

【報文】

居住環境壁面にみる真菌の垂直分布

相原 真紀^{1*}, 田中 辰明¹,
高鳥 浩介²

**Fungal CFU and Distribution on the Upper, Middle
and Lower Vertical Points of House Walls**

Maki AIHARA^{1*}, Tatsuaki TANAKA¹
and Kosuke TAKATORI²

¹*Ochanomizu University*

2-1-1, Otsuka, Bunkyo-ku, Tokyo 112-8610, Japan

²*National Institute of Health Sciences*

1-18-1, Kamiyoga, Setagaya-ku, Tokyo 158-8501, Japan

I S S N 0385-5201

防 菌 防 黴 誌

J. Antibact.

Antifung. Agents

防菌防黴誌 Vol.28

No. 7 (2000)別刷

**THE SOCIETY FOR ANTIBACTERIAL AND ANTIFUNGAL
AGENTS, JAPAN.**

Shinkousan Bldg., 13-38, Nishi-Hon-machi 1-chome, Nishi-ku, Osaka, 550, JAPAN.

1994.8.5000

【報文】

居住環境壁面にみる真菌の垂直分布

相原 真紀^{1*}, 田中 辰明¹,
高鳥 浩介²

Fungal CFU and Distribution on the Upper, Middle and Lower Vertical Points of House Walls

Maki AIHARA^{1*}, Tatsuaki TANAKA¹
and Kosuke TAKATORI²

¹Ochanomizu University

2-1-1, Otsuka, Bunkyo-ku, Tokyo 112-8610, Japan

²National Institute of Health Sciences

1-18-1, Kamiyoga, Setagaya-ku, Tokyo 158-8501, Japan

Fungal CFU and distribution were investigated on the upper, middle and lower vertical points of house walls from January to December, 1998. The walls selected were in a Western style room (on the north side), the kitchen, a Western style room (on the south side) and Japanese style room (on the south side). The temperature and relative humidity (RH) in the 4 rooms were between 15~29°C and 40~65%, respectively. The investigation of temperature and RH on the upper, middle and lower points of the selected walls in each room did not show differences in temperature. However the RH in each room showed differences. Especially the RH measured on the lower positions were apparently high in comparison to that on the upper and middle points. Fungal CFU was extremely high on the lower points and was apt to become high at two peaks between spring and autumn. *Cladosporium*, *Aspergillus restrictus* and *Chaetomium* were predominant in the lower positions of each room wall. *Cladosporium*, especially showed high fungal frequencies in the lower positions of room walls. (Accepted 1 March 2000)

Key words : Fungal CFU and distribution (真菌 CFU および分布)/House wall (居住環境壁面)/Temperature (温度)/Relative humidity (相対湿度)/Vertical point (垂直位置).

緒 言

住環境における真菌の動態について、これまで数多くの報告がなされており、我々も報告を行ってきた¹⁻⁴⁾。しかしながら、これらの報告の多くは季節、調査地域等の観点からハウスダスト、空中真菌について検討したものであり、住環境における微気象と真菌の関係についてはほとんど検討されていない。特に真菌の分布環境は温・湿度と関係するとされ、こうした因子が住環境の位置によっても異なるものと考えられる。そこで、同一住環境において温・湿度差がみられる部位での真菌の動態を把握することを目的として、今回は居住環境壁面にみる付

着真菌に着目し、その壁面垂直分布を検討したので報告する。

調査および方法

1. 調査期間

調査期間は1998年1月~12月であり、調査は毎月1回行った。

2. 調査住宅

調査住宅はすでに我々が報告した住宅である⁴⁾。すなわち、神奈川県下の1987年竣工、鉄筋コンクリート造2階建て集合住宅の1階中央に位置した、延床面積49

¹お茶の水女子大学 〒112-8610 東京都文京区大塚2-1-1 ☎03-5978-5738

²国立医薬品食品衛生研究所 〒158-8501 東京都世田谷区上用賀1-18-1 ☎03-3700-9538

m², 間取り3DKの住戸である (Fig.1-a)。北, 南側は外気に接し, 東, 西側は隣戸と接している。周辺環境は, 東側に丘陵状の雑木林, 西側に5階建ての集合住宅と河川がある。北側は駐車場, 南側は道路であり, 南側の部屋の日照は十分確保されている。居住者は社会人女性1名で, 日中は家を空けることが多い。

