

# 建物の防虫制御のためのチャタテムシに関する基礎的検討

## Fundamental Study on *Psocoptera* for Pest Control of Buildings

武 廣 絵里子 涌 井 健<sup>1)</sup>  
目 黒 秀 行<sup>2)</sup> 冨 田 洸

### 要 約

医薬品工場、食品工場などの生産施設では、注意しなければならない異物混入の1つに虫の問題がある。特に、チャタテムシは屋外から侵入し、かつ建物内部で大量に増殖するため注意しなければならない。本報では建物におけるチャタテムシの制御を目的に、チャタテムシの成長に関与すると考えられる温度、湿度、カビを要因とした成長抑制に関する実験と、ダンボール等の搬入資材への生息調査を行った。成長抑制に関する実験では、チャタテムシは相対湿度75%時に成長が顕著であり、低湿度にすることが死滅に有効であること、およびカビの存在も発育を助長することが分かった。また、搬入資材への生息調査では、ダンボールはチャタテムシが生息し易く保管する場所に注意が必要であること、ダンボールのような植物性繊維は樹脂系材料より生息し易いこと、およびハウスダストにも注意が必要であることを把握した。

### 目 次

- I. はじめに
- II. チャタテムシ類
- III. 成長抑制に関する実験
- IV. 搬入資材への生息調査
- V. まとめ

#### I. はじめに

医薬品工場、食品工場などの生産施設では、異物混入に注意しなければならない。その異物混入の1つとして虫の問題があるため、生産施設では、建設の段階から虫の侵入経路の遮断、増殖の抑制に考慮する必要がある。対象となる害虫には、ハエ、ダニのような主として建物内で増殖する内部発生虫とゴキブリ、カなどの外部から侵入する外部侵入虫がある。これら害虫の中でもチャタテムシは、屋外から侵入し、かつ建物内部で大量に増殖するという両方の側面を合わせ持つため、特に注意をしなければならない。

チャタテムシは、カビが存在する所に発生し、搬入資材などに生息していると言われている。しかし、昆虫学として個体の研究は進んでいるものの、建物建設時の防虫対策・制御に関する報告事例は少ないのが現状である。また、近年、生産施設では、人や環境および製品への影響を考慮し殺虫剤の使用を極力減らし、物理的手法、生物的手法などを講じる総合的病害虫管理（Integrated Pest Management: IPM）が望まれており、建物への侵入原因や内部発生の原因を絞り込むことは、薬剤を使用しない防虫技術に繋がると言える。

そこで筆者らは、建物におけるチャタテムシの制御を目的に、チャタテムシの成長に関与と思われる温度、湿度、カビを要因とした成長抑制に関する実験を行った。また、チャタテムシは屋外から搬入するパレット、ダンボール等の搬入資材に潜み屋内に侵入と言われることから、ダンボール等の搬入資材への生息調査を行った。ここではこれらの基礎的実験としての調査結果について報告する。

1) 建築管理本部 Building Construction Management Division  
2) 北陸支店 Hokuriku Branch

**キーワード:** チャタテムシ, カビ, 生産施設, 温度, 湿度, ペストコントロール, 搬入資材

**Keywords:** *psocoptera*, mould, pharmaceutical factories, temperature, humidity, pest control, packaging materials

## II. チャタテムシ類

Fig.1 にチャタテムシ類の特徴を示す。チャタテムシ類はカジリムシ目の昆虫で、体長 0.5～10 mm 程度である。21 科 56 属、145 種が日本では確認されている<sup>1)</sup>。

チャタテムシの昆虫分類については専門書に譲るが、チャタテムシには翅のある個体と翅のない個体があり、医薬品工場では翅のない個体、食品工場では翅のある個体が多い傾向にある。生産施設等で検出される代表的なチャタテムシは、ヒラタチャタテムシ、コナチャタテムシ、コチャタテムシ、ヒメチャタテムシの4種である。いずれも生息場所は、貯穀食品、生薬、書籍、ダンボールなどと言われ、卵から成虫までに約1か月を要し、その後も3～6か月生存<sup>1)</sup>するため、一旦増殖をすると消失させるのが難しい。

