

動物実験施設などに於ける脱臭・除菌を目的とした光触媒技術の応用

Application of the photocatalyst technology aiming at the deodorization and disinfection in an animal experiment institution etc.

高岡 秀
Shigeru Takaoka

昭和セラミックス株式会社
SHOWA CERAMICS CO.,LTD.

1、はじめに

昭和セラミックス株式会社では、光触媒事業部として光触媒技術を用いた脱臭・除菌事業を展開している。旧東芝セラミックスの開発した光触媒セラミックスフィルターの製造技術移管を受け、製造・販売およびメンテナンスを行っている。光触媒セラミックスフィルターを用いた脱臭方法は一般商業施設の厨房排気を始め、その手軽さから様々なところで利用されている方法である。中でも弊社は動物実験施設に特化した形で光触媒事業に取り組んでいる。本稿では、光触媒技術を用いた動物実験施設への応用について紹介する。

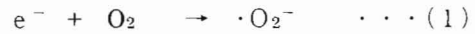
2、光触媒について

光をエネルギー源として吸収し化学反応をおこす物質、これが光触媒である。植物の光合成も一種のそれである。光触媒は光のエネルギーによって光触媒中に生じる励起電子と正孔が活性種としてはたらく、光触媒の表面にあるさまざまな化学物質に対して酸化還元反応をおこす。例えば、水が電子と正孔により還元、酸化されると水素と酸素が生成される。この反応原理は 1972 年に発見され「本多—藤島効果」として知られている¹⁾。代表的な光触媒はアナターゼ型の結晶構造を持つ二酸化チタンである。酸化チタンとも呼ばれ、身近に多く存在している。化粧品や塗料など白色の原料として多く利用されており、食品添加物としても認められている安定性・安全性の高い物質である。

二酸化チタン光触媒は紫外線を当てるとその表面で酸化・還元反応を起こし、接した物質を分解する。例えば有機物は炭酸ガス(CO₂)と水(H₂O)に分解される。ホルムアルデヒドなどの揮発性有機化合物(VOC)もその酸化分解反応により二酸化炭素にまで酸化され無機化される。また、二酸化チタン光触媒は酸化分解反応のほかにも超親水性を示すことが知られている。超親水性を示した薄膜表面には水滴ができず、水は薄く膜状にひろがる。その性質を応用し壁面やガラスなどにコーティングすることで汚れが付きにくく、また付着した汚れも雨水で流れるといったようなセルフクリーニング効果が一般建材等では利用されている。

光触媒による酸化分解反応について、励起電子

(e⁻)と正孔(h⁺)が活性種としてはたらくしていると述べたが、具体的な反応機構について記述する。光触媒は紫外線を当てると励起され電子(e⁻)が飛び出しプラスの電荷を帯びる。この励起状態の光触媒は中性に戻ろうとして周りの物質から電子を奪う。飛び出した電子は酸素と反応しスーパーオキサイドアニオン(・O₂⁻)へと還元反応(1)を行い、電子が飛び出してできた正孔は水分と反応しヒドロキシルラジカル(・OH)へと酸化反応(2)が行われ酸化分解が行われると言われている²⁾。以下にそれぞれの生成反応式を記す。



またこの反応に於いて光触媒そのものが失われることは無くその効果は繰り返し行われるものである。図1にその模式図を示す。

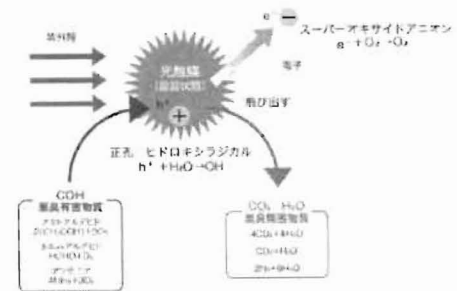


図1. 酸化還元反応模式図

光触媒表面が汚れなどにより覆われない限りこの反応は継続するものである。また汚れ被膜などに光触媒表面が覆われその効果が損なわれたとしても、水洗洗浄・干し乾燥を行うことで従来の機能を取り戻すことが可能である。

3、なぜ光触媒なのか？

脱臭対策としてはマスク法始め、燃焼法・吸着法・スクラバー法・生物脱臭法・オゾン脱臭法など様々な手法がその特性に応じて用いられている。マスク法とは不快なニオイを快適なニオイで覆い消す方法である。燃焼法とは脱臭方法としては最も効果の高い手法であるが、安全面・環境面、コス

