

電子制菌システム (ELECTRO CLEAN) の開発

Development of Bacteriostasis System Using Bipolar Fixed Bed Electrolyzer

五嶋伸隆*

Goto, Nobutaka

We have developed the unique new system (Electro Clean System) which sterilizes various forms of microorganism existing in water with great efficiency at an amazingly low operating cost. In addition, it simultaneously eliminates metalsubstances and musty and chloride odors in the water. This new system effectively overcomes various insufficients associated with such conventional water treatment methods as chemical additives, ultra-violet irradiation on distillation.

1 はじめに

水を取り巻く環境は年々悪化する方向にあり、最近では新聞や雑誌に“安全な水”“健康な水”等の記事がよく掲載されている。水の汚染は産業活動の活発化により有機物や各種の不純物が混入して直接的に発生する場合と、それらが原因となり微生物が多量発生する場合がある。更に、微生物殺菌用の塩素添加に起因する発ガン性の有機塩素化合物等の副生の問題もある。

ここでは、特殊電解槽を使用して微生物の種類に制限なく、且つ電解反応で有害化合物を副生することなく、極めて微少な電力で水中微生物を殺菌して水を浄化する事が可能な電子制菌技術を紹介する。

2 電解反応による微生物殺菌原理

酵母の菌体懸濁液にグラファイト電極を挿入し、サイクリックボルタンメトリーを行うと、0.74V (vs. 飽和甘コウ電極) 付近に酸化電流ピークが得られる。この細胞-電極間の電子移動反応は細胞内の補酵素 A によって媒介されることが明らかであり、同様な電子移動反応は大腸菌などの微生物や赤血球・リンパ球などの動物細胞においても確認されている。又、この0.74Vの定電位を細胞に印加すると、細胞呼吸活性が印加前より減少し、細胞が死滅することも同時に確認されている。

微生物は回転運動等により液中で自己泳動できるが、その移動距離は極めて僅かである為に、電解槽内で乱流状態となる液流動がなければ陽極に接触できず上記電解反応(電子移動反応)を生じることが出来ない。又、微生物のサイズは通常数ミクロンである為に、電極表面積が非常に膨大でなければ微生物が電極に接触する可能性も極めて少ない。

以上の問題を解決する手段として、表面積の極めて大なる炭素材料を電極とした三次元型電解槽(複極型固定床式電解槽)を検討開発した。通常の金属電極を使用する平面型電解槽は、電解槽単位体積当たりの電極表面積は大きく取ることが出来ないが、Fig. 1に図示する三次

* 画像システム機器事業部

元型電解槽は、ポーラスグラファイトをその電極材料とすると極めて広大な電極面積を有することが出来る。しかし、この材料を水電解反応に使用すると、水酸化イオンの電解酸化により発生する酸化性酸素の為に陽極となる電極材料表面の損傷が激しく使用に耐えない。

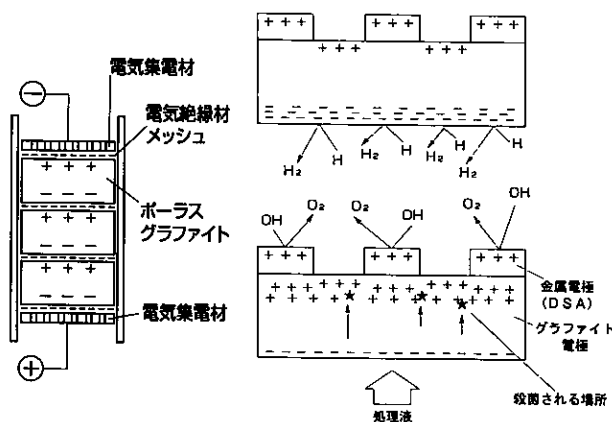


Fig. 1 複極型固定床電解槽概略図

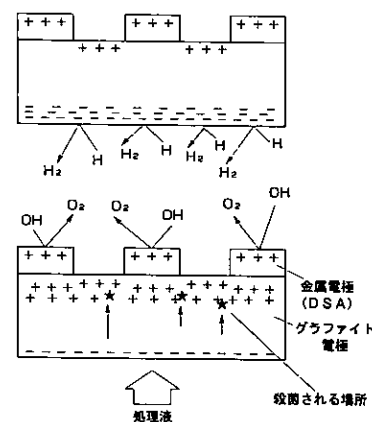


Fig. 2 電極構造体概略図

この欠点を補い、且つ、大表面積な陽極構造を有する三次元型電解槽を構成する為に、Fig. 2に示す網目状の金属電極をポーラスグラファイト材料の表面に圧着した構造の電極を開発した。陽極したグラファイト材料の陽極電位は約0.8~1.0 Volt (vs. SCE) となり、微生物を殺菌可能であり、又、金属電極面上は約1.1~1.3 Volt (vs. SCE) となり、水酸イオン放電に十分な陽極電位であることが判る。この構造により微生物殺菌は莫大な表面積を有するグラファイト材料内で生じ、酸素発生は耐性ある金属電極上で生じさせることが出来た。

