

サッシ窓の結露とカビ汚染

濱田信夫（大阪市立環境科学研究所）

I. はじめに

今日の住宅のカビ汚染の特徴は、特定の季節に限らずカビ被害が見られることだろう。第一の原因は、冬の結露によるカビ汚染の増加だと言えよう。毎年冬になると、外気に面した内壁一面に決まってカビの生える住宅がある。高気密の住宅では、その原因となる結露を予防するには十分な断熱構造が必要だ。そこまでひどい状態でなくても、年によって、タンスの裏や壁の隅に結露が発生し、カビ汚染に悩まされている例は多い。このような事態を改善するのに有効手段が求められている。

本報では、結露状況が確認でき、カビ汚染のサンプル採集が簡単なサッシ窓について調査を行った。サッシ窓は外気と接し冷えやすく、住宅で最も結露しやすい場所である。しかし、そのビード部分のカビ汚染について意識されることは意外に少ない。

サッシ窓の各部分の一定面積あたりのカビの孢子数を測定することによって、カビ汚染の実態を調査した。また、そのカビ数に影響を及ぼす様々な要因の解明を試みた。この調査は、サッシ窓のみならず、住宅全体において、冬のカビ汚染対策を検討するのに有効だと思われる。

II. 調査方法

2004年の夏に大阪市及びその周辺の91世帯の一般家庭で、また、2004-5年冬に113世帯の一般家庭で、浴室以外の、居間や子供部屋などのサッシ窓のビードなどいくつかの部分についてふき取り調査を行った。検出されたカビ数は、各部分1cm²当たりのコロニー形成数(CFU)として示した。カビ数は対数に換算し、得られた平均値は常数で示した。

III. 結果と考察

1. 結露水の溜まる部分でカビが繁殖する

窓サッシの各部分におけるカビ汚染を比較した。窓外側の下部ビードの平均カビ数21.1/cm²に対して、その内側の下部ビードは約15倍の309.8/cm²だった。結露は内側のガラス表面で発生するが、同じ内側上部ビードのカビは1.4/cm²で、いかに下部ビードに溜まった水分がカビ汚染を誘発しているかがわかる。レール部分のカビ数は86.1/cm²と、サッシ窓では内側下部ビードに次いで多かった。なお、内側の下部ビードのカビ数が多い窓ほど、レール部分のカビ数も多い傾向も見られた。

そのカビ数は窓ごとに大きなバラツキが見られた。内側下部ビードのカビ数は、対数に対して正規分布しているのが確認された。1,000/cm²以上の場合は、全体の約40%（45世帯）で、10,000/cm²以上は約14%（16世帯）だった。

サッシ窓のカビはいずれも野外に多いカビであった。浮遊しているカビが、結露水が溜まった部分で繁殖したのであろう。ごく一般的で、暗色のクロカワカビと黒色酵母が優占して生えている。

2. 結露と汚れでカビは桁違いに増える

カビ数は、結露量と共に桁違いに増えていく。ほとんど結露しない窓の場合、内側下部ビードの平均カビ数42.3/cm²に対して、ほとんど毎日結露する場合の平均は約37倍の1519.2/cm²に達した。その平均も浴室の場合を上回った。ほとんど毎日結露する場合は、1,000/cm²を越えている場合が全体の約59%を占めた。

汚れが多く付着した窓ほど、カビ数も桁違いに多かった。例えば、汚れがない場合の内側下部ビードでは平均が40.4/cm²に対して、汚れが非常に多い場合はその約500倍の22,883.5/cm²だった。この汚れは、カビの菌体およびその遺体の可能性と、カビ以外のホコリや粉塵などの可能性が考えられる

3. 夏にもカビ汚染は残る

気温が 25 ぐらいの夏の方が、冬よりカビの生長が速いのは事実である。ただし、これは水分条件が整っている場合である。夏のサッシ窓や住宅の各部分において、通常、カビは水分不足によってその生育が抑制されている。

