

防虫シートの性能評価と次亜塩素酸ミスト噴霧による防除技術の開発

洲崎 雄 四本 瑞世
 澤谷 淳一 緒方 浩基
 (エンジニアリング本部)

Performance Evaluation of Insect-Proof Vinyl Sheet and Development of Pest Control Technology by Spraying Hypochlorous Acid Mist

Yu Suzaki Mizuyo Yotsumoto
 Junichi Sawaya Hiroki Ogata

Abstract

To address insect infestations and outbreaks in food and pharmaceutical production facilities, we evaluated the performance of UV-cut plastic sheets and studied the insecticidal technology of booklice using hypochlorous acid mist spray. We compared the performance of eight insecticidal sheets for high-speed sheet shutters against flying insects during the day and night, and found that there was no difference between the products during the daytime; however, the performance at night differed among the products. In addition, we tested whether hypochlorous acid mist sprayed with a two-fluid nozzle could kill the fungus-eating pest, chrysomelid. As a result, more than 90% of booklice could be killed by spraying a chemical solution with an effective chlorine concentration of more than 2,000 ppm and a post-spray humidity of more than 80%. In the future, we will try to develop this technology as a pest control technology for ceiling attics and other areas where extermination is difficult.

概要

食品や医薬品等の生産施設における昆虫の侵入・発生に対応するために取り組んだ、紫外線カット防虫シートの性能評価と、次亜塩素酸ミスト噴霧によるチャタテムシ殺虫技術の検討について紹介する。高速シートシャッター用の防虫シート8製品の飛翔昆虫に対する防虫性能を日中と夜間でそれぞれ比較したところ、日中では製品間に違いは出なかったが、夜間の防虫性能は製品によって異なった。また、二流体ノズルを用いた次亜塩素酸ミスト噴霧による菌食性害虫チャタテムシの殺虫効果試験を実施した。その結果、有効塩素濃度2,000ppm以上の薬液を噴霧後湿度が80%以上になるよう噴霧すると、90%以上のチャタテムシを殺虫することができた。今後、駆除が困難な天井裏等の防虫技術としての展開を図っていく。

1. はじめに

食品や医薬品等の生産工場において、製品への異物混入事故が発生すると、消費者に健康被害が生じる危険があるだけでなく、製品や企業のブランドイメージの失墜を引き起こすことがある。さらに、製品の製造停止や自主回収、原因究明とその対策など、経営的にも大きな損害をもたらすこともある¹⁾。

製品に混入する異物の中で、最も大きな割合を占めるのが昆虫などの虫である。虫は、工場の外部からの侵入や、工場の内部での発生により、製品の製造ラインに侵入して製品に混入する。そのため、食品や医薬品の製造現場では、様々な害虫発生・侵入対策が求められている^{1) 2)}。

本稿では、大林組が取り組んでいる防虫技術開発として、工場の開口部に設置される高速シートシャッターのビニールシートの性能評価試験の結果と、次亜塩素酸ミスト噴霧によるチャタテムシ駆除技術の開発状況を紹介

する。

2. 防虫ビニールシートの性能評価試験

2.1 背景

侵入する害虫のうち最も多くの割合を占めるのが、工場の周辺の緑地や土壌、水域で発生し建物の照明に誘引されて侵入する走光性の飛翔昆虫類である³⁾。これらの

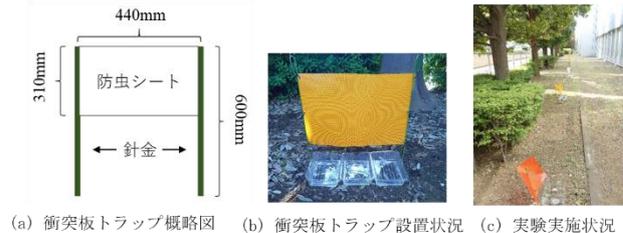


Fig. 1 衝突板トラップの概要と実験実施状況
 Overview of the Flying Intercept Trap and Experiment

昆虫は、照明の光に含まれる波長が380nm以下の紫外線に特に強く誘引されることが知られている⁴⁾⁵⁾。

虫の侵入や外気の流入を避けるために工場の搬入口や通用口に設けられる高速シートシャッターは、安全のためシートの全面または一部が透明のビニールシートになっている⁶⁾。そのため、シートを透過した工場内の照明

Table 1 性能評価試験に使用した防虫シート
List of Plastic Sheets Used in the Performance Evaluation Experiment

防虫シート	衝突板トラップ	ライトトラップ
透明 (コントロール)		
赤		
透明オレンジA		
透明オレンジB		
透明オレンジC		
透明オレンジD		
不透明オレンジ		
緑		

の光が、屋外の飛翔昆虫を誘引する恐れがある。

そこで、昆虫を誘引しやすい380nm以下の波長をカットする、防虫仕様のビニールシートを各メーカーが開発している。防虫仕様のビニールシートは、一般的に昆虫を寄せにくいと言われている赤やオレンジ色の製品が多く上市されているが、日中は逆に飛翔昆虫を誘引してしまうという実験結果も報告されている⁷⁾。これに対し、日中でも防虫効果が高い色として緑色の防虫シートが開発されているが、オレンジ色と変わらないというデータも発表されている⁸⁾。しかしながら、これらの製品の性能データについては、それぞれのメーカーが独自の手法で試験しており、どの色の製品が防虫効果に優れているのか単純に比較することが難しい状況にある。

