

今日の浴室のカビ汚染を制御する要因

濱田信夫

Factors Affecting the Fungal Contamination in Bathrooms

Nobuo HAMADA

Abstract

Factors affecting moldy flora on the walls and floor of bathrooms were examined. Fungal contamination was found in bathrooms occupied for more than 6 months. The average number of mold detected was larger on the walls, especially tile-cement walls, than on the floor. More fungal contamination was detected in the bathrooms of detached houses, occupied by larger families than in those of condominiums, occupied by smaller families. The level of fungal contamination in bathrooms with the use of a drying machine was about half of that in those without. Factors removing moisture from walls and floor were thought to reduce the fungal contamination of bathrooms. The relative effect on walls and on floor of factors affecting moisture was discussed.

Key words: bathrooms, fungal contamination, drought, moisture

I 緒言

浴室の壁や床にはしばしば著しいカビ汚染が見られる。浴室のカビ汚染を抑制するには、まず水分とカビの栄養を絶つ必要がある。浴室は十分に乾燥していればいずれのカビも生育できないが、浴室は常に濡れる宿命にあると言えよう。濡れた状態が長く続くとカビが繁殖すると考えられている[1]。しかし、浴室内のカビ相は、エアコンや結露した窓等のカビ相とは全く異なっている[2]。浴室では、*Cladosporium*、*Aureobasidium* などの一般的な好湿性のカビの他、*Exophiala*、*Phoma* や、暗色で比較的成長の遅い *Scolecobasidium*、*Cladophialophora* などのカビ汚染が著しいこと、これらのカビの多くは石鹼やシャンプーを栄養にできることなどが明らかになった[3]。さらに前報で、*Exophiala* が浴室の汚れの主要因であり、成長も速いことがわかった[4]。

近年、浴室の構造は大きく変化した。この 30 年ばかりの間に、ユニットバスが一般家庭でも次第に増加してきた。シャワーが普及し、壁面の濡れる機会が増えた。また、浴室外への湿気の排出を窓に頼っていたのに対

し、100%強制換気に依存する窓のない浴室が一般的になってきた。浴室乾燥機も次第に増加しつつある。さらに、塩素系カビ取り剤による掃除も普及した。

本調査では、浴室のカビ被害に対応するため、一般住宅の壁や床等のカビ汚染を制御する要因を検討した。

同様の調査は、1999 年夏にも行った[2, 5, 6]。しかし、99 年は 63 世帯で調査を行ったのみで、その要因を解明するのに十分とは言えなかった。さらに、この 10 年間で入浴についての習慣も変化した。水分を制御する各要因のうち、どの要因がより強く作用するかは、浴室の構造の変化によって、さらに使用法の変化によって異なるように見える。例えば、浴室に窓がなくても床を 12 時間程度強制的に乾燥させれば、カビ汚染は防げると言われている[7]。

本調査では、103 世帯の浴室の壁と床についてカビ汚染を調べた。浴室環境や生活様式についてのアンケート調査を行って、実際のカビ汚染に作用している要因の解明を試みた。とりわけ、カビ数を制御する水分要因や栄養要因について注目した。

II 実験方法

1) 採取方法

カビの採取には、既報[3]と同様に、ELMEX の滅菌希釈液(生理食塩水) 10ml 入りふき取り検査キット Pro-mediaST-15 (10 本入り)を使用した。キットのふき取り用綿棒で、浴室内の各部分の汚れた個所を採取した。長さ約 10cm (幅は約 1.0cm)を、ゆっくりと一定の圧力でふき取り、その後綿棒を希釈液に浸した状態でカビの検出に供した。

2) 採取個所およびカビの検出方法

調査個所の詳細及び検出法については既報[3]で記述したので、ここではその概略について記したい。

大阪市及びその周辺の住宅 103 世帯の浴室で、2007 年 7 月-8 月に、浴室の各部分のカビ汚染について実態調査を行った。なお、設置後半年以内の新しい 4浴室は、Tables 3-9 で集計から除外した。

