

施設における IPM、総合的有害生物管理

林 晃 史

1. はじめに

今、環境の時代を迎え、何事にも「環境に優しい」と言う事が、思考の中に出てくる。

このような潮流の中にあって、化学物質による害虫防除の現場では、そのあり方が問われております、技術的な転換が不可欠となった。

この地球環境と言う観点は、今から約40年以上も前に、アメリカの経済学者ケネス・E・ボルディング博士が、「宇宙船地球号」なる考えを述べたのが端緒とされている。

その経済の高度成長の時代は、さまざまな新しい技術を生み出し、功罪あわせて生活の場に影響を及ぼしてきた。

その所産の一つが、今日の問題の農業生産の場における「農薬問題」である。この農薬は、作物栽培の中で病害虫駆除に大きな効果を發揮し、生産と安定供給に著しく貢献した。

しかし、その半面で、化学農薬が農耕地を中心とする生態系や土壤、水、空気など含む環境に影響を及ぼすことが懸念されている。

また、毒性においては、一時、問題になったが、今日、「農薬取締法」において化学農薬の登録制度が整備されて、問題のないものが登録されている。

したがって、今日、上市されている農薬については、適正に使用される限り、実用上の問題はない。しかし、社会的背景を考慮し、より安全と安心を目指して新たなる取り組みが、押し進められている。

それが、農業における「化学農業だけに依存しない病害虫防除」、いわゆる総合的管理技術(IPM)である。

この「脱・化学農薬依存」は、農業以外の分野においても取り組みが始まっている。ここでは、農業分野の取り組んだ「IPM」への軌跡をたどり、

人との関係の深い「施設」における「化学農薬だけに依存しない防除」の現状を眺め、認識を新たにしたい。

化学農薬への依存はなぜ起こったか

化学農薬に依存した害虫防除について考える前に、なぜ、このようになったのか、その経緯を明確にしておく必要がある。

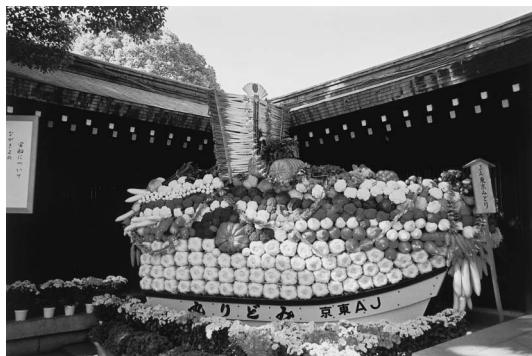
化学農薬の登場は、第1が食糧の増産と安定供給を確実にするためであった。

今でこそ、わが国においては、「食糧難」や「飢餓」という言葉が、一般消費者から程遠い言語となり、実感を伴わない状況となった。

また、「米」の“ご飯”を国民の全てが、毎日、「口」にすることができる状況になったのは、そんなに古い昔ではなく、昭和20年代以降のことである。

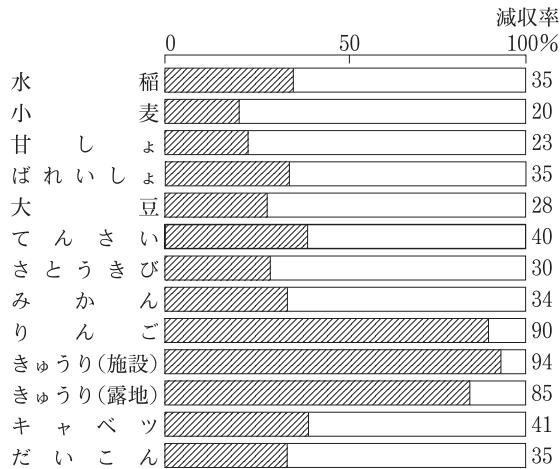
これは、化学農薬の普及と時を同じくするものである。この化学農薬は、期待された食糧増産をみごとに果たしたのである。

