



生物的防除部会ニュース No. 83

2025 年 1 月 14 日発行

目 次

1. 「IPM の限界それとも進化？」～ 植物を介して良い虫が働く農業生態系 ～ 1 頁
大野 和朗 (元宮崎大学農学部)
 2. 「マイコウイルスによる病害防除、および虫害防除の新知見」 10 頁
森山 裕充 (東京農工大学大学院農学研究院生物制御科学部門)
作田 康平 (日本学術振興会特別研究員(PD))
 3. 「実は相性抜群だった！」
～UV-B 照射の光環境はカブリダニによるハダニ抑制効果を向上させる～ 15 頁
田中 雅也 (兵庫県立農林水産技術総合センター農業技術センター病害虫部)
 4. 2024 年度第 3 回講演会開催のお知らせ 23 頁
開催日時 : 2025 年 2 月 26 日 (水曜日) 13 時 00 分 ～ 17 時 10 分
- 演題 1 「ブラジルにおけるバイオペスティサイドとバイオスティミュラントの興隆の理由とは？」
和田 哲夫 (ジャパンアイピーエムシステム株/東京農大総合研究所 生物防除部会副会長)
13:00 ～ 14:00
- 演題 2 「共生微生物の定着による植物免疫プライミングのメカニズム」
仲下 英雄 (福井県立大学生物資源学部)
14:00 ～ 15:00
- ＜ 休 憩 ＞
15:00 ～ 15:10
- 演題 3 「微生物除草剤の歴史と課題解決に向けた新展開」
泉 真隆 (京都大学大学院農学研究科 農学専攻 雑草学分野)
15:10 ～ 16:10
- 演題 4 「生物農薬等を活用した総合防除 (IPM) の推進」
藤井 達也 (農林水産省 消費・安全局 植物防疫課)
16:10 ～ 17:10
- ＜懇 親 会＞
17:30～

IPM の限界それとも進化？ ～植物を介して良い虫が働く農業生態系

大野和朗

(元宮崎大学農学部)

はじめに

総合的病害虫・雑草管理（以下、IPM）の概念は我が国のみならず世界各国で浸透しつつあるが、その一方で多様な防除技術の総合的な組み合わせが十分に検討されていないこと (Stenberg, 2017)、新しいパラダイムを踏まえた革新技術の必要性 (Dara, 2019)、IPM の概念や技術自体の問題を踏まえた新しい害虫管理 ACP (Agroecological Crop Protection) (Deguine et al., 2021) などが指摘されている。IPM は化学的防除への過度の依存、化学農薬の乱用による環境や野生生物へのリスクを低減し、持続可能な農業生産を展開するための病害虫管理技術として期待されている。

IPM の限界

IPM では、病害虫の発生モニタリングに基づき、その後の発生を予測し、経済的被害許容水準に達すると予想される場合すなわち要防除密度に達した時点で防除を実施することが推奨されている。IPM そのものの妥当性を議論するつもりはないが、概念や技術的な体系が十分にこれまで検討されてきたにも関わらず、生産現場での実際の病害虫防除は依然として一部の農家を除き難しい状況にある。その最大の原因は、農家自身が病害虫の発生をモニタリングすることが難しく、発生を認めた時点で農薬を散布していることである。その背景には、高齢化、経営規模拡大、防除アドバイザーの不在などがある。小規模農家でも企業的な大規模圃場でも、一部の例外を除き、発生とは関係なく防除暦などに従った散布が行われている。アザミウマ類やハダニ類などの観察が難しい微小昆虫では、発生モニタリング、予察そして要防除密度に合わせて防除の可否を決めるという、理想とはほど遠い状況にある。

このような問題は我が国に限ったことではない。Ehler (2006) はアメリカ合衆国の生産現場での IPM の取組みを妨げている要因として、多くの技術が時間を要し、複雑すぎることで、生産に追われる農家にとって各種病害虫に多様な防除を実施することが難しいことを指摘している。また、技術支援という意味で、多くの研究者が病害虫防除技術の統合に熱心ではないことも問題点として上げている。我が国を含め、多くの国で発生モニタリングから予察、防除の意思決定に関する一連の取組みは難しく、また栽培品種や栽培方法の変化にもかかわらず、経済的被害許容水準や要防除密度はアップデートされていない (Dara, 2019)。業績評価や業績主義が厳しい時代にあって、要防除密度に取り組む地味な研究は研究動機となり難い。また、仮に新たな要防除密度が研究者によって提案されても、圃場でのモニタリングがままならない現状では、それが現場で生かされることもないとなれば、さらに研究上のモチベーションは下がる。

IPM ピラミッドでの化学的防除の位置づけと役割

化学的防除の意思決定にかかわるシステムが機能しない上述のような状況は、IPM の根幹に関わる大きな問題を引き起こしている。図1にコーネル大学が提供している害虫管理ガイドのIPM ピラミッドを示した。ここでは化学的防除が最上段とその下に位置している。農薬散布の必要な状況になったら、まず天敵への影響が小さく、殺虫スペクトラムの狭い農薬つまり選択性農薬の使用が推奨されている。それでも問題が解決しない場合に、非選択性農薬を使うことになる。

Hokkanen(2015)は最終解決手段として位置づけられるべき化学農薬(図2左)が慣行的なIPM 体系(図2右)では大きな比重となっており、初めに化学農薬ありきになっている状況を問題視している。ただこのことは、安定的で効果の高い防除技術が化学農薬に限られ、それを補完する技術がないことの裏返しとも言える。最下段の予防的防除を含めて多様な防除手段を組み合わせることがIPM では推奨されてきたが、強力な効果の高い化学農薬が求められてきた現実には批判もある。Liebman et al. (1997) は強力な大きなハンマー(除草剤)を使うのではなく、多様な防除技術(多数の小さなハンマー)を組み合わせた雑草管理の重要性を、Lewis et al. (1997) は吸血鬼にとどめを刺すための銀の弾丸つまり強力な農薬で抑え込もうとすることが害虫の抵抗性進化につながることを指摘している。これらの比喩は現場を知っている人には、違和感もあるかもしれない。効果の高い農薬があるにも関わらず、あえて効果が低い他の農薬を農家が使うのを期待するのは非現実的ということである。しかし、IRM(殺虫剤抵抗性管理)を考慮し、作用機作の異なる殺虫剤の輪番施用などに加え、物理的防除や耕種の防除、生物的防除などの防除圧をかけることが推奨されている。現場ではそれさえも嫌がる農家がいるが、IPM を構成する各種技術を多様に組み合わせることは必須の取組みと言える。

Frische et al. (2018) はドイツにおける総合的植物保護(IPM と同義)ピラミッド(図3)で、耐病性や抵抗性品種、栽培管理や土作りなどの耕種の防除に加え、土着天敵の保護強化すなわち保全的生物的防除を予防的防除として最下段に位置づけている。施設栽培などで普及している天敵製剤を利用した放飼増強法は生物的防除でも上段つまり直接的植物保護に、地域に自然発生している土着天敵の保護・強化すなわち保全的生物的防除は最下段の予防的植物保護に位置づけられている。

予防的防除手段としての保全的生物的防除の重要性

最終解決手段という表現こそないが、IPM の初期の考えを総合防除(Integrated Control)として提示した Stern et al.(1959)は、化学的防除は必要であるが、“生物的防除”を阻害しないように用いるべきであると述べている。化学的防除が最終解決手段としてではなく、最初に化学防除ありきとなっているというこれまでの批判は、天敵などの働きに重きが置かれなかった過去の防除体系であれば当然のことかもしれない。極論すると、市販の天敵製剤や土着の天敵を利用しない施設栽培であれば、化学的防除を最終解決手段として考える必要はないと言えるかもしれない。ただし、使用される非選択性農薬によるリサージェンスなどで害虫の発生が助長されるのであれば、予防的

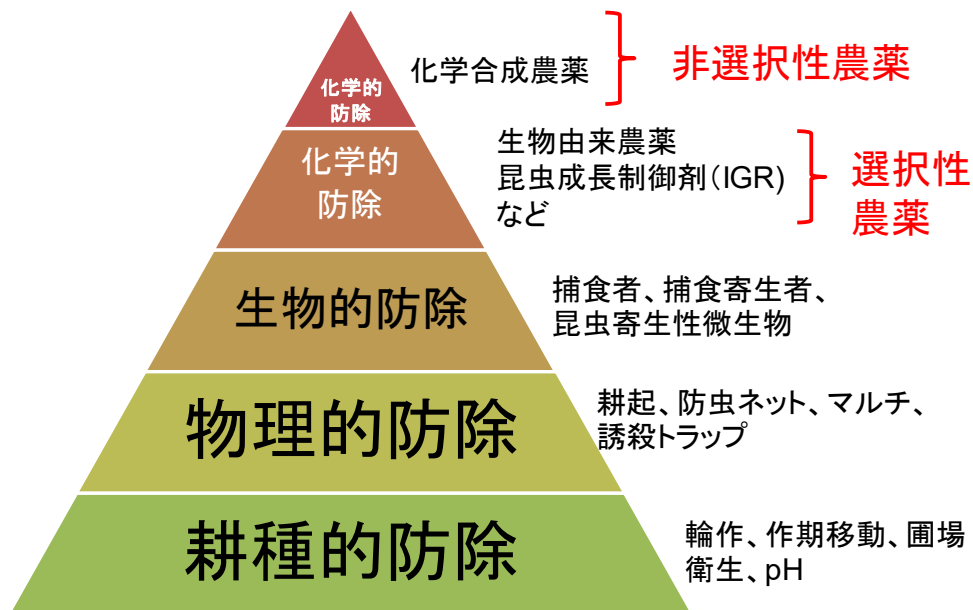


図1 一般的なIPMピラミッド
NRCCA Pest Management –Study Guide, Cornell University(2016) を基に作成

