

厚生労働科学研究費補助金
医薬品・医療機器等レギュラトリーサイエンス政策研究事業
分担研究報告書

アカイエカの飛翔能力と行動範囲に関する研究

研究分担者 澤邊京子 (国立感染症研究所 昆虫医科学部)
研究協力者 津田良夫 (国立感染症研究所 昆虫医科学部)

産卵場所を探索する成虫の行動範囲について検討した。周囲を川で囲まれた庭園の一部で、起伏がなく大部分が芝で覆われている 450 m×350 m の範囲を対象として、この範囲内にある雨水マスの分布とこれら雨水マスにおける蚊幼虫の有無を調べ、その分布集中度进行分析した。調査地を 25 m 四方の区画に区切って、雨水マスの分布を分析したところ集中度指数は 2.2 となり、集中分布であることが示唆された。同様の分析をアカイエカ幼虫の分布について行ったところ、集中度指数は 1.04 で、ランダムな産卵行動によって期待されるランダム分布に従っていることが分かった。産卵期のアカイエカ成虫は本研究の調査範囲全体を飛翔し、遭遇する雨水マスをランダムに選んで産卵していると推測された。

フライトミル(虫を固定し強制的に飛翔させる装置)を用いてアカイエカおよびコガタアカイエカの未吸血雌成虫を飛翔させ、連続飛翔時間と総飛翔距離を算出した。両種ともに 15 下の方が 25 よりも長く飛翔し、コガタアカイエカがゆっくりとしたスピードで最長 25 時間連続して飛翔する個体があったのに対し、アカイエカは 10 時間程度であり、非常にスピードは速く、短時間で頻繁に休止する様子が観察された。アカイエカの飛翔は、気流を利用して長距離を飛翔するコガタアカイエカとは大きく異なるが、15 下では約 4.5 km は飛翔可能であると推測された。

A. 研究目的

アカイエカは、国内にウエストナイル熱が侵入した際に媒介蚊となる可能性が最も高いと考えられる潜在的媒介蚊である。アカイエカの成虫は日没前の薄暮時期から飛翔活動を始め、動物の臭いや二酸化炭素などを頼りに吸血源を探す。主に屋外で活動するヒトスジシマカとは異なり、屋内に好んで侵入し、夜間にヒトを吸血する。その吸血嗜好は柔軟性に富み、生息環境に合わせて吸血源動物を利用することができる。特に、鳥類と哺乳類への吸血嗜好が高いため、ウエストナイル熱のような鳥類由来感染症を鳥類か

ら哺乳類へ伝搬するブリッジベクターとして貢献すると考えられている。その飛翔範囲は一般的には 2~4 km と考えられているが、具体的な調査・実験に基づく検討は限られる。

雌蚊の行動範囲は生理的な状態によって大きく異なるため、以下の 3 つの状態の個体を区別して検討することが必要である。(1) 吸血源動物を探索する未吸血個体、(2) 吸血に成功して未消化の血液を保持する個体、(3) 血液を消化し卵巣も成熟して産卵のための場所を探索する個体。これまでアカイエカの飛翔範囲に関しては、(1)と(2)の個体を対象としてマーキン

グや吸血源動物の同定結果に基づく実験的な研究が進められてきたが、(3)の産卵する個体の行動範囲に関しては適切な調査方法がなく、参考となる知見はほとんどない。本研究では、広い庭園の植生が比較的均一な部分を調査対象に選び、幼虫の空間分布様式を分析することによって、産卵個体の行動様式と行動範囲の推測を行った。

一方、フライトミルという装置を用いて昆虫を強制的に飛翔させ、その潜在的な飛翔能力を推定する方法は、特に長距離移動性の害虫(ウンカやヨトウムシ等)に用いられ、長距離移動や海外飛来の可能性が議論されている、しかし、衛生昆虫類においては、近年、日本脳炎ウイルスの媒介蚊であるコガタアカイエカが海外より飛翔してくる可能性が示唆されているものの、具体的な飛翔実験にもとづく検討は行われていない。そこで本研究では、上述した(1)の未吸血の状態の雌蚊成虫を用いてフライトミルによる飛翔実験を行い、吸血源を探索する飛翔距離を推測した。

