



生物的防除部会ニュース No. 73

2021年10月11日発行

目 次

1. 「生物的防除を基幹とした IPM は産地でどのように評価されているのか？」
柿元 一樹 氏(※) Field Styled Lab.
※ 元鹿児島県農業開発総合センター専門研究員 1 頁
2. 「二次植物栽培によるタマネギおよびキャベツ害虫の抑制効果」
関根 崇行 氏 宮城県農業・園芸総合研究所 6 頁
3. 「EU および米国におけるバイオスティミュラント(BS)資材への考え方、
スタンスについて」
和田 哲夫 氏 生物的防除部会 副会長 13 頁
4. 2021 年度 第 2 回オンライン講演会 開催のお知らせ
開催日 : 2021 年 11 月 9 日 (火曜日) 13 時 00 分 ~ 17 時 10 分
使用アプリ : ZOOM 18 頁
- 演題 1 「トマトにおける雑食性カスミカメムシ類を用いた生物的防除:
海外の事例と日本での研究開発」 18 頁
中野 亮平 氏 静岡県/宮崎大学
- 演題 2 「熊本県におけるタバコカスミカメの実用化」 18 頁
浦野 知 氏 (株)ペコ IPM パイロット
- 演題 3 「ビーフライ:医療分野で用いられるヒロズキンバエの農業利用」 19 頁
西本 登志 氏 奈良県農業研究開発センター
- 演題 4 「欧米とブラジルの BCBS について」
アート・マーレル氏 オランダ コパート社 19 頁
解説・通訳 和田 哲夫 氏 生物的防除部会 副会長

東京農業大学総合研究所研究会

生物の防除部会(部会長 河津 圭)

生物の防除部会(庶務 足達太郎)

〒156-8502 東京都世田谷区桜丘 1-1-1

TEL 03-5477-2411(直通)

FAX 03-5477-4032

e-mail t3adati@nodai.ac.jp

生物的防除を基幹とした IPM は産地でどのように評価されているのか？

株式会社 Field Styled Lab.

柿元一樹（※）

※元鹿児島県農業開発総合センター専門研究員

1 はじめに

FAO が IPM (総合的病害虫・雑草管理) の考え方を明確に定義してから約半世紀が経つ。著者が生物的防除 (天敵利用) に携わり始めたのは、約 25 年前であるが、当時現場での利用が少しずつ始まっていた天敵は主にチリカブリダニとククメリスカブリダニの 2 種程度であり、それでも現場では「不安定」、「高コスト」、「化学合成農薬に弱い」などとネガティブな意見が強かった。しかし、昨今では、IPM や天敵利用といった用語は広く浸透し、作物や作型によっては一般的技術になっているものもある。では、生物的防除を基幹とした IPM はどのような経緯で、どのように評価されているのか。著者が関わった鹿児島県での事例から少し論じてみたい。

2 生物的防除の「敷居が高い」イメージを払拭する

本誌であらためて述べることではないが、「IPM=生物的防除」ではない。しかし、いまだにこのようなイメージを持たれることが多い。IPM が「生物的防除」はもとより、「化学的防除」、「耕種的防除」、「物理的防除」を含めた技術の組み合わせの概念であることは言うまでもないが、著者は、これらの要素を順序だてて農業者へ推奨してきた。「耕種的防除」や「物理的防除」(最新の物理的防除技術は別として) は、基本的な技術であり、この二つの技術だけで害虫防除効果が劇的に変化することは少ない(しかし、基盤となる不可欠な技術である)。農業者が大きなリスクなく、取り入れやすい技術は「化学的防除」の中でもまずは「選択的殺虫剤」の活用による保全的生物的防除である。「虫を駆除する」だけの防除から「生産上悪影響がある虫だけを駆除し、益虫 (天敵) は保全する。保全された益虫が持続的な害虫防除に役立つ」ことを理解してもらえれば、生物的防除は農業者にとって馴染みやすいものとなる。この上で、施設作物では「天敵の放飼増強法」、露地作物では「天敵の保護・強化法」が生物的防除を実践するための一般的な入口であることを認識してもらう。

個別の技術を階層にすれば図 1 のようなイメージになるが、このような階層を例示すれば、著者の経験上 IPM の基本的な考え方を農業者に理解してもらいやすい。生物的防除の難度が最も高いことは否めないが、防除効果や農業者の評価は劇的に変化する。

当然、現時点では生物的防除の導入まで到達しにくい作物・作型があれば、生物的防除が不可欠な作物・作型もあるので、各地域、産地の実態を鑑みて

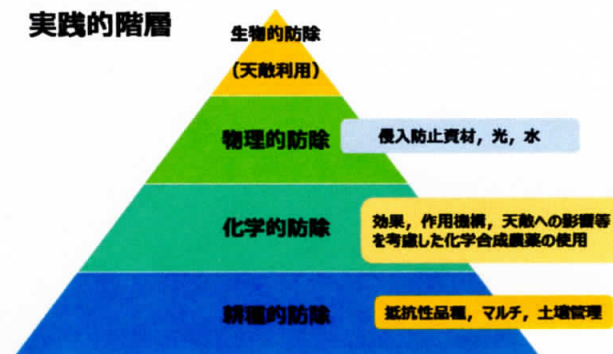


図 1 技術導入を順序だてる階層的 IPM

どのような組み立てが普及しやすく、最終的にどのような方向性を目指すかを示すことが各地の技術指導者の腕の見せ所である。

3 生物的防除普及の後押しとなった要素

(1) 選択的殺虫剤の多様化

20 数年の間で「選択的殺虫剤」が上市は飛躍的に進んだ。天敵への悪影響を回避しながら突発的な害虫の発生・増加に対応できる手段が豊富であるため、農業者は安心して生物的防除に取り組むことができる。この点は、農薬開発企業の貢献が非常に大きい。

(2) 広食性天敵（ジェネラリスト）の製剤化

1990 年代後半の生物農薬の主流は、ハダニ類の天敵であるチリカブリダニやアザミウマ類の天敵であるタイリクヒメハナカメムシなど、特定の餌（害虫）を利用する狭食性の天敵（スペシャリスト）であった。これらのスペシャリストは防除効果が高い反面、餌不足（害虫が低密度）の条件で導入すると定着が不安定になりやすいリスクがあった（図 2）。

