

IPM 防虫管理における管理水準の考え方

辻 英 明

はじめに

文化財の展示収蔵施設は貴重な保存財産の劣化を防止せねばならず、工場は次々と製造して送り出す製品の品質を保證せねばならない。いずれもその防虫管理については、近年 IPM（総合的有害生物管理）が志向されている。合成殺虫剤等の環境への負荷を減らし、総合的な手段の組み合わせで有害生物の個体数、ひいてはその被害を合理的な水準に保つという IPM の中で、その合理的な水準、すなわち管理水準（管理基準ともいう）を具体的にどのように表し、設定するかは重要なポイントになる。筆者は博物館等における防虫が専門ではないが、ご依頼もあったので、工場やレストラン等の害虫でのわずかな研究経験から、筆者なりの考えかたの一端を紹介させていただくこととした。

虫がいるから被害が生ずる

害虫等（混入する普通昆虫を含み、以下害虫と略称）による劣化や混入は害虫が施設の中になければ起こらない。だから被害が発生する前に重要な収蔵区域や製造ラインにいる害虫の存在や環境をチェックし、それらの重要な区域における個体数を無害ないしはゼロの水準に制御し続ける必要がある。その第一歩は、管理すべき重要な区域における害虫の存在を常時、あるいは危険なシーズン中継続的に監視（モニタリング）することから始まる。たとえばトラップを使用して継続監視を行い、それによる捕獲指数（1日1トラップ当たりの捕獲個体数）や捕獲の有無に基づく数値的あるいはグレードで示し、定期的視察（インスペクション）を行い、害虫やその痕跡のレベルがある水準を超えれば被害の出る危険があるとみなして、環境改善や施工というアクションを起こす。さらにその結果をモニタリングによって評価し、

必要に応じて再検討を行うというサイクルが繰り返される。

M-A サイクル以前と以後

上記モニタリングアクションのサイクル以前に、工場の建築構造や製造ラインそのものの防虫構造化、敷地植栽の種類や配置の防虫的見地からの決定、現場環境の改善と防虫機材の開発と利用、従業員の行動や習慣の 5S を防虫管理的に徹底することなどにより、有害生物の発生や侵入をさせないように管理することは当然であり、それが IPM の基礎概念でもある。それらの内容は経験と研究の積み重ねに基づく知見によるものであり、M-A サイクルの導入以前から理想とされたものであるが、M-A サイクル導入により一層現場ごとの経験と研究が進み、先手を打つ管理内容がますます合理的に進化するのは当然で、それが M-A サイクルの目的と言ってもよい。管理が進めば進むほど異常事態に備えた M-A サイクルは必要になり、「異常がないこと」を証明するためにも必要となる。

監視すべき害虫の種類

直接の食害が問題の場合、保護の対象（の材質）ごとに特有の、あるいは高頻度の加害がある害虫を重要な監視の対象として見落とさないようにして、それぞれ管理水準を設定すべきである。また、材質に関係なく汚染の被害を出しやすい害虫の監視も重要である（文化財の場合、表 1 を参照）。清潔区域以外のトラップにおいてこれらの重要害虫が認められる場合は、清潔区、ひいては重要管理区域への侵入や加害の危険を予想せねばならない。

いっぽう、工場の製造現場で異物としての混入を防止する場合は、種類を問わず捕獲個体数全体

表1 文化財の材質と加害昆虫の例

加害昆虫目	代表的な種	加害期	植物質の加害						動物質の加害				汚染	
			木材	竹材	紙・軸書籍	綿・麻	畳	乾燥植物薬草貯穀	羊皮紙毛皮	毛織物	絹	動物標本乾物		
シミ目	ヤマトシミ	幼, 成			●	●					●	●	●	●
ゴキブリ目	クロゴキブリ	幼, 成	●		●	●				●	●	●	●	●
シロアリ目	イエシロアリ	職蟻	●	●	●		●							
	ヤマトシロアリ	職蟻	●	●	●									
バッタ目	アシマダラカマドウマ	成			●									
チャタテムシ目	ヒラタチャタテ	幼, 成			●			●						
コウチュウ目	ヒメカツオブシムシ	幼, 成						●	●	●	●	●		
	ヒメマルカツオブシムシ	幼, 成						●	●	●	●	●		
	チビタケナガシクイ	幼, 成	●	●			●							
	ニホンタケナガシクイ	幼, 成	●	●			●							
	ヒラタキクイムシ	幼, 成	●	●										
	ナラヒラタキクイムシ	幼, 成	●	●										
	フルホンシバンムシ	幼, 成			●									
	ザウテルシバンムシ	幼, 成			●									
	ジンサンシバンムシ	幼, 成	●		●			●					●	
	タバコシバンムシ	幼, 成			●		●	●					●	
	ケブカシバンムシ	幼, 成	●											
ハチ目	ニホンキバチ	幼, 成	●											
ハエ目	イエバエ	成												●
チョウ目	イガ	幼							●	●		●		
	コイガ	幼							●	●		●		
	ジュウタンガ	幼							●	●		●		

