

# 銅イオン添加および誘電体バリア放電処理を行った 光触媒によるホルムアルデヒド除去性能

日大生産工(院) ○山田 圭祐

日大生産工 工藤 祐輔 日大生産工 矢澤 翔大 日大生産工 大塚 哲郎

## 1 まえがき

近年、地球環境問題が深刻していることから、環境に優しい光触媒が注目されている。光触媒とは、光エネルギーのみを必要とし、酸化還元作用と超親水性作用の二つの作用を発揮して有機物を分解する非常にクリーンな環境材料である<sup>1)</sup>。光触媒の分解力を向上させる手法の一つに金属イオンを光触媒表面に添加する方法があり、光触媒の酸化分解作用の向上が既に確認されている<sup>2)</sup>。筆者らは新たな手法として光触媒を省エネルギーかつ簡易的な装置で放電を発生させることが可能である誘電体バリア放電 (Dielectric Barrier Discharge: DBD) によって放電処理することで光触媒性能を向上させられないかと考えた。さらに、この二つの手法を組み合わせ、光触媒性能を飛躍的に向上させる事ができないかと考えた。

本研究の目的は、金属イオン添加と DBD による放電処理の二つを組み合わせた光触媒のホルムアルデヒド(HCHO)除去性能を評価することで、この二つの処理の相乗効果の有無を確認することである。はじめに、金属イオン添加のみによる効果と DBD 処理のみによる効果を確認し、次に二つの相乗効果の有無を確認した。

## 2 銅イオンの添加

今回は、添加金属として銅イオンを添加した。あらかじめ、二酸化チタン光触媒粉末 (ST-01, 石原産業) が塗布してある25 mm×25 mm×1 mmのパイレックスガラス基板に暗室内でブラックライト(FL6BL, 東芝)による紫外光を上方から照射して超親水化させた。この超親水化した光触媒基板の上に銅標準液(Cu1000, 和光純薬工業株式会社)を0.02 ml滴下し、再度、暗室でブラックライトを照射して光析出法により光

触媒表面に銅イオンを添加した。光析出法とは、光触媒の酸化還元作用により、金属イオンを光触媒表面に析出させる手法である<sup>3)</sup>。

## 3 DBD処理

DBDリアクターを図1に示す。ガラス管に外接するように巻いた銅テープを接地電極とし、ステンレス製のねじ切り棒を高圧電極とした円筒同軸構造になっている。その電極間に16 kVrmsの交流電圧を印加してDBDを発生させた。交流高電圧は50 Hz商用交流電源をスライドトランス (S-130-5, 山菱電気) によって調節した後にネオントランス (TP-0512-3, 港電業社) によって昇圧することで得た。リアクターに加える印加電圧の測定は、高圧用プローブ (SC-003, 岩通計測) とデジタルマルチメータ (PC-20, 三和電気計器) を用いて測定した。リアクターには背景ガスとして空気を0.5 L/min、湿度50 %で供給し、金属イオン添加と同様にパイレックスガラス基板の上に二酸化チタンを塗布して作製した光触媒基板を2枚設置して放電処理を5分行った。

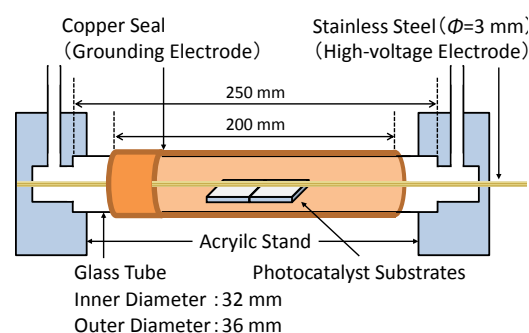


図1 DBD reactor

## 4 銅イオン添加およびDBD処理

銅イオンを添加した光触媒基板にDBD処理を行い、銅イオン添加とDBD処理を行った光触媒基板とした。

Study on the Formaldehyde Removal Performance of Photocatalyst  
Processed by Cooper Ion Addition and Dielectric Barrier Discharge

Keisuke YAMADA

## 5 HCHO除去性能評価試験

HCHO 除去性能評価試験概要図を図 2 に示す。また、表 1 に試験条件を示す。JIS R 1701-4 の光触媒材料の空気浄化性能試験方法を基に、光触媒の HCHO 除去性能評価試験を行った<sup>4)</sup>。光触媒基板に紫外線を照射する前後の HCHO 濃度を測定し、その変化から除去率を計算して評価指標とした。

