

電子回収型生物膜電極法による排水の嫌気性酸化処理に関する基礎的研究

早稲田大学大学院理工学研究科 学生会員 ○高子 尚紀

早稲田大学理工学部

嶋田 雅一

早稲田大学理工学術院

正会員

榊原 豊

1. はじめに

活性汚泥法は排水処理施設の主要プロセスとして広く普及しているが、ばっ気操作や汚泥処理に多大のエネルギーを必要とする。これに対して排水中の有機物等が有する潜在エネルギーを電極を介して回収する新しい処理法が注目されつつある¹⁾。本法はエレクトロシヤトルと呼ばれる電子伝達物質を用いて微生物体内の電子を回収する方法²⁾と鉄還元菌等の微生物を利用して直接電子を回収する方法がある。本研究は、異なる種汚泥を用いた嫌気性酸化処理実験および微生物培養実験を行い、電子回収と有機物酸化の関係、さらに鉄還元量と有機物酸化の関係について検討した。

2. 本研究の原理

本生物膜電極槽の電極反応を式(1)、(2)のように仮定した。また、負極と正極の概略を Fig.1 に示した。

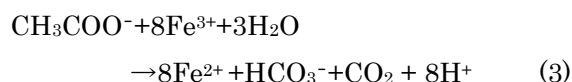
【負極】微生物による有機物の酸化反応：



【正極】水中溶存酸素の還元反応：



一方、微生物培養実験における培養槽内の反応を式(3)として仮定した。



3. 実験装置及び方法

実験装置の概略を Fig.2 に示した。装置は負極槽と正極槽よりなり、各容積は 35ml である。負極及び正極は白金メッシュ電極を用いた。両反応槽はスポンジを挟んだ厚さ 3mm のアクリル板 2 枚で挟んで実験装置の中心部分にセットして隔てた。アクリル板には 10mm * 50mm の窓が開いており、この窓を介して正極反応と負極反応が進行する。

実験は Fig.2 に示した実験装置を二系列作製し、隔週

で 0.5V の電圧を印加し、可変抵抗 200 Ω を用いて発生する電圧及び電流を測定した。また、負極槽における基質消費量を TOC 計(島津製作所 TOC-5050A)により測定した。なお、実験条件の詳細を Table.1 に示した。

また、1l の培養槽を四系列作製し、それぞれに活性汚泥、消化汚泥各 250ml ずつ混合した複合汚泥を入れた。培養槽中の残り 500ml を人工排水の 0.5 倍濃度の無機塩類で満たしたものを嫌気培養した。基質として酢酸ナトリウムと三価の鉄イオンを半回分方式で毎日 20ml を供給した。Table 2 に培養条件を示した。

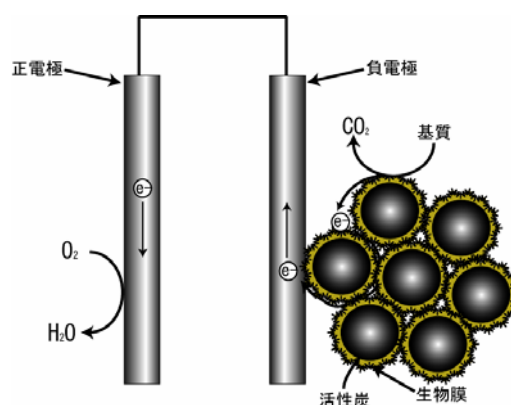


Fig. 1 負極と正極の概略

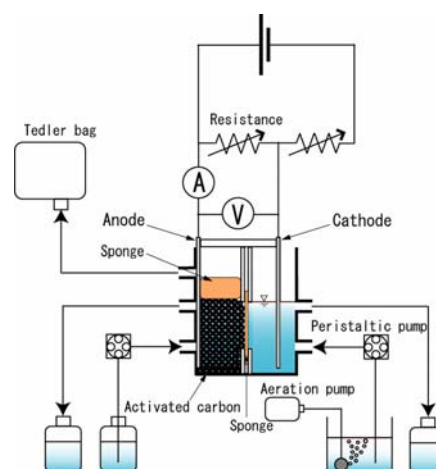


Fig. 2 実験装置の略図

キーワード：電子回収型生物膜電極、嫌気性処理、鉄還元菌、活性汚泥

連絡先：〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 早稲田大学理工学部社会環境工学科 tel.03-5286-3902

4. 実験結果及び考察

実験装置 Run1(活性汚泥)、Run2(消化汚泥)における電圧及び電流の経時変化を Fig.3 に示す。図より、電流値および電圧値の経時変化を比較すると、電圧 0.5V を印加させた場合と印加しない場合においては、各装置ともほぼ同等の電流値を示したが、Run1 においては若干の増加傾向が見られた。これは活性炭表面上に微生物が十分に増殖しておらず、大きな電圧上昇に至らなかったことによると考えられる。

