

堆積物燃料電池によるチョウバエ抑制条件の検討

日本大学 学生会員 ○嵐田 貴大
日本大学 正会員 中野 和典

1. 背景

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。アノード（負極）を嫌気的な堆積物中に、カソード（正極）を好気的な環境に設置することで構成される。

前任者は、開回路、開回路電圧測定状態、閉回路（ガラス、銅スラグ）の4系列で堆積物燃料電池のチョウバエ発生抑制効果を検証した。結果としてチョウバエの発生数は開回路 300 匹、閉回路（ガラス）670 匹、閉回路（銅スラグ）1 匹であったが、開回路電圧測定状態ではチョウバエは発生しなかった。電圧の発生が持続しなかった閉回路（ガラス）の堆積物燃料電池ではチョウバエの発生を抑制出来なかったことから、チョウバエの発生抑制には電圧が必要であることが明らかとなった。

2. 目的

本研究では、殺虫剤に頼らず微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、目的①：前任者と同様の結果を開回路電圧測定状態の実質抵抗値であると考えられた $1\text{M}\Omega$ の抵抗を使用して再現すること、目的②：チョウバエの発生抑制に必要な最低電圧（抵抗）を検討すること、目的③：下水汚泥以外の材料（学食排水スカム）でチョウバエの発生抑制効果があるか検討すること、目的④：チョウバエのどの成長過程（卵、幼虫、蛹）で効果があるか検討すること、目的⑤外部電源により堆積物燃料電池で得られる発電量（ 0.015mW ）と同様の電力を印荷し、チョウバエの発生抑制現象を再現することを目的として検証実験を行った。

3. 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。目的①、②の実験方法として4種類の電圧条件を4種類の抵抗（ 1Ω 、 100Ω 、 $10\text{k}\Omega$ 、 $1\text{M}\Omega$ ）により設定し、前任者の開回路電圧測定状態における電圧計の内部抵抗であると考えられる $1\text{M}\Omega$ を含む4種類の抵抗により比較しチョウバエの発生抑制に必要な最低電圧（抵抗）を検討した。目的③の実験方法として学食排水のマンホールからチョウバエの成虫を採取し、4系列（抵抗 1Ω 、 100Ω 、 $10\text{k}\Omega$ 、 $1\text{M}\Omega$ ）の燃料電池にチョウバエの成虫を8匹ずつ投入し、どの燃料電池からチョウバエが発生するか観察し、下水汚泥以外の材料（学食排水スカム）で抑制効果があるか検討した。

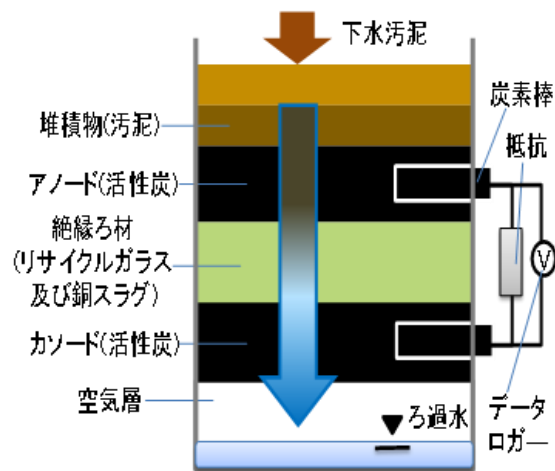


図-1 下水汚泥を燃料源とした堆積物燃料電池概要

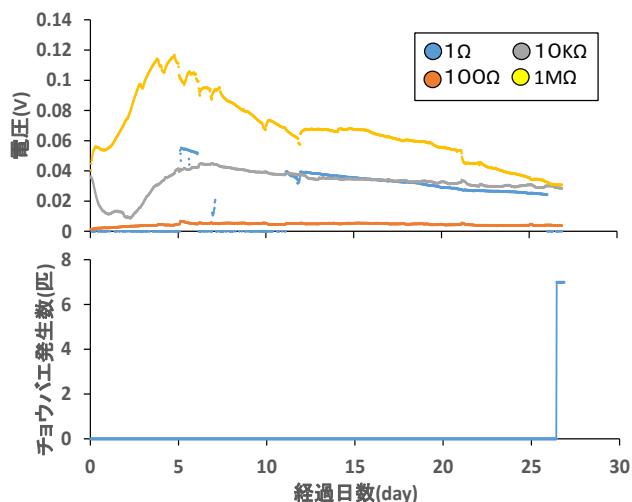


図-2 各系列の電圧とチョウバエの発生数の関係

キーワード：チョウバエ、堆積物燃料電池、食堂排水、防虫

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

目的④の実験方法として卵・幼虫・蛹が存在しているスカム、幼虫・蛹を取り除いたスカム、幼虫を補強したスカムのチョウバエのライフサイクルを考慮した3系列(すべて抵抗は10k Ω の閉回路)と電圧条件の比較対照として卵・幼虫・蛹が存在しているスカム(開回路)の計4系列を設定し、それらの経過を観察し、チョウバエのどの成長過程(卵・幼虫・蛹)で防虫効果があるか検討した。目的⑤の実験方法として堆積物燃料電池で得られる発電量の0.015mWに最も値が近く外部電源で設定可能な電力(0.1mW)を外部荷電に適用し、チョウバエの発生抑制現象を再現することを試みた。

