

可視光応答化したTiO₂光触媒とLEDを用いた ホルムアルデヒド分解

日大生産工 (院) ○小野陽平
日大生産工 工藤祐輔 日大生産工 中根偕夫

1 はじめに

近年、環境ホルモンやシックハウス症候群など、有害化学物質による環境汚染が問題視されている。その解決策として光触媒が挙げられている。光触媒には主に2つの作用があり、分解作用と、超親水性作用に大別することが出来る。光触媒は大気浄化、抗菌、浄水、防汚、脱臭に利用される^[1]。

これまでの研究で、光触媒へ周波数の異なるパルス光を照射した場合の特性についての研究を行った^[2]。その結果、連続光よりパルス光の方が効率的に有害物質を分解できることがわかった。

本研究は、更に最適な照射を行えないかと考えた。現在、光触媒は可視光下でも反応するものが研究されている。そこで本研究では可視光応答化された光触媒について、効率よく分解できる波長を見つけることを研究目的とした。

2 実験方法および測定方法

2.1 ゴルゲル法による光触媒作成

光触媒基板はゾルゲル法によって製作した。ゾルゲル法とはゾル状の溶媒を化学反応によりゲル状に変化させ、さらに熱処理を加えることにより、基板上に光触媒を作成する方法である。基板となるガラス板に材料をハケで塗布し、乾燥後、500度で焼成するという一連の行程を10回繰り返して光触媒基板を完成させた。

プラズマ発生装置を用いて、光触媒基板を水素プラズマに曝すことにより可視光応答化させた。その後、光触媒の反射率を紫外可視分光光度計 (UV-2450、島津製作所) で測定し、可視光に反応していることを確認した。

2.2 実験装置の製作

図1に示すように、容量40 Lのデシケーターの中に注射器を用いてホルムアルデヒドを注入し、その後デシケーター内のホルムアルデヒド濃度の変化をホルムアルデヒド検知器 (ホルムテクターXP308B、新コスモス電機) で測定した。

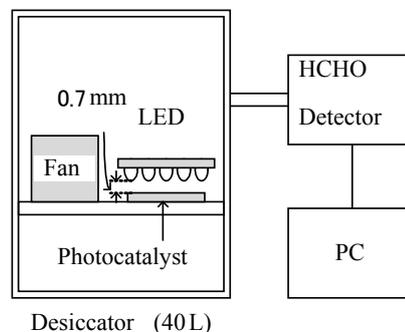


図1 実験装置

光触媒への光の照射はLEDにより行った。赤色660 nm、黄色590 nm、紫外線375 nmの波長ごとに違うLED75個を使用して回路を製作した。LEDの1つの光出力は1500 mcdで統一した。

3 実験結果及び考察

3.1 光触媒基板の可視光応答化

プラズマ処理前後の光触媒基板の反射率を測定した結果を図2に示す。図2より、プラズマ処理を行うことにより可視光領域の波長の反射率が低下し、光触媒が可視光を吸収するようになり、可視光応答化できていることがわかる。

HCHO Decomposition by Visible-light-responsive TiO₂ Photocatalyst and Light emitting diode

Yohei ONO, Yusuke KUDO and Tomoo NAKANE

3. 2 LEDによるホルムアルデヒド分解実験

可視光応答化した光触媒基板にLEDによる光を照射してホルムアルデヒド分解実験を行った結果を図3に示す。図3は波長が375 nm、590 nm、660 nmの各LEDを用いた場合のホルムアルデヒド濃度の変化である。どのグラフも時間に対して濃度が下がっていることがわかる。測定結果は240分から記録しているが、これはホルムアルデヒドをデシケーター内に封入した直後はホルムアルデヒド濃度の変化が激しいためである。そのため、濃度がある程度落ち着いたところから測定結果を示した。それぞれのグラフの濃度が一致していないが、これは同量の気体ホルムアルデヒドを封入しても初期濃度に違いが出たためである。