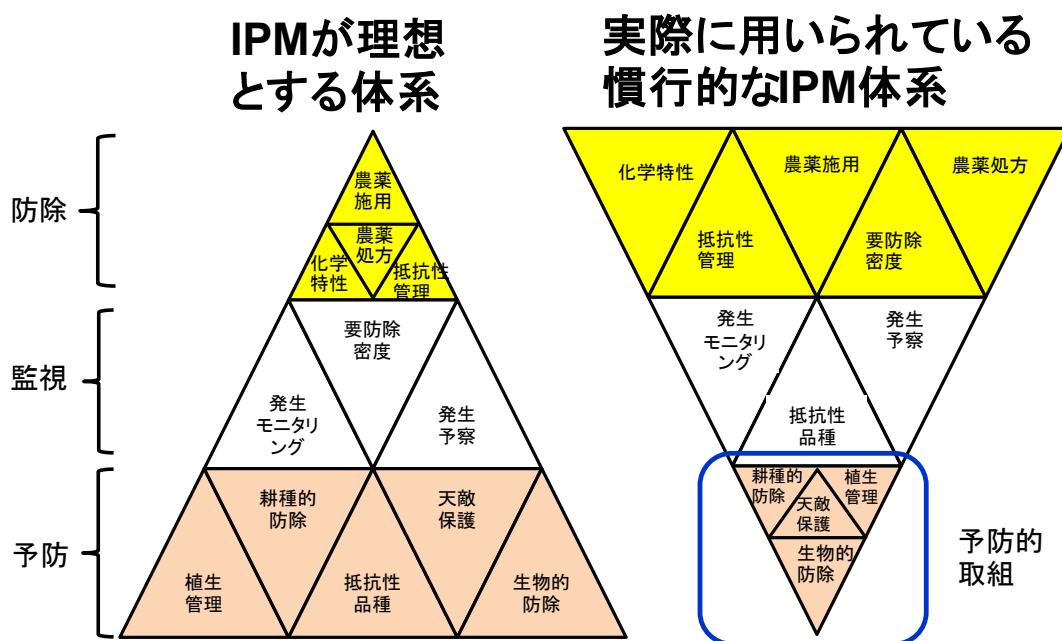


図2 50年近く推奨されてきたIPM体系(左)と生産現場での一般的なIPM体系(右)とのギャップ. Hokkanen(2015)を一部改変(大野)

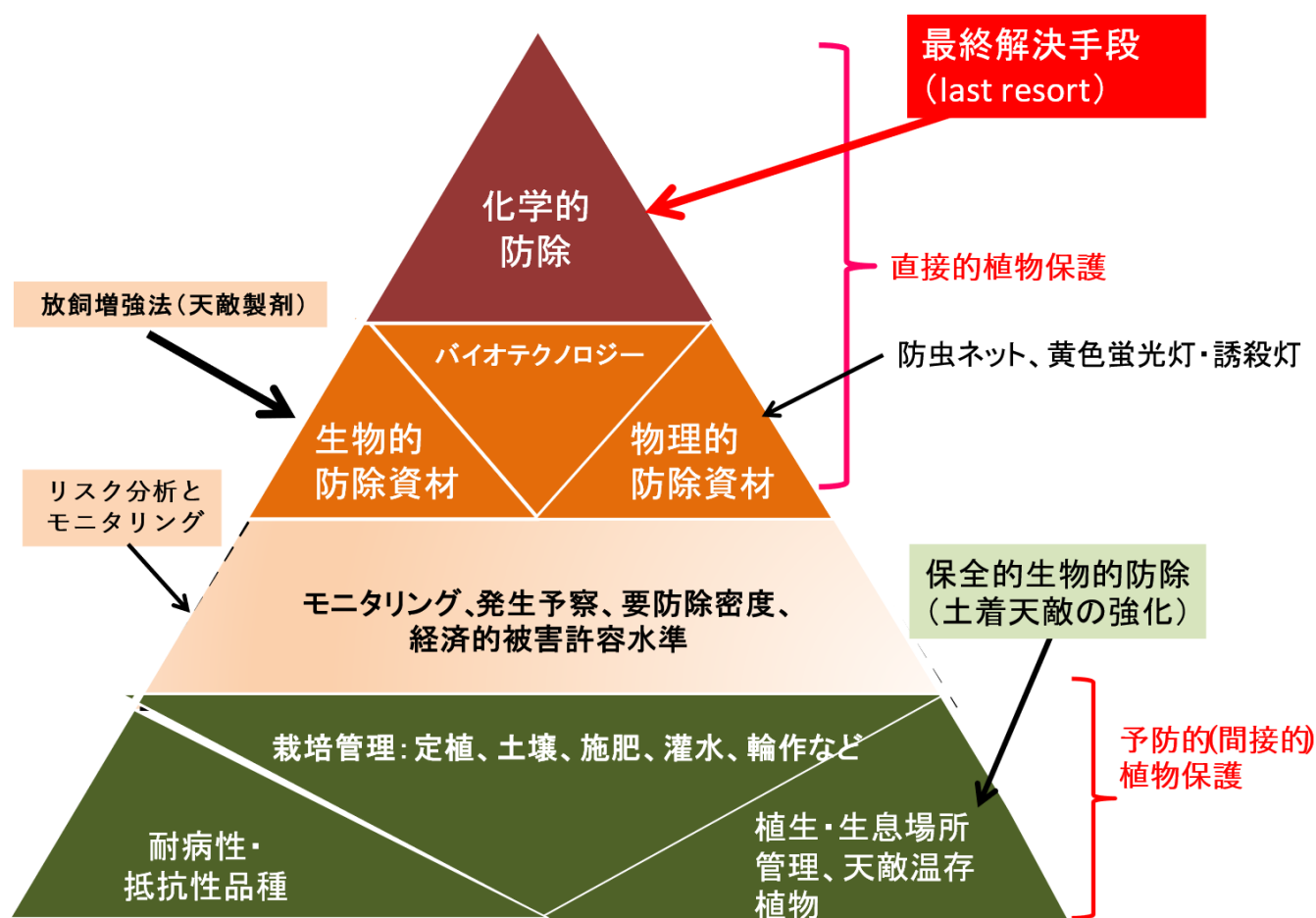


図3 総合的植物保護の基本原則

Frische et al. (2018)を基に一部修正(大野)

防除すなわち IPM としての体系を考える必要がある。

IPM ピラミッド最下段の予防的防除としての耐病性・耐虫性品種や栽培管理、圃場作りなどの耕種的防除の多くは一般的な農家の取り組みである。しかし、土着天敵の保護強化すなわち保全的生物的防除はこれまで考慮されてこなかったと言える。以下、天敵の保護、強化で何が変わるかを考えてみる。

天敵の保護～農家圃場での実証試験から

ミナミキイロアザミウマは多くの殺虫剤に抵抗性を有し、果菜類などの害虫として問題となってきた。我が国ではミナミキイロアザミウマの IPM 体系として、選択性農薬による天敵の保護がミナミキイロアザミウマに対してヒメハナカメムシ類の高い防除効果を引き出すことが永井(1990, 1991)によって明らかにされた。非選択性農薬がアザミウマ類の土着天敵であるヒメハナカメムシ類などに悪影響を及ぼすことは Nemoto(1995)でも圃場レベルで実証されている。

選択性農薬を組み入れた IPM 体系の有効性について、福岡県内の農家圃場での実証試験の結果を表1に示した。慣行防除圃場では、有機リン系や合成ピレスロイド系殺虫剤がミナミキイロアザミウマを対象に20回散布されていた。選択性農薬を使ってもらった天敵保護圃場ではミナミキイロ

表1 露地ナス栽培における天敵保護圃場と慣行防除圃場の比較

年次		調査圃場	防除対象と散布回数		平均被害果率(%)
			ミナミキイロアザミウマ	その他の害虫・ハダニ類	
慣行防除	1993	黒木町A	20	7	約80
	1994	黒木町B	24	10	約60
天敵保護	1993	立花町A	1	4	約40
	1994	黒木町A	10	2	約60
		前原市A	0	6	10以下
		筑紫野市	0	3	10以下
	1995	立花町A	1	未調査	約15
		黒木町B	2	8	10以下
		星野村	5	未調査	10以下
		前原市A	0	7	10以下
		前原市B	0	未調査	10以下
		筑紫野市	0	8	10以下
Takemoto & Ohno (1996)を改変					

アザミウマを対象にした農薬散布が大幅に低減する例が認められた。慣行防除圃場はどちらも翌年には天敵保護を目的に選択性農薬中心の体系に農家の希望で変わり、黒木町 B では天敵保護体系によりミナミキイロアザミウマを対象にした防除は 20 回から 1 回となった。対照的に黒木町 A の圃場では天敵保護体系への変更に関わらず、ミナミキイロアザミウマを対象にした防除は 10 回にとどまった。この圃場では選択性農薬の散布が 2～3 週間遅れ、追加の散布が必要となったため、散布回数の低減が実現しなかったと考えられる。

1993 年の露地ナスでのヒメハナカメムシ類の葉当り個体数は栽培初期では有意な差は認められなかったが、7 月以降に個体数が増えた天敵保護圃場（立花町）に対して、慣行防除圃場では全く観察されなくなった（図 4）。慣行防除圃場では、集中的な殺虫剤散布でなんとか夏の間ミナミキイロアザミウマを抑えており、対照的に天敵圃場圃場ではミナミキイロアザミウマが問題となることはなかった（図 5）。なお、黒木町では、ミナミキイロアザミウマの発生が 7 月から認められ、8 月以降は優占種となったが、筑紫野市や前原市ではミナミキイロアザミウマの発生は 7 月までほとんど認められなかった。6 月～7 月の栽培初期には 8 種類のアザミウマ類が確認されたが、優占種はダイズアザミウマやネギアザミウマであった（Takemoto & Ohno, 1996）。この結果から、

図4 露地ナス圃場でのヒメハナカメムシ類の個体数推移(1993年)

