

写真1. 各種目地材の防カビ試験（混合菌）



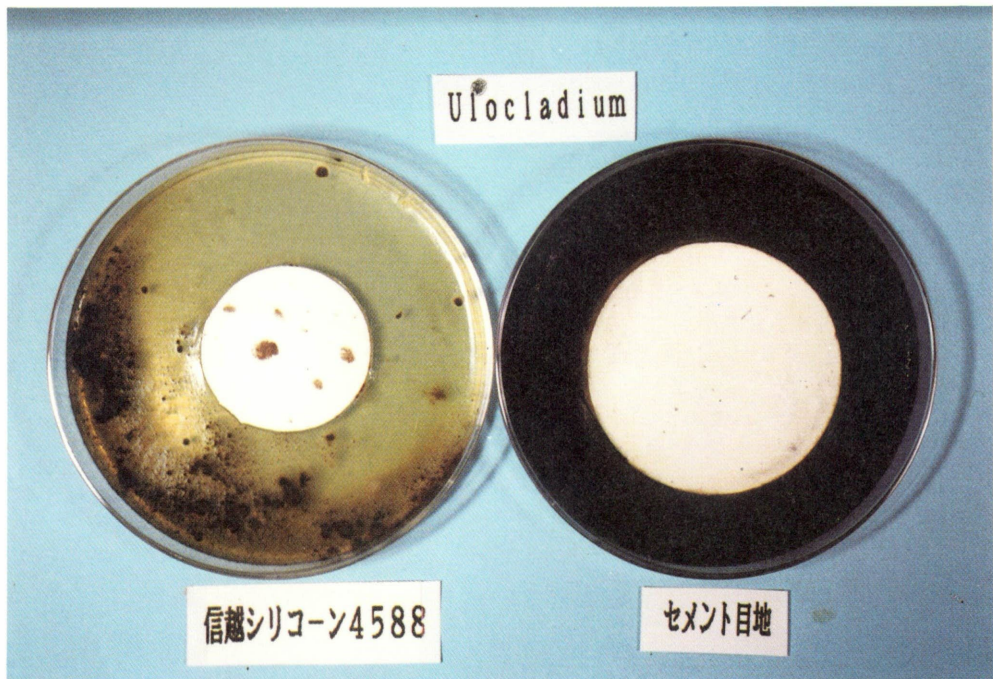


写真2. 各種目地材の防カビ試験（単一菌）

# 微生物劣化防止に関する研究

林 崎 洋 子

## A Prevention of Biodeterioration

Yoko HAYASHIZAKI

### I 緒 言

日本の気候・風土は微生物の繁殖に好適な温度・湿度条件となっている。この条件を利用して、日本人は古くから生活の智恵として、食品加工や発酵産業など生活に役立たせてきた。日常生活に於ては、味噌汁、納豆などの朝食から夕方の晩酌まで、致るところで微生物の恩恵を受けている。

しかし、逆に生活環境を劣化させ人体にも悪影響を及ぼしていることも忘れてはならない。例えば、建築材や家庭内で広く用いられている合成樹脂、衣類、皮製品なども微生物の繁殖により変色、悪臭にとどまらず自身の強度劣化を引き起している。さらに、発生した微生物が原因でアレルギーを起したり、カーペットに繁殖した微生物を餌としてダニが大量に発生し、人間の健康上にも大きな影響を及ぼしている。

このように生活環境に悪影響を及ぼす微生物を防除するために、数多くの防菌防霉剤が長期間に渡って研究され開発されてきた。これらの中でよく利用されている防菌防霉剤については前回、「生活科学研究所研究報告第13集」において述べた。今回はそれらの結果を基にして、近年、浴室・洗面所・台所などの水回りの目地材として広く普及しているシリコン材に焦点

をあて、各種防菌防霉剤を添加してその実用性について調べた。

シリコンは珪素に炭素・水素・酸素などを結合させてつくる合成樹脂で、多くの優れた特性を持っているため、多方面に用いられている。主な特長としては、①チューブ、カートリッジなどの容器の中では、液状又はグリース状であるが、押し出すと室温で簡単に固まる。②あらゆる材質に接着する。③耐熱・耐寒性がある。④耐候性・耐薬品性がある。⑤耐水性・撥水性がある。⑥耐火性がある、などが挙げられる。これらの優れた特性から、今日では建築物へ広く用いられるようになり、特にカビなどの発生で問題の多い水回りでの使用においては、防菌防霉剤を添加したシリコンが用いられるようになってきた。