サンプル採取は、各浴室の壁と床について行った。それぞれの部分の汚れている個所を採取した。壁や床がタイルの場合は目地部分を、樹脂材の場合はシール材部分を採取した。採取した綿棒を浸したキットをよく振った後、滅菌水で 200-20,000 倍に希釈し、この菌懸濁液を 0.5ml ずつマイクロピペットで取って、2枚のシャーレの培地に塗抹してカビを検出した。

本調査に最も適していると思われる、通常の 1/4 の 9.8g/L の DIFCO 製の PDA (ジャガイモブドウ糖寒天培地) の調製培地を、カビの検出培地として用いた。さらに、11.3g/L の Bacto agar と 50mg/L の chloramphenicol を添加した。菌懸濁液を塗抹した後、25°C で 10-14 日間培養後、カビ数の測定を行った。2枚のシャーレ上で認められたカビのコロニー数をそれぞれ平均した後、1 cm² 当たりのコロニー形成単位 (CFU) で表示した。酵母も検出されたが、各要因について顕著な差が見られなかったため、本報では省略した。なおカビの検出限界は 10cfu/cm² だった。

得られたカビ数については、検出限界値の 10 を加えた後に対数に変換し、平均±標準誤差を求めた。より分かり易くするため、常数值に直した幾何平均値を、Tables で有効数字3桁まで示した。

アンケートでは、住宅の立地条件、サンプリングした各浴室の環境条件、使用状態、掃除頻度等について質問した。様々な要因とカビ数の関係を検討した。各要因についてカビ数の平均値を求め、t検定を行って、得られた平均値に有意差の有無を調べた。平均カビ数が有意に多い場合は*をつけた (P<0.05)。

III 結果

1) 浴室中のカビ相の特徴

各浴室のカビ数には、大きなバラツキが見られ、

検出限界(10cfu/cm²)以下から 10⁵cfu/cm² を越えるものまであった (Table 1)。壁、床のいずれでも、10³-10⁴cfu/cm² のカビ数の浴室が多かった。カビ数のバラツキは、対数に対して正規分布を示した。壁の平均カビ数は 688cfu/cm² で、床の 440cfu/cm² よりやや多かった。

浴室の各部分についてはカビ数間に相関が見られた。例えば、壁と床のカビ数の相関係数は $r = 0.30$ で、信頼限界は $P < 0.005$ だった (Fig. 1)。

Table 1 Distribution of fungal contamination in bathrooms

Mold count	Wall	Floor
ND (<10)	11	10
10-10 ²	16	25
10 ² -10 ³	25	24
10 ³ -10 ⁴	40	27
10 ⁴ -10 ⁵	11	15
10 ⁵ -10 ⁶	0	2
Total count	103	103
Log (avg. ± s.e.)	2.84 ± 0.10	2.64 ± 0.11
Average	688	440

Numbers in upper part of table indicate number of bathrooms sampled falling into each mold count range.

Average cfu/cm² was expressed as average of mold counts.

ND means not detected, and the detection limit is 10 cfu/cm².

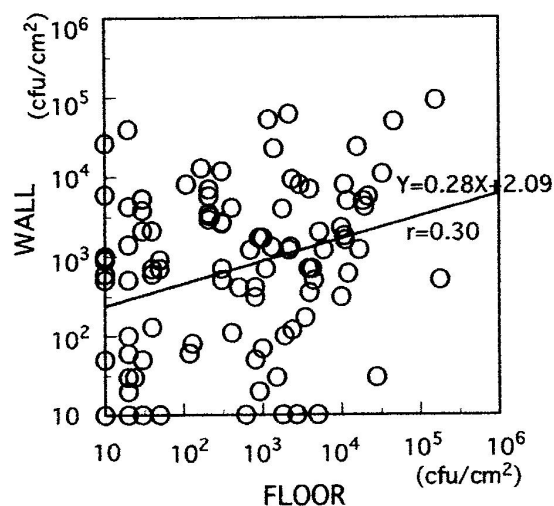


Fig. 1 Relationship of fungal contamination on wall and floor of bathrooms

A hundred and three bathrooms were examined in summer of 2007.

