

# 光触媒材料への取り組みと製品について

室 伏 康 行\*

近年「光触媒」がマスコミに頻繁に取り上げられるようになってきている。当社はこの光触媒の有用性に着目し、今まで実用化が難しかった繊維製品等の生活関連分野への適用を可能にした光触媒コーティング液を開発・製品化したのでここに紹介する。

## 1. 光触媒について

光触媒の持つ機能については一般向けの解説書から専門書まで多く出版され、光触媒への理解も進みつつあるものと思われる。よってここでは当社の製品に関係のある機能について簡単に説明しておく。

まず「触媒」とは特定の化学反応を促進し、かつ自身は反応の前後で変化しないものことである。化学製品の多くはこの触媒を利用して生産されている。身近なところでは生命活動に不可欠な酵素があり、自動車排気ガスの浄化にも触媒が使われている。

この排気ガス浄化用の触媒を例にとると、自動車の排気ガスにはガソリンの燃え残りの炭化水素や一酸化炭素などの有害な物質が混じっている。これらの有害物質は燃焼することで酸化分解し、安全な水と二酸化炭素にして除去することができる。通常燃焼には1,000℃近い高温が必要になるが、排気ガス浄化用触媒によればこの酸化分解を300℃くらいで進めることができるのである。これと同じように、室温ではほとんど進まない酸化分解反応を、光の力を利用して促進するのが「光触媒」である。

この光触媒の酸化分解反応を利用すれば、様々な有害物質を室温で燃焼して除去することができる。シックハウスの原因物質であるホルムアルデ

ヒドを始めとして、百種類以上あるといわれる揮発性有機化合物（VOC）も酸化分解できる。また、各種の細菌、ウィルスに対してもその効果を発揮できる上、薬剤耐性菌などを生み出す心配もない。

通常の消臭剤や抗菌剤では、除去したい対象によって効果的な薬剤を選択する必要がある。そのためVOC対策ではそれぞれの化学物質に合わせて様々な薬剤を使用する必要があり、すべてのVOCに対応するのは非常に難しい。また効果の持続性に限りがあったり、薬剤を環境中に放散することで環境負荷を増す可能性もある。これに対して光触媒は効果の持続性が高く、環境負荷の非常に小さい環境改善技術となっている。

## 2. 製品概要および特徴

前記のように光触媒は優れた性質を持っているが、逆にこの性質が今まで製品化の範囲を狭めていた。例えば衣類やカーテンなどの繊維製品に光触媒によって消臭効果を与えようとする場合、塗料と同じように光触媒である二酸化チタン粉末をバインダー樹脂と混合した液を繊維製品にコーティングする方法が考えられる。しかしこのとき光触媒が繊維やバインダー樹脂と直接接触していると、光触媒反応によって繊維やバインダー樹脂を傷めてしまうことがあった。さらにバインダー樹脂で光触媒を包み込んでしまうと光触媒が機能しなかったり、バインダー樹脂の分解によって二酸化チタンを接着していることができず耐久性が損なわれるといった点が問題となっていた。この一例として、屋外に塗られていた白いペンキが何年も経つと粉を吹いたような状態になることがあったが(いわゆる「チョーキング現象」)、これはまさに白色

顔料である二酸化チタンによる光触媒反応によって塗膜の分解が生じた結果である。

当社では独自の技術によってこの問題を解決した。特にバインダー樹脂について重点的に取り組み、耐久性と光触媒活性の両立を実現している。光触媒による有機系素材への影響を最小限に抑制し、しっかりと基材に固定されるようになっている。これにより衣類などの柔軟な有機系素材にも安心して使用できる光触媒コーティング液「ヒカリアクター」シリーズを開発し、販売を開始している（写真1）。