そのため、今回の実験には、浴室などの水回りから最も多く検出された真菌8種を選定して供試菌とし、防菌防霉剤添加シリコンの抵抗性試験及び持続性試験を行った。

以上の実験結果から、若干の知見を得たのでここに報告する。

II 実験

1. 実験材料

(1) 試料

試料は、無添加シリコンに各種防菌防黴剤を添加したもの7種類、一般的に使用されているセメント(防カビ剤添加)1種類、市販品シリコン材1種類の計9種類を用いた。

また control として、無添加シリコン材を用いた。

さらに抗カビ力の持続性を調べるため、60℃、30日間温水漬浸したもの、24時間流水洗浄したものを試料として用いた。

試料の内容及び物性は表1の通りである。

(2) 供試菌

壁汚染菌として浴室壁から分離した菌より最も多く見られるものを8種類選んで用いた。

菌名は表2の通りである。

表2. 供試菌

|      |                   |
|------|-------------------|
| No.1 | Cladosporium sp.  |
| 2    | Phoma sp.         |
| 3    | Alternaria sp.    |
| 4    | Aureobasidium sp. |
| 5    | Acremonium sp.    |
| 6    | Trichoderma sp.   |
| 7    | Ulocladium sp.    |
| 8    | Rhodotorula sp.   |

(3) 使用培地

真菌用として、麦芽寒天培地(MEA)を用いた。

|    |       |        |
|----|-------|--------|
| 組成 | 麦芽エキス | 20g    |
|    | ブドウ糖  | 20g    |
|    | ペプトン  | 1g     |
|    | 寒天    | 20g    |
|    | 蒸留水   | 1000ml |

表1. 試料

| No. | 試料           | 添加量 ppm | 形状  | 有効成分   | 用途                   | 特性   |
|-----|--------------|---------|-----|--|----------------------|--|
| 1   | バイナジン        | 300     | 液体  | 10,10-オキシビスフエノキサ(有機ヒ素化合物)                      | プラスチック製品             | 抗菌性…細菌、真菌に有効<br>毒性…LD <sub>50</sub> 1750mg/kg(ラット経口)         |
| 2   |              | 500     |     |  |                      |  |
| 3   | プレベントールBCM   | 1000    | 粉末  | ペンズイミタゾール誘導体                                   | 各種樹脂                 | 安定性…熱、光、アルカリに安定<br>毒性…LD <sub>50</sub> 7320mg/kg(ラット経口)      |
| 4   |              | 3000    |     |  |                      |  |
| 5   | ノプロサイドN-96   | 500     | 微粉末 | 2,4,5,6テトラクロロイソフタロントリル                         | 木材、塗料、<br>建築用ボード、接着剤 | 安定性…熱に安定 抗菌性…真菌に有効<br>毒性…LD <sub>50</sub> >10000mg/kg(ラット経口) |
| 6   |              | 1000    |     |  |                      |  |
| 7   | プレベントール混合(1) | 300     | 粉末  | ペンズイミタゾール誘導体<br>2,2'-ジヒドロキシ-,5,5'-ジクロロジフェニルメタン | 樹脂用、ソープ用             | 安定性…pH1~14<br>毒性…LD <sub>50</sub> 3300mg/kg                  |
| 8   | 信越シリコーン      |         |     |  | 浴室などの水まわりの目地シーラー     |  |
| 9   | セメント(2)      | 0.1%添加  |     | 含窒素硫黄系化合物                                      | 壁目地用                 |  |

注：(1) プレベントールBCMとプレベントールGDを1:1で混合したもの(前回の防菌防黴試験、MICで効果が認められたもの)  
(2) セメント目地に防カビ剤入り樹脂液を添加

2. 実験方法

(1) 試料の調製

バイナジン、プレベントール、ノプロサイドは、無添加シリコン材の中に表1のppmになるように調製、よく攪拌し、厚さ約3mmになるようプラスチックケースの中に流し入れ固めた。

市販シリコンは、そのままプラスチックケースに流し込み固めた。

セメント目地は、セメント100gに防カビ剤入り樹脂液17.5mlと水17.5mlを加え、よく練り、直径40mmの紙コップの中に厚さ3mmになるよう流し入れ固めた。

一晚放置し、固まったシリコンは直径約35mmにくり抜いた。

さらに、持続性試験を行うため、くり抜いた試料No.1バイナジン(300ppm含有)、No.2バイナジン(500ppm含有)、No.8信越シリコン、No.9セメント目地を、60°C、30日間温水浸漬した。また流水洗浄後の持続性を調べるため、No.8信越シリコン、No.9セメント目地を24時間流水洗浄した。

(2) 供試菌の調製

MEA斜面寒天培地で25°C、7日間培養した菌を、殺菌0.005%ジオクチルスルホホコはく酸ナトリウム液10ml中に掻き取り、懸濁液を作った。

(3) 実験操作

① 滅菌シャーレに調製した菌液を0.5ml入れ、MEA培地を約25ml混釈し、培地が柔らかい内に試料を埋め込むように接布した。

② 固ったところで、菌液0.3mlを試料上に乗せ、殺菌コンラージ棒でよく塗抹した。

③ 25°Cの定温器で7日間以上培養し、阻止帯の有無、菌の生育状態を観察した。

3. 実験結果及び考察

無添加シリコンに防菌防黴剤を添加したものの7種類、市販製品1種類、セメント目地1種類の合計9種類のタイル目地材について、浴室

25°C培養

表3. タイル目地材の防カビ試験結果(混合菌液)