この化学農薬が、いかに有用であったかは、これが普遍化した昭和50年後半の頃、化学農薬の



写真説明

今、わが国は“五穀豊穣”だが…



(注)森田利夫, 植物防疫第36巻第1号による(1982)

図1 農薬による防除をまったく実施しなかった場合の病害虫による減収率(日本における推計例)

使用, 不使用時の減収率が調査された。

結果は、図1の通りで、化学農薬を使用しない場合、水稻で35%の減収、今、スーパーマーケットに溢れているキュウリなどは、94%の減収という状況であった。

化学農薬が、作物の栽培に果たした役割の大きさのうかがえる例である。

しかし、化学農薬への過剰な依存は、今日、残留農薬として一般消費者の非難を浴びる状況となつた。

化学農薬の使用量が、世界的にピーク時から下降に向かう変局期の昭和60年代初期の状況は、単位面積当たりの薬剤使用量(トン/1,000ヘクタール)を見ると日本で20.9トン、アメリカで2.0トン、イタリアで8.8トンという実績であった。

わが国の化学農薬の使用量は、世界的に見て、その多さがうかがえる。これが、今日の農薬問題につながることになった。

また、日常生活の場では、化学農薬(殺虫剤)の普及により虫が伝播媒介する伝染病が頻発するという状況が、姿を消した。

しかし、生活環境が、整備、改善されたなか、定期的な殺虫剤撒布が繰り返し行われてきたことは、環境汚染物質として、社会問題の材料にされてしまった。

化学農薬は、確かに、農業生産および生活の場の有害生物の駆除殺滅に大きく貢献した。しかし、あまりにもこの利便性と有効性に富むことに、無条件で依存し続けた、人の怠慢さが、今日的問題を惹起させた。

さらに、化学農薬は、安全で、安く、しかも使い勝手の良い物へと改良研究が進められ、一層、不可欠な資材として位置を確かにしている。

いつの間にか、「化学農薬・殺虫剤があって」の生産活動やサービス提供のスタイルができてしまつて、今日に至ったといえる。

これが今、病害虫駆除から総合的有害生物管理への脱皮を迫られることとなつた。

今、なぜIPMなのか

最近、害虫防除の世界では、「IPM」ということが、盛んに語られているが、これは何なのか、このことを確認しておきたい。

このIPMは、農業分野で始まった考え方であったが、今では、「ビルの衛生管理」の分野においても、これへの具体的な取り組みが始まっている。

また、文部科学省の領域にあっても例外ではなく、これに沿う手順が示されている。

このIPM指向は、国際的潮流であつて、方向性としては妥当なものであるが、一部に「農薬を使

わない方法」だとして、受け取られている節もある。

もし、このような考え方がある、これだけが先行すると健全な、「IPM」の成長を妨げることとなる。したがって、この潮流の背景を理解した上で、IPMに取り組むことが大切なので、その粗方を述べる。

IPM という用語：

IPM とは、「Integrated Pest Management」の略で、日本語では、害虫管理、総合的病害虫管理、総合的有害生物管理などと訳されている。本文では、以降、「IPM」とする。

IPM の歴史的経緯：

今、「IPM」ということは、違和感なく受け止めることができるが、このことの今日に至る道程は長かった。

農薬万能の時代は、1960 年代の後半から陰りを見せ始めたが、それは、R・カーソンの「沈黙の春」(1962) による警告をきっかけとする。

また、その頃、国連食糧農業機関(FAO)は、農薬の弊害の表面化を憂慮し、1965 年にローマで専門家会議を開き、害虫防除のあるべき姿を論議した。

その結果、「あらゆる適切な防除手段を相互に矛盾しないかたちで使用し、経済的被害許容水準以下に有害生物個体群を減少させ、かつその低いレベルに維持するための個体群管理システム」の提言をした。