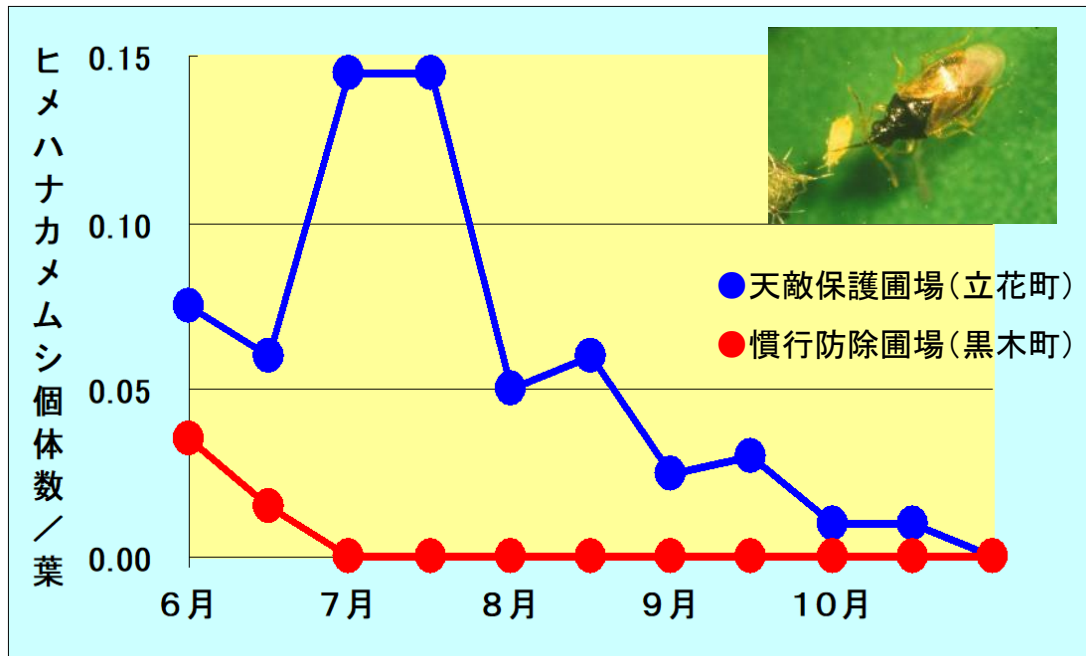
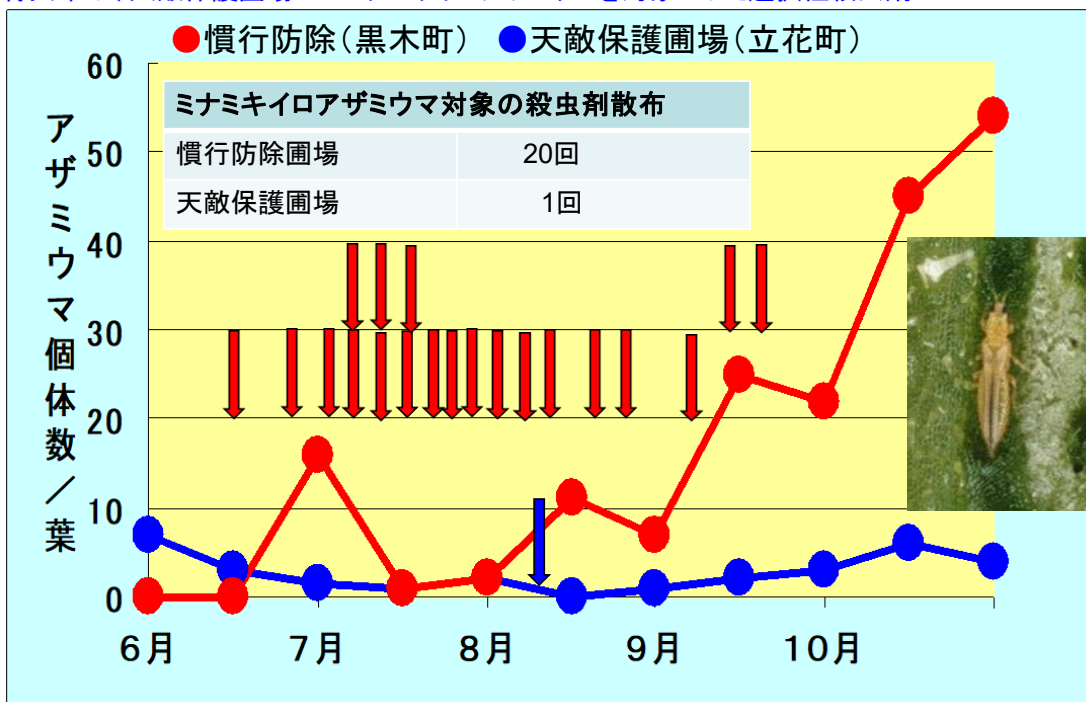


図5 露地ナスでのアザミウマ個体数の推移(1993年)

赤矢印は、慣行防除圃場でのミナミキイロアザミウマを対象とした非選択性殺虫剤散布

青矢印は、天敵保護圃場でのミナミキイロアザミウマを対象にした選択性殺虫剤



営農指導員や普及員が反省した点は、葉に生息するこれらのアザミウマ類の栽培初期の発生をミナミキイロアザミウマと判断し農家に殺虫剤散布を指導していたことである。

以上の結果から、選択性農薬による天敵保護の IPM 体系は天敵であるヒメハナカメムシ類を保護しているだけではなく、その餌となるナスの害虫ではないアザミウマ類を殺していたことになる。慣行防除圃場では、ヒメハナカメムシ類を殺すだけではなく、その餌となるアザミウマ類をも殺すことで、天敵の定着や働きを大きく阻害していたのである。ナスの害虫でも天敵でもない“ただの虫” (indifferent or neutral insects) の存在が天敵類の定着や発生と密接に関連していることは、農業生態系における生物多様性の重要性という大きな示唆を含んでいる。

天敵保護から強化へ

福岡県で実施した露地ナスでの実証試験はヒメハナカメムシ類の保護を目的としていたが、露地では多様な種類の天敵さらに天敵でも害虫でもない虫が関わっていることが示唆された。そのため、全くではないが土着天敵の関わりが少ない施設栽培での天敵利用とは異なり、天敵を含めた多様な生物群集をどれだけ圃場に維持できるかが、害虫管理の安定性に関連すると考えられた。保全的生物的防除の展開により注目されるようになった生息場所管理 (Landis et al., 2000) の取組みとして、緑肥作物やカバークロップ、山野草のフラワーベルト、天敵温存植物などの有用性が指摘されている。ヒメハナカメムシ類では餌のアザミウマ密度が低下した時 (IPM としては部分的な成功)、続いて起こるヒメハナカメムシ類の死亡や移出による密度低下を防ぎ、天敵を圃場にとどめるためにオクラなどの様々な作物 (松原ら, 2015) や花の効果 (大野ら, 2015) を検討してきた。その中でもオクラの真珠体や花蜜や花粉に富むバジル類を露地ナス圃場に植栽することで、ヒメハナカメムシ類個体群の持続性が高まることを明らかにしている。また、バジル類はヒラタアブ類などを圃場に誘引、とどめることで、アブラムシ類に対しての密度抑制効果を引き出すことを見出している。天敵温存植物の植栽を通して、保護した天敵の強化が実現すれば、農家圃場での土着天敵を介した生態系サービス (自然制御) の導入という IPM で提唱された技術が現実的になる。

アグロエコロジ的なアプローチを進める研究では、IPM ではない観点を強調する動きもある。タイトルに掲げたように IPM の限界は多くの研究者が指摘するところであるが、農家圃場での実行性という点では IPM ピラミッドの基礎とも言える予防的防除の取組み、特に保全的生物的防除を含めた技術の構築を進める必要がある。また、生息場所管理を含めた植生による天敵の強化の最大の魅力は、それが予防技術であり、農家が苦手とする害虫モニタリングなどによる意思決定を必要としないことである。IPM に替わる技術が必要なのかを議論する前に、IPM 技術の進化に期待したい。

最後に

筆者の土着天敵利用に関する研究は福岡県農業総合試験場病害虫部の野菜花き病害虫研究室在職時に始めたものである。農家露地ナス圃場での密度調査、ヒメハナカメムシ類やアザミウマ類の同定作業などの多大な労力を要し、同研究室の嶽本弘之氏の協力が不可欠であった。同氏は県を退職

後、アリスタライフサイエンス社にてフィールドアドバイザーとして IPM に取組まれ、この9月に逝去された。同氏の IPM 普及への取組みと情熱に思いをはせながら、ご冥福をお祈りしたい。

引用文献

- Collier, R. (2023). Pest insect management in vegetable crops grown outdoors in northern Europe—approaches at the bottom of the IPM pyramid. *Frontiers in Horticulture*, 2, 1159375.
- Dara, S. K. (2019). The new integrated pest management paradigm for the modern age. *Journal of Integrated Pest Management*, 10(1), 12.1–9.
- Deguine, J. P., Aubertot, J. N., Flor, R. J., Lescourret, F., Wyckhuys, K. A., & Ratnadass, A. (2021). Integrated pest management: good intentions, hard realities. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 41(3), 38.
- Ehler, L. E. (2006). Integrated pest management (IPM): definition, historical development and implementation, and the other IPM. *Pest management science*, 62(9), 787–789.
- Frische, T., Egerer, S., Matezki, S., Pickl, C., & Wogram, J. (2018). 5-Point programme for sustainable plant protection. *Environmental Sciences Europe*, 30, 1–17.
- Hokkanen, H. M. (2015). Integrated pest management at the crossroads: science, politics, or business (as usual)? *Arthropod-Plant Interactions*, 9(6), 543–545.
- 柿元一樹, 松比良邦彦, 井上栄明, 中島純, 伊藤由香, 安部順一郎, 大田泉, 水谷信夫, 大野和朗, 山中聡 (2016). 露地栽培ナスのミナミキイロアザミウマ, タバココナジラミおよびチャノホコリダニに対するスワルスキーカブリダニの放飼増強法の有効性. 関西病虫害研究会報, 58, 33–40.
- Landis DA, Wratten SD, Gurr GM (2000) Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annu Rev Entomol* 45:175–201.
- Lewis, W. J., Van Lenteren, J. C., Phatak, S. C., & Tumlinson Jii, J. H. (1997). A total system approach to sustainable pest management. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 94(23), 12243–12248.
- Liebman, M., Gallandt, E. R., & Jackson, L. E. (1997). Many little hammers: ecological management of crop-weed interactions. *Ecology in agriculture*, 1, 291–343.
- 松原成隆, 大野和朗, 平岡由梨佳, 北原結花, 小森大介(2015) 保全的生物的防除を組み入れた IPM 体系～捕食者個体群の持続性. 九州病害虫研究会報. 61:96p. (講演要旨)
- 永井一哉 (1990). 露地栽培ナスにおけるハナカメムシ *Orius* sp. によるミナミキイロアザミウマの密度抑制効果. 日本応用動物昆虫学会誌, 34(2), 109–114.