| 試料     | 生育状態 | 培養日数 | 菌名 | 日    | 1      | 2      | 3          | 4          | 5          | 6          | 7          | 8         | 9       | control |
|--------|------|------|----|------|--------|--------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|---------|---------|
| 8種カビ混合 | 7    | 16.9 | -  | 20.2 | -      | 0      | -          | 0          | +          | 0          | -          | 0         | -       | 0       |
|        | 45   | 1    | -  | 10.4 | +      | 0      | +          | 0          | +          | 0          | -          | 0         | +       | 0       |
|        |      |      |    |      | G      | C.Z    | G          | C.Z        | G          | C.Z        | G          | C.Z       | G       | C.Z     |
|        |      |      |    |      | 300ppm | 500ppm | 1000ppm    | 3000ppm    | 500ppm     | 1000ppm    | 300ppm     | 300ppm    | 1000ppm | 無添加シリコン |
|        |      |      |    |      | バイナジン  | バイナジン  | プレベントールBCM | プレベントールBCM | ノプロサイドN-96 | ノプロサイドN-96 | ノプロサイドN-96 | プレベントール混合 | 信越シリコン  | セメント    |

G : Growth 試料上の菌の生育の度合 (-生育せず, +うすうすと生育, ++よく生育)  
C.Z : 阻止帯の大きさ (mm)

分離菌 8 種類を用いて防カビ試験を行った結果 を菌別に図 1～図 8 に示した。その成績を下記は、表 3～表 6 に示した。さらに、表 4 の結果 にまとめた。

表 4. タイル目地材の防カビ試験結果  
(60°C, 30日間温水浸漬後の試料) 25°C培養

| 試料   | 生育状態 | 培養日数   | 1     |        | 2     |   | 8       |   | 9    |  |
|------|------|--------|-------|--------|-------|---|---------|---|------|--|
|      |      |        | バイナジン |        | バイナジン |   | 信越シリコーン |   | セメント |  |
| 菌名   | 日    | 300ppm |       | 500ppm |       |   |         |   |      |  |
|      |      | G      | C.Z   | G      | C.Z   | G | C.Z     | G | C.Z  |  |
| 8種カビ | 7    | -      | 0     | -      | 0     | - |         | + | 0    |  |
| 孢子混合 | 45   | +      | 0     | +      | 0     | + | 0       | + | 0    |  |

G : 試料上の菌の生育の度合 (-生育せず, +うっすら生育, ++よく生育)  
C.Z : 阻止帯の大きさ (mm)

(1) 8種混合菌を用いた場合の防カビ結果

① 表 3 に示した通り、バイナジン添加目地材以外の試料にはカビが生育し、プレベントール BCM, ノプロコサイド N-96 含有シリコーン品はこの濃度では効果がなかった。また市販製品・信越シリコーン、セメント目地も効果は見られなかった。

② 混合菌に対してただ一つ防カビ効果のあったバイナジン含有シリコーンも、持続性の面では、表 4 に示した通り、60°C, 30日間温水浸漬後は効果を失い、その結果、バイナジンは耐水性が無いことがわかった。

(2) 単一菌を用いた場合の防カビ効果

① 表 5 及び図 1～図 8 の結果、各種目地材のカビ抵抗性の強い順位に並べると次の通りであった。

[ ] 内には、目地材上に生育したカビ数を記した。

- [ 0 ] No.1 バイナジン 300 ppm
- 2 バイナジン 500 ppm
- 9 セメント
- [ 2 ] No.8 信越シリコーン
- [ 3 ] No.4 プレベントール BCM3000 ppm
- [ 4 ] No.3 プレベントール BCM1000 ppm

[ 6 ] control 無添加シリコーン

[ 7 ] No.5 ノプロコサイド N-96 500 ppm  
6 ノプロコサイド N-96 1000 ppm

② また、供試カビの抵抗性の強い順番は次の通りであった。

- [ 7 ] Alternaria, Ulocladium
- [ 5 ] Phoma
- [ 4 ] Trichoderma
- [ 3 ] Aureobasidium
- [ 2 ] Cladosporium, Acremonium, Rhodotorula

③ 表 6 には、ブランクと 24 時間流水洗浄後の試料を比較して持続性を表示した。

信越シリコーン、セメント目地共に、24 時間流水洗浄後も抵抗力は保持され、耐水性が認められた。しかし信越シリコーンでは Aureobasidium, Cladosporium が、セメント目地では、Acremonium, Trichoderma, Rhodotorula が、洗浄前に比較して洗浄後阻止帯が小さくなり、持続性が低下してきていると思われた。そこで持続性を判断するにはもう少し長時間の洗浄を試みる必要があると考えられる。

表5. タイル目地材の防カビ試験結果(単一菌液)