4. 結果及び考察

実験①、②における各系列の電圧とチョウバエの発生数の関係を図-2に示す。発電していなかった抵抗1 Ω の燃料電池にのみチョウバエが発生したことから、前任者の結果を再現することができ、チョウバエの発生抑制に必要な最低抵抗は100 Ω であることが示唆された。

実験③における下水汚泥以外の材料(学食排水スカム)での電圧とチョウバエの発生数の関係を図-3に示す。発電していなかった抵抗1 Ω の燃料電池にのみチョウバエが発生したことから、堆積物が学食排水スカムでも発電していればチョウバエの発生抑制効果があると示唆された。

実験④における各成長過程(卵・幼虫・蛹)における電圧とチョウバエ発生数の関係を図-4に示す。発電している幼虫補強の系列から大量発生したことから、卵では効果があるが幼虫、蛹では効果ない可能性が大きいと示唆された。

実験⑤における外部荷電における電圧とチョウバエの発生数の関係を図-5に示す。外部荷電により0.015V前後の電圧が維持されていたが外部荷電開始から17日目にチョウバエが11匹発生し、チョウバエの発生抑制現象を再現することはできなかった。外部荷電開始前の燃料電池に幼虫が既にいた可能性があり、チョウバエのライフサイクルをより厳密に管理して再実験を行う必要がある。

5. 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。さらにチョウバエの発生抑制に必要な最低抵抗は100 Ω であることが明らかとなった。また下水汚泥以外の材料(学食排水スカム)でもチョウバエの発生抑制効果を確認することができた。チョウバエの発生抑制効果は卵では発揮されるが幼虫・蛹では発揮されない可能性が大きいことが示唆された。

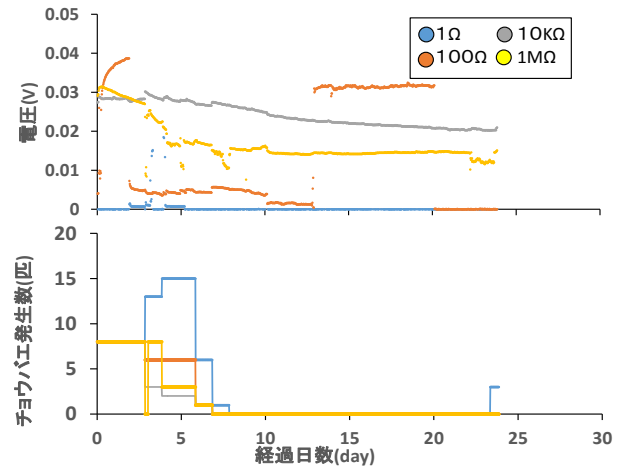


図-3 下水汚泥以外の材料(学食排水スカム)でのチョウバエの発生抑制効果

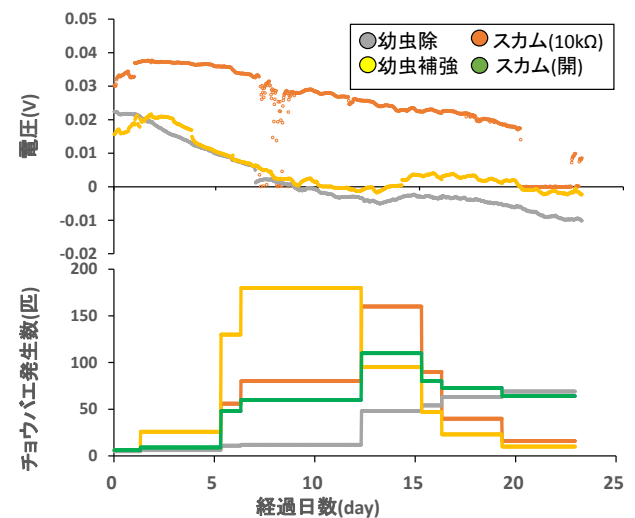


図-4 各成長過程(卵・幼虫・蛹)におけるチョウバエの発生抑制効果

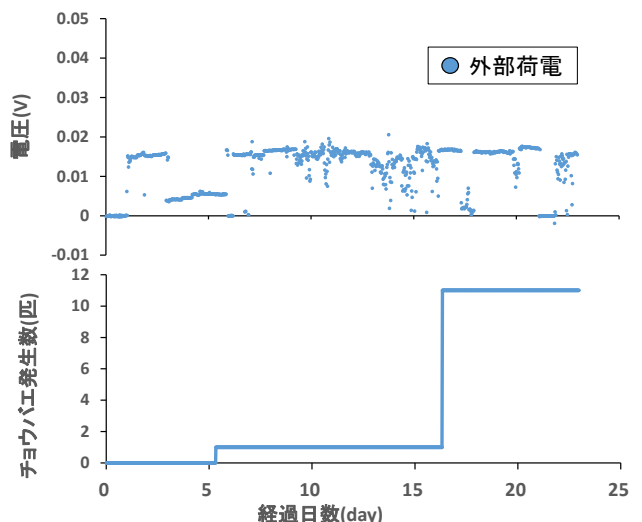


図-5 外部荷電におけるチョウバエの発生抑制効果の再現