

補助事業番号 2021M-202

補助事業名 2021年度 塩化ナトリウムを利用した熱帯性感染症媒介蚊の防除装置の開発

補助事業補助事業者名 福島大学農学群食農学類 教授 神宮字 寛

## 1 研究の概要

2019年10月、5年ぶりに東京都と沖縄県で Dengue 熱の国内感染者が報告された。この感染症例は、国内発生由来と考えられている。また、成田空港など国際線の検疫では、海外からの渡航客による Dengue 熱の輸入症例数が急増している。その数は、18名（2000年）から461名（2019年）と26倍になっている。現在、有効な Dengue 熱ワクチンが存在しないため、感染リスクを最小化するため、Dengue ウイルスを媒介するヒトスジシマカの生息数を減らすことが重要課題となっている。

地球温暖化の影響は、これまで以上に Dengue 熱患者が増加し、国内でパンデミックを起こす可能性がある。現在の防除法は、人が密集する公園や人家への殺虫剤散布であるため、健康被害や外出規制を伴う。また、常に使用できる防除方法ではない。人口密集地や都市部において、安全安心かつ日常的にヒトスジシマカの個体数を減少させる手法が望まれている。

そこで本研究は、本研究は、天然物由来である塩化ナトリウムとグラビッド液を用いたオビトラップ（産卵誘発装置）を開発した。オビトラップにヒトスジシマカの雌を誘引し産卵させた後、孵化幼虫が塩化ナトリウム溶液に暴露して死滅させ個体数を制御する防除方法により、感染リスクを最小化するとともに一般市民が安全安心な社会生活を送れるようになることが期待できる。また、従来の成虫を対象とした殺虫剤散布による生物多様性への悪影響が解消されることも期待でき、国民の理解が得られやすい技術開発となる。

## 2 研究の目的と背景

2014年に約70年ぶりに Dengue 熱の国内発症例が確認され、その後も Dengue 熱の発生地域を旅行して現地で感染した渡航者が、帰国後の空港で感染が確認される輸入症例は年間約200例以上報告されている。国立感染症研究所によるデータによれば、東南アジアを中心とした地域での輸入症例件数が多く、新型コロナウイルスの影響による訪日者数減少前では増加傾向にあった。また、2019年には国内由来感染者が確認され、Dengue 熱のパンデミックのリスクが高まっている。このような現状から、平時から媒介蚊であるヒトスジシマカを減らす簡易かつ安全・安心な防除装置の開発が必要となっている。

そこで本研究では、天然物由来の低コストな塩化ナトリウムを用いて、産卵誘引効果の高い装置に産卵し孵化した幼虫を死滅させる防除装置の開発を目的とした。また、防除装置の大量生産に向けた産卵誘引効果の高い物質の探索も行った。

## 3 研究内容

<https://www.agri.fukushima-u.ac.jp/Files/2023/10/859c84daeb1d9d794fac27472dc2ec94.pdf>

