

三次元電解槽を用いた直接電解酸化処理に関する研究

早稲田大学大学院理工学研究科 学生会員 千田 祐司

早稲田大学理工学部

正会員 榊原 豊

1. はじめに

近年、電気化学的手法の水処理への適用が注目されている。適用方法としては、水中でオゾン、塩素といったオキシダントを生成し、それらを用いて酸化処理をおこなう間接的方法と、電極の表面で対象とする有機物から直接電子を奪い酸化する直接的方法がある。オキシダント生成を経由する間接的酸化処理に比べ、電極における直接的酸化処理は効率が良いと考えられる。

これまでに著者らは、新規に提案した三次元電解槽を用いて、地下水、用排水といった低濃度溶液中にオキシダントを電解生成することが可能であることを示した。¹⁾

本研究では、三次元電解槽電極表面における直接酸化処理の可能性について実験的検討を行った。

2. 実験装置及び実験方法

実験装置概略図を図1に示した。装置本体は、2槽の多重電極槽に粒状 Pt/Ti 電極を充填したものを作用電極（陽極）Pt/Ti メッシュ電極をカウンター電極（陰極）として用いた三次元電解槽である。電極表面における直接酸化能力は、Potassium Indigotrisulfonate（インジゴ）の脱色による溶液吸光度の減少から、オゾンに相当する濃度として評価した。

実験は、インジゴを含む 1～10mM の NaCl、Na₂SO₄ 溶液を HRT=0.5h、電流値 I=20～200 μ A の条件で連続供給して行い、流入水と流出水の吸光度の差からオゾン相当濃度を求めた。

3. 実験結果と考察

3.1 電解結果

図2は実験結果の一例で、10mM-NaCl 溶液を I=140 μ A の条件で電解した際のオゾン相当濃度、pH、及び DO 変化量の経時変化を示したものである。

この図より、電極表面でインジゴの分解が行われ、その酸化能力はオゾン相当濃度として 4mg/l 程度であることがわかった。本条件下では印加電圧は 0.8V 程度であったため、陽極で酸素は発生しておらず、DO に変化は見られなかった。

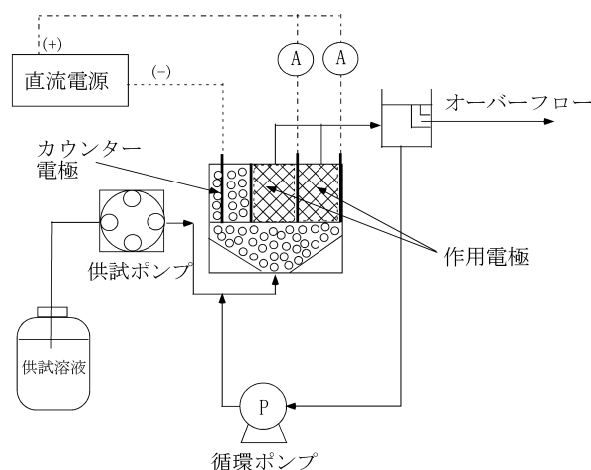


図1、実験装置概略図

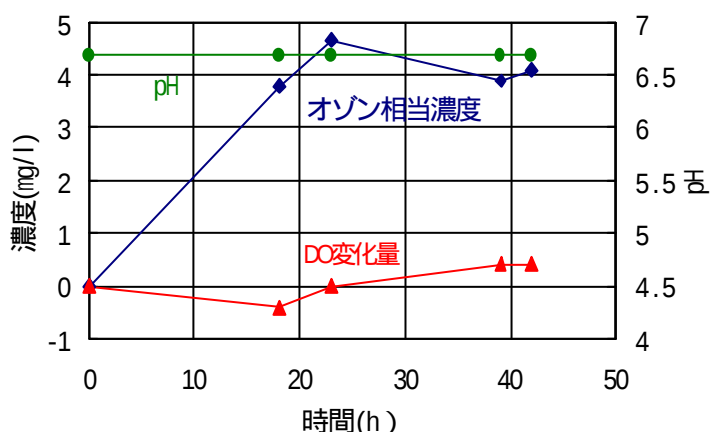


図2、オゾン相当濃度、pH、および DO 変化量の経時変化

キーワード：酸化処理、電極、三次元電解槽、直接酸化、脱色、水処理

連絡先〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 早稲田大学理工学部土木工学科 tel.03-5286-3902