## III. 成長抑制に関する実験

### 1. 実験目的

チャタテムシの成長に寄与する環境条件を把握することは、効果的に抑制することに繋がる。ここでは、試験用のチャタテムシを用い、温度2水準、湿度4水準の曝露環境条件下での成長抑制と、カビの存在がない場合とカビを接種した場合の成長抑制を検討した。

### 2. 実験方法

#### (1) 供試虫 (ヒラタチャタテムシ)

チャタテムシの中でも建物内で多く見られ、入手が容易なヒラタチャタテムシを供試虫として選定し (Fig.1), 外部機関で飼育された幼虫と成虫を実験に用いた (以下、供試虫)。それぞれ PET 製フタつき透明カップ (φ100×45mm) に、供試虫 32 匹、発育に必要なエサ (滅菌済み)、生息用の不織布 (滅菌済み) を入れた。供試虫は滅菌できないため、体表にカビが付着していないことを、顕微鏡を用いて目視で確認するに留めた。カップは供試虫が逃亡することを回避するためフタをする必要がある。しかし、カップ内に酸素、湿度を取り込む必要があるため、フタに 55×55mm 角の開口を設け、通気・透湿性のあるフィルム (スリーエムジャパン製) を貼ることで対応した。これらのカップを所定の温湿度を調整したガラス製デシケータ内に設置した。なお、カップ内とデシケータ内の温湿度が同程度であることを予め確認している。

#### (2) 実験条件

実験条件を Table 1 に示す。JIS B7920 で示す飽和塩法の塩類<sup>2)</sup>を用いて、4 水準に調湿した容積 30L のデシケータを、25℃、30℃に設定した室内にそれぞれ設置した。供試虫の入ったカップをデシケータに入れた時点をも 0 日として曝露を開始した。実験期間中は、供試虫の走光性を考慮し、実験操作時を除き、室内は消灯状態を保った。

実験工程を Table 2 に示す。判定は、曝露 1 日、3 日、7 日、45 日目に行った。カビ接種による成長抑制の実験は、曝露

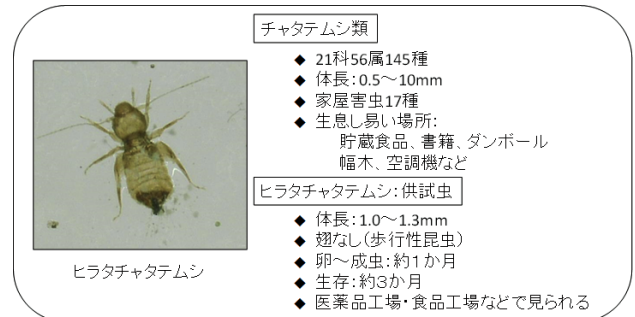


Fig.1 チャタテムシ類の特徴と試験用ヒラタチャタテムシ  
(Characteristic of Psocoptera and Liposeliidae  
bostrychophilus: Test insect)

Table 1 実験条件  
(Experimental Conditions)

| 要因   | 条件                                                              |
|------|-----------------------------------------------------------------|
| 温度   | 25℃(実験室空調制御)、30℃(恒温恒湿室)                                         |
| 相対湿度 | 0%、33%、75%、100%: JIS B7920 飽和塩法 塩類                              |
| カビ   | <i>Aspergillus niger</i> 、 <i>Penicillium</i> 、 <i>Eurotium</i> |

Table 2 実験工程  
(Experimental Process)

| 曝露   | 0日 | 1日 | 3日 | 7日 | ... | 45日 | ... | 90日 |
|------|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|
| 虫曝露  | 実施 | 実施 | 実施 | 実施 | 実施  | 実施  | 実施  | 実施  |
| カビ接種 |    |    |    |    |     | 実施  | 実施  | 実施  |
| 判定   |    | ●  | ●  | ●  |     | ●   |     | ●   |