- 永井一哉 (1991). 露地栽培ナスでのミナミキイロアザミウマの総合防除の体系. 日本応用動物昆虫学会誌, 35(4), 283-289.
- Nemoto, H. (1995). Pest management systems for eggplant arthropods: a plan to control pest resurgence resulting from the destruction of natural enemies. Japan Agricultural Research Quarterly, 29, 25-25.
- 根本 久 (1995) 天敵利用と害虫管理. 東京. 農文協. pp.181
- 大野和朗 2009. 土着天敵保護による生物的防除. 仲井まどか・大野和朗・田中利治編著「バイオロジカル・コントロール―害虫管理と天敵の生物学―」. 朝倉書店, 東京, pp. 51-65.
- 大野和朗, 嶽本弘之, 河野一法, 林恵子(1995). 露地栽培のナスにおけるミナミキイロアザミウマの総合防除体系の有効性: 現地農家圃場での実証. 福岡農総試研報. 14:104-109.
- Ohno, K., & Takemoto, H. (1997). Species composition and seasonal occurrence of *Orius* spp.(Heteroptera: Anthocoridae), predacious natural enemies of *Thrips palmi* (Thysanoptera: Thripidae), in eggplant fields and surrounding habitats. Applied entomology and zoology, 32(1), 27-35.
- 大野和朗, 西本健, 今別府直央, 重富紀里佳, 松原成隆, Chandrima Emtia (2015) 天敵温存植物を活用した土着天敵の強化～天敵温存植物の評価九州病害虫研究会報. 61:96p. (講演要旨)
- Peterson, R. K., Higley, L. G., & Pedigo, L. P. (2018). Whatever happened to IPM?. American Entomologist, 64(3), 146-150.
- Stenberg, J. A. (2017). A conceptual framework for integrated pest management. *Trends in plant science*, 22(9), 759-769.
- Stern, V.M., R. F. Smith, R. van den Bosch, & K. S. Hagen. 1959. The integrated control concept. Hilgardia, 29: 81-101.
- 高井幹夫(1998) 在来天敵を利用した露地ナス害虫の防除 II. ヒメハナカメムシ類を利用した防除体系による主要害虫の制御. 高知農技セ研報 7 : 29-38.
- Takemoto, H. & Ohno, K. (1996). Integrated pest management of *Thrips palmi* in eggplant fields, with conservation of natural enemies: Effects of surroundings and thrips communities on the colonization of *Orius* spp. In Proceedings of the International workshop on pest management strategies in Asian monsoon agroecosystems. Kyushu National Agricultural Experimental Station, Kumamoto, pp.235-244.

マイコウイルスによる病害防除および虫害防除の新知見

森山裕充（東京農工大学大学院農学研究院生物制御科学部門教授）

作田康平（日本学術振興会特別研究員(PD)）

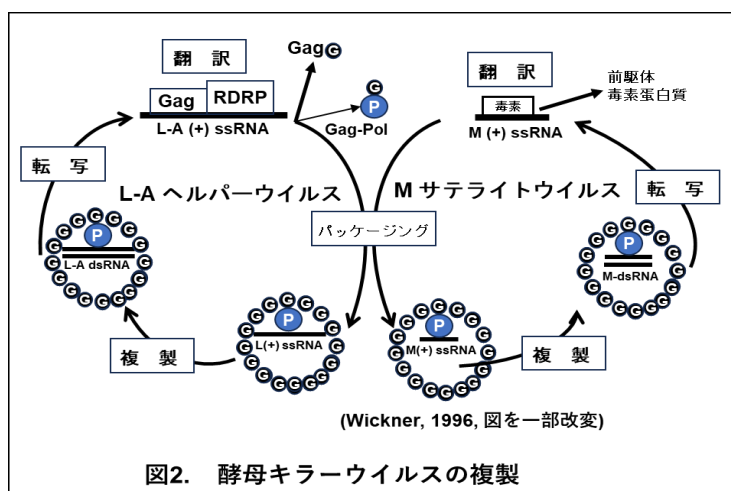
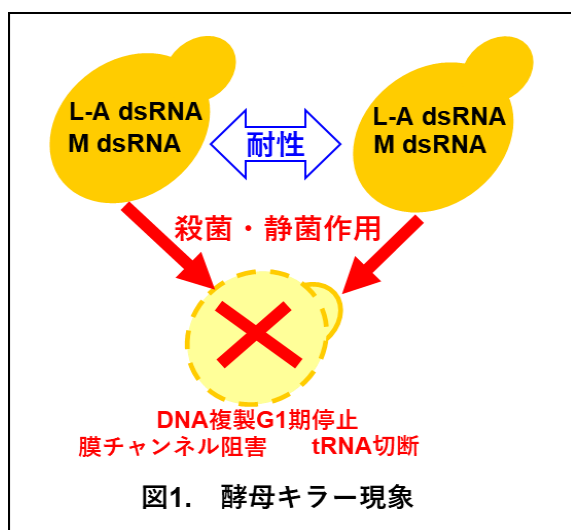
はじめに

マイコウイルスは *Agaricus bicupolas* で最初に発見された。その後、ペニシリン生産する青カビ *Penicillium chrysogenum* からも見つかリ、醸造業界では雑菌を殺すキラー因子として酵母からも発見された。植物病原菌では最初にイネいもち病菌などで発見されたが、その後、欧米ではクリ胴枯れ病菌、国内では白紋羽病菌、中国では菌核病菌で、それぞれの病原菌に感染するマイコウイルスのうち宿主菌を弱毒化するものが生物防除資材としての利用が試みられてきた。近年、昆虫病原菌においては宿主菌に環境中のストレス耐性を付与するマイコウイルスも報告されており、防除技術として活用することが期待される。

1. 酵母キラーウイルスの維持機構

農作物を原料とする醸造プロセスにおいて、発酵槽に混入した雑菌を殺す、或いは生育を抑制する“キラー酵母菌”は安全性の高い有用なバイオコントローラーとして利用されてきた（図1）。キラー現象を起こす正体は2種のdsRNA成分であり、L鎖dsRNAのゲノムサイズは約4.5 kbpであり、細胞質中でL-Aウイルスが増殖するために必要な外皮タンパク質(Gag protein)とRNA複製酵素(RNA dependent RNA polymerase: RdRP)をコードする。M鎖dsRNAのサイズは約1~1.5 kbであり、様々な蛋白質をコードするメッセンジャーRNAがM鎖と成り得るが、M鎖単独では複製、増殖が出来ない。従ってM鎖dsRNAの維持にはL鎖dsRNAがコードする外皮タンパク質とRdRPが必要なサテライトRNAとして存在する（図2）。

キラー蛋白質をコードするmRNAを由来とするM鎖dsRNAが、L鎖dsRNAに依存しながら複製・維持される“RNA自立複製系”が派生すると“キラー酵母菌”が誕生する。酵母キラータンパク質の作用機序は、細胞壁に孔を開けるK1タンパク質や¹⁾、細胞周期をG1期で停止するK28タンパク質などが知られている²⁾。



2. 弱毒化マイコウイルスによる植物病原糸状菌の防除

2.1. クリ胴枯れ病菌 (*Cryphonectria parasitica*) マイコウイルス

19 世紀後半から 20 世紀前半にかけて、欧州と北米のクリ林に中国或いは日本から偶発的に侵入したクリ胴枯れ病菌が猛威を振るったが、欧州では病原力の低下した弱毒化クリ胴枯れ病菌が次第に分離されるようになった。1975 年には弱毒化クリ胴枯れ病菌と通常クリ胴枯れ病菌を対峙培養法により菌糸融合させて、細胞質を混合すると弱毒化形質が伝播し得ることが証明され、この“弱毒化を齎す細胞質因子”はバイオコントロールとしての利用が考案された³⁾。その後、弱毒性(hypovirulence)を付与した細胞質因子の正体は 12.7 kb のプラス鎖 RNA ウイルスの dsRNA であることが証明され、ハイポウイルスと命名され *Hypoviridae* 科として定義された。欧米では 1990 年以降に、その典型種である *Cryphonectria hypovirus* (CHV1-EP713) がクリ胴枯れ病菌を制御する生物防除資材として活用されてきた⁴⁾。Choi らは in vitro 転写で作製した CHV1-EP713 のメッセンジャー RNA をスフェロプラストに導入して細胞内で増殖させることに成功させ⁵⁾、その後 Anagnostakis らはクリ胴枯れ病菌の染色体 DNA にハイポウイルス cDNA を組込んだ形質転換体を作製し CHV1-EP713 の細胞内自立複製系の構築に成功した⁶⁾。防除方法としてはクリ樹木の幹にコルクボーラ打ち抜き法で強毒菌株を接種した後、その周辺領域に CHV1-EP713 感染菌株を八方を囲い込むように接種する。実際に、鈴木らにより 2 か月後に樹上の病斑拡大が抑制され、樹木も枯死しない効果が得られることが確証された⁷⁾。欧州ではこの防除法は病害管理の適応策として実際に活用されている。

2.2. 白紋羽病菌マイコウイルス

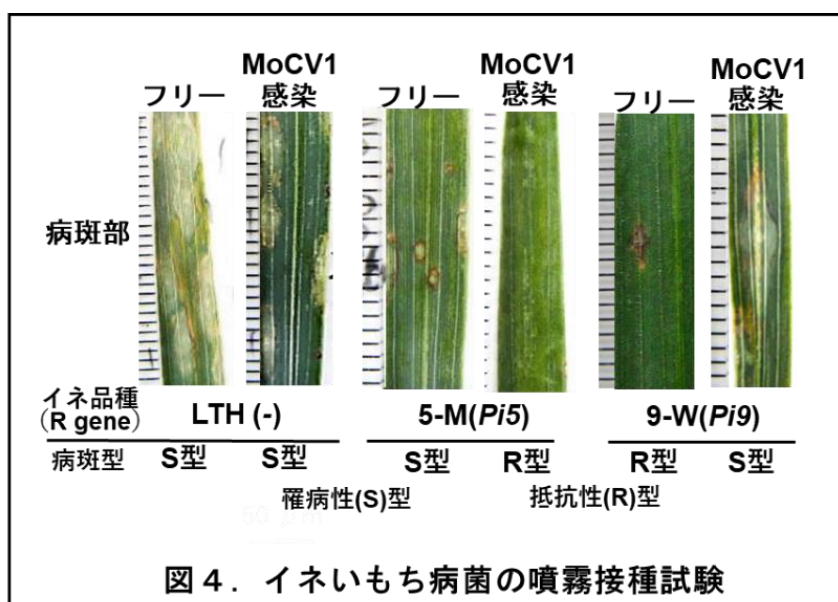
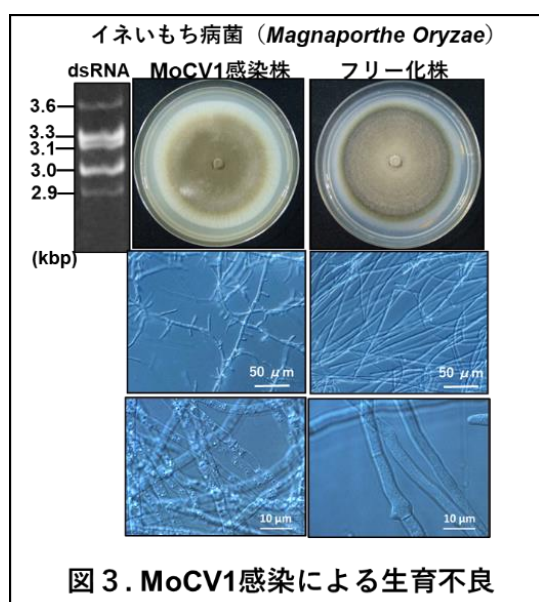
果樹の根に重大な土壤病害を齎す白紋羽病菌 (*Rosellinia necatrix*) の防除の対策の一つとして、松本はマイコウイルスによる病原力低下を利用した生物防除法を考案した⁸⁾。兼松・佐々木・八重樫らは国内の白紋羽病菌約 1000 株のスクリーニング多種多様な新種ウイルスを見出した^{9),10)}。兼松・佐々木・千葉らはウイルス接種法としてプロトプラストを介したウイルス粒子感染法の確立に成功し^{11),12)}、レオウイルスとメガビルナウイルスが白紋羽病菌を顕著に弱毒化することを明らかにした¹³⁾。白紋羽病菌の形質転換系も確立され、マーカー遺伝子を付与した菌に対峙培養でウイルス移行する方法が確立された¹⁴⁾。また池田らにより、培地中への亜鉛添加により菌糸不和合性の際に生じる細胞死を遅延させ、ウイルス伝搬率を向上する技術が確立された¹⁵⁾。実際にポット植のリンゴ苗による治療試験、野外でのリンゴ幼樹における接種試験において、和合性のメガビルナウイルス感染した白紋羽病菌を弱毒化株として処置すると強病原力の白紋羽病菌にウイルスが移行して発病が抑制されることより、ウイルス治療剤としての可能性が期待される。

