

光触媒の抗真菌効果の利用とその評価

The antifungal utilization of photocatalyst and the evaluation against environmental fungi

0440425 藪根ちあき Chiaki YABUNE

指導教官 田中辰明 Tatsuaki TANAKA

1. はじめに

近年、建材、電気製品、衣料品、自動車用品など様々な分野で光触媒という言葉をよく耳にする。光触媒(酸化チタン)は近紫外線があたることで有機物分解と超親水性の2つのはたらきを示す。このはたらきが、抗菌・抗真菌、セルフクリーニング、空気浄化、水質浄化などの画期的な機能へ結びつき、多くの製品に取り入れられている<sup>1,2)</sup>。

なかでも抗菌・抗真菌機能の面では、塗料、繊維製品、エアコンや空気清浄機のフィルター、スプレーなどに光触媒が用いられ、抗菌・抗真菌効果を謳い脚光を浴びている。しかし、その効果は細菌については確認されているものの<sup>3,4)</sup>、真菌についてはほとんど確認されていない。

そこで本研究では、光触媒の真菌に対する抗真菌効果を検討した。

2. 実験方法

2-1 建物外壁の真菌調査

建材に利用されている光触媒製品の多くは屋外で使用するため、まず建物外壁の真菌を調査した。

期間 2005年9月~12月

対象 2施設および5家庭の外壁(92ヶ所)

方法 滅菌綿棒で外壁表面を拭き取った後、ポテトデキストロース寒天(PDA)平板培地に塗抹した。25℃で7日間培養後、真菌の同定を行った。

2-2 光触媒の抗真菌効果

1)試験菌:外壁から多く分離された次の8種類の真菌を用いた。

- カビ
  - Aspergillus niger (NBRC6341)
  - Alternaria alternata (TSY1090)
  - Cladosporium sphaerospermum (TSY1091)
  - Penicillium funiculosum (NBRC6345)
  - Aureobasidium pullulans (TSY1092)
  - Fusarium sp. (TSY1093)

- 酵母
  - Rhodotorula rubra (TSY1094)
  - Cryptococcus albidus (TSY1095)

2)前培養・孢子液:試験菌をPDA斜面培地で25℃、7~14日間培養した。0.005%スルホコハク酸ジオクチルナトリウム(DSS)を前培養した斜面培地に加え、孢子数が1~2×10<sup>6</sup>個/mlになるよう調整した。

3)試料:50×50mmのソーダライムガラス板(SLG)とSLGに酸化チタン塗膜を付加したもの(TiO<sub>2</sub>)を用いた。

4)接種:試料に孢子液0.1mLを滴下し、上からOHPフィルム(40×40mm)を被せた。ガラスシャーレ(φ90mm)にろ紙を敷き、U字管を置いた上にこれを載せた。ろ紙に滅菌水約7mLを含ませ、シャーレにガラス板(100×100mm)で蓋をした(Fig.1)。

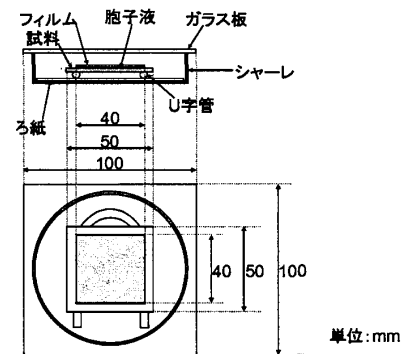


Fig.1 孢子液接種方法

5)照射:孢子液を接種した試料にガラスシャーレごと1.0mW/cm<sup>2</sup>の紫外線(東芝ライテック、352nm、20W)を照射した。照射条件をTable1に示す。

Table1 試料と紫外線照射条件

試料	紫外線照射	時間		
		0h	6h	24h
TiO <sub>2</sub>	+	○	○	○
TiO <sub>2</sub>	-			○
SLG	+	○		○
SLG	-			○

6)孢子回収:試料およびフィルムをストマッカー袋(100×150mm)に入れた。0.005%DSSを10ml加えた後、袋の外側から試料およびフィルムをよく揉んで孢子を洗い出した。

7)培養・計測:孢子回収した液を0.005%DSSで希釈し、PDA平板培地に塗抹した。2-1と同様に培養後、CFU(Colony Forming Unit)を測定した。

3. 実験結果および考察

3-1 建物外壁の真菌調査

建物外壁92カ所の真菌調査を行なったところ、半数を超える60カ所から真菌が検出された。検出された真菌の種類はFig.2のとおりCladosporiumが44カ所と最も多く、次いでFusarium, Asp.niger, 酵母(特にRhodotorula), Penicillium, Alternaria, Aureobasidiumが多かった。Cladosporiumは空中、

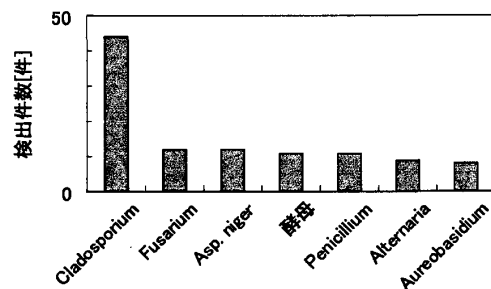


Fig.2 建物外壁の真菌

壁, 床など居住環境のいたるところに存在し居住環境における主要真菌といわれているが<sup>5,6)</sup>, 本調査でも同様の結果が得られた。Aureobasidium や酵母は日陰などの湿った場所から検出された。これらは乾燥に弱く, 湿度の高いところに分布するため<sup>5)</sup>, 乾燥している壁面からはほとんど検出されなかった。