そこで本章では、オレンジ・赤色系の防虫シートと緑色系の防虫シート7種の、昼間における反射光に対する誘引性と、夜間における透過光に対する誘引性を、それぞれ衝突板トラップとライトトラップを用いて調査した。また、分光光度計で各シートの透過光の光スペクトルを計測した。

2.2 シートの色(反射光)に対する誘虫防止効果試験

2.2.1 実験方法

特定の色の防虫シートに虫が誘引されるかどうかを調べるために、衝突板トラップ(Fright Intercept Trap: FIT)⁹⁾を用いて実験を行った。

衝突板トラップは丸山¹⁰⁾を参考にして作成した。防虫シートを縦310mm、横440mmの大きさに切り出し、針金(75cm)に結束バンドで固定した(Fig. 1a)。

トラップに用いた防虫シートはTable 1 に示す8種類である。トラップを設置する際は、針金部分を地面に15cmほど突き刺し、衝突板の下に中性洗剤を溶かした水を入れたPET製トレイ(230mm × 156mm × 50mm)を3個設置した(Fig. 1b)。飛翔中の昆虫は、物体に接触するとそのまま下に落下する性質があるため、防虫シートに衝突した昆虫は、トレイ内の水に落下し溺死する⁹⁾。

トラップ調査を2019年5月～9月の間に技術研究所屋外で計19回実施した。トラップは約3m間隔をあけて設置さ

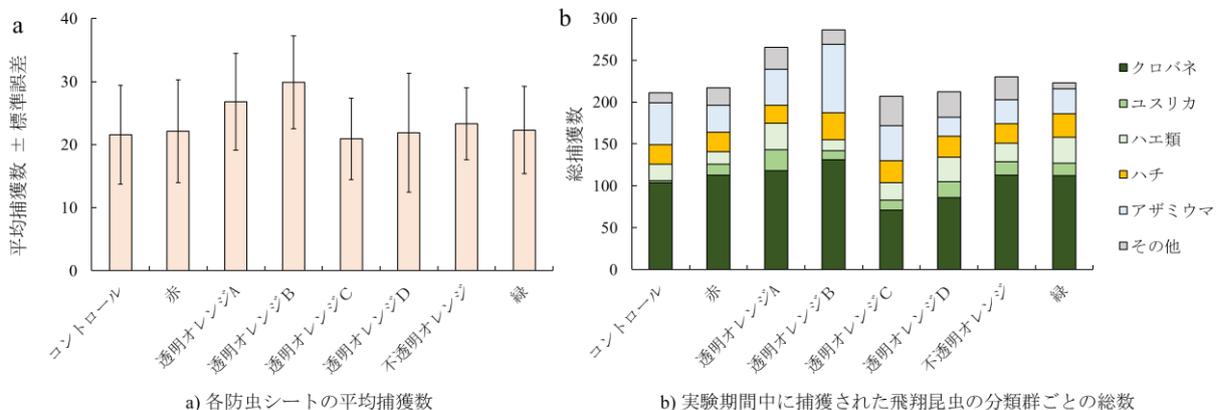


Fig. 2 衝突板トラップ実験結果
Results of the FIT Experiment

れた(Fig. 1c)。設置場所の影響を排除するため、トラップのシートの色並び順は毎回ランダムに変更した。トラップを設置した3時間後に、トラップの色ごとにトレイ内の水を回収し、不織布製の袋でろ過して水に落ちた昆虫を回収した。不織布製の袋はトラップごとに個別にチャック付きビニール袋に入れ、同定・分類作業を行うまで冷凍庫で保存した。トラップ調査は11時～15時の間に行った。

実体顕微鏡下でサンプルの同定・分類を行った。ハエ目昆虫は可能であれば科レベルまで、他の分類群は目レベルまで分類し、それぞれの頭数を数えた。アリやクモ、チョウ目の幼虫などの飛翔昆虫でない虫は集計から除外した。

2.2.2 結果 Fig. 2aに各衝突版トラップに捕獲された飛翔昆虫の頭数の平均を、Fig. 2bに各衝突版トラップに捕獲された飛翔昆虫の種類の総数の内訳をそれぞれ示す。トラップに捕獲された飛翔昆虫の数は、シートの色による違いはなかった(Kruskal-Wallis 検定, $\chi^2 = 1.36$, $df = 7$, $P = 0.987$; Fig. 2a)。したがって、防虫シートの色自体による防虫効果に違いはないと考えられる。

捕獲された虫の種類は、クロバネキノコバエ科が最も多く、全体の捕獲数の半数近くを占めていた (Fig. 2b)。次いで多かったのがアザミウマ目で、30～20%を占めていた (Fig. 2b)。次に多かったのがハチ目で、10%前後を占めていた(Fig. 2b)。シートの色によって、捕獲された種の構成が変わることはなかった。

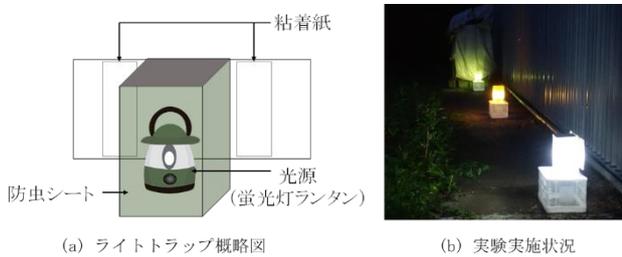


Fig. 3 ライトトラップの概要と実験実施状況
Overview of the Light Trap and the Implementation of the Experiment

