

談話室

難防除害虫研究の思い出(22)

—化学防除から総合防除・IPMを経てIBMを目指す—

桐 谷 圭 治

はじめに

私は1929年大阪の貴金属宝石商の長男として生まれた。旧制中学では日本のファープルといわれる蜂の研究者、故 岩田久二雄先生にてほだきをうけた。旧制姫路高校では蜂の観察に現を抜かして、やっと最後尾で進級した。1950年に京都大学に入学、姫高の先輩である故 内田俊郎先生の応用昆虫学研究室にはいった。ここで生態学、特に昆虫の個体数を扱う個体群生態学を学んだ。

I 京都大学時代と害虫化

私がIPMに関心をもつようになったのは、「化学と工業 (Chemistry and Industry)」誌に1953年9～12月に連載された「昆虫個体群の平衡と害虫の化学防除」というテーマのシンポジウム記録である。これには1952年に英国の応用生物研究者協会と化学工業学会の植物保護部会が共催したシンポジウムで発表された8編の報告がある。私は「植物防疫」(1956年6, 7月号)に「薬剤散布と昆虫相の変化：イギリス応用生物学者協会の討論会より」としてその抄訳を連載していただいた。この集会には名だたる昆虫学者が多数参加している。昆虫生理学のWIGGLESWORTH, KENNEDY, バッタのUVAROV, 生態学者のVARLEY, RICHARDS, SOLOMON, MASSEEらが演者や討論者として顔を見せている。

このシンポジウムでは大部分の演者は、農薬の盲目的な使用には反対し、選択性殺虫剤の使用の必要性を主張しているが、化学会社の研究者はDDTがもたらす負の効果より、それがもたらす利益の方がはるかに大きく、より広範囲の害虫に効果のある殺虫剤を開発すべきだと主張し、開発費用がかかり対象害虫に限られる選択性殺虫剤の開発には化学会社は興味を示さないという立場の違いが鮮明になった。

私はそのあとがきで、「殺虫剤は消火武器であって予

防武器ではない」(DECKER, 1950; ENGLISH, 1955より引用)という言葉を用いて、殺虫剤によって問題の解決が可能であるとする立場は誤っていると述べた。そして殺虫剤の使用によって生じた害虫の異常発生や新害虫の出現が我々に教えてくれたことは、害虫は多種の潜在的害虫から選抜された氷山の一角で、どのような条件で潜在的害虫が真の害虫になるかを明らかにするのが、応用昆虫学者の任務だと結んだ。

学部で2回生(旧制大学は3年間)の時、結核で1年間(1952年)休学し、右の腎臓も結核に冒され摘出手術を受けた。医療費は保険もないので医療保護を受けた。この論文の翻訳もタイプライターで原文を複写して行ったが、この原稿料も貧乏学生にはありがたかった。卒論には貯蔵穀物の害虫相の調査をすることにした。当時、農家は主食のコメや麦は自給していたが、消費者には輸入や国産の米麦類が各種の流通経路をとって消費者にわたっていた。当然、そこに見られる害虫相も異なる。近畿地方の農家、消費者、製粉所、精麦所など200軒を戸別訪問して調査させてもらった。この研究をつうじて人間の営みが害虫相やその生態に大きな影響を持つことを学んだ。

京都大学には、大学院も入れて9年半在学した。羊毛害虫や貯蔵害虫の害虫化のプロセスを明らかにするのが研究目的であった。羊毛害虫の自然の生息場所として、スズメやツバメの巣の調査をした。また検疫で発見されたココクゾウムシの系統を集めてみると、体サイズの小型化と飛翔能力の消失が並行的に起こり、害虫化に伴う形態や性質の変化をみることができた。害虫化の一つに侵入害虫がある。輸入食料や飼料は製粉・精麦・飼料工場で流通前処理される。8種の外来種は処理工場で見つかったも、農家・消費者家庭では見つからなかった。外来昆虫は、こういう室温も外気温より10℃も高い人為的な攪乱環境にまず定着し、そこから国内に広がる。現在、研究所や大学で実験動物として飼っている外来種のヒラタコクヌストモドキやスジコナマダラメイガはこのときに見つけたものだ。

A Paradigm Shift from Chemical Control toward IBM Mediated by IPM and Conservation. By Keizi KIRITANI

(キーワード：総合的生物多様性管理 (IBM), ただの虫, 害虫化, 害虫管理, 水稲害虫, 保全)

