

# オプトロン防虫システム

株式会社大成イーアンドエル

問い合わせ先

(株)大成イーアンドエル

〒124-8535 東京都葛飾区西新小岩3-5-1  
TEL. 03(3691)7577  
FAX. 03(3691)3035  
http://www.taisei-el.co.jp/

## 1 | はじめに

最近、製品への異物混入対策を推進する食品や医薬品の工場や店舗向けに、防虫効果を謳う商品が急速に増えてきている。その商品形態は、窓に貼るフィルムや蛍光灯ランプに被せる樹脂スリーブ、出入口用の塩ビのカーテンやシートシャッターシートなど様々である。いずれも、光から特定の波長をカットすることで、その光に昆虫が寄ってこない「オプト(光)コントロール」による防虫原理の商品である。また、窓用フィルムや蛍光灯ランプにおいては、防虫効果に加えて、ガラスの飛散防止効果を兼ね備えた商品もある。こちらは、万一、ガラスが割れた場合でも、樹脂の皮膜によってガラスの破片が飛び散らないというものであり、やはり、製品への異物混入を防ぐという目的の商品である。

「防虫」「ガラス飛散防止」など、これら異物混入対策をサポートする商品の登場の背景には、消費者の安全、衛生への関心の高まりから「製品への異物混入を何としても防ぎたい」という食品、医薬品工場の異物混入対策への取り組みが深く関係している。

数年前の食品メーカーの事故に端を発する一連の異物混入騒ぎ以降は、その異物混入対策の強化は更に顕著となってきている。製品への異物の混入が、製品品質の低下や商品価値の損失のみならず、顧客に与える不快感は、メーカーや販売店などの企業に対するイメージや信頼性の低下、売り上げの低減や取引など経済的にも大きく影響するからである。

「防虫」「ガラス飛散防止」をはじめ、「毛髪」「金属類」など、異物混入の対策は、食品や医薬品の工場において必要不可欠であり、異物混入に対する取り組みが常識となる一方で、既にその使用が常識となった感のある「異物混入対策をサポートする商品」の中には、困ったことに、どうやら間違っただけで常識化してしまったものもあるようである。ユーザーや衛生管理業者、取扱業者からは、次のような質問が多く聞かれる。

「紫外線カット＝防虫か？」

「黄色やオレンジは、虫の嫌いな色なのか？」

「飛散防止膜付きの一体式蛍光灯ランプと、交換可能なスリーブのどちらが良いか？」

何とも素朴な質問ではあるが、様々な類似商品が数多く出てきている昨今では、当然の質問とも言えるのではないだろうか。さて、ユーザーや衛生管理業者で、どのくらいの人達が、これらを理解して商品を取り扱っているのだろうか。むしろ、そうした勘違いによって、間違っただけで常識を植え付けられていないだろうか。

ここでは、ユーザーが抱く素朴な質問について考えながら、「異物混入対策をサポートする商品の常識」を今一度、振り返ってみたい。また、それら商品の開発の経緯も交えながら、どの製造現場でも簡単に導入できて、継続的な異物混入対策に繋がる基本的な商品を紹介していく。

## 2 | 防虫対策

(1)「予防」「ノンケミカル(薬剤なし)」の常識

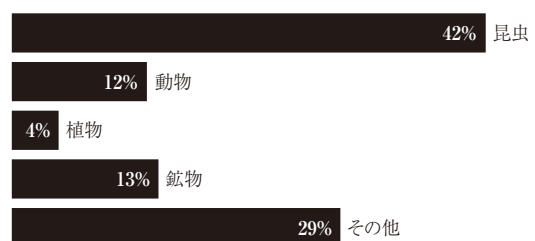
異物混入の中でも、毛髪やガラス、金属片などは発生源も比較的限定されるため、現場サイドで解決できるが、昆虫ともなるとそう簡単にはいかない。というのも、昆虫の混入は可能性がいたる所に存在し、また、昆虫の種類によって習性や生態に違いがあることから防虫方法も異なり、専門知識が必要とされるからである。

このため、PCO(Pest Control Operator)と呼ばれる衛生管理業者に相談するのが賢明である。しかし、そうした専門業者でも手に負えず頭を抱えるのが、異物混入の中でも事故原因の上位を占める「光に誘引される飛翔昆虫」である(図1,2)。

従来の薬剤による殺虫や捕獲による駆除では虫を一時的にしか抑えることができず、すぐに再発し、繰り返し駆除が必要となってしまう、建物への虫の誘引や侵入を防いでいないため、根本的解決になっていないのである。また、薬剤の使用は、製品(特に食品や医薬品)に対する安全性、毒性による環境汚染、また、虫の抵抗力アップの心配があるので、極力避けることもHACCP<sup>注)</sup>を土台として支える一般的衛生管理事項(PP= GMP)として重要な管理項目とされている。

注) ※HACCP(Hazard Analysis and Critical Control Point、危害分析・重要管理点)  
宇宙食の安全性を高度に保証するシステムとしてアメリカで考案された衛生管理手法。材料の受け入れから出荷まで各工程を監視する。製造現場では、工程ごとに事故を起こさないための条件を設定し、万一の事故が発生した場合の是正方法などを含めた衛生管理システムとして確立している。日本の食品メーカーの多くが導入している。

図1 異物混入クレームの主な原因



東京都衛生局生活環境部 1996年度

図2 光に誘引される飛翔昆虫の例



ウコン・ヨコバイ類 アブラムシ類 ガ類 ガガンボ類 ユスリカ類

そこで、研究、開発された防虫対策が、「オプトロン防虫システム」である。このシステムは、以前のような殺虫剤を散布する防虫対策とは異なり、「光の波長をコントロールして、光源に誘引される昆虫を制御する防虫対策」であり、「異物混入につながる飛翔昆虫がいない環境」「薬剤を使用しない環境」を、製造の現場に推奨している(図3、4)。

「(光)コントロール」による防虫原理の総称である。オプトロンは、数多くの試験と実施例により、昆虫の感知しにくい光を見つけて開発され、製造および商品に関して国内、アメリカで特許を取得している。オプトロンの防虫効果は、学会でも発表され、その効果の評価は高く、現在、オプトロンの原理を利用した商品は、窓ガラスに貼るフィルムをはじめ、カーテンや高速自動シートシャッター、蛍光灯ランプなど様々である。それら商品によるオプトロン防虫システムは、継続的に効果が持続する予防の防虫対策であり、防虫効果だけでなく薬剤使用の軽減をも考慮した画期的な防虫システムであることから、現在、食品や医薬品の工場、店舗などで広く採用されている。