わが国では、1973 年に深谷昌次・桐谷圭治らが、今日の「IPM」の始まりともいえる「総合防除(Integrated Control)」を紹介した。

その後、1977 年には、害虫防除のあり方が、「防除から管理へ」の方向をたどり、この論旨の中に、「総合的害虫管理」なる表現が明記された。

1982 年には、農薬にとって特記に値する、第 5 回国際農薬化学会議が京都で開催された。

この時の統一主題が、「農薬と人類の福祉・環境, Human Welfare-Environment-Pesticide」で、初めて農薬と環境のかかわりを明確にしたことで意義あるものである。

続いて、1983 年には、「IPM」の原点となるべき報告がなされた。

これは、理化学研究所が主導した「科学的総合防除」と称するもので、農薬による化学的防除を主軸とし、これを生物的防除と物理的防除が側面から支えて、積極的に作物保護を行っていくとする姿勢である。

一つの方法にだけ依存しないという考え方を示したものである。また、その中で、「科学的総合防除」にあっては、農薬の開発計画に当たり、30 年先を見越して安全な農薬、例えば生物農薬、フェロモン剤、忌避剤、残留農薬の無毒化剤など目指すべきとしている。

その後、10 数年を経て 1997 年に、中筋(1997)「総合的害虫管理学」(養賢堂)の刊行を見るに至った。

さらに、2000 年代に入り、「IPM」は、徐々に害虫防除の現場で実施の段階に至った。その頃、文化財関係では、「文化財の生物劣化防止研究」が進められ、「文化財の生物被害防止に関する日常管理の手引」の策定に至った。

また、農業分野においては、「総合的病害虫・雑草管理(IPM)実践指針」が示され、その推進が図られた。

以上が、「IPM」の今日への道程であるが、その定着がこれから大きな課題である。

この定着に向けて、その間に培われた「IPM」の概念やその戦略、戦術について考えたい。

総合的有害生物管理(IPM)の戦略・戦術

新たな害虫防除の手法である総合的有害生物管理(以降は、IPM とする)は、次の 3 つの考え方で構築されている。

1. 複数の防除法の合理的統合
2. 経済的被害許容水準(Economic Injury Level, EIL)の設定
3. 害虫個体群のシステム管理

以上の 3 つが、重要な概念である。

農業分野の IPM の実行の戦略・戦術は、「総合的病害虫・雑草管理(IPM)実践指針」に示されていて、これに基づいた取り組みが進められている。

この考え方は、従来の病害虫および雑草の徹底防除から、さまざまな手法による管理・抑制への

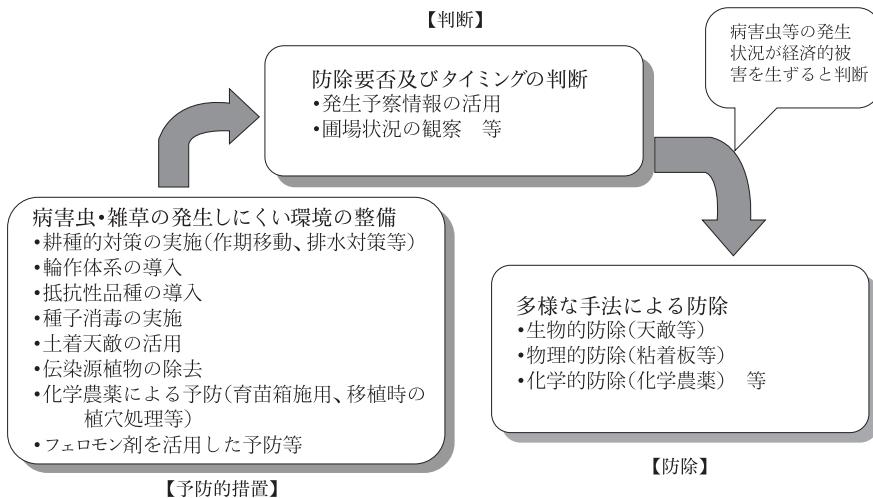


図 2 総合的病害虫・雑草管理(IPM)の体系

転換を図るものである。

この基本的な実践方法は、次の体系図に示されているが、次の 3 つを取り組みの基であるとしている。

1) 輪作、抵抗性品種の導入や土着天敵等の生態系が有する機能を可能な限り活用すること等により、病害虫・雑草の発生しにくい環境を整えること。

2) 病害虫・雑草の発生状況の把握を通じて、防除の要否およびそのタイミングを可能な限り適切に判断すること。

3) 2) の結果、防除が必要と判断された場合には、病害虫・雑草の発生を経済的な被害が生じるレベル以下に抑制する多様な防除手段の中から、適切な手段を選択して講じること。