日本ではヒトスジシマカが主な媒介者として存在し、幅広い地域で生息している。感染症

に対する有効なワクチンが存在しないため、感染リスクを減らすためにも根本的原因となるヒトスジシマカの個体数を減らす取り組みが必要である。本研究は産卵誘引効果をもつグラビット液の検討と防除装置の社会実装による検証、そしてグラビット液内に含まれる産卵誘引物質の解明するための糖分析の3つの実験を行った。まずグラビット液の検討では異なる浸潤期間のものとイオン交換水を用意し、オビトラップ内に産み付けられた卵数を比較した。その結果、期間を延長させることで蚊の産卵誘引効果が高まることが分かった。またイオン交換水では産卵数が大きく少なく、幼虫が餌とする微生物や有機物が少ない環境では産卵を忌避していると考えられる。次の社会実装試験は防除装置を設置してから6月～10月までに装置内に産み付けられた卵数と幼虫発生数の観察と人囀法による雌個体の採集を行った。防除装置に用いたグラビット液は塩分濃度1.0%のものと0.5%のもの、そして塩化ナトリウムの含まれていない0%のものを用意した。オビトラップ内に産み付けられた卵数は0.5%と0%が同等数であった。また発生した幼虫数は、1.0%と0.5%のものが同等数であったことから0.5%のグラビット液はヒトスジシマカの産卵忌避行動を抑えて産卵させることができ、安定した死滅効果を持つことが分かった。また0%では蛹の発生が確認されたことから、幼虫の成長を妨げるためにも塩分という要素は必要条件であることを示唆している。また過去の採集データと比較した結果、例年ヒトスジシマカの個体数の増加が確認された7月、8月において、個体数の制御ができたことから防除装置の有効性が示された。最後の糖分析ではHPLC分析を行い浸潤期間を延長することで変化したグラビット液内の糖の解析、またグラビット液を凍結乾燥させた後、固形物を抽出し変化量を観察した。糖分析では、稲わらに含まれる主要中性糖において変化にバラつきが見られたが、その中でXylとRhaは浸潤期間が延長するにつれ量も増加した。また凍結乾燥により抽出された物質も浸潤期間の延長とともに増加したため、この増加分がXylとRhaではないかと考えられる。そして糖分析とグラビット液の検討で示された結果を併せるとXylとRhaが産卵誘引物質として働いているのではと考えられるため、これまで不明であった産卵誘引物質の解明に近づいた。

#### 4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

本研究で取り組んだ防除装置の開発は、平時から熱帯性感染症媒介蚊であるヒトスジシマカ減らし、デング熱のパンデミックを制御することに貢献する。そして、①化学薬品を使用しないため薬剤散布に伴うドリフトによって健康被害が生じない、②成虫を減らす目的の殺虫剤散布による都市公園の利用停止が生じない、③標的外生物への殺虫効果が無く、生物多様性の保全に貢献できることから、都市住民の理解が得られやすい、ことが期待できる。さらに、経済的に恵まれずデング熱が蔓延している東南アジアでは、殺虫剤散布に代わる安価かつ誰でも取り組める防除対策として、普及が期待できると思われる。ただし、媒介蚊がネッタシマカとなる場合があることから、さらなる検証が必要である。

コロナウイルスの蔓延により、人々の屋内活動の時間が拡大した結果、デング熱蔓延国

では感染者数及び死者数は、増加している。その結果、コロナ回復後には、日本の国際空港での輸入症例数が増加する恐れがある。今後は、平時からの安全・安心かつ簡易的な防除方法としての効果が期待できる一方で、より簡便な製造方法が必要となる。

## 5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

熱帯性感染症の媒介蚊の防除方法に関する研究として、天敵となるアキアカネ幼虫を用いたヒトスジシマカ幼虫の防除方法の開発、およびヒトスジシマカの産卵忌避物質の探索に関する研究を行ってきた。これらの研究歴を礎として実施した塩化ナトリウムを利用した熱帯性感染症媒介蚊の防除装置の開発研究の位置づけは、既存の知見から得た産卵を誘引するグラビッド液と忌避する物質を組み合わせた溶液を用いる防除装置の開発に発展させることができた。室内研究と野外試験の技術を組み合わせることで説得力のある成果を得ることができた。

## 6 本研究にかかわる知財・発表論文等

- 1) Hiroshi Jinguji, Yuki Fujiwara, Kazuhisa Ohtsu, Moon Shin, Motoko Morimoto. 2021. Acute toxicity of sodium chloride to first and fourth instar *Aedes albopictus* larvae. *Medical Entomology and Zoology*. Vol. 72(3). 199-204.
- 2) 森本素子, 神宮字寛. 仙台市内の都市公園における蚊の調査およびデングウイルスの検出の試み. 第76回日本衛生動物学会西日本支部大会. 2021年10月23日. 岡山理科大学 (WEB開催).
- 3) 竹吉功成, 森本素子, 神宮字寛. 塩化ナトリウムを利用した熱帯性感染症媒介蚊の防除装置の開発. 第63回農業農村工学会東北支部研究発表会. 2022年11月1日. ハー礼仙台.

