

ファイトフェントン法を用いた PCP 汚染土壌の修復における研究

早稲田大学創造理工学研究科 学生会員 ○清水 孝憲, 梁池 秀介
正会員 榊原 豊

1 序論

残留性有機汚染物質 (POPs: Persistent Organic Pollutants) は毒性、難分解性と国境を越えての移動性を有し、放出源から遠く離れた自然界に蓄積し、ヒトの健康や生態系を脅かしている¹⁾。そのため、世界各国で対策が講じられているが、既存の POPs 浄化技術は初期・運転コスト等が高く、また、汚染が広範囲に及ぶ場合は適用が難しいため、新技術の開発が求められている。

著者らは新技術の一つとしてファイトフェントン法を提案している²⁾³⁾。植物が光合成および呼吸の過程で産生する過酸化水素を鉄化合物と反応させてヒドロキシラジカルを生成し、汚染物質を酸化分解するものである。

本研究では、ファイトフェントン法を汚染土壌に適用する際を想定して、浄化能力に及ぼす土壌含水率および鉄化合物、植栽密度の影響について実験的検討を行った。

2 実験方法

供試植物としてイネ科のエンバク (*Avena Sativa*)、土壌に市販の黒土、有機汚染物質としてペンタクロロフェノール (PCP) を用いた。

含水率の影響を検討する実験においては、土壌含水率を 43, 53, 58, 62% の四通りを設定し、鉄触媒は硫酸鉄 50 (mg/kg) とした。

また、鉄触媒の、影響をみるために、硫酸鉄、

マグネタイト、フェリハイドライトの三種類を鉄触媒 10 (g/kg) として用いた。この中で、マグネタイトが有効であると考えられたため、鉄濃度の影響の検討に関しては、その濃度範囲を 0~14 (g/kg) とした。

植栽密度の影響については、一つの系に植えるエンバクの種数を 0~6 まで変化させて比較した。鉄触媒はマグネタイトを 10 (g/kg) とした。

実験開始時点での PCP 濃度は含水率実験では 10 (mg/kg)、それ以外では 100 (μ g/kg) であり、14 日の実験期間で回収した土壌サンプルを抽出・濃縮したのち GC-ECD (Agilent, 6890) で分析・測定した。

下図は実験装置の概略である。円筒形の素焼きの植木鉢に汚染土壌を入れ、その中でエンバクを栽培した。



図1 実験装置図

キーワード ファイトフェントン法, 含水比, 鉄触媒, 鉄濃度, 植栽密度

連絡先 〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 早稲田大学創造理工学研究科榊原研究室 Tel/Fax 03-5286-3902

3 結果

図2はPCP除去率に及ぼす含水率の影響を示したものである。図より、本研究範囲（土壌含水率4～6%）では含水率がPCP除去に大きく影響しなかった。

図3に異なる鉄触媒を用いた場合のPCP濃度変化を示した。本実験条件ではいずれも大きな除去がみられなかったが、マグネタイトを用いた場合が他より大きなPCP減少が測定された。

図4は鉄濃度ごとのPCP除去量を比較したものである。図より、鉄濃度4～12(g/kg)の範囲ではPCP除去効率が高いが、14(g/kg)にすると除去効率が低下した。

植栽密度ごとのPCP除去率を図5に示す。本実験下では植栽密度によってPCPの除去量に有為的な差は見られなかった。

以上より、適切に鉄濃度を設定することにより、効率的なPCP除去ができることがわかった。今後は異なるPOPsに対しても検討を行う予定である。

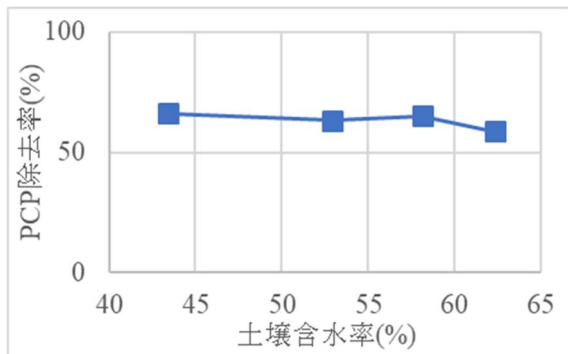


図2 土壌含水率の影響

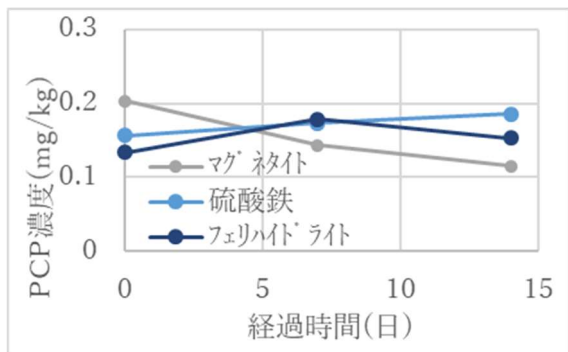


図3 鉄触媒の影響

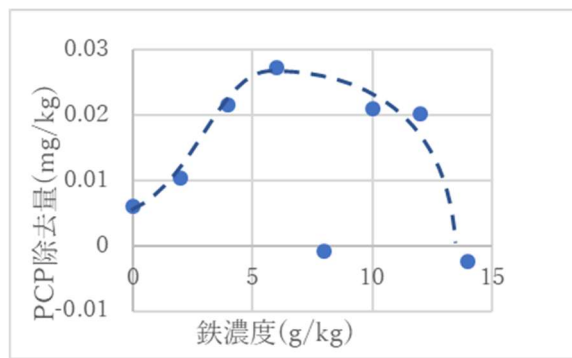


図4 鉄濃度（マグネタイト）の影響

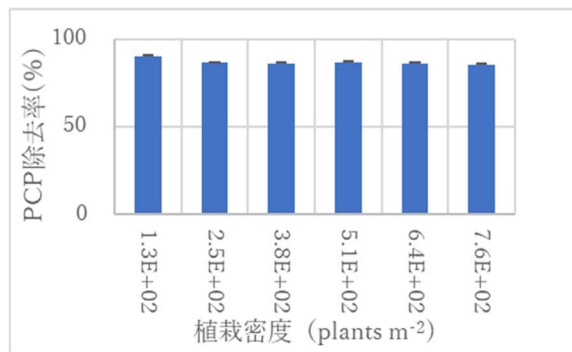


図5 植栽密度の影響

4 結論

本研究より、以下の知見が得られた。

- 1) 土壌含水率 43%~62%の範囲では、PCP除去効率に影響を及ぼさないことが分かった。
- 2) 鉄触媒としてマグネタイト、その濃度は4~12(g/kg)が有効と考えられた。
- 3) 本研究では植物密度に依らずほぼ一定の効率でPCPが除去された。

参考文献

- 1) UNEP (2009) Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (POPs)
- 2) Inagaki, Y. Cong, V. H. Sakakibara, Y. (2016) Identification and application of Phyto-Fenton reactions, *Chemosphere*, **144**, 1443-1450
- 3) 栗原孝明 (2016) ファイトフェントン法に関する鉄材料の開発及び土壌修復への適応, 早稲田大学創造理工学研究科建設工学専攻修士論文