II 和歌山県農業試験場朝来試験地と ミナミアオカメムシとの出会い

1959年夏にサンカメイチュウの指定試験地、和歌山県農試朝来試験地に採用された。すでにサンカメイチュウは殆ど影を潜め実験材料にも事欠く状態で、指定試験の閉鎖は近づいていた。試験地主任の故 於保信彦氏は半年後の1960年4月に農研平塚支所に転勤され、桐谷が主任を引き継ぎ、その後任に法橋信彦氏(元 九農試地域基盤研究部長)を迎えた。サンカメイガの防除効果が上がり、白穂が減少すると、逆に穂を吸汁するミナミアオカメムシの被害が目立ってきた。同様の被害は、宮崎でも年々拡大の傾向にあった。気合いの入らないサンカメイガからこのカメムシに研究の重点を移した。実績をあげたおかげで1962年より4か年間「カメムシ類の生態と防除に関する研究」の試験地として存続することとなった。ミナミアオカメムシは政治害虫だと陰口をたたかれたものである。

朝来試験地は、木造の旧 役場を改造した伝染病棟(医者は常駐しない)の一面に間借りし、一年の大半は赤痢患者との同居で、設備も全国最低で電話もなかった。研究の方向を2つに絞った。①ミナミアオカメムシの害虫化の過程を明らかにすること。②昆虫の野外個体群動態についての本格的な研究を始めることである(桐谷・法橋, 1970)。

①は京大時代に手がけた貯穀・羊毛害虫の害虫化の研究を農業害虫に適用して、害虫化の原因・過程を明らかにして非害虫化(ただの虫化)を目論んだ。イネの早期栽培によって、春に畑作物で育った第1世代成虫の羽化期が早期栽培イネの出穂期にあたり、早期稲に集中飛来・産卵する。混作地帯ではそれ以後の世代も中、晩稲で生育が可能になる。第1世代成虫と早期稲出穂期の一致が害虫化の火つけ要因と考えられた。また畑からイネに移動の過程で、カメムシの移動力に天敵の卵寄生蜂が追いつけず、イネでは途端に寄生率が低くなる。このエスケープと、イネの混作が密度増加の大きな原因である。

②は当時の個体群生態学の最大の論争点であった自然個体群の密度は何で決まるかという命題に迫ることである。この研究では生命表の作成を中心に据えた。しかしそれだけでは違う寄主植物上の死亡率はわかって密度の比較ができないので行き詰った。偶然、越冬場所を発見し、16個所の定点調査で地域全体の密度の収支決算を知ることができた。冬は最寒月の平均気温で死亡率が決まること、繁殖期は密度依存的な制御要因で密度が調節されていることが分かった。分布北限の昆虫個体群の

密度制御機構が明らかにされた。

朝来試験地が閉鎖された2年後の1968年に「ミナミアオカメムシの個体群動態の研究」で私は日本応用動物昆虫学会賞を頂いた。「基礎的なことが最も応用的である」というのが私の信条であった。

1964年7月に英国ロンドン大学で第12回国際昆虫学会が開かれた。貯穀害虫学部門のシンポジウムへの招待を受け参加した。約2,000人の参加で日本からは過去最大の14人!が参加した。1\$ = 360円の時代で日本からの参加者は何らかのスポンサーがいた。私はライオンズクラブでの講演料、科学朝日からの原稿料、自己資金に加えて知事の交際費の一部を頂き渡航資金を作った。9月にIRRI主催のイネの重要害虫に関するシンポジウムにニカメイガの生態についての講演を依頼された。ハワイ大学と農務省からの要請でミナミアオカメムシの調査でハワイに行き、北米経由で英国に行った。

国際学会では貯穀害虫と生態学部門で計4つの講演をした。そのあとIRRIに約1か月滞在し、シンポジウムに備えた。国際学会でも5日間にわたって「合理的な害虫防除」のテーマのもと、天敵利用、選択的殺虫剤、作付体系の変更、総合防除、不妊化法、Bt利用などが取上げられた。約4か月にわたる旅行中、肌で感じたのは、1962年に出版されたRachel CARSONのSilent Spring(和訳は1964年に出版)が、至る所で話題になり、害虫防除は総合防除に向かっているし、またそうでなければならぬと確信するにいたった。

III 高知県農林技術研究所時代(1966~1979)