2) 浴室の型との関連

設置後半年まで、壁の平均カビ数は 31.8cfu/cm² に対して、半年から 5 年の場合は約 15 倍の 500cfu/cm² に、11-20 年では 2050cfu/cm² になった (Table 2)。床部分については、設置後半年以降、同様に、カビ数が大幅に増加したが、それ以降の増加傾向は見られな

Table 2. Comparison of fungal contamination in bathrooms according to duration of occupation of bathrooms

Year(s)	Number of samples	Wall		Floor	
		Log (avg. \pm s.e.)	Average	Log (avg. \pm s.e.)	Average
0-0.5	4	1.50 \pm 0.41	31.8	1.74 \pm 0.43	54.9
0.6-5.0	33	2.70 \pm 0.19	500*	2.76 \pm 0.17	581*
5.1-10.0	29	2.68 \pm 0.20	475*	2.73 \pm 0.26	537*
10.1-20.0	22	3.31 \pm 0.18	2050*	2.74 \pm 0.23	545*
20.1-	15	3.11 \pm 0.23	1300*	2.32 \pm 0.26	208*

Average cfu/cm² was expressed as average of mold counts.

Asterisk indicates significantly elevated value.

Table 3. Comparison of fungal contamination in bathrooms according to bath type and house type

Bath type	House type	Number of samples	Wall		Floor	
			Log (avg. \pm s.e.)	Average	Log (avg. \pm s.e.)	Average
Classic	Detached	19	3.42 \pm 0.20	2646	2.41 \pm 0.26	258
	Condominium	3	3.28 \pm 0.32	1910	2.62 \pm 0.81	421
Unit-bath	Detached	30	3.03 \pm 0.19	1070*	3.05 \pm 0.19	1110*
	Condominium	47	2.57 \pm 0.15	368	2.56 \pm 0.17	362

Average cfu/cm² was expressed as average of mold counts.

Asterisk indicates significantly elevated value.

Bathrooms occupied for more than half a year were examined.

Table 4. Comparison of fungal contamination in bathrooms according to floor level

House type	Floor level	Number of samples	Wall		Floor	
			Log (avg. \pm s.e.)	Average	Log (avg. \pm s.e.)	Average
Detached	1	43	3.17 \pm 0.15	1470	2.83 \pm 0.17	679
	2-3	7	3.30 \pm 0.26	1980	2.56 \pm 0.47	367
Condominium	1	9	2.44 \pm 0.31	276	1.95 \pm 0.33	89.2
	2-3	12	2.47 \pm 0.32	293	2.43 \pm 0.36	270
	4-	28	2.69 \pm 0.20	493	2.82 \pm 0.22	657*

Average cfu/cm² was expressed as average of mold counts.

Asterisk indicates significantly elevated value.

Bathrooms occupied for more than half a year were examined.

った。

以下のカビ汚染を制御する各環境要因の解明には、設置後半年以下の浴室は、カビ数が極端に少ないので除いた。

従来型の浴室とユニットバスとを比較すると、一戸建てでも集合住宅でも、従来型の壁の平均カビ数はユニットバスの2倍以上で、有意の差が見られた(**Table 3**)。一方、床に関しては、従来型よりユニットバスの方が逆にカビ数が多い傾向が見られた。従来型では、住宅の構造に関係なく、床より壁の方がカビ数の多い傾向が見られた。一方、ユニットバスの場合、壁でも床でも一戸建ての方がカビ数の多い傾向が見られた。例えば、ユニットバスの床のカビ数は、一戸建てでは1110cfu/cm²に対して、集合住宅ではその約1/3の362cfu/cm²で、有意の差が見られた。