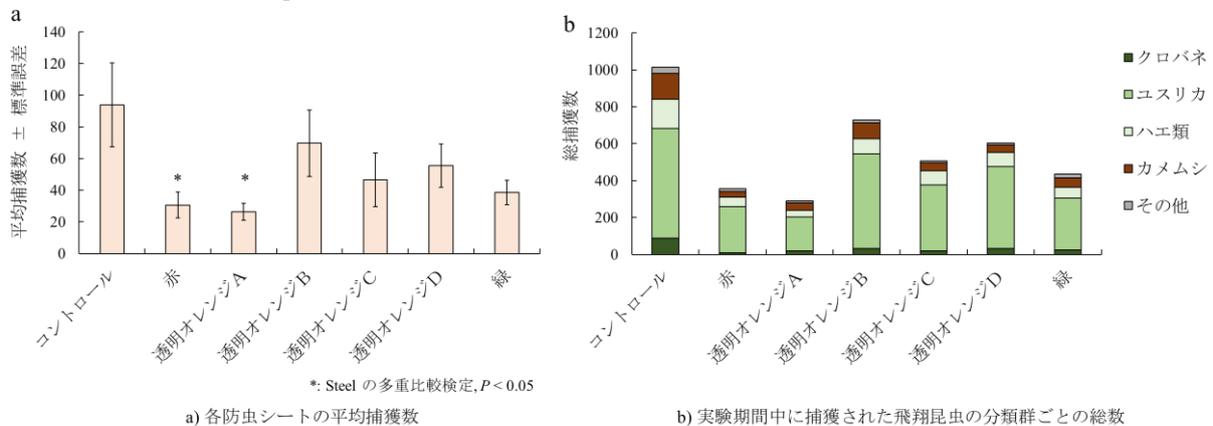


Fig. 4 ライトトラップ実験結果
Results of the Light Trap Experiment

一般的に、多くの昆虫が黄色やオレンジ色のものに誘引されることが知られている^{11) 12) 13)}。しかしながら、本実験の結果では、トラップの衝突板の色によって捕獲された昆虫の数や種類の割合に有意な違いは生じなかった (Fig. 2)。多くの昆虫は、吸収極大が波長350nm付近の紫外線受容体、450nm付近の青色受容体、550nm付近の緑色受容体をもっており、波長選好性も紫外線受容体や緑色受容体の吸収極大付近にある場合が多い¹⁴⁾。したがって、黄色やオレンジのシートも、緑色のシートも同程度に昆虫を誘引したと考えられる。一方、先行研究において、オレンジのシートは、緑色のシートよりも1.2倍～1.6倍の昆虫を誘引していた^{15) 16)}。これは、昆虫の種によって好む色が異なることと^{11) 17) 18) 19) 20) 21)}、同じ種でも環境によって好む色が変わることが原因として考えられる^{22) 23)}。また、コントロールの透明なシートにも有色シートと同程度誘引されていたが、これは周囲の植物の色がシートを透過するか、シートに映り込んでいたためと推察される。

2.3 シートを透過する光の色(透過光)に対する誘虫防止効果試験

2.3.1 実験方法 どのシートの透過光が飛翔昆虫の誘引阻止に効果が高いかを調べるために、ライトトラップを用いて実験を行った。ライトトラップは直方体の箱型(200mm×200mm×350mm)で、前面及び両側面は透明なアクリル板になっている。上面と下面、背面は黒色のアクリル板でできており、上面は蝶番によって開閉可能になっている。背面のアクリル板には左右にそれぞれ1枚200mm×260mmの黒色アクリル板がとりつけてあり、ここに捕虫用粘着紙を装着する。前面と両側面にはそれぞれ同じ大きさに切り出した防虫シートを両面テープで貼り付けた (Fig. 3a)。使用した防虫シートはTable 1の通りである。光源として、乾電池式の蛍光灯ランタン(MM-5114)をトラップ内に設置した。

