

通電による殺菌に対する水中の塩素イオンの影響に関する研究

群馬工業高等専門学校 正会員 谷村嘉恵
群馬高専環境都市工学科 学生 ○牧野 堯

1. はじめに

電気化学的方法は、富栄養化した水の入った水槽に金属板電極を設置して通電する方法であり、藻類除去のみならず大腸菌群をはじめとする水中の細菌の殺菌も可能な方法である。過去の研究において、水に通電することで大腸菌群を死滅させる効果が確認された。しかし、この方法を実用化するために、通電による殺菌のメカニズムの解明は非常に重要である。自然界の水には塩素イオンが含まれているのが一般的であり、通電することで塩素イオンの殺菌効果がある塩素に変えることが考えられる。したがって、通電による殺菌効果は、電気化学的反応によるものと、発生した塩素によるものであると考える。

本研究では、塩素イオン濃度の異なる2種類の供試水を使用し、電圧を種々変化させた実験を行うことで、大腸菌群の殺菌効果に対する電圧、塩素イオン濃度、残留塩素濃度の影響について検討を行った。

2. 実験装置及び実験方法

2.1 実験装置

図-1に実験装置の概略を示す。実験装置は、直流安定化電源、45×75mmのステンレスメッシュ板の陰極2枚、同寸法の白金メッキしたチタンメッシュ板の陽極2枚の計4枚からなっている。水槽の有効容積は、150ml、1000ml、10000ml及び20000mlであった。各容量の水槽を用いた実験では、水に触れる電極板の寸法は、33×75mmであり、電極板の間隔は10mmとした。また、図-1は有効容積150mlの水槽の場合の概略であるが、他の有効容積のときも図-1と大差は無く、電極板セットを吊るす又は浮かべる様にして供試水に浸したものを実験装置とした。

2.2 実験方法

供試水として浄化槽処理水（以下供試水A）及び西湖流入水（以下供試水B）の2種類を使用した。両供試水に対して共に通電時間30分、水量150ml、1000mlの条件の下で、電圧を水量150mlでは1～10V、水量1000mlでは1～20Vの範囲で変化させる実験を行った。また、通電時間30分、電圧10Vで水量

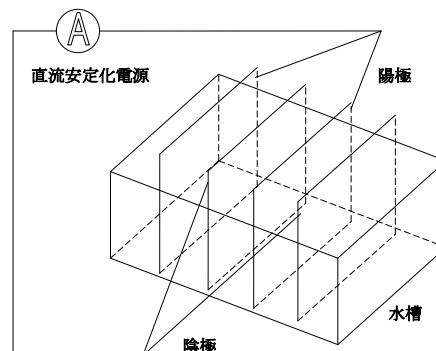


図-1 実験装置概略

10000mlと20000mlの通電実験も行った。

実験終了後に、通電処理した各供試水の塩素イオン濃度、残留遊離塩素濃度、pH、電気伝導度及び大腸菌群数を測定した。塩素イオン濃度は塩素イオン濃度計、残留遊離塩素濃度は塩素濃度計、pH及び電気伝導度はpH計及び電気伝導度計を使用した。大腸菌群数の計測については、デスオキシコール酸塩法で行い、大腸菌群の集落数に希釈倍率をかけて大腸菌群数を求めた。希釈倍率は、西湖流入水では10倍、浄化槽処理水では10倍、100倍として、同一試料に対しては3皿を作って、平均値を採用した。

3. 実験結果

3.1 塩素イオン濃度

図-2に、塩素イオン濃度と電圧の関係を示す。また、各供試水の塩素イオン濃度と電圧との関係の近似式を表-1に示した。同じ供試水の場合では比表面積が大きいA(150ml)やB(150ml)ほど、塩素イオン濃度の減少が大きくなっていることが判った。

表-1 塩素イオン濃度近似式

	近似式	相関係数
A(150ml)	$y = -0.587x + 26.86$	0.964
B(150ml)	$y = -0.222x + 9.905$	0.992
A(1000ml)	$y = -0.050x + 24.47$	0.817

3.2 遊離塩素

図-3に残留遊離塩素濃度と電圧の関係を示す。電圧が高いほど、残留塩素濃度が高く検出された。ま

キーワード 電気化学的方法 大腸菌群 遊離残留塩素

連絡先 〒371-8530 群馬県前橋市鳥羽町580 群馬工業高等専門学校 TEL027-254-9185 E-mail: tanimura@cvt.gunma-ct.ac.jp

た、比表面積が小さい水量 1000ml では、残留遊離塩素濃度は少なくなっている。

図-2 の塩素イオン濃度の減少値と図-3 の残留遊離塩素の増加値の間に大きな差が生じているのは、発生した塩素の多くが残留せず、空气中に放出されているためであると思われる。また、水道水質基準によれば、水道給水栓での遊離残留塩素濃度は 0.1mg/l 以上であるので、遊離残留塩素濃度がそれ以上ならば大腸菌は検出されないことになる。

