

【原著】

吸排気装置を備えた実験装置内で捕獲された昆虫と気流の関係

三浦 大樹¹⁾, 黒川 哲哉¹⁾, 田近 五郎²⁾¹⁾イカリ消毒株式会社 西日本分析センター 〒780-0078 香川県高松市今里町 2-27-13²⁾イカリ消毒株式会社 LC 環境検査センター 〒275-0024 千葉県習志野市茜浜 1-5-10

The relationship between airflow and number of insects captured in an experimental device designed to mimic the conditions of a factory ventilation system

Daiju MIURA¹⁾, Tetsuya KUROKAWA¹⁾ and Goro TAJIKA²⁾¹⁾Western Research center, IKARI Corporation, 2-27-13 Imazato-cho, Takamatsu, Kagawa, 760-0078 Japan²⁾LC Environmental inspection center, IKARI Corporation, 1-5-10 Akanehama, Narashino, Chiba, 275-0024 Japan

摘 要

陰圧の解消や室内の陽圧化は、工場などの防虫対策の一手法と位置づけられている。今回、吸排気設備を持つ工場を模した実験装置を用いることで、同じ環境条件下で気流の異なる状況における昆虫の捕獲数の違いを調べた。また、気流の早さと捕獲数の関連についても検証した。

その結果、陰圧の実験装置では陽圧や差圧無しの実験装置に比べ多くの昆虫が捕獲された。また、風速 1 m/s 未満の微弱な気流でも捕獲数が増加することも確認され、風速の上昇と捕獲数の増加には高い相関が認められた。このことは、陰圧の解消が防虫対策として重要であることを裏付けるものとなった。

Abstract

Commonly adopted in factories, especially those related to food and pharmaceutical industries, are positive pressure controls designed to provide protection from airborne insects entering from the outdoors. Relevant data demonstrating the efficiency of such measures has not been collected to date. To investigate the relationship between the direction and velocity of the airflow from ventilation fans and the number of insects entering the chambers, 29 × 42 × 23.5 cm plastic chambers were placed in an outdoor environment, which were then equipped with ventilation fans to simulate pressure controlled conditions. The largest numbers of insects were found to enter the chambers simulating negative pressure conditions, even at velocities less than 1 m/s, relative to the neutral and positive pressure scenarios. The number of insects that entered the chambers under negative pressure was found to increase with increasing airflow velocity into the chambers. The present results suggest that the maintenance of specific pressure conditions serves as an effective measure in the prevention of insects entering factory facilities.

Key words: airflow (気流), negative pressure (陰圧), positive pressure (陽圧), no differential pressure (差圧無し), protecting factories against insects (工場などの防虫対策)

はじめに

食品工場などでは排熱や換気のため、換気扇で排気している場所が少なくない。換気扇による排気は室内の気圧が外気圧より低い状態、いわゆる「陰圧」状態を作り出し、適切な給気設備が無い場合は、開口部や建物の隙間など至る所から外気が流入することになる。この流入する外気が小型の昆虫を室内へ運び込む一因であることは辻 (2003a; 2003b) などが報告しており、陰圧の解消や室内の陽圧化は防虫

対策の一手法と位置づけられている (三井, 1990; 技術情報協会, 2001)。

辻 (2003a; 2003b) や辻・菅野 (2003) は家屋の一室を用い、換気扇の稼働を変えることで一晩の間に複数回、気圧条件を切り替えた実験を行い、陰圧解消や室内の陽圧化が昆虫の侵入数を抑えることを報告した。しかし、夜間活動する昆虫の種類や数は時間によって変化するため (馬場・平嶋, 1991), 同じ場所, 同じ時間に異なる条件の実験を行なうことが望ましいと考えられた。

そこで、本研究では吸排気設備を持つ工場を模し

受付: 2011 年 9 月 14 日 (Received: 14 September, 2011)

受理: 2011 年 12 月 28 日 (Accepted: 28 December, 2011)

た実験装置を用いることで、前述の条件を満たした実験を行った。

材料および方法

1. 実験装置

実験装置はプラスチック製の密封容器（29×42×23.5 cm、容量 22.5 L）で作成した。側面下部に長方形（縦 9 cm、横 11.5 cm）の穴を 1 ヶ所あけ、20 個の隙間（縦 4 cm、横 0.5 cm）があいた厚さ約 1 mm のプラスチック板を取り付けた。この隙間は建物の開口部や隙間を模したもので、開口部の実質面積は約 20 cm²である（図 1）。