10 程度の冬の室温でも、大量の水分が存在すれば、速度はやや劣るがカビは繁殖する。87 世帯のサッシ窓の内側下部ビードのカビ数について、夏と冬を比較した。その特徴はよく相関が見られることだ。冬にカビの多い窓では、夏にも多い。冬に結露の多い窓では、春以降結露は消えても、冬に繁殖したカビの一部が残ると考えてよいだろう。

4. 二冬目以降にカビ汚染が急増する

新築後 2 年目の冬から急にカビ汚染が増えることがわかった。即ち、2 年未満では、下部ビードのカビ数はわずか $2.7/\text{cm}^2$ なのに対して、それ以降約 100 倍の $318.0/\text{cm}^2$ にも跳ね上がる。カビ汚染を制御する各環境要因の検討には、築後 2 年未満の住宅は除いた。

5. 水蒸気の発生はカビ汚染を助長するか？

家族数が多いほど、窓サッシのカビ汚染が著しいことがわかった。表には表さなかったが、1~2 人の場合の下部ビードの平均カビ数は $185.6/\text{cm}^2$ に対して、5 人以上では 3 倍以上の $665.2/\text{cm}^2$ だった。人の発散する水蒸気の影響は、かなり大きいことを示唆している。

部屋ごとのカビ数を比較すると、居間の $324.2/\text{cm}^2$ に比して、寝室は $823.9/\text{cm}^2$ と 2 倍以上多い傾向が見られた。就寝後の最も室内温度が低下して結露しやすい時間帯に使用し、人が水蒸気を発生する寝室は、カビ汚染にとって要注意と言えよう。

6. ガラスの表面が冷えるとカビ汚染は増える

ガラスの表面に結露ができないようにするには、ガラスの選択が工夫の一つといえる。一般ガラスの下部ビードでは平均 $494.3/\text{cm}^2$ に対して、ペアガラスでは約 1/5 の $101.9/\text{cm}^2$ だった。北向きの窓の場合にカビ汚染が多い傾向が見られた。南向きの場合の $231.2/\text{cm}^2$ に比して、北向きは約 3 倍の $669.1/\text{cm}^2$ だった。北側は結露した水分も乾きにくいためにカビがより多いと思われる。

VI . 対策の検討

1. 窓開けはカビの予防に有効だ

窓開けについて顕著な効果が見られ、毎日開けた方が、カビ数が有意に少ないことがわかった。例えば、毎日窓開けをする場合のカビ数は $278.6/\text{cm}^2$ で、窓開けをしない場合の $1105.2/\text{cm}^2$ に比して、カビ数は約 1/4 だった。この効果は、レールのカビ汚染の場合でも同様だった。

2. 乾拭きには驚くべき効果がある

結露水を除去すればカビ汚染が減少しているかを検討した。毎日結露しても、毎日乾拭きする場合には $240.4/\text{cm}^2$ で、乾拭きしない場合の $7914.1/\text{cm}^2$ に比べて、カビ数が約 1/30 に押さえられた。結露頻度がより高いほど、乾拭き効果が大きいことが明らかになった。

ガラスの結露に関しては、結露水は室内の空気中の水分を集めるから、室内の水蒸気を除去するのに便利であると言われている。これも、乾拭きを同時に行う場合であって、そのまま放置すれば、まわりのカビ汚染を招くと思われる。

V. 住宅の他の部分について

本調査では、結露水とカビの関係について検討した。住宅の結露ですでに知られている常識の多くが、サッシ窓のカビ汚染についても共通するようだ。ガラスに結露が現れたら、ビード部分にカビがすでに生えていると考えるのが自然だろう。

カビの繁殖は温度と関連していると言われているが、室温が汚染に影響を与えている証拠を探すのは難しい。冬の大阪の10 前後の室温であっても、優占しているクロカワカビなどは、水分さえあれば十分生育できると思われる。それ故、冬に結露してもカビが生えないということはある得ないと思われる。サッシ窓など住宅のカビは、住宅の結露の長期間の状況を示す生物指標になると思われる。

一般のサッシ窓のガラスの表面は、いわば断熱効果が最も少なく、秋以降住宅内で最も早く結露する部分である。サッシ窓の結露は、住宅内の表面結露や内部結露さらにはカビ予報に、有効な情報を提供していると思われる。