ト面から懸念されている。吸着法は活性炭などを用いた最も一般的な手法であるが、吸着飽和後の廃棄処分や、ランニングコストの面は目をつむらなければならない現実がある。それを裏付けるものとして、活性炭が年間どの程度空気浄化をできるかについて動物施設の空調容積辺り $16\text{kg}/\text{m}^3$ とされており、これを面積 1000m^2 、天井高さ 2.5m の動物施設に試算すると $40,000\text{kg}$ (単価 $1,300$ 円/kg として $5,200$ 万円) という報告³⁾もある。スクラバー法もアンモニアなど水に溶解しやすい物質には大変効果的であるが、水処理などのランニングコスト面から懸念される。生物脱臭法は低コストな反面、処理スピードの遅さや、衛生面などの問題がある。オゾン脱臭法は酸化分解力による脱臭でありオゾン自体のマスキング効果ともいわれている。オゾンの取扱い(人体や動物への影響⁴⁾)について注意が必要でありオゾンのマスキングは一種の麻酔ともいわれている。それぞれの手法に長所・短所があり、適材適所な選択をする必要がある。

光触媒脱臭方式は、まだまだ実験動物業界内での認知度は高くないものの、そのメンテナンスを含むランニングコストの面からも注目を浴びている。その酸化力はオゾンよりも強力であり真菌やウイルス、アレルギー物質の分解にも効果があり、脱臭のみならず除菌にも効果がある。また光触媒は消耗品ではなく、その自己再生機能から「洗浄—乾燥」によって汚れによる性能劣化を新品同様に回復することも注目される点である。屋外への大気解放排気による近隣住民へのニオイ対策はもちろんのこと、除菌性能を生かして室内への作業環境及び飼育環境改善にも利用することができる。近年のトピックスの一つとして、武田薬品工業株式会社湘南研究所での動物飼育排気対策として利用⁵⁾されたことから、光触媒方式の良さが認められているといえる。

4、光触媒技術の応用

弊社ではこの光触媒技術を用いた製品として【光触媒セラミックスフィルター】【可視光応答型光触媒サガンコート】の2種類の製品を展開しており、それぞれの具体的な利用方法について紹介する。

【光触媒セラミックスフィルター】

三次元網目構造をしたセラミックス素材に光触媒処理を施したフィルターである。これに紫外線を強制的に照射させた状態で空気を通過させ、フィルター通過時に空気浄化する方式である。図2にその模式図を示す。

光触媒セラミックスフィルターと紫外線ランプの組合せを一つのユニットとして、装置内へ組み込むことで装置化することができる。

特に、弊社の光触媒セラミックスフィルターは本稿冒頭にも述べたが旧東芝セラミックスの開発した技術により製造するものであり、その性能の高さは他社と比較しても劣らないものである。光触媒性能は分解対象物質が光触媒と接触する面積に大きく依