実験装置は 3 個を 1 セットとし、それぞれ「陽圧」、「差圧無し」、「陰圧」とした。陰圧と陽圧の実験装置は蓋に正方形の穴（縦 7 cm、横 7 cm）をあけ、電動のファン（株式会社オウルテック製 OWL-FY0825M）を取り付けた。陰圧の実験装置はファンを容器内の空気を吸って外に吹き出す向きで固定することで実験装置内を陰圧に保ち、側面下部の隙間から外気が流入するようにした。一方、陽圧の実験装置はファンを裏返して取り付けることで実験装置内を陽圧に保ち、隙間から実験装置内の空気が流出するようにした。なお、差圧無しの実験装置はファンを取り付けず、開口部で能動的な気流は発生しない構造とした。

陰圧と陽圧の実験装置に取り付けたファンは変圧可能な AC アダプターを用いて 12 V（ファンの定格）、9 V、6 V を供給した。また、ファンには外

気中の昆虫を吸い込まないようにフィルター（2050M ナイロントリコット）を取り付けた。

実験装置内には侵入した昆虫を捕獲、保存するため、台所用洗剤と食塩を適量加えた水を装置の底の深さ 1 cm 程度に貯めた。この水は徐々に蒸発し濃くなるため、開口部の隙間から適宜補水した。実験終了後はこの水を全量濾過し、捕獲された昆虫を回収し、後日同定・計数した。

2. 実験場所

実験はイカリ消毒株式会社西日本分析センター（香川県高松市今里町）の敷地内、北西側の駐車場に隣接したコンクリート製の犬走り（1.3×5.5 m）の上で行った。この場所は直射日光がほとんど当たらず、周囲は舗装され、数 m 離れると側溝や排水枡があった。実験装置は等間隔で直線状に並べ、毎日同時刻に置場を右側へずらし、右端の実験装置は左端へ移動させた（図 2）。

3. 実験区の設定と実験期間

ファンへの供給電圧を 12 V、9 V、6 V の 3 段階に変えた実験区を設定し、各実験区とも実験期間は 3 日間（72 時間）で 3 反復行なった。なお、各実験区の実験期間の詳細は表 1 に示した通りである。

4. その他

辻（2007; 2009）は一室を用いた実験で、開口部

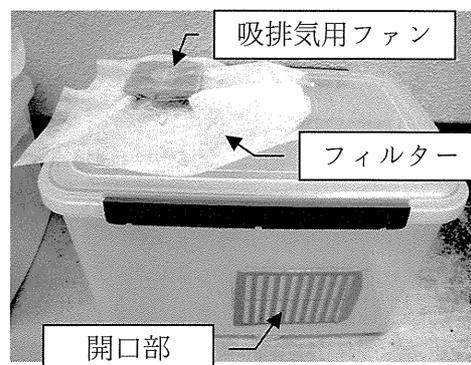
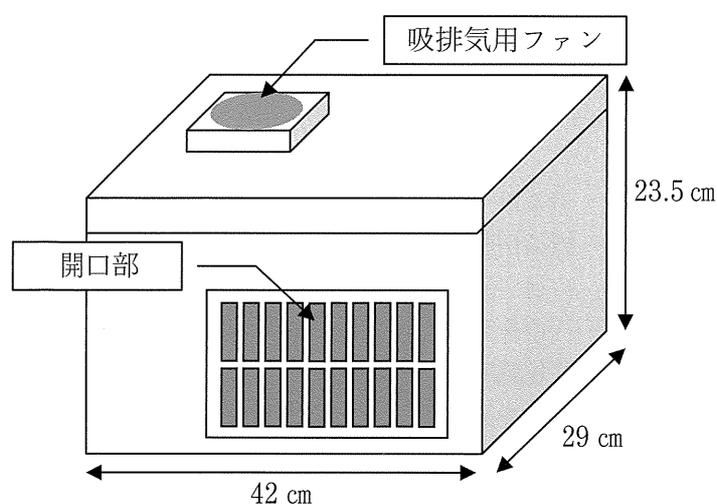


