

談話室

難防除害虫研究の思い出(21)

—天敵ウイルスを用いたハマキムシ類の防除—

つくば晴耕雨陶苑 佐 藤 威

はじめに

リタイアを機に殆どの資料を処分し、さばさばした気分です晴耕雨陶の日々を楽しんでいる。そんなところに突然、後進の参考になるような難防除害虫研究の思い出を書いて欲しいという依頼を受け、大いに戸惑っている。

そもそも主題に合致するような研究に従事したことがあったらどうかと自問し、いったい難防除害虫とは何を指すのかということになってしまった。所属していた学会の学術用語集を覗いてみても、「害虫」は載っていても、「難防除害虫」なる術語は見あたらない。ただ曖昧ではあるが、この慣用語の持つ意味合いは理解できる。

果実を吸汁加害するカメムシ類などは、正しくこれに該当するのであろう。カメムシ対策は農研機構果樹研究所を中心とする新進の研究者達が鋭意かつ精力的に研究を推し進めているが、発生源が果樹園外のこともあって、いまだに手を焼いている状況であるという。

防除の難易の判定は、被害の許容レベルの高低とともに有効な防除法が確立されているか否かなど、主観的な判断に委ねられているのだろう。そして今もって防除法の主軸となっているのは化学合成殺虫剤の散布である。

I 時代背景

きわめて効果的な防除剤である化学合成殺虫剤にも弊害が伴うことを、米国のレイチェル・カーソン女史は1962年に著した *Silent Spring* (沈黙の春) の中で指摘し、全世界に衝撃を与えた。いわゆる 4R* の弊害である。さらに最近では環境ホルモン (内分泌攪乱物質 *Endocrine disrupter*) としての作用も取り沙汰されている。

1960年代半ばからは化学合成殺虫剤に過度に依存する防除体系からの脱却を図るため、各種防除素材の開発を進め、それらを効果的に統合した総合的防除の体系化

が急務とされた。これから述べる生物学的手法の開発もそのような背景から着手された。

II 研究の経過と概要

当時すでに長野県などのリンゴ主産地の一部では有機リン剤抵抗性を帯びたコカクモンハマキによる傷果「ナメリ果」(図-1)が多発し、その対策が憂慮されていた。

その頃コカクモンハマキは斑紋や習性などより、主にリンゴなどに寄生するリンゴ型と茶園で普遍的なチャ型に分けられていた。両型について詳細な比較検討を行っていた園芸試験場盛岡支場(当時)の本間健平博士は、それぞれ独立種として扱うのが望ましいと提案し、今では前者はリンゴコカクモンハマキ *Adoxophyes orana fasciata* に、後者はチャノコカクモンハマキ *A. honmai* として分類されている。同博士は1966年、偶然にも今でいうリンゴコカクモンハマキの病死虫を発見し、園芸試験場本場に送付した。故 於保信彦博士らは、すでに記載報告はあるものの現物は失われていた顆粒病ウイルス *granulosis virus (GV)* による病死虫であると診断し、これより分離した *GV* をリンゴコカクモンハマキ顆粒病ウイルス (*AoGV*) として1974年に報告した。

同じ頃、昆虫の性フェロモンの単離同定を目指していた農業技術研究所(当時)の玉木佳男博士らによってコカクモンハマキの簡易人工飼料と飼育方法が確立された。云うまでもないことであるがウイルスは宿主の生細胞でしか増殖できない。玉木博士らが確立した飼育技術は *AoGV* の増殖に大いに貢献した。



図-1 リンゴの「ナメリ果」(山田雅輝氏原図)

Use of Insect Viruses for Control of Leafrollers. By Takeru SATO

(キーワード:コカクモンハマキ, チャハマキ, 核多角体病ウイルス, 顆粒病ウイルス, 培養細胞)

* 農薬残留 *Residue*, 抵抗性の発達 *Resistance*, 害虫の誘導多発生 *Resurgence*, 野生生物の破壊 *Razing of wild life*.