1 抵抗性ツマグロヨコバイの出現

1966年に和歌山での指定試験の終了と共に、高知県農林技術研究所に新たに設置された指定試験「ウンカ・ヨコバイ類の薬剤抵抗性発達機構の解明」を担当するため、法橋信彦君と九大から内地留学していた中筋房夫君(岡山大学名誉教授)を伴って赴任した。私は1979年までの14年間ここで研究に従事した。この間に研究スタッフは、川原幸夫(元 高知県南国防除所長)、笹波隆文(元 埼玉県がんセンター疫学部長)、宮井俊一(前 中央農業総合研究センター北陸農業研究監)がメンバー交代で加わった。その研究成果は農林水産技術会議成果シリーズ104号「ツマグロヨコバイ及び天敵クモ類の個体群動態とイネ萎縮病伝播機構に関する研究」として公刊された。

高知県では、BHCを使用開始した1950年の2年後からツマグロヨコバイが急増し始め、本種が媒介する黄萎病が1953年に、イネ萎縮病が1955年に大発生し、その

後恒常的に発生するようになった。ヨコバイ特効薬の有機燐剤マラソンによる共同一斉防除を1957年から開始したが、1960年にはヨコバイにマラソン抵抗性が発達して、1963～64年にかけてカーバメート系殺虫剤に切り替えられた。しかしこれらのカーバメート系殺虫剤にも1973年ごろには効果の低下が見られ、抵抗性の発達が確認されるに至った。

指定試験はこれに対処するため設置されたが、抵抗性の発現機構を解明しても、新農薬の開発の後始末をするだけであり、むしろ抵抗性の発達を抑えることを研究の目標にするべきだと思った。またたとえ抵抗性が発達しても、害虫密度を低く保持できれば実害がない。そのためには、農薬一辺倒から脱却して、天敵などの自然の制御要因も利用し、農薬も天敵などに影響の少ない選択的農薬を必要最小限に使う、いわゆる総合防除(Integrated Pest Control)を目指すべきだと考えた。

総合防除も、初めは天敵と農薬をいかに調和的に使うかという単純なことだったが、フェロモンや天敵農薬などの各種の防除手段を使って害虫とそれを取り巻く天敵を含む環境を全体として、システムとして扱わなくてはいけないことから、総合防除から総合的害虫管理(IPM)に発展した。しかし当時はまだIPMという用語はなかった。総合防除(Integrated control)とIPM(Integrated Pest Management)の違いは、防除は一方的・作用的な作用に対し、管理は利用手段の長所と短所の正負のトレードオフを念頭に置いたシステムの最適化という違いがある。FAOによるIPMの定義は、あらゆる防除技術の統合的利用、経済的被害許容水準(EIL)の設定、害虫密度を長期にわたって低く維持するという3つの要素から構成されている。ここには、環境問題に対する問題が入っていないので、4番目に防除手段による環境負荷低減問題も加えるべきだとした(桐谷・中筋, 1971; 1977)。日本農薬学会の設立記念号に寄稿した「農薬と生態系」(桐谷, 1975)では、「これからの農業は、農生態系の多様性・安定性・生産性をいかに両立し、かつ適正に管理するかが中心課題となろう」と結んでいる。この考えは後述する総合的生物多様性管理(IBM)に発展する。

2 BHCとクモ

戦後の日本ではニカメイガが最大の害虫で、BHCが防除の基幹農薬となった。BHCがクモ類に悪影響を与えることは、早くから指摘されていた。1960年頃に省力的な粒剤が開発され、粒剤の水面施用で溶けたBHCがイネに吸収され、茎の内部にいるニカメイガを選択的に殺すので、もはやクモなどへの影響はなくなったと信

じられていた。しかし6 kg/10 aという慣行薬量を施用した場合でも、そのイネを吸汁したツマグロヨコバイを、キクヅキコモリグモに与えるとクモは死ぬ。施用後3週間経過してもイネにはクモを殺すだけのBHCが残っていたが、BHCに強いヨコバイはこのイネを吸汁しても外見上何の異常もみられない(KIRITANI and KAWAHARA, 1973)。この研究によって高知で塩素系殺虫剤の使用禁止が1969年(国全体では1971年)に踏み切ることができた。またこれが具体的な水田でのIPM(総合的病害虫雑草管理)への第一歩となった。

これは当時の農水省の局長諸氏の逆鱗にふれ、私は14年間高知に留めおかれた理由である。おかげで研究は進み、ここでの仕事で日本農学賞を私も含め2名、応動昆虫学会賞2名、また農学博士を京都大学からスタッフ3名が授与された。有機塩素系農薬はその後土中に埋没処理され、現在(2008)も10道県で2,080トン残っているが、高知県では使用禁止前に流通禁止にしたため、埋没農薬はゼロであった。

