

光触媒の抗菌機能と評価法

酸化チタンに代表される光触媒は、光（主として紫外線）のエネルギーを利用して、有機物を分解したり基材表面を水に濡れやすくし、防汚、抗菌、脱臭、空気浄化、水浄化などの機能が得られることから、環境浄化材料として注目されています。

中でも、近年のウイルス等による感染症への恐れから衛生に対する要求が高くなっており、安全な抗菌材料として消費者から期待されています。

光触媒に紫外線のように強いエネルギーの光をあてると、伝導帯に電子、価電子帯に正孔が生成します。これが水や酸素などと反応し、OHラジカルやスーパーオキサイドアニオン（ O_2^- ）などの活性酸素を生成します。既存の抗菌剤は薬効成分の放出によって菌の発育の阻止あるいは死滅させるのに対し、光触媒は活性酸素の強力な酸化力によって、細胞膜や細胞内酵素を破壊し、細菌やカビの増殖を止めることができます。活性酸素による有機物の酸化分解という視点から見れば、細菌やカビばかりでなく、ウイルスや細菌毒素の分解、無毒化も可能と考えられます。

しかし、光触媒単独では、紫外線が当たらない、あるいは微弱な条件での抗菌作用はかなり弱まります。そこで銀や銅などの抗菌金属を光触媒に担持することで、暗所でも抗菌作用がある「ハイブリッド材料」が、まな板、包丁、歯ブラシなど屋内で用いられる生活用品に使用されています。

このような光触媒性能を国内、さらには国際的に評価、保証するために JIS 規格、ISO 規格等を作成する目的で、経済産業省委託事業として「基準認証研究開発事業光触媒試験方法の標準化」の調査研究が平成 15 年度か

ら 3 年間行われました。「光触媒標準化委員会」を設置し、機能毎に「セルフクリーニング」「空気浄化」「水質浄化」「抗菌・防かび」の 4 つの分科会を設けて、試験条件を設定し、JIS 原案作成、ISO 原案作成を行いました。当研究所から「空気浄化」「抗菌・防かび」2 つの分科会に委員として出席しました。以下に、光触媒の抗菌性試験方法について解説します。

基本的には試料に一定数に調製した菌液を接種し、一定時間紫外線照射した後、生き残った菌数を測定します。そして、光触媒加工していない試料を用い、同様に行い、その菌数との差から評価します。ただし、紫外線自体にも殺菌効果がありますので、紫外線自体の影響を受けない紫外放射照度について検討した結果、 $0.25mW/cm^2$ が上限であることがわかりました（表）。それを踏まえた上で光照射条件を製品が使用される状況に応じて設定することとしました。照射時間は、屋内には日中 8 時間程度太陽光が差し込むので、実使用環境に合った 8 時間の光照射時間を設定しました。ただし、実際に使用される状況を考慮して光照射時間は 4 時間を下限として試験しても良いこととしています。

今回の JIS 案作成で一番の問題となった事項は抗菌金属も入った「ハイブリッド材料」の光触媒抗菌能の評価法でした。前述の光触媒のみの製品に適用する測定法では効果が「光触媒 + 抗菌金属」になるため、本当に光触媒抗菌能があるかの判断ができません。そこで、試料を照射時間と同じ時間暗条件に置いたもの菌数との差を測定することで光照射の効果とすることにしました。

表 代表的な場所における紫外放射照度

紫外放射照度	代表的な場所
$0.25mW/cm^2$	昼間の窓際、紫外線蛍光ランプなどの補助光源を使う場合
$0.10mW/cm^2$	昼間の室内（太陽光が入る窓から 1.5m 程度内側まで）、朝や夕方の窓際
$0.01mW/cm^2$	昼間の室内（太陽光が入る窓から 3m 程度内側まで）
$0.001mW/cm^2$	太陽光が入らない昼間の室内や夜間の室内



工業技術部 材料技術室 幅靖志 (yasushi_haba@pref.aichi.lg.jp)

研究テーマ：工業廃水の生物学的処理に関する研究

指導分野：有機高分子材料