

補助事業番号 2023M-272

補助事業名 2023年度蚊に及ぼす忌避剤の効果の評価方法・呼吸測定装置の開発

補助事業

補助事業者名 法政大学 生命科学部 常重アントニオ

1 研究の概要

近年、都内では様々な病原を媒介するヒトスジシマ蚊が発見された。しかし、忌避剤の有効性を検証する方法として、該当の忌避剤を人肌に塗布したあと、刺され有無しかない。蚊に適した呼吸測定装置の開発によって新たな忌避剤の効果と有効性を検証する方法が望ましい。

忌避剤への露出により昆虫(ヒトスジシマ蚊)がストレス応答に伴って呼吸率が増加するという仮説を立てる。本事業は適切な呼吸測定装置を開発する。

2 研究の目的と背景

上述のように忌避剤の有効性は、刺され有無とその数以外の方法は存在しない。このことから蚊に適した呼吸測定装置を開発する。昆虫は呼吸し二酸化炭素を排出する。しかし、その量は不明である。本事業ではヒトスジシマ蚊(メス)の呼吸率の測定を試みる。忌避剤への露出はストレス要因を起し蚊の呼吸率が増加すると仮定する。しかし、その効果が強すぎたら蚊の呼吸が麻痺する可能性がある。その場合、忌避剤ではなく殺虫剤とみなす。

3 研究内容及び成果実施内容

① 蚊に敵する呼吸測定装置の製作

原理として数匹のヒトスジシマ成虫蚊をバイアルに設置し、呼吸による排出された二酸化炭素がバイアル内に置かれたソーダ石炭に吸収され、その量は時間が経過するとともに毛細管に上昇するエオシン溶液の量と等しいである。10分毎にそれぞれの毛細管の様子を撮影し、後程画像処理を行い呼吸率の測定が可能にした。なお、様々な忌避剤の作用を検証するためにバイアルに注入することによって蚊の呼吸率変化の測定ができた。

(2) 成果

① 蚊の呼吸による二酸化炭素排出率の直線性の確認ができた

静止状態では蚊一匹が $0.1 \sim 0.3 \mu\text{L CO}_2/\text{min}$ の呼吸率の測定に成功した。全ての条件下において測定した呼吸率は30分経過まで直線性を示した。

② 蚊の呼吸率に於ける濃度依存性の忌避剤作用に於いては測定経過時間は30まで直線性の相関を示したことが確認できた。

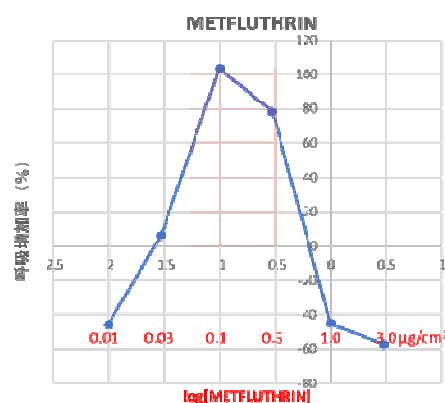
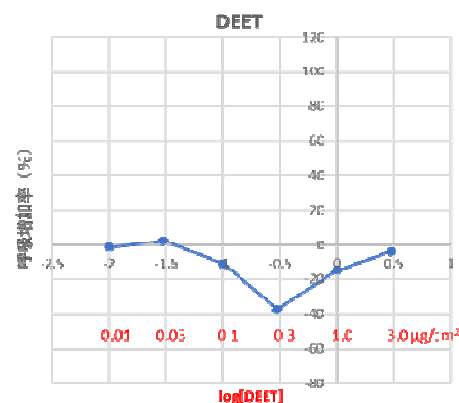
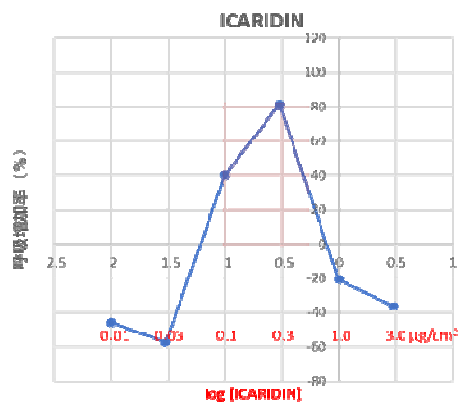
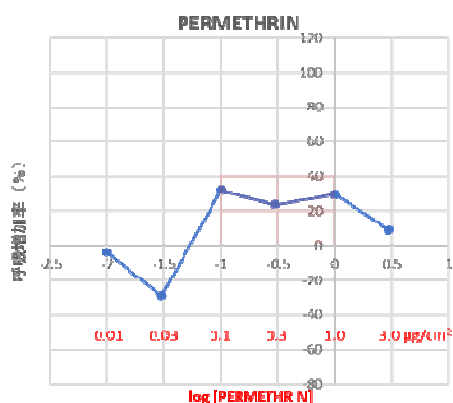
③ 忌避剤の作用及びその濃度効果について

