

# カビ指数を用いて不快臭に影響を与えるカビの発生を予測する



川崎 たまみ  
Tamami Kawasaki  
人間科学研究部  
快適性工学研究室  
主任研究員



京谷 隆  
Takashi Kyotani  
人間科学研究部  
快適性工学研究室  
主任研究員



潮木 知良  
Tomoyoshi Ushioji  
人間科学研究部  
快適性工学研究室  
主任研究員

## はじめに

鉄道の駅では、お客様が利用するホームやコンコースなどのほかに、駅員が利用する事務所や休養室などが設けられています。これらの設備は駅業務を安全かつ円滑に行うため、駅の中に設置することが多いですが、なかには地下空間などのスペースを有効に活用して設置されている場合もあります。そのうち、屋外に面した部分がない部屋などでは、カビ臭のような不快臭が感じられることがあり、環境改善のニーズがあります。このような環境をより快適にするためには、カビ臭のような不快臭を低減する必要があります。ご存じのとおり、「におい」は、そのままでは目には見えません。「におい」のもととなる空気中の揮発性物質を分析することにより、においを視覚化することはできますが、この揮発性物質はごく微量であり、空間中に薄く広く拡散しているため、物質の分析から発生源にたどりつくことは非常に困難です。そこで、直接的にカビの発生に適した環境を何かしらの指標で把握することができれば、カビの発生源を探索し、カビの発生を抑制し、結果的にカビ臭を低減することができるのではないかと考えました。

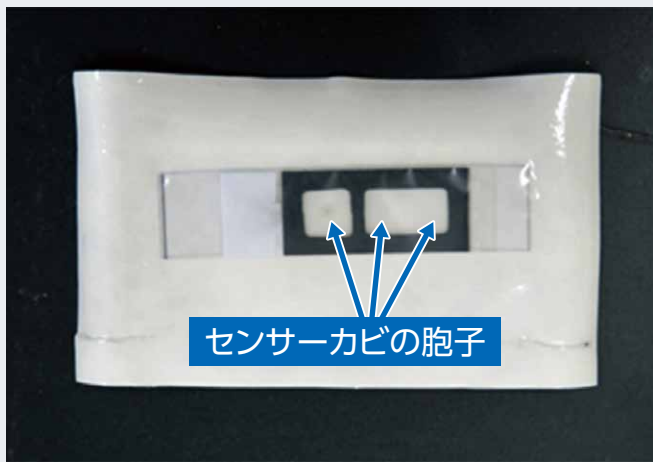
なお、環境中の「におい」は、複数成分が集合して形成される場合が多く、カビ臭がしても、その原因のすべてが、カビ由来であるとは言い

切れませんが、ここではカビ臭の主な要因としてカビを捉え、カビの発生が抑制される環境条件を探索した結果について紹介します。

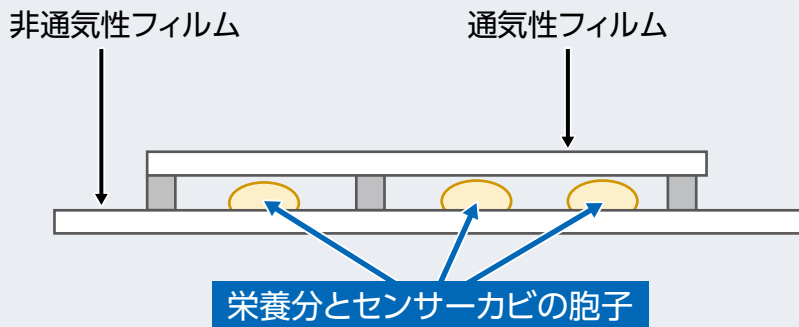
## カビが発生しやすい環境を探るには

臭気の発生を低減させるためには、臭気の原因を特定することが必要です。カビ臭の場合は、においを発生させるカビがどこにあるのかを特定し、これを取り除くとともに、新たなカビが発生しないように対策を講ずることが重要です。また、カビは、壁面の着色などの変化を伴うなど、ある程度の大きさまで成長した場合は目視で見つけることもできますが、壁紙の裏側などの目に見えない場所で発生することもあるため、目視だけではカビの発生状況を正確に把握することができない場合もあります。このように、カビの発生源を直接的に把握することも、カビ臭と同様に容易ではありません。

一方で、カビは生物であり、カビが発育するためには温度、湿度、栄養分の環境条件が整っていることが必要です。つまり、カビが発育しやすい環境がより整っている箇所を探索することにより、カビの発生源を突き止めることが考えられます。カビの発育しやすさは、故阿部恵子氏が開発した「カビ指数」<sup>1)2)</sup>という指標で定量的に示すことができ、このカビ指数は環境中