2.3. イネいもち病菌弱毒化マイコウイルス

著者らはベトナムカントー地方で採集したイネいもち病菌から、2.9~3.6 kbp に亘る 5 分節の 2 本鎖 RNA のゲノムを直径約 35nm の球状粒子内に有する *Magnaporthe oryzae* chrysovirus 1 (MoCV1) を同定し、*Chrysoviridae* 科ベータクリソウイルス属として分類した。MoCV1 はイネいもち病菌に、アルビノ化、異常な色素沈着、気中菌糸の減少、異常な菌糸の分枝などの生育阻害を齎すマイコウイルスとして報告された^{16),17)}。MoCV1 の dsRNA ゲノムは液体培養中に菌糸細胞内だけでなく、培養上清中にも存在することを発見し“一般にマイコウイルスは細胞外フェーズが無い”という通説とは異なる特徴を見出し¹⁶⁾、細胞外フェーズを利用したウイルス散布防除法も考案された。浦山らは MoCV1 の外被タンパク質をパン酵母細胞内で異種発現す

ると生育阻害が生じ¹⁸⁾、ヒト病原性真菌クリプトコックスで異種発現させた場合でも生育阻害を齎すことを見出し¹⁹⁾、異種発現させたウイルスタンパク質の凝集体が細胞毒性を付与することも明らかにした²⁰⁾。

イネいもち病菌の感染は付着器形成後、侵入菌糸を伸ばしてイネ葉に侵入する。侵入の際には付着器内の膨圧は 8 Mpa までに達するが、その際にはメラニンの蓄積が必要となる。東浦と林靖によりメラニン生合成の中間化合物であるシタロンの存在を分析した結果、MoCV1 感染株ではシタロン生合成が起きないことが明らかにされ、MoCV1 感染によるアルビノ化の要因が明らかにされた²¹⁾。相原らによるイネ葉への噴霧接種による病原性試験では、MoCV1 感染株は MoCV1 フリー化株に比べ、葉上の病斑形成面積は減少し、病原力の低下を示した²²⁾。尚、イネ側の抵抗性遺伝子(R gene)によっては MoCV1 感染株の方がフリー化株よりも強い病原力を示すという逆転現象もあり(図5、9-W (Pi9)、いもち病菌側の非病原力遺伝子(AVR 遺伝子)の発現に MoCV1 感染が影響することが示唆された²²⁾。



3. 宿主菌を強毒化するマイコウイルス

3. 1. ナシ黒斑病菌に感染するマイコウイルス

AK 毒素は 20 世紀などシロナシ系統の感受性品種の葉や果実に 24 時間以内に激しい黒斑病を起こす。著者らはナシ黒斑病菌 *Alternaria alternata* Japanese pathotype (鳥取大児玉より分譲) から数種類のマイコウイルスを検出したが、このうちベータクリソウイルス AaCV1 が感染すると宿主菌の菌糸成長が著しく抑制されるが、20 世紀ナシ葉や果実に、AaCV1 治癒株よりも、激しい黒斑病を起こして強毒化を付与することを江草らと見出した。さらに AaCV1 感染菌株の発芽胞子は AaCV1 治癒株と比較して約 13 倍量の AK 毒素を産生することを石原らと明らかにし、AaCV1 感染による強毒化現象の一因が解明された²³⁾。

3. 2. 動物に感染する病原糸状菌を強毒化するマイコウイルス

Kotta-Loizou らは昆虫病原糸状菌 *Beauveria bassiana* にポリマイコウイルス(BbPmV)が感染すると菌糸成長が少し促進され、高温や UV 照射などのストレス耐性を付与し、さらにその胞子をハチノスツツリガの幼虫に噴霧試験を施すと有意に致死率が向上し、宿主菌を僅かに強毒化することを発見した^{24, 25)}。免疫機能

が低下したヒトに感染する *Talaromyces marneffe* は東南アジアで致死性の高い全身性真菌症を引き起こすが、この菌にパルティティウイルス (TmPV1) が感染するとマウスに対する病原性が亢進され強毒化する²⁶⁾。弱毒化に比べると強毒化するマイコウイルスの事例は少ないが、昆虫病原糸状菌を強毒化し得るマイコウイルスは、その活用が期待される²⁵⁾。

4. 薬剤感受性を変動させるマイコウイルスなど

Niu らはカンキツ緑カビ病菌に *Penicillium digitatum* polymycovirus 1 (PdPmV1) と *Penicillium digitatum* Narna-like virus 1 (PdNLV1) が感染すると、イミダゾール系殺菌剤プロクロラズに対する感受性が増加することを示した²⁷⁾。マンゴー軸腐病を起こす *Diaporthe pseudophoenicicola* に感染する *Diaporthe pseudophoenicicola* chrysovirus 1 (DpCV1) も同様に宿主菌のプロクロラズに対する薬剤感受性を増加させる²⁸⁾。上述したナシ黒斑病菌に感染する AaCV1 と相同性の高い AaCV-AT1 は、スイカ葉枯病を起こす *Alternaria tenuissima* にテブコナゾールとジェフィノコナゾールに対する薬剤感受性を増加させた²⁹⁾。著者の研究グループの後藤はイネいもち病菌に感染する MoCV1 が薬剤感受性に与える影響について、特に分生子発芽や付着器形成、メラニン化に着目し、またイネ葉を用いた接種試験による MoCV1 と薬剤感受性の関係を調査中である。

植物病原卵菌においては、*Globisporangium ultimum* にトチウイルス様マイコウイルスが感染すると、RNA ポリメラーゼ I 阻害剤メタラキシルに対する感受性が増加させた³⁰⁾。内田らはアスパラガス分離疫病菌 (*Phytophthora* sp.) に、長鎖 RNA (約 14 kb) をゲノムとする 2 種のエンドルナウイルス *Phytophthora endornavirus* 2 (PEV2) と *Phytophthora endornavirus* 3 (PEV3) が感染すると、細胞壁合成阻害剤のベンチアバリカルブイソプロピル、Quinone outside Inhibitor (Qoi) であるファモキサドン、多作用点殺菌剤であるクロロタロニルに対する感受性を増加することを見出した³¹⁾。尚、これらエンドルナウイルスが感染すると菌糸成長は抑制されるが、遊走子嚢形成は促進されるなど、宿主の成長や発生分化にも影響を与えることが示された。

エンドルナウイルスはイネ、ピーマンなど多くの健全な農作物に世界中で広く分布するが^{32),33)}、その機能は未だ不明である。2023 年に著者の研究グループの作田は疫病菌エンドルナウイルスの cDNA 全長クローン作製を、パン酵母遺伝子相同組換え法で成功させており³⁴⁾、異種遺伝子発現系による細胞レベルでの機能解析法による薬剤感受性のメカニズムの研究の進展が期待される。

引用文献

- 1) Bussey H. Mol. Microbiol. Oct;5(10):2339-43. (1991).
- 2) Manfred, J., et al: Microbiology, 142, 2655-2662. (1996).
- 3) Van Alfen, N.K., et al.: Science. Vol. 189(4206):890-1. (1975).
- 4) Heiniger U, Rigling D. Annu Rev Phytopathol 32:581-599. (1994).
- 5) Choi GH, Nuss DL. Science 257:800-803. (1992).
- 6) Anagnostakis, S.L., et al.: Phytopathology 88:598-604. (1998).

- 7) Suzuki, N., et al.: J Virol. Vol. 95(6). E01962-20. (2021).
- 8) Matsumoto, N. JARQ 32: 31-35. (1998).
- 9) Kanematsu, S., et al.: Phytopathology 94: 561-568. (2004).
- 10) Sasaki, A., et al.: Arch. Virol. 151: 697-707.
- 11) Chiba, S., et al.: J. Virol. 83: 12801-12812. (2009).
- 12) Yaegashi, H., et al.: FEMS Microbiol. Ecol. 83: 49-62. (2013).
- 13) Pliego, C., et al.: Fungal Genet. Biol. 46: 137-145. (2009).
- 14) Kondo, H., et al.: Viruses of the white root rot fungus. Adv. Virus Res. 86: 177-214. (2013).
- 15) Ikeda, K., et al.: Appl. Environ. Microbiol. 79: 3684-3691. (2013).
- 16) Urayama, S., et al.: J. Gen. Virol. 91: 3085-3094. (2010).
- 17) Urayama, S., et al.: Virology 448, 265-273. (2014).
- 18) Urayama, S., et al.: J. Virol. 86, 8287-8295. (2012).
- 19) Urayama, S., et al.: Microbiol. Immunol. 58, 294-302. (2014).
- 20) Urayama, S., et al.: Virus Res 223:10-19. (2016).
- 21) Higashiura, T., et al.: Virology 535, 241-254. (2019).
- 22) Aihara, M., et al.: J. Gen. Plant Pathol. 84, 92-103. (2018).
- 23) Okada, R., et al.: Virology 519, 23-32. (2018).
- 24) Kotta-Loizou, I., Coutts, R.H.A.: PLOS Pathogen, 1006 183 January 23, (2017).
- 25) Rueda-Mallo, F. et al., J. Invert. Pathol. 209. 108251. (2025).
- 26) Lau, S.K.P., et al.: mBio 9: e00947-18. (2018).
- 27) Niu, Y. et al.: Sci Rep 8, 551. (2018).
- 28) Xu, G., et al.: Environmental Microbiology. Vol. 24. (9). 4274-4284. (2022).
- 29) Ma, G., et al.: Virus Research. 280. 197904. (2020).
- 30) Higuchi, A., et al.: Microbiological Research. Vol.285. 127742. (2024).
- 31) Uchida, K. et al.: Front. Microbiol. 12:633502. (2021).
- 32) Moriyama, H., et al.. Mol. Gen. Genet. vol.248: 364-369. (1995).
- 33) Okada, R., et al.: J. Gen. Virol. 92. 2664-2673. (2011).
- 34) Sakuta, K., et al.: Front. Microbiol. 14: 1243068. (2023).