3.3 大腸菌群数

図-4 に有効容積 150ml 時の大腸菌群除去率と電圧の関係を示す。また、図-5 に有効容積 1000ml 時の大腸菌群除去率と電圧の関係を示す。

比表面積の大きい水量 150ml での除去率は 1V～4V で急激に上昇し、5V で大腸菌群は死滅した。比表面積の小さい水量 1000ml では大腸菌群除去率は緩やかに上昇し、電圧 20V で大腸菌群は死滅した。

表-6 に電圧 10V での比表面積と大腸菌群除去率との関係を示す。比表面積が大きいほど大腸菌群の除去率が大きかった。本実験では、電圧 10V で通電時間 30 分の条件下で大腸菌群を死滅させるのに必要な比表面積は 0.127(1/cm)程度であった。

4. 考察

図-3 と図-4 に示したように、残留遊離塩素濃度が 0.1mg/l 以下の電圧 3V において、有効容積 150ml では大腸菌群除去率が高くなっている。また、有効容積 1000ml への通電において遊離塩素濃度が低くなっている。図-5 を見ると、比表面積の小さい 200、100、10 において大腸菌群除去率の線形は綺麗な直線をなしており、比表面積が小さいほど除去率は低くなっている。またデータは掲載していないが、比表面積が小さいほど、検出される遊離塩素量も少なくなっており、図-4 のように電圧 10V 時の容量 10 でさえ遊離塩素濃度が 0.1mg/l に満たないことから、殺菌効果に対する遊離塩素の影響はほぼ無いといってよい。それは、比表面積が小さいため、発生した塩素が希釈されて遊離塩素濃度が低くなり、遊離塩素が検出されない、または非常に少なくなっているためであると考えられる。

よって、比表面積の小さい場合の大腸菌群除去効果は電極板表面での電気化学的反応等のような残留塩素以外の要因によるものであると考えられる。

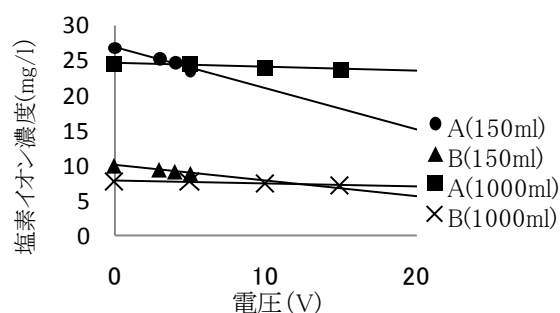


図-2 塩素イオン濃度と電圧の関係

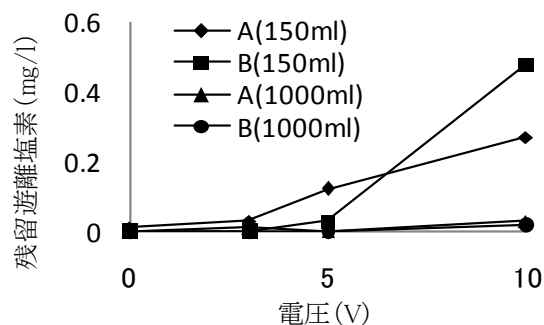


図-3 残留遊離塩素濃度と電圧との関係

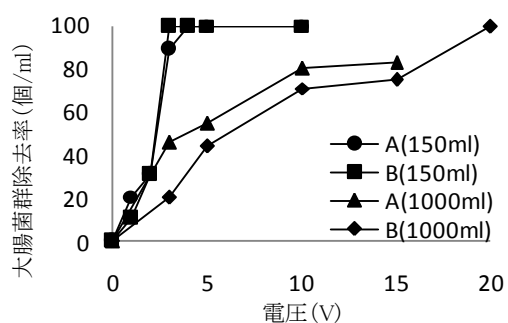


図-4 大腸菌群除去率－電圧

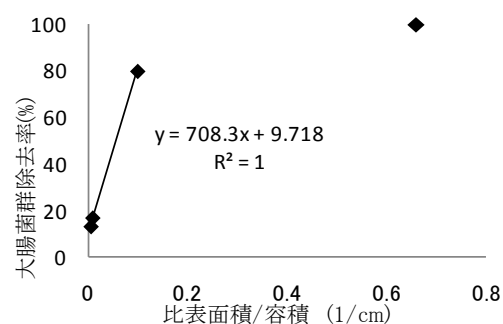


図-5 大腸菌群除去率－比表面積

5. まとめ

比表面積が大きい場合では、印加電圧を大きくすることで、水中に残留塩素濃度を高いレベルに保持することができ、殺菌効果に寄与している。また、比表面積が小さい場合、本実験条件下では水中に残留塩素濃度を高く保持することができなかったが、高い殺菌効果が得られた。

よって通電による殺菌効果は、電気化学的反応と残留塩素の相互作用によるものであると考えられる。