(a) カビセンサーの全体像



(b) カビセンサーの断面イメージ図

図1 カビセンサー<sup>1)2)</sup>

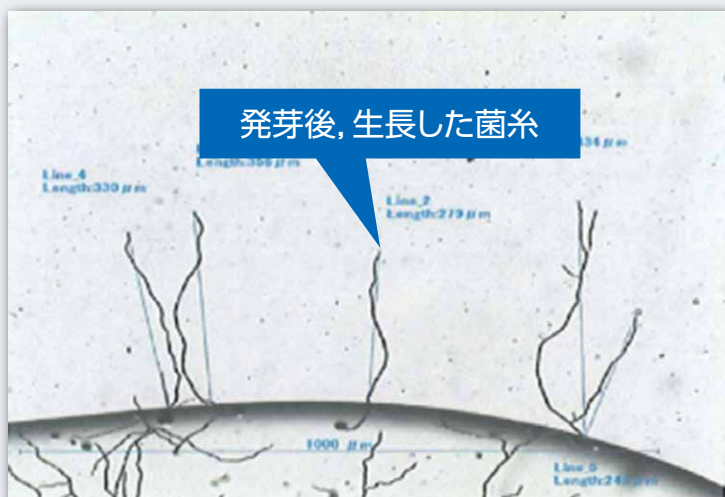
の温湿度条件により決まることがわかっています。そこで地下空間などに設置された休養室におけるカビの発生を抑制することを目的に、カビ指数を用いてカビの発育しやすさを温湿度条件に置き替えて予測する実験を行いました。

### カビ指数の測定方法<sup>1)2)</sup>

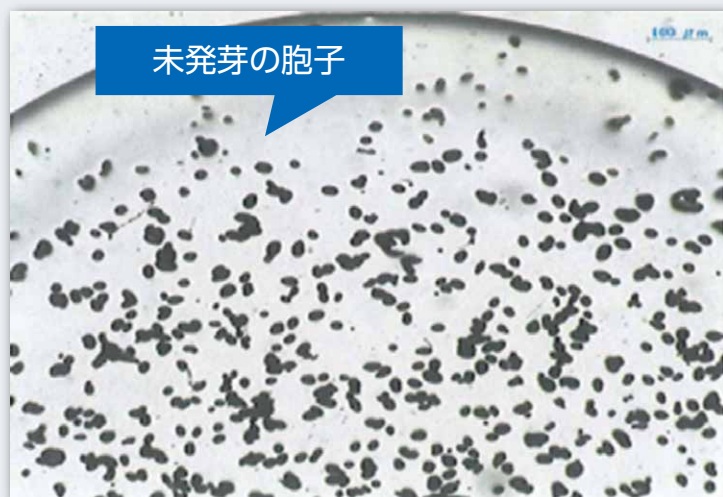
カビ指数の測定には、「カビセンサー」を使用します。カビセンサーは、低湿度で発育するカビ

の胞子と、高湿度で発育するカビの胞子にそれぞれ栄養分を加えたものを、あらかじめ通気性フィルム（表面）と非通気性フィルム（裏面）の間に封入した構造になっています（図1）。すなわち、生きたカビそのものを使用していることがこのセンサーの最大の特徴です。これを測定対象箇所を設置すると、その箇所の温湿度環境が胞子の発芽に適している場合に、センサー内の胞子が発芽し、菌糸を成長させます（図2(a)）。

図2 カビセンサー内胞子の様子<sup>3)</sup>



(a) カビ発生に適した環境下で発芽したセンサー内胞子



(b) カビ発生に適さない環境下のセンサー内胞子

表1 さまざまな室内のカビ指数<sup>1)3)</sup>

カビ指数	カビ汚染可能性	環境例
2 未満	なし	居室, 押入れ, クローゼット, 靴入れなど
4	低い	
20	あり	
50	高い	洗面所, 浴室など
100 以上	極めて高い	冷房時の空調機, 夏期の浴室

このカビセンサーを測定対象箇所に一定日数設置した後、カビの菌糸の長さを計測し、菌糸の長さを設定日数で除することで「カビ指数」を算出します(表1)<sup>1)2)</sup>。例えば、カビ指数50は、洗面所や浴室と同程度の環境ということになります(表1)。なお、設置期間内にセンサー内胞子の発芽がみられなかった場合(図2(b))には、カビ指数は検出下限値未満(不検出)となります。

