

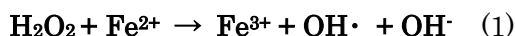
ファイトフェントン法の浄化メカニズムの解明

早稲田大学大学院創造理工学研究科 学生会員 ○奈良茂樹

正会員 稲垣嘉彦 榊原豊

1.はじめに

近年、人口増加および経済発展等に伴い、水源の汚染や水不足が問題となっている。特に、開発途上国では、水資源を安定して確保するための低コスト・省エネルギー型で高性能な水処理技術が必要とされている。このような技術として著者らは植物が産生する過酸化水素を用いたフェントン反応((1)式)およびフェントン様反応((2)式)によるファイトフェントン法を提案している。しかしながら、その浄化メカニズムは不明な点が多い。本研究では本法の浄化メカニズムを解明することを目的として、ペンタクロロフェノール(PCP)をモデル汚染物質とした場合の反応過程および反応サイトについて実験的検討を行った。



2.実験方法

供試植物として日本晴(*Oryza sativa*)を使用した。また、汚染物質にはペンタクロロフェノール(PCP)を用いた。

2.1 中間生成物の同定

試験管に培地を含む試料水を 5mL 入れ、供試植物を 1 週間培養した。PCP の濃度は 10(mg/L)、鉄化合物には硫酸鉄を用い、鉄濃度は 20mg/L とした。処理水は、UPLC-Qtof (Xevo G2-XS QToF, Waters)を用いて分析した。

2.2 反応サイト (OH ラジカル生成サイト) の観察

試験管に植物、硫酸鉄、リン酸バッファーおよび 活性酸素検出用蛍光試薬 Aminophenyl Fluorescein(APF)を加えて 1 日培養したのち、蛍光顕微鏡を用いて励起波長 490 nm、測定波長 515 nm で、植物の根における APF の蛍光を共焦点レーザー走査型顕微鏡(FV-1000D, Olympus)で観察した。

3.実験結果

3.1 中間生成物の同定

処理水中の残留有機物を分析した結果、鉄を添加した系でのみに PCP の中間生成物が確認された。また、この中間生成物はPCPをフェントン反応で分解した際に生じるテトラクロロヒドロキノン(TCHQ)であることが分かった (Zimbron and Reardon, 2009)。しかし、PCP がさらに分解された場合のジクロロマレイン酸(DCMA)は確認されなかった (図 1)。

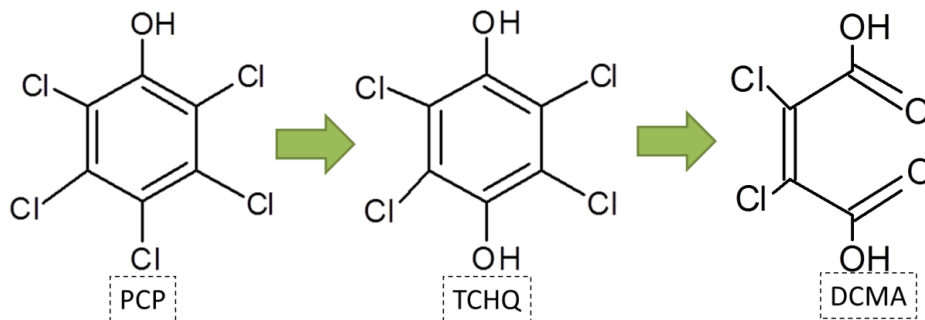


図 1 フェントン反応による PCP の分解経路 (Zimbron and Reardon, 2009)

