

## オゾンを含むオキシダントの電解生成法に関する基礎的研究

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 榎原 豊

## 1. はじめに

オゾンは、酸化力の強い物質で殺菌、消毒に用いられるだけでなく、UV、 $H_2O_2$ 等と共に、近年注目されている促進酸化処理にも利用される。通常オゾンは放電法で生成されるが、高電圧を必要とし、また難溶性のオゾンを水に溶解させる工程が必要である。電解式オゾン生成法は数Mの電解質が必要であり、逆に固体高分子電解質膜(SPE)を用いたオゾン生成法は純水が必要である。

本研究では実際の地下水、用排水中に直接オゾンを生成させることを目的とし、新規の三次元電極によるオゾン生成の可能性、および影響因子について実験的検討を行った。

## 2. 電極反応

オゾン生成反応を式(1)に、他の電極反応を式(2)~(4)に示す。



本研究では供試溶液に  $Cl^-$  が含まれるため次の反応が生じることも考えられる。



(4)式より生成される  $Cl_2$  は、中性、弱酸性域では次亜塩素酸( $HOCl$ )として存在することも考えられるので、測定されたオゾン濃度はオゾンを含むオキシダント濃度と定義した。



## 3. 実験装置および実験方法

実験装置の概略を Fig. 1. に示す。装置本体は粒状の Pt/Ti 電極を二槽の多重電極槽に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)とした電解槽である。陽極電解槽の比表面積は  $1.1(m^2/l)$  である。実験は、 $10mM \cdot NaCl$  溶液を  $I=10mA, 2mA, HRT=1h$  の条件で連続供給し陽極流出水中のオゾンを含むオキシダント濃度をインジゴ法を用いて測定した。

なお、陰極部の溶液の一部を種々の流量で定期的に取り抜き、陽極槽内の pH を変化させた。

## 4. 実験結果と考察

キーワード：オゾン、酸化処理、電解、電極、オキシダント、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

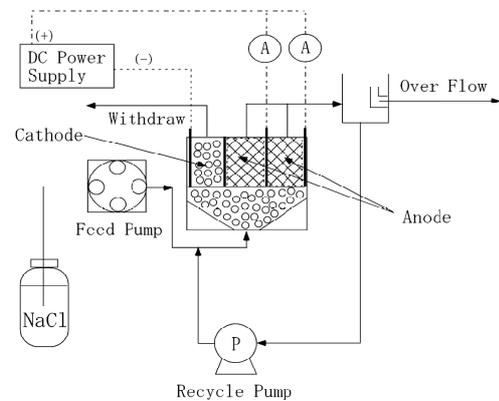


Fig. 1. Experimental apparatus

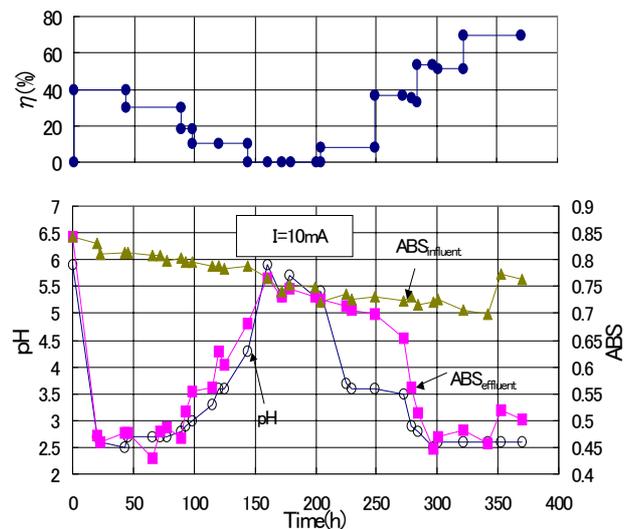


Fig. 2. Time course changes in pH, ABS and withdrawal ratio ( $\eta$ )

#### 4.1 電解結果

Fig. 2.は実験結果の一例で陰極引き抜き率 $\eta$ 、陽極流出水の pH、流入水及び陽極流出水インジゴ吸光度の経時変化を示したものである。 $\eta$ は式(6)で定義した。

$$\eta(\%) = \frac{\text{陰極部引き抜き量}}{\text{流入水量}} \times 100 \quad (6)$$

陽極槽の pH は $\eta$ を大きくすると、中性域から pH=2 付近まで低下した。また、吸光度の減少は pH の低下につれて大きくなった。

これは、通電により溶液中の陽イオンが陰極層に泳動し、陰極部溶液の一部を引き抜くことによって、陽極槽内の pH が酸性側に遷移したことによると考えられる。また、pH の低下につれて流出水の吸光度が減少していることから、オキシダントが生成され、低 pH がその生成に有利であることがわかる。