天敵ウイルスである AoGV という素材とその宿主の飼育法の確立という両役者が揃った上に、1971 年から農水省の「害虫の総合的防除法に関する別枠研究」がスタートしたことで、研究費も確保され、AoGV の利用に関する研究が推進された。その成果として AoGV の大量増殖法の確立や、リンゴ園における散布試験による有効性の示唆などが掲げられる。さらに、AoGV の持続効果 (図-2) の解析も行われた。ハマキがウイルスに感染するには、葉上に付着しているウイルスを葉とともに咀嚼し、体内の消化管に取り込む必要がある。葉上のウイルスの活性は経時的に減衰するものの、1 年位は葉上で何とか活性が保たれる。しかし葉の寿命がつかると、これに付着していたウイルスも地面に落ちてしまう。土中では比較的安定に保たれるが、次年度以降に発生するハマキを抑制するだけの効力は発揮できない。結局、散布翌年にはハマキの発生初期に改めてウイルス散布が必要となる。ちなみに樹上での葉の寿命はリンゴなど落葉果樹でおおよそ 8 か月、常緑樹の茶樹でもほぼ 1 年であると言われている。

一方、茶主産地においてもチャの二大ハマキと呼ばれるチャノコカクモンハマキとチャハマキ *Homona magnanima* の有機リン剤に対する感受性が低下し、代替剤としてメソミル剤が用いられるようになっていた。毒性の強い薬剤であるため、事故防止策の開発が急務とされた。幸いにも 1975 年、静岡県下で採取したチャハマキ幼虫の中にウイルス感染虫が混在するのを認め (図-3)、これより顆粒病ウイルス HmGV を分離し、その増殖法も確立した。翌 1976 年から茶園のチャノコカクモンハ

マキ、チャハマキに対する AoGV と HmGV との混用効果試験を実施し、その有効性を認めた。また、1983 年にはマウスを用いた安全性に関する予備試験を行い、人畜毒性がないというデータを得た。こうした背景のもとに、1985 年から農水省農蚕園芸局植物防疫課の高度防除技術確立事業で両顆粒病ウイルスを利用した茶園のハマキ類防除技術の確立事業が鹿児島県、静岡県、埼玉県で実施され、特に鹿児島県でその有効性が高く評価された。さらに鹿児島県茶業試験場の野中寿之博士の 3 年間にも及ぶ休日返上の奮闘もあって、AoGV と HmGV の大量増殖技術は試験研究段階から普及技術へと進展した。その後鹿児島県では 1990 年からの 2 年間、低コスト防除体制整備事業 (国庫補助事業) として取り組み、茶生産組合単位の天敵ウイルスの増殖施設を整備し、ほぼ県内の茶園全域で利用可能な天敵ウイルスの生産態勢を整えた。これに伴い散布面積も急激に拡大し、要防除面積の 9 割を占める 7,500 ha に達した。散布面積が拡大するにつれ、認証機関における本格的な安全性試験の実施を求める要望が高まってきた。

しかしながら当時の我が国には微生物を主剤とする農薬の安全性試験を実施するにしても、その基準すら設定されていなかった。1 万 ha にも及びそうな防除面積の拡大によって、行政側も躊躇できない状況となり、微生物農薬の安全性試験に関するガイドラインが早急に整備され、1998 年に農水省農蚕園芸局の局長通達として開示された。この翌年、生物系特定産業技術研究推進機構の支援事業として設立されたビー・シー技術開発研究所から、AoGV、HmGV の混合剤 (供試薬剤名: BCGV-01) の安全性試験が認証機関に委託された。また、薬効試験については日本植物防疫協会を通して試験研究機関に委託された。

