

イオン交換膜を用いない フロート型エアカソード微生物 燃料電池の実現可能性

大原 祐衣

Yui OHARA

環境ソリューション工学科 2016 年度卒業

1. はじめに

私は、2017年3月15日から17日に熊本大学黒髪キャンパスで開催された、第51回日本水環境学会年会(The 51th Annual Conference of JSWE)に参加し、「イオン交換膜を用いないフロート型エアカソード微生物燃料電池の実現可能性」という題目でポスター発表を行った。

2. 研究内容

2.1 背景・目的

近年、排水中の有機物分解及び電気エネルギーの回収が可能である微生物燃料電池(MFC)が注目されている。中でも、一槽型MFCは大気中からの酸素供給により、無曝気運転が可能であることから、運転コストの低減が期待できる。しかし、槽の側面に設置されたエアカソードの水圧耐性が低いため、装置の大型化が困難である。そこで、エアカソードを水面に浮かせるフロート構造にすることで、水圧がかからない一槽型微生物燃料電池を構築した。また、エアカソードに炭素繊維不織布を用い、イオン交換膜を用いない単純構造とした。本研究では、長期運転に伴うエアカソードへの塩蓄積抑止及びpH上昇抑制を目的として、エアカソード保持水の水交換の促進およびエアカソードへの穿孔が発電に及ぼす影響を評価した。

2.2 実験方法

Fig. 1に中村(2015)が作成したフロート型エアカソードMFC(有効容積1860 mL)を示す。エアカソードとして金井重要工業(株)製のPAN系炭素繊維不織布(寸法290×150 mm、厚さ5 mm、目

付150 gm⁻²)を設置した。カソードとアノードの両極間は43Ωの外部抵抗器を接続した。フロート下部にはガラスクロスを貼り付け、クロス孔径以上の気泡や浮遊物質のフロート内部への流入を防止する構造となっている。また、フロート内部にφ5 mmの高密度ポリエチレン製筒状担体を充填し、その上にカソードを設置することで、エアカソード全体が水に浸らないようにした。なお、見かけ有効電極面寸法は160×150 mmである。外部回路への接続端子として、グラファイトカーボンの炭素棒を用い、アノードは160×190 mmのグラファイトカーボン板を使用した。装置は2系列用意し、比較試験とした。

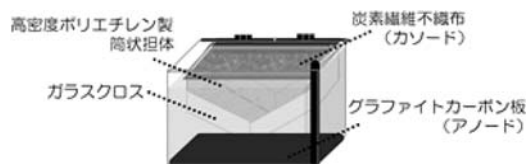


Fig. 1 フロート型微生物燃料電池

2ヶ月間の馴致運転終了後、龍谷大学排水を5.6 Ld⁻¹(HRT: 8 h)で流入させた。装置Aはカソードへの穿孔を行い、装置Bはコントロールとして穿孔を行わなかった。また、両装置共カソード上に模擬下水処理水(水道水+NaCl 200 mg L⁻¹, EC: 0.5~0.6 mS cm⁻¹)を流入排水に対して100%の流量で散水した。実験条件をTable 1に、実験フロー図をFig. 2に示す。

Table 1 実験条件

期間	流量 (Ld ⁻¹)	開口率 (%)	滞留時間 (h)
I : 7/18-9/3	5.6	10	8
II : 9/4-9/23	5.6	15	8
III : 9/24-10/7	5.6	20	8

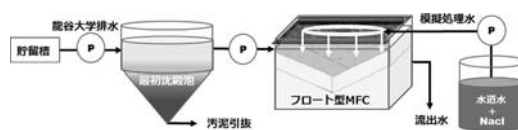


Fig. 2 実験フロー図

2.3 実験結果及び考察

Fig. 3, 4 に期間 I から III におけるカソードの有効面積当たりの電流量（電流密度）の経時変化，開口率ごとの電流密度の差（装置 A-B）をそれぞれ示す。

2.3.1 有機物除去

カソードへ模擬処理排水を流入排水に対し 100% の割合で散水しているため，Fig. 3, 4 における装置 A, B の処理水には 50% の希釈効果が含まれている。いずれの条件においても，4-1 節の実験における装置 A（開口率 0%，散水あり）の D-COD_{Cr} 除去率（84.6±10.4%）を上回らなかった。これは，用いた排水が実排水であるため D-COD_{Cr} 中に含まれる生物利用可能有機物の割合の変化などが原因として考えられる。すべての条件で Paired t-test ($p < 0.05$) で有意差が見られなかったことから，カソードへの穿孔による COD_{Cr} 除去への影響は認められなかった。

2.3.2 電流密度

装置 A は穿孔を行いカソードの有効面積が減少したにもかかわらず，発生電流量は両装置間でほぼ同等の値であった。電流密度に関して Paired-T-Test を用いて各条件ごとに穿孔の有無による比較を行った結果，3 条件すべてにおいて有意差 ($P < 0.05$) が確認されたが，10% の開口率では発電効率向上効果は見られなかった。また，開口率 15% から 20% にすることで，両装置間での電流密度の差が大きくなった。よって，開口率を増加させることで，更なる発電効率の向上が期待できると判断された。

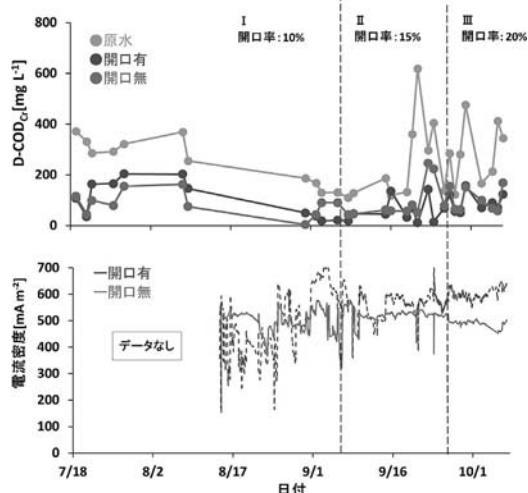


Fig. 3 D-COD_{Cr} および電流密度の経時変化

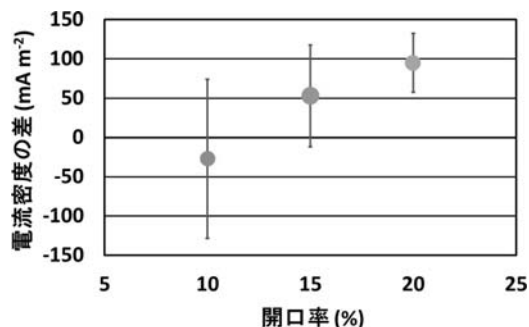


Fig. 4 開口率ごとの電流密度の差（装置 A-B）

3. おわりに

最後に，研究や学会発表に関して指導をいただきました岸本直之教授に深く感謝いたします。

参考文献

中村佑介（2015）フロート型微生物燃料電池の性能評価，2014 年度特別研究，龍谷大学理工学部，環境ソリューション工学科（岸本研究室）