なお、オプトロン防虫システムの一環として、万一、昆虫が建物の内部に侵入した場合の捕獲用として捕虫器(ライトトラップ)を併用することが望ましい。昆虫が建物の内部に侵入していないことを確認するためのインジケータにもなる。ただし、捕虫器に使用される誘虫ランプ(ブラックライト)は、昆虫が感応しやすい365nm近辺の紫外線域の光を非常に強く発するこ

とから、捕虫器の設置場所を間違えると、呼ばなくてもよい昆虫を誘引してしまい逆効果になる場合があるので、捕虫器の設置には注意が必要である(図5)。

## (2)「窓ガラスにフィルムを貼る」常識

「何か防虫対策を取られていますか」の質問に対して、「窓ガラスに防虫フィルムを貼ってある」の声はごく普通に聞かれる。オプトロンの登場によって、今でこそ防虫フィルムは常識となっているが、ひと昔前は、食品工場でさえも「窓を開けないから」「虫は、捕虫器でいっぱい取るから」「殺虫剤を定期的に撒いているから」などの声が多く、防虫フィルムは、なかなか受け入れられず、防虫フィルムの使用が定着するまでには、かなりの年月を必要とした。当初、原理の説明だけでは受け入れられなかった防虫フィルムも、実際に使用されることで、次第に防虫効果が認識され始め、またその効果だけでなく予防の考え方までが徐々に理解されるようになった。

さて、その防虫原理について述べておく。オプトロンの防虫性とは、「光に誘引される特性(正の走光性)をもった昆虫を光源に誘引させない」ことである。光に誘引される昆虫こそが、薬剤でも防除できず、異物としての混入が一番多く、問題となる。昆虫が光の刺激に対して誘引される性質を「正の走光性」と呼ぶが、飛翔昆虫はすべての波長に誘引されるわけではない。600nmより長い波長に関しては誘引されにくく、逆に350~380nmの紫外線域では活発に活動する。365nm付近の近紫外

図3 防虫対策の違い(薬剤散布とオプトコントロール)

従来の防虫対策—問題点

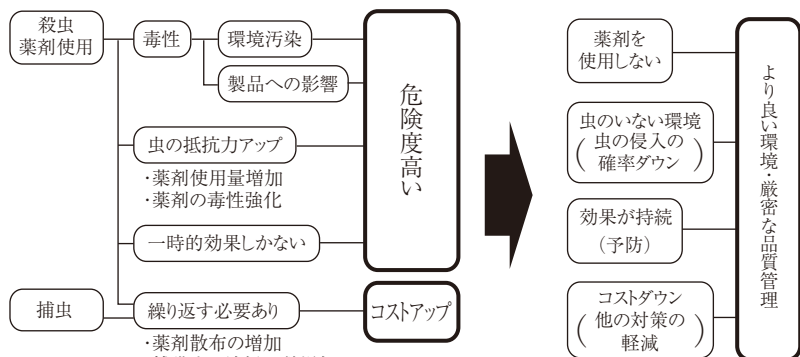


図4 オプトコントロールによる薬剤使用量の変化

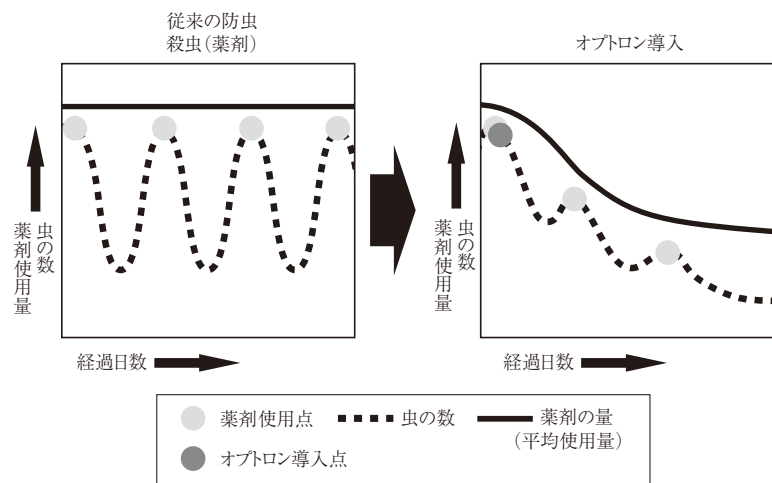
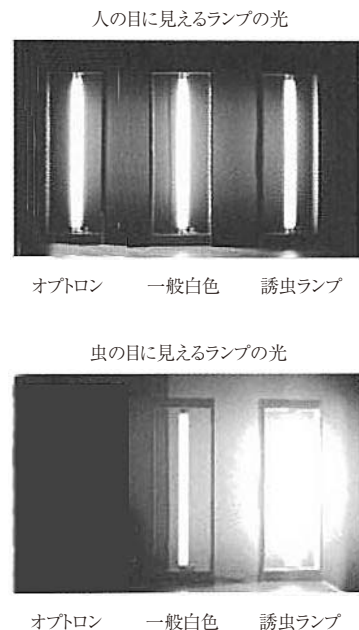


図5 人と虫の可視光域の違いを利用した防虫対策



人の目…通常撮影  
虫の目…昆虫が感応しやすい光の波長だけを透過する特殊フィルター(透過波長300~400nm)を使用し撮影したイメージ写真

線域をピークとし、もっとも強く誘引されると言われている。一方、人間は380~780nm付近の波長帯を光として感じ、可視光と呼ぶ(図6)。つまり、昆虫と人間の目に感じる波長には基本的