以上が、取り組みの基本であるが、これは、IPM の 3 つの概念を栽培の現場の言葉に置き換えたものである。

その要点は、予防的措置、判断、防除の 3 点である。この中で、最も難しいのが「判断」である。

これは、防除に必要な費用と、それによって得られる利益を明確にすることである。このことを経済的被害許容水準(EIL)の設定といい、理論として理解できるものの現場では難しい。

わが国の農業では、幸いなことに世界で最も充実した「発生予察システム」があって、判断のた

めの大きな助けとなっている。

農業は、連綿たる作物栽培の歴史の中で、「製造工程」ができているため、IPM の展開を容易にしている。

以上が、わが国の農業分野における IPM の戦略・戦術である。では、その他の分野における IPM を眺めてみたい。

環境衛生分野の IPM の現状

現在までの慣行害虫防除は、「農薬・殺虫剤があって」のサービス提供のスタイルになっていた。

しかし、無策のまま今日に至ったのではなく、表 1 に示すごとく、2000 年代には、“21 世紀型 PCO”を目指した活動が開始された。

害虫防除の技術的変遷は、駆除の時代、防除の時代、害虫管理の時代、今では「監視」の時代を迎えた。

害虫防除の必要な現場は、大きく分けると(イ)日常生活の場、(ロ)不特定多数の人の集まる場(以降は、施設という)、(ハ)食品等製造の場の 3 つである。

そのうち、IPM が求められるのは、(ロ)、(ハ)の場である。食品製造および取り扱い施設の防虫管理の基本は、図 3 に要約したように、施設に虫を近づけない、入れない、発生させない三原則に

表1 PCO の時代史、その経緯
—この表が、虫退治の総てを語る—

時代	古典 PCO <昭和 30 年代>	近代 PCO <昭和 50 年代>	21 世紀型 PCO <現在>
使用機器	噴霧器	ULV（設置）	管理装置
使用薬剤	有機塩素、有機リン剤 残留噴霧	低毒性 OP、ピレスロイド 空間・局所重点処理	IPM 剤 設置・回収
考え方	駆除 ➤ 防除 ➤ 害虫管理 ➤ 監視		
対象	ベクターコントロール (ハエ、カ)	不快虫・都市型害虫管理 (ダニ、ゴキブリ、コバエ)	施設別問題種
その他	伝染病予防	PL, HACCP, ISO	品質保証

※伝染病予防法 ……発生源対策 ※そぞく昆虫防除が、対人から対物へ変化を遂げた!!
 ※ビル管理法 ……定期防除 ○対物に変わることによって、“防除対応”に温度差ができてしまった。
 ※PL 法・HACCP・ISO…年間管理