図 1 実験装置の模式図と実際の写真

※差圧無しの実験区では、実験装置に吸排気用ファン及びフィルターは装着しない

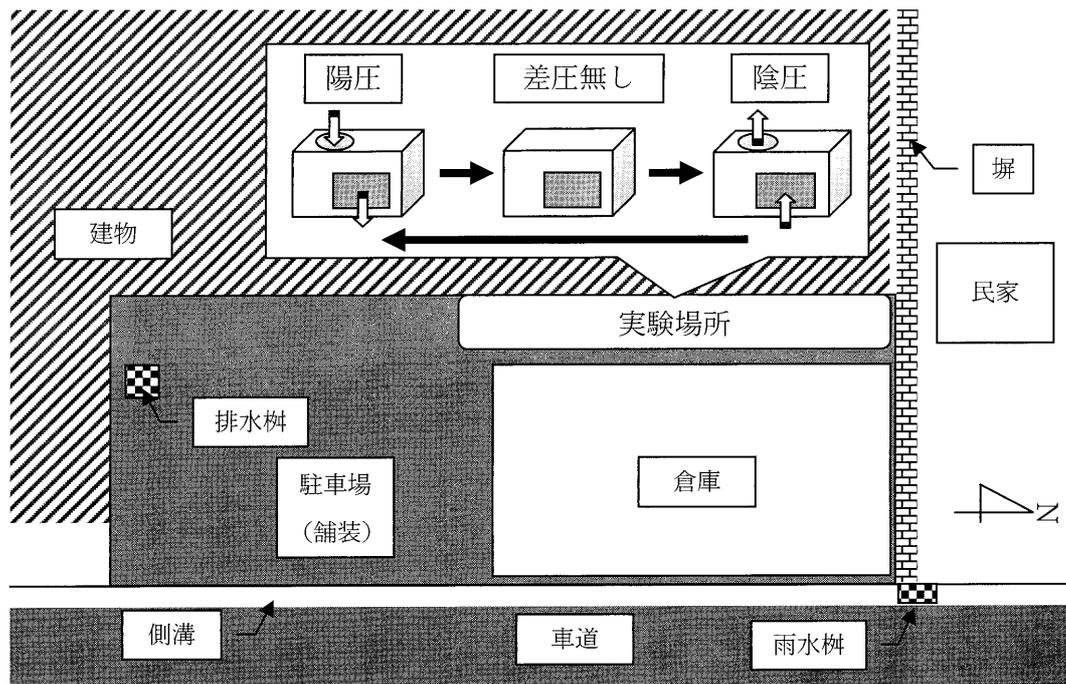


図2 実験場所の模式図と実験装置の設置状況

表1 各実験区の実験期間

| 実験区 | 実験期間 | | |
|------------------------|-----------|-----------|-----------|
| | 1回目 | 2回目 | 3回目 |
| 陽圧(12 V)-差圧無し-陰圧(12 V) | 5/26~5/29 | 6/16~6/19 | 6/23~6/26 |
| 陽圧(9 V)-差圧無し-陰圧(9 V) | 5/19~5/22 | 6/30~7/3 | 7/7~7/10 |
| 陽圧(6 V)-差圧無し-陰圧(6 V) | 7/14~7/17 | 7/22~7/25 | 7/28~7/31 |

※いずれも 2009 年に実施

の風速と内外気圧差の計測を行っている。しかし、今回の実験では実験装置が小さくファンの力も弱いため気圧差はごくわずかであることが想定された。そこで、開口部中央外側で測定した風速で評価を行った。なお、風速の測定には熱線式風速計（テスト製 FZ-454）を用いた。

結 果

陽圧、差圧無し、陰圧、各電圧条件における風向と風速、昆虫の種類とその捕獲数を表2および図3に示した。なお、実験終了時に実験装置内を飛び回る昆虫は認められず、装置内に侵入した昆虫は全て水に落ちて回収されたものと考えられた。

まず、各条件における捕獲数を検証したところ、陰圧の条件は概して差圧無しや陽圧の条件に比べ捕獲数が多く、風速と捕獲数には正の相関 ($r =$

0.71) が認められた。ただし、6 V と 9 V を比較すると風速は約 1.7 倍速く、捕獲数は約 2.3 倍に増えたのに対し、9 V と 12 V では風速が約 1.3 倍、捕獲数は約 1.1 倍の増加にとどまった。一方、差圧無しから陽圧では風速が変化しても捕獲数に大きな違いは認められず、風速と捕獲数に相関は認められなかった。