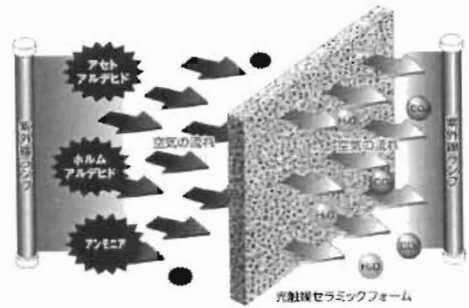


図2. 空気浄化フローの模式図

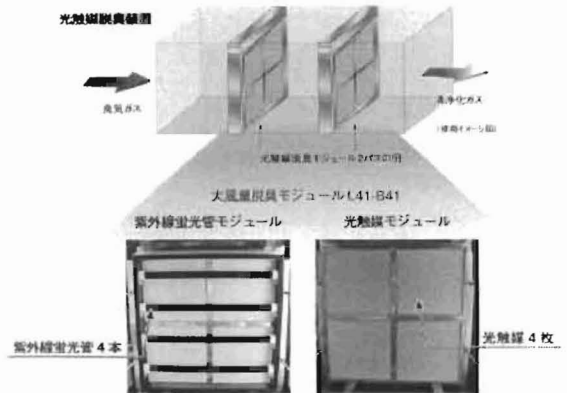


図3. 光触媒脱臭除菌ユニット

図3に光触媒脱臭除菌ユニットのダクト内利用の模式図、写真1に室外排気の一例写真を示す。



写真1. 光触媒脱臭除菌装置の室外設置例

存することが分かっている。弊社の製造する光触媒セラミックスフィルターはその特殊な製造技術により約 $18\text{m}^2/\text{g}$ という広大な比表面積を作り出すことができ、光触媒工業会が定める空気浄化試験 (JIS R 1701-2:2008)⁶⁾ に於いてもアセトアルデヒド除去量 $10.58\mu\text{mol}/\text{h}$ という驚異的な分解性能を示している。写真2にその性能を決定付けるセラミックスフィ

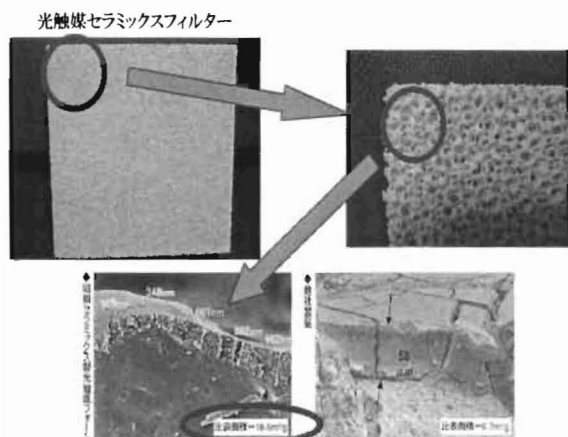


写真2. 光触媒セラミックスフィルターの表面構造

ルター表面構造写真を示す。

繰り返しになるが、光触媒セラミックスフィルターを用いた脱臭除菌装置を設置することで、近隣住民への臭気対策（室外）、作業者のアレルギー症状の低減、アンモニア臭の除去、浮遊菌・落下菌の低減など（室内）に利用されている。

【可視光応答型光触媒 サガンコート】

光触媒は紫外線照射によりその効果を発揮する材料であるが、サガンコートは文字通り可視光領域での光エネルギーでも光触媒反応が可能な素材を用いたコーティング剤である。これを用いることにより紫外線ランプを使用することができない環境や、窓ガラス等が無く太陽光の当たらない室内環境下でも一般的な室内蛍光灯の明かりだけで光触媒効果を発揮することができる。省エネの観点から蛍光灯から白色LEDに変わっていくことも今後想定されるが、白色LED光源に於いてもその光触媒効果は同様に得ることができる。具体的には動物飼育室内の壁及び天井にコーティングすることで、室内壁面の抗菌性持続や長期利用による壁面への臭気吸着防止などの対策を行うことができる。近年では壁のみならず、飼育ラックなどのステンレス器材へのコーティングも行っている。

サガンコートには可視光応答型光触媒であること

以外にも特徴がある。その一つは有機バインダーを用いていない点で、完全な水溶液であるため安全である。また、コーティング面は自然乾燥で製膜できるため既存施設、新施設問わず施工することができる。さらに夜間の暗所に於いても抗菌性能を保持させるために、銀イオンを含んだコーティング液を用いることができる。写真3にコーティング液と施工風景を示す。



写真3. サガンコートとその施工風景

5、おわりに

光触媒の性質・原理、その具体的利用方法について述べてきた。一般建材では既に広く利用されているものの、実験動物業界に於いてはまだまだの認知度である。本稿を通じて光触媒をより身近に感じていただき、その効果を認識していただければ幸いと考えている。さらに光触媒脱臭除菌装置とサガンコートを組み合わせることで次世代実験動物飼育施設環境が見出せるものと考え、今後も光触媒の普及に尽くしたいと考えている。

参考文献

- 1) A. Fujishima, K. Honda, Nature, 1972, 238, 37-38
- 2) M.R.Hoffmann, S.T.Martm, W.Choi and D.W. Bahnemann, Chem. Rev.95 (1995)
- 3) 新刊 実験動物の環境と管理(2008)
- 4) オゾン脱臭に伴う危険性について (日本獣医師会雑誌 60(3), 168-170, 2007-03)
- 5) http://www.takeda.co.jp/shonan/safety/safety_01-3.html
- 6) <http://www.piaj.gr.jp/roller/contents/entry/20090121>
- 7) 実験動物と環境 14(1) 57-61, 2006