

パルスパワー水上放電を用いた難分解性腐植物質の浄化

千葉工業大学工学部生命環境科学科	学生会員	○坂井 康仁
千葉工業大学工学部生命環境科学科	非会員	善養寺 顕彦
千葉工業大学大学院電気電子情報科学専攻	非会員	六角 虎太郎
千葉工業大学大学院工学研究科	非会員	相澤 由花
千葉工業大学工学部生命環境科学科	正会員	矢沢 勇樹

1. はじめに

近年、河川、湖水、沿岸水、貯池水、地下水などの水環境への有機物汚染が進み、生態系への影響、人間の健康や生活に対する影響、漁業や作物への影響が問題となっている。これは水域への畜産排水や農業排水、生活排水、工場排水などが流れ込むことにより起こる。これらの排水中には、有害有機物が含まれており、近年の水環境汚染の深刻化に伴い、浄水場で使用される塩素量は年々増大している。これにより、塩素毒による原水質の汚染や、処理水に含まれる有機物質と塩素が化合することで生成される発ガン性有機化合物（トリハロメタン）など新たな問題が指摘されている。塩素を用いた処理方式以外の水質改善方法としては、電気的な方法が挙げられ、強電界を印加する処理方法などがある⁽¹⁾。

本研究では有害有機物の代わりとして、難分解性である腐植物質を分解対象とした。これは土壌中の草や木の枯れ葉・落葉、倒木、あるいは稀に動物の死骸などが土に埋もれ、これらが土壌中の微生物による腐敗作用によって分解・合成が繰り返され、空気中の酸素によって緩慢な酸化分解を受けることで、これ以上変質しない最終的物質へと変化して生成するものである。この有機物質が多く含まれている土壌は、黒褐色を呈し、団粒構造が発達していて、腐植物質は芳香族性高分子であることから難分解性な有機物となっている⁽²⁾⁽³⁾。この分解が難しい有機物を分解することが可能であれば、水域の有害物質の分解が可能であると考えられる。また、強電界を印加することが可能な方法として、パルスパワーを用いたストリーマ放電を使用した⁽¹⁾。

本研究の目的として、パルスパワーストリーマ放電を用いた難分解性腐植物質の分解を試み、評価を行った。

2. 実験方法

2.1 パルスパワー発生装置

パルスパワー発生装置はブルームライン型パルス形成回路を用い、立ち上がり時間40 ns、パルス幅約450 ~ 650 ns、パルス繰返し回数6 ppsの電圧パルスが発生する。ブルームライン型パルス形成回路図を図-1に示す。また、印加電圧は70および90 Vとし、図-2(a)に示す円筒型反応容器（内側底面にSUS鋼メッシュの対電極）に対し、41本のSUS鋼針電極（図-2(b)の矢印）を配置した。その環境での放電画像を図-2(c)に示す。

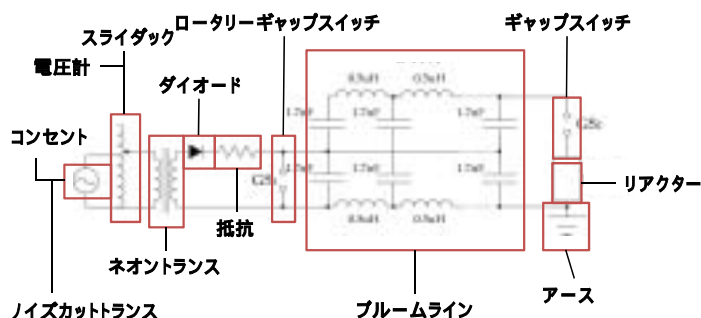


図-1 ブルームライン型パルス形成回路図

キーワード パルスパワー、ストリーマ水上放電、腐植物質、分解

連絡先 〒275-0016 千葉県習志野市津田沼2-17-1 千葉工業大学 TEL 047-478-0409 E-mail : yuuki.yazawa@it-chiba.ac.jp

