

第Ⅶ部門

内部抵抗の低減による微生物燃料電池の電力向上

大阪産業大学工学部

学生員 ○西野 泰史

大阪産業大学工学部

正会員 藤長 愛一郎

1. はじめに

微生物燃料電池の最大の欠点は内部抵抗が高いことである。過去の研究では、微生物燃料電池の電力が低い原因は活性化損失・抵抗損失・濃度損失がある事が分かっている¹⁾。また、昨年度の卒業研究では、固形物MFCで一点法、多点法、交流インピーダンス法、電流変化法、電圧変化法の5つの測定方法で内部抵抗を測定した。一点法は1つの外部抵抗で内部抵抗を測定し、多点法は複数の外部抵抗を使い内部抵抗を測る。交流インピーダンス法は周波数を変化させ内部抵抗を測定する。電流変化法は電流を変化させ、電圧を測定する方法で、電圧変化法は電極電位を変化させ、電流を測定する方法である。一点法で測定した内部抵抗と比較した際、電流変化法、電圧変化法は一致しなかった²⁾。

今年は、水溶液MFCで内部抵抗の測定方法を検討し、また内部抵抗を低減させ電力を向上させる。

2. 実験方法

2.1 MFCの原理と作製

負極では、有機物が微生物によって分解され、電子が生成される。正極では、電子が酸素と反応し、水が作られる。(図1参照) 有機物源は、グルコースを主成分とした人工下水を作製し、ペットボトルを輪切りにしたものを負極版の上に置く。輪切りにしたペットボトルは厚さ4cm、直径5cmである。ペットボトルの上に正極を置き、正極が人工下水に触れる高さまで人工下水を入れる。

2.2 実験内容

実験内容として、実験1を内部抵抗の測定方法の検討した。実験条件として、開回路電圧(OC)と閉回路電圧(CC)を比較し、OCモードとCCモードで測定し、CCモードのみ測定した。CCでは1000Ωの抵抗を用いた。また、多点法では2000, 1000, 470, 220, 100Ωの外部抵抗を使用した。実験2をMFCのかく拌・振とう、実験3を活性炭の利用(①電圧実験、②活性炭への吸着、③ろ紙による封じ込め)を行った。実験1,2ではMFCを3個ずつ、実験3ではMFCを6個ずつ使用した。

3. 実験結果および考察

実験1より、無負荷状態の一点法、多点法では内部抵抗に大きな差は無く正確に測ることができた(図2参照)。一点法の内部抵抗は74.1Ωとなり、多点法の内部抵抗は76.5Ωになった。

負荷状態における一点法は内部抵抗を正確に測ることができたが、多点法は内部抵抗を正確に測ることができなかった。これは、MFCの電力を使うためだと考えられる。

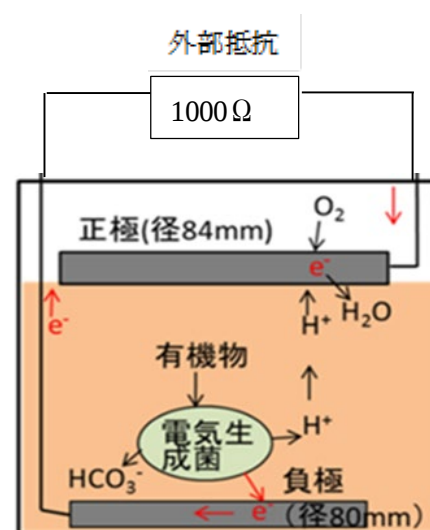


図1 MFC内の原理

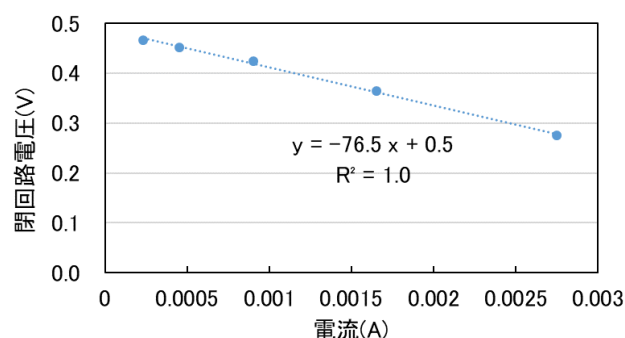


図2 多点法の無負荷状態の例 (MFC3)

無負荷・負荷状態における交流インピーダンス法では内部抵抗を正確に測ることができた (図 3 参照)。実験 2 より、かく拌、振とう実験では、どちらも対照の人工下水 MFC と比較した際、電力の差は見られなかった。

実験 3 では、活性炭を使用した電力向上実験では、対照の人工下水 MFC と比較した際、活性炭の電力は対照の人工下水 MFC より大きく上回った (図 4 参照)。