3. 調査壁面

Fig.1-aの●で示す北側洋室3ヶ所, 台所1ヶ所, 南側洋室2ヶ所, 南側和室3ヶ所の計9ヶ所において, それぞれ床上0cm, 120cm, 240cmの地点を調査壁面とした (Fig.1-b)。ここでは, 床上0cmを「下」, 120cmを「中」, 240cmを「上」として示した。

なお, 壁面の清掃は調査期間を通して行われなかった。

4. 温・湿度

北側洋室, 台所, 南側洋室, 南側和室の各部屋において, Fig.1-aの※で示す位置にポールを立て, 床上0cm, 120cm, 240cmの地点にT型熱電対と湿度センサーを取り付け, データロガー (ADVANTEST) を用いて調査期間中継続して30分ごとの温度, 相対湿度 (RH) を自動記録した。

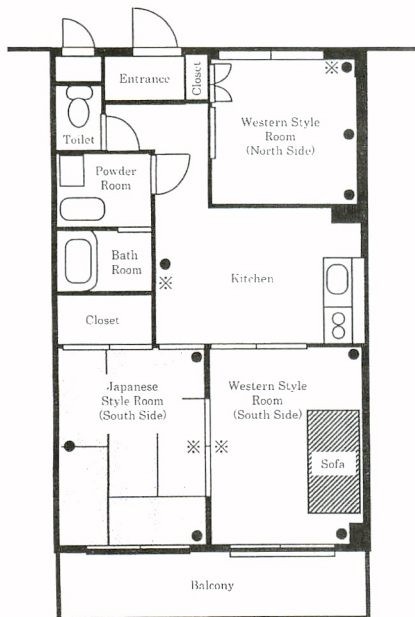


Fig.1-a. Plan of the house

- walls examined
- ※ Where temperature and relative humidity (RH:%) were measured

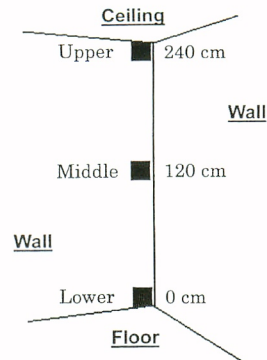


Fig.1-b. 3 sampling points on walls

5. 真菌調査

真菌調査は既報に従い行った⁴⁾。すなわち, 各壁面上・中・下において10cm×10cmの範囲を滅菌スタンプスプレード (栄研器材㈱) で拭き取り, 一般真菌用培地のクロラムフェニコール添加ポテトデキストロース寒天培地 (PDA, 日水製薬㈱) および好乾性真菌用の M40Y 寒天培地 (M40YA) に塗抹した。25℃で7日間培養後, 生真菌数 (CFU) の計測, および常法に従って同定を行った⁵⁾。

結果および考察

1. 調査環境の温・湿度

真菌調査と並行し, 環境調査として北側洋室, 台所, 南側洋室, 南側和室の各部屋における温度とRHを測定した。Fig.2は温度, RHの平均月別推移を示したものである。

各部屋における温度は, 6~9月に25℃以上を推移し, 南側洋室では7月に最高値28.9℃, それ以外の3部屋は8月に最高値28.2~29.4℃を示した。1~5月, 10~12月は15~25℃を推移し, 1月に各部屋とも最低値を示したが, その値は北側洋室, 台所, 南側洋室, 南側和室で15~19℃であった。このように, 各部屋における月ごとの温度をみると, 多少の差はあるものの部屋による大きな差はみられなかった。

RHは, 各部屋とも2月に最低値38.0~38.7%を示したが, 3月から4月の1ヶ月間に大きく上昇した。6月から9月には60%以上を示し, 北側洋室と南側和室では9月に最高値63%前後, 台所, 南側洋室では8月に最高値65%前後を示した。9月以降徐々に下降し始め,

