

感染症を媒介する蚊のオートサンプリングマシンの開発と駆除

— 衛生害虫を誘引駆除し、人と栃木の牛を守る —

帝京大学理工学部（蓮田研究室）情報電子工学科1年
鈴木 宏都（すずき ひろと）

【概要】感染リスクの高い人囮法で長期の調査を課せられている研究者の危険と負担を軽減する為、サーベイランスの無人化・自動化が求められている。本研究ではメカトロニクスを活用した感染症を媒介する蚊の発生調査と駆除が出来るオートサンプリングマシンを開発した。さらに、栃木県が誇る乳用牛や豚などの天敵である蚊やハエ、アブの誘引防除にも応用した。

【栃木を元気にするには】人の命をウイルスから守るのは新薬開発だけではない。蚊の季節的消長を調査することは重要である。大学と地方自治体、畜産業とが連携し、製品化へのプロセスを促進することは、社会貢献やビジネス展開の視点からも大いに期待できる。人の命を感染症から守り、乳用牛日本2位の畜産業を有する栃木県から本サンプリングマシンの導入を提案・発信したい。

1 はじめに

日本では他愛もないことのとえとして「蚊に刺されたようなもの」と言うが、毎年、世界では蚊による感染症により 70 万人以上の命が失われている[1]。蚊の季節的消長を明らかにし、防虫・殺虫などの対策を講じるため、世界中でサーベイランスが行われている[2]。2014 年に東京都でヒトスジシマカによるデング熱に約 160 名が感染した事例もあり、吸血蚊の季節的消長の解明が要望されている[3]。



図1 代々木公園でのヒトスジシマカの発生

感染リスクの高い人囮法で長期の調査を課せられている研究者の危険と負担を軽減する為、サーベイランスの無人化・自動化が求められている。蚊の発生を明らかにするには、同じ時期に複数の地域でサーベイランスを行う必要があるため、大量生産が容易な、オートサンプリングマシンの開発が必要である。本研究ではメカトロニクスを活用した蚊の発生調査と駆除が出来るオートサンプリングマシンを開発した。さらに、栃木県が誇る乳用牛や豚などの天敵である蚊やハエ、アブの誘引防除にも応用した。

2. オートサンプリングマシンの開発

2.1 蚊のオートサンプリングの概要

雌の蚊は炭酸ガス・熱・匂いで人間を探索し、吸血行動をとる[4]。ヒトスジシマカの誘引にはオクテノールが有効であることが知られており[5]、本研究では匂い要素としてオクテノールを含むマツタケオイルを用いた[6]。加えて、化学カイロの色を蚊が好む黒色を採用した。図2に開発したサンプリングマシンの外観を示す。背部のドライアイスが封入された容器に誘引物質の二酸化炭素（ドライアイス）と匂い（マツタケオイル）の混合ガスが、ドライアイスが昇華した際の圧力によってチューブを通して化学カイロに吹き付けられる。蚊を誘引・捕獲した後、駆除するサンプリングマシンを開発した。プログラムタイマーを用いて誘引部分入口の開閉を制御し、誘引された蚊を閉じ込めるとともに、蓋とマシン下部に搭載した2つのファンを用いて吸引し、粘着トラップで捕獲・駆除する[5]。



図2 開発したオートサンプリングマシン

2.2 蚊のサーベイランス

2023年6月から宇都宮市の民家と林でサーベイランスを行った。誘引3要素を組み合わせてヒトスジシマカを誘引し(図5(a))、図5(b)に示すように多くのヒトスジシマカを捕獲することに成功した。



