

第Ⅶ部門 温度が微生物燃料電池の内部抵抗に与える影響

大阪産業大学工学部 学生会員 ○山口 裕樹
 大阪産業大学工学部 正 会 員 藤長 愛一郎
 大阪産業大学工学部 外 和也
 大阪産業大学工学部 直井 開太
 大阪産業大学工学部 正 会 員 谷口 省吾
 大阪産業大学工学部 正 会 員 尾崎 博明

1. はじめに

近年、有機性の廃水や底泥を用いた微生物燃料電池(MFC)による発電や、曝気を必要としない省エネルギー型の有機物処理法として注目されている。微生物処理を行う際の重要な因子として温度が挙げられ、微生物燃料電池についても発電力に与える温度の影響が調べられている。一般的に温度が高い方が微生物活動が活発になり、そのことは発電に関する微生物(発電菌)も同様であるが、4℃程度の低温でも比較的活動が保たれ、低温の方が、電力が高い場合も報告されている¹⁾。また、温度差よりも有機物の種類の方がより発電に影響を与える場合も示されている²⁾。そこで、本研究では、温度を5℃、30℃、55℃の3段階に設定し、内部抵抗に着目して実験を行った。まず、内部抵抗の測定方法³⁾が複数あるので、各測定方法で内部抵抗を求めてその差を吟味した。そして、発電力に対する温度の影響を検討した。

2. 実験方法

2.1 微生物燃料電池(MFC)の作製

有機物源として2mmのふるいをかけた牛ふん堆肥200gに蒸留水200gを混合し、径93mmのプラスチック容器に入れ、厚さ約4cmとした(図1参照)。電極にはグラファイト繊維を使用し、底面に負極、表面に正極を設置した。MFCは、冷蔵庫と保温庫で温度を5℃、30℃、55℃に保った。馴致は一週間とした。

2.2 内部抵抗の測定方法

各温度条件のMFCに6種類の抵抗(2000, 1000, 470, 220, 100, 47Ω)を使用して、開回路電圧Eと閉回路電圧Vを計測した。測定は電圧が安定するまでの7分間、30秒間隔で行った。

(1) 1点法: 外部抵抗Rを用いて、下の式を用いて内部抵抗

$$r = (E/V - 1) \times R$$

(2) 多点法(Polarization slope method): 各抵抗を用いた場合の電流と電圧の直線関係の傾きより内部抵抗を求めた。

(3) 最大電力法(Power density peak method): 内部抵抗の値が外部抵抗と同じになるときに、電力が最大になることから、内部抵抗を求めた。

2.3 閉回路の連続的な測定

外部抵抗1000Ωを使用して、閉回路電圧を6分間、10秒間隔で測定した。

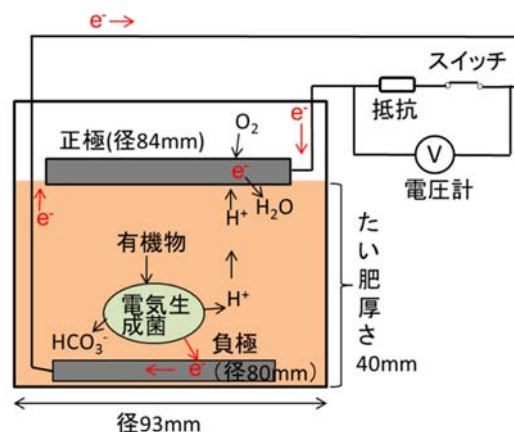


図1 たい肥を用いた微生物燃料電池(MFC)の実験概要図

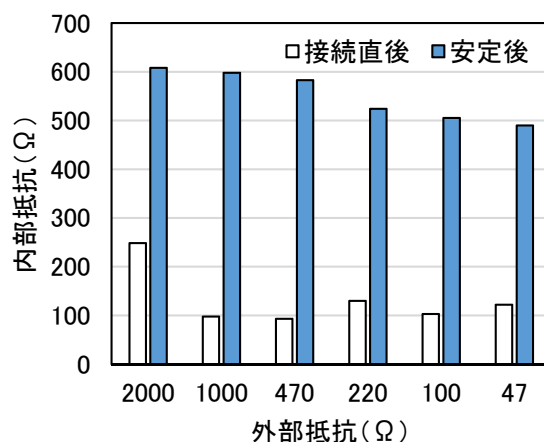


図2 30℃の条件で各外部抵抗を使って計算した接続直後と安定後の内部抵抗

3. 実験の結果および考察

3.1 内部抵抗

(1) 1点法

図2に30℃の条件で各外部抵抗を使用して求めた内部抵抗を示す。まず、接続直後と安定後と比較すると、安定後の方がかなり大きくなった。これは発電で酢酸などが消費され、濃度が低くなるためと考えられる。次に、外部抵抗ごとに比較すると、接続直後はどの外部抵抗でも100Ω程度であったが、安定後は外部抵抗が高い方が内部抵抗も高い傾向があった。