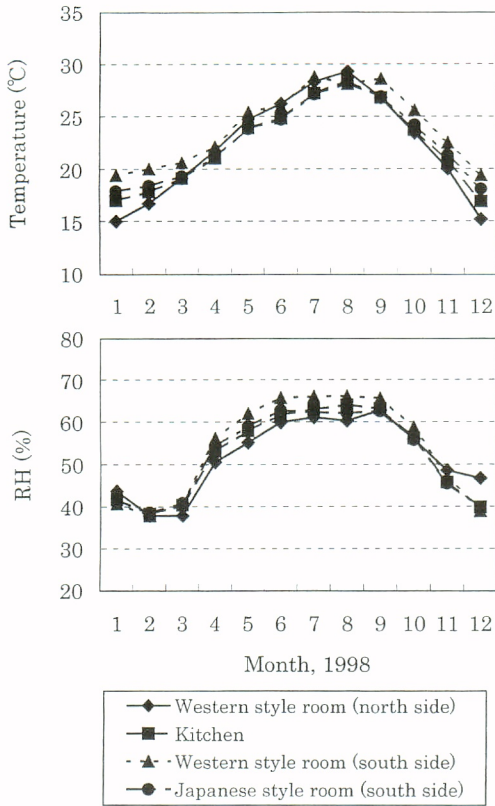


Fig.2. Monthly changes in temperature and RH(%) in each room

12月には40%前後となった。このように各部屋によるRHは夏季が高く、冬季が低いという結果を得たが、これは関東地方の外気とも同傾向にある⁹⁾。

室内の高さの違いによる温度、RH分布をみるために、上・中・下における温度、RHを測定した。その一例として北側洋室の結果をFig.3に示した。

温度は上・中・下ともほぼ同様な推移を示した。すなわち、3～11月にかけては20℃以上であり、8月に最高値28.5～29.5℃、12月に最低値13.6～15.6℃を示した。各月における上・中・下の差はほとんどみられなかったが、他の3部屋も北側洋室とほぼ同様な推移を示した。

RHをみると、上・中においてはともに1月に43.7%であったが、3月に最低値37.3～37.8%を示した。3月から4月にかけての上昇幅は11%であり、期間中最も大きかった。その後徐々にRHは上昇し、9月に上・中それぞれ64.0%、63.0%の最高値を示した。その後下降し、11月以降には50%以下となった。一方、下では

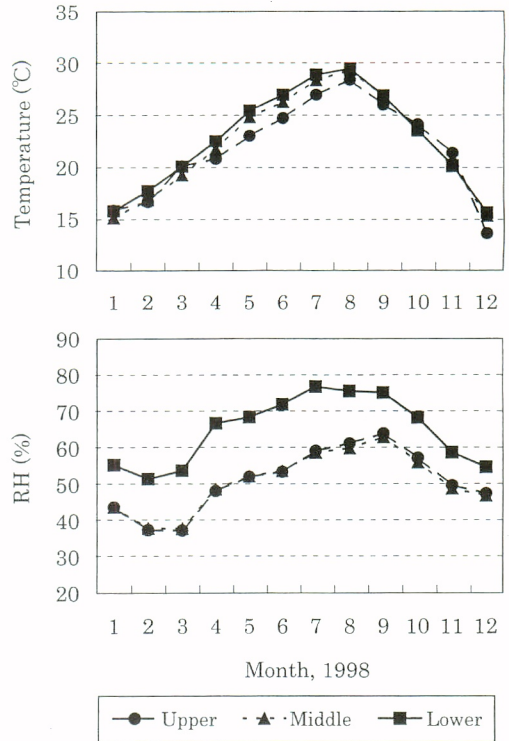


Fig.3. Monthly changes in temperature and RH(%) on 3 points of a western style room (on the north side)

上・中とはほぼ同じようなカーブで推移し、2月に最低値51.6%、7月に最高値76.8%を示した。しかしながら、下は上・中と比較して常に高RH傾向にあり、最も差が大きかった7月には上と下で18.5%、中と下で18.3%下の方がRHが高いという結果が得られた。他の3部屋においても北側洋室と同様、下におけるRHが著しく高いことがわかった。

温度、RHの月別変動に加え、日内変動についても検討した。結果の一例として、Fig.4に1998年7月29日における北側洋室の温度、RHを示した。

温度に関しては、上・中・下が並行してほぼ同じような推移を示し、大きな差はみられなかったが、RHは上・中・下による差が明瞭であった。すなわち、上・中に比べ下では79.1～89.4%の高RHを維持しており、上・中と下では最高35%の差がみられた。