キーワード：ファイトレメディエーション、難分解性物質、排水処理

〒169-8555 東京都新宿区新大久保 3-4-1 51 号館 16 階 11 室

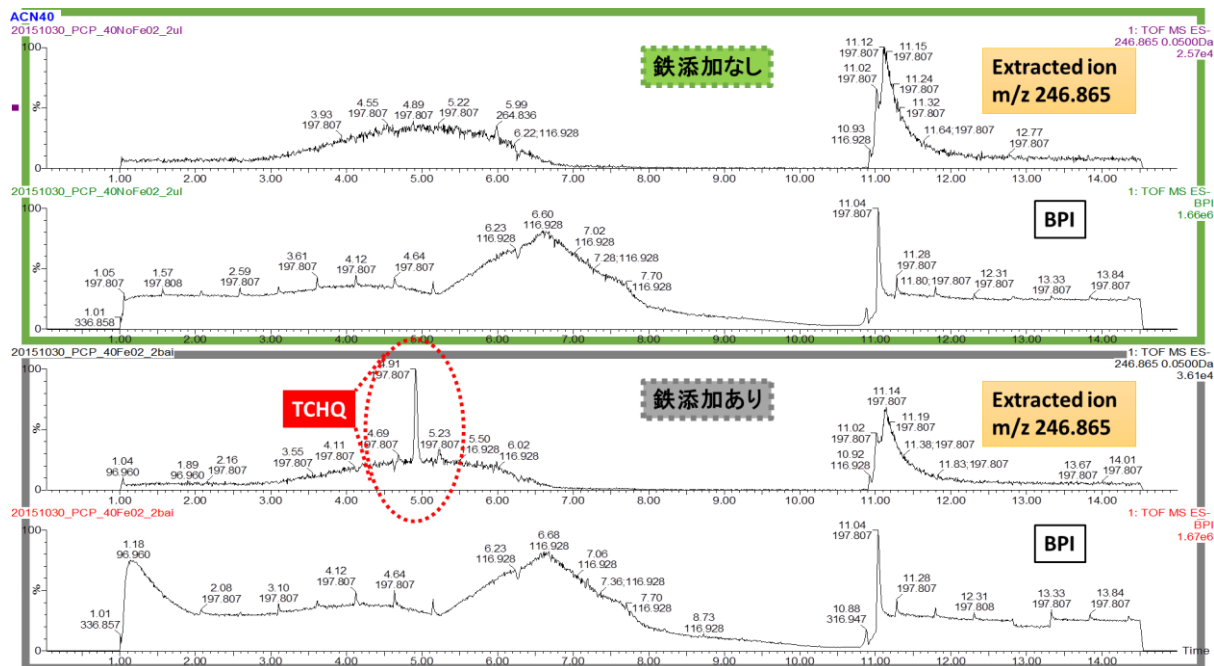


図 2 UPLC のクロマトグラム

3.2 反応サイトの観察

鉄を添加した系において蛍光が観測された。これはファイトフェントン反応により OH ラジカルが生成されたことによると考えられる。また、硫酸鉄を用いた場合(A)は根の内部で、鉄担持ゼオライト(B)および Fe(III)コロイド(C)を用いた場合は根の表面で蛍光が観察された。これは硫酸鉄が水溶性の鉄化合物である一方、鉄担持ゼオライト・Fe(III)コロイドが微粒子状の鉄化合物であるためであると考えられる。

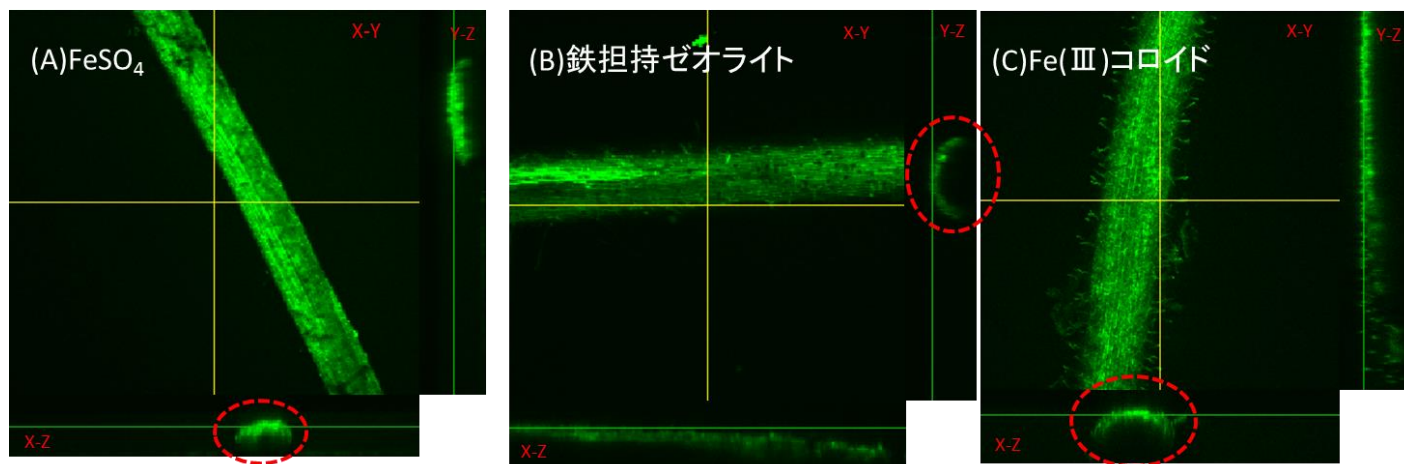


図 3 異なる鉄化合物を用いた場合の蛍光観察結果の比較

4.おわりに

ファイトフェントン反応により PCP が分解されたことが確認された。また、鉄化合物の違いによって OH ラジカルが生成される反応サイトが異なることが分かった。今後は、過酸化水素濃度がより高いと考えられる植物体内で分解がどこまで進んでいるのかについて検討する予定である。

謝辞

本研究は科学研究費(15H02846)の補助を受けて実施しました。記して謝意を表します。

参考文献

J. A. Zimbron and K. F. Reardon (2009) Fenton's oxidation of pentachlorophenol., *Water Research* **43**(7), 1831-1840.