

振幅変調波光が酸化チタンの有機物分解に及ぼす影響

日大生産工(院) ○小川宙 日大生産工 矢澤 翔大 新妻 清純

1. まえがき

近年、環境汚染問題を解決する材料として光触媒に注目が集まっている。光触媒とは主に光を吸収することによって触媒として作用する物質の総称である。光触媒には、付着した有機物に光を受けることで発生するヒドロキシラジカルやスーパーオキシドアニオンラジカルによる酸化還元作用と水に馴染みやすくなる超親水性作用の二つがある。その中の研究として水質汚染の効率的な分解がある。汚染物質の分解にはエネルギーの継続的な照射が必要であるため、分解効率が良いものが求められている。そのためTiO₂の分解の効率を向上させるために、特定の金属を加えることや外部の条件を変化させることによって分解性能の向上が図られている。

外部の条件を変化させるものとして、TiO₂に任意波長の光を周期的に点滅させて照射されることでその分解の効率が最も良くなる波長は点滅の周期によって異なることがわかっている。その研究の例としてTiO₂光触媒と発光周波数を変えたLED光源を用いたホルムアルデヒド分解より、点滅光と連続光とではホルムアルデヒドの度合いが405 nm波長光における分解の指標では点滅光の方が連続光よりも3倍の分解が行われていることがわかった。そこで点滅方法を変化させ、振幅変調波を用いたLEDによる光の照射ではその分解効率はどのように変化するのかに着目した。振幅変調波によるLEDの点滅と周期的なLEDのスイッチングによる点滅ではLEDを点灯させるための電圧波形は交流と直流であるために発光の様態は異なってくる。

本研究では、点滅周期に当たる振幅を変調させることに加えて、スイッチング時の直流と同等の役割を持つ被変調波の周期を変えることができることに着目し、分解効率を検討することを目的とする。

2. 実験方法

2.1 試料作製

初めにメチレンブルーとTiO₂を用いた試料作製を行った。実験で使用するメチレンブルー水溶液は1%メチレンブルー水溶液を100 μ lと純水100 mlを混ぜ合わせて作製する。TiO₂の粉末を約0.5 g、メチレンブルー水溶液を8ml注ぐ。TiO₂の粉末がメチレンブルー水溶液に浮かばないように混ぜる。その後蓋をし、光の届かない場所に置き、30分静置する。TiO₂が沈殿しているのを確認し、その溶液の上澄み液をスポイトで吸い、紫外可視分光光度計で測定を行う。測定後、その液が濁らないようにスポイトで液を戻す。

2.2 照射実験

照射実験では装置の準備で行った光度の計測を再度行う。光度を再調整し任意の値にする。調整が終わった後、試料を投光器部分に置き、投光器の基板の表面から地面まで60 mm程度に調節し、光を遮断して2時間照射を行う。2時間照射後、光度計で設定したLEDの光度を測定する。光度計が同じである場合では上澄み液をスポイトで吸い、紫外可視分光光度計で測定する。また、メチレンブルーの吸光スペクトルが664 nmであるため、紫外可視分光光度計で測定した値から664 nmの透過率を調べることでメチレンブルーが分解された場合、無色透明となることで分解の指標が求まる。これを搬送波 (H.F) と信号波 (L.F) の組み合わせを変えて繰り返し、それぞれの664 nmの時の透過率を計測する。

今回の実験ではどちらの入力波形も方形波を選択した。高周波側の搬送波周波数を10, 50 kHzの場合と低周波側の信号波周波数を、100, 500 Hzと変化したものについて測定を行った。また比較用に10 kHzの方形波についても測定を行い、120分間照射し続けた。

また、本実験では投光器を表面の抵抗が左側に来るようにおいた場合にLEDの左側から3番

Effect of Amplitude Modulated Wave Light on
Organic Degradation of Titanium Dioxide

Sora OGAWA, Shota YAZAWA, Kiyozumi NIIZUMA

目の列で、上から3番目のLEDの光度がそれぞれの実験で同値になるように測定を行った。LEDは紫外線LEDを用いた。光度はUVX RADIOMETER、受光部がMODEL UVX-38のときに、 $1.0 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ とした。データの組み合わせをTable1に示す。