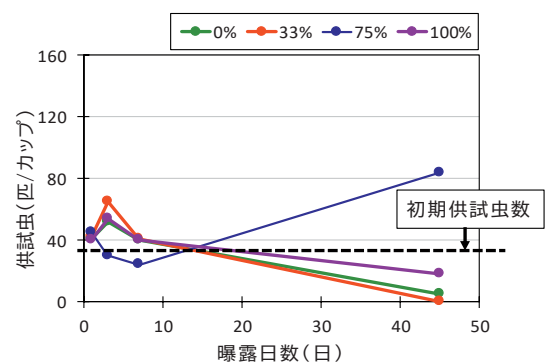


Fig.2 湿度の違いによる供試虫の成長抑制結果 (25℃)  
(Growth of Test Insects due to Relative Humidity : 25℃)

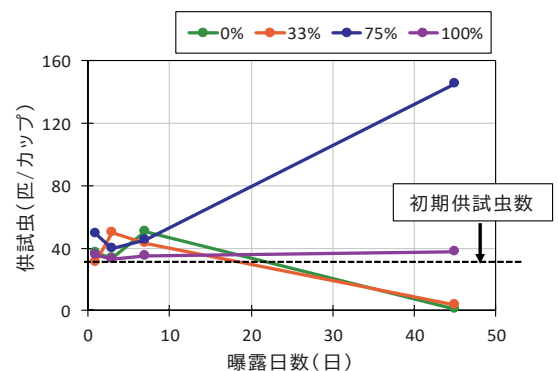


Fig.3 湿度の違いによる供試虫の成長抑制結果 (30℃)  
(Growth of Test Insects due to Relative Humidity : 30℃)

45 日目の結果より供試虫が発育していることを確認してからカビを接種し開始した。試験に用いたカビは、室内環境で検出し易く、今回の温湿度条件でも発育が可能な 3 種 (Table 1) を選定した<sup>3)</sup>。これら 3 種のカビ孢子混合液を作製し、0.1ml (10<sup>4</sup>CFU 相当) をカップ内に接種した。カビ接種後 45 日目 (初期から 90 日目) に供試虫の判定を、カビを接種しなかったカップと共に比較した。

### (3) 判定方法

チャック付きビニル袋内に、供試虫の入ったカップのフタを開け、供試虫、カップ内にあったエサなどを全て入れた。ビニル内で徘徊することを考慮し、捕獲用ポリプロピレン製トラップ (環境機器製) を入れ、チャック部を閉じた。暗所にて 16 時間保持後、ビニル内および捕獲用トラップ内の供試虫を数えた。幼虫、成虫の区別はしていない。

なお、曝露 1 日～7 日目までは、生きている個体、死滅した個体を区別して個体数を求めた。それ以降は生死の区別を行わず個体数とした。

## 3. 結果・考察

### (1) 温度・湿度による成長抑制

25℃における供試虫の発育状況の結果を Fig.2 に、30℃における結果を Fig.3 に示す。25℃の場合、相対湿度 0%, 33%, 100%において、曝露 3 日目に一時的に増加したものの、45 日目には、初期の供試虫数 32 匹を下回った。相対湿度 75%では、初期に減少傾向を示したものの、曝露 45 日目には明らかな増加が見られた。30℃の場合では、25℃の場合と同様に相対湿度 0%, 33%は 45 日目には初期供試虫数以下となった。相対湿度 75%の場合は 45 日目には増加し、その数は 25℃の場合よりも増加が大きかった。相対湿度 100%では増加は認められなかったものの、初期供試虫を下回ることなく、25℃の場合と若干異なる傾向を示した。

今回の実験の範囲では、温度 30℃、相対湿度 75%が供試虫の発育には適した環境であったと分かった。チャタテムシが発生した場合の対応として、温度、湿度をコントロールすることは、成長抑制や死滅に効果がある可能性を示した。また、カビの至適生育温湿度は概ね 25℃、100%である<sup>4)</sup>ことから、チャタテムシとカビの至適発育環境条件は、必ずしも同一ではないことを把握した。

なお、25℃、75%の実験において、実験開始直後に、初期の供試虫数を下回る結果が見られた。この現象は、実験期間中に「共食い」現象<sup>5)</sup>が起きたためと判断する。