### 模擬環境でのカビ指数の測定実験

温度と湿度を制御できる「恒温恒湿装置」を用いて、装置内の温度を25℃としました。湿度については、カビ臭がすると言われていた休養室で実測された最高値である80%<sup>3)</sup>を基準とし、その比較として、一般的にカビの発生がみられないとされている60%<sup>4)</sup>、その中間の70%の3条件に設定し、内装材として一般的に使われている石こうボード表面側のカビ指数を測定しました。

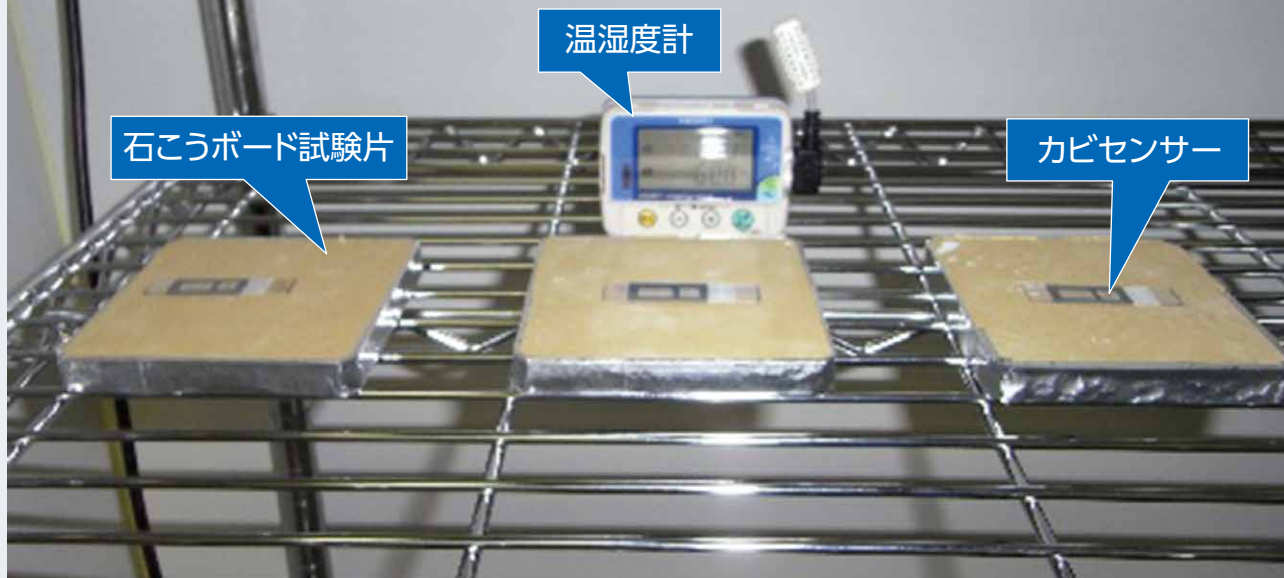
実験に用いる石こうボード試験片は、厚さ12.5mmの一般的な内装材用の石こうボードを10cm×10cmの大きさに切り出し、切断面を石こうが露出しないようにアルミテープで養生したものとしました。この石こうボード試験片

の表面に、カビセンサーを通気性フィルム側が石こうボードと密着するように貼り付けました。また、地下空間などでは内装材の室内側と室外側の湿度が異なり、空調や換気設備がない室外側が高湿度の環境になっている可能性があります。このため、石こうボード試験片をそのまま恒温恒湿装置内に設置して、表裏に湿度差が生じない条件(図3(a):表裏同湿度条件)に加え、石こうボード試験片の裏側の空間のみ、湿度を90~100%の高湿度とした条件(図3(b):表裏異湿度条件)の実験も行いました。この表裏異湿度条件の実験では、水を300ml入れたプラスチック製容器(13.0cm×13.0cm×9.5cm)の上面に、石こうボード試験片を水に直接触れないように設置しました。さらに、試験片と容器の隙間を防水テープで目張りすることで、石こうボード試験片の室内を想定した表側は恒温恒湿装置で設定した湿度、室外を想定した裏側は湿度がより高い90~100%になるようにしました(図3(b))。

### カビ指数と温湿度の関係

実験の結果、恒温恒湿装置内の湿度を60%に設定した場合は、表裏同湿度条件でも、表裏

(a) 石こうボード試験片の表裏：同湿度条件



(b) 石こうボード試験片の表裏：異湿度条件(裏側にて高湿度条件)