図 3 には、電流値とオゾン相当濃度の関係を示した。この図より、電解質の種類、濃度にかかわらず、電流値 $I(A)$ とオゾン相当濃度 $C(mg/l)$ は比例関係にあることがわかる。両者の関係式は、

$$C(mg/l)=3.47E+04 \times I(A)$$

(1)

と求められた。

図 4 には印加電圧と DO 変化量の関係を示した。印加電圧が高くなり陽極で酸素が生成されると、オゾン相当濃度は予想値より低くなることから、酸素の発生電圧以下で電解を行うことで、効率よく酸化処理を進めることができると考えられる。

3.2 電流効率と消費エネルギー

本研究における電流効率を求めた。(1)式から本実験における電流値 $I(A)$ とオゾン相当生成量 $N(mol/h)$ の関係式は、

$$N(mol/h)=200 \times I(A)$$

となる。

また、オゾンによるインジゴの分解機構と同様に、電極における直接分解においてもインジゴ 1mol の分解に電子 2mol が奪われると仮定すると、 I と N の理論関係式は、

$$N(mol/h)=43.0 \times I(A)$$

となる。

式(2)、(3)より、本研究における効率は 470%と求められた。効率が 100%を超えた理由としては、電極におけるインジゴの直接分解によりラジカルが生成し、そのラジカルによる連鎖反応が起こったことが考えられる。

表 1 は、本研究における消費エネルギーを市販のオゾナイザと比較したものである。放電式オゾナイザと比べると 2 桁、固体高分子電解質膜(SPE)を用いる電解式オゾナイザと比べると 3 桁ほど消費エネルギーが小さいことがわかった。

4.まとめ

本研究の三次元電解槽を用いることにより、電極表面における直接酸化処理が可能であり、その酸化能力は電解質の種類、濃度によらず、電流値にほぼ比例することがわかった。さらに、酸化処理に必要なエネルギーは市販のオゾン発生装置と比べて 2 桁以上小さく、直接酸化処理が非常に効率的であることを示すことができた。今後は、食品工場、染色工場などからの実排水を用いた実験を行う予定である。

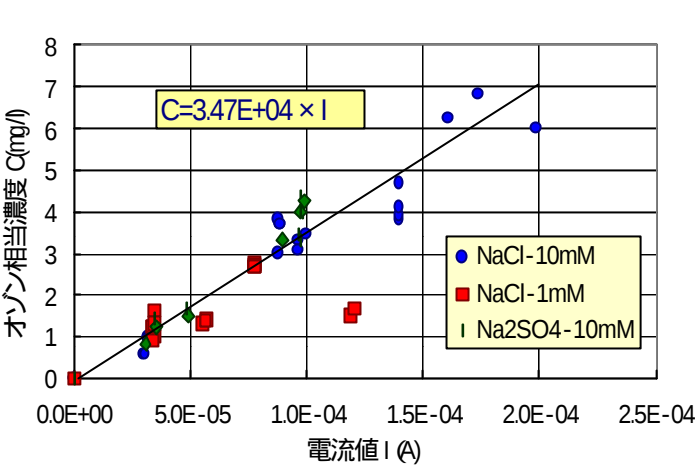


図 3、電流値とオゾン相当濃度の関係

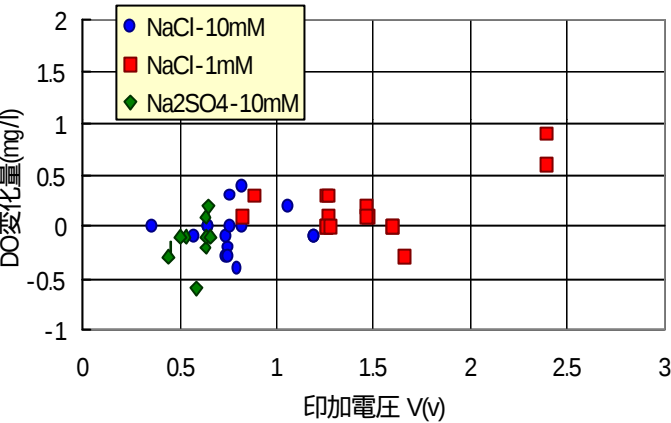


図 4、印加電圧と DO 変化量の関係

表 1、消費エネルギー比較

方式	放電式	SPE 電解式	本研究 Na ₂ SO ₄ -10mM
消費エネルギー (Wh/g-O ₃)	10-100 ²⁾	100-400 ²⁾	0.14

参考文献 1)千田、榊原：三次元電極を用いた酸化処理法に関する研究、第 36 回日本水環境学会年会講演集、p403

2)杉光英俊：徳山大学論叢、第 36 号、pp339～381、1991