

均一系触媒による湿式洗煙排水中のクロロフェノール類の分解
Decomposition of Chlorinated Phenols in Wet Scrubbing Water with Homogeneous Catalyst

加藤卓己 (Takumi Kato)

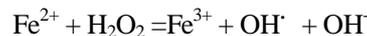
論文要旨：都市ごみ焼却施設では、よりコンパクトかつ同時処理が可能な高度処理排ガス処理システムが必要とされている。湿式洗煙装置は高効率で酸性ガス処理、重金属処理が可能で、最終処分場の高塩類化の対策としても有効な装置である。湿式洗煙装置は内壁にダイオキシン類が吸着するといわれており、また、有害物質の同時処理という点からも、湿式洗煙装置内での有機汚染物質の除去が望まれる。そこで本研究では Fe^{2+} と H_2O_2 の Fenton 反応により、湿式洗煙排水中のクロロフェノール類の分解に関する基礎的知見を得た。Fenton 反応では OH ラジカルが発生するが、OH ラジカル濃度が増加するとクロロフェノール類の分解率が増加し、OH ラジカルがある濃度に達するとほぼ完全に分解された。また、スカベンジャーと言われる Cl イオンは、クロロフェノール類の分解率を低下させた。飛灰溶出液に対して実験を行ったが、Cl イオン以外の OH ラジカルを消滅させる物質が示唆された。
キーワード：高度排ガス処理、湿式洗煙排水、クロロフェノール類、フェントン反応、OH ラジカル、

Abstract : In municipal waste incinerator, a more compact and simultaneous advanced exhausted gas treatment system has been required. Wet scrubber system can treat acid gas and heavy metals efficiently and is an effective apparatus against high salt concentration at landfill. On purpose to treat hazardous material simultaneously, it is reported that wet scrubber wall material adsorbs PCDD/Fs thus it is hoped to reduce organic pollutants in wet scrubbers. Therefore, I studied about decomposition of chlorinated phenols by Fenton reaction with Fe^{2+} and H_2O_2 . Hydroxyl radicals are generated in the Fenton reaction, when OH radicals concentration increases then decomposition rate of chlorinated phenols increases until reaching approximately complete decomposition. Chloride ion that is reported as an OH radical scavenger decreased decomposition of chlorinated phenols. When the Fenton reaction was applied to the extract from MSWIs fly ash, it indicated that unknown substance except Cl ion consumed OH radicals.

Key words : advanced exhausted gas treatment, wet scrubbing water, chlorinated phenols, Fenton reaction, OH radical

1. はじめに

都市ごみ焼却施設では、よりコンパクトかつ同時処理が可能な高度処理排ガス処理システムが必要とされている。湿式洗煙装置は高効率で有害物質を除去でき、最終処分場の高塩類化の対策としても有効な装置である。Fenton 反応は均一系の反応であり、反応性に優れているため、洗煙排水中での有機物分解に適していると考えられる。この反応は以下の式で表される。



OH ラジカルは強力な酸化力を持っており、難分解性有機物を分解することが可能である。そこで本研究では、Fenton 反応による洗煙排水中のクロロフェノール類の分解について検討した。また、OH ラジカルを DMPO でトラップした DMPO-OH を ESR (電子スピン共鳴装置) にて定量を行った。以下に得られた知見を示す。

2. OH ラジカルとクロロフェノール類の分解率

Fenton 反応は Fe^{2+} と H_2O_2 の反応で OH ラジカルを発生する。そこで Fe^{2+} と H_2O_2 の濃度による OH ラジカルの発生量と、クロロフェノールの分解率との関係を調べた。その結果 Fe^{2+} 濃度と H_2O_2 濃度が