## 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



オビトラップによる防除装置



産卵誘引効果の高いグラビッド液

(2)(1)以外で当事業において作成したもの

塩化ナトリウムとオビトラップを持ちいたヒトスジシマカ防除方法リーフレット

**塩化ナトリウムを利用したヒトスジシマカの防除方法**  
福島大学 農村計画学研究室

**ヒトスジシマカの生物**

＜ヒトスジシマカ(Aedes albopictus)の生活史＞

卵(2-3日) → ボウフラ → 蛹(3日) → 成虫(30日)  
(7-10日)

孵化から成虫までに約15日間を要します！

＜ヒトスジシマカ(Aedes albopictus)の行動範囲＞

越冬する時期	夕方、朝
越冬行動	持ち伏せ型
生息行動	人家、公園、草場など
行動範囲	50-100m
越冬	卵越冬
1日の歩数	50程度

**デング熱について**

＜デング熱感染者は拡大しつつある＞

デング熱輸入症例は年間200例以上

2019年東京都、沖縄で国内由来感染者

◆今年、デング熱の発生地域を拡大して各地で感染した感染者が、検査の結果で確認される輸入症例は、毎年200例以上発生しています。

◆デング熱は、ヒトからヒトへ伝播するのではなく、蚊が媒介します。デング熱は発熱や発疹で表れ、重症のような状態は発生しませんが、重症化し死亡に至る場合があります。

◆2019年には東京都、沖縄で国内由来感染者が確認されました。国内で発生している、国内由来感染者にも中からデング熱を発生した個体の発生を抑制するための対策が必要とされています。

**塩水の防除効果**

＜新しい発見-NaCl溶液中の脱殻死体＞

正常なヒトスジシマカ幼虫とヒトスジシマカの脱殻死体

◆約5%濃度の塩化ナトリウム溶液にヒトスジシマカのゴブツカを10分浸漬させることで90%の脱殻死体を確認することができました。

◆卵は、500mlのペットボトルの水に2.5gの塩化ナトリウムを溶かした状態で、また、4割幼虫で1.07%の塩分を溶解させたことで90%脱殻を確認することができました。以上の結果から、効果的に脱殻したヒトスジシマカの幼虫です。

**塩水とオビトラップを利用した簡便な防除**

◆オビトラップがオビトラップの原理に効果的に内部に捕獲されました。オビトラップの内部に塩水溶液を注入して作成。オビトラップの内部にオビトラップを注入することで防除効果の向上が期待されています。

◆オビトラップを利用する際には、オビトラップの内部に塩水溶液を注入することにより、簡単に脱殻させることが可能です。

**防除装置のメリット**

本研究室で取り組んだ防除装置は、

- ◆化学薬品を使用しないため薬剤散布に伴うドリフトによって健康被害が生じない
- ◆効果を確認するまでの防除装置による都市公園の利用停止が生じない
- ◆建設的防除、生物多様性の保全に貢献できることが期待されています。

◆建設的防除、生物多様性の保全に貢献できることが期待されています。

**おわりに**

◆コロナウイルスの蔓延により屋内活動時間の拡大し、デング熱蔓延期では感染者数・死者数が増加しました。コロナ禍後の日本の国際空港で輸入症例が増加しています。

◆平時から安全・安心かつ簡便な防除の取り組みに本装置の活用が期待できます。将来的に、より簡便な製造方法が必要とされています。

◆防除装置の研究開発は、JKA補助事業の助成金を受けて行われました。

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名: 福島大学農学群食農学類(フクシマダガイクノウガクケンシヨクノウガクレイ)

住所: 〒960-1296  
 福島県福島市金谷川1番地

担当者: 教授 神宮字 寛(ジングウジ ヒロシ)

担当部署: 農村計画学研究室(ノウソンケイカクガクケンキュウシツ)

E-mail: Jinguji@agri.fukushima-u.ac.jp

URL: <https://www.agri.fukushima-u.ac.jp/education/production.html>