Fig.4 は各装置における TOC 酸化量の経時変化を示したものである。図より、初期は酸化量が安定しなかったが 60 日以降の電圧を印加した場合においては 150mg-TOC/l 程度消費されており、印加しない場合に比べて約 2 倍の差があった。

一方、培養汚泥中の鉄還元量と TOC 酸化量の関係を Fig.5 に示す。図から、異なる場合もあるが Fe(III)の還元量と TOC 酸化量はほぼ式(3)で表されることがわかった。鉄還元菌の中には電子を電極に直接伝達して有機物を嫌気条件下で酸化分解することが知られている¹⁾。したがって、Fig.2 の実験装置内で鉄還元菌がどのように関与しているのかについて今後検討を加える予定である。

5. まとめ

嫌気性条件下で有機物を酸化分解する可能性が示された。電圧を印加しない場合においては電圧及び電流が上昇する傾向が見られなかった。また、鉄還元菌の集積条件を確認することができた。今後は酸化分解および発生メカニズム、並びに処理速度について検討する予定である。

[参考文献]

- 1) D.R.Lovley et al. : Electricity Generation by Direct Oxidation of Glucose in Mediatorless Microbial Fuel Cells, Nature Biotechnology, 2003.
- 2) M.Miyazawa and Y.Sakakibara : Fundamental Study on Electron Recovery from Wastewater by a Biofilm-Electrode Reactor(BER), International Conference on Environmental Science and Technology 2005, New Orleans, USA
- 3) Derek R. Lovley, Elizabeth J.P. Phillips : Novel Mode Of Microbial Energy Metabolism: Organic Carbon Oxidation Coupled to Dissimilatory Reduction of Iron or Manganese, Applied And Environmental Microbiology, 1472-1480, 1988.

Table 1 実験条件

	負極		正極	
	MLSS(mg/l)	好/嫌気	負極基質	正極溶液
Run1(活性汚泥)	2600	嫌気	酢酸ナトリウム	りん酸緩衝液
Run2(消化汚泥)	16000	嫌気	酢酸ナトリウム	好気

Table 2 培養条件

培養槽	Acetate (mg/20ml)	Fe(III)-EDTA (mg/20ml)	人口排水濃度(%)
Run A	100	290	500
Run B	40	120	200
Run C	20	60	100
Run D	10	30	50

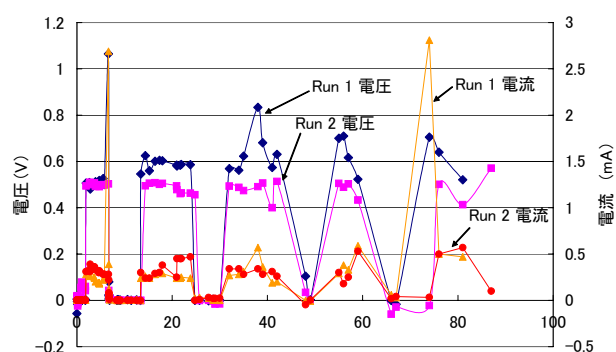


Fig. 3 各装置における電圧値および電流値の経時変化

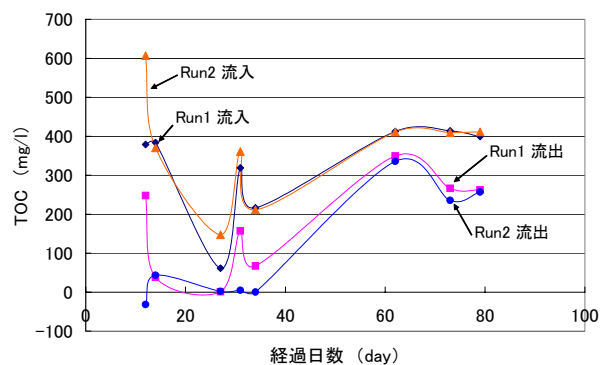


Fig. 4 各装置における TOC 酸化量の経時変化

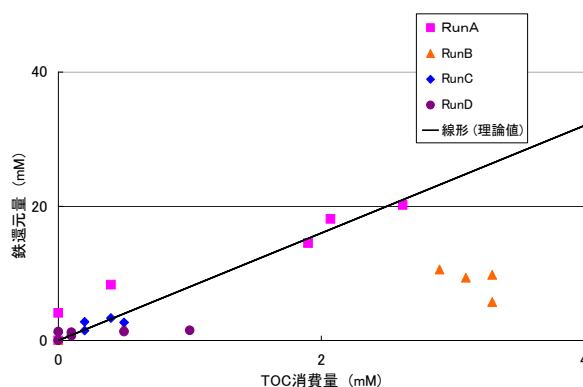


Fig. 5 鉄還元量と TOC 酸化量の関係