモシンクイガ 幼虫・枝幹害虫の防除にも使用できます。

天敵線虫でコガネムシ類幼虫を防除!

殺虫剤 (天敵線虫)



生きた天敵線虫(スタイナーネマ グラセライ) を有効成分とする殺虫剤です。

コガネムシ類幼虫やネキリムシ類等に効果を示すほか、ブルーベリー/ヒメコガネ幼虫の防除にも使用できます。

虫にキビしく、作物にやさしい 新世紀BT!

微生物殺虫剤(BT水和剤)



BT菌を有効成分とする殺虫剤です。 殺虫タンパク質の含有が多いことから、速効的 な食害阻止効果と安定した効果を示します。

2種類のBT菌でチョウ目害虫の幼虫を防除!

微生物殺虫剤(BT水和剤)

パジレックス

水和剤

BT菌を有効成分とする殺虫剤です。 2種類のBT菌を混合した製剤なので、様々な チョウ目害虫の幼虫に安定した効果を示します。



特長

- 薬剤抵抗性が発達して問題となるハダニ類、コナジラミ類、 アブラムシ類、うどんこ病に効果を発揮します。
- 2 ミツバチなどの訪花昆虫やカブリダニなどの天敵製剤への影響が少ない薬剤です。
- 3 有機JAS適合の薬剤で、有機栽培や特別栽培農産物に使用できます。
- 4 使用回数に制限がなく、収穫前日まで使用できます。



農林水産省登録 第21597号



100倍希釈、十分量を散布したナミハダニの電子顕微鏡写真

エコピタ液剤散布後の各病害虫の写真



●使用前にはラベルをよく読んでください。 ●ラベルの記載以外には使用しないでください。 ●小児の手の届く所には置かないでください。 ●空容器は圃場等に放置せず適切に処理してください。





Shinをtsu 地球に優しい防除



●野菜に

野菜・花卉類の主要害虫の同時防除に

コンフューザー。V

野菜・花卉類のシロイチモジヨトウに

ヨトウコソーS

野菜・花卉類のハスモンヨトウに

ヨトウコソ。-H

アブラナ科作物のコナガに

信越コナガコン

野菜・花卉類のコナガ・オオタバコガに

コナガコン・プラス

●茶に

茶のハマキムシ類に

ハマキコン[®]-N

●サトウキビに

オキナワカンシャクシコメツキの防除に

オキメラコン

イネヨトウの防除に

ヨトウコソ。-I

●果樹に

樹幹害虫ヒメボクトウの防除に

ボクトウコン゚ーH

カキのカキノヘタムシガに

ヘタムシコン

果樹類のナシヒメシンクイに

ナシヒメコン

ナシの主要害虫の同時防除に スモモのスモモヒメシンクイに

コンフューザーN

リンゴの主要害虫の同時防除に

コンフューザーR コンフューザーAA

モモの主要害虫の同時防除に

コンフューザー®MM

果樹類のハマキムシ類に

ハマキコンーN

果樹類、サクラのコスカシバに カキのヒメコスカシバに キウイのキクビスカシバに

スカシバコン『

果樹類のモモシンクイガに

信越化学工業株式会社

〒100-0004 東京都千代田区大手町2-6-1 朝日生命大手町ビル23 F TEL: 03-3246-5280 FAX: 03-3246-5371



いきむし けむし合同会議 BT剤って、なに?



エスマルク、フローバック、ゼンターリは Valent BioSciences の登録商標

※詳しくはQRコードから

住友化学のBT剤 ラインアップ

エスマルク[®] フローバック[®] ぜつ5 DF DF 類粒料 顆粒水和剤





BT剤のことなら 住友化学におまかせ! **SCC** GROUP

どうやって見分けているの?



住友化学株式会社 お客様相談室 20570-058-669 農業支援サイト i-農力 http://www.i-nouryoku.com

環境保全型農業をサポートします!

セントラル硝子の微生物防除剤&資材





難防除病害、はくさい・ばれいしょ・だいこん・ キャベツ・たまねぎ・ねぎ・レタス・パセリの 軟腐病に!

微生物防除剤

フィールドキーパー

水和削

はくさいの根こぶ病に!

微生物防除剤



レタス腐敗病、キャベツ黒腐病 ブロッコリー花蕾腐敗病・ 黒腐病に!

微生物イネ種子細菌病防除剤



イネのもみ枯細菌病、苗立枯細菌病に!

.....

VA菌根菌資材



根のはたらきを助け、根を守るバイオの力 土壌中のリン酸の有効利用に!







セントラル硝子株式会社

〒101-0054 東京都千代田区神田錦町3丁目7番地1TEL:03-3259-2407 FAX:03-3259-2427

ニッソーの生物殺菌剤で

環境にやさしい農業生産を実現!

茶葉から生まれた**生物殺菌剤!** 野菜類の灰色かび病、うどんこ病に

アグロケア。 水和剤

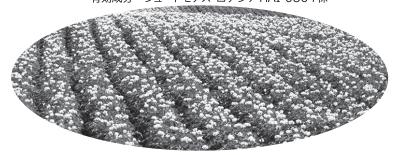
有効成分…バチルス ズブチリス HAI-0404 株



バイオフィルム効果がある生物殺菌剤! 野菜類の軟腐病に

MASTER E 水和剤

有効成分…シュードモナス ロデシア HAI-0804株



- ●使用前にはラベルをよく読んでください。
- ●本剤は小児の手の届く所には置かないでください。
- ●ラベルの記載以外には使用しないでください。 ●空袋は圃場に放置せず、適切に処理してください。

製造元

販売

🖄 株式会社 ニッソーグリーン

〒110-0005 東京都台東区上野3-1-2 (秋葉原新高第一生命ビル5F) な03-5816-4351 http://www.ns-green.com/

日本曹達株式会社