(2) 多点法

図3に安定後の電流と電圧の直線関係の傾きから求めた内部抵抗を示す。MFCの温度が高い方が、内部抵抗が低くなった。この理由として、発電で消費される酢酸などの拡散による供給や高分子有機物からの生成が速く、温度が高い方が電圧低下を抑えられるためと考えられる。

(3) 最大電力法

安定後の30℃、55℃、5℃の内部抵抗は、それぞれ415Ω、220Ω、530Ωであった(図4参照)。また、温度が高い方が、内部抵抗が低くなるのは多点法と同様であった。

3.2 閉回路電圧

図5に各温度の閉回路電圧の時間変化を示す。55℃の電圧は30℃より高かった。また、5℃の電圧は減少しているが360秒の時点では30℃より高かった。このことより、5℃でも電圧が得られ、MFCは低温でも発電可能であるといえる。

4. 結論

(1) 内部抵抗の測定方法は、接続直後は1点法、電流と電圧の関係から求める多点法、最大電力法で差はなかった。しかし、電圧安定後の内部抵抗は、多点法や最大電力法の方が、条件に依存しない値が得られた。

(2) 温度については高い程、内部抵抗が低くなった。閉回路電圧は、55℃が最も大きく、0.4V以上であった。また、低温の5℃でも発電が可能であった。

謝辞 この研究は建設資源リサイクル研究会 平成29年度研究助成の支援を受けて行われた。

参考文献

- 1) Jadhav, G. et al. : Performance of microbial fuel cell subjected to variation in pH, temperature, external load and substrate concentration, *Bioresource Technology*, 100 (2), 717-723, 2009.
- 2) 東山 裕 : 微生物燃料電池の温度変化が発電量に与える影響, 平成28年度 大阪産業大学工学部都市創造工学科卒業論文, 2017.
- 3) Logan, B. : *Microbial Fuel Cells*, Wiley, 2007.

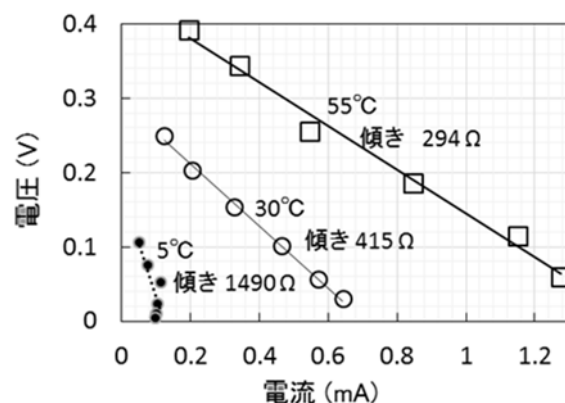


図3 安定後の電流と電圧の関係

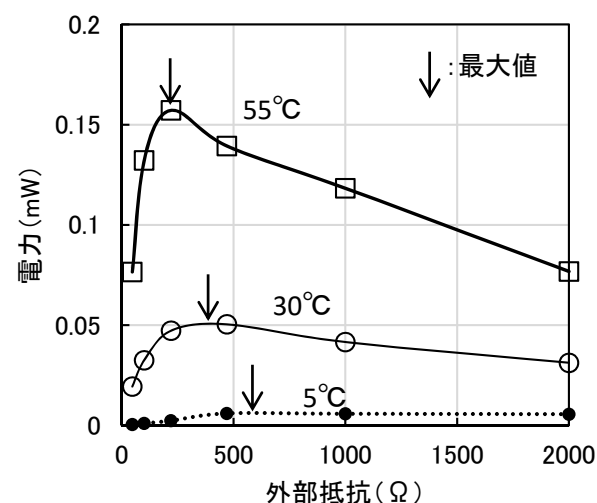


図4 安定後の外部抵抗と電力の関係

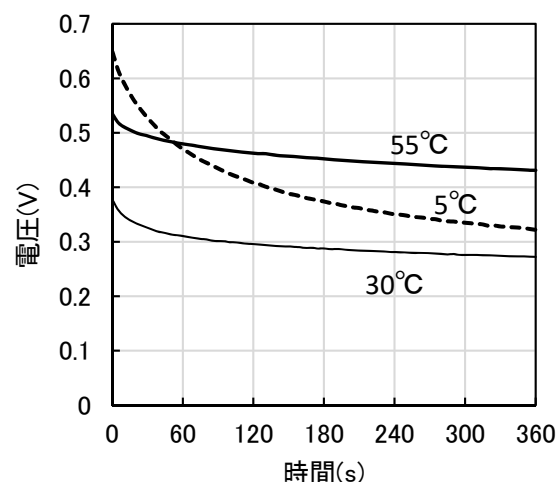


図5 閉回路電圧の時間変化