→ 危害の重要度で変わる

虫だから退治するのではない！ 製品の品質に影響を及ぼす要因である。

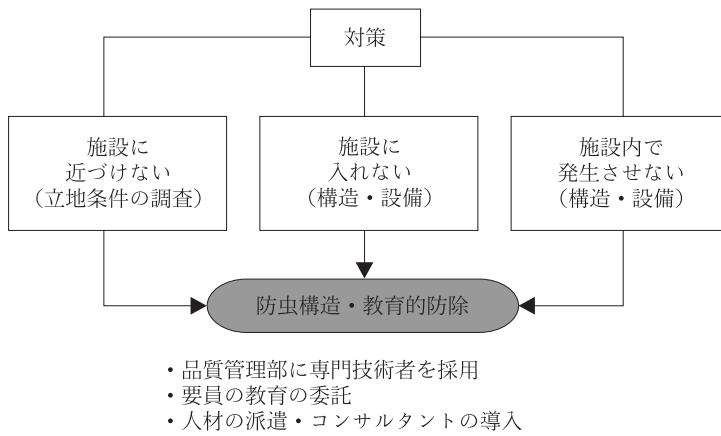


図3 異物混入の虫対策

ある。

さらに、効果的、適正な防虫管理には、次のことを確実にすることである。

1. 施設の耐虫性構造
 2. 耐虫性の維持の確実化
 3. 耐虫虫の監視の厳密化
 4. 適正駆除法の確立
- 以上の4点が、必須である。

防除の手順：

施設や食品工場等における害虫防除は、多くが外部委託（アウトソーシング）であるので、基本的手順をきめておく必要がある。

その手順は、図4の通りである。

この手順の中で、I. 調査、II. 計画、III. 実施は、場所の条件や製造する製品によって「対象種」が異なり、それぞれに工夫が必要で、難しい部分で

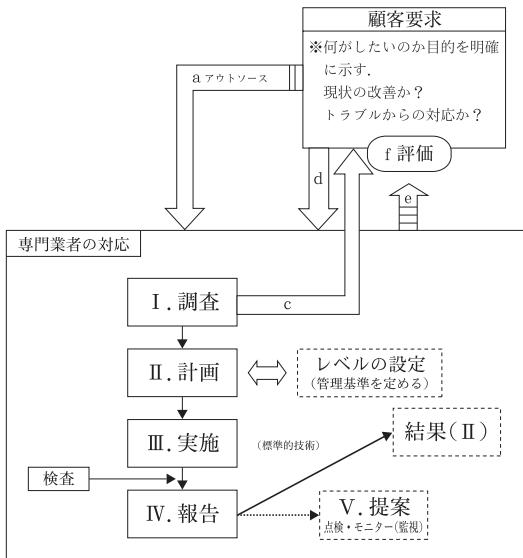


図4 施設の防虫・防その基本的手順の
—期待したが効果が得られるために—

ある。

なかでも、「レベルの設定」は、被害の解釈の下しかたで大きく異なり、難しい。

IPM では、科学的予測に基づく防除が、基本にあるので、害虫個体群のシステム管理の実行が要る。

システム管理とは、害虫の個体群の変動やそれによる被害の発生を量的に予測し、防除の要否を判断することとされている。

このような基本条件を考えた場合、食品工場などの「調査」は、IPM の求めるところとかなり距離がある。

ここで、調査は、個々の施設での発生監視としたとしても、かなり綿密なマニュアルが必要となる。いずれにしても、「発生予察」という考え方を定着させることができ、目下の急務といえる。