写真1

「ヒカリアクター」シリーズの特徴は次の通りである。

◇一液型でプレコーティングや熱処理の必要がないため、有機系素材に簡単に光触媒加工ができ

る。

◇耐久性と高い光触媒活性を両立している。

◇衣類などの繊維製品に加工しても色合いや風合いをほとんど損なわない。

これらの特徴を活かしながら、加工対象に合わせていくつかの仕様を用意している。当社製品ラインアップを表1に示す。

表以外にも受注生産製品であるリネンサプライ仕上げ用の「ヒカリアクターLシリーズ」、光触媒スプレーOEM生産用の「ヒカリアクターAシリーズ」も用意している。また、手軽に光触媒加工ができる一般消費者向けのスプレー「光ミスト」も販売中である（写真2）。



写真2

### 3. 光触媒評価方法について

光触媒の評価方法については業界団体が中心となって基準作りが進められている。光触媒製品フォーラムと光触媒製品技術協議会（SITPA）の二

表1 ヒカリアクター製品仕様

仕様	用途	特徴
Tシリーズ	衣料やカーテン、寝具などのテキスタイル製品の生地加工用	浸漬加工、主に繊維関連工場での生地加工に使用
Gシリーズ	住宅やオフィス、医療・介護施設、学校などの内装加工 自動車などの内装施工 光触媒機能付加製品の生産用	噴霧加工、スプレーガン等の噴霧器を使用
Cシリーズ	クリーニング工場での光触媒加工仕上げ用	噴霧加工も専用の噴霧器を使用

つが光触媒関連業界を代表する団体として平成17年まで活動していたが、平成18年にこの両団体を中心として業界の統一団体である「光触媒工業会」が発足した。現在この光触媒工業会を中心に試験方法のJIS化や性能基準作りが行われている。しかしまだ発足したばかりであり、いくつかの試験方法がJIS化されたが、性能基準作りはこれからといった状況にある。

そのため当社では当面の対応として、光触媒工業会でも暫定的に継承している性能基準であるSITPAのガスバッグB法およびそれに準拠した条件で消臭試験を実施している（この他にも製品特性に合わせてガスバッグA法や液相フィルム密着法があるがここでは省く）。

抗菌試験については抗菌製品業界団体である抗菌製品技術協議会（SIAA）の光触媒フィルム密着法を利用して評価している（JISの光触媒抗菌試験法はこの方法を参考に作成されたとのことである）。

平成18年12月の時点では、光触媒の評価方法として「空気浄化性能試験（窒素酸化物）」「抗菌試験」などがJIS化されているが、あくまで評価方法を規格統一するものであり、その評価でどれだけの数値が得られればいいのかという性能基準はまだできていない。また、身近な問題としての消臭性能評価などはこれからJIS化が予定されている。今後様々な性能評価方法のJIS化や基準作りが進み、公的検査機関での評価体制が整えば、当社としても順次これらの試験を実施してゆく予定である。

#### 4. ヒカリアクターの光触媒性能

今回は代表的な試験結果として以下の試験結果について示す。

- ヒカリアクターTシリーズであるRD-T1のフィルム密着法での抗菌試験結果（図1）、および社内で行った洗濯耐久性試験結果（図2）
- ヒカリアクターGシリーズであるRS-G1の消臭試験結果（図3）
- 「光ミスト」スプレーに使用しているRS-A2の消臭試験結果（図4）

なおこれら試験では各仕様の液をそれぞれ推奨している方法と塗付量で加工した綿布を試料とし

ている。以下、試験結果について述べる。

図1はRD-T1について（財）日本食品分析センターで肺炎桿菌を使い実施した抗菌試験結果である。この試験では0.1mW/cm<sup>2</sup>の強度の紫外線を照射しながら菌の培養を行っている。無処理の布地では初期の菌数が24万個だったものが、24時間後には20倍の480万個に増殖しているが、RD-T1を加工した布地では菌の増殖が抑制され、24時間後には菌がほとんどいなくなっていることがわかる。さらにRD-T1については洗濯耐久性についても試験している。