図6 昆虫の可視光と人間の可視光

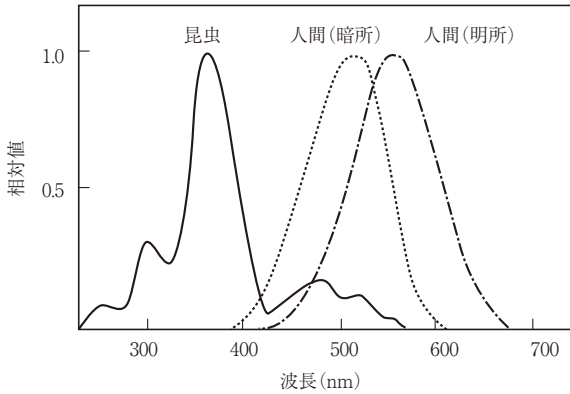


図7 昆虫走光曲線とオプトロンフィルムGの光透過率

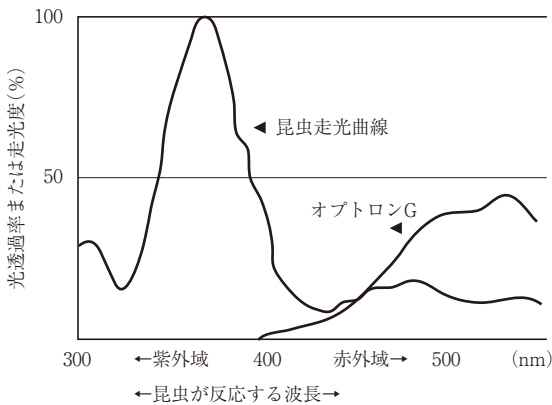


図8 オプトロン施行時の光のイメージ(防虫クリア)



虫が見る光



人が見る光

な違いがあり、この特性を利用したのがオプトロンである。昆虫の感じる波長領域をカットし、窓の外へ出る光の性質を変えることがポイントとなる。

当時、食品工場などの現場では、黄色やオレンジ色の塩ビカーテンが出入口にぶら下がっていたが、これも黄色系(オレンジ色も含む)の色が紫外線を吸収しやすいとのことから防虫に活用されたものであるが、その防虫効果には限度があることが実際に使用するユーザーからも疑問視されていたため、それまでの黄色、オレンジ色=防虫という常識を覆すだけの防虫効果を持たせることがオプトロンの開発における目標品質となった。

紫外線吸収剤による紫外線のカットの他に、コーティング剤の色や、ターゲットとする昆虫の習性について数多くの実験を積み重ね、試行錯誤を繰り返した結果、目標とする特性の開発に成功して、ガラス飛散防止効果を兼ね備えた窓用防虫フィルムであるオプトロンの完成となったのである。

図7に示した昆虫走光曲線とオプトロンフィルムG(グリーン)の波長および光透過率の関係より、オプトロンは昆虫の感応する波長域を含む300~500nmまでの広い範囲をほぼカットしていることがわかる。オプトロンは、昆虫が感応性を示す波長の光が外部に透光するのを遮断して、光の刺激による昆虫の積極的な誘引を阻止する。イメージとしては、室内照明の光がオプトロンを透過することによって、昆虫には見えない光に変わるといったところである(図8)。

昆虫を誘引しないのであり、忌避するのではない。昆虫には、室内の光を見えないようにし、しかも人間には透明性を良くして、より多くの光を取り入れるのが、オプトロンの原理であり、技術である。この技術は、カーテンやシャッターシート、蛍光灯ランプなどにも採用されている。

なお、オプトロンフィルムは、防虫対策だけでなく、工場内の「ガラス飛散防止」の必要性を早くから推奨していた商品であり、万一、ガラスが割れた場合でも、50 $\mu$ mのPETフィルムと強力な粘着樹脂層で、破片の飛散を防ぐ効果がある(図9、10)。(3)「透明フィルムは、防虫効果50%」の常識

オプトロンがパイオニアとなって、防虫フィルムを定着させたが、その後、防虫用途という、フィルム業界にとっての新規分野へ、多くのフィルムメーカーが参入を始めることになる。各メーカーとも、「紫外線をカットする透明フィルム」で防虫効果を謳っての参入であるが、パンフレットに記載の防虫効果の数値もまちまちで、一体どれがどの位の防虫効果があるのかわかりにくい状況である。紫外線と防虫効果との関係についても言い回しが紛らわしい。これでは「紫外線カット=防虫か?」、「紫外線の波長は、どれだけカットした方が良いのか?」など、ユーザーの疑問の声が多くなるのも無理はない。透明の防虫フィルムを選ぶ際にも、その原理と効果は、理解しておくべきである。

先にも述べたが、光の波長域によって昆虫の感受性は異なり、ピークが365nm近辺の紫外線域にあると言われている。その領域での紫外線カットということになるのであるが、一般に380nmまでを紫外線と呼んでおり、それ以上の波長は人間の可視光として色が付いてくる。紫外線カットを謳うフィルムであれば、380nmをしっかりと遮断してはならないので、少しでもカット率の高い方が安心で良いのであろうが、透明フィルムの場合、400nm近辺までの波長が遮断されていれば、防虫効果にはさほど影響が出ないことも、PETフィルム(透明)での試験で証明されている。紫外線カットの透明フィルムでの防虫効果は、いずれも約50%であった(図11、表1)。

昆虫の光の感受性をグラフにしたものが「昆虫の走光性曲線」

であり、これに「フィルム透過率グラフ」を重ねると、透明フィルムの紫外線カットだけで約80%もの防虫効果があるように思えてしまうが、実際には、そこまでの防虫効果はなく、約50%の防虫効果に止まる。つまり、防虫と言っても、昆虫の誘引を半減させるまでの効果というのが事実なのである。前述のオプトロンG(グリーン)の誘引阻止率80%と比べると、かなり防虫効果は低いものとなるのである。防虫効果の試験結果からすると、この「昆虫の走光性曲線」が正しくないとも言えるのであり、このグラフこそが、紫外線をカットすれば、ほとんどの虫が来なくなるという間違っただイメージを作ってしまったのかもしれない。そもそも、オプトロンの原理を説明するために使用されていた「昆虫の走光性曲線」が、防虫商品を扱うメーカーの参入などにより、どこでも当たり前のように使われるようになったのだが、これも今から半世紀も前に発表された推測的なものであり、昆虫全般について言えるものでもない。走光性曲線での波長カットの理論は、原理の説明には使えるが、防虫効果を数値で表すものとしては使用できない。よって、オプト・コントロールによる昆虫誘引阻止効果については、フィールド試験などの実績値に頼らざるを得ない。

