

水中パルス放電による難分解性有機物の酸化分解

千葉工業大学 学員 ○島田聖也

千葉工業大学 フェロー 瀧 和夫

千葉工業大学 伊藤晴雄

1. はじめに

難分解性有機物に対する水処理には塩素処理やオゾン処理を利用することが一般的である。しかし、オゾンを用いても難分解性有機物の分解が十分に行われない場合がある。ダイオキシンや農薬などの難分解性有機物を処理する場合、炭素の一重結合を切断する必要があるため OH ラジカル(以下、 $\text{OH}\cdot$)による処理を行うのが有効である。

本研究では、水中にプラズマを発生させ、 $\text{OH}\cdot$ を生成し、 $\text{OH}\cdot$ による難分解性有機物の酸化分解処理の技術開発を試みた。その反応性、処理効果について報告する。

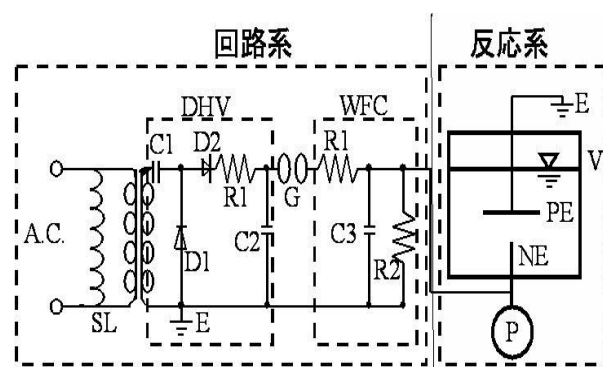
2. 実験装置及び方法

図 1 に実験装置を示す。本装置は、放電を起こすための回路系、反応槽とポンプ部分からなる反応系で構成されている。

電荷がある程度コンデンサに溜まると、スパークギャップを乗り越え、電極間で放電が起こる構造となっている。反応槽はアクリル製で、縦 6cm、横 6cm、高さ 10.5cm である。放電電極はステンレス鋼製注射針の内部に直径 0.30mm の白金製のワイヤーを通したものを使用し、反応槽の底に設置されている。さらに水中での放電を起こしやすくするため注射針を通して、反応槽内に空気を注入するようにした。空気注入にはエアポンプを用いている。

試料水は酢酸を用いた。酢酸は分子量が 60 と有機物としては小さく、またオゾンの酸化力では切断しにくい炭素の一重結合を有するので、難分解性有機物のモデル物質として使われる。電極間距離を 5mm 及び 7mm に調節し、反応時間を 30 分、60 分、90 分とした。さらに、反応槽に流量 0.6ml/l の空気を注入し、試料水の量を 150ml、放電電圧を 18kV、初期 TOC 濃度を 5mg/l に設定した。以下、電極間距離 5mm の実験を RUN1、電極間距離 7mm の実験を RUN2 と記す。

そして、反応槽に空気を注入しながら試料水を反応槽に入れ、放電を行った。放電後、処理水を攪拌・採取し、全有機炭素濃度計(TOC VCSH/CNS, SHIMADZU)を用いて処理水の TOC を測定した。その後、酢酸の TOC 除去率を求めた。



A.C. : 交流電源(50Hz、100V 電源)

SL : 半巻変圧器 NT : ネオトランス

C : コンデンサ D : ダイオード

R : 抵抗 G : ギャップスイッチ

図 1. 実験装置図

表 1 実験条件

	電極間距離 (mm)	TOC 濃度 (mg/l)	時間 (min)
RUN1	5	5	30
	5	5	60
	5	5	90
RUN2	7	5	30
	7	5	60
	7	5	90

キーワード 水処理 難分解性有機物 放電プラズマ

連絡先 〒275-8858 千葉県習志野市津田沼 2-17-1 (千葉工業大学) TEL・FAX : 047-478-0452

3. 結果・考察

図2に電極間距離による TOC 除去率の経時変化を示す。酢酸の有する炭素一重結合はオゾン等では分解できない。よって、酢酸の分解を以って $\text{OH}\cdot$ が生成されていると考えられる。

図2より、反応時間に比例し TOC 除去率が増加していることが分かる。RUN1 では、TOC 除去率が30分で7.6%、60分で10.8%、90分で11.8%となり、RUN2では30分で6.8%、60分で9%、90分で9.6%となっている。よって、電極間距離7mmより5mmの方が90分の場合2.2%TOC除去率が高いことが分かる。

反応時間に比例して TOC 除去率が上昇した

原因について以下のように考えられる。本実験において本実験において放電により発生した高エネルギー電子による水分子の解離を式(1)、さらに酢酸と電子による $\text{OH}\cdot$ の生成の式を(2)、(3)、 $\text{OH}\cdot$ による酢酸との反応を(4)に示す。式(1)(2)(3)の反応より $\text{OH}\cdot$ が生成され、式(4)の反応で酢酸が二酸化炭素と水に完全分解された。そして、生成された二酸化炭素は気体として溶液から揮発する為、水中の有機炭素濃度が減少したと考えられる。よって、反応時間が長いほど式(1)から(4)式の反応が多く起こるので、除去率が上がったと考えられる。

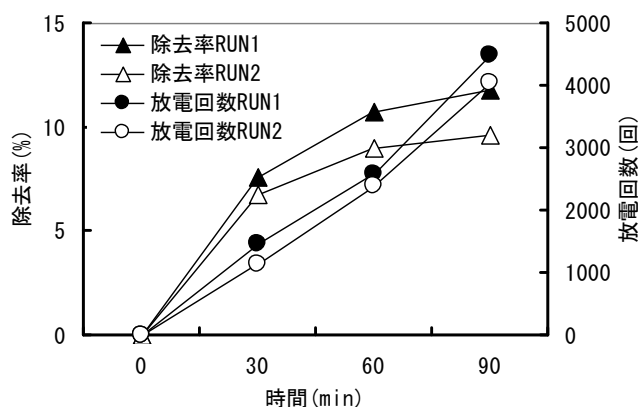


図2 放電回数と除去率の経時変化



図2は各実験の放電回数を示したものである。電極間距離により除去率に差がみられた原因として、放電回数によるものが考えられる。図より、RUN1の方が放電回数が多いことが分かった。これは電圧がどちらも18kVで固定されているため、RUN1はRUN2よりも少ない電荷で電極間を乗り越えられるものと考えられる。よって放電回数が増加し、上記の(1)から(4)式の反応が増加分多く起こるため、 $\text{OH}\cdot$ が効率的に生成され、酢酸の炭素一重結合を分解したため、除去率が増加したのと考えられる。

4. まとめ

水中放電により難分解性有機物である酢酸の酸化分解を試みた結果、以下のことが明らかになった。

- 1)放電によって $\text{OH}\cdot$ が生成され11%のTOCを除去することができた。
- 2)電極間距離5mmでは放電回数が多いため、(1)～(4)式が効率的に繰り返され、除去率が向上した。

参考文献

- 1) 島田聖也、吉谷有希、瀧和夫、伊藤晴雄、“水中パルス放電による難分解性有機物の酸化” 日本オゾン協会年次研究講演会講演集 Vol.18th Page.73-76 (2008)
- 2) Anto Tri Sugiarto, Takayuki Ohshima, Masayuki Sato, Advanced oxidation process using pulsed streamer corona discharge in water, Thin Solid Films 407 174-178 (2002)