3-2 光触媒の抗真菌効果

光触媒による抗真菌効果を, 外壁から多く検出された 8 種類の真菌について確認した。その結果, 真菌ごとに抗真菌効果に差がみられ, その評価として 4 パターン(A~D)に分類できた(Fig.3)。

パターン A は効果が弱く, Asp.niger と Alternaria のように 24 時間の紫外線照射で真菌数が変化しなかった。Asp. niger についてみてみると, TiO<sub>2</sub>(UV+) と TiO<sub>2</sub>(UV-), SLG(UV+), SLG(UV-)に差はみられなかった(Fig.4)。

パターン B は遅効であり, Cladosporium, Penicillium のように 24 時間かけることにより真菌数の減少が確認された。

パターン C は効果が緩慢であり, Aureobasidium, Fusarium, Cryptococcus のように 6 時間で真菌数がやや減少し 24 時間では大きく減少した。

パターン D は著効であり, Rhodotorula のように 6 時間で真菌数が著しく減少した。すなわち, Fig.4 のように紫外線を 6 時間照射することにより, TiO<sub>2</sub>(UV+)の真菌数が大幅に少なくなった。さらに 24 時間後の真菌数をみると, SLG(UV+), TiO<sub>2</sub>(UV-), SLG(UV-)の 3 つについてはそれぞれ 0 時間との変化がほとんどみられない。このことから, TiO<sub>2</sub>(UV+)にみられた真菌数の減少は, 光触媒によるものと考えられた。

このように, 抗真菌効果が確認された真菌の中にも, その程度には差があった。これは, 真菌の種類により細胞構造や細胞壁の厚さに違いがある<sup>7)</sup>ため, 生存を支えている細胞膜まで分解するのに時間差が生じることが原因と考えられる。光触媒は反応速度が遅く即効性はないとされている<sup>1,2)</sup>。本研究では照射後 24 時間まで確認したが, 真菌が有機物であることから時間をかければさらに効果が期待できるものと推察される。

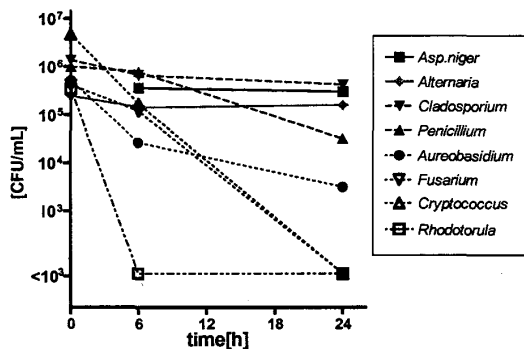


Fig.3 光触媒の各真菌への影響

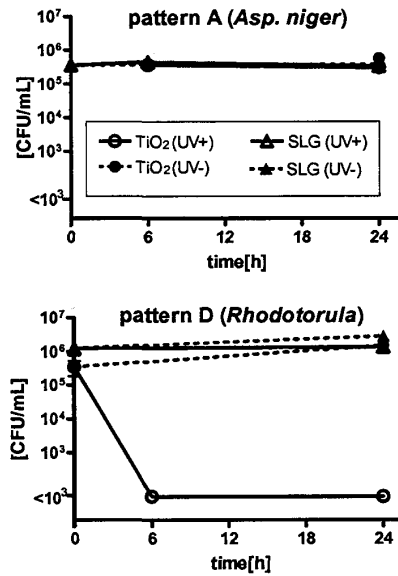


Fig.4 光触媒の真菌への影響

4. まとめ

光触媒を用いた製品が多く利用されており真菌への応用も試みられている。そこで建物外壁から多く検出された真菌について, 光触媒による抗真菌効果を確認したところ以下の結論を得た。

- ・光触媒による抗真菌効果が確認された。
- ・光触媒による効果は真菌の種類によって差がみられ, 弱い, 遅効, 緩慢, 著効の 4 パターンに分類できた。
- ・本研究では短時間による評価であったが長時間作用させることによりさらに効果が期待できる。

【謝辞】

本研究にあたりご協力, ご指導頂きました国立医薬品食品衛生研究所の高鳥浩介博士, 相原真紀博士に感謝いたします。

【参考文献】

- 1)橋本和仁ほか: 図解光触媒のすべて, 工業調査会, 2003
- 2)深尾仁ほか: 光触媒, 空気清浄, 42(3), 3-36, 2004
- 3)K. Sunada et al.: Studies on photokilling of bacteria on TiO<sub>2</sub> thin film, Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry, 156, 227-223, 2003
- 4)砂田香矢乃ほか: 酸化チタン光触媒反応による抗菌効果, J. Antibact. Antifung. Agents, 26(11), 611-620, 1998
- 5)高鳥浩介: かび検査マニュアルカラー図譜, テクノシステム, 2002
- 6)M. Aihara et al.: Cladosporium as the Main Fungal Contaminant of Locations in Dwelling Environments, Biocontrol Science, 6 (1), 49-52 2001
- 7)柳田友道: 微生物化学 1, 学会出版センター, 1988

【発表状況】

- 1)寝室と寝具における真菌の動態, 日本防菌防黴学会第 31 回 年次大会, 65, 2004.5, 東京
- 2)住宅における真菌の季節変動, 2004 年度日本建築学会大会, 879-880, 2004.9, 北海道
- 3)界面活性剤による真菌の胞子分散性, 日本防菌防黴学会第 32 回年次大会, 59, 2005.5, 大阪
- 4)寝具を敷くことによる真菌の動態, 第 55 回日本アレルギー学会秋季学術大会, 773, 2005.10, 岩手
- 5)K. Ara, M. Aihara, C. Yabune, T. Tanaka, K. Akiyama, K. Takatori, et al.: Survey of fungal contamination in ordinary houses in Japan, Allergy International, 53(4), 369-377, 2004