ここで注意しなくてはならないのが、その試験方法である。フィルムのメーカーによっては、防虫効果を高く見せるために、誘虫ランプ(ブラックライト)をコントロールにして、数値を出している場合があるので、防虫フィルムの効果を比較する際には、同じ試験方法での数値で比較しなくてはならない。ちなみに、オプトロンは、開発開始以来、昆虫の光誘引阻止効果の試験をフィールドにおいて継続して行っているが、過去10年以上にわたる数多くのデータでも安定した数値が出ていることから、試験方法や試験データの信頼性は非常に高いと言える。この試験方法は、フィールドという過酷な条件の中にありながら再現性

図11 400nmまでカットするオプトロンフィルム「防虫クリア」(透明)の光透過率と昆虫の走光度

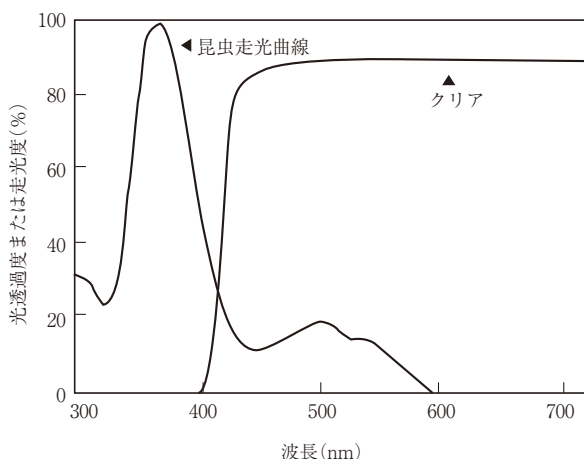


表1 400nmまでカットするオプトロンフィルム「防虫クリア」(透明)の昆虫誘引阻止率

	実験照明器	捕獲頭数(頭)	誘引阻止率(%)
1回目	フィルム装着	2,496	51.4
	未装着	5,134	
2回目	フィルム装着	2,643	51.9
	未装着	5,490	
3回目	フィルム装着	1,572	40.5
	未装着	2,643	
平均			47.9

1999年日本衛生動物学会発表資料

図9 オプトロンフィルムの構成

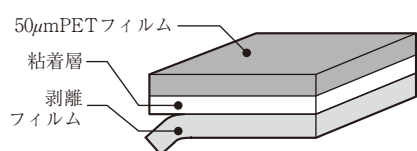


表2 防虫シートの防虫効果

		夜間	昼間
1. 「オプトロン」(グリーン)	誘虫阻止率80% (誘虫危険率20%)	◎	○
2. 「オプトロン」(クリアグリーン)	誘虫阻止率60% (誘虫危険率40%)	○	○
3. 「一般防虫」(オレンジ)	誘虫阻止率60% (誘虫危険率40%)	○	×

図10 衝撃破壊試験

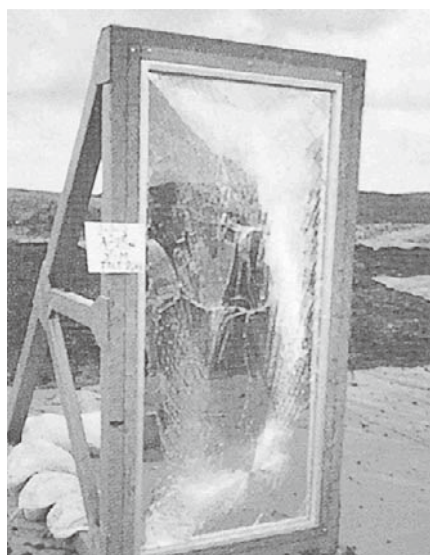
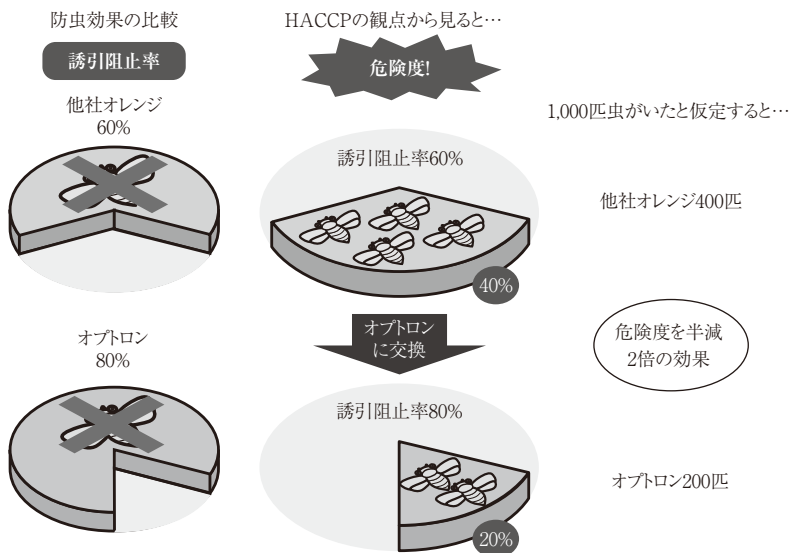


図12 HACCPの観点から見る防虫効果の比較



が高く、オプトロン法として確立されている。日本環境動物昆虫学会でもオプトロン法のB法が承認されている(末尾の参考文献参照)。

(4)「オレンジ色=虫の嫌いな色」は、間違った常識

高速自動シートシャッターやカーテン(出入口に吊り下げて使用する200mmや300mm幅の塩ビシート)の塩ビシートは、昔から黄色系オレンジ系の色ものが使用されてきたが、意外とその理由は理解されていない。オレンジ色のシートが、夜間の建屋内部の灯火を遮って昆虫の誘引を低減させることから、夜間の防虫対策として使用され始めたのである。昆虫の感じやすい光の波長域が、紫外線域に多くあることから、紫外線を吸収しやすい色になったのが理由であり、日本国内には半世紀前に入ってきている。日本で最初に製造した塩ビメーカーでは、試験によって夜間における防虫効果を確認しているようであるが、後発の塩ビメーカーは、昆虫についての知見もなく、同じような色でそれを真似ただけというのが本当のところである。塩ビメーカー各社が、防虫原理や効果について何ら説明もせず、一斉にオレンジ系の色で防虫カーテンとして売り出したが故に、一般のユーザーは、オレンジ色が昆虫の嫌いな色と勘違いしてしまうのも当然であろう。笑い話ではないが、この色だと虫が嫌がって逃げていくと思っている人もいたようである。実際、未だに「防虫色」と言っている塩ビメーカーの営業マンがいるくらいなのであるから、困ったものである。