このようにRHは日内変動をみても明らかに下方ほど高く、これは真菌の発育させる環境としては十分なRHであるといえる⁹⁾。

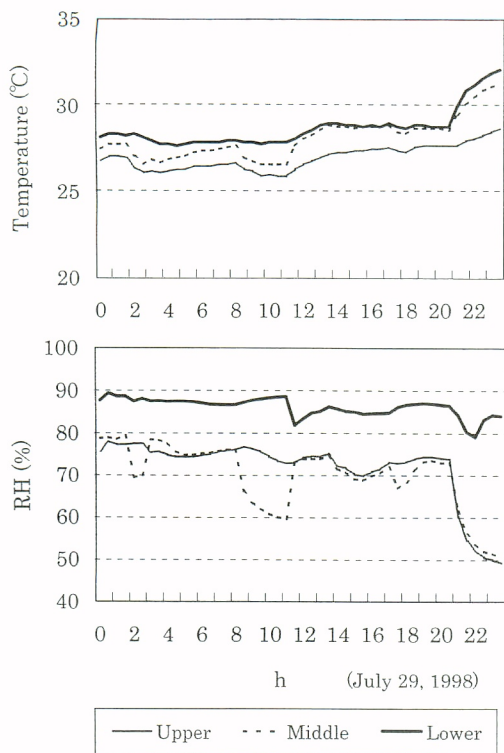


Fig.4. Daily changes in temperature and RH(%) on 3 points of a western style room (on the north side)

2. 壁面位置による CFU の比較

壁面上・中・下における CFU の比較を行い、4部屋全調査壁面上・中・下それぞれから1年間に検出されたCFUを示した (Fig.5)。縦軸は壁の部位、横軸は1998年1月~12月の1年間に検出された真菌の合計CFUである。上では57CFU、中では133CFU、下では635CFUと壁の下方ほどCFUが多い傾向を示した。特に下におけるCFUは上の11倍以上、中の約5倍と最も多かった。これは下方ほどRHが高いことが影響しているものと思われる。

次に上・中・下において検出されたCFUの月別推移みところ、Fig.6に示す結果を得た。縦軸は4部屋の壁において検出された真菌の合計CFUである。上では1月~12月の全ての月において15CFU以下、中においては25CFU以下であり、月による大きな差はみられなかった。一方、下におけるCFUは月ごとにばらつきはあるものの、各月とも最も多く、特に梅雨時に増加し、夏季にいったん減少し、再び秋季に増加するという二峰性を示した。これは大気中の真菌と類似した傾向であっ

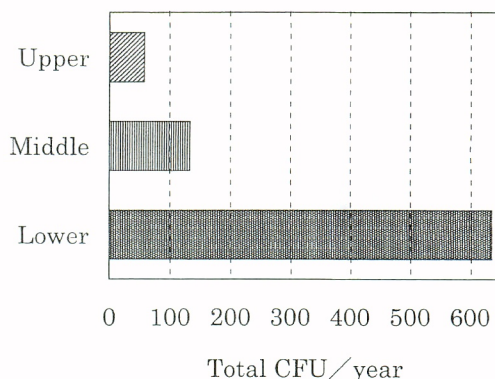


Fig.5. Total CFU for the 3 sampling points from all rooms and walls

た⁷⁾。

Fig.7は上・中・下におけるCFUを北側洋室、台所、南側洋室、南側和室の各部屋ごとに比較検討したものである。なお、部屋により調査壁面数が異なるため100cm²あたりのCFUに換算してある。上では各部屋とも8CFU以下、中では17CFU以下であったのに対し、下では北側洋室61CFU、台所74CFU、南側洋室113CFU、南側和室80CFUと全ての部屋において下におけるCFUが最も多かった。

このように壁の高さの違いによる真菌の垂直分布をみたところ、明らかに下方ほどCFUが多かったが、これはRHが強く影響しているものと考えられる。すなわち、RH測定により、各月における平均値は上・中よりも下の方が明らかに高いことがわかった。日内変動では、