その後、広食性の天敵（ジェネラリスト）としてハダニ類に対するミヤコカブリダニ、アザミウマ類やコナジラミ類、チャノホコリダニなど幅広い害虫を捕食するスワルスキーカブリダニが開発された。これらの天敵は、節足動物だけでなく、花粉など植物が有する餌資源も利用可能である。

このような天敵は、害虫の密度に大きく左右されることなく放飼・定着が可能であるため、害虫発生量のモニタリングを要することなく暦的な天敵の導入を可能にした。害虫防除効果はスペシャリストに劣ることが多いため、現在ではジェネラリストとスペシャリストを併用する技術が一般的になっている（図 3）。

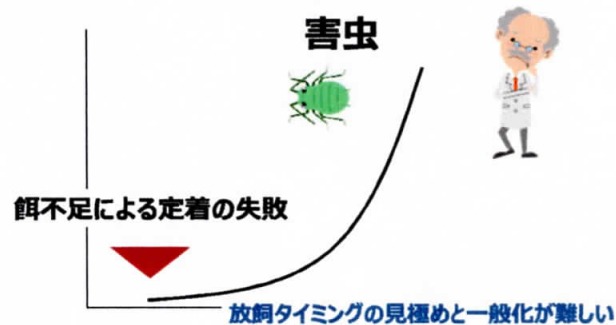


図 2 スペシャリスト天敵の欠点

害虫	1995から約10年間の登録天敵	近年一般的に利用されている天敵
アブラムシ	コレマンアブラバチ	寄生バチ、テントウムシ類
アザミウマ	タイリクヒメハナカメムシ	タイリクヒメハナカメムシ
コナジラミ	ツヤコバチ類	スワルスキーカブリダニ、タロカスミカメ
ハダニ	チリカブリダニ	ミヤコカブリダニ、チリカブリダニ

図3 近年産地での利用が多い微小害虫用天敵

4 ピーマンでの実例

促成栽培ピーマンは、鹿児島県において生物的防除が普及した代表的な作物の一つである。主にミナミキイロアザミウマやタバココナジラミの殺虫剤感受性の低下が背景となって導入が進んだ。本作物での主要害虫は、ミナミキイロアザミウマ、タバココナジラミ、チャノホコリダニ、アブラムシ類である。天敵利用体系はある特定のパターンに限定されたものではなく、技術の難度や求める防除効果に応じて大きく3種類に分けられている(表1)

表1 ピーマンでの天敵利用体系のパターン

技術の難度	効果 (殺虫剤削減・省力効果)	コスト	体系		対象害虫			
			天敵の種類		アザミウマ類	タバココナジラミ	チャノホコリダニ	アブラムシ類
低	中	安	スワルスキーカブリダニ		○	○	○	
中	高	安	スワルスキーカブリダニ	タバコカスミカメ(土着)	○	○	○	
		高	スワルスキーカブリダニ	タイリクヒメハナカメムシ	○	○	○	
高	極高	高	スワルスキーカブリダニ	タバコカスミカメまたは タイリクヒメハナカメムシ	○	○	○	○

※コレマンアブラバチ, ギンアブラバチ

最も多い体系はスワルスキーカブリダニを利用するもので、卓効がある殺虫剤を温存、有効に活用しながら殺虫剤だけでの防除が困難なミナミキイロアザミウマやタバココナジラミを防除できる点だけでも意義が大きい。より省力化を求めるなら、スワルスキーカブリダニにタバコカスミカメまたはタイリクヒメハナカメムシを併用する体系がある。アザミウマ類とタバココナジラミに対する殺虫剤の防除はほぼ不要に近いほどの効果が得られる。幸い温暖な鹿児島県では土着のタバコカスミカメを農業者が自家採取できるため、ほとんどコストを増加させることなく導入が可能である。タイリクヒメハナカメムシを利用するには、生物農薬として市販されているものを購入する必要があるため、コストは高くなるが、費用対効果は十分である。

近年では、アブラムシ類に対してバンカー法を活用しながらコレマンアブラバチなどの寄生蜂とヒメカメノコテントウを導入する農業者も増えている。これは、アブラムシ類に対して有効な殺虫剤が少ないことや、より省力的な防除を志すことに起因する。

表2 促成栽培ピーマンですべての天敵を利用した体系の経済性評価

項目	従来の慣行防除			天敵利用		
	単価	数	小計	単価	数	小計
殺虫剤	2,000	20成分	40,000	2,000	3成分	6,000
殺菌剤	2,000	20成分	40,000	2,000	6成分	12,000
散布労賃 (A)	6,000	20回	120,000	6,000	6回	36,000
小計			200,000			54,000
天敵購入費						
スワルスキーカブリダニ			0			35,000
アブラムシ用天敵			0			30,000
タイリクヒメハチカメムシ (B)			0			50,000
天敵利用に係る労賃				1,000	8時間	8,000
小計			0			123,000
計			200,000			127,000
						~
						177,000

A：聞き取り調査による B：タ/コカスミカメで代用すれば0円

これまではシビアに算出されることがさほど多くなかったが、農業経営において経営主が従事する作業のための経費算出は重要な要素である。雇用を伴う大規模化が進めば、この要素はより一層軽視できないものとなる。農業の節減効果を考慮すれば、資材購入に係る直接の経費だけでも従来の防除とほぼ同等であり（表 2）、労働力を経費算入すればより経費の節減効果は大きくなる。生物的防除を基幹とした IPM は、以前の「志向的農業技術」から、「省力的・低コスト型農業のための手段」として認識されつつある。

5 天敵昆虫利用によるこれからの生物的防除

一部の天敵では、放飼するだけで概ね普遍的な定着・増殖や害虫防除効果が得られるレベルに到達している。しかし、数か月間にわたる生産過程においては、天敵個体群は少なからず環境変動や人為的な作業の影響などを受けると考えられる。また、特に露地作物の場合には圃場近隣に安定的に天敵の住処を提供する環境が重要となる。天敵のパフォーマンス強化や個体群維持のためには、天敵に対してより好適な環境を創出する必要がある（図 4）。このような観点から、天敵に対して代替餌、花粉・蜜源、シェルターを与える天敵温存植物等も積極的に導入していく必要がある。鹿児島県では、ピーマンの他促成栽培のキュウリ、露地栽培のオクラ（写真 1）やエンドウでの導入が始まっており、今後の生物的防除には不可欠な技術になるだろう。