### (2) 低湿度による死滅効果

曝露 3 日目と 7 日目の供試虫数の内、生存していた割合を Fig.4 に示す。25℃、30℃のいずれの温度の場合でも、相対湿度 0%と 33%では、曝露 3 日目で供試虫が僅かに存在するものの、曝露 7 日目では、生存する供試虫は確認できなかった。このことから、低湿度環境下が、チャタテムシを死滅さ

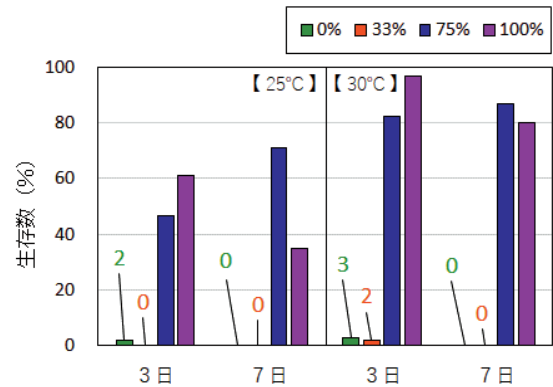


Fig.4 曝露 3 日目、7 日目の供試虫の生存割合 (Survival Rate of Test Insects on 3rd and 7th Days)

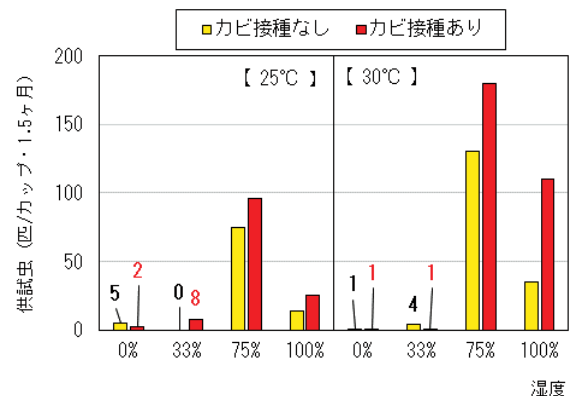


Fig.5 カビ接種による成長の比較 (Growth of Test Insects due to Mould)

せるには有効であることを確認した。

### (3) カビ接種による発育影響

カビ接種有無による発育の結果を Fig.5 に示す。相対湿度 0%, 33%では、カビ接種前の供試虫の数が極端に少なかったことから、カビ接種を行ってもほとんど変化は見られなかった。しかし、相対湿度 75%, 100%では、カビを接種したことにより供試虫の増加が見られた。今回はサンプル数が少ないため、確定はできないものの、カビの存在がチャタテムシの発育に寄与する可能性を把握した。

## IV. 搬入資材への生息調査

### 1. 実験目的

屋外から持ち込まれる搬入資材へのチャタテムシの生息特性を把握することは、屋内への侵入抑制の一助となる。そこで、搬入資材として入手や試験体の加工が容易なダンボールを用いて、生息実態の調査をするともに、カビ付着有無による生息、ダンボール以外の一般的な梱包材への生息について実測調査を行った。

### 2. 生息実験のための曝露環境の選定検討

ダンボールなど試験対象資材への生息確認を行うために

は、予め、試験対象の資材をチャタテムシやカビが存在する空間に曝露する必要がある。そこで事前に、その条件に見合う場所の選定を行った。

### (1) 選定方法

東京都内に立地する2つの建物を選び、地下階で換気設備のみの室を対象として選定のための調査を行った。

調査項目は、浮遊真菌濃度<sup>注1)</sup>とチャタテムシ数とした。浮遊真菌濃度は、日本建築学会環境基準(AIJES-A0008-2013)<sup>6)</sup>に準拠し、居室中央部で空気をクロラムフェニコールポテトデキストロース平板寒天培地(以下、PDA 培地)に採取し、その後PDA 培地を25℃で5日間培養して真菌数を求めた(培養法)。チャタテムシ数は、室内に約20 m<sup>2</sup>に1個の割合で捕獲用トラップを設置し、4週間後に回収してそれぞれのトラップ捕獲数を求め、設置トラップ数の平均値を採用した。