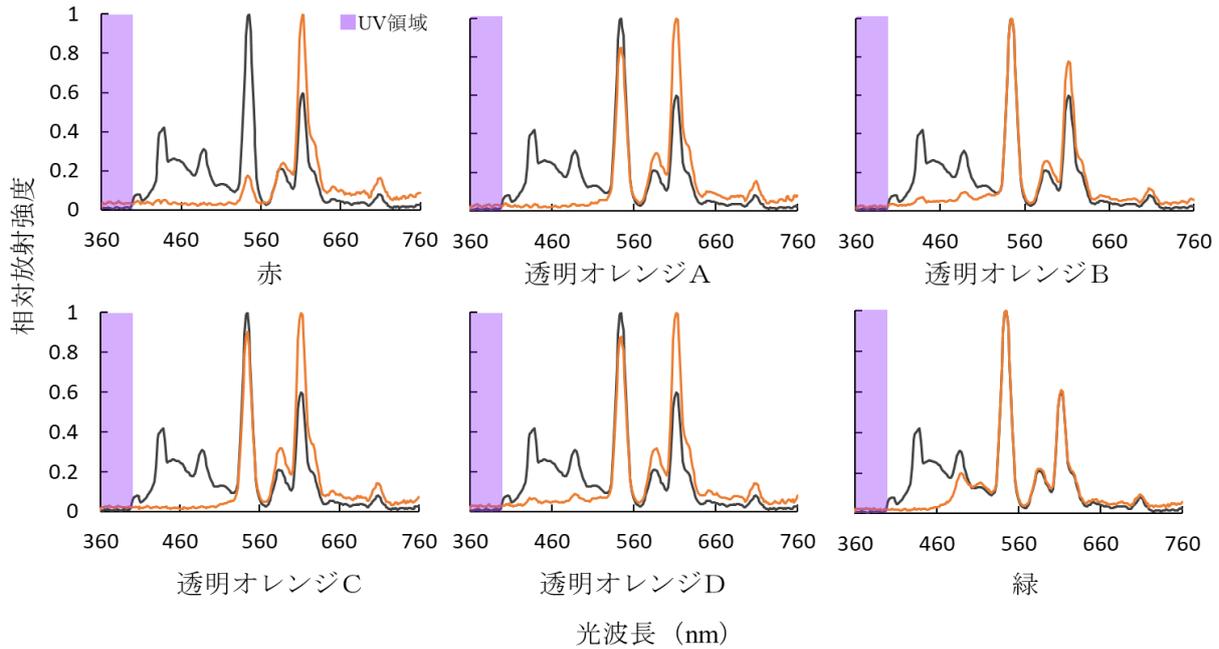


Fig. 5 防虫シートの透過光スペクトル
Transmitted Light Spectrum of a Plastic Sheet.

Table 2 各防虫シートの透過光の照度
Illuminance of Transmitted Light for Each Plastic Sheet

防虫シート	照度 (lux)	防虫シート	照度 (lux)
コントロール	91	透明オレンジC	50
赤	24	透明オレンジD	50
透明オレンジA	40	緑	50
透明オレンジB	61		

実験を行う際は、土台 (530mm×370mm×320mm)の上にライトトラップを設置した(Fig. 3b)。トラップは約3m間隔で設置した(Fig. 3b)。日没後(18時~19時)、ランタンを点灯し、1時間放置した。1時間後、ランタンを消灯し、捕虫紙の粘着面にラップフィルムを貼り、粘着面を保護した。捕虫紙を回収し、同定・分類作業を行うまで冷凍庫で保存した。設置場所の影響を排除するため、トラップのシートの色並び順は毎回ランダムに変更した。実験は2019年6月から9月まで計18回実施した。

サンプルの同定・分類は実体顕微鏡下で行った。ハエ目昆虫は可能であれば科レベルまで、他の分類群は目レベルまで分類し、それぞれの頭数を数えた。

2.3.2 結果 Fig. 4aに各衝突版トラップに捕獲された飛翔昆虫の頭数の平均を、Fig. 4bに各衝突版トラップに捕獲された飛翔昆虫の種類の内訳をそれぞれ示す。ライトトラップに捕獲された飛翔昆虫の数は、異なるシートの色間で有意ではないが異なる傾向があった(Kruskal-Wallis 検定, $\chi^2 = 11.50, df = 6, P = 0.074$; Fig. 4a)。事後検定としてコントロールと有意差があるかどうかを調べるSteelの検定を行ったところ、赤と透明オレンジA

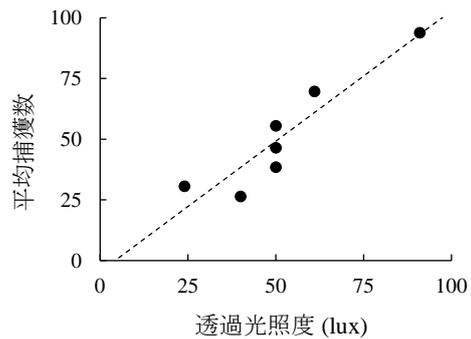


Fig. 6 防虫シート透過光の照度と捕獲数の関係
Relationship between the Illuminance of Light Transmitted Through Plastic Sheets and the Number of Flying Insects Captured

はコントロールより有意に捕獲数が少なかった (Fig. 4a)。捕獲された昆虫の中で最も多くを占めていたのはユスリカ類で、全体の60~80%ほどだった(Fig. 4b)。次に多かったのがウンカなどのカメムシ類や他のハエ目昆虫だった(Fig. 4b)。こちらも、シートの色によって捕獲される昆虫の種類組成の違いはなかった(Fig. 4b)。

防虫シートの透過光に対する誘引試験では、捕獲された昆虫の種類比率は製品間に違いは見られなかったが(Fig. 4b)、捕獲数に関しては赤と透明オレンジAのみコントロールより有意に誘引数が低下した(Fig. 4a)。

昆虫の眼は350nm付近と450nm付近、550nm付近に吸収極大がある受容体を持っており¹⁴⁾、この中でも特に350nm付近の紫外光に選好性を示すとされている²⁴⁾。赤、透明オレンジAはともに360nm付近の紫外光を削減しているため(後述)、飛翔昆虫の誘引数がコントロールに比べて減少したと考えられる。

2.4 防虫シート透過光の光スペクトルの割合の測定

2.4.1 実験方法 防虫シートを透過する光の波長分布の割合の違いを調べるために、以下の実験を行った。暗室内に、透過光の実験で使用したライトトラップを設置した。ライトトラップの正面から30cm離れた位置に高さ5cmの台を設置し、その上にLED分光放射測定器(MK-350)を乗せた。ライトトラップを点灯し、LED分光放射測定器で透過光の光スペクトルを測定した。得られたデータから、光波長と相対放射強度の関係を求めた。