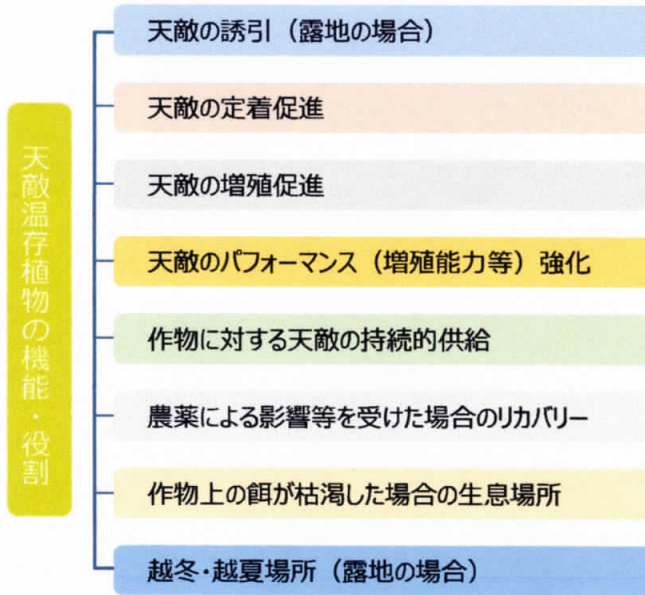


図 4 天敵温存植物の機能・役割



写真 1 圃場近隣に天敵の住処を与える天敵温存植物の利用事例

二次植物栽植によるタマネギおよびキャベツ害虫の抑制効果

関根 崇行 宮城県農業・園芸総合研究所

1. はじめに

農生態系の多様化促進は、自然が本来持っている生態系機能（作物の受粉や有機物の分解、害虫に対する天敵類の捕食や寄生など）を積極的に活用する取り組みであり、外部からの投入物を極力減らすことで環境負荷低減型農業にも繋がる。植物相多様化の手段としては、混作、間作、輪作、少量多品目栽培や農地周辺環境の多様化促進などが知られている。筆者らはこのうち間作に着目し、主作物の畝間や農地内通路への二次植物栽植による害虫抑制効果の検討を行ってきた。なお、病害虫管理の観点から Parolin ら(2012)は二次植物-secondary plants-を、「生物防除システムの効率性を高める目的で圃場内外に導入された主作物以外の植物」と定義しており、本稿でもそれにならった。二次植物の間作による害虫抑制効果については、さまざまな主作物と間作物の組み合わせで主作物への害虫寄生数の減少事例が報告されている。間作物栽植による害虫抑制効果の要因としては、物理的障壁(Perrin, 1976)、視覚かく乱(Smith, 1969; 1976; Broad et al., 2008)、寄主植物由来の揮発性物質のかく乱(Tahvanainen and Root, 1972)や間作物由来の揮発性物質による忌避(Uvah and Coaker, 1984)などの嗅覚かく乱、天敵温存(Pimentel, 1961)などの効果が指摘されているが、実際の生産圃場ではこれらの要因が相互に作用して抑制効果を発揮しているものと推測される。ここでは、筆者らがこれまでに行ったタマネギおよびキャベツ圃場における二次植物間作による害虫抑制効果について紹介したい。

2. オオムギ間作によるタマネギ害虫の抑制

宮城県では、主要産地の出荷が落ち込む7~8月の出荷を目指して4月に定植する春タマネギ栽培の普及拡大に力を入れている。本作型で問題となる害虫はネギアザミウマであり、5月中旬頃に初発生が確認され、6月以降急激な密度上昇が認められる。本種は薬剤抵抗性の顕在化(猪苗代ら, 2018)もあり、防除が困難な害虫となっている。そこで本作型におけるIPM(総合的病害虫管理)体系の構築を目的に、オオムギ間作の本種に対する抑制効果を検討した(Sekine et al., 2021)。その結果、栽培期間中の殺虫剤散布を行わない試験において、本種のタマネギ株への寄生が無処理区(通路を除草した区、以下同じ)と比較して概ね1/3程度に抑制することができた(図1)。しかし、オオムギ間作だけで本種を経済的許容水準以下に抑制することはできなかったため、化学合成農薬との併用試験を行った。本県のネギアザミウマ個体群に対してはプロチオホス乳剤の効果が高く(猪苗代ら, 2018)、本剤を本種の発生初期に散布し、初期密度の低下をはかる体系を検討した。その結果、オオムギをタマネギ定植時に通路部分に播種し、プロチオホス乳剤をネギアザミウマ発生初期に1回散布する体系により、本種の寄生密度は栽培期間を通じて低密度に抑制

できることが示された（図2）。

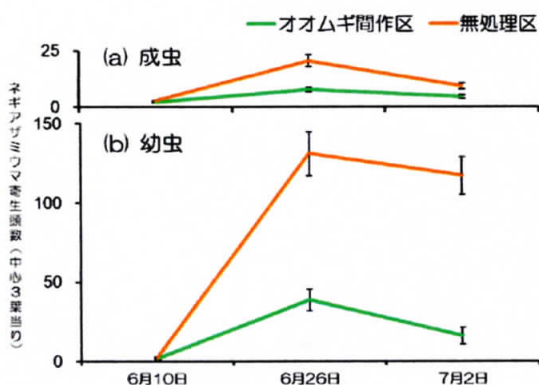


図1 オオムギ間作によるネギアザミウマ抑制効果（農薬無散布、Sekine et al. (2021) を改編）
* 誤差線は標準誤差。

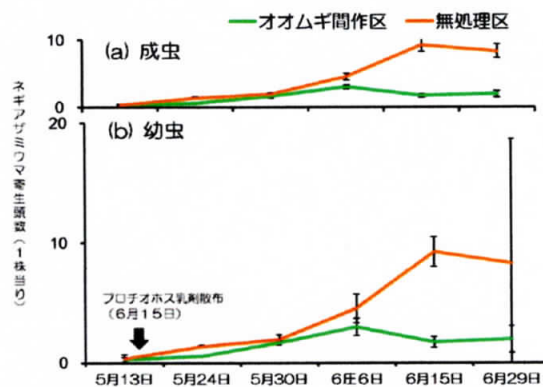







図2 オオムギ間作によるネギアザミウマ抑制効果（農薬併用、Sekine et al. (2021) を改編）
* 誤差線は標準誤差。プロチオホス乳剤は両区に散布した。

