

# フェントン反応における土壌中のアントラセン分解に関する研究

東北学院大学 学生会員 ○ 渡邊 憲  
東北学院大学 学生会員 庄司 雄大  
東北学院大学 鈴木 幸喜  
東北学院大学 正会員 韓 連熙

## 1. 序論

近年、多環式芳香族炭化水素（PAHs）は土壌汚染の原因の一つとして知られている[1,2]。PAHsは生活環境のあらゆる場面で健康に害を及ぼし、人体の研究ではPAHsとその他の化合物を含む混合物を長期間呼吸、もしくは皮膚に接触した場合、ガンを引き起こす可能性があることを示している。現在は工業的発生源およびガソリンスタンド跡地で流出した原油に含まれるPAHsの処理が問題になっている。このような土壌汚染対策には様々な方法があるが、短期間かつ小規模な汚染物質処理法として促進酸化処理法（AOPs）の一つであるフェントン反応が挙げられる。フェントン反応では、2価の鉄イオンの触媒的作用によって分解した過酸化水素を通じて強力な酸化剤であるヒドロキシル（OH）ラジカルを生成する。そこで本研究では、土壌中PAHsの効果的な化学的分解実験のファーストステップとして、炭素数の少ないPAHsの一つであるアントラセン（C<sub>14</sub>H<sub>10</sub>）を目的物質とし、フェントン反応による分解効率について検討を行った。

## 2. 実験方法

- ① 分留ロート内にアントラセンを吸着させたガラスビーズによる汚染土壌モデルを作製した。
- ② フェントン試薬（過酸化水素水溶液、硫酸鉄水溶液）を滴下後、ドラフト内で一定時間静置し、分留ロートにジクロロメタンを加え、真空ポンプを用いて残留アントラセンが溶解したジクロロメタンを吸引抽出した。
- ③ 抽出溶液を分析用に調製して高速液体クロマトグラフ（島津製作所、LC-10AD）を用いて測定し、測定値より分解率を算出した。

## 3. 実験結果および考察

### 3-1. 静置時間別アントラセン分解実験

静置 2、4、6 時間における結果を表 1 および図 1 に示す。図 1 より、アントラセンの分解は静置 2 時間以内に大半が終了し、4 時間で十分な値が得られることが分かった。アントラセンの分解率が 50 %程度にとどまったのは、フェントン反応の試薬により生成された OH ラジカルの寿命が短い

表 1 静置時間別アントラセン分解実験

静置時間	アントラセン分解率		
	1回目	2回目	平均
0時間	0.0%	0.0%	0.0%
2時間	33.4%	48.8%	41.1%
4時間	51.7%	47.7%	49.7%
6時間	46.2%	54.5%	50.4%

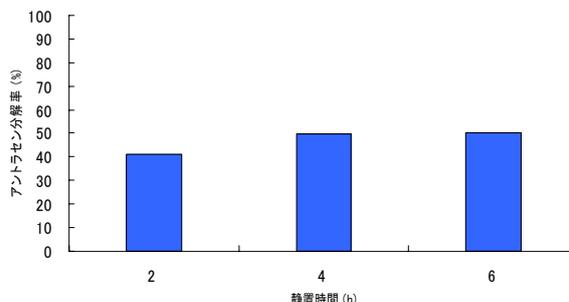
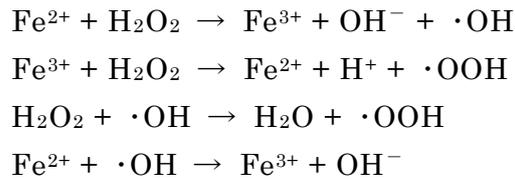


図 1 静置時間別アントラセン分解実験

キーワード フェントン反応, ヒドロキシルラジカル, PAHs, アントラセン

連絡先 〒985-0873 宮城県多賀城市中央 1 丁目 13-1 東北学院大学工学部 環境建設工学科 TEL022-368-7341

ため、生成されたOHラジカルとアントラセンが十分に接触されなかったことが考えられる。さらに、生成されたOHラジカルが過剰量のFe<sup>2+</sup>と反応したことも考えられる。以下に考えられる反応機構を示す。



### 3-2. 濃度比率別のアントラセン分解実験

0.2 mol/L の過酸化水素水溶液に様々な濃度の硫酸鉄水溶液を反応させた結果を表 2 および図 2 に示す。図 2 より、過酸化水素に対する鉄の濃度は 0.75 の比率でアントラセンの分解率が最も高いことが分かった。濃度の比率として 1 : 1 の場合は最も分解率が低い結果が得られた。このことにより、フェントン反応により生成された OH ラジカルは過剰の鉄イオンとの反応することが示唆された。さらに、様々な研究報告により、フェントン反応はサイクル反応であることから過酸化水素水と OH ラジカルとの反応も考えられることから検討を行う必要であると思われる[3]。

表 2 濃度比率別アントラセン分解実験

硫酸鉄(II)水溶液 濃度 (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> : Fe <sup>2+</sup> )	アントラセン分解率 (※ H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 0.20M)
0.05M (1.00 : 0.25)	66.1%
0.10M (1.00 : 0.50)	75.4%
0.15M (1.00 : 0.75)	80.7%
0.20M (1.00 : 1.00)	63.8%

(M=mol/L)

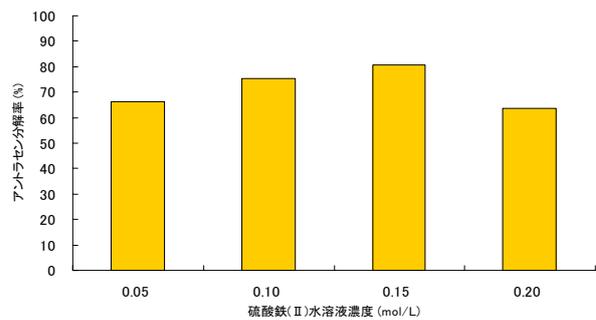


図 2 濃度比率別アントラセン分解実験

## 4. 結論

土壌中のフェントン反応によるアントラセンの分解は、添加試薬の混合と同時に生成する OH ラジカルによって大部分が決定することが分かった。OH ラジカルの生成量を増やすためには、過酸化水素水溶液 0.2 mol/L に対し、硫酸鉄水溶液 0.15 mol/L の濃度差（濃度比率 1.00 : 0.75）をつけることが有効であるが分かった。今後はより高い分解率を求めるため、高濃度のフェントン試薬の反応における 3 価の鉄イオンを含めた OH ラジカル生成量を減少させる要因を明確化し、取り除くことが必要であることが示唆された。さらに OH ラジカルとアントラセンのより直接的な接触が求められる。

## 引用文献

- [1] Tilman Gocht, Johannes A.C. Barth, Michaela Epp, Maik Jochmann, Michaela Blessing, Torsten C. Schmidt, Peter Grathwohl, Indications for pedogenic formation of perylene in a terrestrial soil profile: Depth distribution and first results from stable carbon isotope ratios, Applied Geochemistry 22 (2007) 2652–2663.
- [2] Patryk Oleszczuk, Investigation of potentially bioavailable and sequestered forms of polycyclic aromatic hydrocarbons during sewage sludge composting, Chemosphere 70 (2007) 288–297.
- [3] S-P. Sun, C-J. Li, J-H. Sun, S-H. Shi, M-H. Fan, Q. Zhou, Decolorization of an azo dye Orange G in aqueous solution by Fenton oxidation process: Effect of system parameters and kinetic study, Journal of Hazardous Materials 161 (2009) 1052-1-57.