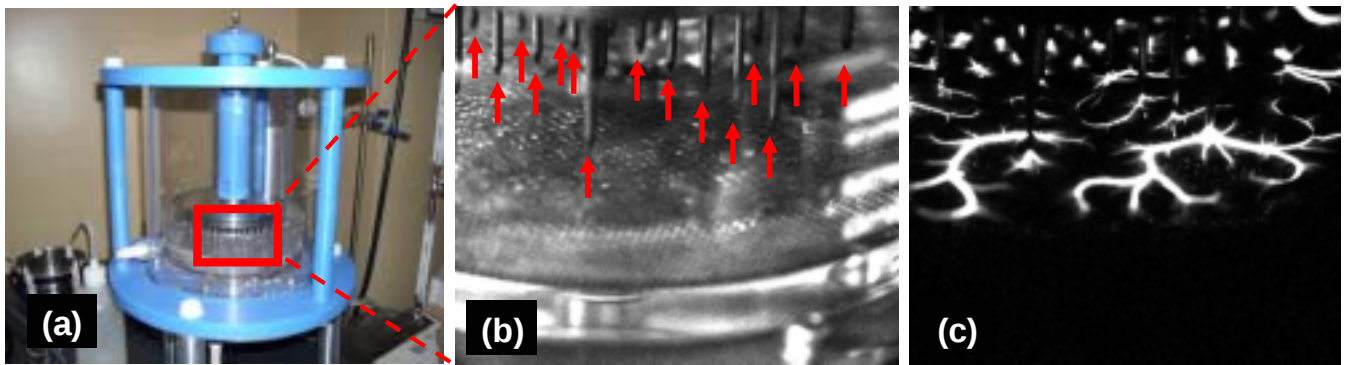


図-2 パルスパワー放電装置のリアクター写真

2.2 実験手順

反応容器に、難分解性腐植物質として50 mg/lのフミン酸アンモニウム水溶液250 ml(水深10 mm)を入れ、針電極と水面距離を1 mmに設定した。反応雰囲気は空気、溶液は循環させた。放電反応時間0, 30, 60および90 minとし、溶液物性の推移を計測した。

放電処理前と後の水溶液の pH を、pH メーターを用いて測定し、酸化還元電位 (Eh) を酸化還元電位計、全炭素 (TC) と無機炭素 (IC) は TOC-V_{CSH} を用いて測定した。さらに TC と IC の濃度差から、全有機炭素 (TOC) の濃度を求めた。また pH から水素イオン (H^+) 濃度を求めた。

3. 結果および考察

発生した 1 パルスのエネルギーは、印加電圧 70 および 90 V、それぞれ 1.05 J、2.59 J であった。以下に放電時の電圧波形を図-3 として示す。