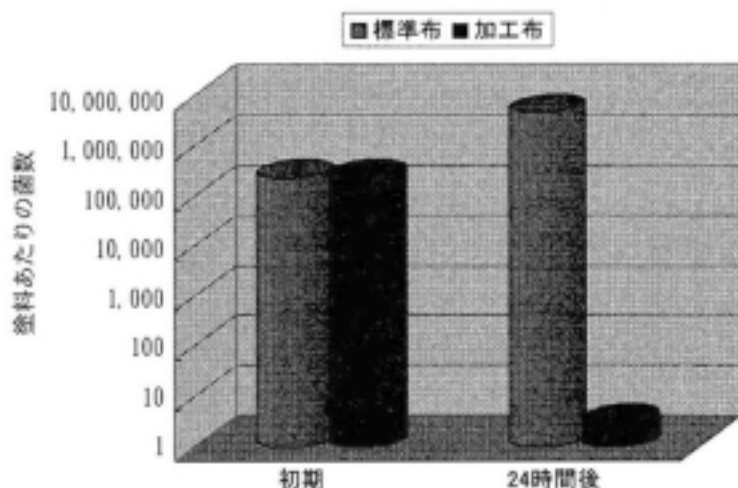


図1 ヒカリアクターT1の抗菌試験結果

図2はRD-T1の加工布についてJIS L 0217 103号に準拠した方法で家庭洗濯50回相当を実施し、洗濯前後での消臭性能を比較した結果である。試験では20ppmのアセトアルデヒド1L中に5×5cmの試料を置き、1mW/cm<sup>2</sup>の紫外線を照射して20時間後の濃度を測定した。その結果、洗濯50回後も依然高い消臭性能を維持していることがわかる。

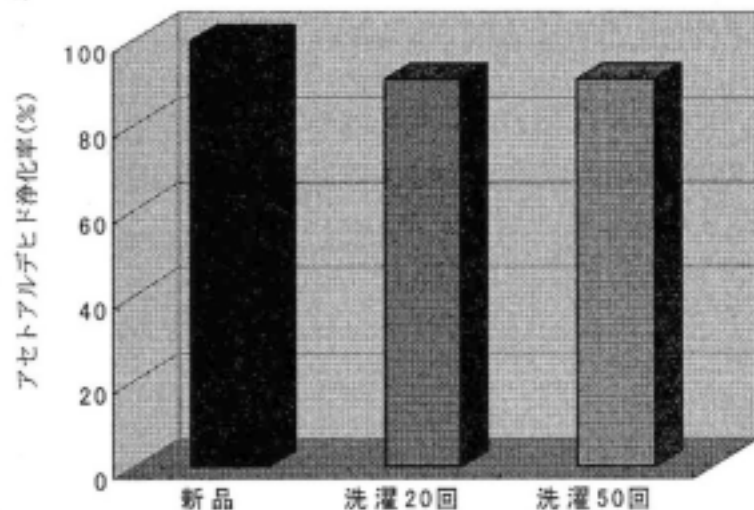


図2 ヒカリアクターT1の消臭試験結果（洗濯耐久性）

図3はRS-G1についてガスバッグB法に従って実施した消臭試験結果である。ガスバッグB法

では100ppmのアセトアルデヒド3L中に5×5cmの試料を置き、1mW/cm<sup>2</sup>の紫外線を照射して20時間後の濃度を測定する。SITPAの基準ではこの試験で70%以上の除去率が必要であるが、RS-G1では100%の除去率が得られており、光触媒による高い消臭性能が確認できる。

試験ガス	アセトアルデヒド
ブラックライトの型式 ランプ数	National FL40S・BL-B 2灯
検体採取量	5cm×5cm
試験片の前処理方法等	紫外線照射3時間
ブラックライトから 試験片上面までの距離	約135mm
試験室の温度範囲	24～25℃
試験成立条件の確認	有効
アセトアルデヒド除去率	100%