実は相性抜群だった！

～UV-B 照射の光環境はカブリダニによるハダニ抑制効果を向上させる～

田中 雅也

（兵庫県立農林水産技術総合センター農業技術センター病害虫部課長（防除指導担当））

はじめに

施設イチゴにて、中波長域（280～315nm）の紫外線（UV-B）によるハダニの殺卵活性を利用した物理的防除法（UV 法）を開発した。しかし、株が混み合うと葉裏に UV-B が届かなくなり抑制効果は低下する。そこで、IPM の観点から、天敵カブリダニとの併用を検討した。UV 法のみ、カブリダニのみ、UV 法とカブリダニの併用を比較した結果、UV 法とカブリダニの併用で、栽培終了までハダニ密度が抑制できた。これら試験にて、UV 法（物理的防除）とカブリダニ（生物的防除）の併用による相乗的なハダニ抑制効果が確認されたので、その要因を含め、本稿にて紹介する。なお、本研究の一部は、戦略的イノベーション創造プログラム（S I P）「次世代農林水産業創造技術」（管理法人：生研支援センター）によって実施された。

1 UV-B 照射と光反射シートによる施設イチゴのハダニ防除法（以下、UV 法）の開発

1-1 UV 法とは？

農業害虫のハダニは、露地栽培では大きな被害となりにくいですが、施設（ハウス）栽培では、難防除害虫の代表格となる。施設内はビニル等で覆われているため、雨がなく適湿が保たれ、気温が安定し、紫外線が弱められ、天敵も入りにくい。これらが、施設栽培でハダニが増える要因である。イチゴ生産に最適化した施設内環境（図1左）が、ハダニにとってもパラダイスとなっているのだ。増えたハダニを防除するため農薬が多用され、薬剤抵抗性が発達し、農薬によるハダニ防除が困難となっている。とくに、ナミハダニは世界で最も薬剤抵抗性が確認されている難防除害虫である。発想を転換すると、これら施設内環境を変化させ、ハダニの生育に不利になるようにすれば、より楽に防除ができ、農薬の使用回数も減らすことができる（図1右）。今回は、これら環境要因のうち、光（UV-B）に着目した。

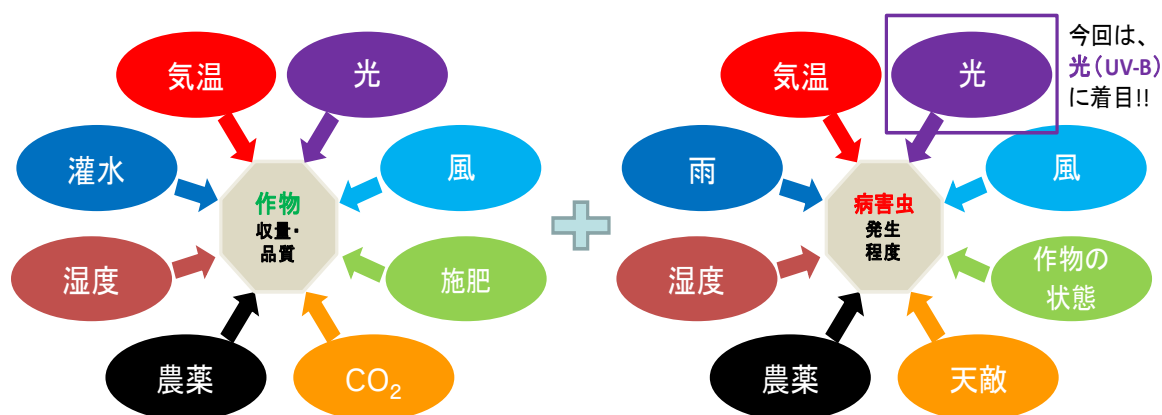


図1 これからの農業技術開発の目指す方向性

今後は、作物のための環境制御（左）に加え、病虫害（今回はハダニ）への環境の影響（右）を考慮することで、持続的で安定した生産体制の構築を可能とする技術開発が求められる。

UV-B が、ハダニに致死的な影響を与えることが報告されている。一方、病害分野では、UV-B ランプによるイチゴうどんこ病対策が確立している¹⁾。一つの UV-B ランプで、ハダニとうどんこ病を同時防除できる可能性が示されたが、うどんこ病の抑制は、誘導抵抗性による間接効果（葉の一部に UV-B が当たっても、株全体が病気にかかりにくくなる）だが、ハダニは直接、UV-B が当たらないと効果を発揮しない（直接効果）。そこで、光を反射するシートを株元に設置し、葉裏に生息するハダニに UV-B を届ける工夫をした（UV-B 照射と光反射シートの組合せ：UV 法）。

UV 法でハダニが防除できるといわれても、にわかに信じられないだろう。私も、初年度の試験（1-2 参照）で効果を確認するまで、半信半疑であった。そこで、誰にも納得いただけるように、UV 法によるハダニ抑制効果が実感できる YouTube 動画を作成した。是非、視聴していただきたい。

UV-B ランプは、UV-B 電球形蛍光灯（パナソニック ライティングデバイス株式会社製）が市販されている。光反射シートは、UV-B 領域を 90%以上、乱反射するデュポン™ タイベック® が適している。



「紫外線照射によりハダニは増えない」

<https://www.youtube.com/watch?v=BikOWJGk8HA>

1-2 UV 法による施設イチゴのハダニ防除効果（土耕栽培）と UV 法の作用機構

2012 年、試験場内（加西市）のイチゴ栽培施設（土耕栽培）にて、UV 法の実証試験を行った。初年度ということもあり、多くの光が葉裏に当たるように栽培密度は広く（条間×株間：50×35cm）、UV-B 照度も、うどんこ病の慣行よりも強く（株上で 200 mW/m²）した条件で、UV-B 照射のみ、UV-B 照射と光反射シート（UV 法）によるナミハダニ抑制効果を、無処理と比較した²⁾。UV-B ランプは、真夜中前後の 3 時間、点灯した。結果を図 2 に示す。無処理では増えたナミハダニの防除に殺ダニ剤を 2 回散布した。UV-B 照射のみでも半数以下にナミハダニを抑制できたが、株当たり 100 頭を超えたので、殺ダニ剤を 2 回散布した。UV 法では、3 月下旬からナミハダニは徐々に増え始めたが、5 月末の収穫終了まで殺ダニ剤無散布で抑制できた。

葉裏に UV-B が当たりやすい条件とはいえ、圃場において、UV 法でナミハダニ防除が可能なことが実証された。なぜ、これほどのナミハダニ抑制効果が得られたのだろうか。UV-B は生物に対して DNA 損傷や活性酸素の生成等を介して悪影響を及ぼす。ナミハダニにおいては、UV-B 照射量により各発育ステージの死亡率が決まり、卵、幼虫、雌成虫の LD₅₀ 値はそれぞれ、0.58、1.19、26.12 kJ/m²との報告がある³⁾。先の試験において、葉裏の UV-B 照射量/日は、0.24-0.57 kJ/m²であった²⁾。一番弱い卵でも、LD₅₀ 値を超えるのに数日間の照射が必要となるが、ナミハダニには光回復という修復機構があり、日が変わり太陽光が当たると、UV-B によるダメージがリセットされてしまう。幸いなことに、卵のみ、3-4 時間の暗期を挟むと光回復しないことが分かっている⁴⁾。よって、圃場における UV 法の主な作用機構は「孵化抑制」と考えられる。実際に、先の試験において、葉裏

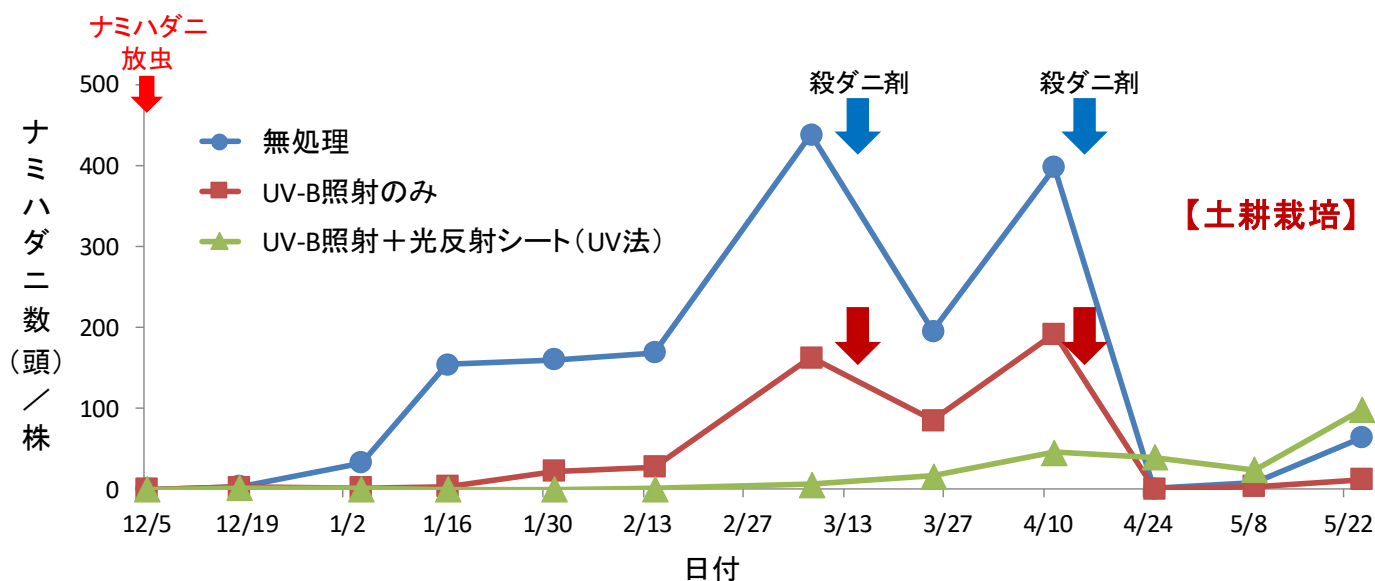


図2 UV法によるナミハダニ抑制効果（土耕栽培） Tanaka et al. 2016（改変）



図3 UV法を実施している施設の外観（左）とイチゴにおける実施状況（右）

のUV-B照度とハダニ数との間に、負の相関が確認されている²⁾。ナミハダニが生息している葉裏へ、いかに多くのUV-Bを届けることができるか、がUV法によるハダニ抑制効果を左右する。