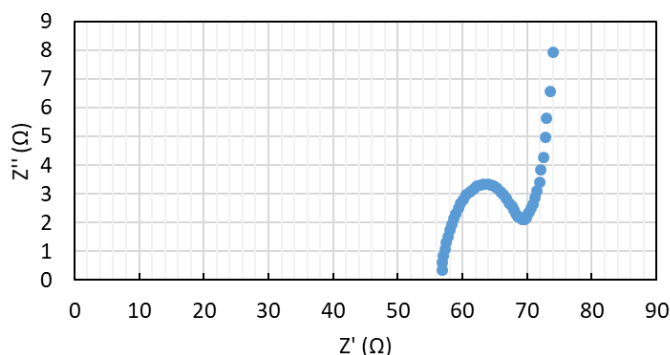


図 3 無負荷状態の交流インピーダンスのナイキスト線図 (縦軸 Z'' は本来はマイナス値)

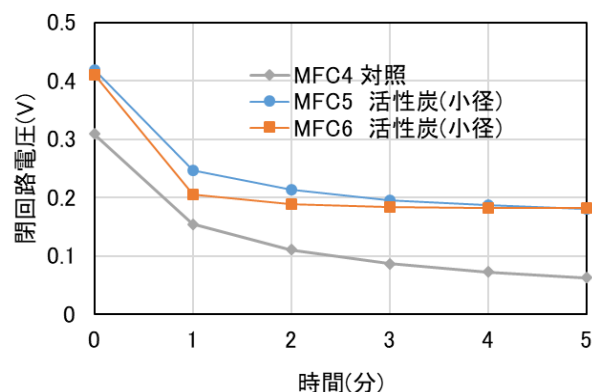


図 4 活性炭(小径)の測定結果

また、活性炭の吸着実験では、活性炭に人工下水の COD 量が 3 割以下しか吸着していなかった (図 5 参照)。また、ろ紙の利用実験では、ろ紙有りの方が、内部抵抗が高くなった (図 6 参照)。以上のことより、活性炭で電気生成菌が増殖し、負極上の反応に寄与していると考えられる。

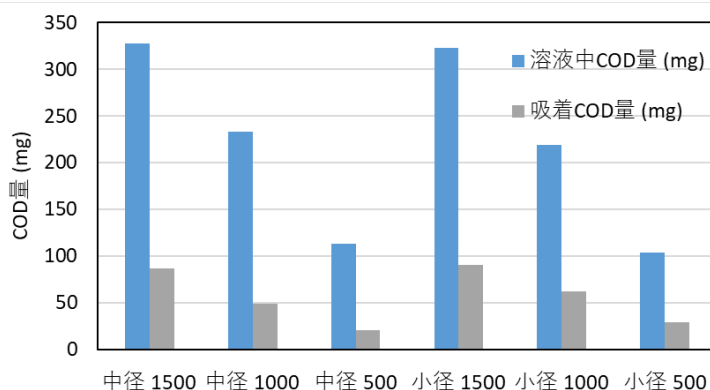


図 5 活性炭に吸着した COD 量と溶液中の COD 量

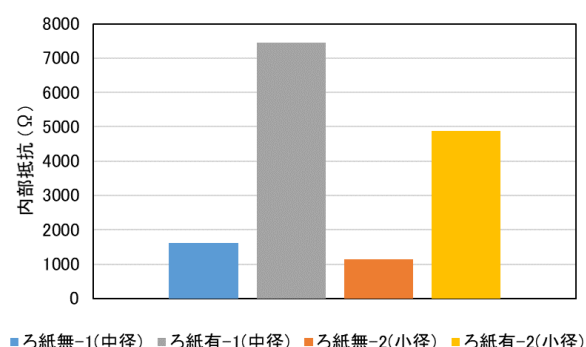


図 6 活性炭のろ紙利用時の内部抵抗

4. 結論

無負荷状態の一点法と交流インピーダンス法では、内部抵抗を正確に測ることができた。

かく拌・振とう実験では、電圧を向上させることはできなかった。これは、かく拌、振とうでは、負極上の有機物濃度を十分に高めることができなかったと考えられる。

活性炭を用いた電力向上実験では、活性炭を入れた方が電圧が維持できた。これは、有機物濃度の高まりではなく、活性炭に電気生成菌の量が高まったと考えられる。

参考文献

- 1) Logan, B.E. et al. : Microbial Fuel Cells: Methodology and Technology, Environ. Sci. Technol. 40(17), 5181-5192, 2006.
- 2) Fujinaga, A. et al. : Evaluation of Methods for Measuring Internal Resistances of Discharging Microbial Fuel Cells, WET2021, 1A-2-a, 2021.