25°C培養

| 試料<br>生育状態<br>培養日数<br>菌名 | 日  | 1      |      | 2      |      | 3       |     | 4       |     | 5       |     | 6       |     | 7       |     | 8     |      | 9     |     | cont |     |
|--------------------------|----|--------|------|--------|------|---------|-----|---------|-----|---------|-----|---------|-----|---------|-----|-------|------|-------|-----|------|-----|
|                          |    | バイナジン  |      | バイナジン  |      | プレベントール |     | プレベントール |     | ノプロサイド  |     | ノプロサイド  |     | プレベントール |     | 信越    |      | セメント  |     | -rol |     |
|                          |    | 300ppm |      | 500ppm |      | 1000ppm |     | 3000ppm |     | 1000ppm |     | 1000ppm |     | 300ppm  |     | シリコーン |      | シリコーン |     | 無添加  |     |
|                          |    | G      | C.Z  | G      | C.Z  | G       | C.Z | G       | C.Z | G       | C.Z | G       | C.Z | G       | C.Z | G     | C.Z  | G     | C.Z | G    | C.Z |
| Cladosporium             | 7  | -      | 23   | -      |      | -       | 20  | -       |     | +       | 0   | +       | 0   | -       | 25  | -     |      | -     |     | -    | 0   |
|                          | 50 | -      | 15   | -      | 22   | -       | 15  | -       |     | +       | 0   | +       | 0   | -       | 0   | -     |      | -     |     | -    | 0   |
| Phoma                    | 7  | -      |      | -      |      | -       | 0   | +       | 0   | -       | 0   | -       | 0   | -       | 0   | -     | 7    | -     | 4   | -    | 0   |
|                          | 50 | -      |      | -      |      | +       | 0   | +       | 0   | +       | 0   | +       | 0   | +       | 0   | -     | 0    | -     | 0   | -    | 0   |
| Alternaria               | 7  | -      | 26   | -      |      | -       | 0   | +       | 0   | +       | 0   | +       | 0   | +       | 0   | -     | 0    | -     | 0   | +    | 0   |
|                          | 50 | -      | 8    | -      |      | +       | 0   | +       | 0   | +       | 0   | +       | 0   | +       | 0   | +     | 0    | -     | 0   | +    | 0   |
| Aureobasidium            | 7  | -      | 25   | -      |      | -       | 15  | -       | 20  | +       | 0   | +       | 0   | -       | 5   | -     |      | -     |     | -    | 0   |
|                          | 50 | -      | 18.4 | -      |      | -       | 12  | -       | 18  | +       | 0   | +       | 0   | -       | 0   | -     |      | -     |     | -    | 0   |
| Acremonium               | 7  | -      | 18.9 | -      | 22.5 | -       | 2.6 | -       | 9   | -       | 0   | +       | 0   | -       | 0   | -     | 14.4 | -     | 5.8 | -    | 0   |
|                          | 50 | -      | 18   | -      | 21   | -       | 0   | -       | 0   | -       | 0   | +       | 0   | -       | 0   | -     | 0    | -     | 0   | +    | 0   |
| Trichoderma              | 7  | -      | 15   | -      | 18   | -       | 9   | -       | 13  | +       | 0   | +       | 0   | -       | 0   | -     |      | -     | 10  | +    | 0   |
|                          | 50 | -      | 12   | -      | 14   | +       | 0   | -       | 0   | +       | 0   | +       | 0   | -       | 0   | -     |      | -     | 10  | +    | 0   |
| Ulocladium               | 7  | -      | 17   | -      | 18   | +       | 0   | +       | 0   | +       | 0   | +       | 0   | -       | 0   | -     | 0    | -     | 0   | +    | 0   |
|                          | 50 | -      | 11   | -      | 14   | +       | 0   | +       | 0   | +       | 0   | +       | 0   | +       | 0   | +     | 0    | -     | 0   | +    | 0   |
| Rhodotorula              | 7  | -      | 16   | -      | 17   | -       | 5.8 | -       | 8.1 | +       | 0   | -       | 0   | -       | 2.5 | -     |      | -     | 7.2 | -    | 0   |
|                          | 50 | -      | 16   | -      | 15   | -       | 0   | -       | 7.5 | +       | 0   | -       | 0   | -       | 0   | -     |      | -     | 2   | +    | 0   |

