

堆積物燃料電池が下水汚泥からのチョウバエの発生に及ぼす効果

日本大学 学生会員 ○浅見 雄紀

日本大学 山本 翔

日本大学 中村 和徳

日本大学 正会員 中野 和典

1. 研究背景と目的

堆積物燃料電池とは、電流生産微生物が堆積物中の有機物を利用して発電するシステムである。これまでの下水汚泥を燃料源とした堆積物燃料電池の実験において、開回路（配線なし、発電なし）では下水汚泥からチョウバエが発生したのに対し、電圧測定状態の開回路（配線あり、発電なし）ではチョウバエの発生が抑制される現象が見出された。電気による害虫駆除方法として、1,000V 以上の高電圧で感電死させる電撃殺虫機が知られているが、堆積物燃料電池の電圧測定状態の開回路における電圧は1V 以下であり、高電圧による電気ショックで感電死させる手法とは全く異なる防虫機構が働いたことが考えられた。そのような微弱な電気で害虫の発生を抑制する手法が確立できれば、薬剤に頼らず害虫を駆除することが可能となる。そこで本研究では、弱な電気で害虫の発生を抑制する手法を開発することを目指し、電圧測定状態の開回路の堆積物燃料電池でチョウバエの発生が抑制される現象の再現性を確認するとともに、閉回路の堆積物燃料電池のチョウバエ発生抑制効果についても明らかにすることを試みた。

2. 実験方法

本研究で用いた下水汚泥を燃料源とした堆積物燃料電池の実験装置の概要を図-1 に示す。チョウバエ発生抑制現象の再現性を確認するために、絶縁ろ材としてリサイクルガラスを用いた開回路及び電圧測定状態の開回路（抵抗未接続）の堆積物燃料電池を準備した。さらに 10k Ω の抵抗を接続した閉回路の堆積物燃料電池を 2 種類（絶縁ろ材：リサイクルガラス又は銅スラグ）準備した。そして、下水汚泥を 90 日間に 5 回投入し、発生する電圧及びチョウバエ数をモニタリングした。2 回目以降の下水汚泥の投入は電圧が十分に減少したことを確認後、行った。

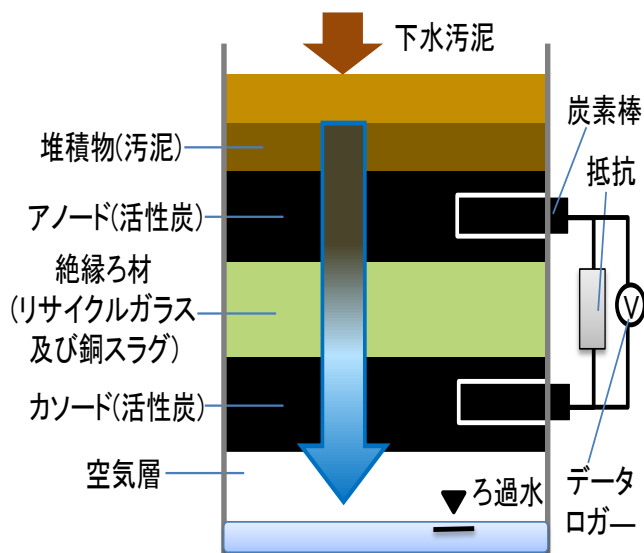


図-1 下水汚泥を燃料源とした堆積物燃料電池概要

微

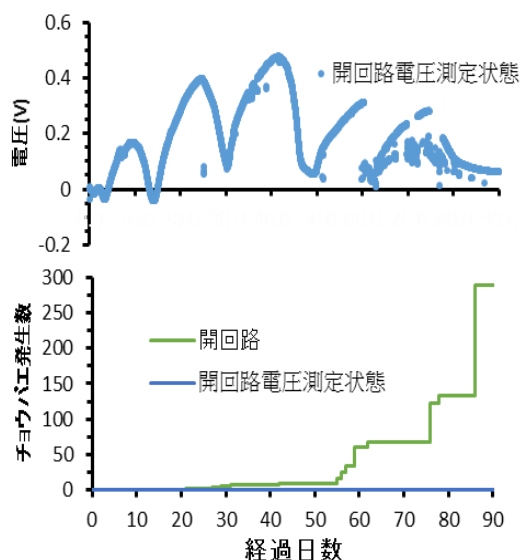


図-2 開回路及び開回路電圧測定状態の堆積物燃料電池における発生電圧とチョウバエ発生数

キーワード: 堆積物燃料電池、下水汚泥、チョウバエ、防虫

連絡先: 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定中河原 1 日本大学工学部土木工学科 環境生態工学研究室