2.4.2 結果 実験に用いた防虫シートの透過光の波長分布の割合をFig. 5に示す。グラフの黒い線がコントロールのスペクトル、色つきの線がそれぞれの製品の透過光スペクトルを示す。また、各シートの透過光の照度(lux)をTable 2に示す。

いずれのシートも、昆虫が好んで集まるとされている約360nm~390nmの波長の光はカットしていた(Fig.5)。防虫効果の高かったシートと、防虫効果が低かったシートの間には顕著な波長分布の違いは見られなかったが、透過光の照度は製品間で異なっていた(Table 2)。

光強度に対して昆虫の走光性がどのように変化するかを表した強度応答曲線は、いくつかの種で右肩上がりのS字カーブを描くため²⁵⁾²⁶⁾²⁷⁾、一般的には光強度が強いほど昆虫は強く光源に誘引されると考えられている。本実験の結果でも、透過光が強いシートにより多く昆虫が誘引されていた(Pearson product-moment correlation, $r = 0.93, P = 0.003$; Fig. 6)。したがって、製品ごとの防虫性能の違いの原因をより詳しく説明するには、シートの透過光の光量子量の計測や、光強度を変えた誘引実験が



Photo 1 チャタテムシの一種ヒラタチャタテ A Booklice, *Liposcelis bostrychophilus*

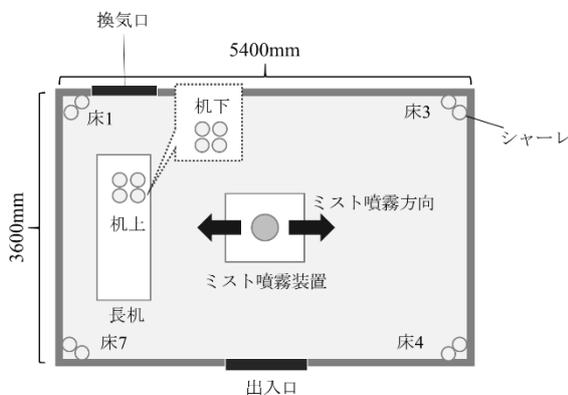


Fig. 8 ミスト実験配置図
Layout of the Mist Experiment

必要であると考えられる。

3. 次亜塩素酸ミスト噴霧によるチャタテムシ防除技術

3.1 背景

チャタテムシとは、咀嚼目に属する昆虫のうち、寄生性のシラミとハジラミを除いたグループである(Photo 1)。その多くが体長5mm以下の微小な昆虫で、幼虫から蛹の段階を経ずに成虫になる不完全変態昆虫である。飛翔できる長い翅を持つものと、翅をもたないまたは短い翅しかもたず、飛翔できないものがある²⁾。

チャタテムシは、人や物、建材に付着して建物内に侵入し、建材表面やダンボール、パレットなどに発生したカビや食品微粉、埃、昆虫の卵や脱皮殻、死骸などの有機物を摂食する。チャタテムシの中にはオスが存在せずメスのみで無性生殖を行うものもあり、しばしば建物内で大量発生することがある。また、上述の通りチャタテムシは微小な昆虫なので発見されにくく、小さい隙間に隠れたり、製造エリアに侵入できたりするため、防除が困難である。さらに、チャタテムシは単なる異物としてだけでなく、カビを伝播する可能性も指摘されている²⁾。そのため、生産工場では問題になりやすい害虫の一つである。

チャタテムシの駆除には、一般的にアルコールでの清

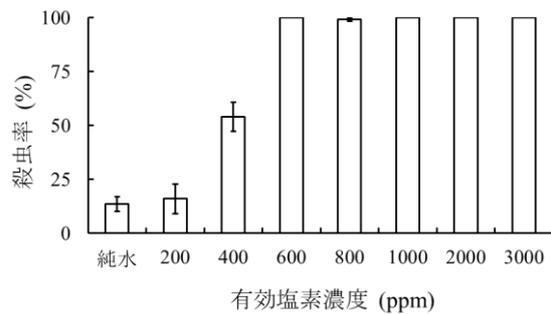


Fig. 7 次亜塩素酸ナトリウム水溶液スプレー噴霧によるチャタテムシの殺虫率
Insecticidal Rate of Booklice by Spraying with Sodium Hypochlorite Solution