が問題となるが、対策を検討するには、やはり種類の判定が重要となる。

アクションを起こすべき水準の設定法

それを超えたら危険であるという水準を実際にどのように設定するかが問題である。状況は施設の種類や、その中での現場毎に大きく異なるから、どこかで誰かが、あるいは制度的に一律の数

値設定など行うことは現実離れしていて不可能である。「他の施設ではどんな数値にしているか」など尋ねてもあまり意味がない。だから直面する具体的な施設ごとに、現場で実行可能で、理論的にも説明可能な設定を工夫する必要がある。

ところで、文化財関係の施設の防虫管理においては、臨時調査や年1~2回の定期調査を目視、トラップ、掃除機吸引などで行い、全域の害虫検

出や加害されやすい対象の被害検出を行い、トラップの設置期間も短いようである。したがって、トラップを設置していない時期の出来事は検出できない。しかし、調査結果はその時期の状況を代表する情報として非常に役立つものであり、1) 加害の発見と対処、2) 加害対象に近い場所での害虫（死骸を含む）の発見と対処、3) 加害対象に通じる場所での害虫の発見と対処、4) 害虫の餌になり害虫発生原因となる他の昆虫やその死骸の発見と対策、といった定性的グレード水準および、検出された害虫等の数量から対処の緊急度が判断される。いずれにせよ、害虫の種類、生態、習性などの知識が前提となる。

継続監視の多い工場など

工場等では、少なくとも被害の多いシーズン中、トラップを連続して設置し、継続的監視（モニタリング）を実行するケースが普通である。たとえばトラップ（または捕獲用粘着紙）をやや長期間（一ヶ月など）設置し、それを回収と同時に新しいトラップ（または粘着紙）に更新するのが普通である。つまり切れ目のないトラップ設置によって監視が行われる。委託業者による捕獲個体数の確認は通常トラップ更新時に行われるが、繊細な注意を必要とする重要管理区域では、工場の担当者が連日トラップ面に異常がないか注目すべきである。

筆者は工場における防虫管理基準（水準）の設定法の提案や（辻，2004，2008）、飲食店でのゴキブリに対する管理基準（水準）の設定法の提案（辻，2001）を行っているが、いずれもモニタリングの結果と被害実績との関係についての経験と研究結果に照らして設定する考え方である（以下参照）。

重要な管理区域と周辺区域

管理水準を云々する場合に、どの区域の水準であるか、区域別に定めなければならない。害虫の存在が被害に直結するため「(防虫的) 清潔区域」とすべき博物館等の展示室や収蔵室、工場の製造ライン、飲食店の厨房などがある。その中心に位置し、害虫の存在が被害とほとんど同義語になり

得る博物館の収蔵ケースの中、工場の最終封入装置（のブース）、飲食店の最終盛りつけ台などは「ゼロ区」あるいは「重要管理区域」として特に区別し、有害生物ゼロの維持を目標に考える必要がある。そこには外から害虫を誘引する恐れのあるトラップは設置しない。

トラップによる捕獲指数（1日1トラップ当たりの捕獲個体数）のゼロ区にゼロ以外の指数の値を管理水準として設定することは理論的に矛盾があるが、現実には管理水準を設定するとすれば隣接区域で可能となる。すなわち、現実の事故やクレームを限りなくゼロに近づけるための「清潔区域」の捕獲指数を管理水準と考えれば、それは実行可能であり、説明も可能と言える。現実の被害やクレームの頻度をゼロ区での事故とみなし、それは「清潔区域」の捕獲指数と比例ないし相関関係があるから、目標値として「清潔区域」の捕獲指数を管理水準として設定できる（図1, 2）。現状に満足であれば現状の捕獲指数を大きく上回らないようにする。被害の頻度を現状の1/2に減らしたければ1/2の指数を目標値とし、同様に1/3, 1/5を目標として設定できる（図1, 2）。もちろんゼロ区そのもので発生がみとめられる状態はすでに事故そのものである。

