鉄イオンを複合した不均一系 Fenton 光触媒の開発

(関西大環境都市工¹・関西大院理工²) ○三島 奈々子¹・轟 真誠²・福 康二郎¹・池永 直樹¹

The Development of Heterogeneous Fenton Photocatalyst Combined Iron Ion (¹Faculty of Environmental and Urban Engineering, Kansai University, ²Graduate School of Science and Engineering, Kansai University) ○Nanako Mishima,¹ Masanobu Todoroki,² Kojiro Fuku,¹ Naoki Ikenaga¹

The homogeneous Fenton reaction using Fe²⁺ has serious following problems. It is hard to reduce/regenerate from Fe³⁺ to Fe²⁺ after the Fenton reaction. In addition, the separation and recovery of the catalysts after the reaction requires enormous energy, cost, and labor. In this study, we tried to develop Fe³⁺/Nafion/TiO₂ photocatalyst. The aim is to immobilize iron ion on Nafion, which is a cation exchange material, and reduce/regenerate from Fe³⁺ to Fe²⁺ by photocatalytic reaction. In the oxidative degradation of phenol as a model substrate, CO₂ as an oxidation product was observed under irradiation of ultraviolet light. These results suggest that the Fe²⁺ species generated by the photocatalytic reduction reaction of Fe³⁺ on TiO₂ acts as active species for the effective heterogeneous Fenton reaction.

Keywords : Fenton Reaction; Photocatalyst; Nafion; Heterogeneous; Iron Ion

【緒言】 廃水中有機汚染物質を処理する方法として Fenton 反応がある。これは廃水に Fe²⁺触媒と H₂O₂を加えることで酸化分解の活性種となる・OHを発生させるものである。しかしながら、従来の均一系 Fenton 反応では、『触媒の分離回収が困難』、『反応後に生成する Fe³⁺から Fe²⁺への還元反応が起こりにくい』などの深刻な問題点がある。本研究では、カチオン交換材料である Nafion への鉄イオンの固定化と、光触媒反応による Fe³⁺から Fe²⁺への還元再生を狙い、Fe³⁺/Nafion/TiO₂ 光触媒の開発を試みた。

【実験】 触媒調製 : TiO₂または SiO₂に含浸法で Nafion を担持した後、FeCl₃水溶液中で 18 h 攪拌することで Fe³⁺/Nafion/TiO₂ or SiO₂を得た。

触媒反応 : 試験管に触媒 30 mg、純水 30 mL、モデル基質にフェノール 20 μmol を加え、30 °C の湯浴中で 30 min 攪拌した。Xe ランプで紫外可視光線 (λ > 300 nm) を照射しながら H₂O₂ 600 μmol を加え、90 min 反応させた。

【結果】 フェノールの酸化分解反応の結果を Table 1 に示す。TiO₂を用いて光を照射した全ての場合において、完全分解生成物である CO₂の生成が確認された。特に、Fe³⁺/Nafion/TiO₂を用いた系では特異的に高い CO₂への転化率を示した。暗所下では、CO₂の生成はほとんど確認されなかったことから、Fe³⁺/Nafion/TiO₂が光応答性を有することが確認された。一方、Fe³⁺/Nafion/SiO₂では、光を照射した場合も CO₂の生成はほとんど確認されなかった。TiO₂上での Fe³⁺の光触媒還元反応により生成した Fe²⁺が、効果的な不均一系 Fenton 活性種として寄与したことが示唆される。

Table 1 Oxidative degradation of phenol with or without light irradiation on Fe³⁺/Nafion/TiO₂

Catalyst	Light (λ > 300 nm)	Conv. to CO ₂ (%)
TiO ₂	○	11.7
Nafion/TiO ₂	○	19.0
Fe ³⁺ /Nafion/TiO ₂	×	1.4
Fe ³⁺ /Nafion/SiO ₂	○	57.6
Fe ³⁺ /Nafion/SiO ₂	○	0.4