### (2) 選定結果

倉庫A(2011年竣工)、倉庫B(2008年竣工)でチャタテムシとカビが確認できたため、約1年その推移を調査した。Fig.6 にチャタテムシと浮遊真菌濃度の調査結果を示す。両倉庫とも外気導入のみとする第2種換気であるため、チャタテムシ数と浮遊真菌濃度は、屋外の季節的変動を受けるものの、他の影響要因は見られず安定していることから、いずれも本実験の目的に適すると判断した。

チャタテムシは厳密には区別できないものの、食菌性<sup>注2)</sup>とハウスダスト性<sup>注3)</sup>の2種類の分類があるため、検出数が多い10月、11月に同定を行った。その結果をFig.7に示す。倉庫Bはハウスダスト性の割合が多いことから、今回の実験での資材(以下、試験資材)の曝露は、一部の実験を除き倉庫Aで行うことに決定した。

## 3. 試験資材への確認実験

### (1) 実験概要

Table 3 に実験概要を示す。実験はⅠ～Ⅲを行った。実験Ⅰはダンボールへの生息を単純に確認することを目的とした。

「2. 生息実験のための曝露環境の選定検討」で調査した倉庫A、倉庫Bに1.5年間保管していたダンボールを用いた。実験Ⅱはカビ付着の有無によるチャタテムシの生息の違いを確認することを目的とした。生理食塩水に懸濁させた標準カビ(*Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosporium*)を新品ダンボールに接種した場合と接種しない場合で比較した。実験Ⅲは、ダンボール以外の搬入資材への生息確認を目的とした。一般的な梱包材で、かつパレットにも使われる材質5種類を選定した。材質は紙系2種と樹脂系3種とした。

Fig.8 に実験手順を示す。試験資材を所定の期間曝露させた後に、カビのレベルを調べてから生息試験を行った。

倉庫A、B内に保管していた実験Ⅰのダンボールは、切り出して生息試験に供した。実験Ⅱ、Ⅲは全て新品の試験資材

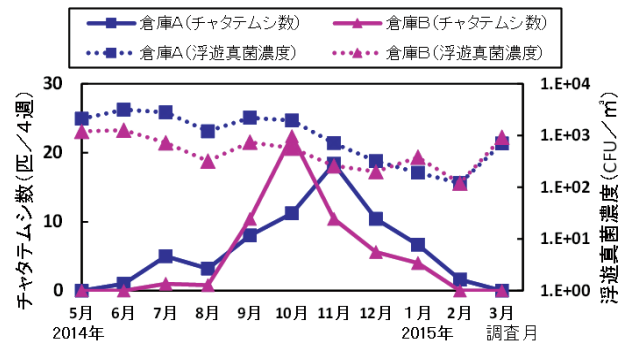


Fig.6 曝露試験に用いた倉庫のチャタテムシ数と浮遊真菌濃度の推移  
(Fluctuation of *Psocoptera* and Mould Concentration in Warehouses for Exposure Tests)

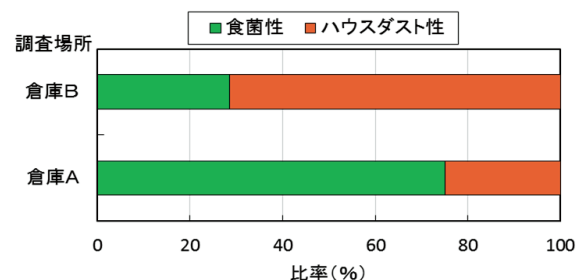


Fig.7 チャタテムシ構成比率  
(Ratio of Detected *Psocoptera*)

