

Water and Environment
Technology Conference 2015
に参加して

吉田 英人
Hideto YOSHIDA

環境ソリューション工学専攻修士課程 1年

1. はじめに

2015年8月5日から6日に日本大学駿河台キャンパスで開催された、Water and Environment Technology Conference 2015に参加し、「Feasibility of a double-chamber microbial fuel cell using an iron-chelate compound as an electron acceptor」という題目で口頭発表及びポスターセッションを行った。

2. 研究内容

2.1 背景・目的

近年、様々な理由からエネルギー需要の増大が言われている。特に、日本では東日本大震災以降原子力発電問題等により、エネルギー問題に関心が高まっている。こういったことからバイオマスエネルギーが注目されることは必然であるが、その中でも微生物燃料電池（以下、MFC）といった反応槽への関心も寄せられている。従来の二槽型MFCとは、図1のようにアノード槽で有機物が微生物により分解され、カソード槽へ水素、電子が送られる。カソード槽では、曝気供給された酸素と送られてきた水素、電子が反応し水を生成する。この様に回路が完成しており、電気回収と有機物除去の二つのプロセスを一つの装置で行えるのである。ただし、曝気によるエネルギー消費が問題となっている。そこで、私は曝気を用いずに、従来の二槽型MFCよりも優れた性能を発揮させるためにカソード溶液に鉄キレート溶液を用いる方法に着目した。従来、電子受容体として用いられていた酸素を、三価の鉄イオンに置き換えることを想定している。電子と反応し還元され二価になった鉄イオンは、図2のような散水ろ

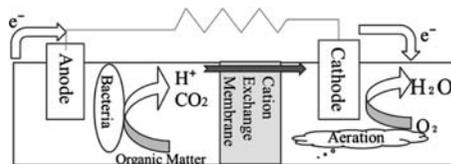


図1 従来の二槽型微生物燃料フロー図



図2 散水ろ床型鉄酸化カラム

床型鉄酸化カラムにより、大気中の酸素を用いて酸化させ、循環利用する。本研究では、散水ろ床型鉄酸化カラムにより酸化させ循環利用する鉄キレート溶液を用いた二槽型MFCの連続運転の実現可能性について検討した。また、キレート剤の種類によって、MFCの発電性能が変わることも考えられた為、適切なキレート剤の選定も行った。

2.2 方法

キレート剤には、エチレンジアミン四酢酸(EDTA)、ジエチレントリアミン五酢酸(DTPA)、トリエチレンテトラアミン六酢酸(TTHA)の三種類を検討した。キレート剤と硫酸鉄(II)を10 mM、5 mMとなるように混合した鉄キレート溶液を散水ろ床型鉄酸化カラムに流して、鉄酸化性能を評価した。用いたカラムは、円柱形の発泡高密度ポリエチレン製の担体(直径5×5 mm) 63 g(嵩容積313.85 cm³)を詰めたアクリル製パイプ(直径30 mm×高さ500 mm)であった。

キレート剤の選定結果をもとに行った二槽型MFCの連続運転のフロー図を図3に示した。用いたMFCの有効電極面積は200 cm²であり、アノード基質には龍谷大学生協排水を用いた。滞留時間を

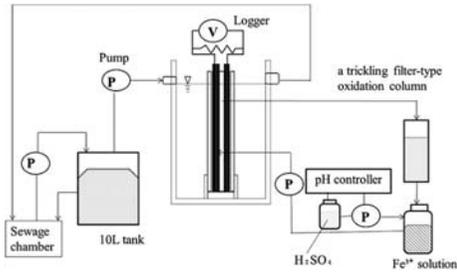


図3 二槽型 MFC のフロー図

8 時間に設定し、 $39\ \Omega$ の外部抵抗を接続して 50 日以上の運転を行い、その間、電圧を測定した。リアクターが三基あった為、カソード溶液の鉄キレート溶液濃度を $5\ \text{mM}$ と $10\ \text{mM}$ に設定したもの、コントロール実験としてカソード溶液に水道水を用いたものを準備した。キレート剤には EDTA を用いた。

2.3 結果および考察

各キレート剤の単位ろ床容積あたりの鉄酸化速度を図4に示した。図4より、キレート剤に EDTA を用いた場合がより酸化速度が速かった。また、EDTA において流入速度として $20\ \text{m}^3\text{-water}/\text{m}^3\text{-trickling filter area}$ 以下が最適であり、EDTA は DTPA、TTHA の場合よりも単位ろ床容積あたりの鉄酸化速度が大きいことから、キレート剤として適当だと考えられた。

実際に二槽型 MFC を連続運転した際の発生電流データが図5である。図5よりカソード溶液に鉄キ

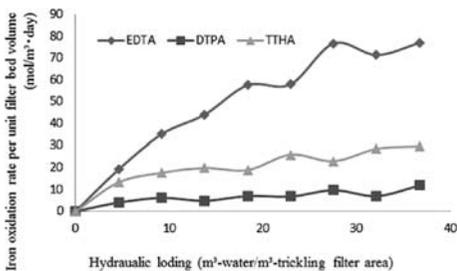


図4 単位ろ床容積あたりの鉄酸化速度

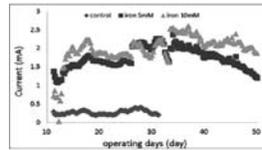


図5 発生電流の経日変化

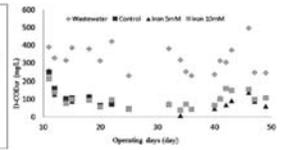


図6 D-COD_{Cr} の経日変化

レートを用いた方がより高い発生電流を得られた。コントロール実験の場合、電子受容体は酸素であり、水への飽和溶解度は $8.1\ \text{mg-O}_2/\text{L}$ (電子当量: 約 $0.25\ \text{mM}$) である (JIS-K 0102-2010)。一方、鉄キレート溶液では、鉄イオンを $5\sim 10\ \text{mM}$ 溶解させてある為、電子当量は 20 倍以上大きい。このことから図5の様な結果になったと考えられた。

さらに、図6に溶解性 COD_{Cr} 濃度のグラフを示した。有機物除去の点では、カソード溶液の違いによる差は見られなかったが、例えばカソード溶液に鉄イオン溶液 $5\ \text{mM}$ を用いた場合では $71.3 \pm 11.4\%$ (除去率 \pm 標準偏差) といった安定した結果が得られた。

これらより、曝気を用いずにカソード溶液を循環利用する二槽型 MFC は、連続運転できることが確認でき、実現可能性が示された。しかしながら、有機物除去という点では、鉄イオンを用いた利点は認められず、今後更なる検討が必要であると考えられた。

3. おわりに

今回、初めての学会に参加したことで、自身の知識不足を痛感し、また新たな知識、アイデアも得られ、学会参加の重要性を理解することができました。そして、多くの人との貴重な出会いもあり、これからの研究意欲につながったと思います。

最後に、研究や学会発表に関して多大な指導をいただきました岸本直之教授、分析の指導等頂きました村上祥隆氏に深く感謝いたします。