

## 電気化学的 AOP による下水処理水の高度処理に関する研究

早稲田大学創造理工学研究科 学生会員 ○富田 淳, 鈴木 淳哉  
早稲田大学理工学術院 正会員 榊原 豊

## 1. はじめに

近年、OH ラジカルを用いて下排水中の難分解性有機物を分解する促進酸化処理法(AOP)が注目されている。筆者らは操作が極めて簡単な処理法として、陽極で生成させたオゾンを経陰極で還元させることにより OH ラジカルを連続的に生成させる電気化学的 AOP を提案した<sup>1)</sup>。本研究は下水三次処理水を更に高品質化することを目的として、処理性能に及ぼす電極、電流密度及び HRT の影響について実験的検討を行うと共に、より効率的な操作条件について検討した。

## 2. 実験装置および実験方法

図 1 に示すような実験装置を作製した。装置本体は SnO<sub>2</sub> 電極/固体高分子電解質 (SPE) 膜/粒状電極より構成されている。陰極は 4 つのセルに分割し、全てのセルに粒状 Pt/Ti 電極 (平均粒径 0.38 cm) を充填したものと、1 番目のセルに粒状 Pt/Ti 電極、2-4 番目のセルに粒状活性炭 (GAC) を充填したものの 2 系列を用意した。有効液容積はいずれも約 35 mL、陰極表面積は Pt/Ti 電極が 793 cm<sup>2</sup>、Pt/Ti+GAC 電極が 1359cm<sup>2</sup> である。

実験は、下水処理場の三次処理水を連続供給し、流入水と流出水の色度と TOC を測定した。TOC は TOC-5000A(Shimadzu)、色度は下水試験法に従った。

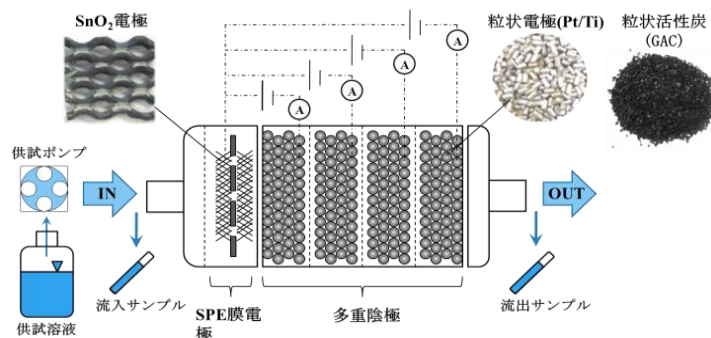


図 1 実験装置図

## 3. 実験結果及び考察

図 2～図 5 に異なる電流密度、HRT 及び陰極材料での連続処理実験結果を示す。実験結果は、流出濃度を流入濃度で除した無次元数  $C_{out}/C_{in}$  で表し、定常状態が得られた後の値を示した。いずれの電流密度、HRT でも、Pt/Ti と GAC の除去率を比較すると、GAC を用いた場合に除去率が大きくなり、下水三次処理水がさらに高品質化されることがわかった。これは供試排水中の有機物が活性炭に吸着されていることによると考えられる。また、装置内では通電により以下のような反応が進行すると推察できる<sup>1)</sup>。

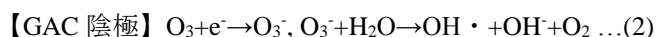
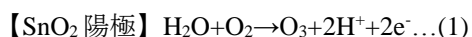


図 6 は陰極材料に GAC を用いた条件における、異なる電流密度及び HRT をエネルギー消費量当たりの除去速度を比較した結果である。HRT と電流密度共に値が大きくなると除去効率が下がった。これより、HRT と電流密度を小さくすることで、除去効率が向上することが分かった。

図 7 は、他の AOPs<sup>2), 3)</sup> のエネルギー消費量と比較した結果である。処理対象物質、濃度は研究により異なるため、単純に比較することは難しいが、仮に対象物質濃度のオーダーが変わればエネルギー消費量のオーダーも変わるとすれば、本法のエネルギー消費量は他の AOPS と同程度か、またはそれ以下であると考えられる。

キーワード 促進酸化処理法, OH ラジカル, 下水三次処理水

連絡先 早稲田大学創造理工学研究科(〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1) Email: sakaki@waseda.jp

4. おわりに

下水再生水の処理実験を行った結果、GAC を用いた場合に除去率が大きくなり、TOC の除去率は 50~70%、色度は HRT が 10min 以上で概ね除去できることが分かった。また、定常状態におけるエネルギー消費量当たりの除去速度を比較すると、HRT と電流値が低いときに除去効率が向上すると考えられた。本法は従来の AOPs と比較して操作性に優れていることから、既存 AOPs の代替法の一つとなる可能性がある。

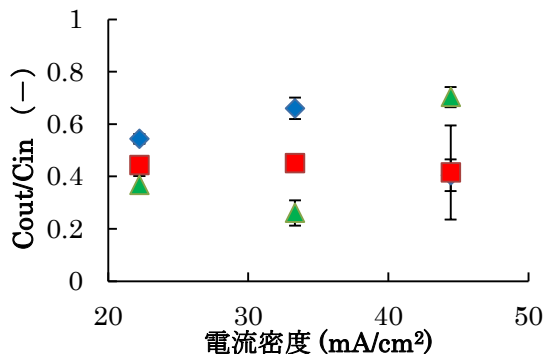


図2 定常状態における色度の除去率 (陰極: Pt/Ti)