「オレンジ色=虫の嫌いな色」は、大きな間違いである。夜間の灯火を遮るフィルターとして防虫効果はあるが、昆虫が嫌いな色ではない。むしろ、黄色系、オレンジ系の色は、昼間には、昆虫を誘引してしまう場合がある。黄色系、オレンジ系の色の服や車に虫が寄ってきてしまうのを誰もが経験したことがあると思うが、それと同じである。大事な植栽に着いた虫を薬剤の使用なしで駆除する方法がある。黄色いバケツに水を入れて植栽の側に置いておくと、黄色のバケツに虫が移動して、水の上で死んでしまうというものである。農業関係では、黄色のシートに粘着剤を塗って昆虫を捕獲する商品もある。これらは「黄色に虫が寄ってくる」という先人の知恵である。黄色、オレンジ系の色のシートは、夜間に防虫効果を発揮するものの、昼間は昆虫を誘引してしまい逆効果となる危険性があるため、出入口の使用には注意が必要なのである。建物の近くに昆虫が寄ってきていると、出入口が開いた時に浸入してしまう可能性がある。昼間は、オプトロンなどのシートの使用を推奨する。オレンジ系と同じ防虫効果(誘虫阻止率60%)でありながら、透明性が高いクリアグリーンのオプトロンが開発されたことから、防虫シートにもバリエーションが増えたことになる。そこで簡単にそれらの防虫効果についてまとめておく(表2)。

オプトロン(グリーン)は、一般防虫(オレンジ)の誘虫危険率40%(40%の虫が寄ってきてしまうということ)を半減させ、2倍の防虫効果を発揮することから、一番防虫効果が高いことが明白である(図12)。オプトロンのクリアグリーンは、一般防虫と同じ防虫効果でありながら、昼間の虫も誘引しないという点で、一般防虫の上にランクされる。一般防虫においては、塩ビメーカー各社が、若干、オレンジ系の色を変えて商品を出しているが、紫外線吸収剤などが配合されて紫外線域をしっかりカットしたものの方が、より防虫効果が高いことになるので、塩ビメーカーに防虫効果のデータを求めてみた方が良いでしょう。

図13 蛍光ランプのガラス飛散防止性能



図14 蛍光ランプの破損の危険度

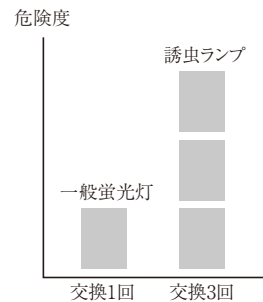
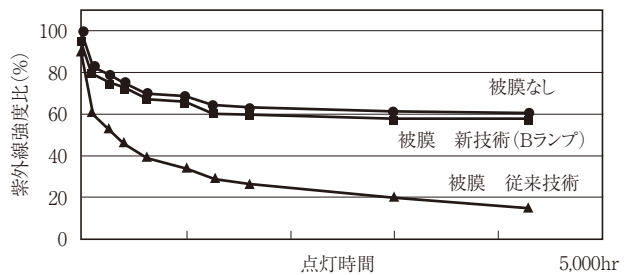


図15 被膜による誘虫ランプの紫外線強度



### 3 | ガラス飛散防止対策

(1)「蛍光ランプ」の常識、「チューブ」の非常識

異物混入に繋がる「ガラス飛散防止対策」の発想を食品、医薬品の工場に導入したのは、オプトロンの窓用フィルムであったが、蛍光ランプのガラス飛散防止対策に関しても、やはり、オプトロンが国内でいち早く提唱をはじめている。実はオプトロンも蛍光ランプの防虫対策に関しては、当初、「被せるだけで防虫ランプへ早変わり」といった蛍光ランプに被せるだけの防虫チューブ「オプトロン蛍光灯カバー」だったのである。しかし、その後、熱収縮のシュリンクチューブを被覆した蛍光ランプ「オプトロン蛍光ランプ」に変更した理由も、実は「ガラス飛散防止対策」の重要性からなのである。照明器具に設置してしまえば、被せるだけのチューブでもガラス飛散防止にはなるのだが、蛍光ランプの交換作業の際、チューブから裸ランプを取り出す作業を伴うことから、「もし、カバーする際に蛍光ランプを破損したら」という発想から、これは飛散防止にならないという判断で、一体式の飛散防止形防虫蛍光ランプオプトロン蛍光ランプの誕生となったのである。既にHACCPの発祥国であるアメリカでは、飛散防止形蛍光ランプがスタンダードであったことから、今後、日本国内での常識になることを予測しての商品変更である。蛍光ランプは、よほど大きな衝撃がない限り、照明器具から外れて落下することはなく、むしろ、蛍光ランプ交換作業の際の人為的ミスから発生する破損やガラス飛散事故がほとんどである。「蛍光ランプの破損は、ランプ交換時に起きる」と言っても良いくらいである。そのことから、重要管理点である「蛍

光ランプ交換時の対策]がなされていない「蛍光ランプに被せるだけのチューブやカバー」をガラス飛散防止と呼ぶのは大きな間違いなのである。食品や医薬品の工場において、ガラス飛散防止を目的とする以上は、「一体式の飛散防止形蛍光ランプ」を使用しなければならない。

オプトロン蛍光ランプは、万一の事故や災害に際し、強い衝撃や落下によって蛍光ランプが破損しても、ガラス管全面に密着させた、優れた衝撃強度を持つ100 $\mu$ mのPET被膜により、ガラス片が飛び散ることを防ぎ、異物混入も含め、危険防止に大きく貢献する(図13)。「オプトロン」の防虫効果も兼ね備えている。