ガイドラインに沿った安全性試験もクリアし、茶園の

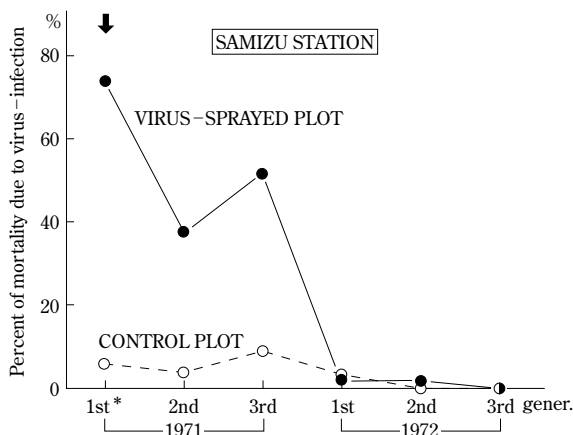


図-2 AoGV 散布後のリンゴコカクモンハマキ幼虫の感染率推移

長野県三水村での 1971 ~ 72 年データから、* : AoGV 散布世代。



図-3 顆粒病ウイルスに感染したチャハマキ幼虫体液が白濁しているため白っぽく見える。

チャノコカクモンハマキ、チャハマキに対する防除効果についても「実用性あり」の判定が得られたことから、2003年3月BCGV-01は「ハマキ天敵」の名称で農薬登録された。コカクモンハマキの天敵ウイルスAoGVの再発見から実に40年弱、チャハマキの天敵ウイルスHmGVの発見から数えても30年弱の歳月を経て、ようやく正式に生物農薬としてデビューしたことになる。開発の末席を汚した者として多少感慨深いものがあるが、同時に本剤が抱える短所が気がりでもある。

III これからの展望

天敵ウイルスは一般に選択性がきわめて高い。この特性は人畜毒性をクリアし、天敵昆虫相や生態系を攪乱することがない点で優れた長所である。反面、類似害虫が混在発生するような場合では効果が劣ることになる。今までの知見では、AoGVの宿主はコカクモンハマキ類だけに限られ、HmGVはチャハマキに限られる。茶園では主要なハマキムシはチャノコカクモンハマキとチャハマキの2種であるからAoGV、HmGVそれぞれ単用では十分な効果が期待できないが、混合することによって両種を抑えることができる。しかし、リング園のように主たるハマキがリングコカクモンハマキであっても、他に数種のハマキが混在しているような場所ではAoGVでコカクモンハマキを防げても、被害はでてしまう可能性は否定できない。また、顆粒病ウイルスに感染したハマキ幼虫は老熟幼虫期まで育ってしまう。このことは散布当世代における被害軽減効果は期待できない。次世代以降で示される密度低減効果を期待した用法となり、用いるタイミングが重要である。

一方、天敵ウイルスを増やそうとする場合、まず宿主である害虫を飼育室内で大量に増やさなければならない。昆虫の飼育は機械化・自動化が難しく、ウイルス生産も人海戦術的手法によって行わなければならない。そのため生産費が高いものになってしまう。

こうした弱点を補うべく、新たに天敵ウイルスの探索・導入を行った結果、コカクモンハマキ類に病原性を示す数種類の核多角体病ウイルス nucleopolyhedrosis virus (NPV) を得た。これらのNPVはAoGVより感染から致死までの期間が短く、利用面においては散布世代でも被害軽減効果も認められたが、宿主個体当たりのウイルス増殖量が劣り、ウイルス生産面においてAoGVより不利であった。また宿主域もAoGVと同様に狭く、コカクモンハマキ類に限られていた。

更に天敵ウイルスの生産方法の改善にも努めた。すなわち自動化を目的とした挑戦である。天敵ウイルスの生

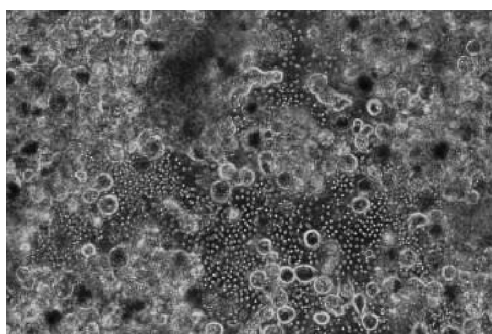


図-4 カブラヤガ培養細胞で増殖したNPVの多角体粒子 (佐藤威原図)

産と言えば先に述べたように人海戦術的で家内工業的手法に頼らざるを得ない。これが生産コストを押し上げているのは自明であった。チョウ目昆虫の自動飼育技術については養蚕分野のカイコ *Bombyx mori* で長足の進歩を見ていた。しかし家畜化された昆虫であるカイコとは異なり、種によって習性の異なる害虫での自動飼育技術の確立は難しきかと考え、まだ黎明期にあった昆虫細胞培養技術の応用を試みた。