増加するにしたがって、OH ラジカルの濃度もクロロフェノール類の分解率も増加し、クロロフェノール類の分解率は Fe^{2+} 、 H_2O_2 がそれぞれ 10mM、50mM の濃度に達したところで完全に分解した。また、ESR による OH ラジカルとクロロフェノールの分解率の関係を示すと (図 1、2)、OH ラジカル濃度が増加するにしたがって分解率が増加し、OH ラジカル濃度が $2.00 \times 10^2 \text{mM}$ に達したところでそれ以上ではほぼ分解するという結果を得た。また、OH ラジカル濃度(x)とクロロフェノール類の分解率(y)は PCP と 2,3,4-TrCP でそれぞれ以下の式で表すことができた。

$$y = 100 \times (1 - \exp(-143x)) \quad R = 0.797 \quad (\text{PCP})$$

$$y = 100 \times (1 - \exp(-126x)) \quad R = 0.752 \quad (2,3,4\text{-TrCP})$$

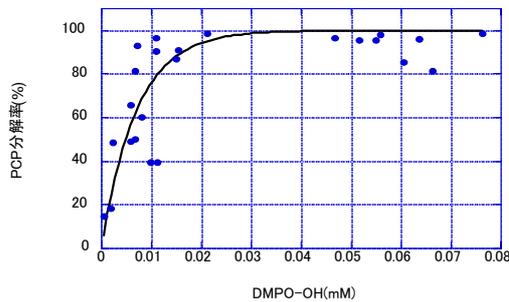


図 1 DMPO-OH と PCP 分解率の関係

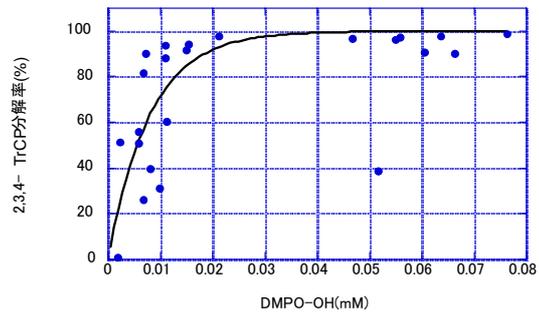


図 2 DMPO-OH と 2,3,4-TrCP 分解率の関係

3. 塩化物イオンの影響

洗煙装置では HCl を中和するため、湿式洗煙排水中には Cl イオンが高濃度で含まれている。Cl イオンは OH ラジカルのスカベンジャーであり、Fenton 反応によるクロロフェノール類の分解にも影響を与えると考えられたため、塩化物イオン濃度と OH ラジカルの発生量、クロロフェノール類の分解率の関係を実験的に調べた。ここでは、Cl イオンによるクロロフェノール類の分解率は、PCP で特に低下する傾向を得た。

4. 飛灰溶出液への適用

飛灰から溶解物質を溶出させた液を用い、Fenton 反応によるクロロフェノール類の分解実験を行った。この結果、Cl イオンのみの場合よりも分解率の低下が見られ、Cl イオン以外の OH ラジカルを消費する物質の存在が示唆された (図 3~4)。

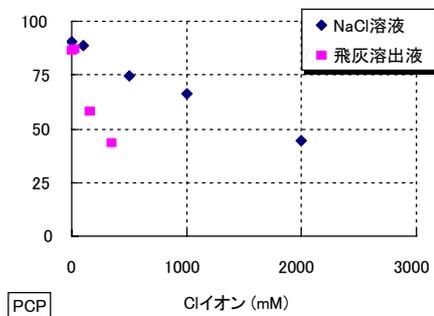


図 3 Cl イオン濃度と PCP 分解率

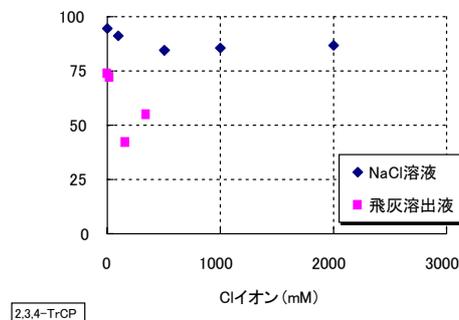


図 4 Cl イオン濃度と 2,3,4-TrCP 分解率