

フェントン反応で発生する Fe^{3+} の還元を促進する光触媒の開発

(関西大院理工¹・関西大環境都市工²) ○三島 奈々子¹・福 康二郎²・池永 直樹²
 Development of Photocatalyst Promoting Reduction of Fe^{3+} Generated in Fenton Reaction
 (¹Graduate School of Science and Engineering, Kansai University, ²Faculty of Environmental and Urban Engineering, Kansai University) ○Nanako Mishima,¹ Kojiro Fuku,² Naoki Ikenaga²

It is hard to reduce/regenerate from Fe^{3+} to Fe^{2+} after Fenton reaction using Fe^{2+} catalyst. In this study, we focused on WO_3 photocatalyst for improving reductive reaction of the Fe^{3+} . The effects of metal (or metal oxide) co-catalysts species (M) on reductive reaction from Fe^{3+} to Fe^{2+} by excited electron (e^-) generated on the WO_3 were investigated. The supporting M species on the WO_3 was performed by impregnation method. Al species significantly improved the reductive reaction from Fe^{3+} to Fe^{2+} by e^- and phenol conversion by hole generated on the WO_3 .
 Keywords : Photocatalyst, Fenton Reaction, Redox, Co-catalyst, Excited Electron

【緒言】 有機汚染物質を処理する方法としてフェントン反応がある¹⁾。これは、 Fe^{2+} 触媒と H_2O_2 を用いて強力な活性酸素種を発生させることで、有機汚染物質を酸化分解する方法である。しかしながらフェントン反応には、反応後に生成する Fe^{3+} から Fe^{2+} への還元再生反応が起こりにくいという深刻な問題点がある。

本研究では、 Fe^{3+} から Fe^{2+} への還元再生を促進するため、酸化タングステン (WO_3) 光触媒に着目した。 WO_3 上で発生する励起電子 (e^-) による Fe^{3+} の還元を効果的に達成するための金属 (酸化物) 助触媒 (M) の探索を行った。有機汚染物質のモデル物質にはフェノールを選択し、 Fe^{3+} 還元性能の評価を行うため、塩化鉄(III) (FeCl_3) を用いた均一系での評価を行った。 e^- による Fe^{3+} の還元および光触媒上に発生する正孔 (h^+) によるフェノール分解性能に及ぼす M の影響を調査した (Fig. 1)。

【実験】 触媒調製： WO_3 への M の担持 (M/ WO_3) は、各種金属塩化物の水溶液を用いて、 WO_3 に対して金属として 0.1 wt% となるように含浸法で行った。触媒反応：試験管に触媒 50 mg、純水 50 mL、 FeCl_3 ($\text{Fe}^{3+} = 125 \mu\text{mol}$)、フェノール $20 \mu\text{mol}$ を加え、 30°C で攪拌しながら、Xe ランプで可視光線 ($\lambda > 420 \text{ nm}$) を 60 min 照射した。フェノール量は GC-FID、 Fe^{2+} 量はフェナントロリン法による比色法で測定した。

【結果】 フェノール水溶液中での Fe^{3+} 還元反応の結果を Fig. 1(A) に示す。Bare WO_3 に比べて Pt or Al/ WO_3 は、 Fe^{3+} 還元およびフェノール酸化効率の大幅な向上が確認された。これらの要因を調査するため、“ e^- による Fe^{3+} 還元”と“ h^+ によるフェノール酸化”のバランスを示す指標として、『Conv. to Fe^{2+} / Phenol Conv.』からレドックスバランス (R.B.) も算出した (Fig. 1(B))。Pt, Pd or Cu/ WO_3 が高い R.B. 値を示した。これらの金属種は、 WO_3 に発生した e^- を Fe^{3+} 還元へ消費するための効果的な助触媒として機能することが示唆された。一方で、Al/ WO_3 は最も高いフェノール分解と Fe^{3+} 還元のパフォーマンスを示したにもかかわらず、R.B. 値は、Pt, Pd or Cu/ WO_3 よりも低かった。これらの結果より、導入した「Al 種」は、 Fe^{3+} 還元だけではなく、“ h^+ によるフェノール酸化”の促進にも寄与しており、 WO_3 自身の光触媒反応効率を向上させる種として機能していることが示唆される。

1) K. Fuku, et al., *Chem. Asian J.*, **2021**, 16, 1887.

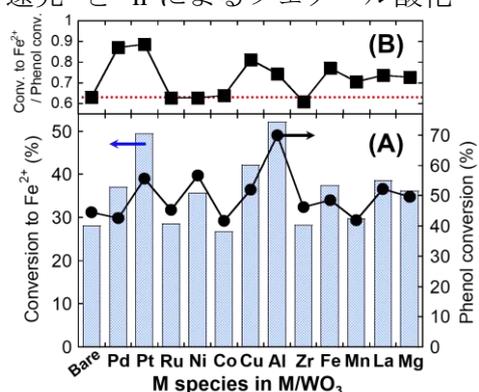


Fig. 1 (A) Conversion to Fe^{2+} and phenol conversion and the (B) R.B. on M/ WO_3 .