

「臭わない」トイレをめざして～光触媒による殺菌技術～

北九州市立大学 国際環境工学部 環境生命工学科 准教授 森田 洋

1. トイレはなぜ臭いのか？

街中の公衆トイレに入ると、たまに強い悪臭を感じるトイレに出会うことがある。一般的に「トイレ臭」といわれるものは、便や尿の臭いと思われがちであるが、トイレの床や空気中に大量に存在する微生物によるところも大きい。微生物は大量に存在すると「悪臭」を放つためである。同様の原理が「足の臭い」でもある。足の臭いも、汗腺や皮脂線から発生するアンモニア臭によるものと、足や靴下等に微生物が大量繁殖して臭いを発生する2つの要因があげられる。いずれにしても微生物が環境中に大量に存在すると臭いの原因となり、逆に環境中の微生物を少なくできれば、臭いが軽減できるのである。

2. 触媒との出会い

光触媒との研究に出会ったのは平成18年のこと。北九州市内で溶接・溶射・鋳造などの金属加工を行っている株式会社フジコーから、九州工業大学の横野照尚先生とともに共同研究グループの中に参加してもらえないかと話を持かけられたのが発端だった。光触媒は、一般的に酸化チタンが代表的な光触媒活性物質として広く知られている。しかし酸化チタンは紫外線領域下においてのみ応答性を示すことから、これまで室内環境への利用が困難であった。九州工业大学の横野先生は硫黄を酸化チタンにドープすることで(以下、S-TiO₂)、可視光領域下においても応答可能な光触媒の開発を進められてきた。そこで公益財団法人北九州産業学術推進機構(FAIS)が募集していた平成18~19年度中小企業産官連携研究開発事業を活用して、株式会社フジコー、九州工业大学横野研究室、当研究室でS-TiO₂の溶射による固定化と殺菌効果の検証を試みた。

3. 酸化チタンの固定化技術

酸化チタンを殺菌技術に応用するためには、酸化チタンを粉末状に加工し、基盤に固定化することが不可欠である。この光触媒の固定化法の1つに溶射法がある。溶射法は、高速フレーム低温溶射法等により磁器タイルやアルマイト板などの基盤に固定化する技術であり、酸化チタンをスラリー状に調製したものを200°C以上の温度で吹き付けて固定化させる。酸化チタンの結晶構造には、アナタース型、ルチル型、ブルッカイト型の3種類があり、こ

のなかでもルチル型は最も安価であるが殺菌効果が低く、アナタース型は価格がルチル型に比べて高いものの、強い殺菌効果を発揮する。またアナタース型の結晶構造は高温環境下によりルチル型へと変化することから、溶射法による固定は如何に低温で溶射できるかということが技術的なポイントとなる。

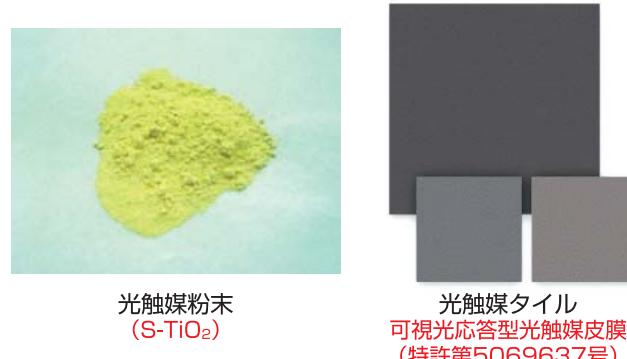


Fig. 1 光触媒粉末と溶射法によるタイルへの加工

4. 最高水準の殺菌効果をめざして

その後、平成20~21年度地域資源活用型研究開発事業(経済産業省)などの助成金を活用しながら、当研究室ではS-TiO₂における殺菌機能性の強化に焦点をあてて研究開発を行ってきた。S-TiO₂の殺菌効果は、1700 lxの可視光照射条件下(コンビニエンスストア店内と同程度の明るさ)において、120分の照射で1/10⁴程度の大腸菌や黄色ブドウ球菌の減少が認められる程度である。そこで世界トップレベルともいえる光触媒の殺菌効果を発揮するための「薬味」ともいえるものが、「銅」や「銀」の存在である。銅や銀の抗菌作用は古くから広く知られているが、S-TiO₂と組み合わせることで、その殺菌機能性は相乗的に増大する。例えば、銅をS-TiO₂に複合化した光触媒では、1700 lxの可視光照射においてわずか10分の接触時間で1/10⁶の生存菌数の減少に達する。これらの成果については平成24年8月に九州工业大学、FAIS、株式会社フジコーの3機関で特許を取得した(可視光応答型光触媒皮膜、特許第5069637号)。