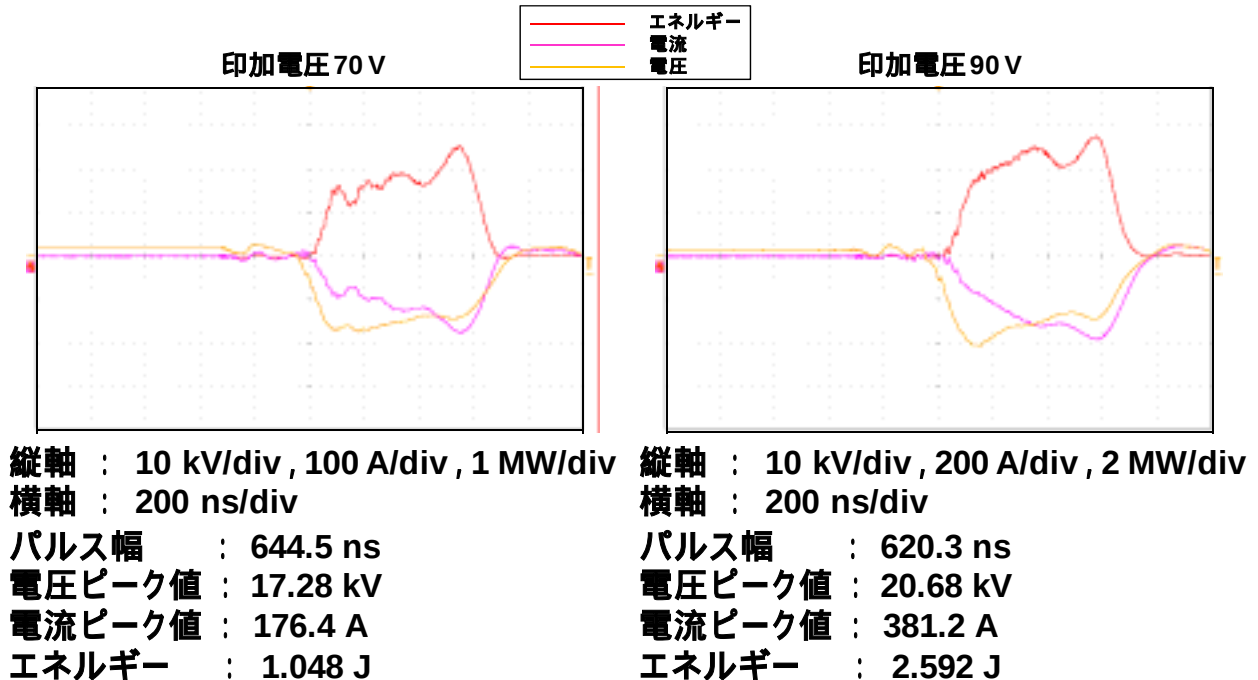


図-3 放電時の電圧波形

この条件において、水中のフミン酸塩の分解挙動を確認した。放電処理による溶液物性の推移を図-4として示す。TOC 濃度基準で印加電圧 70 V での変化は些少であったが、90 V において約 80% 消失した。分光特性より、印加電圧を高めることでフミン酸塩中の難分解性の構造が一様に分解したと推定される。一方、 H^+ 濃度および Eh はいずれも増加し、このことからアンモニウムおよびフミン酸塩が酸化し、より酸解離度が高い物質に変換されたことが判明した。特に、印加電圧 90 V の場合は放電エネルギーが高いことから、フミン酸中の難分解構造を破壊したと考察される。

4. まとめ

本研究では、パルスパワー水上放電による難分解性腐植物質の分解挙動を確認した。得られた知見は以下のとおりである。

- (1) 酸化還元電位は172 mVから、印加電圧70および90 Vはそれぞれ、420 mV、509 mVまで上昇した。
- (2) 水素イオン濃度は 7.9×10^{-3} mmol/lから、印加電圧70および90 Vはそれぞれ2.5 mmol/l、4.0 mmol/lまで上昇した。
- (3) 全有機炭素は2.3 mmol/lから、印加電圧70 Vでは2.3 mmol/lと変化は見られず、90 Vでは0.5 mmol/lまで減少した。

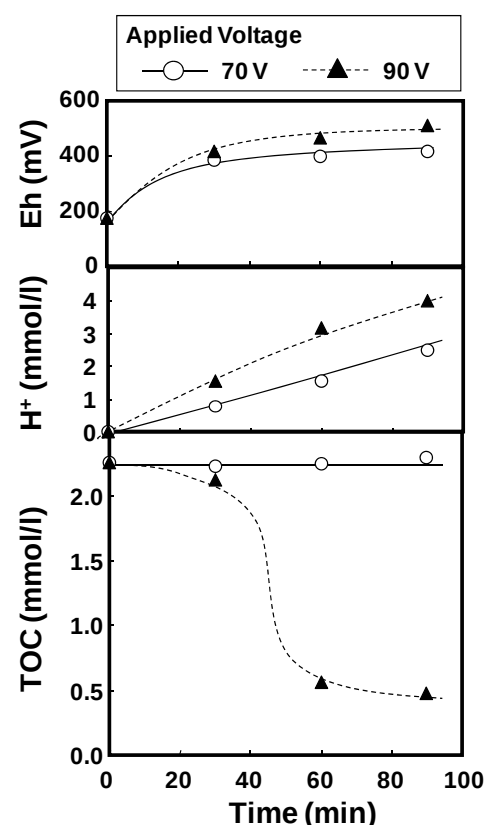


図-4 放電処理による溶液物性の推移

参考文献

- 1) 秋山秀典(2003):高電圧パルスパワーの概要(1章) ,In 秋山秀典 編“EE Text 高電圧パルスパワー工学” , pp.1-2 , オーム社 .
- 2) 石渡良志(2008):自然界の腐植物質(1-1) ,In 石渡ら 編“環境中の腐植物質-その特徴と研究法-” ,pp.5-7 , 三共出版 .
- 3) 米林甲陽(2008):土壌中の腐植物質(1-2) ,In 石渡ら 編“環境中の腐植物質-その特徴と研究法-” ,pp.10-12 , 三共出版 .