

有機溶媒下における光触媒作用へのラジカルの影響

SATテクノロジー・ショーケース2020

■ はじめに

光触媒とは、紫外線によって励起されて超親水性や酸化還元反応を促進する物質である。^{1,2)} 光触媒作用のメカニズム³⁾から考えると、水ではなく有機溶媒下においても光触媒作用が起こると考えられる。先行研究では、メチレンブルー“MB”溶液の積分強度を求め、酸化亜鉛“ZnO”の光触媒作用に1分子あたりの塩素ラジカルの存在およびその数の影響が示唆された。一方、塩素ラジカルが生成されると同時に炭素ラジカルが生成される。⁴⁾つまり、有機溶媒下におけるZnOの光触媒作用には塩素ラジカルのみ、または塩素ラジカルと炭素ラジカルの両方が影響していると考えられる。そこで、本研究では有機溶媒下でのZnOの光触媒作用に炭素ラジカルと塩素ラジカルがどのように影響しているかを比較・検証する。

■ 活動内容

1. 試薬

酸化亜鉛(ZnO) (関東化学 鹿一級), メチレンブルー(MB) (関東化学 一級), クロロホルム(CHCl_3) (関東化学 鹿一級), ジクロロメタン(CH_2Cl_2) (関東化学 鹿一級), 1,2-ジクロロエタン($\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$) (関東化学 鹿一級), 硫酸マグネシウム(MgSO_4) (関東化学 鹿一級)

2. 結果および考察

図1にMB- CHCl_3 溶液, 図2にMB- CH_2Cl_2 溶液, 図3にMB- $\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$ 溶液の光分解反応速度定数を示した。塩素原子の数に対して炭素原子の数を変化させた場合は, 1分子中の炭素原子数が1個(CH_2Cl_2)または2個($\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$)含むとき, いずれの場合も光分解反応速度定数に差は見られなかった。このことから, 有機溶媒下におけるZnOの光触媒作用には炭素ラジカルは影響していないと考えられる。一方, 炭素原子の数に対して塩素原子の数を変化させた場合は, 光分解反応速度定数に差が見られ, 1分子中に塩素原子が3個含まれる(CHCl_3)の方が2個含まれる(CH_2Cl_2)方よりも大きい。すなわち, 塩素ラジカルが多く生成する方が光分解反応速度定数が大きいと考えられる。

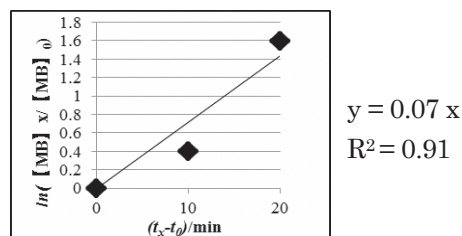


図1 MB- CHCl_3 溶液の光分解反応速度定数

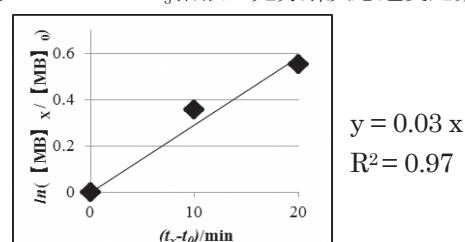


図2 MB- CH_2Cl_2 溶液の光分解反応速度定数

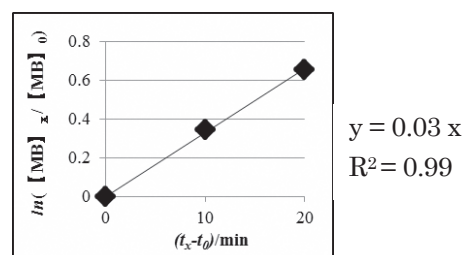


図3 MB- $\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$ 溶液の光分解反応速度定数

3. 結論

有機溶媒下における酸化亜鉛の光触媒作用には1分子あたりの塩素ラジカルが影響していることが考えられる。塩素原子を多く含む有機溶媒を用いれば光触媒作用がさらに促進されることが示唆される。

■ 参考文献

- 橋本 和仁, 藤嶋 昭, 図解光触媒のすべて, 2003, P1, 2, 41
- 藤嶋 昭, 第一人者が明かす光触媒のすべて, 2017, P33, 34, 74, 195, 196
- 東京理科大学 I 部化学研究部木曜班, TiO_2 光触媒による有機物分解, 2011, P2
- 植田 光洋, 有機分子触媒を用いた反応開発: 炭素ラジカル種の生成と活用, 化学と教育, 2016, 64巻10号, P1

代表発表者 筒井 瑠子(つつい ようこ)
 所属 茨城県立水戸第一高等学校 化学部
 問合せ先 〒310-0011 茨城県水戸市三の丸 3-10-1
 TEL: 029-224-2254 FAX: 029-225-5694

■キーワード: (1) 光触媒作用
 (2) 有機溶媒
 (3) ラジカル
 ■共同研究者: 柳田 有貴子, 高田 優花
 (茨城県立水戸第一高等学校 化学部)