5. 北九州モノレール「平和通駅」 公衆トイレにおける実証試験

ラボによる評価にも目処がつき、平成21年2月には北九州モノレール「平和通駅」の男子便所において開発品の実

証試験を行った。まず実証試験に先立って、ヒトが出入りするなかで、公衆トイレの床に通常、どのくらいの一般細菌(生菌数)が存在しているのかについて調査を行った。その結果、次亜塩素酸ナトリウムによる消毒後24~48時間において、わずか1 cm²の範囲に数十億もの一般細菌が存在していた。これらの微生物が公衆トイレの臭いの主要因となる。そこで男子便所の床に開発した光触媒を施工し、同様に一般生菌数を測定したところ、1 cm²あたりにわずか1~10個の細菌しか検出されなかった。

このときのトイレ内の照度が250 lx程度であったことから、低照度下においても本光触媒は充分な殺菌効果を発揮することになる。この北九州モノレール平和通駅での実証試験は大成功に終わり、その後、JR小倉駅をはじめとする多くの公衆トイレの床に開発品が導入されることとなった。平成24年2月には「世界トップの高殺菌・消臭分解機能製品の開発」で第4回ものづくり日本大賞特別賞(経済産業省)を株式会社フジコー、横野先生とともに受賞し、その後も現在に至るまで多くのマスメディアから度々、本開発内容が紹介されている。



Fig. 2 光触媒タイルの公衆トイレへの施工例
(左:北九州モノレール平和通駅 右:JR小倉駅)

6. 光触媒をトイレに使うメリット

従来、トイレの消毒剤には次亜塩素酸ナトリウムなどの塩素系の薬剤が用いられる。塩素系の薬剤は細菌類やウイルスに広く効果があり、安価で手軽に使用できる長所を有する。しかし一方で、塩素系の薬剤には効果の持続性がなく、薬剤を投入したときには微生物が減少するものの、再び繁殖を対数的に開始することから、定期的な薬剤の投入(メンテナンス)が必要となる。

光触媒は殺菌効果の持続性が高く、可視光がある限りは触媒反応をし続ける。また光触媒には殺菌効果以外にも、脱臭・防汚・環境浄化などの様々な機能性を有しており、複数の機能を同時に発揮することも可能である。今後、公衆トイレ以外にも様々な分野において光触媒の殺菌技術が活用されることを期待してやまない。

7. おわりに

企業との共同研究は教員ばかりがクローズアップされてしまいがちであるが、本研究には長年にわたって多くの本学学生が関わってきており、学生の大活躍により多くの有意な研究成果が得られてきた。私の研究室において光触媒の研究活動を共に行ってきた福田 翼君、前田 恵さん、今村 由希さん、佐藤 貴裕君、スン フィさん、石野 靖浩君、伊勢田 弘太郎君、山平 真由さん、小川 あかねさん、鷲巣 孝君に改めて感謝の意を表します。



プロフィール



森田 洋
Hiroshi Morita

役職／准教授
学位／博士(農学)
学位授与機関／九州大学

研究分野・専門／微生物制御学、食品工学、応用微生物学

主要研究テーマ／①イグサ・畳の機能性に関する研究、②脂肪酸塩による新規微生物制御法の構築、③混合培養麹による清酒醸造、④モウンウチク桿の食用化と製パン特性、など

P R・その他／研究室では「食品」、「微生物」、「農業」をキーワードに教育研究を行っております。これまでにも地域農作物の機能性に関する研究や畜産廃棄物の処理、バイオレメディエーションなど幅広い分野において様々な企業と共同研究を進めて参りました。微生物や地域農作物をどのような形で活用していくば、発酵生産や環境浄化、有用資源の変換等に役立つかについて考えております。

連絡先

TEL 093-695-3289 FAX 093-695-3381
E-mail morita@kitakyu-u.ac.jp