チャノコカクモンハマキやリングコカクモンハマキをはじめとし、数種のハマキムシの細胞培養株を樹立した。得られた細胞株の天敵ウイルス感受性を調べたところ、いずれの細胞株でも顆粒病ウイルスの感染を示すような顕著な兆候は認められなかった。しかし、コカクモンハマキ類由来の細胞株がコカクモンハマキ類のNPVに対し感染が認められた。だがその感染率は低く、生産技術の開発にまで展開するには至らなかった。しかしながらその頃、裏研究として行っていたカブラヤガ *Agrotis segetum* の天敵ウイルスの利用研究では、カブラヤガ幼虫から樹立した培養細胞株を、これ用に開発した低コスト培地で培養すれば、カブラヤガ幼虫を用いた場合とほぼ同等のコストでNPV多角体(図-4)を生産できる可能性を見いだした。このことから、感染性・増殖性の高い細胞株の獲得と培地の低コスト化を図れば、昆虫細胞培養技術を用いた天敵ウイルス生産が可能となり、自動化も達成されるように思われた。

おわりに

害虫研究の目的とするところは、対象害虫の習性を知り、その防除法を開発することであろう。防除法が確立・普及してこそ研究の目的が達せられたと言えるのではなかろうか。昆虫病理学の一つの応用面として、天敵ウイルスの利用技術の確立を目指してきたつもりである

が、ウイルスという言葉には強い負のイメージが付きまわっているようで、時には意気消沈させられた。天敵ウイルスを圃場で散布しようとする時、必ず投げかけられた質問が「安全なのか？」である。

圃場に散布しようとする天敵ウイルスの安全性については、自然界由来という来歴とともに、動物試験等で十分証明されてきたにもかかわらず、ウイルスという言葉そのものにアレルギー反応を示す人が少なくはない。

現在、大学等を中心に各種の天敵ウイルスの遺伝子解析が精力的に推し進められている。その成果は天敵ウイルスの安全性を総合的に評価する上で大きく貢献するであろう。さらに宿主昆虫そのものの遺伝子解析も進め

ば、天敵ウイルスがなぜ宿主特異性を発揮するのが明らかにされるであろうし、宿主昆虫と天敵ウイルスの共進化についても言及できる可能性も秘められているように思われる。

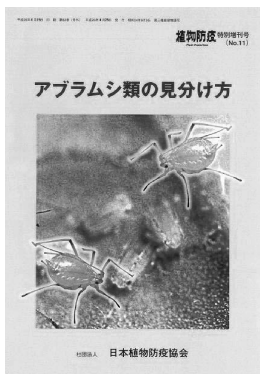
筆者は長年にわたって天敵ウイルスに触れる仕事に携わってきたが、幸か不幸か、今のところまだピンピンして晴耕雨陶に励んでいる。また先達の一人である岡田斎夫博士などは、未だに現役でバリバリ活躍し、後進をあきれさせている。長年のこれに従事した者の結語として、天敵ウイルスこそ、人に役立つ唯一のウイルスではなかろうか。

新刊

植物防疫特別増刊号 No.11 アブラムシ類の見分け方

社団法人 日本植物防疫協会 編 B5判 103ページ 口絵カラー
価格 2,520円 (本体2,400円+税) 送料100円

◆ 農作物を加害するアブラムシ類の見分け方を詳しく解説。薬剤感受性の検定法も掲載。



- § 1. 農作物のアブラムシの見分け方<総説> (宗林 正人)
- § 2. 水稲・畑作物のアブラムシ類 (鳥倉 英徳)
- § 3. 野菜のアブラムシ類 (高橋 滋)
- § 4. 果樹のアブラムシ類 (宗林 正人)
- § 5. 花きのアブラムシ類 (木村 裕)
- § 6. 緑化樹木のアブラムシ類 (宗林 正人)
- § 7. 主要アブラムシの有翅虫による見分け方 (杉本俊一郎)

付録

- 1. 果樹のアブラムシの見分け方 (宮崎 昌久)
- 2. 「果樹のアブラムシの見分け方」への補足 (宮崎 昌久)
- 3. 薬剤感受性検定法 (西東 力)

お問い合わせとご注文は

社団法人 日本植物防疫協会 出版情報グループ 〒170-8484 東京都豊島区駒込1-43-11

郵便振替口座 00110-7-177867 TEL 03-3944-1561 FAX 03-3944-2103

ホームページ <http://www.jpapa.or.jp/> メール: order@jpapa.or.jp