塩素系農薬の使用禁止は命令ではなく運動だった。県の植物防疫係、農業専門技術員、病害虫防除所、県経済連、農業青年クラブの若者などが参加して「買わない、売らない、使わない」運動を展開した。私達は県下4か所の防除所で先進的な農家の田んぼを借りて、BHCに代わる農薬や、クモに影響の少ない農薬などの実証試験を実施した。そこでは毎週1回関係者が集まって害虫やクモの密度の調査や収量調査も実施した。この展示圃場は周辺の農家に大きな説得力を示した。その成果は1972年に応用動物昆虫学会誌に桐谷ら5名の連名で「水稻害虫の総合防除：非塩素系殺虫剤への移行と殺虫剤散布量軽減のための具体的試み」として発表した。翌年1973年に日本で最初の「総合防除」の成書を深谷昌次・桐谷圭治で編集出版した。

私は1979年にPest Management in Riceという総説をAnnual Review of Entomologyに書くよう依頼された。イネの害虫管理が初めて国際的に取り上げられたのである。ここでは日本での農薬万能主義とIRRIの抵抗性品種万能主義とともに手段万能主義として批判した。2000年になってFAOのP. C. MATTESON博士によるInsect Pest Management in Tropical Asian Irrigated Riceという総説が同じAnn. Rev. Ent. 45に掲載された。その総説の最初の数行に私の1979年の文を引用して、「桐谷が20年前に行った予見は、今でも正しかった」と言っている。

IV 農水省農業技術研究所からの駆け足の30年間

1 アジアでのIPMの普及をめざして

1979年に、農水省農業技術研究所の生態学研究室長として西ヶ原に転勤したが、まもなく研究所はつくばに移転し、2年後には昆虫科長として7つの研究室をまとめる役と、全国の昆虫研究者(100名以上)の人事の調整役をすることになった。これは農水省になじみの浅い私には苦痛の仕事であった。そのうち現在の農業環境技術研究所にかわり、私も昆虫管理科長として1988年末に退職するまでその職務に留まった。研究面では1983～87年「長距離移動性害虫の移動予知技術の開発」(桐谷編, 1989)や日中共同研究でウンカの標識放逐実験にも関わった。また被害許容水準の設定、2段式の発生予察方式、地球温暖化の影響、イネミズゾウムシと侵入害虫問題、フェロモンの効果評価、トノサマバッタの大発生などIPMにかぎらず、広く害虫問題に関与する機会が得られた。1980年に第16回国際昆虫学会が京都であり、その総合防除部会の責任者を果たした。

アジア・太平洋地区食糧肥料技術センター(FFTC)はアジア・太平洋地区の小規模農家を対象に情報や技術交流をすることを目的に1970年に台湾台北市に設立された。私は副所長として退職後の6年間務めた。したがって1982～1995年間は、もっぱら研究管理とプロジェクトの推進、国際協力のコーディネーターであった。この地域の最大の重要作物はイネであるが、フィリピンにIRRIがある。また野菜などの作物は台中にAVRDCが設置されている。しかし果樹については、国際研究機関が存在しない。そこでターゲットを熱帯果樹にしぼり、かんきつグリーンング病、パパイヤのリングスポット病、バナナのバンチ・トップ病を扱う特別プロジェクトを日本政府の援助で行った。いずれもキジラミやアブラムシが媒介するウイルスまたは細菌病である。またこれによって昆虫と植物病理の2分野の協力体制を各国に作るうと意図した。

他方、アジア各国でのIPMを支援するための国際シンポジウムを1996～1990年の間に日本5回、台湾、インドネシア各1回の計7回行った。その成果はFFTCより公刊した。これらの活動は評価されて外務大臣表彰を受けた。

2 IPMからIBMへ

台湾にいる間に日本の病虫害防除に対する空気が一変しているのに驚いた。帰国してみると、まさに世はIPM時代になっていた。過去を知る私にとっては「昨

日の敵は今日の友」という軍歌の一節を思い浮かべるほどの変化であった。

これまでのIPMには反省点がある。IPMの定義には、害虫密度を経済的被害をもたらさない水準に保持・管理することが重要な要素になっているにもかかわらず、要防除密度を中心とした一作期、個人圃場での被害回避が中心の戦術的IPMで、その地域で長期にわたって害虫密度を被害許容水準以下に維持する戦略的IPMの視点が欠けていた。さらにIPMは経済的視点がそのベースをなしているの、「ただの虫」に対する視点が希薄であった。また「害虫」のレッテルを貼られた昆虫は、それが絶滅に追いやられても当事者は無関心である。われわれは個々の圃場を単位にした戦術的IPMを脱却して、地域の将来の害虫密度の管理までを考えた戦略的IPMを目指す必要がある。これが次に述べる総合的生物多様性管理(IBM)の基盤となる。

