

第 53 回 日本水環境学会年會 に参加して

新井 春希

Haruki ARAI

環境ソリューション工学専攻修士課程 2年

1. はじめに

私は、2019年3月6日から9日に山梨大学甲府キャンパスで開催された、第53回日本水環境学会年會に参加し、「オゾン処理における金属塩の触媒効果」というタイトルで研究発表を行った。

2. 研究内容

2.1 背景・目的

オゾンは強い酸化力を持ち、不飽和結合を開裂させ、有機汚染物質の生物分解性向上や脱色・漂白などに幅広く使用されている。しかし、一部の難分解性物質に対しては有効ではないことが知られている。そのような物質に対しては、より強い酸化力を持つ OH ラジカルを主な酸化剤として用いる促進酸化処理が提案されており、オゾン紫外線併用法や過酸化水素添加オゾン処理法などがよく知られている。しかし、UV は電力消費が大きく、酸化性液体である過酸化水素は取り扱いに注意を要するという課題がある。

本研究では UV や酸化性液体を用いずにオゾン処理の酸化力を高める効果を期待して、より安価でオゾン処理における金属塩の触媒効果を検討した。

2.2 方法

Fig. 1 に実験装置図を示す。内径 2.2 cm、高さ 50 cm のガラス製反応器に 5 mM の 1,4 ジオキサンを含む人工排水 200 mL を入れ、底部のガラス製の散気板からオゾン曝気を行った。オゾンガスは無声放電式により発生させ流量 0.2 L/min、オゾンガス濃度を約 40 mgO₃/L に設定した。pH は 3.0 に調節した。処理時間は 60 分とし、10 分毎に採水を行っ

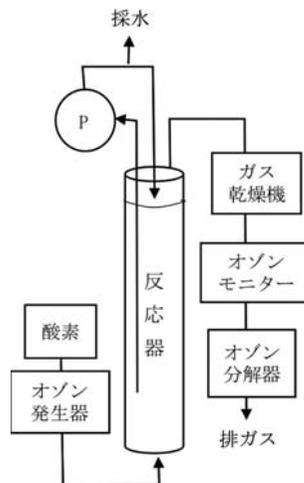


Fig. 1 実験装置図

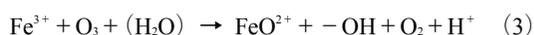
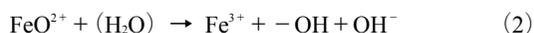
た。1,4-ジオキサンは OH ラジカルと反応性が高く、オゾンとの反応性が低いことから、OH ラジカルプローブとして添加した。触媒として硫酸鉄(II)、硫酸銅(II)、銅線を選定し、条件に応じて 1 mM もしくは 1 g となるように添加した。反応器内の排水はチューブポンプにより循環し、循環ラインから採水を行った。採水試料の pH、溶存オゾン濃度(インジゴ法)、鉄濃度(フェナントロリン吸光光度法)、銅イオン濃度(原子吸光光度法)、1,4 ジオキサン濃度(HPLC法)を測定した。

2.3 結果及び考察

pH 3.0 で各触媒を添加した時の 1,4-ジオキサン濃度を Fig. 2 に示す。

Fig. 2 より、硫酸鉄(II)添加時、最初の 10 分間で 1,4-ジオキサン濃度が減少した後、濃度変化がほとんど認められなくなった。

鉄イオンとオゾンについて以下の反応が報告されている。



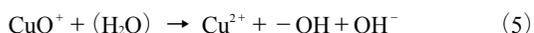
式 (1), (2) より, 二価の鉄イオンがオゾンに酸化され, 三価の鉄イオン, OH ラジカルを生成した. この二価の鉄イオンとオゾンの反応においては二価の鉄イオンの再生が起こらないため, 硫酸鉄の添加量に依存していると考えられる.

また, 実験では褐色の沈殿物が観測された. これは三価の鉄イオンがオゾンと反応し, オキシ水酸化鉄等が生成されたためであると考察される.

Fig. 2 より, 硫酸銅 (II) 添加時, 経時的に 1,4-ジオキサン分解は促進された.

銅イオンとオゾン触媒効果についての報告はほとんどないが, 三価の鉄とオゾンの反応 ((式 (2), (3)) と同様に二価の銅イオンがオゾンと反応し, OH ラジカルが生成した可能性が示唆された (式 (4), (5)). さらに, 式 (5) で生成された CuO^{2+} が水と反応し, 二価の銅イオンが OH ラジカルを生成する触媒反応が起こっていたと考えられる.

1,4-ジオキサン濃度が経時的に減少していたことから, 式 (4), (5) の触媒反応は継続的起こったと推測される.



2.4 結論

三価の鉄イオンとオゾンの反応と同様に, 二価の銅イオンとオゾンの触媒反応が起こった可能性が示唆された. また, 反応は継続的に起こったと推測

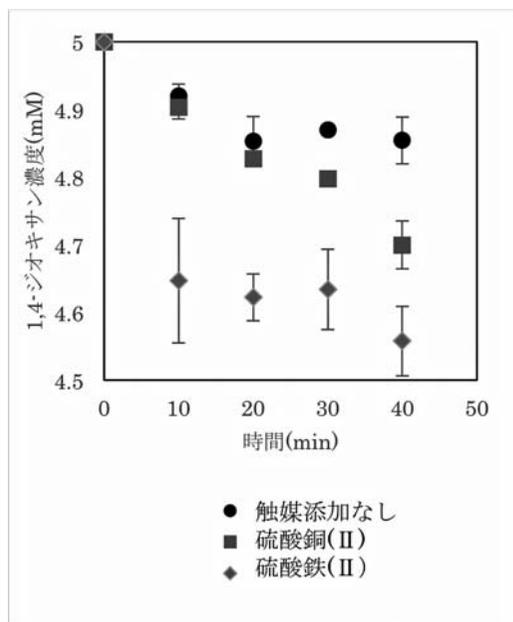


Fig. 2 1,4-ジオキサン濃度の経時変化

された.

3. おわりに

今回初めて学会に参加し, 自身の実力不足を痛感しました. しかし, 他の発表を聞く中で参考にすべき点を知ることができ, 大変貴重な体験となりました. 本研究に対し, 多方面の方々から貴重な意見を頂きましたので, 今後の研究活動に活かしていきたいと思います.

最後に, 研究や学会発表に関してご指導を頂いた岸本直之教授に深く感謝申し上げます.