3. オオムギ間作によるキャベツ害虫の抑制

宮城県のキャベツ栽培は4月に定植して7月に収穫する春作型と8月中旬～9月初旬に定植して11月以降に収穫する秋作型がある。オオムギ間作はいずれの作型にも適用可能であり、本県で発生がみられる害虫種とオオムギ間作の各害虫抑制効果の目安を表1に示した。しかし、オオムギ間作が抑制効果を発揮するのはある程度オオムギが生育してからであるため、本表は定植前の苗への殺虫剤かん注処理を併用した場合の目安である。特に、定植直後から害虫寄生が確認される秋作型では、苗への殺虫剤かん注処理の併用が必須と考えられる。このうちモンシロチョウ（図3）、ネギアザミウマ、アブラムシ類には特に高い効果が認められ、年次間差も少なく安定した効果が発揮された。ウワバ類（タマナギンウワバ）に対しては栽培期間前半にはほとんど抑制効果を示さないが、後半には抑制効果を示した。一方で、コナガに対しては抑制効果を示さなかった。

表1 オオムギ間作のキャベツ害虫抑制効果の目安（定植苗かん注処理剤併用時）

害虫	モンシロチョウ	ウワバ類	コナガ	ネギアザミウマ	アブラムシ類
					
オオムギ間作	○	△	×	○	○
	○：高い抑制効果	△：抑制効果あり	×	×	×

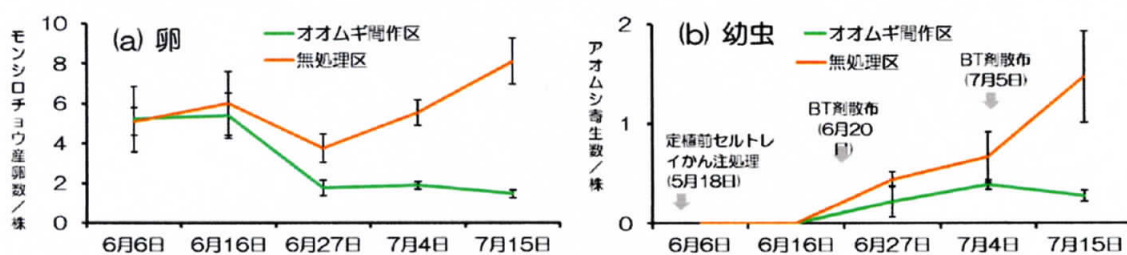


図3 オオムギ間作によるモンシロチョウ抑制効果 (関根・大坂 (2020))

* 誤差線は標準偏差。殺虫剤はオオムギ間作区、無処理区とも散布した。

4. オオムギ間作が示す害虫抑制効果の要因

二次植物の圃場への導入により期待される害虫の抑制効果には、ボトムアップ効果とトップダウン効果が知られている。ボトムアップ効果は二次植物栽植により害虫が物理的や視覚的、嗅覚的に抑制される効果であり、トップダウン効果は二次植物栽植による天敵類や微生物相の多様化をもたらす抑制効果を指す (Gaba et al., 2015)。ボトムアップ効果の例として、Finch and Kienegger (1997) はアブラナ科野菜にクローバーを混植すると間作なしと比較してモンシロチョウの産卵数が大幅に減少するが、クローバーを枯死させ茶色に変色させた場合には抑制効果が認められず、この抑制効果は緑色による寄主植物の視覚的な隠蔽や、間作による物理的な障壁効果であることを指摘している。オオムギ間作によりモンシロチョウの産卵が抑制される要因としても同様のことが推測され、間作の有無によるモンシロチョウの飛翔行動について現在調査を行っているところである。

トップダウン効果の例としては、間作導入によるゴミムシ類の増加が挙げられる (増田, 2009; 河野ら, 2015; 飯田ら, 2016)。筆者らが行ったタマネギおよびキャベツ圃場試験におけるピットホールトラップを用いた調査においても、オオムギ間作区では無処理区に比較してゴミムシ類の有意な増加が確認されている (関根・大坂, 2020; Sekine et al., 2021)。また、ゴミムシ類がチョウ目害虫の抑制に有用であることは、Suenaga and Hamamura (2001)、増田・宮田 (2008) が示している。オオムギ間作は冬どりネギにおいてもネギアザミウマの抑制効果が知られており、その抑制には土着天敵のキイカブリダニ、オオメカメムシやウズキコモリグモが関与していることが指摘されている (土井ら, 2016; 2018; 大井田ら, 2017)。しかし、筆者らの試験ではオオムギ間作によりこれら土着天敵の増加は確認できておらず、間作導入による天敵温存効果は栽培品目や地域性、栽培時期を考慮したきめ細かい評価が必要だと考えられる。

5. オオムギ間作による収穫物への影響と軽減策

タマネギおよびキャベツ圃場へのオオムギ間作導入は土壌条件 (特に肥沃な圃場) によっては、オオムギが過繁茂し主作物への日射量が減少することで収穫物が小玉化する場合

がある。この悪影響軽減のひとつの手段としては、間作したオオムギを随時刈込み、主作物の草丈の半分以下に維持することが有効である。宮城県における春タマネギ試験においては、栽培期間中にオオムギを草高 10cm 程度に2回刈込むことで栽培期間を通じてオオムギ草高をタマネギ草高の半分以下に抑え、収穫物の小玉化を回避することができた。しかも、途中でオオムギを刈込んだ場合でもタマネギ株へのネギアザミウマ寄生数は刈込まない場合と同程度に抑制することができた(図4)。このオオムギの栽培途中での刈込みの有効性はキャベツでも確認しており、収穫物への悪影響軽減ができ、各害虫の抑制効果は刈込まない場合と同程度に認められた(関根・大坂, 2020)。

