

# 光触媒効果を探る

## ～本当の浄化とは～

京都府立西城陽高等学校 櫻井総学サイエンスゼミ(環境分野)

(学年・人数) 3年生選抜メンバー 4人

【キーワード】光触媒、浄化、環境、紫外線、グリセリン

### 1. はじめに

これまで光触媒といえば、酸化チタンを用いた光電効果の一種である本多-藤嶋効果が有名で、これが日本で最初の光触媒である<sup>1)2)</sup>。以降、日本に光触媒が周知されたのは記憶に新しい。なお光触媒には光エネルギーが必要で、光を照射することでTiO<sub>2</sub>が励起し、空気中の水分や酸素から活性酸素を生み出し、その活性酸素で汚れを分解するシステムである。そして当初はその光エネルギーも、紫外線(UV-A)等の強いエネルギーを持つものを照射する必要があったが、その後TiO<sub>2</sub>に窒素ドープさせたものや硫黄ドープさせた触媒で高活性化され、可視光でも十分に応答する光触媒が開発された。

更に現在においては、更なる技術革新が起こり、TiO<sub>2</sub>の粒子径分布を均一にし、無色透明の光透過性を十分に発現する技術により、TiO<sub>2</sub>のみでも可視光応答型の光触媒が続々と開発され始めている。それが実際に商品となったのがS社製触媒(2社)やI社製触媒である。

### 2. 目的

世間で行われている光触媒効果をまずは再現すべく、汚れ成分としては安価で安全なメチレンブルー溶液(以下MB溶液)を代替に用い、そのMB溶液の分解速度を経時時間を追って調査する。反応はどのような反応でも、安価でコストがかからず、しかも迅速に進むのが人にとって都合が良い。

よって本研究では、光触媒による浄化が経時時間に伴い、緩慢で緩やかな場合には、浄化促進させる手法も併せて検討することも目的とする。

### 3. 実験手法

- ・光触媒：S社とI社製 光触媒溶液
  - ・グリセリン：健栄産業株式会社製
- 上記試薬を用いてタイルにコート。

1回ずつドライヤーで乾燥させながら計3回

コートした。

その後MB溶液をその上にハケで塗布し、0hr～15日後まで経時変化を観察する。

用いたタイルは撥水性有のものと、無しのもの2種類をホームセンターより入手した。

なお本実験では紫外線ランプを購入し、その光源を照射して一定の実験を実施している。

この紫外線ランプにはYazawa製BL2060 [ブラックライト 60Hz(西日本地域対応)]を用いた。更にタイルの色が抜けた状態をimageJというアメリカ国立衛生研究所のソフトを用いて輝度を数値化させ、その値をグラフ化した。

### 4. 結果

MB溶液を、光触媒をコートしたタイル(光触媒有)と光触媒をコートしていないタイル(光触媒無)へ塗布すると、光触媒有の方が元のタイルの色へ戻るのが早かった(=輝度が高い)。

一方の光触媒無しのタイルの方は15日程度経過しても、青いMB溶液の色素がタイル上に残り続けた。

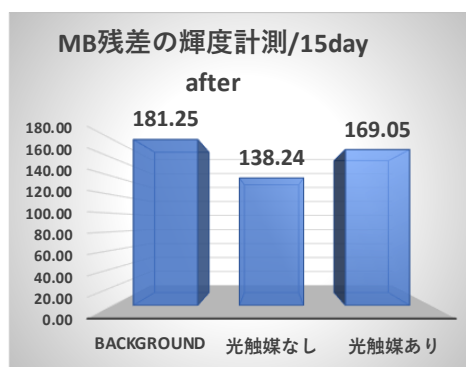


図1. MB溶液の残渣を光触媒有無で検証

(15日後データ、縦軸：輝度で数値が大きいほどMB溶液が浄化され、浄化率が高いとみる)