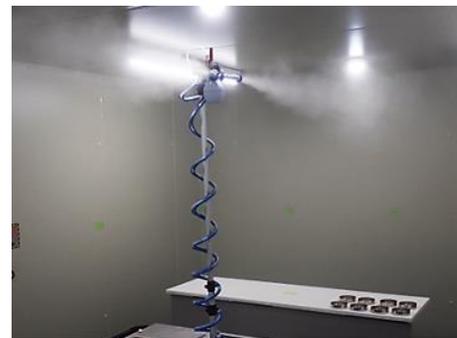


Photo 2 ミスト噴霧実施状況
Mist Spraying Experiment Conducted

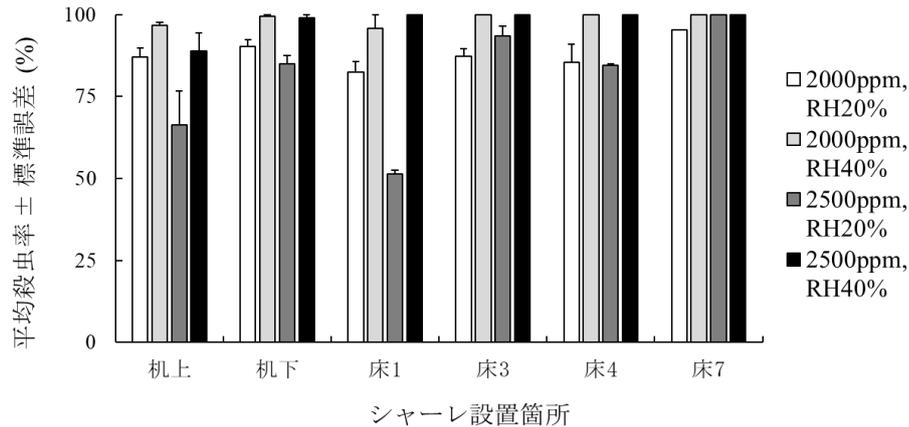


Fig. 9 各噴霧条件とシャーレ設置場所におけるチャタテムシの殺虫率
Mortality of Booklice under Each Spraying Condition and Petri Dish Installation Site

Table 3 チャタテムシ殺虫率に対する各要因の影響を調べた回帰分析の分散分析表

Analysis of Variance Fable for Regression Analysis Examining the Effect of Each Factor on Booklice Mortality

変動要因	平方和	自由度	F値	P値
切片	93.594	1	9817.84	< 0.001
設置場所	0.315	5	6.61	< 0.001
有効塩素濃度	0.000	1	0.044	0.83
初期湿度	0.331	1	34.67	< 0.001
設置場所 * 有効塩素濃度	0.158	5	3.32	0.007
設置場所 * 初期湿度	0.070	5	1.46	0.206
有効塩素濃度 * 初期湿度	0.000	1	0.032	0.858
設置場所 * 有効塩素濃度 * 初期湿度	0.064	5	1.35	0.245
残差	1.488	156		

拭や殺虫剤²⁸⁾, ホルムアルデヒド, 二酸化塩素や過酸化水素の燻蒸が用いられているが²⁹⁾, これらの薬剤は有効にチャタテムシを駆除できる一方で, 作業性や安全性の面で課題があった。そこで, 除菌技術「マルチミスト®」をチャタテムシの駆除技術として応用することを検討した。「マルチミスト」とは, 次亜塩素酸ナトリウム水溶液を二流体噴霧ノズルで噴霧し, カビや細菌などを除菌する技術である³⁰⁾。二流体噴霧ノズルは, 薬液を圧縮空気細かいミスト状に粉碎し, 短時間で遠くまで拡散させることができるため, 天井裏のような配管や設備の多い空間でも効率的に薬液を散布できる。薬液に用いる次亜塩素酸ナトリウムは, 漂白剤, 殺菌剤として食品添加物に指定されており, 比較的安全性が高い。マルチミストは, カビや細菌の表面除菌に有効であることがすでに先行研究で示されている³⁰⁾。マルチミストがチャタテムシも有効に駆除できれば, チャタテムシを発生原因であるカビごと駆除できる効果的な技術となることが期待できる。

3.2 次亜塩素酸の殺虫効果試験

3.2.1 実験方法 はじめに, 次亜塩素酸ナトリウム水溶液のチャタテムシに対する殺虫効果を調べた。具体的には, ヒラタチャタテ *Liposcelis bostrychophila* の成虫を10頭入れたシャーレ(90mm×20mm)に, 水平方向, 垂直方

向ともに30cmの距離から霧吹きでシャーレ全体にかかるように薬液を噴霧した。薬液は有効塩素濃度200(n=5), 400(n=5), 600(n=5), 800(n=12), 1000(n=6), 2000(n=10), または3000ppm(n=10)に調整した次亜塩素酸ナトリウム水溶液である。コントロールとして, 純水を噴霧した処理区を設けた(n=28)。薬液噴霧後, シャーレに蓋をし, 室温25°C, 相対湿度60%のインキュベーター内に24時間静置した。24時間後, 実体顕微鏡下で生死判定を行い, 死亡率を算出した。

3.2.2 結果 実験の結果をFig. 7に示す。噴霧した次亜塩素酸溶液濃度が高いほど, 殺虫効果もより高くなった。有効塩素濃度200ppmの次亜塩素酸溶液は, コントロールの純水とほぼ変わらない殺虫率だったが, 400ppmでは約5割のチャタテムシを殺虫することができた。600ppm以上の濃度では, チャタテムシをほぼ100%殺虫することができた。

3.3 次亜塩素酸ミスト噴霧の殺虫効果試験

3.2.1 実験方法 次亜塩素酸ナトリウム水溶液がチャタテムシに殺虫効果を示すことがわかったため, 次にマルチミストがチャタテムシの駆除に有効かどうかを調べた。ヒラタチャタテの成虫を20頭入れたシャーレ(90mm×20mm)を16個用意した。実験室(5400mm×3600mm×2350mm)に設置してある長机の上と

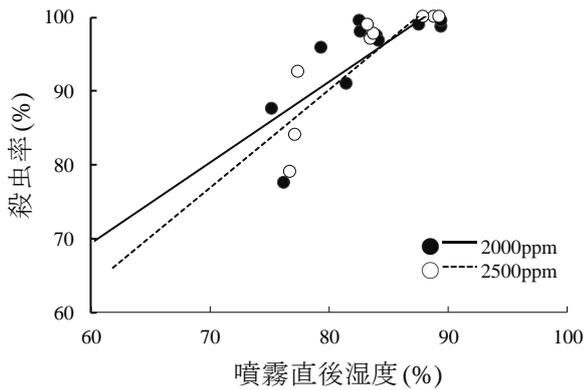


Fig. 10 噴霧直後の湿度とチャタテムシ殺虫率の関係
Relationship Between Humidity Immediately After Spraying and Mortality of Booklice