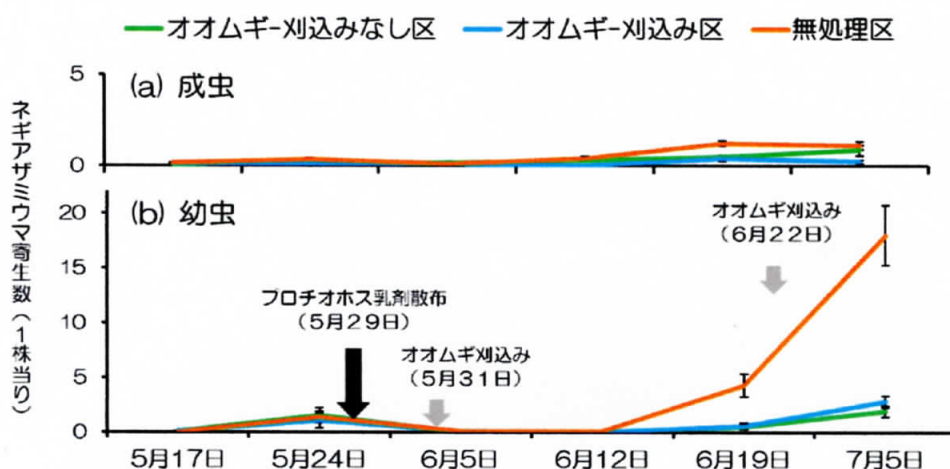


図4 オオムギ間作の刈込み有無がタマネギのネギアザミウマ寄生数に与える影響 (Sekine et al. (2021) を改編)

* 誤差線は標準誤差。プロチオホス乳剤は全ての試験区に散布した。

6. 間作植物として有用なその他二次植物

ここでは、キャベツ圃場において同じアブラナ科の葉ダイコンを間作物として導入した場合の害虫密度抑制効果を紹介する。葉ダイコンは根こぶ病のおとり作物として土壌中の菌密度低減効果が知られており、アブラナ科主作物の休耕期間に6L/10a 作付けしてすき込むことで効果が発揮される (Murakami et al., 2001 ; 関根ら, 2003)。しかし、多くの生産圃場では葉ダイコンを作付けする期間の確保が困難なことから、生産現場での本技術の活用は限定的である。そこで、アブラナ科主作物の作付け期間内に通路部分に間作物として葉ダイコンの作付けを試みた。同じアブラナ科植物同士の組み合わせのため、害虫の多発が予想されたが、実際には多くの害虫に対してオオムギ間作と同等かそれ以上の密度抑制効果が確認された(図5)。特に、ウワバ類(タマネギウワバ)、モンシロチョウに対しては葉ダイコン間作の密度抑制効果はオオムギ間作よりも有意に高く、また栽培期間

中に葉ダイコンを刈込んでも同様の効果が認められることから、現在その抑制効果メカニズムの検討を行っている。葉ダイコン間作の実用にはさらなる研究が必要であるが、将来的には病害虫同時防除（デュアルコントロール）も期待できる。

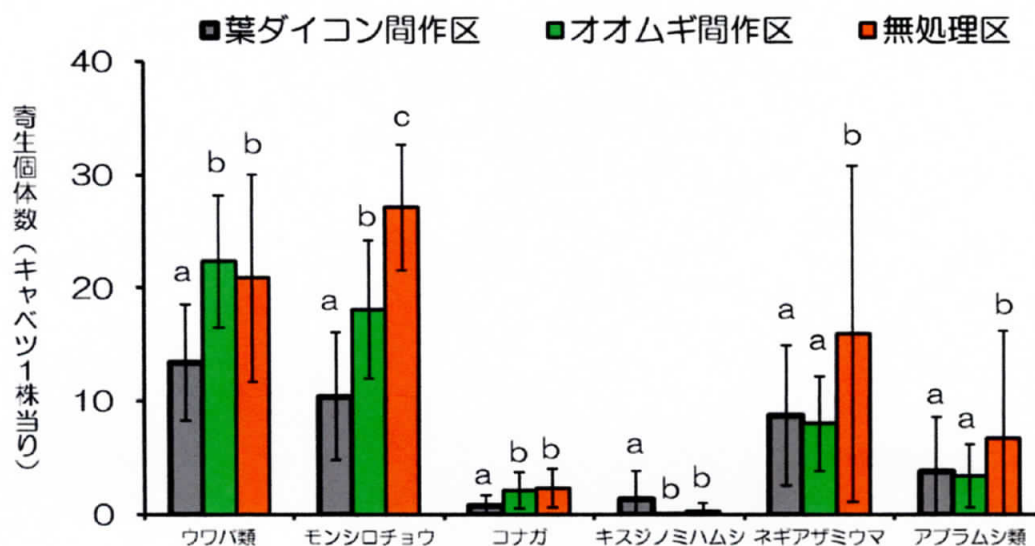


図5 葉ダイコン間作のキャベツ害虫抑制効果
(Sekine et al. (2021) を改編)

*誤差線は標準偏差を示し同一害虫種内に付した同一アルファベット間には有意差なし (Tukey's HSD post hoc test, $p < 0.05$).

7. 今後の展望

本稿では、間作作物の害虫抑制効果を紹介した。しかし、間作導入には害虫抑制効果以外にも、土壌の流亡防止や水分保持、緑肥、バイオフィューミゲーション、雑草抑制などの効果が知られており、主作物に応じて適切な間作作物を選択し、適切な管理（本稿で示した刈込みなど）を行うことでさまざまな効果が期待できる。本稿で示した間作の害虫抑制効果は、物理的、視覚的、嗅覚的な要因（ボトムアップ効果）や地上徘徊性天敵（トップダウン効果）による複合的な効果であることが推察される。

現在、農研機構、青森県産業技術センター農林総合研究所とともに戦略的国際共同研究推進委託事業のうち二国間国際共同研究事業「天敵温存植物・間作を核とした露地野菜での総合的害虫管理技術の構築と実証」（2021～2023年）に取り組んでいる。本事業ではこれまでの知見を基に、オオムギの間作にソバやハゼリソウなどの開花植物の圃場内外への栽植を併用することで、トップダウン効果として飛翔性天敵類の効果を增强することを狙っている。さらなる害虫密度抑制効果を引き出すことで新たなIPM体系の構築を目