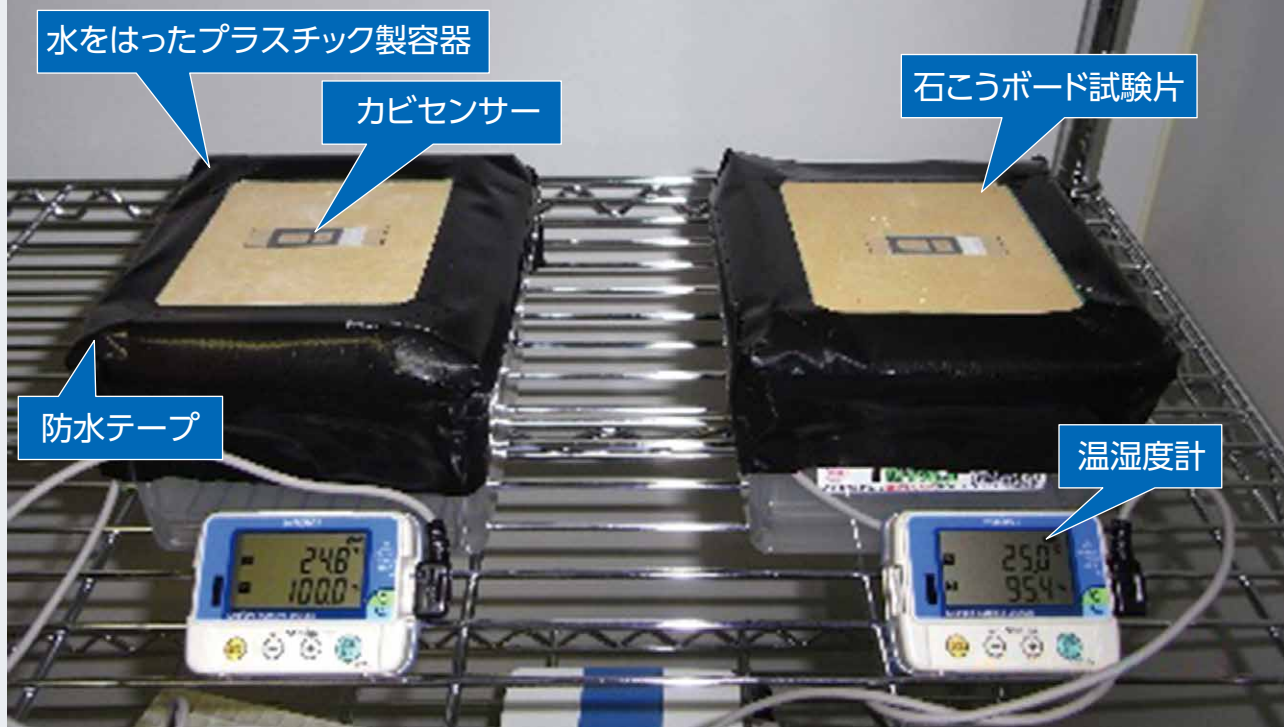


図3 恒温恒湿装置内の石膏ボード試験片とカビセンサーの設置状況<sup>3)</sup>

異湿度条件でも、カビ指数は検出されませんでした(図4)。この結果は、室内の湿度を60%以下に維持していれば、内装材の裏側の湿度が100%に近い高湿度であってもカビが生育しやすい環境にはならないことを示しています。一方、恒温恒湿装置内の湿度が70%の場合は、

表裏同湿度条件では、カビが生育しやすい環境にはなりませんでしたが、表裏異湿度条件では、カビ指数は約34を示し、カビが生育しやすい環境であることがわかりました。さらに、恒温恒湿装置内の湿度が80%の場合は、カビ指数が表裏同湿度条件下で約35(表1、押入れの