殺虫剤の使用が必要な場合：

工場などの有害生物管理で、殺虫剤による化学的防除が必要となるのは、問題発生時の多角的調査の結果、他の方法での対応が困難な場合である。

この防除法の判断は、製造する製品特性や企業の必要とする判断基準などが、大きく関与する。

また、その行為は、食品衛生法第 50 条、第 2 項

の「有毒、有害物質の混入防止措置基準」に基づくが、この解釈のあり方も関与する。

では、殺虫剤を使う場合、どのようなことに注意するべきか、そのポイントを示すと次の通りである。

*実施場所……その場所が、汚染区域なのか清潔区域なのかを確認する。

*対象虫のステージ……防除する対象が幼虫なのか成虫なのかを確認する。幼虫であれば発生源対策を成虫であれば、直接噴霧か残留噴霧なのか、とるべき手段が異なってくる。

*対象虫の行動……対象虫が匍匐性か飛行性であるか。

*殺虫剤の具備すべき条件……必要とする殺虫剤の性質は、虫の種類、発生状況あるいは求められる防除のレベルなどで異なってくる。

害虫防除技には、農薬・殺虫剤によらない方法もあるが、食品工場などではかなり制約される。例えば、天敵、有用微生物などは、至難なことである。

*使用方法の選択……これは、IPM のいう適切な防除のための組み合せの選定にあたるが、おおむね次の手法がある。

それは、局所重点処理（塗布、注入）、空間噴霧（ULV、燻蒸）、設置（ペイト）などである。

環境衛生分野の IPM への道具だけでは、以上の通りであるが、実際の運用面はまだ満足する段階に至らない。

ある程度の成果を見たものに「病院」における IPM の事例がある。

中規模の公立病院で、平成 16 年までは、業者任せの慣行防除であったのを平成 17 年度から IPM 対応に切り替えた。

その概要は、次の通りである。

生息調査：隔月に調査を行う

調査地点の細分化を図る

管理基準（暫定）の導入

施設内の殺虫剤散：

物理的防除を優先する

薬剤成分への考慮

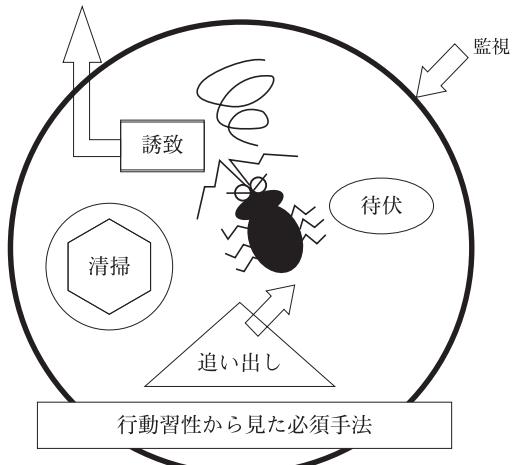


図5 確実にやろう！ビル虫防除のIPM（総合的害虫管理）

防除方法：物理的方法

低リスク薬剤の選択と使用

以上 の方法で実施しているが、現在まで管理基準を逸脱する事態の発生もない。また、経費節減につながった。

この他に、「厨房のゴキブリ防除・IPM」として、飲食店舗の厨房のゴキブリ駆除に特化したものは、企業体で実施したものがあった。考え方は、図5に要約した通りである。

この手順は、「清掃」を軸とし、「ベイト剤（誘殺）」の処理を予防措置としたものである。なお、「監視」を続ける中で、基準値を越えた場合に、「待伏」という殺虫剤のポイント処理を行うというものである。

その他、月刊情報誌を発行し、情報提供と教育・訓練を実施した。これは、2000年1月から2006年11月まで続けられた。

1都2府34県にまたがり、212社が取り組み、ゴキブリ防除には成功したが、次なるステップに成長できなかった。

文化財関連施設分野におけるIPM

この分野は、前二者と若干、趣を異にする。この施設に関連する主なものには、文化庁の所管する「文化財」の保護がある。博物館・美術館・図書館あるいは歴史的建造物などの病害虫防虫は、

大きな課題である。

文化財の病害虫防除に歴史は古く、その最もよく知られているのは、虫干し、曝涼という作業である。また、建造物にあっては、建物の劣化しやすい主要な部分に、劣化しない材料を使用するなどの工夫があった。

これらの文化財の管理の場では、農業分野と同様に、時代の影響を受け、収蔵品のカビや建造物のシロアリ対策などに、化学物質への依存が見られるようになった。

一方では、化学物質による環境汚染が、社会問題となりつつあって、その代替技術の開発の必要に迫られていた。

ことに、文化財の保存に大きく寄与していた、臭化メチルが、オゾン層破壊物質であることから、モントリオール議定書締約国会議において、全廃することが決定されたことである。

そのための代替技術の策定には、文化庁が「文化財の生物による劣化防除に関する調査研究」（平成12年2月から）を行い、その結果を踏まえて「文化財の生物被害防止に関する日常管理の手引」（平成14年3月31日）を刊行した。

この骨子は、“被害を未然に防ぐ予防対策を中心とする”となっている。また、そのためには、日常から心がけること6項目を示している。

- (1) 被害歴の集積と整理
- (2) 施設の日常点検と清掃
- (3) 文化財の日常点検
- (4) 文化財の管理体制
- (5) 組織内外での研修
- (6) 専門家を含む外部との協力体制