指していきたい。

引用文献

- Broad ST, Schellhorn NA, Lisson SN, Mendham NJ, Corkrey R (2008) Host location and parasitism of *Brevicoryne brassicae* in diversified broccoli cropping systems. *Entomol Exp Appl* 129: 166-171.
- 土井誠, 土田祐大, 片井祐介, 増井伸一, 多々良明夫 (2016) 秋冬どり根深ネギ圃場におけるヒメオオメカメムシ等土着天敵の発生に適したリビングマルチ用ムギの選定. *関西病害虫研報* 58: 123-125.
- 土井誠, 土田祐大, 増井伸一, 中野亮平, 石川隆輔 (2018) ネギ圃場の間作オオムギに発生するカブリダニ類によるネギのネギアザミウマに対する密度抑制効果. *関西病害虫研報* 60: 121-123.
- Finch S, Kienegger M (1997) A behavioural study to help clarify how undersowing with clover affects host plant selection by pest insects of brassica crops. *Entomol Exp Appl* 84: 165-172.
- Gaba S, Lescourret F, Boudsocq S et al (2015) Multiple cropping systems as drivers for providing multiple ecosystem services: from concepts to design. *Agron Sustain Dev* 35: 607-623.
- 飯田博之, 北村登史雄, 河野勝行, 武田光能 (2016) ネギ圃場における植生管理が地表徘徊性捕食者の密度に及ぼす影響. *関西病害虫研報* 58: 127-129.
- 猪苗代翔太, 関根崇行, 板橋建 (2018) 宮城県における園芸作物圃場から採取したアザミウマ類 3 種に対する各種薬剤の殺虫効果. *北日本病害虫研報* 69: 168-172.
- 河野勝行, 飯田博之, 北村登史雄, 武田光能 (2015) 被覆作物を施したキャベツ圃場におけるチョウ目幼虫の除去が地表徘徊性捕食性天敵の個体数に与える影響. *関西病害虫研報* 57: 49-56.
- 増田俊雄 (2009) 被覆植物混植によるモンシロチョウの産卵抑制とキャベツ害虫に対する影響. *北日本病害虫研報* 60: 208-211.
- 増田俊雄, 宮田将秀 (2008) 被覆植物の混植によるキャベツ害虫の密度抑制効果. *北日本病害虫研報* 59: 153-157.
- Murakami H, Tsushima S, Akimoto T, Shishido Y (2001) Reduction of spore density of *Plasmodiophora brassicae* in soil by decoy Plants. *J Gen Plant Pathol* 49: 584-589.
- 大井田寛, 石田卓也, 高橋将 (2017) 緑肥用オオムギを間作した露地ネギ圃場のネギおよびオオムギにおけるアザミウマ類 (アザミウマ目: アザミウマ科) およびキイカブリダニ (ダニ目: カブリダニ科) の発生消長. *関東東山病害虫研報* 64: 118-121.
- Parolin P, Bresch C, Desneux N, Brun R, Bout A, Boll R, Poncet C (2012)

- Secondary plants used in biological control: a review. *Int J Pest Manag* 58: 91-100.
- Perrin RM (1976) Pest management in multiple cropping systems. *Agroecosystems* 3: 93-118.
- Pimentel D (1961) Species diversity and insect population outbreaks. *Ann Entomol Soc Am* 54: 76-86.
- 関根崇行, 辻英明, 小林雅文 (2003) 宮城県におけるハクサイ根こぶ病の防除を目的としたコゼナダイコンの播種量の検討. *北日本病害虫研報* 54: 62-63.
- 関根崇行, 大坂正明 (2020) オオムギ間作による害虫密度抑制効果とIPMへの導入. *植物防疫* 74: 680-686.
- Sekine T, Masuda T, Inawashiro S (2021) Suppression effect of intercropping with barley on *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae) in onion fields. *Appl Entomol Zool* 56: 59-68.
- Sekine T, Kanao K, Inawashiro S, Hori M (2021) Insect pest management by intercropping with leafy daikon (*Raphanus sativus*) in cabbage fields. *Arthropod Plant Interact* 15: 669-681.
- Smith JG (1969) Some effects of crop background on the populations of aphids and their natural enemies on Brussels sprouts. *Ann Appl Biol* 63:326-330.
- Smith JG (1976) Influence of crop backgrounds on aphids and other phytophagous insects on Brussels sprouts. *Ann Appl Biol* 83: 1-13.
- Tahvanainen JO, Root RB (1972) The influence of vegetational diversity on the population ecology of a specialized herbivore, *Phyllotreta crucifera* (Coleoptera: Chrysomelidae). *Oecologia* 10: 321-346.
- Uvah III, Coaker TH (1984) Effect of mixed cropping on some insect pests of carrots and onions. *Entomol Exp Appl* 36: 159-167.

EUおよび米国におけるバイオスティミュラント（BS）資材への考え方、 スタンスについて

和田 哲夫 生物学的防除部会 副会長

はじめに

2000年代に入ってから、EU方面で、バイオスティミュラント（以下BS）を肥料の登録の範疇に入れようという動きがあることを知りました。

2017年に、ヨーロッパのBSを扱っている会社の団体であるEBIC（European Biostimulant Industry Council）が、「BSが欧州の肥料法のなかで評価される」と大きく喜びの声明を出しているのを見て、その意味するところが何かを調べました。

その結果、EUでは、2019年に植物BSの定義がなされていたことがわかりました。厳密に言えば、欧州の農業取締法の改訂なのですが、BSは農業の範疇（カテゴリー）ではないことが確認されたのです。

つまり「BS以外のもので、植物の生長に影響を与えるものは農業となる」という改訂がなされたのです（EC No.1107/2009 Article 2.1.b.を参照のこと。

BSの定義の内容は、以下の通りでした。

植物BSとは（植物のあるいは根圏での）：

- 養分の利用効率を向上
- 非生物学的ストレスへの耐性を向上
- 品質・形質の向上
- 土壌、根圏での利用困難な養分の取り込み向上

Plant biostimulant as a product stimulating plant nutrition processes independently of the product's nutrient content with the sole aim of improving one or more of the following characteristics of the plant or the plant rhizosphere: nutrient use efficiency, tolerance to abiotic stress, quality traits, availability of confined nutrients in soil or rhizosphere. (amendment to Regulation (EC) No. 1107/2009)