(a) 誘引される蚊 (b) 粘着トラップに捕獲
図3 誘引され粘着トラップに捕獲される蚊

3. 全国2位の栃木の乳用牛を守る —サンプリングマシンの応用—

蚊などの被害を受けるのは人間だけではない。牛や豚の飼養農家で問題となる害虫にはハエ、アブ等が知られている。これらは様々な疾病を媒介して牛や豚に多大なストレスを与え、生産にも影響を与える[6]。日本脳炎を媒介するコガタアカイエカは日本全土の養豚場で問題となっており、妊娠母豚が感染した場合、白子や黒子、新生子豚を分娩する異常産が発生する。種雄豚も精子を作る能力が低下して受胎率を下げる。有効な対策として、豚舎内にライトトラップを設置することにより、蚊の駆除と蚊の吸血率を下げられる[7]。牛の異常産の原因であるウイルスは、蚊等の吸血昆虫が媒介するため、妊娠牛がウイルスを持った吸血昆虫に刺されると、感染して異常産を引き起こす他、搾乳量の大幅な低下にもつながる[8]。乳用牛日本第2位の栃木県にとって経済的被害が大きい重大な問題なのだ[9]。開発したサンプリングマシンは高輝度LEDも備えており、豚や乳用牛の敵である蚊やアブ等にも有効である。



図4 高輝度LEDで牛の敵を誘引・駆除

ちなみに、栃木県は日本有数の畜産の重要拠点でもある。以下は令和4年度の飼養頭数
乳用牛:137万頭(全国2位) 1位は北海道
肉用牛:261万頭(7位) 1位は北海道
豚:900万頭(9位) 1位は鹿児島



図5 栃木の乳用牛や豚を守る

4. 人の命を守り栃木の畜産を活性するビジネス展開

人の命をウイルスから守るのは新薬開発だけではない。蚊の季節的消長を調査することは重要である。1950年にヒトスジシマカの北限は栃木県であったが、地球温暖化により、既に青森県にまで生息を拡大し、近い将来、北海道にまでこの危険な蚊は到達するのは間違いない。国の研究機関や地方自治体の衛生環境部が行っている蚊のサーベイランスに本研究のサンプリングマシンを使用した場合、無人化・自動化が実現でき、調査の効率化が劇的に進む。1台10万円の本マシンを各都道府県で50台導入すると、 $10 \text{万円} \times 47 \times 50 = 2350 \text{万円}$ になる。さらに5万を超える日本の飼養戸数の10%で本マシンを毎年2台採用して頂ければ、 $10 \text{万円} \times 5 \text{千戸} \times 2 = 10 \text{億円}$ の「ビジネス展開への可能性」を創成できる。大学と地方自治体、畜産業界とが連携し、製品化へのプロセスを促進することは、社会貢献やビジネス展開の視点からも大いに期待できる。人の命を感染症から守り、乳用牛日本2位の畜産を有する栃木県からサンプリングマシンの導入を提案・発信したい。

参考文献

- [1] 感染症・予防接種ナビ：蚊は年に72万5千人、<https://www.kansensho.jp/sp/article.html?id=AT15081801>, (2023年10月10日参照)
- [2] 石川洋文・下河原理江子・笹田薫, (2017), 代々木公園ではどのように2014年デング熱アウトブレイクが進展したのか?, 日本衛生学雑誌 72号 pp.55-65.
- [3] Joshua I. Rajia, et.al, (2017), Genetic Analysis of Mosquito Detection of Humans, Current Opinion in Insect Science Vol. 20, pp.34-38.
- [4] W.Takken, D.L.Kline, (1989), Carbon Dioxide and 1-octen-3-ol as Mosquito Attractants, Journal of the American mosquito control association Vol.5 No. 3, pp.311-316.
- [5] 江連崇雅・高橋大地・蓮田裕一, (2020), 量産化を視野に入れたヒトスジシマカのオートサンプリングマシンの開発, 32回日本産業技術教育学会関東支部論文, pp.67-68.
- [6] 押田敏雄(2006), 衛生管理と畜産経営, 畜産環境情報 (33)pp. 8-15
- [7] 岩手県(2019), 養豚場における日本脳炎予防について, ページ番号 1007963
- [8] 最上家畜保健衛生所(2018), アカバネ病はワクチンで予防しましょう
- [9] 栃木県(2022), 栃木県畜産の概要.