#### 4.2 pH と引き抜き率、オキシダント濃度との関係

Fig. 3.に pH と $\eta$  の関係を示す。電流値 2mA,10mA どちらの場合でも、 $\eta$ が 10%程度で pH が 4 程度まで下がるのがわかった。

pH とオキシダント濃度の関係を Fig. 4.に示す。中性域ではオキシダントはほとんど生成されず、5 程度でオキシダントが生成され始め、更に pH が低下するとオキシダント濃度は上昇した。本実験条件下の最大値は 2mA で 1.5(mg/l)、10mA で 2(mg/l) 程度になった。

また、陽極流出水の吸収スペクトルを調べた結果、オゾンの吸収波長である 254nm 付近に一つの大きな吸収帯があった。したがって、オキシダントの主成分はオゾンであると考えられる。

#### 4.3 電流効率と電流密度

本研究の電流密度及び電流効率と、既往研究結果の比較を Fig. 5.に示す。なお、電流効率は発生したオキシダントがすべてオゾンであると仮定した場合の電流効率である。既往研究と比較すると、電流密度が  $10^6$  程度小さいが電流効率は同程度であった。

#### 5. まとめ

新規の三次元電極を用いることにより、低濃度溶液中にオゾンを含むオキシダントを直接生成することが可能であった。ここで、オキシダント生成は電解槽の pH に大きく依存した。また、陰極部で生じる高 pH 溶液を引き抜くことで陽極部 pH を制御することが可能であった。

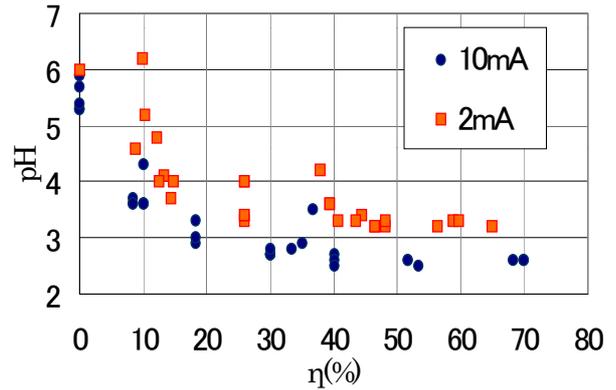


Fig. 3. Relation between withdrawal ratio ( $\eta$ ) and pH

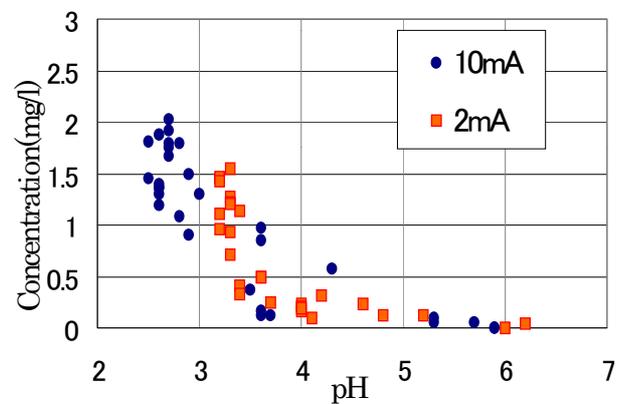


Fig. 4. Effect of pH on oxidant concentration

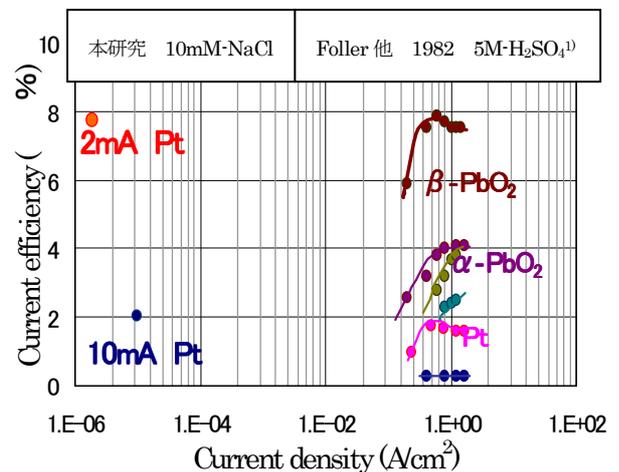


Fig. 5. Comparison with former study