食品の安心・安全の声は高い。しかし安心・安全は消費者だけのものであってはならない。生産者はもちろん、農地にいる多くの生物たちにとっても安心・安全な環境であることが望ましい。害虫の大発生は、害虫が農地に作られた環境に反応しただけのことで、害虫にとっても極端な低密度と同様に異常なのである。もしわれわれが、害虫たちの密度を異常でない普通の範囲、「ただの虫」として管理できれば、使用する農薬も必要最小限になり、農薬と害虫のイタチゴッコも避けることができる。

農地を含む里地・里山には絶滅危惧種の半数が生息している。これらのただの虫の生息密度には、絶滅限界閾値(いきち)があり、それを下回ると絶滅に向かう。われわれは害虫の密度を制御するIPMとこの自然保護を両立させなくてはならない。保護が叫ばれているタガメやゲンゴロウも戦前は養魚場の大害虫だった。かれらが絶滅も大発生もしないような農業生態系の管理こそ、後世に残すべき持続的農業のあり方である。戦前の植物保護、戦後の化学防除を経て、管理の道をたどった私たちは、今や「共存」をキーワードに未来の農業のあり方を探りつつある。

そこで提案されたのがIBMだ(桐谷, 1998; 2000; 2004)。これは「すべての生物の密度を、上限は経済的被害をもたらさない密度以下に、また下限は絶滅閾値を上回る密度に保つように管理する」ことである。まだIBMは揺り籠の時代にある。こうしてすべての生物との共存が実現すれば、本当の意味での安心・安全かつ持続的な食料生産が実現されるだろう。

参考文献

- 1) Association of Applied Biologists (1953): Insect population bal-

- ance and chemical control. Chemistry and Industry 31(9) (10) (11) (12).
- 2) CARSON, R. L. (1962): Silent Spring, Riverside Press Cambridge (邦訳: 青樹築一, 1964, 生と死の妙薬, 新潮社).
 - 3) ENGLISH, L. L. (1955): Jour. econ. Entomol. 48: 279 ~ 282.
 - 4) 深谷昌次・桐谷圭治編 (1973): 総合防除, 講談社サイエンスアイフィク, 東京, 415 pp.
 - 5) 桐谷圭治 (1956): 植物防疫 10: 239 ~ 242; 289 ~ 290.
 - 6) ———・法橋信彦 (1970): ミナミアオカメムシ個体群の生態学的研究, 指定試験 (病虫害) 第9号, 農林水産技術会議事務局, 260 pp.
 - 7) ———・中筋房夫 (1971): 農業技術 26: 105 ~ 110.
 - 8) ———ら (1972): 応動昆 16: 94 ~ 104.
 - 9) KIRITANI, K. and Y. KAWAHARA (1973): Botyu-Kagaku 38: 69 ~ 75.
 - 10) 桐谷圭治 (1975): 日本農薬学会誌 (学会設立記念号): 69 ~ 75.
 - 11) ———・中筋房夫 (1977): 害虫とたたかう: 防除から管理へ, 日本放送出版協会, 229 pp.
 - 12) ———ら (1978): ツマクロヨコバイ及び天敵クモ類の個体群動態とイネ萎縮病伝播機構に関する研究, 農林水産技術会議事務局成果シリーズ104号, 159 pp.
 - 13) KIRITANI, K. (1979): Annual Review of Entomology 24: 279 ~ 312.
 - 14) 桐谷圭治編 (1989) 長距離移動性害虫の移動予知技術の開発, 農林水産技術会議事務局研究成果 217: 171.
 - 15) ——— (1998): 研究ジャーナル 21: 33 ~ 37.
 - 16) KIRITANI, K. (2000): Integrated Pest Management Review 5: 175 ~ 183.
 - 17) 桐谷圭治 (2004): 「ただの虫」を無視しない農業: 生物多様性管理, 築地書館, 東京, 192 pp.
 - 18) MATTESON, P. C. (2000): Annual Review of Entomology 45: 549 ~ 574.

好評発売中

農薬取締法令・関連通達集

(社)日本植物防疫協会編 B5判 261ページ
 価格: 1,050円(税込) 送料340円



<掲載内容>

農林水産省・環境省・厚生労働省関連の農薬に関する
 政令、省令、告示、関連通知、その他省令を網羅

- ・ 農薬取締法と関連の政・省令を見やすく2列に表示
- ・ 農薬関連の告示を取締法に関連付けてレイアウト
- ・ 関連する通知文およびその他関連法令(抄)も掲載

農業関係者必携の1冊です。