清潔区の指数もまたその周辺区域（準清潔区、普通区等）における指数と関係がある。特に外部からの侵入害虫による被害の場合は2区の境界（壁，ドア）ごとに内部の指数が約1/10になるなど相関があり、周辺区域の指数を下げるように施工すれば、隣接する重要な区域の指数を下げる効果が期待できる。

レストランのゴキブリ捕獲指数

常に多発しやすいチャバネゴキブリの管理水準は、店内の厨房を中心に、通常は複数の調査用粘着トラップを設置し、1日1トラップ当たり（トラップ1個の場合は1日当たり）の捕獲個体数を捕獲指数とし、被害実績や嫌悪感に照らして経験的に設定できる。通常、あるいは駆除処理後どの程度の捕獲指数以下であるべきかの目標値が管理水準となる。

トラップ調査で判るのは相対的な推定値で、絶

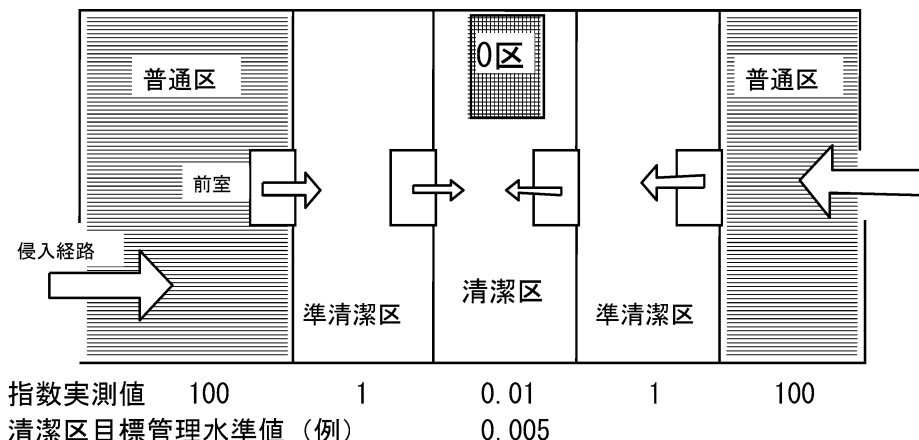


図1 工場内のゾーニングと管理水準設定モデル A
 飛来侵入昆虫 (ユスリカなど) 捕獲指数モデル (辻 2004, 2008)
 出入り口から侵入する昆虫は、壁・ドアなどバリアーごとに侵入数が低下し、隣接ゾーンの指数低下が清潔区の指数低下につながる (壁や窓は密封されているものとして)。

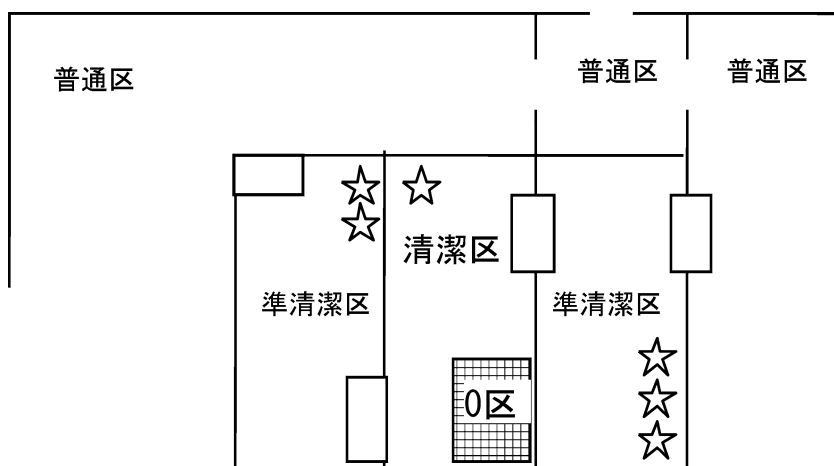


図2 工場内のゾーニングと管理水準設定モデル B (辻 2004, 2008)
 内部発生虫 (チャバネゴキブリなど) の捕獲指数モデル☆
 内部発生する昆虫は、清潔区の指数低下を直接目指す必要がある (原料配置, 工程配置, 直接殺虫など)