3) 各浴室の立地や環境条件

壁でも床でも、集合住宅と一戸建ての同じ1階の浴室の平均カビ数を比較すると、一戸建ての方が有意に多かった(**Table 4**)。そこで、一戸建てと集合住宅と各々別々に階数ごとにカビ数を比較した。壁の場合、一戸建て及び集合住宅のいずれもで、階数によるカビ数の差は見られなかった。即ち、階数に関係なく、一戸建て住宅ではカビ数は1470-1980cfu/cm²に対して、集合住宅ではその1/3以下の276-493cfu/cm²だった。しかし、床の場合、一戸建てでは階数ごとによる差は見られなかったが、集合住宅では4階以上の上層階でカビ数がより多い傾向が見られた。即ち、1階床のカビ数は89.2cfu/cm²に対して、4階以上ではその約7倍の657cfu/cm²だった。

浴室の方向とカビ数の関係を、壁と床で比較した(**Table 5**)。北向きと南向きを比較した場合、壁でも床

Table 5. Comparison of fungal contamination in bathrooms according to direction

Direction	Number of samples	Wall		Floor	
		Log (avg. \pm s.e.)	Average	Log (avg. \pm s.e.)	Average
Center	13	3.00 \pm 0.34	1010	1.94 \pm 0.25	86.7
North	45	2.79 \pm 0.16	618	2.59 \pm 0.15	391*
South	7	2.86 \pm 0.39	731	2.53 \pm 0.43	341

North and south include NE or NW and SE or SW, East and West were excluded.

Average cfu/cm² was expressed as average of mold counts.

Asterisk indicates significantly elevated value.

Bathrooms occupied for more than half a year were examined.

Table 6. Comparison of fungal contamination in bathrooms according to the number of family

Number of family	Number of samples	Wall		Floor	
		Log (avg. \pm s.e.)	Average	Log (avg. \pm s.e.)	Average
1-2	22	2.09 \pm 0.19	122	2.45 \pm 0.24	283
3	21	2.68 \pm 0.25	484*	2.61 \pm 0.28	408
4	40	3.24 \pm 0.14	1730*	2.76 \pm 0.18	577
5-6	16	3.40 \pm 0.16	2540*	2.88 \pm 0.27	762

Average cfu/cm² was expressed as average of mold counts.

Asterisk indicates significantly elevated value.

Bathrooms occupied for more than half a year were examined.

Table 7. Effect of frequency of cleaning on fungal contamination in bathrooms

Frequency	Number of samples	Wall		Floor	
		Log (avg. \pm s.e.)	Average	Log (avg. \pm s.e.)	Average
daily	27	2.99 \pm 0.24	971	2.65 \pm 0.25	451
1-6/week	48	2.82 \pm 0.14	658	2.64 \pm 0.16	441
1/month or less	24	2.93 \pm 0.20	853	2.78 \pm 0.23	604

Average cfu/cm² was expressed as average of mold counts.

Bathrooms occupied for more than half a year were examined.

でもカビ数は類似しており、方向による差は見られなかった。しかし、浴室が住宅の中央部にある場合、壁では外に面している場合とで差は見られなかったが、床の場合は、中央部にある方がカビ数は有意に少なかった。即ち、中央部の場合は 86.7cfu/cm² で、北向きの 391cfu/cm² に比して約 1/4 だった。

4) 浴室の使用法とカビ汚染

家族数とカビ数の関係を見ると、家族数が多いほどカビ数も増加する傾向が見られた(Table 6)。例えば、壁では、家族数が1~2人の場合は 122cfu/cm² で、家族数が多くなるにつれて次第にカビ数も増加し、5~6人の場合はその約 20 倍の 2540cfu/cm² だった。床の場合は、カビ数に有意差は見られなかったが、家族数が多くなるとともにカビ数も増加し、家族数が5~6人の場合のカビ数は、1~2人の場合の約3倍だった。