その後、肥料法自体もBSについての規定を明確にし、2020年に公表されました。それまで、非生物学的ストレスを生物学的ストレスと比較した研究は多くありませんでした。

しかし、非生物学的ストレスが、生物学的ストレスと同程度以上の植物の被害、減収をもたらすことが判明してきたのです。

非生物学的ストレスとは、どれも大きなストレスですが、順不同にて列挙します。

- 低温
- 高温
- 低日照
- 日焼け（サンバーン）、

- 多雨
- 旱魃
- 塩
- 風害
- 霜害（フロストダメージ）

（まさに近年の日本での災害、あるいは、世界の気象災害が非生物ストレスと密接に関連していることがわかります。）

これらの非生物的ストレスによる作物の被害は、病害虫の被害より大きい場合が多いのです。

これらの非生物的ストレスに対して、そのストレスを軽減させる効果があるものが、BS の一つのカテゴリーとなっています。

EU での BS の扱い方

肥料類を機能性と構成成分という二つのカテゴリーマトリックスで規定しています。

機能性カテゴリー（PFC；Product function category）

- 1 肥料（有機、無機、液体無機、有機、微量元素剤）
- 2 石灰質資材
- 3 土壌改良剤（無機と有機）
- 4 培土
- 5 脱窒阻害剤（窒素固定阻害剤、ウレアーゼ阻害剤含む）
- 6 植物バイオスティミュラント（BS）：（微生物 BS、非微生物系 BS）

組成成分カテゴリー（CMC；Component material category）

- 1 既存の肥料法でカバーされているもの、および新規物質（Virgin material substance）、これまでに EU で許可されていない 廃棄物質、畜産副産物、その他 REACH など EU への持ち込みがされないものは除く。
- 2 植物そのもの および 植物抽出物：キノコと海藻を含む。
- 3 たい肥
- 4 作物原料分解物（バイオガスの残渣、好氣的、嫌氣的分解など）
- 5 作物原料以外からの分解物（下水スラッジ、家庭ゴミなどは除く）
- 6 食品工業よりの副産物（糖蜜、蒸留残滓（ワインなどの））
- 7 微生物 ①乾燥か フリーズドライ処理以外の処理をされていないもの、②培地に有毒物質を産生しない菌、死菌を含む、③菌根菌および根粒菌類
- 8 栄養性高分子（Nutrient polymers）
- 9 栄養を持つ高分子以外の高分子物質
- 10 派生物質（製造上の inert ingredient と考えられる）
- 11 その他副産物

すなわち、機能性カテゴリーの 6 と成分カテゴリーの 2 ～ 4、6 ～ 9 などが BS に該当します。実際に、EU 各国でのどの部門が BS を統括するかについては、2022 年には明らかになる予定ですが、各国のこれまでの窓口、あるいは民間の検査機関などが対応窓口になると予想されています。

ヨーロッパでの新肥料法成立の背景

EU において、BS の利用を推進することになるこの新肥料法の背景には、EU が近年推し進めている化学農薬の登録の抹消、削減政策があります。ミツバチに影響のある化学農薬の使用の制限などから始まり、土壌残留、毒性問題などで、多くの薬剤が禁止になりつつあるなか、食料生産を維持するために、化学農薬以外の方法によって生産性を向上させようとする政策であると考えられます。フランス政府を筆頭に、微生物製剤、天敵製剤などの生物農薬の利用を病害虫の防除手段において 30% 以上にするという政策を進めており、BS の利用推進もこれと歩調を合わせているように見受けられます。このため、欧米の化学農薬企業の大手が争って、BS 関連事業や生物農薬の会社などへの投資、買収を進めているわけです。

米国 EPA と USDA の BS への方針

2018 年の USDA の農業改善法：

「BS は種子や、植物、根圏に処理される物質や微生物であり、自然の力 (process) で、養分の効率的な取り込み、非生物学的なストレスへの耐性を高め、作物の品質や収量の向上に寄与するものである。」

2019 年 USDA のもう一つの見解：

「BS は自然界に存在する物質、あるいは合成された同等の物質、または微生物であり、自然のプロセスを刺激し、種々の有益な効果を植物に与える。その方法は、物理的、化学的、あるいは、生物学的なものである。」ということで、USDA の BS についての認識は、農薬とは異なるものであることがわかります。

2020 年 EPA の見解

一方で、EPA は、これまで、米国の農薬取締法 (FIFRA) で登録された物質は、農薬であるとしながらも、以下の効能の表示は農薬からは除外される。2020 年末にこの見解を発表し、パブリックコメントを募っている。1. 作物の栄養不足を軽減、補完、防ぐ 2. 非生物学的ストレスへの耐性を高める、改善する、補助する 3. 微生物相を改善、向上、保全する 4. 肥料効果を改善する 5. 肥料を植物が利用できる形にする 6. キレート物質の

吸収を高める 7. 作物の活着を促進する 8. 作物の栄養状態を改善させる 9. 同化作用の増加させる 10. 非生物的ストレスへの耐性を高める 11. 塩害耐性を改善する 12. 養分効率を最適化する 13. 肥料焼けから茎葉を守る 14. 作物管理の不備を改善する 15. 倒伏防止 16. 栄養不良を改善する 以上のように、農薬から除外される効能はかなり広範囲なものとなっていますが、その多くが、非生物的ストレスに対する効果であることは注目されます。ヨーロッパ、米国とも、安全性の担保については農薬レベルの要求はなく、BS は、化学農薬とは一線を画す製品群であるという共通の認識があると考えられます。また PGR については、その表記についての例示も示しています。4. 日本の BS の現状について 日本では、2019 年に日本バイオスティミュラント協会 (Japan Biostimulant Association, JBSA) が設立されました。これはヨーロッパの EBIC にならったものです。現在、正会員、賛助会員など含め 100 社以上が参加しており、各社の BS への興味の高さを示すものとなっています。活動と内容としては、一方で、EPA は、これまで、米国の農薬取締法 (FIFRA) で登録された物質は、農薬であるとしながらも、以下の効能の表示は農薬からは除外されるとしています。