次に、陽圧、差圧無し、陰圧の各条件で捕獲された昆虫の分類群を調査した結果、6 目の昆虫とクモ型綱に属するものが捕獲され、ハエ目に属する昆虫は総捕獲数の約 88% を占めた。この傾向は陰圧、差圧無し、陽圧の各条件における捕獲数でも同様であった。また、捕獲されたハエ目を科で見ると、タマバエ類やチョウバエ類、ユスリカ類の陰圧条件における捕獲数は、陽圧条件での捕獲数に比べ大きく増加していた。

表2 各実験区において捕獲された昆虫の分類群と平均捕獲数

| 分類群 | 平均捕獲数 (割合%) | | | | | | | | |
|------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|----------------|-----------------|-----------------|------------------|-------------|
| | 実験区 電圧 平均風速 | 陽圧 | | | 差圧無し | 陰圧 | | | 合計 (割合%) |
| | | 12 V -1.25 m/s | 9 V -0.80 m/s | 6 V -0.45 m/s | 0.00 m/s | 6 V 0.45 m/s | 9 V 0.75 m/s | 12 V 1.00 m/s | |
| ハエ目 | | | | | | | | | |
| クロバネキノコバエ科 | 1.33 (40.0) | 0.33 (14.3) | | | 0.67 (6.5) | 1.00 (4.2) | 3.33 (12.3) | 6.67 (9.2) | |
| タマバエ科 | 0.33 (10.0) | 0.67 (28.6) | | 0.11 (4.5) | 3.00 (29.0) | 6.67 (28.2) | 5.00 (18.5) | 15.78 (21.9) | |
| チョウバエ科 | 1.33 (40.0) | 1.00 (42.9) | 1.00 (33.3) | 1.22 (50.0) | 0.67 (6.5) | 10.00 (42.3) | 8.67 (32.1) | 23.89 (33.1) | |
| ノミバエ科 | | | 0.33 (11.1) | 0.22 (9.1) | | | 0.67 (2.5) | 1.22 (1.7) | |
| ユスリカ科 | | | 0.67 (22.2) | 0.67 (27.3) | 5.00 (48.4) | 3.00 (12.7) | 6.33 (23.5) | 15.67 (21.7) | |
| コウチュウ目 | | | | | | | | | |
| キクイムシ科 | | | | | 0.33 (3.2) | | | 0.33 (0.5) | |
| ハネカクシ科 | 0.33 (10.0) | | | | | 0.67 (2.8) | 0.67 (2.5) | 1.67 (2.3) | |
| チョウ目 | | | | | | | | | |
| 蛾類 | | | 0.33 (11.1) | 0.11 (4.5) | | 0.33 (1.4) | 0.67 (2.5) | 1.44 (2.0) | |
| カメムシ目 | | | | | | | | | |
| アブラムシ類 | | | | | 0.67 (6.5) | 1.00 (4.2) | 0.67 (2.5) | 2.33 (3.2) | |
| グンバイムシ類 | | | | | | 0.33 (1.4) | | 0.33 (0.5) | |
| 不明 | | | | 0.11 (4.5) | | | | 0.11 (0.2) | |
| チャタテムシ目 | | | | | | 0.33 (1.4) | 0.33 (0.5) | | |
| ハチ目 | | | | | | | | | |
| アリ科 | | | 0.33 (11.1) | | | | | 0.33 (0.5) | |
| クモ型綱 | | | | | | | | | |
| クモ類 | | | 0.33 (11.1) | | | 0.33 (1.4) | 1.00 (3.7) | 1.67 (2.3) | |
| ダニ類 | | 0.33 (14.3) | | | | | | 0.33 (0.5) | |
| 合計±SD | 3.33 ±0.45 | 2.33 ±0.29 | 3.00 ±0.29 | 2.44 ±0.33 | 10.33 ±1.37 | 23.67 ±2.82 | 27.00 ±2.65 | 72.11 | |

※各電圧における風速は実験装置の開口部から出て行く向きを「マイナス(-)」と表記した
陰圧と陽圧の捕獲数は3反復、差圧無しの捕獲数は9反復の平均値を示す
割合は各実験区の総捕獲数に占める各分類群の捕獲数の割合を示す
空欄は捕獲無しを表す