3 微生物殺菌

微生物とは顕微鏡で観察する小生物で、菌類・原生動物・藻類・藍藻類・細菌・ビールス等に大別されて居り、これら微生物に対し本三次元電解槽では3.2で述べる様な殺菌効果を表わす。

3.1 試験設備及び分析要領

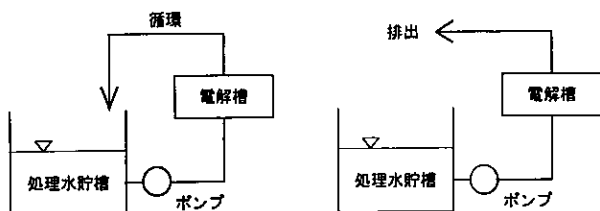
下記の電極直径75mmのABE75電解槽をFig.3に示すフローで使用した。

[ABE75仕様]

電極直径×厚さ：直径75mm×9mm×8段

電解電流×電圧：DC0.1～0.2Amp×35Volt

電極間距離：1.0mm、処理液流量：8.0ℓ/min



(試験設備-A/循環フロー) (試験設備-B/ワンパスフロー)

Fig.3 試験電解設備フロー

3.2 試験及び結果

3.2.1 ワンパス殺菌性能：試験設備-Bを使用して電解殺菌効果を確認した。

Table 1 電解制菌効果 (微生物：MS-2 ビールス)

SAMPLE	Colonies (PFU/ML)	Efficiency
Influent	6.8×10^5	NA
after 10 min	4.1×10^5	39.7
after 15 min	4.1×10^5	39.7
after 20 min	5.0×10^5	26.5
after 25 min (通電)		>99.99
after 35 min (通電)		>99.99
after 40 min	4.4×10^4	35.3
after 45 min	4.4×10^4	39.7

Table 1 に示すように DC 電源 OFF 時は、電解槽はフィルターのように機能し若干の除菌効果を有するだけであるが、通電時は約 100% の殺菌効果を有する。

Table 2 各種菌の電解制菌効果

MICROORGANISM	SAMPLE	Colonies(PFU/ML)
MS-2 Virus (超小型微生物)	Influent	9.6×10^1
	after 1.1 min	0
	after 9.3 min	0
	after 27.8 min	0
クリプト菌 (大型微生物)	Influent	667
	after 0.7 min	0
	after 9.3 min	0
	after 27.8 min	0
シュードナモス菌 (糸状微生物)	Influent	2.8×10^2
	after 1.1 min	0
	after 9.3 min	0
	after 27.8 min	0

Table 2 に示すように、ビールス、クリプト菌、シュードナモス菌に対し、全て 100% の殺菌性能を有する。

3.2.2 循環による殺菌性能：試験設備-A を使用して、大腸菌、一般細菌の殺菌効果を確認した。

Table 3 循環方式による制菌効果確認(処理水量:100ℓ)

ORGANISM	INFLUENT (CPU/ML)	1HR	2HR	3HR	5HR
E-Coli	2.36×10^4	97000	110	0	0
Bacteria	70	15	5	0	0

Table 3 に示すように、原水貯水量の微生物は徐々に殺菌され 3 時間経過後は貯槽内の微生物は 0 となる。

3.2.3 他成分 (NaCl, Na₂SO₄) の共存効果

Table 4 他イオンの共存効果 (微生物：一般細菌)

	殺菌効果 (%)			
	0分後	0.5分後	1分後	1.5分後
NaCl 共存	56.7	84.6	90.0	99.9
Na ₂ SO ₄ 共存	34.3	26.3	84.3	99.8

Table 4 に示すように、他イオンの存在は殺菌効果を向上させる事が判明している。

Table 5 制菌効果残留性

	殺菌効果 (%)		
	0分後	10分後	30分後
電解処理水(市水)	77%	51%	7%

Table 5 に示す様に電解処理後の処理水は、30 分程度の残留殺菌性を有していることを確認した。

4. まとめ

電子制菌システムは、東京農工大/松永教授、アリゾナ大学/ガーバー教授、南フロリダ大学/ローズ教授の協力のもとに技術開発が現在も進められて居り、今後はオゾン殺菌・紫外線殺菌に続く殺菌方法としての市場認知を高めていきたいと考えて居る。

●参考文献

- 1) 松永 是：J. Electroanal.Chem.Vol. 174 (1984)
- 2) 松永 是：Anal. Chem., 1984, 56, 798
- 3) 尾崎 武二：水処理技術 P7-12 (1992)
- 4) B.E.EL-ANADOULI：Electrochimica. Vol. 36 (1991)
- 5) 水野 彰：ケミカルエンジニア、1990. 12月号