その下にそれぞれ4個ずつ、実験室の四隅に2個ずつシャーレを置いた(Fig. 8)。実験室内の気温を20℃、相対湿度を20%または40%に設定した。実験室中央に設置した室内除菌用のマルチミストカート³⁰⁾で、有効塩素濃度2000ppmまたは2500ppmの薬液600gを8分間かけて噴霧した(Photo 2)。噴霧終了後、ミストを部屋全体に行き渡らせるために、そのまま30分間静置した。その後、シャーレを回収し、蓋をして室温25℃、相対湿度60%のインキュベーター内に24時間静置した。24時間後、実体顕微鏡下でチャタテムシの生死判定を行い、死亡率を算出した。

チャタテムシの殺虫率にどの要因が影響したかを調べるために、多元配置の分散分析を行った。従属変数にチャタテムシ殺虫率、独立変数にシャーレの設置場所と薬液の塩素濃度、初期湿度および各要因の交互作用をあてはめた。

3.3.2 結果 実験の結果をFig. 9とTable 3に示す。分散分析の結果、シャーレの設置場所、初期湿度、シャーレの設置場所と有効塩素濃度の交互作用がそれぞれ殺虫率に対して有意に影響していた。すなわち、1) シャーレの置き場所によって殺虫率が有意に異なっていた; 2) 初期湿度が高い処理区では有意に殺虫率が高かった(Fig. 9); 3) シャーレの置き場所によって塩素濃度が殺虫率に与える影響が異なっていた。

机の上に置いたシャーレは、床3, 7に置いたシャーレより有意に殺虫率が低かった (Fig. 9)。有効塩素濃度2500ppmの噴霧条件において、机の上に置いたシャーレの殺虫率は、床3, 7に置いたシャーレよりも有意に低かった。机の上に置いたシャーレはミスト噴霧方向のほぼ真下にも関わらず、一部の噴霧条件で殺虫率が低かった。想定される原因の一つとして、机の上は床よりもミストが滞留しにくい可能性が挙げられる。

どちらの塩素濃度条件でも、相対湿度40%条件下で噴霧したときの方が20%条件下で噴霧したときよりも高い殺虫率を示した(Fig. 9)。Fig. 10に噴霧終了時の相対湿度と、殺虫率との関係を示した。これにより、噴霧終了時

の相対湿度が80%以上になっていれば、90%以上のチャタテムシを殺虫できることがわかった。

天井裏のアスペルギルス除菌では有効塩素濃度3000ppmの薬液が用いられることから³⁰⁾、天井裏への次亜塩素酸ミスト噴霧によって、チャタテムシとその餌となるカビも同時に駆除することが可能であると期待できる。今回の実験では、チャタテムシを入れた容器になにも遮蔽物を入れない開放的な条件で実験を行ったが、実際にチャタテムシが生息している環境は、壁や床に生じた隙間やクラックが存在する構造的に複雑な環境である。したがって、今後は遮蔽物のある複雑な環境で試験を行い、より効果的な噴霧方法を検討していく予定である。

4. まとめ

4.1 防虫ビニールシートの性能評価試験

本報では、複数のメーカーから上市されている高速シートシャッター用の防虫仕様ビニールシートの性能評価試験を実施した。得られた知見を以下に示す。

- 1) 防虫シートに反射した光、すなわち防虫シートの色に誘引される虫の数は、製品間で違いはなかった。
- 2) 防虫シートを透過する光に誘引される虫の数は製品間で異なっていた。また、同じオレンジ色のシートでも、防虫性能は製品によって違っていた。
- 3) 各製品とも、昆虫を誘引する360nm以下の波長の紫外光はカットしていたが、透過光の明るさは製品間で異なっており、これが防虫性能の違いに影響している可能性が示唆された。

製品間の防虫性能の違いを生む要因に関しては、今後より詳細な調査が必要である。

4.2 次亜塩素酸ミスト噴霧によるチャタテムシ防除技術

大林組独自の防虫技術開発として、除菌技術のマルチミストを応用したチャタテムシ駆除技術の検討を行った。実験によって得られた知見は以下の通りである。

- 1) 霧吹きで次亜塩素酸ナトリウム水溶液をチャタテムシに噴霧した場合、有効塩素濃度600ppm以上でほぼ100%殺虫できることがわかった。
- 2) ミスト噴霧装置による次亜塩素酸ナトリウム水溶液噴霧試験では、薬液濃度より相対湿度が殺虫率に影響していた。
- 3) 噴霧後相対湿度が80%以上に達するように噴霧すると、90%以上のチャタテムシを殺虫できることがわかった。

以上の結果から、実験室内環境において、次亜塩素酸ミスト噴霧はチャタテムシの駆除に有効であることが示唆された。今後は、よりチャタテムシの生息環境に近い条件で効果を検証していく。