下図に本事業の結果のまとめを示す。実験手段として全ての忌避剤を適切な濃度溶液を調整したうえ、濾紙に塗布した。乾燥した後、濾紙からの気相放出(剥離粒子を含む)を蚊のに入ったバイアルのシリコンセプタムを通して注入して素早く呼吸率を測定した。

3つの忌避剤、すなわち、permethrin, (p)icaridin, metofluthrinの存在下では、蚊の呼吸率に明確に影響を与えたことが確認できた。しかし、忌避剤のある濃度を超えると呼吸率が低下あるいは中止が観測できた(下図参照)。

ピレスロイド系のpermethrinの効果は、濃度 $0.1 \sim 1.0 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ の間では蚊の呼吸率が $\sim 40\%$ 増加したと確認できた。ピレスロイド系のmetofluthrinの場合は、濃度 $0.1 \sim 1.0 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ では最大効果を示した。蚊の呼吸率は 100% 増加したことが分かった。非ピレスロイド系の(p)icaridinの場合は $0.1 \sim 0.5 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ では呼吸率が 80% 増加した。一方、市販されるDEETの場合では蚊の呼吸率に効果を全く示さなかった(DEETが完全に蒸発したと考えられる)。

ピレスロイド系のmetofluthrinは、他のピレスロイド系の忌避剤と異なって、蓬髪率は極めて高いことが特徴である。さらに、ピレスロイド系のpermethrinに比べて呼吸率に於いて極めて高い効果を示した。



以上の結果は未公開であるが、忌避剤による蚊の呼吸率への効果に基づいて新たな検証法として応用の可能性を明確に示唆する。

4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

- この方法は従来の検証法(人肌に忌避剤塗布法)とは異なる。
- 蚊に対する忌避剤の有効性を評価する方法として応用の可能性を示す。
- その効果および有効性を数値化することによって定量的に検証する方法である。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

本事業の試みは初めてであると思われる。近年、蒸発性の高い、避剤の開発が益々注目されてきたが、このような試薬は室内用で最適であるが、野外での有効性は向いていない。一方、野外用の忌避剤の有効性の時間が短い。呼吸測定装置を用いて、忌避剤の有害性の程度と最適投与量の検証ができる。また、肌に塗布する忌避剤(DEET, (p)icaridin など)は蒸発性が高いため頻度高く肌の塗布を繰り返さないといけない。一方、ピレスロイド系のpermethrinは蒸発率が極めて低いいため有効性が長時間が持続するが、肌に塗布することは勧められていない。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

なし

7 補助事業に係る成果物

(1)補助事業により作成したもの

蚊の呼吸測定装置を製作した。さらに、忌避剤による呼吸率への効果を解析法が開発できた。これに基づいて忌避剤の有効性の新たな検証法が応用の可能性を示す。

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 法政大学生命科学(ホウセイダイガクセイメイキノウガッカ)

住 所： 〒184-8584

東京都小金井市梶野町3-7-2

法政大学 生命科学部 生命機能学科

担 当 者： 教授 常重アントニオ (ツネシゲアントニオ)

担 当 部 署： 生命科学部生命機能学科(セイメイカガクブセイメイキノウガッカ)

E - m a i l: ants@hosei.ac.jp

U R L: <https://www.hosei.ac.jp/kenkyu/contact/>