G: 試料上の菌の生育の度合(-生育せず, +うっすら生育, ++よく生育), C.Z: 阻止帯の大きさ(mm), C.Z無記入: 菌の生育見られず

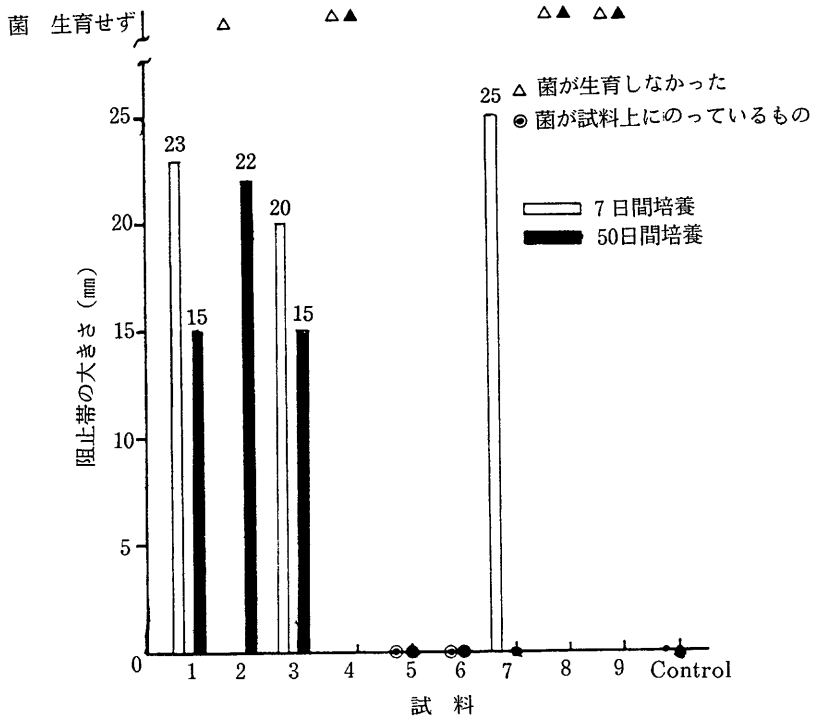


図1. Cladosporium の抵抗性試験結果

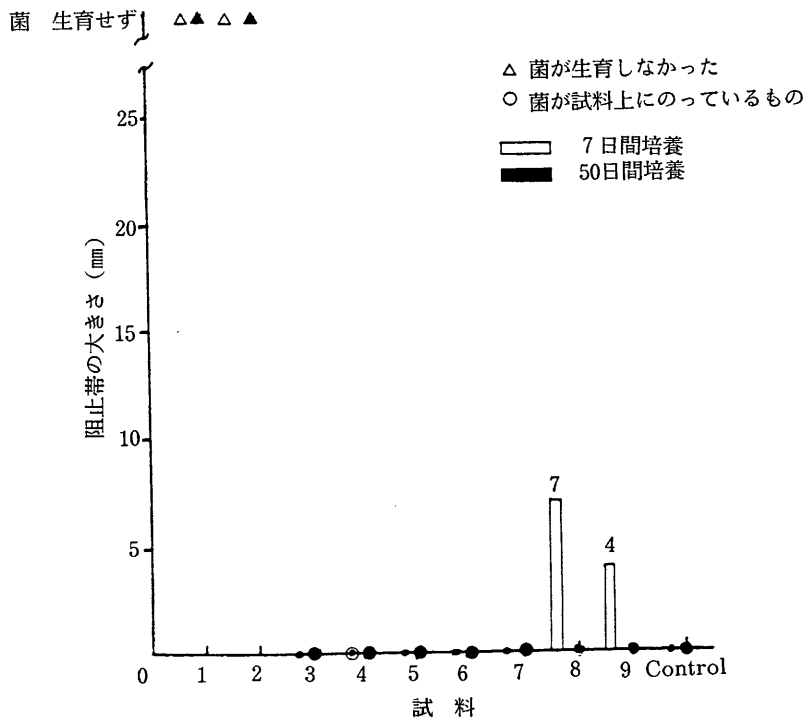


図2. Phoma の抵抗性試験結果



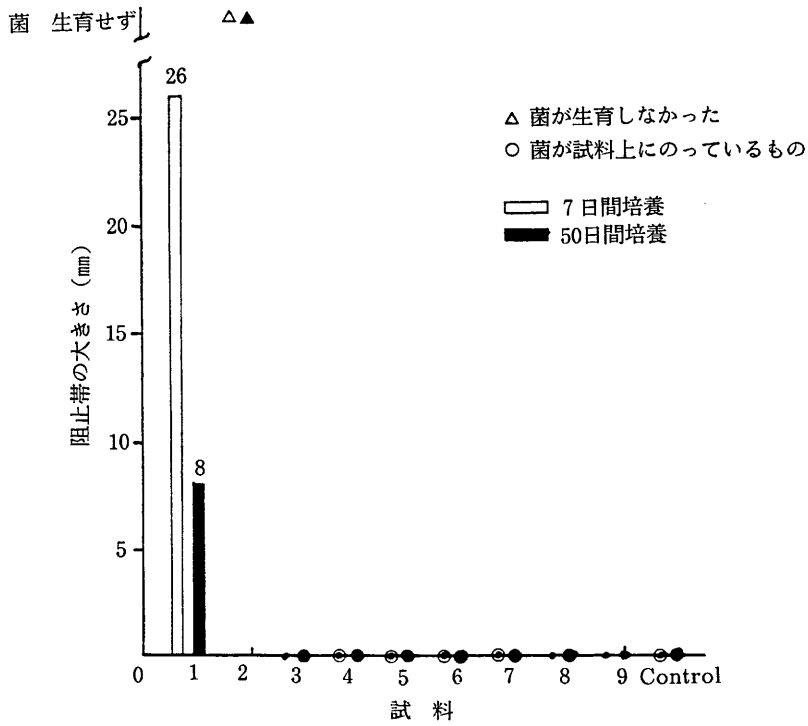


図3. Alternaria の抵抗性試験結果

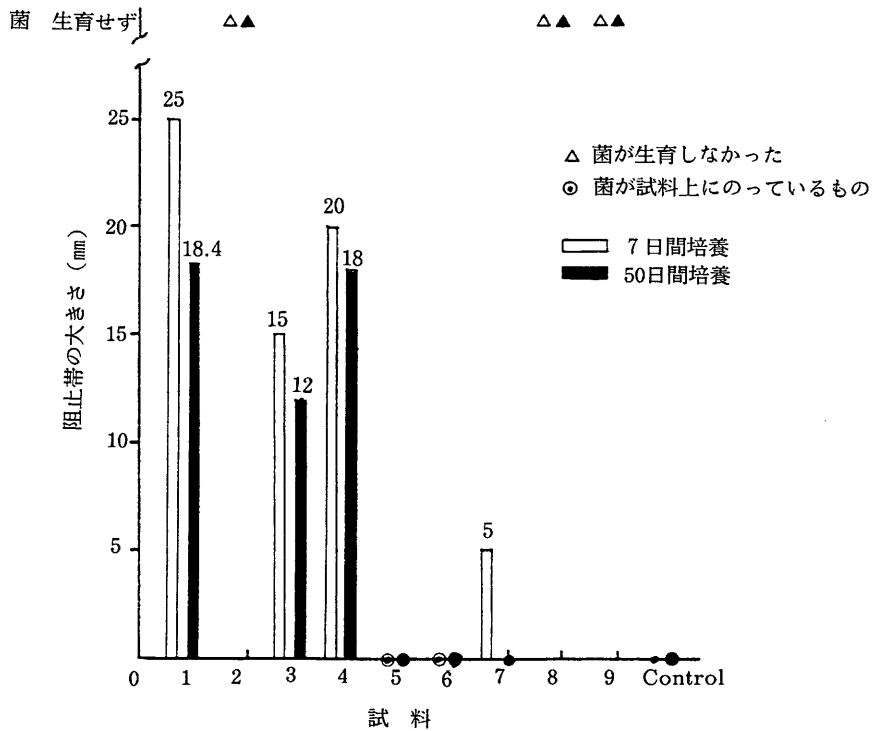


図4. Aureobasidium の抵抗性試験結果

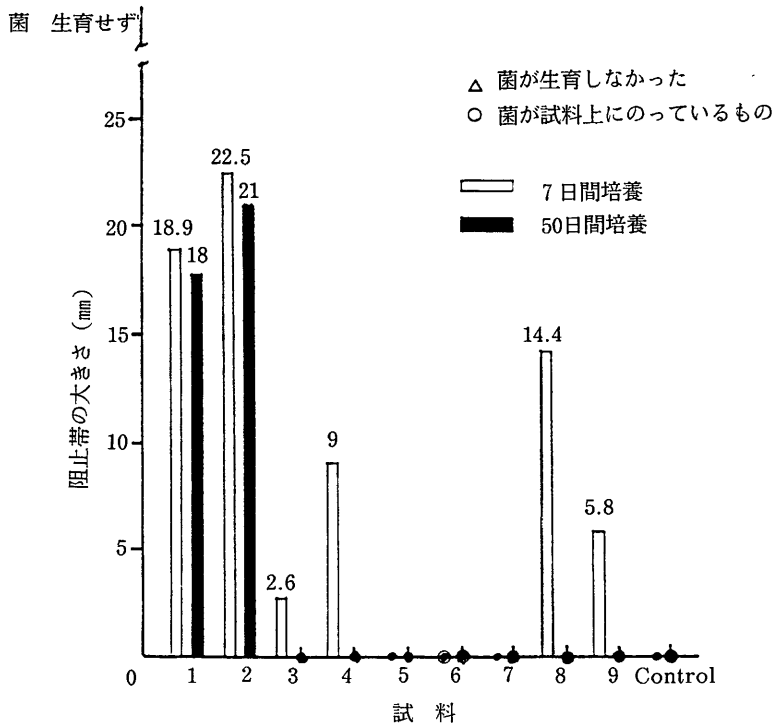


図5. Acremonium の抵抗性試験結果

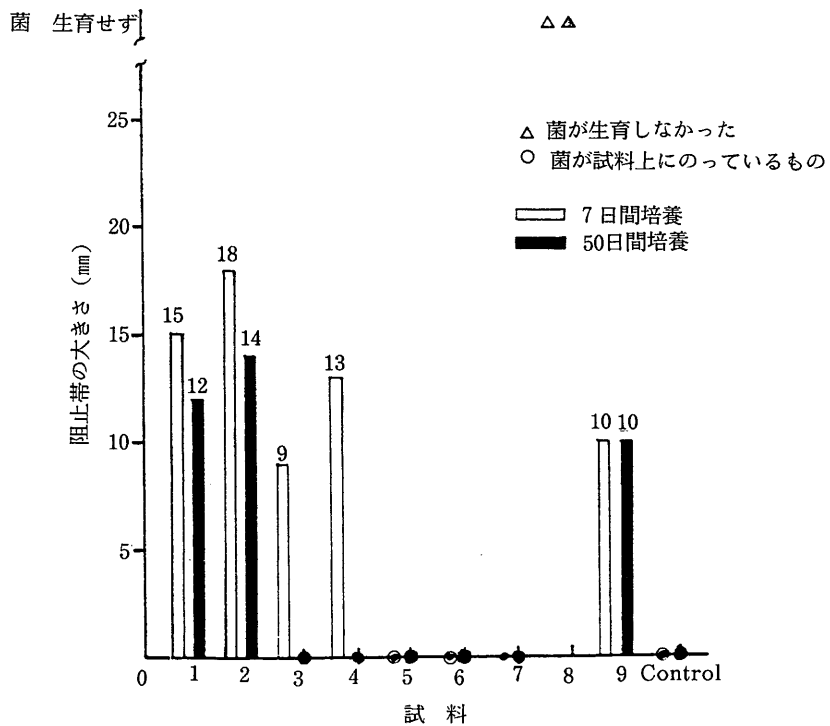


図6. Trichoderma の抵抗性試験結果

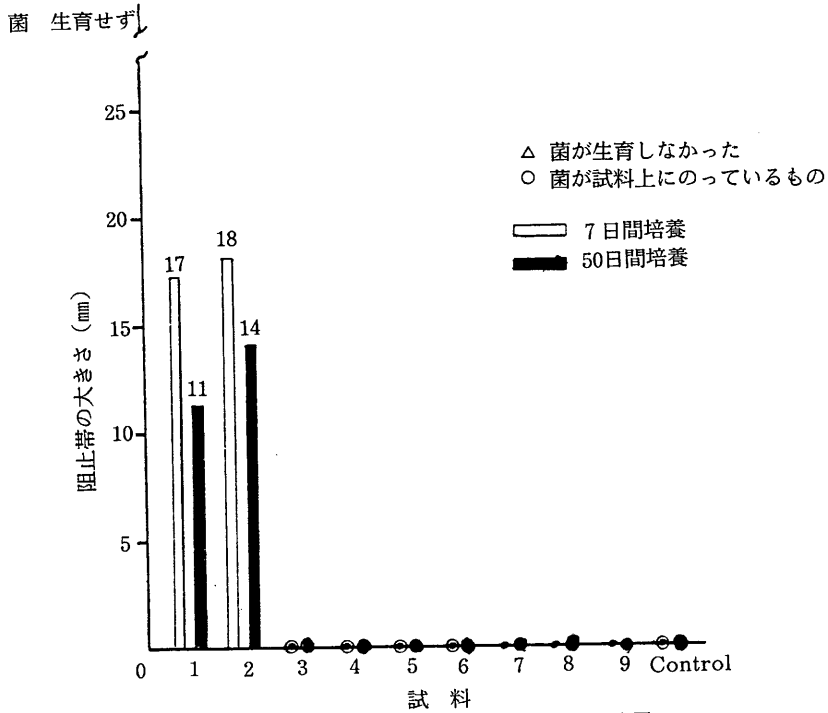


図7. Ulocladium の抵抗性試験結果

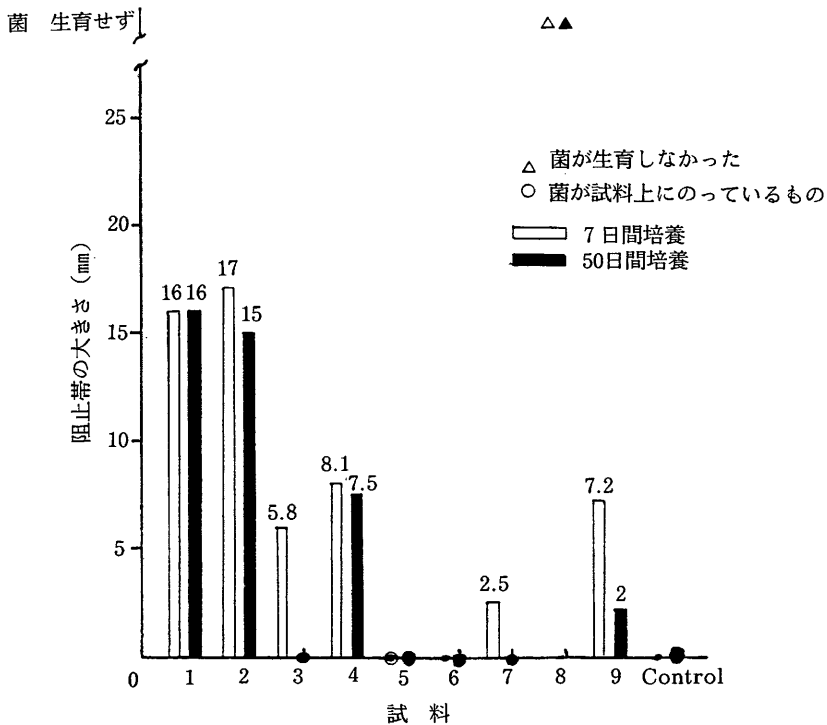


図8. Rhodotorula の抵抗性試験結果

表6. タイル目地材の防カビ試験結果  
(24時間流水洗浄後の試料) 25°C培養

| 菌名            | 試料<br>生育状態<br>培養日数<br>日 | 8<br>信越シリコーン |      |            |      | 9<br>セメント |     |            |      |
|---------------|-------------------------|--------------|------|------------|------|-----------|-----|------------|------|
|               |                         | ブランク         |      | 洗浄<br>サンプル |      | ブランク      |     | 洗浄<br>サンプル |      |