Table 3 実験概要  
(Experiment Outline)

| 実験  | 検討項目          | 試験資材                           | 試験資材の曝露期間 |
|-----|---------------|--------------------------------|-----------|
| 実験Ⅰ | ダンボールへの生息     | 保管していたダンボール(倉庫A保管品、倉庫B保管品)     | 1.5年      |
| 実験Ⅱ | カビ付着による生息     | 新品ダンボール<br>新品ダンボール+カビ接種(1週間培養) | 4週        |
| 実験Ⅲ | 他資材への生息(材質影響) | ダンボール曝露なし:紙(比較用)               | 6週        |
|     |               | ダンボール:紙                        |           |
|     |               | 紙袋:紙                           |           |
|     |               | ブルーシート:ポリプロピレン(PP)             |           |
|     |               | 気泡緩衝材:ポリエチレン(PE)               |           |
|     |               | バラ緩衝材:ポリスチレン(PS)               |           |

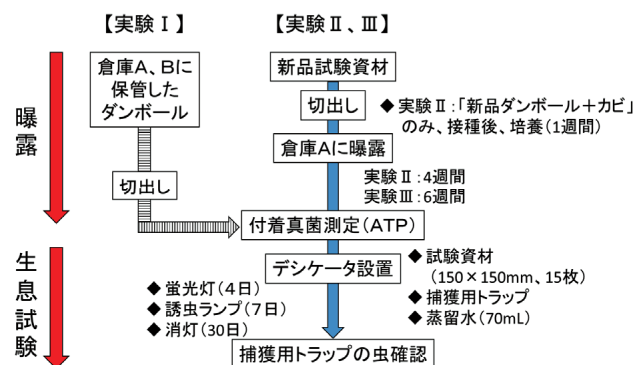


Fig.8 実験手順  
(Flow of the Experimental Procedure)



を用い、切り出し後倉庫Aに曝露（4週間、または6週間）してから生息試験に供した。

生息試験に供する前の試験資材表面の付着カビのレベルの確認には、ATP（Adenosine Triphosphate）法を用いた。従来から用いられている培養法は1週間程度時間を要するのに対し、ATP法は約1分で結果が得られる特徴<sup>7)</sup>がある。カビの評価は、培養法ではカビのコロニー数（CFU）で示すのに対し、APT法ではカビに含まれるATPとホタルルシフェラーゼを発光させるため、相対発光量（RLU: Relative Light Unit）で示される。<sup>8)</sup>

ATP法で試験資材のカビを判定後、捕獲用のトラップ、調湿用蒸留水とともに30Lガラス製デシケータ内に入れ生息実験を開始した。

#### （2）判定方法

虫は切断した資材小口面、凹凸部に潜む可能性があるため、蛍光灯、誘虫ランプ、消灯にて誘引<sup>1)</sup>させた。その後、捕獲用トラップを回収して、デシケータ内での誘引日数、1㎡当たりのチャタテムシ数を検出数として生息を判定した。

### 4. 実験結果・考察

#### （1）ダンボールへの生息（実験Ⅰ）

Fig.9にダンボールへのチャタテムシ生息確認結果を示す。倉庫A、Bに、それぞれ保管していたダンボールからチャタテムシを検出した。新品ダンボールからは検出されないことから、チャタテムシが存在する環境中にダンボールを置くと、チャタテムシが生息することを確認した。

Table 4にATP法によるダンボール表面の付着カビ測定結果を示す。ダンボール表面のATP計測値は倉庫B保管品が高いにも係らず、チャタテムシは倉庫A保管品の方に多く生息していた。これは総じて、倉庫Aのチャタテムシが倉庫Bより多いこと（Fig.6）が理由と考えられ、生息要因の1つに、曝露環境中のチャタテムシ数が関係すると考える。

#### （2）カビ付着による生息の比較（実験Ⅱ）

Fig.10にカビ付着によるチャタテムシ数の比較結果を示す。チャタテムシ数は、「新品」の方が「新品+カビ接種」より多かった。「新品」はハウスダスト系と食菌性のチャタテムシが混在していたのに対し、「新品+カビ接種」は、全て食菌性のチャタテムシであった。Table 4の結果より、ダンボール表面のカビは、標準カビを接種した「新品+カビ接種」の方が高かったことから、表面にカビがあると食菌性のチャタテムシが生息する傾向があると思われる。一方「新品」は、ハウスダスト系、食菌性が混在したことから、カビとハウスダストの両方に注意する必要があると考えられる。今回の試験は12月に実施したことからチャタテムシの絶対数が少ないため、今後はチャタテムシの多い夏期に実施して精度を高め再度検討する予定である。