2020 年末にこの見解を発表し、パブリックコメントを募りました。

農薬としての判定から除外されるラベルの表記例：

1. 作物の栄養不足を軽減、補完、防ぐ
2. 非生物的ストレスへの耐性を高める、改善する、補助する
3. 微生物相を改善、向上、保全する
4. 肥料効果を改善する
5. 肥料を植物が利用できる形にする
6. キレート物質の吸収を高める
7. 作物の活着を促進する
8. 作物の栄養状態を改善させる
9. 同化作用の増加させる
10. 非生物的ストレスへの耐性を高める
11. 塩害耐性を改善する
12. 養分効率を最適化する
13. 肥料焼けから茎葉を守る
14. 作物管理の不備を改善する
15. 倒伏防止
16. 栄養不良を改善する

以上のように、農薬から除外される効能はかなり広範囲なものとなっていますが、その多くが、非生物的ストレスに対する効果であることは注目されます。

ヨーロッパ、米国とも、安全性の担保については農業レベルの要求はなく、BS は、化学農薬とは一線を画す製品群であるという共通の認識があると考えられます（EUではREACHを援用する予定）。

また PGR については、その表記についての例示も示していますが、本稿では割愛させていただきます。

日本の BS の現状について

日本では、2019 年に日本バイオスティミュラント 協議会（Japan Biostimulant Association, JBSA）が設立されました。これはヨーロッパの EBIC にならったものです。現在、正会員、賛助会員など含め 100 社以上が参加しており、各社の BS への興味の大きさを示すものとなっています。

活動と内容としては、BS の規格などの整理、農水省との情報交換、アカデミックな機関との情報共有、技術講演会の開催、機関誌の刊行、また 2020 年の BS ガイドブック第一版の発刊などが主なものとなっております。詳しくは協議会ホームページ（<https://www.japanbsa.com>）を参照ください。今後、学会などとともに、学際的な交流、助言などをいただけるべく提携を深めていきたいと考えております。

生物的防除部会

2021年度 第2回オンライン講演会のお知らせ

生物的防除部会 2021年度第2回講演会を下記の通り開催いたします。
会員の皆様はじめ多くの方がご参加くださいますようお願い致します。

記

日時：2021年11月9日(火) 13時00分～17時10分
オンライン講演会
使用アプリ: ZOOM

演題1 「トマトにおける雑食性カスミカメムシ類を用いた生物的防除：海外の事例と日本での研究開発」

中野 亮平 氏 静岡県／宮崎大学 13:00 ～ 14:00

< 講演要旨 >

Dicyphini 族（カメムシ目：カスミカメムシ科）に属するいくつかの種は、様々な微小害虫に対する捕食性天敵である。これらの種は、動物質だけでなく植物質も餌として利用可能であり、このような雑食性の摂食様式は Zoophytophagy と呼ばれる。近年、地中海地方を中心に、タバコカスミカメや *Macrolophus pygmaeus* などの雑食性カスミカメがトマトの害虫管理に利用されており、これに関連した研究も盛んに行われている。日本では、土着で生息するタバコカスミカメの利用が施設果菜類で試みられている。静岡県では関係機関と連携し、2012年から施設トマトにおける本種の利用に関する研究開発に取り組んできた。本講演では、海外での研究事例と、これまで演者が関わった研究を紹介するとともに、今後の展望について

演題2 「熊本県におけるタバコカスミカメの実用化」

浦野 知 氏 株式会社ペコIPMパイロット 14:00 ～ 15:00

< 講演要旨 >

2018年、(株)ペコIPMパイロットは、土着天敵のパッケージ生産に成功し、販売を開始した。この製品「くまもと NT (エヌティー) ～天敵のたね®」は、タバコカスミカメ成幼虫600頭～800頭を紙カップに梱包したもので(天敵カップ)、特定防除資材として、熊本県内の生産者のみ購入することができる。現在、冬春なす、夏秋なす、夏秋トマトで実用化しており、有機栽培トマトにおいても、複数の導入成功事例がある。土着天敵を梱包した天敵カップの製造・販売は、持続可能な地域循環型システムであり、今後の発展を期待している。

< 休憩 >

15:00 ～ 15:10

演題3 「ビーフライ：医療分野で用いられるヒロズキンバエの農業利用」

西本 登志 氏 奈良県農業研究開発センター 15:10 ~ 16:10

< 講演要旨 >

ヒロズキンバエの幼虫が、わが国の医療分野で活躍している。マゴットセラピーと呼ばれ、主に傷口の治療に用いられる。私たちは、このハエの成虫がイチゴに訪花することに着目し、平成28年度より3年間、冬季寡日照地域のイチゴ栽培においてミツバチの補完ポリネーターとしてヒロズキンバエ(商品名:ビーフライ)を有効に利用する方法を確立すべく試験研究を行った(革新的技術開発・緊急展開事業、地域戦略プロジェクト)。結果、適切な蛹投入数・頻度、利用に適した品種、農薬や施設内環境の影響、導入費用などを明らかにし、「ビーフライ利用マニュアル」を完成させた。ここでは、医療分野におけるヒロズキンバエの利用状況と私たちの研究成果の概要を紹介する。

演題4 「欧米とブラジルのBCBSについて」

アート・マーレル氏 オランダ コパート社 16:10 ~ 17:10
通訳・解説 和田 哲夫 氏 生物防除部会 副会長

< 講演要旨 >

生物農薬市場の拡大は進んでいるが、それ以上に拡大のスピードが大きいのがバイオスティミュラントの市場である。
ヨーロッパでの新肥料法により、バイオスティミュラントがカバーされることになりEUでの更なる拡大が進みそうである。
また南米、とくにブラジルにおける生物農薬とバイオスティミュラントなどの状況について報告する

< オンライン講演会参加 申し込み要領 >

講演会への参加をご希望されるかたは、以下のURLより申込フォームにアクセスし、お名前とメールアドレスをご入力の上送信してください。開催日の前日までにZoomの接続情報をメールでお知らせいたします。

<https://forms.gle/JnvKomMovyRnoF6i8>