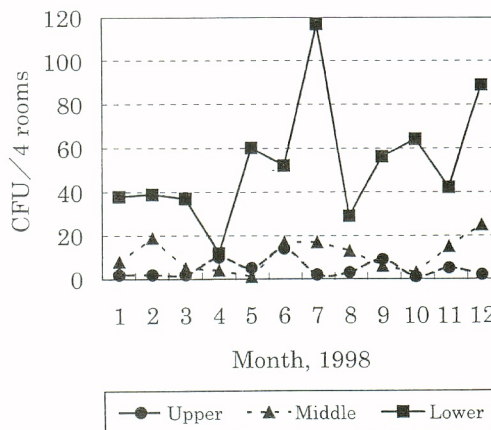


Fig.6. Monthly changes in total CFU for the 3 sampling points of walls

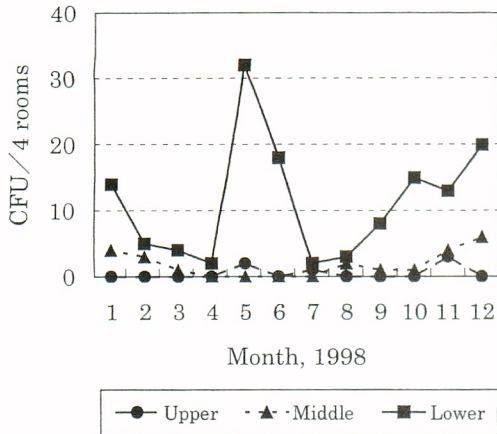


Fig. 8. Monthly changes in *Cladosporium* from the 3 sampling points of walls

であるが、温度に非常に敏感で30℃を越えると活性が著しく低下する。このため、高温となった夏季にCFUが少なかったものと思われる。

ま と め

北側洋室、台所、南側洋室、南側和室壁面（上・中・下）における真菌の垂直分布を1998年1月～12月にわたり検討したところ、以下の結論を得た。

1. 4部屋での温度、相対湿度（RH）をみたところ、温度15～29℃、RH40～65%にあった。
2. 各部屋の上・中・下壁面の温度、RHを測定したところ、季節に関係なく、温度ではほとんど差がみられなかったが、RHでは上・中はほぼ同RHに対し、下では10～15%の差がみられ、明らかに高RHであった。
3. 壁面上・中・下にみる生真菌数（CFU）の垂直分布をみると、上・中に比べ、下では明らかにCFUが

高く、二峰性がみられた。

4. 壁面の真菌についての垂直分布をみると、下では *Cladosporium*, *Chaetomium*, *A. restrictus* が多く、一方、上・中では *Cladosporium*, *Penicillium*, *Wallemia* を検出したが多いものではなかった。
5. 壁面で主要な *Cladosporium* について垂直比較すると、各月とも下で明らかに多い傾向がみられた。

文 献

- 1) 高鳥浩介, 太田利子, 李 憲俊, 秋山一男, 信太隆夫, 日本医真菌学会雑誌, **35** (4), 409-414 (1994).
- 2) Takatori K., Ohta T., *Health Implications of Fungi in Indoor Environments*, (Samson R. A., ed.) 93-101, Baarn (1992).
- 3) Verhoeff A. P., Van Wijnen J. H., Boleij J. S. M., Brunekreef B., VanReenen-Hoekstra E. S., Samson R. A., *Allergy*, **45**, 275-284 (1990).
- 4) 相原真紀, 田中辰明, 高鳥浩介, 防菌防黴, **28** (1), 3-8 (2000).
- 5) 高鳥浩介, 一目でわかる図説かび検査・操作マニュアル, 141-302, テクノシステム (1991).
- 6) 気象庁観測平年値 (1996).
- 7) 信太隆夫, 高鳥美奈子, 相馬幸子, 医療, **42**, 521-529 (1988).
- 8) Leuoen, M. J. and Varekamp, H., *Proc. 5th Interasthma Congr.* 2, 44 (1966).
- 9) J. I. Pitt and A. D. Hocking, *Fungi and Food Spoilage*, 2, 87-95, Blackie A & P (1997).
- 10) 太田利子, 防菌防黴, **26** (9), 521-525 (1998).
- 11) Kenneth B. R., Dorothy I. F., *The Genus Aspergillus*, 147-196, The Williams & Wilkins Company, Baltimore (1965).