図3 ヒカリアクターG1の消臭試験結果

図4では光触媒が様々なガス成分に対して効果があることを表す一例として、RS-A2について実施したホルムアルデヒドの消臭試験結果を示した。ガスバッグB法ではアセトアルデヒドを使うことになっており、他のガスでは試験条件が決まっていない。そこで今回は使用するガスをホルムアルデヒドに変え、他の条件は同一にして消臭試験を行った。布地などによる吸着効果を除くために、紫外線照射した試験布と暗所保存した試験布の濃度を比較し、より正確に光触媒活性の測定を行った。初期濃度20ppmのホルムアルデヒド濃

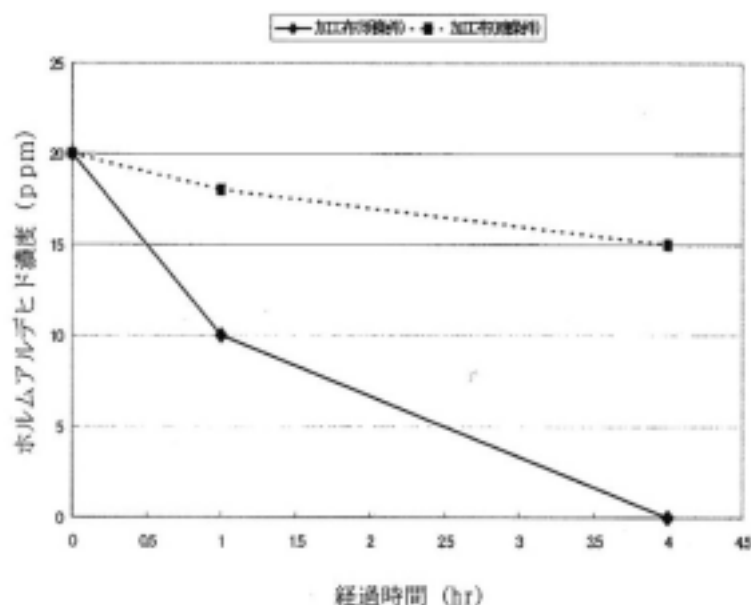


図4 光ミストの消臭試験結果

度が、暗所保存した試験布では4時間後に15ppmになっているのに対して、紫外線を照射した試験布では検出限界(1ppm)未満になっており、ほぼ100%の消臭率が得られている。

以上説明した試験結果以外にも、アンモニアやトルエンといったガスや大腸菌、黄色ブドウ球菌など様々な対象について試験を実施しており、各仕様の光触媒性能を確認している。

## 5. 今後の展開

以上のように当社のヒカリアクターシリーズは充分な光触媒活性を発揮している。とはいえ光触媒は光の照射量によって得られる効果が増減するという特性がある。そのためにより効率よく機能するように、光触媒そのものの性能も日々改良が加えられている。当社としてもより高活性な光触媒を製品に採用していくように技術開発を進めている。とくに近年は紫外線だけでなく可視光でも活性化するタイプの光触媒開発が盛んになっており、当社でも実用化に向けての調査、検討を行っている。また、単に光触媒の高活性化を進めるだけでなく、より使いやすいコーティング液としての開発にも併せて取り組んでいる。

光触媒の超親水性や酸化分解機能を実用化する技術は日本独自のものとして産学官のすべてから注目されている。そのような状況の中で1999年の時点では2005年に光触媒関連市場の規模は1兆円に達するとの予測もあった。しかし実際には2003年の段階で500～600億円程度だったとみられている。これは現時点では繊維製品を始めとする生活関連分野の製品への応用が当初の予想ほど進んでいないためである。その原因として第一に光触媒性能の基準が曖昧で従来の消臭製品との差別化が充分に行われていなかったことが考えられる。第二には、前述したように繊維素材などへの光触媒の適用が技術的に難しかったことが挙げられる。しかし平成18年には光触媒工業会が発足し、光触媒性能基準の策定や企業活動のルール作りが始まっている。また生活関連分野も含めて光触媒市場は高い伸び率で拡大を始めている。

当社はまさにこの生活関連分野へ向けて製品を提供しており、今後急速に市場が拡大してゆくものと期待している。