#### (2)「誘虫ランプ」の常識

食品や医薬品の工場では、オプトロン防虫システムの一貫として、万一、工場に昆虫が侵入した場合の早期捕獲や昆虫のモニタリングを目的とした誘虫ランプ(ブラックライト)の使用が定着している。誘虫ランプは、捕虫器にセットして使用するものであるが、これこそガラス飛散防止対策で、見落としてはいけない重要管理点なのである。誘虫ランプは、通常の蛍光ランプよりも寿命が短く、半年に1回の交換が必要とされている。つまり、誘虫ランプは、通常の蛍光ランプの3倍以上も交換が多いことから、先にも述べたが、それだけ破損やガラス飛散の可能性が高いと言える(図14)。また、捕虫器に使用するため、通常の蛍光ランプよりも低い位置で使用することから、ぶつけによる破損や落下などの危険も増してくる。誘虫ランプのガラス飛散の危険度を考えれば、最も早急に対策を講じるべきである。今までは、強い要望がありながらも、紫外線を発する誘虫ランプであるがゆえに、「誘虫ランプの発する紫外線で飛散防止膜が劣化してしまい飛散防止効果が持続しない」「誘虫ランプの発する紫外線域をカットしてしまい誘虫効果を低減させる」という技術的な問題があって、飛散防止形の誘虫ランプが商品化されていなかった(図15)。しかし、その2つの問題を同時に解決した商品「オプトエナジー／誘虫Bランプ」が出来たことにより、今では、すっかり定着して、工場におけるガラス飛散防止対策の常識となっている。

## 4 | 異物混入を見逃さない環境—「リアルカラー」で、物を見る常識

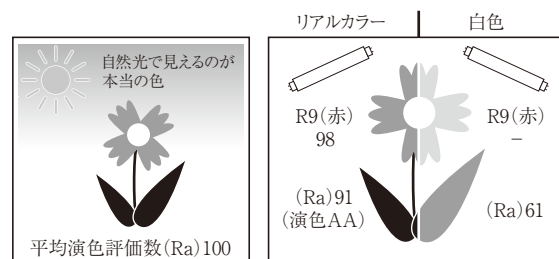
食品や医薬品の工場では、防虫目的のために、工場の無窓化、密閉化が進んできており、内部は完全に外部と隔離された空間となっている。工場内の製造現場からは、蛍光ランプに「外部と同じ光」や「明るさ」を求める声が多くなってきた。要は、生物としての「自然光の中で生活したい」という自然な欲求である。また、「蛍光ランプで見る色は、違って見える」という大きな問題点の改善も含めて、新しいタイプの蛍光ランプの誕生が望まれてきた。高レベルの品質管理を重要視する食品や医薬品の工場においては、「自然な色」という点に注目するべきである。「自然に忠実な色」で物を見る、この当たり前で大事なことについて、今まで、あまり提案がされていなかったのではないであろうか。CIE(国際照明委員会)では、演色性(物の色の見え方に及ぼす光源の性質)に関して推奨する基準を定めており、色や高レベルの品質管理を重視する環境空間には、演色性の高い蛍光ランプの使用を推奨している。「自然に見える」と「きれに見える」では演色性において大きな違いがあり、印刷や服飾関連において、わざわざ外に出て、日の光で色を確認するのは、このためである。従来の蛍光ランプでは、物の本来の色が正確に判断できないので、自然光で確認するのである。食品関連において、店舗

では「おいしく見せる」であるが、製造の現場では、鮮度や加工具合を確認するために「自然に忠実な色で見る」ことが品質管理上、重要とされている。また、そのことが、「異物混入の早期発見」「異物混入を見逃さないこと」に繋がるのである。

食品や医薬品の工場の要望に応じて、原材料や製品の色を正しく評価でき、なおかつ、異物混入を見逃さないような光色や明るさの蛍光ランプが開発された。オプトロン蛍光ランプをグレードアップさせた「オプトエナジー(オプトロン)／リアルカラー」という飛散防止形の防虫蛍光ランプである。本来、相反する「演色性」と「明るさ」を同時に満足させて、「工場の中で、対象物を自然な色で見ることのできるあかり」を実現している。一般蛍光ランプの明るさで、通常2ランク上の演色性「演色AA」(JIS Z 9112)の基準をクリアし、特に、蛍光ランプの弱点である「赤色」の演色性に関しては、自然光で見たときとほぼ同じという画期的な蛍光ランプである(図16)。更にこの蛍光ランプが、衛生品質管理に適しているのが、次の点である。「明るさ感がアップ」「清潔な雰囲気」「物や小さな文字が、はっきり際立って見える」という点で、密閉された空間での作業環境の向上と異物混入の早期発見に大きく貢献するという点である。

オプトエナジー(オプトロン)／リアルカラー(40形)の全光束(ランプから放射される光の量)は、一般白色蛍光ランプと同じ3,000lm(ルーメン)なので、数字上では明るさが同じということになるが、実際に点灯して比べてみると、オプトエナジー(オプトロン)／リアルカラーの方が断然に明るい。演色性の良いランプと劣るランプの比較では、官能検査により同じ室内照度でも、演色性が高い蛍光ランプの方が明るく感じられるといった結果が得られている。例えば、白色蛍光ランプで照明した条件と同じ明るさを感じる高演色性蛍光ランプの照度を、実験によって求めて、その照度比を比較すると、高演色性蛍光ランプの場合、約25~40%低い照度で同じ明るさを感じるのである。演色性の違いにより明るさ感が異なる理由は、演色性の高い方が物体の色がはっきり区分できやすく、目立ち感が高くなるため、低い照度でも明るさ感が同じになると言われている。言い換えると、一般白色蛍光ランプをオプトエナジー(オプトロン)／リアルカラーに交換すると、約25~40%明るく感じて、更に対象物の色をはっきり見分け、コントラストが高くなることで、小さい文字や物体が見やすくなり、異物混入を早期に発見することができるということである。『「防虫」ガラス飛散防止』の予防対策と同時に、「異物混入を見逃さない」環境をつくるという点で、品質管理に気を配る食品、医薬品の工場には最

図16 演色性とは



#### 演色評価数

試験色を照明のもとで見た時の色の忠実度を数値化したもの。基準光(=自然光)で見た時を100として、この数値が100に近いほど色が自然に見える

※白色のR9(赤)の演色評価については、色再現性がほとんどないため数値化できず、「-」表記になっている

適である。実際に体験することをお勧めする。

また、最近、省エネの観点からLED照明が目目されているが、演色性と発光効率の点では、まだまだ蛍光灯に軍配が上がる。しかし、LED照明の技術も日進月歩であり、今後は、演色性なども改善されて、また新しい商品や常識も生まれてくるものと思われる。