参考文献

- 1) 飯島義之ほか 編：最新の異物混入防止・有害生物対策技術，テクノシステム，p. 378，2019.3
- 2) 佐藤章弘 編：工場における”虫”侵入・発生防止対策，技術情報協会，p. 358，2015.11
- 3) 稲岡徹：粉体を扱う生産施設における建設業からみた防虫対策，粉体工学会誌，Vol. 39 No. 6，pp. 416-423，2002.6
- 4) Bickford E. D.: Biological Lighting, I. E. S. Nat. Tech. Conf. pp. 2-3, 1964
- 5) 茂木幸夫ほか 編：ネズミ・昆虫の衛生管理，フジ・テクノシステムp. 704，1999.3
- 6) 伊勢村則久：建築用電動シャッターに求められること，電気設備学会誌，Vol. 28，No. 10，pp. 757-760，2008.10
- 7) 石山良範：光と色の応用による予防の防虫方法について（特集 医薬品・食品工場における防虫対策），空気清浄：コンタミネーションコントロール，Vol. 54，No. 3，pp. 203-212，2016
- 8) 株式会社ユニフロー，“高速シートシャッター「防虫オレンジシート」Q&A”，株式会社ユニフロー，2017-01-06.
<https://www.uniflow.co.jp/catalog/download/submit?id=33> (参照2021-03-09)
- 9) 馬場金太郎，平嶋義宏：新版昆虫採集学，九州大学出版会，p. 844，2000.11
- 10) 丸山宗利：好蟻性・好白蟻性甲虫の採集法，昆虫と自然，Vol. 38，No. 9，pp. 43-47，2003.08
- 11) Gollan J. R. et al.: Comparison of yellow and white pan traps in surveys of bee fauna in New South Wales, Australia (Hymenoptera: Apoidea: Anthophila), Australian Journal of Entomology, Vol. 50 No. 2, pp. 174-178, 2011.5
- 12) 本多健一郎：光に対する昆虫の反応とその利用技術，バイオメカニズム学会誌，Vol. 35 No. 4 pp. 233-236，2011.12
- 13) 谷脇徹：衝突板トラップの色によるブナハバチ成虫の誘引効果の差異，昆虫・ニューシリーズ，Vol. 16 No. 3，pp. 159-165，2013.7
- 14) 霜田政美：光と色を使った“光防除”技術—最近の進展と可能性—，北日本病害虫研究会報，Vol. 2018.69，pp. 1-9，2018.12
- 15) 大町俊司ほか：(2) 有色防虫シートに対する飛翔性昆虫類の誘引について（テーマ講演，日本家屋害虫学会第 26 回年次大会講演要旨），家屋害虫，Vol. 27，No. 1，p. 42，2005.10
- 16) 佐藤浩ほか：(4) 有色防虫シートに対する飛翔性昆虫類の誘引について（一般講演，日本家屋害虫学会第 27 回年次大会講演要旨），家屋害虫，Vol. 28，No. 1 p. 100，2006.10
- 17) 早川博文：アブの生態とその防除法，動薬研究，Vol. 43，pp. 1-10，1990.10
- 18) 土屋雅利ほか：チャノキイロアザミウマ選好色の反射光からみた特性，日本応用動物昆虫学会誌，Vol. 39 No. 4，pp. 299-303，1995.11
- 19) 平野哲司，森岡公一：ミカンキイロアザミウマの色に対する選好性，関西病虫害研究会報，Vol. 40，pp. 143-144，1998.5
- 20) 佐々木均：トラップでアブを捕る—開発史，視覚・嗅覚的誘引源そして将来展望—，衛生動物，Vol. 67，No. 4，pp. 205-218，2016.12
- 21) Kriska G. et al.: Why do red and dark-coloured cars lure aquatic insects? The attraction of water insects to car paintwork explained by reflection-polarization signals, Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences, Vol. 273, No. 1594, pp. 1667-1671, 2006.4
- 22) 永野敏光，宮田将秀：カラー粘着トラップによるイチモンジセサリの誘引状況，北日本病害虫研究会報，Vol. 1992，No. 43，pp. 96-97，1992.11
- 23) 香川理威ほか：明るさの変化がキイロショウジョウバエの色選好性に及ぼす影響，日本応用動物昆虫学会誌，Vol. 56，No. 3，pp. 114-117，2012.8
- 24) 松本義明：昆虫と紫外放射，植物防疫，Vol. 52，No. 2，pp. 77-82，1998.2
- 25) Schümperli R. A.: Evidence for colour vision in *Drosophila melanogaster* through spontaneous phototactic choice behaviour. Journal of Comparative Physiology. A, Vol. 86, No. 1, pp. 77-94, 1973.3
- 26) Kaiser W. et al.: The participation of all three colour receptors in the phototactic behaviour of fixed walking honeybees, Journal of Comparative Physiology, Vol. 122, No. 1, pp. 27-44, 1977.1
- 27) Mellor H. E., Hamilton J. G. C.: Navigation of *Lutzomyia longipalpis* (Diptera: Psychodidae) under dusk or starlight conditions, B. Entomol. Res., Vol. 93, No. 4, pp. 315-322, 2003.7
- 28) Ahmedani et al.: Psocid: A new risk for global food security and safety, Applied Entomology and Zoology, Vol. 45, No. 1, pp. 89-100, 2010.2
- 29) アース環境サービス：ホルマリン代替法としての除染技術，ESCO News Letter，Vol. 3，No. 9，pp. 1-4，2014.9
- 30) 四本瑞世ら：ミスト噴霧による除菌技術「マルチミスト®」の性能評価，大林組技術研究所報，Vol. 80，pp. 1-10，2016.12