|               |                         | G            | C.Z  | G          | C.Z  | G         | C.Z | G          | C.Z  |
| Cladosporium  | 7                       | -            | 22.2 | -          | 20.1 | -         | -   | -          | -    |
|               | 25                      | -            | 22.2 | -          | 20.1 | -         | -   | -          | -    |
| Phoma         | 7                       | -            | 0    | -          | 0    | -         | 0   | -          | 0    |
|               | 25                      | -            | 0    | -          | 0    | -         | 0   | -          | 0    |
| Alternaria    | 7                       | +            | 0    | -          | 0    | -         | 0   | +          | 0    |
|               | 25                      | +            | 0    | #          | 0    | +         | 0   | #          | 0    |
| Aureobasidium | 7                       | -            | 18.6 | -          | 18.0 | -         | -   | -          | -    |
|               | 25                      | -            | 18.6 | -          | 18.0 | -         | -   | -          | -    |
| Acremonium    | 7                       | -            | 8.2  | -          | 4.2  | -         | 5.4 | -          | 0    |
|               | 25                      | -            | 0    | -          | 0    | -         | 1.0 | -          | 0    |
| Trichoderma   | 7                       | -            | 0    | -          | 0    | -         | -   | -          | 12.7 |
|               | 25                      | -            | 0    | -          | 0    | -         | -   | -          | 12.7 |
| Ulocladium    | 7                       | -            | 0    | -          | 0    | -         | 0   | -          | 0    |
|               | 25                      | +            | 0    | +          | 0    | #         | 0   | #          | 0    |
| Rhodotorula   | 7                       | -            | 0    | -          | 0    | -         | 8.9 | -          | 6.4  |
|               | 28                      | -            | 0    | -          | 0    | -         | 7.5 | -          | 5.5  |

注1) G: 試料上の菌の生育の度合(-生育せず, +うっすら生育, #よく生育), C.Z: 阻止帯の大きさ(mm), C.Z無記入: 菌の生育見られず

注2) MEA培地は2倍希釈して使用  
菌液は1mlを滅菌コンラージ棒で塗抹

