

排水の電気化学的処理における消費電力に関する研究

金沢工業大学大学院環境土木工学専攻

学生会員 ○駒形一

金沢工業大学バイオ・化学部応用化学科

正会員 土佐光司

金沢工業大学環境・建築学部環境土木工学科

正会員 鹿田正昭

1. はじめに

近代の下水処理における消毒は、塩素を注入する方法が主である。塩素消毒に用いられる消毒剤としては次亜塩素酸ナトリウム溶液が広く用いられている¹⁾。電気化学的手法による消毒には、塩化物イオンを含む排水を電解して、次亜塩素酸を生成させる方法と、食塩水を電解して得た次亜塩素酸を排水に注入することで消毒する方法がある。しかし、電気化学的処理によって大腸菌群を不活化させる際に、消費される電力量また手法の違いによる差は明らかにされていない。

本研究の目的は、NaCl を試料へ添加後に電解を行なった場合と、NaCl 溶液を電解後に試料へ注入した場合の消費電力の差を明らかにすることであった。

2. 材料

本研究で用いた試料は、金沢工業大学浄化槽活性汚泥槽の活性汚泥を採取し、沈殿させた上澄みである。上澄みの一部は、特定酵素基質(MMO-MUG)培地を用いて、36°Cにて一昼夜培養した。その一部を採取し、大腸菌群濃度が 10^5 (CFU/ml)程度となるように、培養を行っていない上澄みに注入した。これを消毒対象の試料とした。

3. 実験方法

実験は、容量 300ml の電解槽を用いて回分処理で行なった。作用電極、対極の双方に白金板(15mm×20mm)を用いた。参照電極には飽和カロメル電極を用いた。また、全ての実験は Potentiostat-Galvanostat を用いて、1.5V(vs.SCE)の定電位で行った。電解には 250ml の試料または NaCl 溶液を用い、電解の間はマグネチックスターラーを用いて攪拌した。実験中の温度は約 25°Cの室温であった。

- Run A: 2. で用意した試料に対して 0.2M となるように NaCl を添加し、電解を行なった。

処理時間＝電解時間＝反応時間であった。

- Run B: 2M の NaCl 溶液を、電解後に 0.2M となるように試料に注入した。

処理時間＝電解時間＋反応時間であった。

詳細な時間は、Table.1 に示した。

大腸菌群数の計測は、デソキシコール酸塩培地法を用いて、混釈法により行なった。詳細は下水試験方法²⁾に準じて行なった。

Table.1 Run A と Run B の処理時間

	処理時間 (min)	
	電解時間 (min)	反応時間 (min)
Run A	0	
	10	
	30	
	60	
	90	
Run B-1	5	0
		3
		10
		30
Run B-2	15	0
		3
		10
		30
Run B-3	30	0
		1
		5
		20
Run B-4	60	0
		1
		5
		20

キーワード：電解、大腸菌群、消費電力

連絡先：〒921-8501 石川県石川郡野々市町扇が丘 7-1 金沢工業大学応用化学科 土佐光司 TEL076-248-9426

4. 結果・考察

Run A と Run B の結果を Fig.1 に示した。共に大腸菌群の不活化が見られたが、不活化率には大きな差があった。特に、Run B-4 では顕著な不活化がおきており、その不活化率は、1 分間で約 98%であった。それに対して Run A では、90 分間の電解で、約 62%の不活化率であった。この結果となったのは、同じ電位での電解でも、NaCl を添加した試料と NaCl 溶液の電気伝導率に大きな差があったため、生成した酸化剤の量に差が出たからである(Run A=0.1mgCl/L, Run B=3.2mgCl/L)。

Fig.2 には電解時間と消費電力の関係を示した。消費電力については(1)式を用いて計算を行い、1L あたりの仕事量として示した。

$$W(\text{Wh/L})=V(\text{V})\times I(\text{A})\times t(\text{s})/n(\text{L}) \quad (1)$$