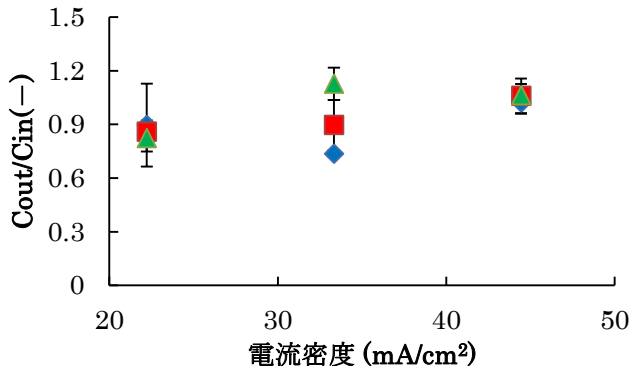


図3 定常状態における TOC の除去率 (陰極: Pt/Ti)

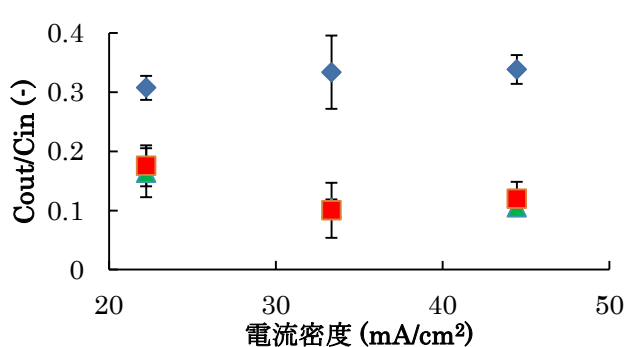


図4 定常状態における色度の除去率 (陰極: GAC)

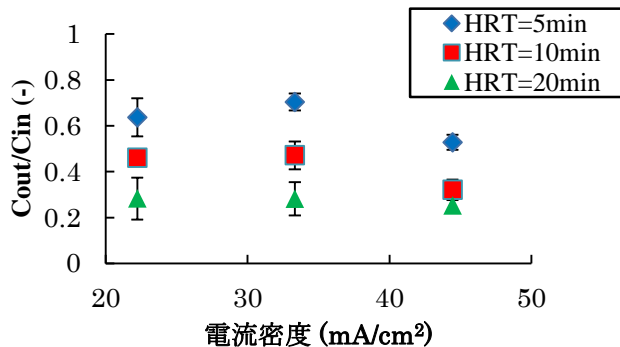


図5 定常状態における TOC の除去率 (陰極: GAC)

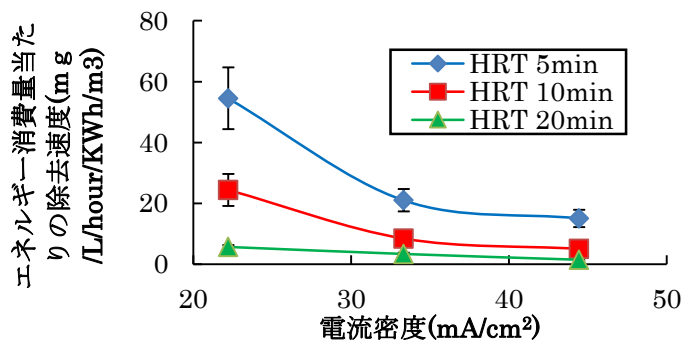


図6 エネルギー消費量当たりの除去速度 (陰極: GAC)

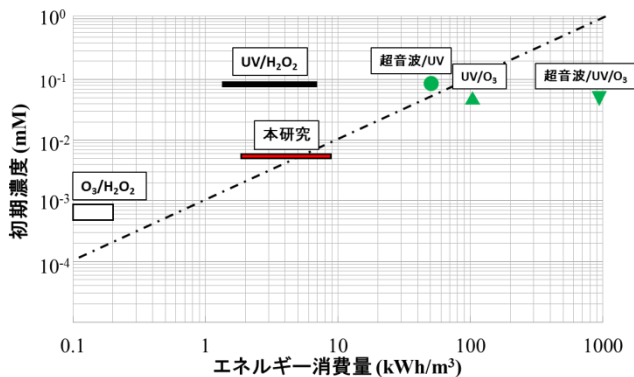


図7 エネルギー消費量の比較

参考文献

- 1) 志村光哉, 榊原豊, Md. Helal Uddin, 田中利暖: 三次元多重電解槽を用いた O<sub>3</sub> 生成/還元促進酸化処理に関する基礎的研究, 環境工学研究論文集, **48**(7), pp.697-703, 2011.
- 2) Pronk, W., Palmquist, H., Biebow, M., Boller, M. (2006) Nanofiltration for the separation of pharmaceuticals from nutrients in source-separated urine. Water Research, **40**(7), 1405-1412.
- 3) Maria Klavarioti, Dionissions Mantzavious, Despo Kassions. (2009) Removal of residual pharmaceuticals from aquatic systems by advanced oxidation process, Environment International **35**, 402-417.