2015年、2016年に、実用的な照射条件を明らかにする目的で、慣行栽培に近い栽培密度（30×25cm）にて、1日当たりUV-B照射量を0から1.73 kJ/m²までの間の4段階とし、それぞれの区におけるナミハダニ抑制効果を比較した。結果、UV-B照射量が多いほど抑制効果は高かったが、葉焼けの傷害（2-3参照）も発生した。これらの結果から、1.15 kJ/m²（0.12 W/m² × 3時間）がイチゴにおけるUV法の基準となることを明らかにした。しかし、この照射量においても、春になるとナミハダニ数は徐々に増えていった。

1-3 UV法による施設イチゴのハダニ防除効果（高設栽培）とUV法の弱点

イチゴ栽培では、近年、栽培ベンチを高くした高設栽培が主流となりつつある。そこで、2016年以降、高設栽培でのUV法の実証試験をしたところ、土耕栽培よりもハダニ抑制効果が劣ることが分

かった。土耕栽培では、3～4 月頃までナミハダニが抑制でき、その後、増えるものの収穫終了まで殺ダニ剤を散布しないで栽培できたが、高設栽培では、2 月頃からハダニが増え始めたため、無処理区の半数以下ではあるが、殺ダニ剤散布が必要であった。高設栽培では、①UV-B ランプとイチゴ株との距離がとれないことから株上の照度にムラができる（ランプ直下は強く、ランプ間は弱くなる）、②光反射シートの設置面積が確保できない、③条間・株間が土耕栽培より狭いため葉裏へ UV-B が届きにくい、等から UV 法の効果が不安定であることが明らかになった。

土耕栽培でもそうであったが、春になると葉数が増え、株が繁茂し、光反射シートがあっても、葉裏に UV-B が届かなくなる（葉裏 UV-B 照射量の低下）。さらに、春になり気温が高くなると、ハダニの卵期間は短くなる。つまり、UV-B を卵に照射する時間が短くなり、致死量を当てる前に孵化してしまう。このため、UV 法を実施しても、土耕では 3～4 月以降、高設では 2 月以降にハダニが徐々に増えてしまう。これが、UV 法の技術的限界（弱点）である。

2 UV 法と天敵カブリダニの併用による施設イチゴの総合的病害虫管理（IPM）の確立

2-1 高設栽培における UV 法と天敵カブリダニの併用によるハダニ防除効果

UV 法は、あくまでも物理的防除法の一つである。ハダニ抑制のメカニズムや UV 法の弱点が明らかになったところで、UV 法を基幹とした施設イチゴの総合的病害虫管理（IPM）体系の構築に取り組んだ。実は、2016 年に実施した生産者圃場（高設）での現地実証にて、想定よりも早くハダニが増えたため、殺ダニ剤を散布し天敵カブリダニを放飼したことがある。その後、速やかにハダニが減少し、最終的に圃場からハダニがいなくなった。当初、ハダニを抑制する UV-B は、カブリダニにも影響すると考えていただけに、この結果は予想外であった（最終的にハダニが抑制でき、胸をなで下ろしたのは言うまでもない）。

UV 法の照射条件（毎夜 3 時間）では、ミヤコカブリダニ卵は、ナミハダニ卵より UV-B による致死的影响は小さい^{5)、6)、7)}、ミヤコカブリダニは、ナミハダニより周囲の UV 光や可視光を避ける⁸⁾といった報告がある。そこで、「UV-B を避けたカブリダニが UV-B が届かないところで増殖したナミハダニを捕食する」という仮説のもと、UV 法とカブリダニ放飼との併用効果を検証した。

2019 年に試験場内の高設施設において、カブリダニのみ区と UV 法とカブリダニの併用区とのナミハダニ抑制効果の比較試験を実施した⁹⁾。12 月 19 日、特定の導入株（8 株/区）にナミハダニを放虫後、調査株（導入株を含め 40 株/区）の 3 複葉におけるナミハダニ数を 15 日間隔で調査した。2020 年 3 月 3 日、両区とも導入株にミヤコカブリダニとチリカブリダニを放飼し、ナミハダニと同様の個体数調査を実施した。栽培密度は 20×20cm、1 日当たり UV-B 照射量は 0.65-1.30 kJ/m²であった。結果、カブリダニ放飼後、カブリダニのみ区ではナミハダニが増加し、カブリダニの増加とともに減少に転じたが、UV 法とカブリダニの併用区では、栽培期間を通してナミハダニが抑制された（図 4）。懸念されていた UV-B がカブリダニに与える悪影響は、みられなかった。連続照射では、ミヤコカブリダニ卵はナミハダニ卵より UV-B による致死的影响は大きい¹⁰⁾、UV 法の環境（夜間 3 時間、毎日照射）ではナミハダニ卵、ミヤコカブリダニ卵の LD₅₀は 0.18、0.24 kJ/m²となり、見事に逆転する⁷⁾。実際、上記の試験でも、卵の推定死亡率は常にミヤコカブリダニで低くなった（表）。これは、ナミハダニよりカブリダニの卵期間が短いことに起因していると考えられ

る。

また、カブリダニ放飼後に、カブリダニのみ区ではナミハダニ寄生株率が急増したのに対し、併用区では緩やかに増加した⁹⁾。UV 法の環境下では、ナミハダニは分散しにくいのかもしいない。さらに、ナミハダニとカブリダニの空間分布を分析したところ、UV 法によりナミハダニとカブリダニが同じ葉にいる（分布が重なっている）傾向が確認できた⁹⁾（図 5）。これらから、UV-B 照射が、カブリダニによるナミハダニの捕食を促進している可能性が示唆された。これらは上述の仮説を支持し、UV 法により捕食者の「数の反応」が強化され、カブリダニの捕食効率が向上すると考えられ、両技術の併用により相乗効果が得られたと考えられる。

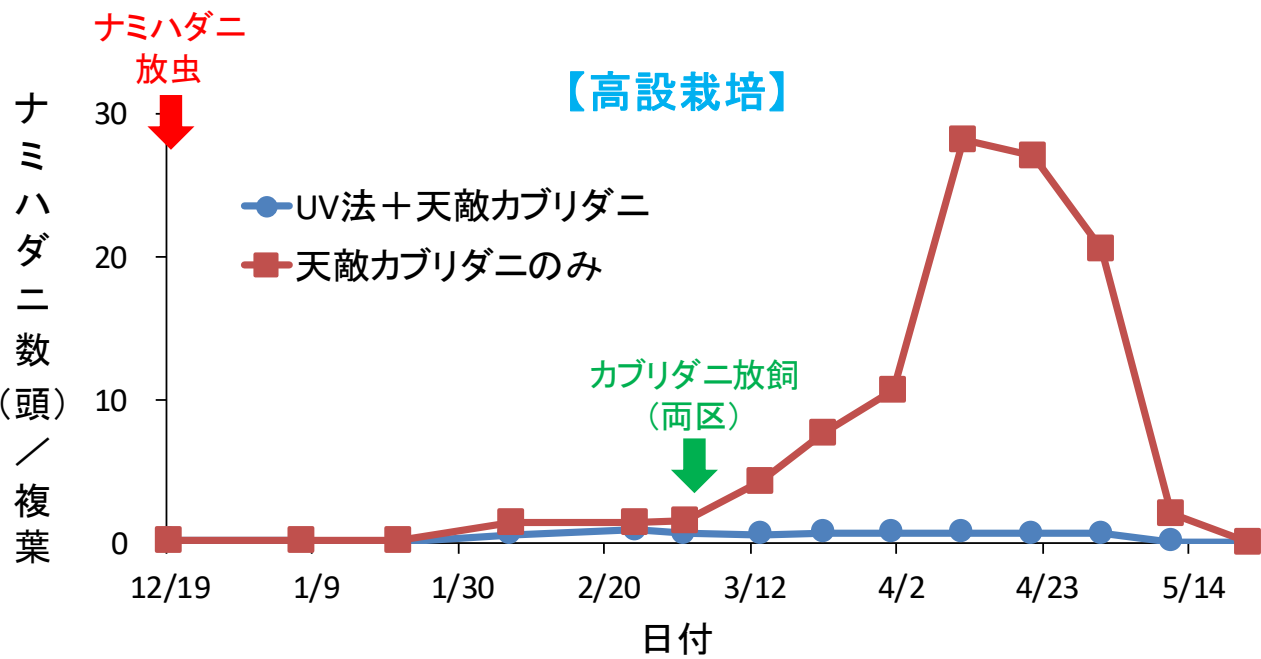


図 4 UV 法と天敵カブリダニの併用によるナミハダニ抑制効果（高設栽培）
Tanaka et al. 2024（改変）

表 高施設における UV-B に弱い卵期間（※）に照射された葉裏の UV-B 照射量（kJ /m²）と卵の推定死亡率（括弧内：％） Tanaka et al. 2024（改変）

種類	12月	2月	4月
ナミハダニ	30.8 (100)	0.53 (68.8)	0.15 (7.6)
ミヤコカブリダニ	0.30 (53.4)	0.12 (3.6)	0.04 (0)

※ ナミハダニ：産卵後 0-50h(25℃)、ミヤコカブリダニ：産卵後 0-16h (25℃)⁷⁾

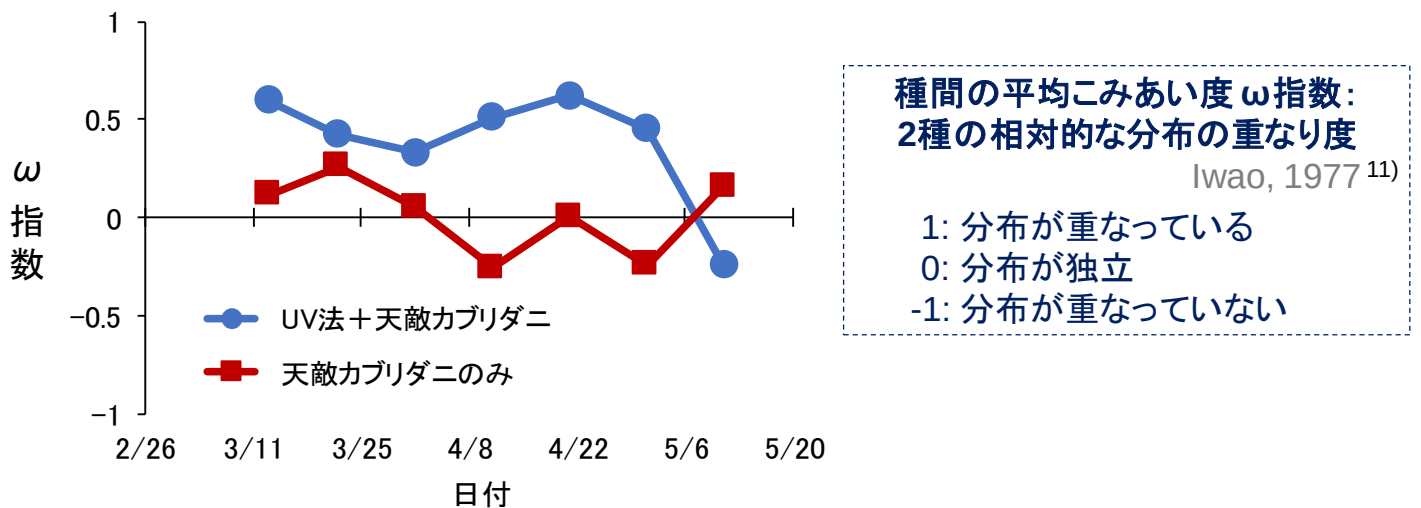


図5 ナミハダニとミヤコカブリダニの分布の重なり Tanaka et al. 2024 (改変)