Table1 入力波の周波数組み合わせ

Input Pattern		1	2	3	4	5
AM wave	H.F	10 kHz	10kHz	50 kHz	50 kHz	×
	L.F	100 Hz	500 Hz	100 Hz	500 Hz	×
Continuous wave		×	×	×	×	10 kHz

3. 実験結果

紫外可視分光光度計による測定結果を示す。Table2には条件に対する透過率を示している。Table2をグラフに表したものがFig. 1に示す。Fig. 1では時間に対する透過率の変化を示し、照射直前の透過率と120分経過時の透過率を示す。

Table2 0分と120分の透過率

時間[min]	透過率[%]				
	H.F 10 k Hz L.F 100kHz	H.F 10 k Hz L.F 500kHz	H.F 50 k Hz L.F 100kHz	H.F 50 k Hz L.F 500kHz	Continuous wave 10kHz
0	1.72	1.421	1.808	1.738	1.744
120	7.948	8.200	8.322	6.549	7.016

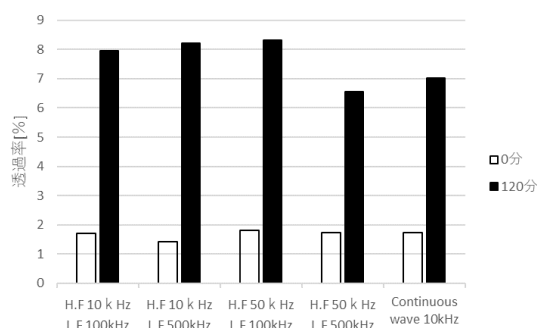


Fig. 1 0分と120分の透過率の関係

Fig. 1からどの条件であっても透過率が時間経過で上昇していることから振幅変調波光であっても同様にメチレンブルー水溶液の分解を行っていることがわかる。

Fig. 1より連続光Continuous wave 10 kHzの場合と振幅変調波光であるH.F 10 kHz, L.F 100 Hz及びH.F 10 kHz, L.F 100 Hzでは同じ10kHzであっても、振幅変調波光を、投光した場合の方が透過率が高い。すなわちメチレンブルー水溶液をより分解していることがわかる。また同じ振幅変調波光の場合でもH.F 10 kHz, L.F 100 Hzに比べH.F 50 kHz, L.F 100 HzとH.F 10 kHz, L.F 500 Hzは透過率が上昇していることから搬送波のH.F、信号波のL.Fのどちらの周波数

も分解効率に影響することがわかる。また、他のすべての透過率に比べてH.F 50 kHz, L.F 500 Hzは透過率が低下し分解効率が低下していることがわかった。

4. まとめ

本研究では振幅変調波光が酸化チタンの有機物分解に及ぼす影響に関して、実験より以下の知見が得られた。

- 1) Fig. 1の透過率の変化がそのままメチレンブルーがどれほど分解されたかを示すことによって搬送波や信号波を変化させることでTiO₂によるメチレンブルー水溶液の分解効率が変わることが分かった。
- 2) H.F 10 kHz, L.F 100 Hzを基準とした時に、H.F 50 kHz, L.F 100 HzとH.F 10 kHz, L.F 500 Hzは分解効率は上昇していることが分かった。
- 3) H.F 10 kHz, L.F 100 Hzを基準とした時に、H.F 50 kHz, L.F 500 Hzでは分解効率の向上が見られず、搬送波と信号波の向上する組み合わせであっても分解効率が上昇するとは限らないことが分かった。
- 4) H.F 50 kHz, L.F 500 Hzの組み合わせでは振幅変調波光ではないContinuous wave 10kHzの分解効率を下回ることが分かった。

参考文献

- 1) 清水宣明, 萩野千秋, 林良茂, 三好憲雄「光触媒・超音波照射によるOHラジカルの生成とその応用」ソノケミストリー討論会講演論文集/11巻(2002) pp. 91-93
- 2) 木村俊貴「可視光応答化した光触媒によるホルムアルデヒド分解におけるデューティー比依存について」日本大学生産工学部第44回学術講演会講演概要(2011-12-3) pp. 311-312
- 3) 木村俊貴「酸化チタン光触媒に照射するパルス光の波長と発光周期に関する研究」日本大学生産工学部第45回学術講演会講演概要(2012-12-1) pp. 585-586
- 4) 正橋直哉「TiO₂光触媒の基礎と最新開発動向」2010年第80回金属磁性材料研究所夏季講習会(2010)