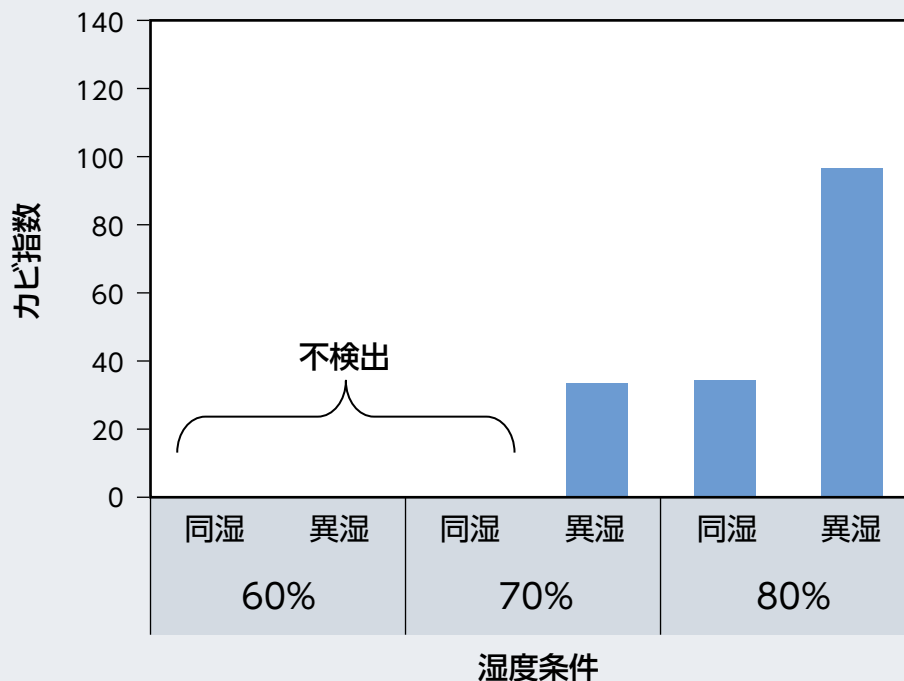


図4 湿度条件と石こうボード試験片表面のカビ指数との関係<sup>3)</sup>

中などと同様), 表裏異湿度条件下で約97 (表1, 夏期の浴室などと同様) を示し, 両条件ともに, カビが発育しやすい環境であることがわかりました。

また, 石こうボード試験片の含水率を調べたところ, いずれの湿度においても表裏異湿度条件下では, 同じ湿度の表裏同湿度条件下と比べて, 増加する水分の差はわずか0.1% pt (%の差の単位) 程度であることがわかりました (表2)。そのわずかな含水率の違いが, 石こうボード表面のカビの発育しやすさに影響を与え

ていると言えます。なお, 表2中のカビセンサー設置日数が各条件にて異なるのは, より低湿度条件下では, 菌糸の成長に時間がかかり, より高湿度条件下では, より短期間で菌糸が成長することによります。

### 現場でのカビ指数の測定方法

事務所や休養室にカビセンサーを設置して壁面のカビ指数を測定する場合は, 壁面にカビセンサーの通気性フィルム側を向け, 密着させるようにして設置します。その際, カビセンサー

表2 石こうボード試験片の含水率とカビセンサー設置日数<sup>3)</sup>

恒温恒湿装置設定 湿度	60%		70%		80%	
石こうボード試験片 表裏湿度条件	同湿	異湿	同湿	異湿	同湿	異湿
石こうボード試験片の含水率 (%)	0.22	0.33	0.33	0.42	0.47	0.57
カビセンサー設置日数 (日)	12	7	15	6	10	4



図5 治具を利用したカビセンサーの設置

を粘着テープやピンで固定することもできますが、図5のような治具を利用してカビセンサーを壁に押し当てることにより、壁面を損傷させることなく測定することができます。

### おわりに

カビ指数の測定により、容易に測定することが難しい内装材の裏側の湿度による影響も含めた、室内のカビの発育しやすさを、より正確に予測できることがわかりました。さらに、内装材の裏側が100%近い高湿度になることもありうる地下空間などでも、空調や換気の制御で室内側の湿度を常に60%以下に保つことがで

ければ、内装材表面のカビの発育を抑えられる可能性があることもわかりました。このように、カビ指数によるカビの発育しやすさを、温湿度条件に置き換えて予測することにより、具体的な空調や換気装置を用いたカビ臭対策が可能になると考えています。

ここでは、駅員が利用する休養室を対象に、カビが発生しやすい環境条件を予測することによるカビ臭対策について紹介をしました。今後も、駅員とお客様が利用する旅客設備の環境衛生をより安心、快適にしていくために、微生物学およびその増殖に影響を与える環境条件の観点から、引き続き研究を続けていきます。RRR

### 文献

- 1) 阿部恵子：カビの発育を利用する環境評価法，建築設備と配管工事，Vol.50，No.6，pp.13-17，2012
- 2) Abe K.: Assessment of home environments with a fungal index using hydrophilic and xerophilic fungi as biologic sensors, Indoor Air, Vol.22, Issue3, pp.173-185, 2012
- 3) 川崎たまみ，潮木知良，京谷隆，吉江幸子，阿部恵子：不快臭が存在する居室におけるカビの生育抑制，鉄道総研報告，Vol.30，No.9，p.41-46，2016
- 4) 高鳥浩介，柳田連太郎，久米田裕子，高橋淳子，早川典子，加藤雅人，佐藤嘉則，木川りか：紙本，絹本の湿度差によるカビ発生，保存科学，No.54，pp.133-142，2015