### 5 | まとめ—「異物混入対策」における常識の推移

異物混入対策のための商品と言っても、防虫商品を含めてもその数は意外と少ない。金属探知機や非破壊試験などの検査器具は別として、「異物混入の予防策」の商品となると、ほとんどないと言ってよいだろう。やはり、現場サイドでの意識のあり方が重要であるということになる。防虫に関して、以前は、薬剤による殺虫、消毒が主であり、防虫商品と言えば、誘虫ランプで虫を集めて電気ショックで殺す「電撃殺虫器」と、出入口にぶら下げるオレンジ系の色の「のれん式カーテン」くらいしかなかった。どちらも半世紀近くも前の商品であり、つい最近まで当たり前に使われていた。今までは、それでよかったということでもあるのだが、異物混入事件や事故の多発や「コンビニエンスストアの増加」などの社会の動きによって、一般消費者の目が「異物混入」に向けられ始めた頃にオプトロンが登場した。しかし、この予防の防虫システムの発想は、時代からするとま

だ登場が早すぎたため、ユーザーとなる工場では、非常識と捉えられた。

何しろ、「窓を閉めているから虫は入らない」「工場内部の殺虫器が、こんなに虫を捕まえてくれるから安心である」「消毒を増やすから大丈夫である」という言葉が、普通に返ってくる当時の常識からすれば、やはりオプトロンが、非常識と捉えられても無理もない。それでも、オプトロンは、その後、「薬剤を使わず防虫効果が高い」という、ユーザーによる口コミで着実に実績を伸ばしていった。当初は、オプトロンもフィルムしかなく、他社のオレンジ色のカーテンも同時に販売されていたが、ユーザーから高い防虫効果の評価により「オレンジのカーテンにオプトロンを貼れないか」「オプトロンのカーテンを作ってくれないか」の声が非常に多くなり、オプトロンカーテンの誕生となった。時代の流れで、カーテンから自動の高速シートシャッターになって、オプトロンシャッターの誕生となり、次なる異物混入のガラス破片の対策をも考えて、ガラス飛散防止効果を兼ね備えた「オプトロン蛍光灯ランプ」の誕生となった。ユーザーの要望にこたえるべくラインアップを増やしてきて、「オプトロン」は、トータル的な防虫システムとなったのであるが、「オプトロン防虫システム」の、光の波長特性を利用して昆虫類の制御を実施していく方法は、薬剤を使用しないことから、毒性や昆虫類の抵抗力アップの心配がないために、防虫対策の主流となってきている。また、製造工程における「ミス、ロス、クレー

表3 異物混入対策(防虫対策)の常識の変遷

「オプト・コントロールシステム」	—	「薬剤無使用」「予防」の常識
「防虫フィルム」	—	「窓に防虫フィルムを貼る」常識
「粘着テープ式捕虫器」	—	「モニタリング」の常識
「防虫カーテン」	—	「二重扉」「前室」の常識
「防虫高速シートシャッター」	—	「自動化」の常識
「飛散防止型・防虫蛍光灯ランプ」	—	「防虫」「ガラス飛散防止」の常識
「透明・防虫抗菌カーテン」	—	「オレンジ＝虫の嫌いな色」間違った常識
「飛散防止型・誘虫ランプ」	—	「ガラス飛散防止」の新しい常識
「自然色・防虫蛍光灯ランプ」	—	「演色性」リアルカラーで、ものを見る常識 「異物混入を見逃さない光」の常識

図17 フィールド試験専用照明器

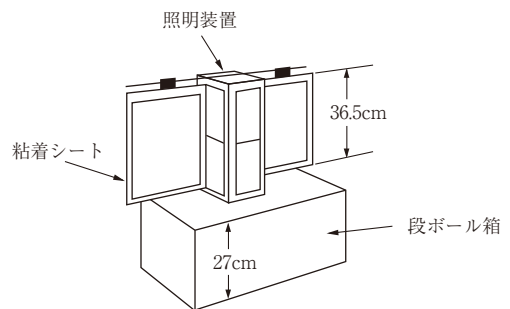
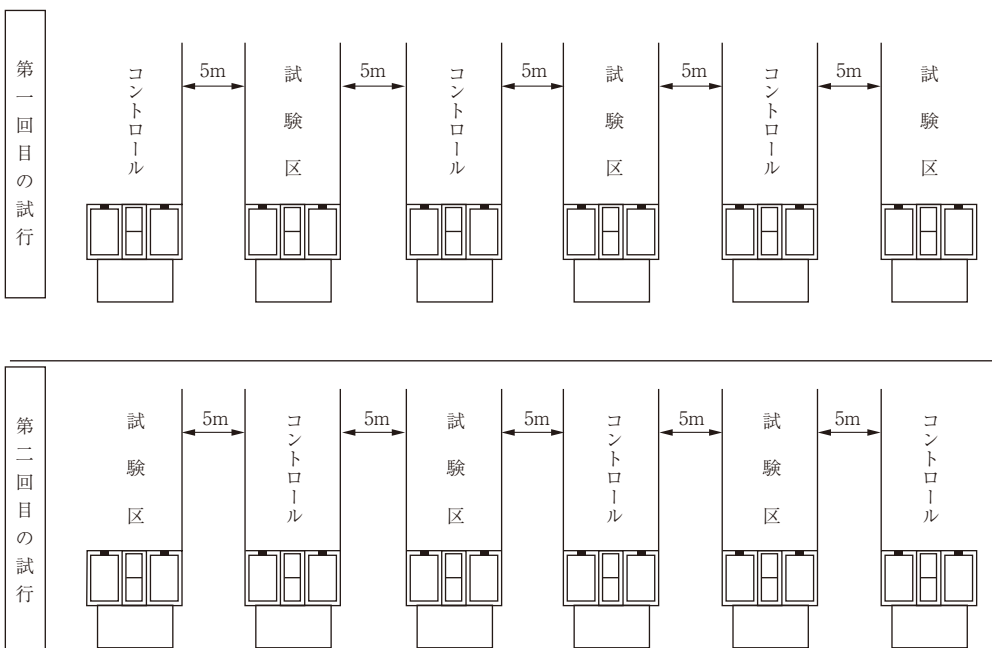