光触媒の優位性は確認できたが、浄化に要する時間が数日間も要することが判明。そこで今より迅速に浄化促進させる為に、MB 溶液+グリセリン溶液で実験を実施した。

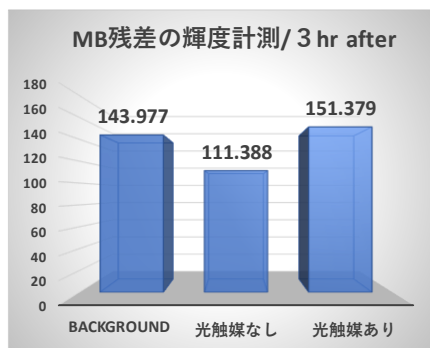


図2. MB+グリセリン溶液の残渣を光触媒有無で検証 (3hr 後データ)

僅か3時間でバックグラウンドに光触媒有のタイルの輝度が追いつき、MB 溶液では数日要した浄化が僅か3時間で完結していることが分かる。グリセリン試薬は、光触媒を浄化促進させる効果が大いにありそうだと推測した。

但し触媒メーカーによれば、これはMB 溶液が還元されて変化するロイコ体(無色・透明)になっただけで、浄化は決してされず、タイル上に残存しているだけとのアドバイスを受ける。

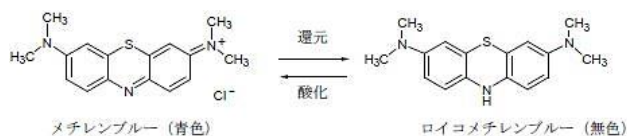


図3. MB 溶液の酸化・還元

## 5. 考察

本当にグリセリンを含有させた場合は MB 溶液とロイコ MB 溶液との変化だけに終始しているのだろうか。我々は、実際に撥水性タイルと撥水性がないタイル(内部に染み込む)で実験してみた写真を以下に掲載し、検証する。

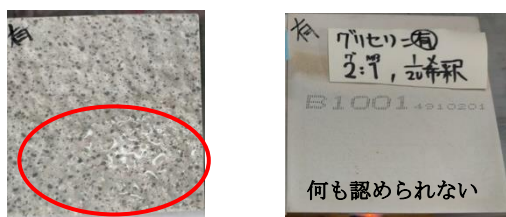


図4. 撥水性タイル(左)、撥水性無しタイル(右)の2日経過後

左には確かに透明な物質が残存しており、これはロイコ体に変化した MB 溶液とグリセリンであると思われる。一方、右の撥水無しタイル上には全く液状のものが存在する気配はなく、手触りも新品で購入したタイルと全く相違ない。我々はレドックス(酸化・還元)を繰り返せば実は還元作用でロイコ体にするだけの働きとされていたグリセリンも、実は浄化促進に関与しているのではないかと考えた。

再度メーカー見解を確認したが返答は同じ。しかしながら、確かにレドックス反応が多発して起こると MB 構造が破壊され、結果として浄化されることもあり得るかも知れない、と我々の考察に一部賛同される返答もあった。

撥水性なしタイルの方のみ、グリセリンによる浄化促進効果が発現する理由は、光触媒が内部に浸透し、反応場が表面に留まってしまう撥水性有タイルとは比べものにならないくらい広範囲であることに起因する、と考えている。

## 6. まとめ

- MB 溶液の浄化再現は成功した
- グリセリンは浄化促進効果もあり、  
1日かかる浄化⇒3hrへ短縮できる

今後は、この仮説をより明確化すべく、撥水性なしタイルの内部にも、本当にグリセリンや MB 溶液が残存していないことを確認したい。

赤外線吸収スペクトル測定法等を用いて存在の有無は計測できると考えている。

## 謝辞

財団への予算申請から、実験手法、パワーポイント作成までの一連の作業をご教授下さった櫻井健治先生、また発表練習の際にアドバイス下さった小関宗平先生のお二方に深くお礼を伝えたいと思います。また丁重にご返答下さった触媒メーカーの技術、営業の方にも、感謝の意を表したいと思います。本当に有難うございました。

## 引用文献

- 1) A. Fujishima, K. Honda and S. Kikuchi, Kogyo Kagaku Zasshi72(1969) 108-113.
- 2) (2010) 東北大学 正橋直哉 TiO<sub>2</sub> 光触媒の基礎と最新開発動向