図3で示した実験結果よりグラフの傾きを近似計算し、時間ごとのホルムアルデヒド減少量を求めて光の波長ごとの分解特性を比較した結果を図4に示す

図4のグラフから波長375 nmの紫外線LEDが最も分解効率が良いとわかった。次に波長660 nmが良く、最後に波長590 nmのLEDが良いという結果になった。この結果から波長の短い、すなわち光のエネルギーが大きい光であっても必ずしも分解効率が良いとは言えないことがわかった。このような結果が出た原因には光のエネルギーの大きさだけではなく、光子の数も関係しているのではないかと考察した。波長375 nmの光と波長660 nmの光を比べた場合、単純に光のエネルギーが大きい375 nmの光の方が分解効率が良かったのではないかと考えられる。一方、波長590 nmの光と波長660 nmの光を比べた場合、光子の量が多い660 nmの光の方がより分解効率が良くなったのではないかと考えられる。

4. まとめ

水素プラズマ処理をした光触媒は、可視光にも反応していることが確認できた。当初の予想ではLEDの波長が短くなるに連れて、分解効率が良くなるものと考えられていた。しかし、波長が短いほど分解効率が良いわけではないということが実験からわかった。

今回の実験は連続光のみの実験となった。今後はパルス光を使用した分解実験を予定している。

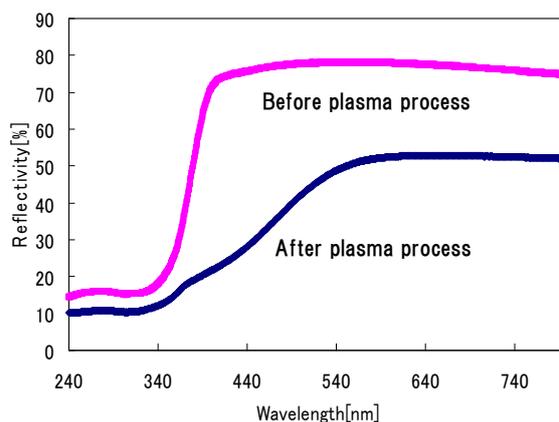


図2 波長に対する光触媒基板の光反射特性

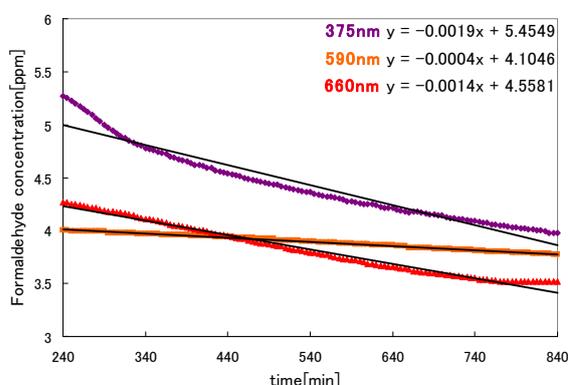


図3 ホルムアルデヒド分解実験結果

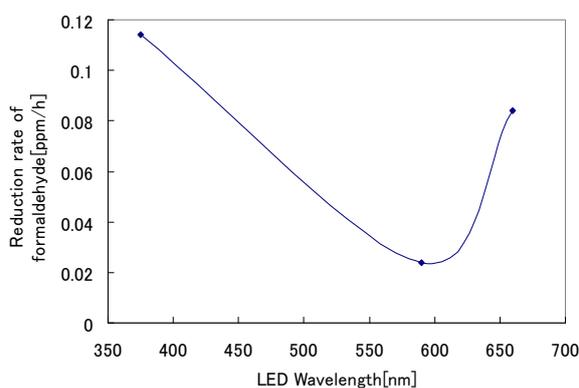


図4 ホルムアルデヒド減少率

「参考文献」

- 1) 大谷文章：光触媒標準研究法，東京図書，PP.77-90(2005)
- 2) Y.Kudo,H.Fujisawa,and S.Kogoshi：Proc. Of International Symposium on Dry Process 2008, PP.233-234(2008)