一般にカビ対策に有効といわれる掃除や窓開けの頻度と平均カビ数との関係を調べた。壁でも床でも、毎日掃除する場合と月1回以下の場合とでは、壁のカビ

数に違いは見られなかった(Table 7)。床の場合は、掃除頻度の低い方がカビ数はやや多かったが有意の差は見られなかった。

換気時間については、13 時間以上換気する場合は、浴室の 1/2 以上を占めた。換気時間とカビ数の関係については、壁では換気時間が長いほどカビ数が少ない傾向が見られた。例えば、壁の場合、13 時間以上換気をする場合は 622cfu/cm² と、ほとんど窓開けをしない場合の 1430cfu/cm² に比して、カビ数は 1/2 以下だった(Table 8)。一方、床の場合は、換気時間とカビ数には明確な関係は見られなかった。なお、換気時間は窓開けと換気扇などを含めた合計時間で示した。ただし、窓開け、換気扇の単独使用時間との関連は見られなかった。

浴室乾燥機を使用している場合と、ないまたは使用していない場合を比較した(Table 9)。壁でも床でも、使用している浴室ではカビ数の少ない傾向が見られた。例えば、壁では使用しなかった場合のカビ数が 866cfu/cm² に対して、使用した場合はその約 1/3 で有

Table 8. Effect of ventilation on fungal contamination in bathrooms

Hour(s)	Number of samples	Wall		Floor	
		Log (avg. \pm s.e.)	Average	Log (avg. \pm s.e.)	Average
0-6	20	3.16 \pm 0.22	1430*	2.50 \pm 0.20	314
7-12	22	2.90 \pm 0.22	802	2.70 \pm 0.22	505
13-24	57	2.79 \pm 0.14	622	2.74 \pm 0.17	544

Hours of ventilation means the amount of hours of open windows or use of ventilator or drying machine.

Average cfu/cm² was expressed as average of mold counts.

Asterisk indicates significantly elevated value.

Bathrooms occupied for more than half a year were examined.

Table 9. Effect of drying machine on fungal contamination in bathrooms

	Number of samples	Wall		Floor	
		Log (avg. \pm s.e.)	Average	Log (avg. \pm s.e.)	Average
No use	89	2.94 \pm 0.11	866*	2.72 \pm 0.12	524
Use	10	2.48 \pm 0.27	305	2.33 \pm 0.29	214

Average cfu/cm² was expressed as average of mold counts.

Asterisk indicates significantly elevated value.

Bathrooms occupied for more than half a year were examined.

意の差が見られた。なお、浴室乾燥機の使用時間が6時間より長い浴室は10世帯中2世帯だった。

IV 考察

水分条件として、浴室の濡れやすさや乾きやすさなどの環境要因が、浴室のカビ汚染に影響していると思われる。家族数は浴室の濡れ具合に関係すると思われる (Table 6)。家族数が多くなれば、浴室を使用する時間が増え、壁や床の濡れている時間が増加すると思われる。近年はシャワーも普及していることから、浴室の広い範囲が濡れると思われる。一方、乾きやすさとの関連についても、壁では、換気時間がより長いほどカビ数も少ない傾向が見られた (Table 8)。しかし、近年は窓のない浴室も多く、窓開けの有効性は確認できなかった。強制換気設備が浴室内の除湿に大きく寄与し、窓開けの効果が見えなくなったのかも知れない。さらに、浴室乾燥機は、積極的に乾燥させることによってカビ汚染を抑制している (Table 9)。とりわけ、短時間の使用でも効果があることが確かめられた。

しかし、浴室周辺の環境要因がカビ汚染にあまり作用していないことは興味深い。一般に1階は、上層階より風が通りやすく湿りやすい。1階の方が2階よりカビ汚染は多いという傾向は、以前の調査でも、室内塵やエアコンなどのカビ汚染でも認められている [8,9]。しかし、本調査では、同様の結果は得られなかった (Table 4)。さらには、集合住宅の上層階でもカビ汚染は少なかった。

北向きの浴室は乾きやすく、カビが生えやすいといわれている [5]。本調査では、北向きの浴室の壁や床では、カビ数が必ずしも多くなかった (Table 5)。故に、今日の