対的な個体数ではない。トラップの設置数や設置場所など人為的に変動するものである。たとえば、より多くのトラップをゴキブリの分布が少ない位置に設置すると、複数トラップの平均値である捕獲指数は低くなる (表 2, 3)。極端な場合、あらかじめ管理水準を決めてあっても、捕獲個体数ゼロの場所のトラップ数を増加させて、アクションが不要な低い捕獲指数を得ることさえ可能である。さらに、モニタリングや防虫施工効果の判定のためには、連続する前後の使用トラップの条

件、すなわち種類、数、設置箇所、が同じでなければならない (設置期間の多少の差は 1 日当たりの捕獲指数数として補正できる)。

ゴキブリの活動分布を施設内全体について調べる目的の場合は、なるべく多くのトラップ数をまんべんなく設置し、ゼロや低密度の場所も残らず示せるようにするが、この方式は臨時の全体調査以外には実用的ではない。実用的には聞き取り、視察、臨時調査など経験情報にもとづき 1) ゴキブリが多い位置、2) 多いかも知れない位置、3) 念

表2 飲食店 16 店舗に設置したゴキブリ用トラップ数と、その結果捕獲数ゼロまたは低捕獲指数トラップのパーセンテージ

調査箇所 番号	トラップ 設置年月日	設置 期間 (日間)	捕獲状況別トラップ個数			捕獲数ゼロの トラップ率 (%) (B/A)%	捕獲指数の低い トラップ率 (%) (C/A)%
			A 全トラップ数	B 捕獲ゼロ	C* 指数1未満		
1	1999/11/25	7	11	1	4	9.1	36.4
2	1999/11/25	7	11	0	2	0.0	18.2
3	1999/11/26	6	10	1	3	10.0	30.0
4	1999/11/26	6	14	0	5	0.0	35.7
5	2000/2/16	7	11	4	6	36.4	54.5
6	2000/2/18	6	24	2	4	8.3	16.7
7	2000/2/22	8	15	2	8	13.3	53.3
8	2000/3/3	7	15	3	8	20.0	53.3
9	2000/3/3	7	17	2	5	11.8	29.4
10	2000/3/3	7	17	4	8	23.5	47.1
11	2000/3/31	7	11	2	4	18.2	36.4
12	2000/3/31	7	8	0	3	0.0	37.5
13	2000/3/31	7	10	0	1	0.0	10.0
14	2000/3/31	7	10	1	4	10.0	40.0
15	2000/3/31	7	12	6	9	50.0	75.0
16	2000/7/18	7	13	1	6	7.7	46.2

* C には B も含まれる

(辻ら, 2001)

表3 飲食店 16 店舗に設置したゴキブリ用トラップ数と、その結果の捕獲状況別トラップ数と(平均)捕獲指数

調査 店舗 番号	捕獲状況別トラップ数(個)			濃縮倍率 A/C	捕獲状況別トラップによる平均捕獲指数			指数 増加倍率 C'/A'
	A 全トラップ数	B 捕獲1匹以上	C 指数1以上		A' 全トラップ数	B' 捕獲1匹以上	C' 指数1以上	
1	11	10	7	1.57	2.16	2.37	3.31	1.53
2	11	11	9	1.22	3.49	3.49	4.19	1.20
3	10	9	7	1.43	5.28	5.87	7.41	1.40
4	14	14	9	1.56	2.49	2.49	3.59	1.44
5	11	7	5	2.20	2.34	3.67	5.00	2.14
6	24	22	20	1.20	8.17	8.92	9.77	1.19
7	15	13	7	2.14	2.33	2.69	4.64	1.99
8	15	11	7	2.14	5.03	6.86	10.61	2.11
9	17	15	12	1.42	7.66	8.68	10.76	1.41
10	17	13	9	1.89	4.33	5.66	8.05	1.86
11	11	9	7	1.57	4.42	5.40	6.80	1.54
12	8	8	5	1.60	6.27	6.27	9.86	1.57
13	10	10	9	1.11	13.31	13.31	14.78	1.11
14	10	9	6	1.67	3.60	4.00	5.81	1.61
15	12	6	3	4.00	1.68	3.36	6.33	3.77
16	13	12	7	1.86	4.55	4.93	8.27	1.82

(辻ら, 2001)

- 1) 初期設置トラップ全部 (A) から捕獲数ゼロや少ないものを省いた残り (B, C) のトラップの捕獲指数が高まる。
- 2) 防虫施工の効果判定には (C) のトラップ, あるいはそのうちの上位 3~数個の位置で (次回トラップを設置して) 判断するとわかりやすい。