2020年、試験場内の高施設において、UV法のみとUV法とカブリダニとの併用によるナミハダニ抑制効果を比較した。結果、UV法のみでは春にナミハダニが増加したが、両者の併用ではナミハダニ抑制効果が安定した⁹⁾。高設においては、カブリダニとの併用は必須である。なお、発表では、UV法とカブリダニとの併用による安定した抑制効果について、追加の結果を紹介した。さらに、カブリダニ放飼後のナミハダニとカブリダニの移動・分散についての事例を紹介したが、紙面の都合上、省略する（聞いた人はラッキーです）。

2-2 UV法によるイチゴうどんこ病及びアザミウマの抑制効果

試験場内や生産者圃場での試験において、光反射シートがあることで、イチゴうどんこ病の抑制効果が高くなる傾向が確認された。反射光により株に当たるUV-B照射量が増えることに加え、葉裏にUV-Bが当たることで、直接的な抑制効果も働いている可能性が考えられる。また、UV法により、アザミウマの発生数や被害も軽減されることを確認している。光反射シートの設置面積が多いほど軽減効果が高い傾向にあることから、UV-B照射よりも、光反射シートによる本虫の飛翔行動の攪乱が要因ではないか、と考えている。

2-3 UV法がイチゴの生育や品質に及ぼす影響

試験場内や生産者の圃場にて、UV法のイチゴ株への影響を調べた。品種による差はあるが、UV-B照射量が多いと、冬季に葉焼けの傷害がみられた。冬季はUV法の効果が期待できるので、照射時間を短くする等で対応できる。また、土耕栽培では、光反射シートの設置により地温が低下し、冬季の生育に影響することが確認された。これについては、光反射シートの設置範囲を少なくし、黒マルチを露出させ、地温を確保することで対応できる。

品質面では、UV法により、果実の色が濃く、糖度が高く、果皮が固くなる傾向がみられた。なお、果皮が固い品種だと裂皮果が増えるので、留意が必要な場合もある。

2-4 IPM 技術としてのUV 法の評価

IPM 技術としてのUV 法を評価してみた。

- ①UV法により、ハダニが急増しない ←要防除密度を高く設定できる
☆農薬使用回数の低減、天敵カブリダニの放飼適期が広くとれる、
カブリダニの放飼数が少なくても抑制できる、等のメリットがある
- ②UV法により、ハダニとカブリダニが同じ場所にいる傾向がある
←光環境がハダニとカブリダニの行動を変化させ、天敵の捕食効率を
高めている可能性
☆複数の防除法の合理的統合というIPM概念に合致(相乗効果も期待)
- ③UV法は、うどんこ病やアザミウマの抑制も可能である
←基幹防除技術として期待
- ④UV法により農薬散布が減ると、土着天敵によるアブラムシやコナジラミの
抑制が期待できるかも ←保全的生物防除に繋がる？
- ⑤UV法により、果実品質が向上する ←付加価値による普及に期待

最後に、IPM について、私見を述べて本稿を終わりにしたい。IPM では、化学的防除としての農薬も重要な技術の一つである。主に、増えすぎた場合の「切り札」としての活躍が期待されるが、薬剤抵抗性が問題となっている今、その役割を果たせる剤は限られている。UV 法により農薬散布が低減されれば、抵抗性の発達を遅らせることも可能であろう。UV 法は、薬剤抵抗性管理にとっても、重要な基幹技術になり得ると期待している。

近年、総合防除が推奨されており、複数の防除技術を組み合わせた防除体系の実証試験が各地で取り組まれている。しかし、防除効果は認められたが、どの技術が効いて、どの技術が効かなかったのか、が分からない結果が多いと感じる。既開発技術の組み合わせによる現地実証は大事だが、科学的知見に基づいた考察がなければ、生産者に無駄なコストを課すことに繋がりがかねない。

IPM は闇鍋になっては、いけない。理論に基づいた効果の検証に期待している。

告知

第413回 昆虫学土曜セミナー（2025年6月28日（土）14-17時 岡山大学農学部）にて、本内容を含め、3時間の発表を予定している。興味のある方は、ご参加を。

感謝

2024年3月、本稿を中心とした内容で博士（農学）の学位を取得した。岡山大学時代にお世話になった中筋先生、藤崎先生、京都大学で主査としてご指導くださった日本先生、そして、御退官後にもかかわらず最後まで、ご指導くださった刑部先生に、心より感謝いたします。また、本研究に携わってくださった全ての皆様に、厚く御礼申し上げます。

引用文献

- 1) Kanto T et al., *Acta Hort (ISHS)* 1049: 655-660 (2014)
- 2) Tanaka M et al., *J Econ Entomol* 109: 1758-1765 (2016)
- 3) Murata Y and Osakabe M, *J Insect Physiol* 59: 241-247 (2013)
- 4) Murata Y and Osakabe M, *Exp Appl Acarol* 63: 253-265 (2014)
- 5) Nakai K, Murata Y and Osakabe M, *Environ Entomol* 47: 140-147 (2018)
- 6) Yuan L and Osakabe M, *Photochem Photobiol* 96: 877-882 (2020)
- 7) Yuan L and Osakabe M, *Pest Manag Sci* 78: 4314-4323 (2022)
- 8) Tachi F and Osakabe M, *Environ Entomol* 43: 787-794 (2014)
- 9) Tanaka M et al., *Pest Manage Sci* 80: 698-707 (2024)
- 10) Tachi F and Osakabe M, *Naturwissenschaften* 99: 1031-1038 (2012)
- 11) Iwao S, *Res Popul Ecol* 18: 243-260 (1977)

生物防除部会

2024 年度 第 3 回講演会のお知らせ

生物防除部会 2024 年度第 3 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

開催日時 : 2025 年 2 月 26 日 (水曜日) 13 時 00 分 ~ 17 時 10 分
会 場 : 東京農業大学世田谷キャンパス国際センター2 階榎本ホール
および Zoom ミーティングによるハイブリッド形式

演題 1 「ブラジルにおけるバイオペスティサイドとバイオスティミュラントの興隆の理由とは？」

和田 哲夫

(ジャパンアイピーエムシステム㈱) / 東京農大総合研究所生物防除部会副会長)

(講演要旨)

2023 年の秋 (ブラジルでは、春) に訪伯した際、同国の化学農薬の市場が 1 兆円を数年まえに超えていたことは知ってはいたものの、生物防除やバイオスティミュラントの利用が拡大していることについては、わずかに耳にするばかりであった。驚くべきことに 2022 年には、この二つの分野の販売金額はすでに 1000 億円に達していたということであった。現地を巡回する機会に恵まれたため、日本の生物防除、バイオスティミュラントの発展にも役立つ情報を入手したので、その概要について説明する。簡潔に述べれば、その理由は、野外作物での利用の拡大、登録制度の柔軟性、企業間の競争による市場拡大である。

13:00 ~ 14:00

演題 2 「共生微生物の定着による植物免疫プライミングのメカニズム」

仲下 英雄

(福井県立大学生物資源学部)

(講演要旨)

病原菌や害虫の攻撃を契機として全身的に誘導される病害抵抗性の誘導と制御では、サリチル酸やジャスモン酸等の植物ホルモンが重要な役割を担っているが、これらの病害抵抗性と生育はトレードオフの関係にある。一方、生育と両立可能な全身性病害抵抗性として植物免疫機構のプライミングが知られ、これは自然界ではアーバスキュラー菌根菌等の共生微生物の定着によって誘導される。本講演では、植物免疫プライミングにおける病害抵抗性増強機構などのメカニズムについて紹介し、その活用可能性について議論する。

14:00 ~ 15:00

< 休 憩 >

15:00 ~ 15:10

演題 3 「微生物除草剤の歴史と課題解決に向けた新展開」

泉 真隆

(京都大学大学院農学研究科農学専攻雑草学分野)

(講演要旨)

化学農薬に対する抵抗性発達や規制強化により、新たな防除技術の開発が急務となっている。その代替技術として微生物農薬が注目されているが、除草剤分野では過去に研究開発が盛んに行われたものの、期待されていた市場形成には至らなかった歴史がある。一方で、科学技術の発展や新たな微生物除草剤の上市など、近年新たな動向が見られ、微生物除草剤への期待が再び高まっている。本講演では微生物除草剤の歴史から研究開発における課題について整理し、近年の新展開を踏まえてその解決策について議論する。

15:10 ～ 16:10

演題 4 「生物農薬等を活用した総合防除 (IPM) の推進」

藤井 達也

(農林水産省消費・安全局植物防疫課)

(講演要旨)

改正植物防疫法に基づく総合防除 (IPM) の推進や、みどりの食料システム戦略に掲げる化学農薬使用量の低減目標に資する取組の 1 つとして、生物農薬やフェロモン剤等の利活用が期待されている。また、農薬登録規制を含む環境負荷低減や持続可能性を意識した農業政策等により、世界の生物農薬市場は今後も着実な拡大が見込まれている。我が国における生物農薬等の登録推移や出荷状況、普及拡大に向けた官民での取り組み等について、植物防疫に関する国際的枠組みやアジア・太平洋地域における生物農薬の利用状況を交えながら紹介したい。

16:10 ～ 17:10

＜ 懇親会 ＞

17:30 ～

講演会終了後、演者の皆さんを囲んで懇親会を行います。

参加を希望される方は会場で講演会参加申込の際懇親会への参加有無をお知らせ下さい。(参加費 3,000 円)

＜ 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方は、当会のホームページ (<http://www.ipm-bio.jp/>) より申込フォームにアクセスし、必要事項をご記入の上ご登録ください。申込フォームは 1 月下旬以降作成予定です。オンライン 参加の方には開催日までに Zoom の接続情報をメールでお知らせ致します。