以上の結果から、水回りのカビを防除するために、シリコーン材に各種防菌防黴剤を各社使用規定濃度で加えてみたが、浴室から分離した真菌8種類総ての生育を阻止する防カビ剤はなかった。また真菌8種類の中では、Alternaria, Ulocladium が特に抵抗性があり、またシリコーンに黒い色素を残すことがわかった。

建築用防菌防黴剤は、今回使用したものの他にも、多種知られているが、建築材に防菌防黴剤を添加することにより、安全性の面やシリコーン材そのものの機能を低下させたり色調を変化させたりすることがあってはならないので、選定に当たってはかなり考慮を要する。従って防黴性能が高いというだけで、防黴剤を選ぶことはできない。シリコーン材自体は、もともとカビの栄養源には成り得ないので、カビの栄養源となる有機物質の付着を防ぎ、水まわりの風通しをよくしてカビの生えにくい環境をつくり、さらに安全規準内の防黴剤を添加してゆくのが最も望ましいと思われる。

要 約

文 献

1. シリコン添加防菌防黴剤の効力試験結果

① 8種混合菌を用いた場合、防菌防黴剤・バイナジン、プレントール BCM、ノブコサイドN-96添加シリコン、従来のセメント目地、市販シリコンの中で効果のあったものは、バイナジン添加シリコンだけであった。

② しかしバイナジン添加シリコンも、60℃、30日間温水浸漬後は防カビ性を失い持続性は認められなかった。

③ 単一菌を用いた場合、最もカビ抵抗性が強かったシリコンは、バイナジン添加物、セメント、次いで市販シリコンであった。指定濃度で調製添加したものは、抵抗性が弱く、もっと高濃度でないと抗カビ性が出ないことがわかった。

④ 浴室壁分離菌8種類の中で、全試料に最も抵抗力があったのは、*Alternaria*、*Ulocladium* であった。

⑤ 市販シリコン、セメントを用いた場合24時間流水洗浄後もカビ抵抗力は持続した。

- 1)日本防菌防黴学会：防菌防黴剤事典（1986）
- 2)抗菌防臭：（株）繊維社（1987，7）
- 3)井上真由美：微生物災害と防止技術，工学図書
- 4)神野節子：木材工業 vol 32-35，192-197
- 5)JIS カビ抵抗性試験：JIS 2911（1963）
- 6)井本稔：プラスチック入門，高分子化学刊行会（1963）
- 7)無機化学ハンドブック：技報堂（1963）

謝 辞

本実験にあたり、指導賜りました神野節子教授、協力下さいました古茂田恵美子実験助手、ならびに生活科学研究所のスタッフの方々に心より感謝申し上げます。