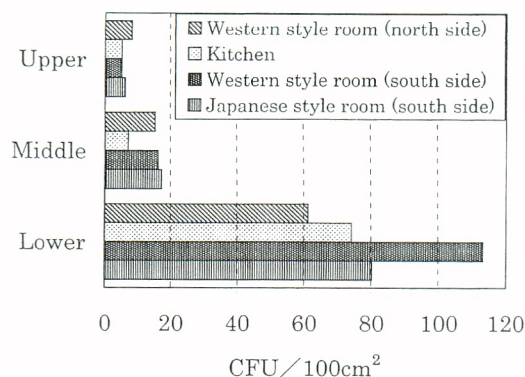


Fig.7. CFU for 3 sampling points of each wall in each room

下方におけるRHが上・中よりも著しく高く、90%前後を示す時間帯も確認された。LeupenとVarekampによれば⁸⁾、床の表面から2mmまでのRHは、床付近の空気RHよりもかなり高く、例えば、室内空気RHが80%のとき、床の表面から2mmまでの床面のRHは90%から100%になるという。壁表面に対しても類似の状況が考えられるため、壁の下方表面のRHはかなり高いことが予想され、下は常に真菌が発育しやすい環境であったことが推察できる。このため、下方で著しくCFUが多かったものと思われる。

3. 真菌分布

各部屋の壁面で検出された真菌の種類を検討した (Table 1)。主な真菌をみると、上・中では、

Cladosporium, *Penicillium*, *Wallemia* を検出したが数としては多いものではなかった。一方、下では好湿性の *Cladosporium*, *Chaetomium*, 好乾性の *Aspergillus restrictus* が多かった。

Cladosporium は一般に20~30°Cを至適とする中温性、95%RH以上を好む好湿性真菌である。住環境から最も多く分離され、汚染性が著しく強い^{11,9,10)}。今回の調査でも各壁面すべてにおいてCFUが高く、特に下において総真菌数635CFUのうち、136CFU (検出率21.4%)を示した。

Chaetomium は *Cladosporium* と同様に中温性・好湿性真菌であり、北側洋室と南側洋室における検出が顕著であった。*Chaetomium* は好セルロース性であることから⁵⁾、湿った基質に多かったものと思われる。

A. restrictus は中温性で、乾燥に強く、65~90%RHを至適とする好乾性真菌である¹¹⁾。7月に南側和室で著しく検出されたが、この間、室内のRHは60~70%を維持し、何らかの負荷があってCFUが多かったものと推察される。

これらの真菌の中で、*Cladosporium*に限って各月での推移をみたところ Fig.8 に示す結果が得られた。すなわち、上・中での *Cladosporium* は各月0~6CFUを推移していたが、下では各月で明らかに多く、特に5~6月に増加し、夏季に減少し、再び10月前後に増加傾向を示した。

Cladosporium は前述のとおり、中温性、好湿性真菌

Table 1. Fungal distribution and frequency from 3 sampling points of walls

	Wall		
	Upper	Middle	Lower
Total CFU/year	57	133	635
<i>Cladosporium</i>	6 (10.5)*	22 (16.5)	136 (21.4)
<i>Chaetomium</i>	5 (8.8)	9 (6.8)	103 (16.2)
<i>Mycelia</i>	13 (22.8)	7 (5.3)	29 (4.6)
<i>Alternaria</i>	1 (1.8)	9 (6.8)	9 (1.4)
<i>Arthrinium</i>	0 (0)	2 (1.5)	7 (1.1)
<i>Aureobasidium</i>	1 (1.8)	0 (0)	7 (1.1)
<i>Fusarium</i>	0 (0)	1 (0.8)	2 (0.3)
<i>Trichoderma</i>	0 (0)	0 (0)	1 (0.2)
<i>Phoma</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)
<i>Penicillium</i>	5 (8.8)	30 (22.6)	66 (10.4)
<i>Aspergillus</i>	0 (0)	5 (3.8)	22 (3.5)
<i>A. restrictus</i>	0 (0)	10 (7.5)	140 (22.0)
<i>Eurotium</i>	2 (3.5)	7 (5.3)	52 (8.2)
<i>Wallemia</i>	12 (21.1)	14 (10.5)	5 (0.8)
Yeasts	1 (1.8)	0 (0)	0 (0)
Others	11 (19.3)	17 (12.8)	56 (8.8)

() * Fungal frequency (%)