#### （3）ダンボール以外の資材への生息（実験Ⅲ）

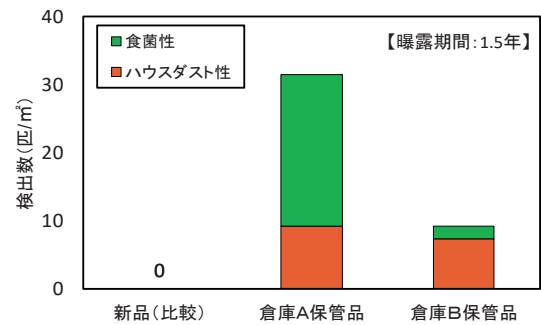


Fig.9 実験Ⅰ：ダンボールへのチャタテムシ生息確認結果  
(Experiment I: Result of *Psocoptera* Inhabiting Cardboard)

Table 4 ダンボール表面の付着カビ（ATP法）  
(Concentration of Adhered Mould on Cardboard Surface  
: ATP Method)

| 実験  | 検討項目      | 試験資材                | ATP計測値 (RLU) |
|-----|-----------|---------------------|--------------|
| 実験Ⅰ | ダンボールへの生息 | 新品ダンボール(比較用)        | 11           |
|     |           | 倉庫A保管品              | 1537         |
|     |           | 倉庫B保管品              | 7121         |
| 実験Ⅱ | カビ付着による生息 | 新品ダンボール             | 731          |
|     |           | 新品ダンボール+カビ接種(1週間培養) | 55854        |

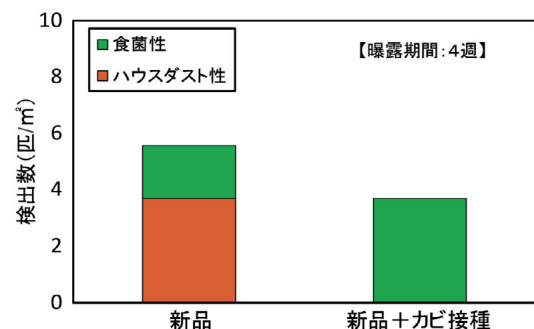


Fig.10 実験Ⅱ：カビ付着によるチャタテムシ生息の比較  
(Experiment II: Comparison of *Psocoptera* by Adhered Mould)

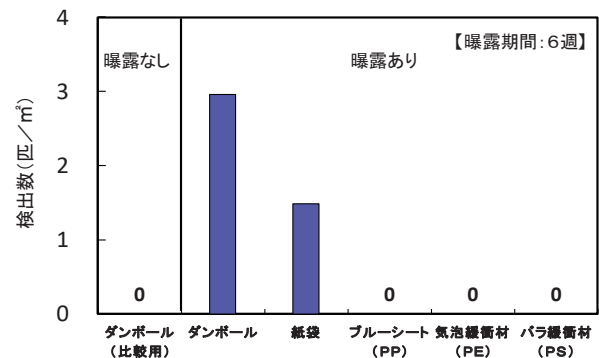


Fig.11 実験Ⅲ：試験資材によるチャタテムシ生息の違い  
(Experiment III: Comparison of Packaging Materials by the Inhabited *Psocoptera*)

Fig.11 に資材ごとのチャタテムシ生息数結果を示す。ダンボール、紙袋からチャタテムシの検出が認められた。一方、樹脂系材料3種からは、チャタテムシの検出はみられなかった。特に、ブルーシートは凹凸がありダンボールと同様に潜み易い形状をしているため、チャタテムシの生息を予想したものの検出されなかったことから、今回の試験の範囲では、チャタテムシの生息には資材形状よりも材質（植物性繊維）が影響すると推測される。

## V. まとめ

生産施設で問題となるチャタテムシの制御を目的に、成長抑制実験として、温度、湿度、カビの有無による発育抑制の実験と、屋外からの持ち込み原因となる搬入資材への実態調査の2つの基礎的検証実験を行った。今回の実験の範囲から以下のことを確認した。