今後の課題は、この運用であるが、(5),(6)をどのように行うかである。

この現場への落し込みは、微生物管理の手法である、「HACCP」を理解させると効率的かもしれない。

さらに、対象となる「カビ」「虫」を事例にIPMの実践事例として加えると利用しやすい。

また、IPMを機能させるには、「判断」が求められるが、これは発生予察あるいは監視であって、この現場のマニュアルが必要となる。

藤井(2009)の歴史的建造物における生物劣化

の診断技術の中で、基本的点検計画を示しているが、これに基づいたシミュレーションがあると理解しやすい。

木川ら(2003)は、文化財のIPMを進める中で、IPMを「予防的保存」(Preventive Conservation)という考え方の一環と位置付けているが、文化財管理の特性として理解できた。これは、IPMの構築に、重要な観点といえる。

また、生物被害管理プログラムにおける5段階のコントロールを紹介しているが、このAvoid(回避), Block(遮断), Detect(発見), Respond(対処), Recover(復帰)などは、「食品衛生」に通ずるものである。

さらに、文化財保存におけるIPMの項において、文化財の被害は、「人(来館者、職員)」による汚損を示唆しているが、「カビ」を念頭にした場合、これは重要な要素である。

博物館・美術館・図書館等におけるIPM、総合的有害生物管理は、食品等製造関連施設の場のそれに共通するものがある。

したがって、施設の基準や動線管理の考え方を視野に入れると理解しやすい。施設のゾーニングは、まさに、これに相当する。

可能ならば、「HACCP」(Hazard Analysis Critical Control Point System, 危害分析重要管理点)の考え方を加味すると良い。「HA」は、カビあるいは虫が文化財に危害を及ぼす度合を分析することである。「CCP」は、危害を与えるための重要な管理点のことである。

IPMの運用の中の注意点は、「専門家を含む外部との協力体制」の所である。文中のPCOを活用する所で、「ただし、多くのPCOは、博物館や美術館のみを専門とはしていない」の指摘は、極めて妥当なものである。

これは、PCOの「力量」アップが求められるところである。IPMを展開する中で、各分野に、新たな専門性を育てる仕組みが必要である。

ま　と　め

今回は、実績が豊富な農業分野のIPMをベースにして、施設の衛生管理にかかる衛生動物と文化財の分野の現状について概観した。

現状は、取り組み方がやっと判りかけた状態で、「判断」を支える部分の構築に大きな課題を残していることが明らかになった。

今回、言及できなかったが、有害生物の定義付けが必要である。また、対象を特定した「IPMモデル」が必要である。

今、総合的有害生物管理(IPM)は、新たな技術として見られているが、そうではなく「慣行的手法」の行き過ぎの見直しという視点で見る必要がある。

参　考　資　料

- 1) 科学的総合防除研究調査委員会:「科学的防除」に関する研究計画化調査報告書(昭和58年3月), 理化学研究所
- 2) 中筋房夫: 総合的害虫管理学(1997), 養軒堂, 東京
- 3) 木川りか, 他: 博物館・美術館・図書館等におけるIPM, 文化財保存修復学会誌, 47: 76-102 (2003)
- 4) 文化庁文化財部: 文化財の生物被害防止に関する日常管理の手引。(平成13年3月)
- 5) 農林水産省: 総合的病害虫・雑草管理実践指針(2003)
- 6) 農林水産省農林水産技術会議: 病害虫の総合的管理技術(2005)
- 7) 林 晃史: 衛生動物分野におけるIPMについて, 日本衛生動物学会東日本大会講演(2007年10月20日)
- 8) 中筋房夫: 総合的害虫管理学の確立に向けて, 岡山大学農学部学術報告, 97: 83-86 (2008)
- 9) 藤井義久: 歴史的建造物における生物劣化の診断技術の課題と展望, 文化財の虫菌害, 57: 3-8 (2009)

(はやし・あきふみ 元・千葉県衛生研究所次長
農学博士・医学博士)