図18 照明器配置図



ムをなくす]ための異物混入対策や防虫対策の認識は一段と高まっている際でもあることから、最近では医薬品、食品業界のみならず、包材資材関連でも、異物混入による損失リスク回避の費用対効果を考え、「予防の防虫対策」として、積極的に取り入れられて浸透してきている。「予防する常識」は、「それでも起こる異物混入」の認識のもとに「異物混入を見逃さない環境の常識」へとステップアップする。

例えば、当初、誰からも見向きもされず、むしろ、馬鹿にすらされることの多かった防虫フィルムではあるが、その当時の非常識が、今では当たり前の常識となっている。これは、社会や製造の現場の声から、予測される将来を先取りした新商品の登場によって新しい常識、文化が作られたことを物語っている(表3)。常識とは、時代によって変わっていくものなのである。「異物混入対策をサポートする商品の常識」においても、間違えて常識化しているものもあるであろうし、まだ認められずとも、将来に当たり前の常識になるものもあるであろう。そう考えると、今後も様々な新商品が誕生すると思われるが、その効果をしつかりと確かめながら、柔軟かつ積極的に取り入れていって有効に活用してもらいたいものである。

## 6 | 参考資料—「オプトロン法」と「オプトロンの防虫効果」

オプトロンに関しては、ユーザー自身に防虫効果を判断してもらうことを常としているが、食品工場などの場合、HACCPの関係から品質管理の担当者が捕虫器で定期的に昆虫の捕獲数をチェックし、データ管理を行っており、オプトロンの施工前後での違いを数値で得るため、効果が分かりやすい。オプトロンの防虫効果は非常に高く、平均約80%（クリアなどは除く）の誘引阻止率となる。ここでは、フィールド試験の一例を示すが、オプトロンは他より優れた昆虫誘引阻止効果を示した。捕獲された昆虫の多くが双翅目のユスリカ類をはじめとして、カ類、羽アリ類、半翅目のウンカ、ヨコバイであった。これらのデータは学会で発表されたものであり、それ以外にも場所や方法を変えて数多くの実験を行ったが、いずれも高い効果を得ている。

### 【フィールド試験方法】

フィールド試験専用照明器(白色蛍光灯、10W)を直線上に5m間隔で6台配置し、そのうち3台には各製品の試験サンプルを、残りの3台はコントロールとしてガラス板を交互に装着した。試験は晴天かつ無風の日を選んで行い、日没後、点灯10分間に照明器に誘引される飛翔性昆虫を照明器の左右に取り付けられた粘着シート(33×21cm)で捕獲し、その捕獲数から誘引阻止率を求めて各製品の防虫効果を比較した。

$$\text{誘引阻止率}(\%) = \frac{(C-T)}{C} \times 100$$

C：コントロール(試験サンプル未装着)3台の総捕獲数

T：試験区(防虫製品等の試験サンプル装着)3台の総捕獲数

なお、試験は1つの試験サンプルについて、照明器の位置を交換して2回繰り返した(図17、18)。

### 【フィールド試験条件】

試験場所：千葉市花見川区畑野花見川

#### ①フィルム

試験日時：1992年7月21日 19時30分～21時30分

気象条件：気温24.5～25.0℃ 湿度90%

図19 試験条件、結果

試験場所：千葉市花見川区花見川サイクリングロード土手上

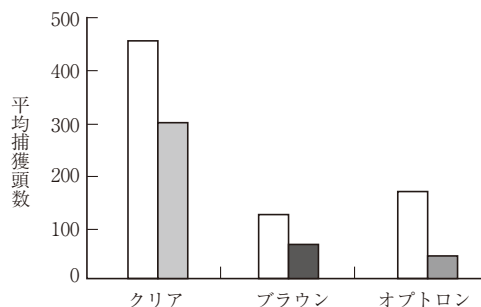
#### ①フィルム

試験日時：1992年7月21日

19時30分～21時30分

気象条件：気温24.5℃～25℃ 湿度90%

	一般クリア	車用ブラウン	オプトロン
誘引阻止率	35.9%	48.7%	72.0%



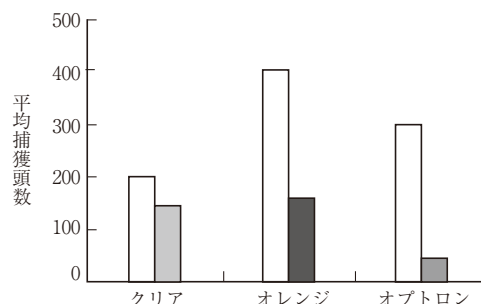
#### ②カーテン

試験日時：1992年7月20日

19時30分～21時30分

気象条件：気温22.5℃～23℃ 湿度91%

	一般クリア	オレンジ	オプトロン
誘引阻止率	25.6%	58.4%	83.7%



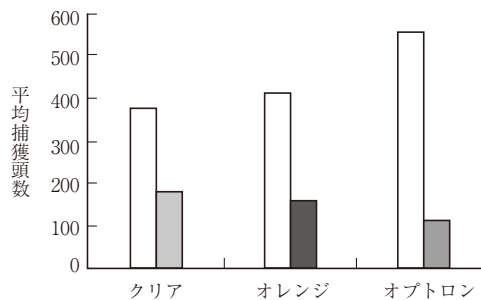
#### ③シート

試験日時：1992年6月3日

19時30分～21時30分

気象条件：気温15.5℃～19℃ 湿度82%

	一般クリア	オレンジ	オプトロン
誘引阻止率	48.3%	64.1%	80.0%



1992年日本環境動物昆虫学会発表資料



②カーテン

試験日時：1992年7月20日 19時30分～21時30分

気象条件：気温22.5～23.0℃ 湿度90%

③シート(シートシャッター用)

試験日時：1992年6月3日 19時30分～21時30分

気象条件：気温15.5～19.0℃ 湿度82%

【試験サンプル】

- オプトロン(グリーン)のフィルム、カーテン
- シート各々の材質のクリアタイプ(UVカット無着色)
- 防虫オレンジタイプ(フィルムはブラウン)

コントロール(対照区)と試験区の昆虫捕獲数と誘引阻止率について図19に示した。

<参考文献>

- 1)1999年日本衛生動物学会発表資料
- 2)1992年日本環境動物昆虫学会発表資料