- a) 30℃と25℃では、30℃の方がチャタテムシを抑制し難く、温度を低くすることは発育の抑制に有効であった。
  - b) 湿度は75%で発育が顕著であった。100%の場合は、発育は抑えられる傾向となるが、個体数を低下させるには不十分であった。
  - c) 低湿度はチャタテムシの死滅に有効であった。
  - d) カビの存在はチャタテムシの発育を助長するため注意を要することを把握した。
  - e) ダンボールにはチャタテムシが生息し易く、その数は資材を保管する環境中の個体生息数に依存する傾向があった。
  - f) 表面にカビがない資材表面ではハウスダスト性<sup>注3)</sup>のチャタテムシが見られたことから、カビ対策だけでなく、粉塵対策も必要であることを確認した。
  - g) 樹脂系材料より植物性繊維への生息数は多く、使用する材質の選定は重要であることを把握した。
- 以上の結果を踏まえ、今後は生産施設などのチャタテムシ

問題に対して、薬剤の使用を抑えつつ、効果的な低減対策として展開させる予定である。

## 参考文献

- 1) 技術情報協会；工場における“虫”侵入・発生防止対策，2015.
- 2) 日本工業規格；湿度計—試験方法 JIS B7920，2000.
- 3) 高鳥浩介；かび検査マニュアルカラー図譜，テクノシステム，2002.
- 4) 三原邦彰，武廣絵里子ほか；室内カビ汚染の評価・計画・制御に関する研究(その4)：カビセンサーを用いたカビ成長環境の分析，日本建築学会大会学術講演梗概集（関東），2011.8，pp.655-656.
- 5) 日本家屋害虫学会；家屋害虫事典，井上書院，2005.
- 6) 日本建築学会；浮遊微生物サンプリング法規準・同解説 AIJES-A0008-2013，2013.
- 7) 涌井健，武廣絵里子ほか；室内カビ汚染の評価・計画・制御に関する研究(その1)：NAD法及びATP法による付着菌迅速評価手法の検討，日本建築学会大会学術講演梗概集（関東），2011.8，pp.649-650.
- 8) 伊藤武；食品微生物の簡便迅速測定法はここまで変わった，SCIENCEFORUM，2005.
- 9) 武廣絵里子，富田洸ほか；防虫対策・制御に関する研究（その1）：温度、湿度、カビがチャタテムシ発育に与える影響，日本建築学会大会学術講演梗概集（中国），2017.8，pp.609-610.
- 10) 武廣絵里子，涌井健ほか；防虫対策・制御に関する研究（その2）：チャタテムシの搬入資材への生息調査，日本建築学会大会学術講演梗概集（東北），2018.9，pp.903-904.

## 【注】

- 1) 真菌（カビ，酵母，キノコ）の内，本報ではカビ，2) 主としてカビを食餌する個体，3) カビ，ハウスダストを食餌する個体

## Fundamental Study on *Psocoptera* for Pest Control of Buildings

Eriko Takehiro, Takeshi Wakui<sup>1)</sup>, Hideyuki Meguro<sup>2)</sup> and Ko Tomita

Production facilities such as pharmaceutical factories and food factories must be careful of foreign substances, such as contamination by harmful insects. Particular care is necessary to prevent *psocoptera* entering from outside and reproducing inside the building. Therefore, we conducted an experiment for the purpose of controlling *psocoptera* in buildings, examining growth with temperature, humidity, and mould as parameters that are considered to be related to the growth of *psocoptera*. We also surveyed the actual conditions of materials to be brought in. The experiment on growth showed that: 1) *Psocoptera* shows a remarkable growth at a relative humidity of around 75%, 2) Low humidity is effective for killing *psocoptera*, and 3) Mould tends to promote the growth of *psocoptera*. The survey of materials showed that: 1) Cardboard provides a hospitable environment for *psocoptera*, 2) Plant-based fiber such as cardboard is more hospitable for *psocoptera* than resin-based material, and 3) Care should be taken to control not only mould but also house dust.