試験用ガスの HCHO の濃度は 1 ppm とし、流量は 1 L/min とした。HCHO 濃度の測定にはホルムアルデヒド検知器 (C-XP-308B, 新コスモス電機) を用いた。光源にはブラックライト (FL6BL, 東芝) を使い、光触媒基板に照射される紫外線強度が  $10 \text{ W/m}^2$  となる様に調整した。

各処理方法に対する光触媒の HCHO 除去率を図 3 に示す。実験結果より、銅イオン添加と DBD 処理の単体では未処理のものと比較して 2 割程度、光触媒性能が向上していることが分かった。DBD 処理により光触媒の性能が向上した理由として、DBD によって生成された親水基が光触媒表面へ付与したと考えられる。親水基が付与されたことにより被処理物との接触反応効率が向上し、結果的に HCHO 除去性能に寄与したのではないかと考えられる。また、DBD によって生成された  $\text{O}_3$  や  $\text{OH}$  などの活性種が光触媒自体に何らかの影響を与えたのではないかと考えられる。しかし、銅イオン添加と DBD 処理を組み合わせた場合の相乗効果は確認できず、銅イオン添加と DBD 処理を単体で行った場合よりも光触媒性能が低下していることが分かった。この理由として、光触媒表面へ添加されていた銅イオンが DBD によって剥離してしまったと考えられる。

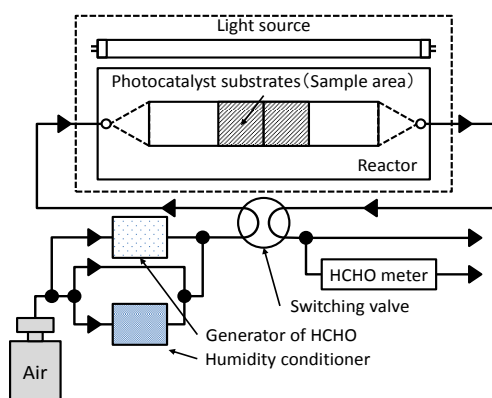


図 2 Device configuration of HCHO

表 1 Experiment condition of HCHO Decomposition experiment

|                                                      |                    |
|------------------------------------------------------|--------------------|
| HCHO concentration [ppm]                             | $1.0 \pm 0.1$      |
| Sample area [ $\text{mm}^2$ ]                        | $25_w \times 50_D$ |
| Irradiation power of light source [ $\text{W/m}^2$ ] | 10                 |
| Temperature [ $^{\circ}\text{C}$ ]                   | $25.0 \pm 2.5$     |
| Relative Humidity of HCHO gas [%]                    | 50                 |
| Flow rate of HCHO gas [L/min]                        | 1                  |

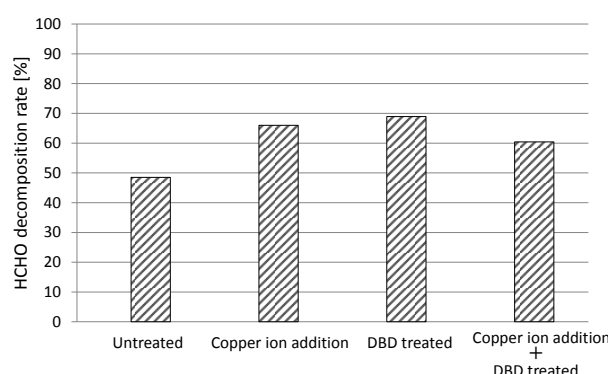


図 3 Relationship between HCHO decomposition rate and treatment process

## 6 まとめ

光触媒の酸化分解作用を向上させるため、光触媒に銅イオンの添加と DBD 処理を行った。銅イオンの添加と放電処理の単体では 2 割程度の光触媒活性の向上が確認できたが、この二つの処理を組み合わせた場合の相乗効果は確認できなかった。今後は、処理条件などを変更して再度、金属イオン添加と DBD 処理の相乗効果を確認する。

### 「参考文献」

- [1] 大谷 文章：“光触媒の原理” 北海道大学触媒化学研究センター, p14
- [2] 野口 雅弘, 齋藤 晴貴, 尾方 聖, 三上 義治：“酸化亜鉛光触媒の開発” Ricoh Technical Report, No32, p41, December 2006
- [3] 立間 徹, 田 陽：“金属ナノ粒子・半導体材料の光電変換・光触媒への応用” J.Jpn.Soc. Colour Mater., 75 [8], 359-364, (2005)
- [4] 日本規格協会: JIS R 1701-4 光触媒材料の空気浄化試験方法-第 4 部: ホルムアルデヒドの除去性能, (2008)