ここで、 W は仕事量、 V は電位、 I は電流、 t は時間、 n は容量の値である。Fig.1 における Run A と Run B のグラフ上の交点は、大腸菌群の不活化率が同等であることを示している。この交点より、Run A と Run B が同程度の不活化率に達する際に消費した電力を Fig.3 に示した。Fig.3 の二次関数の近似曲線より、大腸菌群数を初期の 85000 CFU/ml から、不活化率を 99%にするための電力量は、以下のように求めることができた。

Run A 0.012 Wh/L

Run B 0.027 Wh/L

Run A は Run B と比較して約 2.3 倍の電力が必要であるということがわかった。これは、電解時の NaCl 濃度の違いによるものだと考えられる。

5. まとめ

本研究では、NaCl 溶液を電解後に試料へ注入したほうが、NaCl を試料へ添加後に電解を行なった場合と比較して、消費電力が 1/2 以下であった。また、初期の大腸菌群数より、目標とする菌数にするための、電力を求めることができると考えられる。これは、下水処理において、電解条件を決定する際に有効であると考えられる。

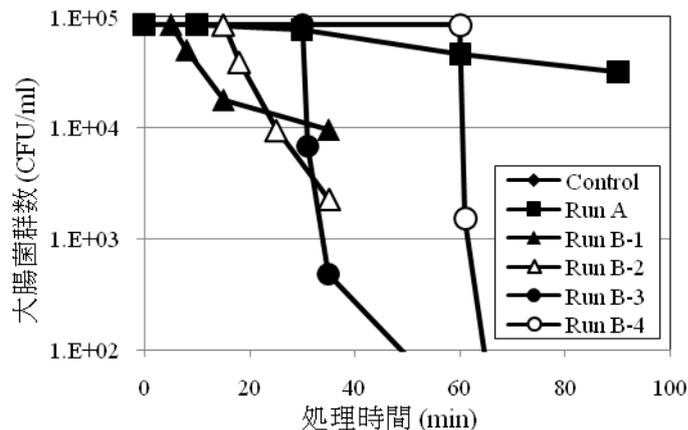


Fig.1 処理時間と大腸菌群数の関係

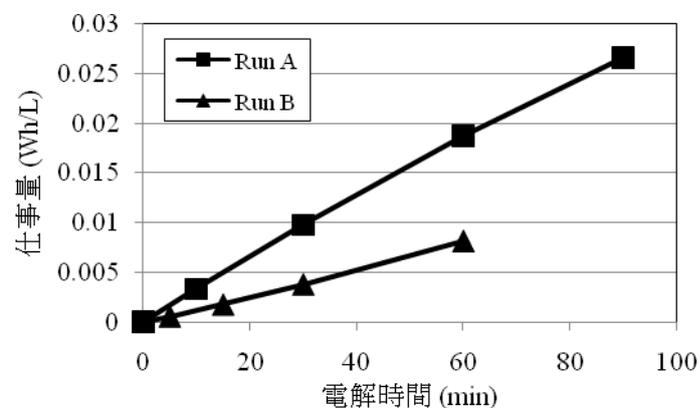


Fig.2 電解時間と仕事量の関係

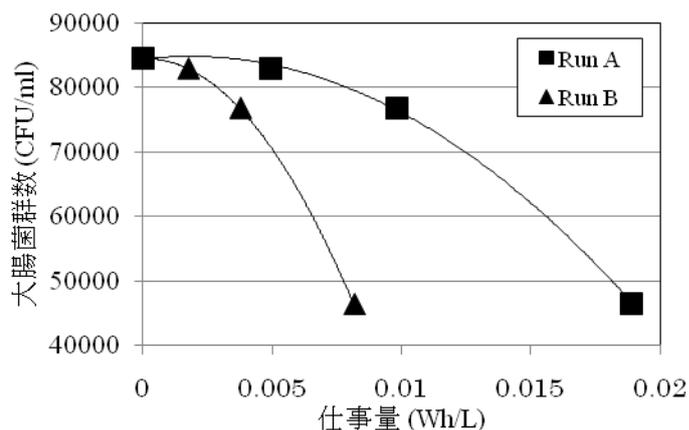


Fig.3 仕事量と大腸菌群数の関係

参考文献

- 1) 金子光美：水の消毒、pp.67-69 (1997)
- 2) 日本下水道協会：下水試験方法上巻(1997)