3. 結果と考察

3-1. チョウバエ発生抑制現象の再現性の確認

開回路及び電圧測定状態の開回路の堆積物燃料電池で発生した電圧とチョウバエ発生数の関係を図-2に示す。電圧測定状態の開回路では、3回目の下水汚泥の投入で電圧が最高の0.50Vとなり、それ以後の下水汚泥の投入でも安定して0.3V前後の電圧が得られた。これは、接続しているデータロガーが無限大の抵抗として働いたため、電流が限りなく小さくなり、結果として電圧の発生が維持されたと推測された。これに対し、配線が未接続で電圧がゼロである開回路では、2回目の汚泥投入後の21日目に1匹目のチョウバエの発生が確認され、55日目以後にはチョウバエが急激に発生した。チョウバエは、卵から成虫になるまでの期間が約20日であるため、この急激なチョウバエの発生は、22日前に投入した3回目の下水汚泥に含まれていたチョウバエの卵に由来したことが示唆された。下水汚泥を5回投入した90日間の実験期間において開回路の堆積物燃料電池から発生したチョウバエの総数はおよそ300匹に達した。一方、開回路電圧測定状態では、下水汚泥を5回投入した90日間のチョウバエ発生数はゼロであり、チョウバエの発生が完全に抑制された。この結果より、電圧測定状態の開回路の堆積物燃料電池でチョウバエの発生が抑制される現象の再現性を確認することができた。

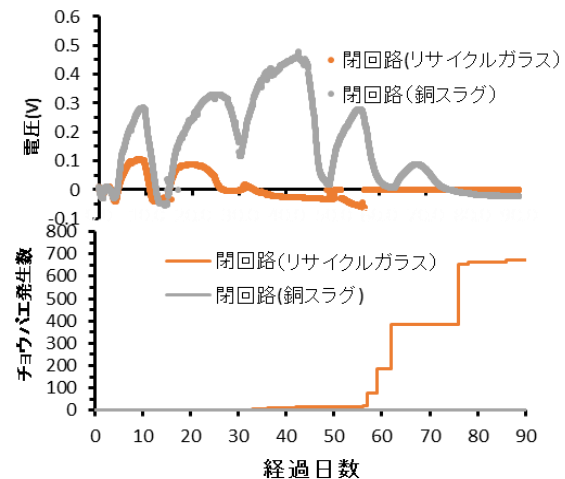


図-3 異なる絶縁体ろ材を用いた開回路の堆積物燃料電池における発生電圧とチョウバエ発生数

3-2. 開回路の堆積物燃料電池のチョウバエ発生抑制効果

図-3に絶縁ろ材として銅スラグ又はリサイクルガラスを使用した開回路の堆積物燃料電池で発生した電圧とチョウバエ発生数の関係を示す。銅スラグを用いた開回路では、3回目の下水汚泥の投入で電圧が最高の0.50Vとなり、それ以後の下水汚泥の投入では電圧が低下したが、5回の下水汚泥投入全てで電圧が発生した。90日間の実験期間で発生したチョウバエは1匹だけであった。これに対し、リサイクルガラスを用いた開回路では、1回目の下水汚泥の投入で電圧が最高の0.1Vとなったが、3回目の下水汚泥投入以降は電圧が発生しなかった。電圧の発生が確認できなくなった33日目に最初のチョウバエが発生し、57日目以降に急激に発生したチョウバエの総数は670匹に達した。電圧の発生が持続した銅スラグを使用した開回路との違いにより、チョウバエの発生抑制には電圧が必要であることが示された。



図-4 開回路、開回路電圧測定状態、開回路(リサイクルガラス)及び開回路(銅スラグ)の堆積物表面の様子

3-3. 堆積物燃料電池の堆積物の色の比較

5回の下水汚泥の投入により堆積物燃料電池に堆積した堆積物表面の色の違いを図-4に示す。チョウバエが多数発生した開回路及びリサイクルガラス用いた開回路の堆積物が下水汚泥と同様の黒褐色であったのに対し、チョウバエの発生が抑制された電圧測定状態の開回路及び銅スラグを用いた開回路の堆積物の色は赤褐色であり、チョウバエの発生抑制と鉄酸化物の生成との関係が示唆された。今後その機構について検討する必要がある。

4. まとめ

本研究により、電圧測定状態の開回路の堆積物燃料電池で観察されたチョウバエ発生抑制現象の再現性を確認することができた。さらに、電圧の発生が持続した銅スラグを使用した開回路でもこの現象が再現できたことから、チョウバエ発生抑制には電圧が必要であることが明らかとなった。今後、外部電源による印荷によりチョウバエ発生抑制現象を再現できれば、薬剤に頼らずに微弱な電気でチョウバエの発生を抑制する新しい防虫手法となることが期待できる。