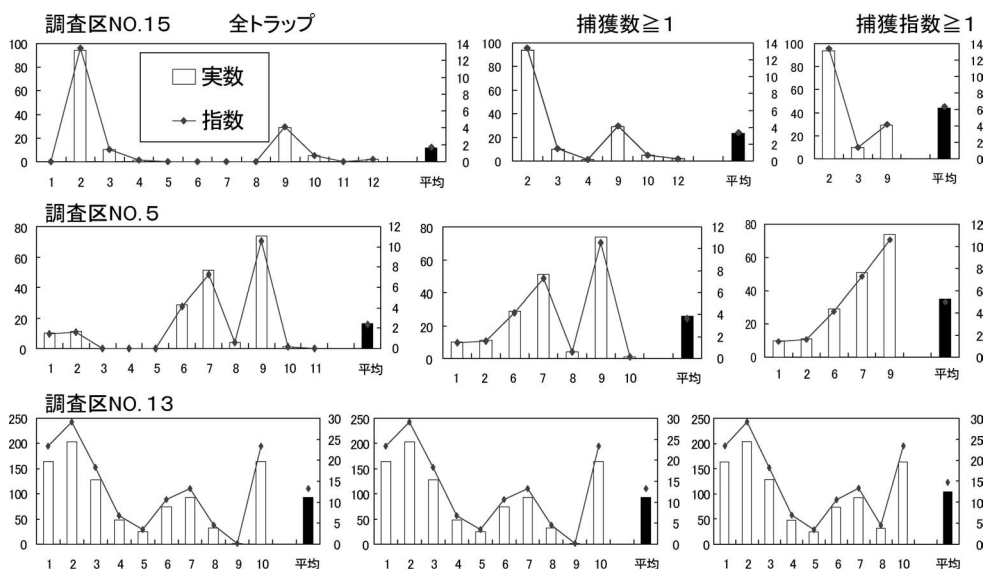


図3 個別トラップの捕獲指数と平均捕獲指数との関係(辻ら, 2001)
X軸: トラップ番号 左Y軸: 捕獲実数 右Y軸: 捕獲指数

のために確認したい位置の重点順位で設置するが、筆者(2001)は最初の設置調査で捕獲指数1(1日当たり1匹)未満のトラップの位置を除外し、それ以上の位置を次回あるいは以後のトラップ設置位置とすれば施工効果などが判定しやすくと提案している。

ゴキブリの管理水準

もちろん、保護対象付近にゴキブリがゼロであることを証明するためのトラップ設置もあり得るので、すべての施設と目的において上記処置をすすめているわけではない。ちなみに筆者は(辻, 2001)飲食店などの防除施工に際しては「たとえば、捕獲指数1未満のトラップ位置を除外した高い捕獲指数を出発基準として管理施工による指数低下を図り、しかもすべての位置において指数1(実数ではない)以下(誘引物なしのトラップではさらに低い値、たとえば0.5以下など)とする目標を立てることが望ましい」と考えた(図3)。この目標によれば全体のトラップの平均、すなわち捕獲指数も当然1以下となるし、平均値が1以下でも、突出して多数の捕獲がみられるトラップがあってはいけないことを意味している。この管理水準を「指数2以下」とすれば、より一層実行し

やすい目標と言える。

あとがき

保護すべき対象の性質や数量が異なる博物館と工場やレストランでは、防虫管理におけるモニタリング態勢や害虫の管理水準の決め方は異なる点が多くて当然であるが、博物館等での調査実績や情報が増加しつつあるので、今後共通の局面も増加すると思われる。いずれにせよ、管理水準の設定には、被害の実績とモニタリング結果数値との照合が必要と考える筆者のわずかな経験の一端が、関係各位に少しでもご参考になれば幸いです。

参考文献

- 辻 英明・河村由紀子・山内章史(2001)実地のゴキブリ捕獲指数に及ぼす調査用トラップ数の影響, ペストロジー学会誌, 16(2): 101-105.
- 辻 英明(2004)医薬品/食品製造工場における昆虫動態バリデーションのポイント, ファーム・ステージ, 2004年9月号, 技術情報協会, 84-94.
- 辻 英明(2008)防虫・防鼠管理の留意点, (浅越正監修; 医薬品のグローバル化とGMP, シーエムシー出版, 東京, 313pp. 中, 224-240.

(つじ・ひであきら 日本家屋害虫学会 会長)