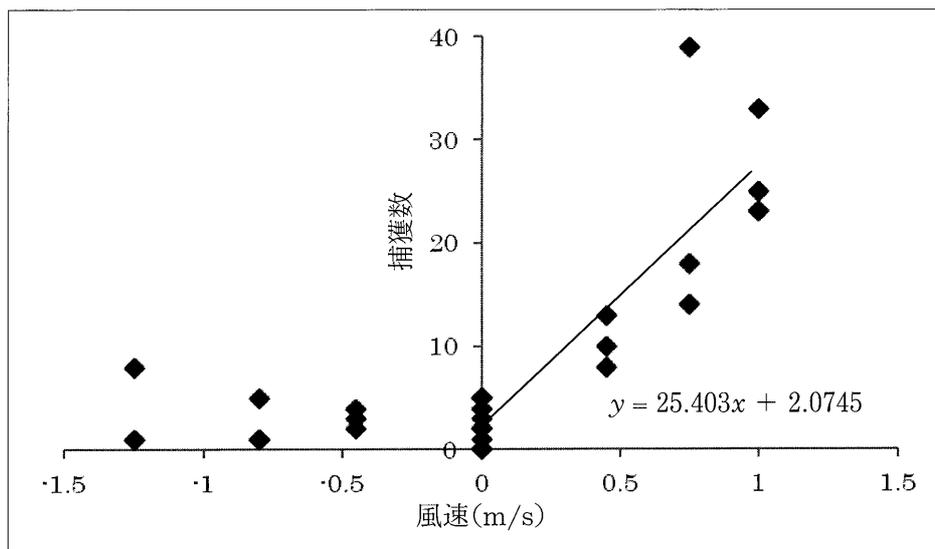


図3 各実験区における捕獲数と平均風速

※風速は実験装置の開口部から出て行く向きを「マイナス(-)」と示す
 グラフ中の直線は陰圧と差圧無しの各捕獲数を直線回帰したものである

考 察

今回の実験結果は、陰圧に伴って生じる気流が昆虫の侵入を助長することを改めて示すものであり、辻 (2007) の実験結果とともに、風速 1 m/s 未満の微弱な気流でも見逃さないことが防虫管理上必要であることが改めて示された。また、捕獲数と陰圧の風速に正の相関が認められたことから、捕獲数は実験装置内を通過した風量に比例することが明らかとなった。

さらに、捕獲された昆虫の大半はハエ目であった。チョウバエ類などのハエ目昆虫は移動を主に飛翔によって行っているが、飛翔能力が低く気流に運ばれるものが少なくない。食品クレームなどで問題となる昆虫においてもハエ目に属する種類が最も多い(小曾根・金山, 2002; 伊藤ら, 2010) ことを考慮すると、今回の実験装置は気流に着目した実験として妥当な結果であると判断された。

一方、今回の実験で検証した陽圧に伴う 1 m/s 程度の気流では、捕獲数を抑える効果が確認されなかった。このことから、陽圧管理で屋外からの昆虫の侵入を抑えるためには、出入り口で 1 m/s 以上の比較的強い風が必要である可能性が考えられた。

引用文献

- 1) 馬場金太郎・平嶋義宏 (1991) 昆虫採集学. 812 pp. 九州大学出版会, 福岡.
- 2) 技術情報協会 (2001) 医薬品, 食品, 化粧品製

造設備における異物混入防止への具体的対策. 423 pp. 技術情報協会, 東京.

- 3) 伊藤真弓・小曾根恵子・金山彰宏 (2010) 横浜市における食品中異物混入事例 (2002 年度～2008 年度) —昆虫類を中心に—. ペストロジー 25: 11–16.
- 4) 小曾根恵子・金山彰宏 (2002) 横浜市における食品の異物混入 —昆虫類を中心に—. (1993～2001 年度). ペストロジー学会誌 17: 87–92.
- 5) 三井英三 (1990) 食品工業と害虫—混入異物としての虫—. 240 pp. 光琳, 東京.
- 6) 辻 英明 (2003a) 異物昆虫の屋内侵入に関する実験的研究—窓やドアの隙間からの出入り—. ペストロジー学会誌 18: 25–30.
- 7) 辻 英明 (2003b) 昆虫侵入条件に関する実験—照明, 換気の影響—. 家屋害虫 25: 1–6.
- 8) 辻 英明 (2007) 微小飛来昆虫の屋内侵入と屋内気圧および吸入風速との関係. 環動昆 18: 39–41.
- 9) 辻 英明 (2009) 微小飛来昆虫の屋内侵入に関する屋内気圧の追加測定. 環動昆 20: 59–61.
- 10) 辻 英明・菅野格朗 (2003) 飛翔性小型昆虫が屋内に侵入する条件に関する実験—給気用(陽圧型)換気扇の防虫効果—. ペストロジー学会誌 18: 113–116.