浴室ではその周辺の環境が汚染に大きく作用していないように見える。

住宅の構造によって、浴室のカビ汚染は影響を受ける。集合住宅は、一戸建てより壁のカビ数が有意に少なかったが (Table 4)、建築構造などの要因もカビ汚染に関係している可能性がある。即ち、集合住宅では換気設備の充実した浴室が多いことが考えられる。さらに、床のカビ数が中央部で有意に少ないことも (Table 5)、そのような推論を支持していると思われる。

カビ汚染の原因として、水分と関係する要因以外に栄養要因がある。

従来型の方が、ユニット型よりカビが多かった。タイルは横目地が多く、汚れなどの溜まりやすい形状だと言えよう。とりわけ、小さいタイルの場合には目地数も多く、カビ汚染しやすい部分も多いと思われる。また、使用年数と共に、浴室のカビ汚染が増加する原因として (Table 2)、カビの栄養になる皮脂や石鹸、シャンプー成分等を含む汚れの蓄積が考えられる [3,10]。

前回の調査では [5]、浴室の下部の床などで、カビ掃除の頻度が高い方が、カビ汚染が少ない傾向が見られた。そして、掃除はカビと共に、その栄養源を除去する意義があることを述べた。床では、垢や石鹸などが溜まりやすい。そして、掃除の影響をより受けやすいと思われる。しかし、今回の調査では、掃除頻度との有意の相関は認められなかった (Table 7)。掃除の中身と頻度とは必ずしも一致しないと言えるかも知れない。

同じ浴室の部分間、例えば壁と床のカビ汚染に相関が見られた (Fig. 1)。しかし、その関係は必ずしも密接なものとは言えない。いくつかの環境要因は壁には作用しても、床には作用しにくい。例えば、浴室乾燥機も床

の場合にその効果が現れにくい。これは、壁から水が垂れてたまる床は、壁より乾きにくいことを反映していると言えよう。

前回の調査では、浴室のカビは、1階に多い、北側が多いなど、周りの環境が作用した。今回はそのような現象が見られなかった。住宅の気密化が進行し、浴室も外的影響を受けにくくなったと言えるかも知れない。住宅の構造の変化によって、これまでの住宅のカビ汚染対策が通用しなくなったように思われる。今後、新たな生活の知恵を構築する必要があるだろう。

謝辞 この調査の遂行及びカビの検出にあたって、大阪市立環境科学研究所附設栄養専門学校 58 回生の井上光沙、高田麗子の両君に大変お世話になった。また、当研究所関係者などの多くの方々には、調査の協力をいただいた。この場を借りて謝意を表したい。

参考文献

- 1) 小島みゆき. 住環境での衛生対策を科学する—真菌分布および生活者と浴室環境の変化からみたカビ対策—. 防菌防黴 2007;35:745-753.
- 2) 濱田信夫, 藤田藤樹夫. 浴室の真菌汚染—菌相の特徴—. 防菌防黴 1999;27:351-358.
- 3) 濱田信夫, 阿部仁一郎. 今日の浴室の真菌相の特徴. 生活衛生 2008;52: 98-106.
- 4) 濱田信夫. 浴室の真菌汚染と掃除の効果. 生活衛生 2008;52,:159-168.
- 5) 濱田信夫, 藤田藤樹夫. 浴室の真菌汚染—汚染の原因—. 防菌防黴 1999; 27:423-430.
- 6) 濱田信夫, 藤田藤樹夫. 浴室における真菌の生育速度—実地調査—. 防菌防黴 2001;29:77-84.
- 7) 井原 望, 吉村 毅, 勝山美紗. 浴室カビ制御システムの防カビ評価試験法, 松下電工技報 2004; (May. 2004)37-40.
- 8) 濱田信夫, 森田 茂. 室内塵中の真菌数に影響を与える要因. 防菌防黴 1990;18:279-284.
- 9) 濱田信夫. 洗濯機のカビ汚染に影響する要因. 防菌防黴 2002;30:709-714.
- 10) 李 憲俊, 山岸 弘, 鈴木右子, 岡野知道, 山本信之. 各種浴室汚れ成分の *Cladosporium* 資化度に関する検討. 防菌防黴学会 第 31 回年次大会講演要旨集, p 78;2004.