B. 研究方法

1) 産卵期のアカイエカ成虫の行動範囲

調査は、周囲を河川で囲まれた広さ 450 m×750 m(面積約 133,000 m²)の庭園で実施した。この庭園の中央部で比較的均一な植生の場所 450 m×350 mを調査地として、この範囲に設置されている雨水マス 195 個の蚊幼虫の発生状況を調べた。調査結果に基づき、アカイエカ幼虫が発生していた雨水マスの位置を地図上に記録して幼虫の空間分布を作成した(図 1)。分布地図を 25 m 四方のグリッドに区分けし、区画ごとに幼虫が発生していた雨水マスの数を集計した。幼虫の分布様式を分析するために、雨水マスが少なくとも 1 つ

ある区画を対象として、区画当たりの平均幼虫発生雨水マス数(m)とその分散(s^2)を算出し、分布の集中度指数(s^2/m)を求めた。

2) アカイエカの飛翔能力の評価

フライトミル(虫を固定し強制的に飛翔させる装置)は、九州沖縄農業研究センター(熊本県合志市)に設置されている装置を使用し、松村正哉、大塚彰両博士の協力を得て実施した。飛翔実験に用いたアカイエカおよびコガタアカイエカ雌成虫は、国立感染症研究所で 25 長日条件下に飼育・維持された系統である。両種ともに羽化後約 1 週間の未吸血の雌成虫を 15 長日あるいは 25 長日の温度条件下で飛翔させた。本実験装置の特徴として、偶然に翅を動かしても装置が回転することがあるため、5 秒間に 3 回以上回転した回数のみを集計し、連続飛翔時間と総飛翔距離を算出した。

C. 研究結果

1) 産卵期のアカイエカ成虫の行動範囲

図 1 に示すように、調査地を 25 m 四方の区画に区切って雨水マスの分布を分析したところ、雨水マスの区画当たり平均個数と分散は 1.02 および 2.24 であった。集中度指数(s^2/m)を求めたところ 2.2 となり、調査範囲内に集中して分布していることが示された。同様の分析をアカイエカ幼虫が発生していた雨水マスの空間分布(図 1 の黒丸)について行ったところ、区画当たりの幼虫発生雨水マスは平均 0.81 個で分散は 0.84 であった。集中度指数は 1.04 となり、アカイエカ幼虫が発生している雨水マスは調査範囲内にランダムに分布していることが分かった。

2) アカイエカの飛翔能力の評価

アカイエカの総飛翔距離を算出したところ、最長で約 10 時間羽ばたく個体も確認されたが(表 1)、その飛翔パターンを観察すると、5 秒間に 5 回以上(最高で 20 回回転する個体も確認)の非常に速いスピードで羽ばたくが、短時間で頻繁に休止する様子が確認された(図 2)。一方、コガタアカイエカは 5 秒間で 5 回以下の非常にゆっくりとしたスピードで翅を羽ばたかせ(図 2)、最長 25 時間連続して飛翔する個体も確認された(表 1)。また、アカイエカの 25℃での連続飛翔時間は 0.2 時間で約 100 m であったが(コガタアカイエカは 7.5 時間で 8.2 km)、15℃では連続 5 時間で 4.5 km 飛翔すると推測された(コガタアカイエカは約 13 時間で 14 km)(表 1)。

D. 考察

雨水マスは庭園内の排水システムの一部であり、その多くは遊歩道に沿って設置されている。そのため園内の雨水マスの分布はランダムではなく、ある場所に集中する傾向が示されていると考えられる。これに対して、アカイエカの幼虫が発生している雨水マスは、雨水マスがある区画に対して、ランダムに分布していた。この結果は、雨水マスに幼虫発生源としての質的な違いがなく、アカイエカ幼虫が発生する確率(=成虫が産卵する確率)はどの雨水マスでも同じであったことを意味している。雨水マスに産卵する確率が一定となるためには、産卵雌は本研究で調査対象としたエリア全体を飛び回って雨水マスを探し、その中のひとつをランダムに選んで産卵していると考えられ、アカイエカはこのような行動様式を持っていると思われる。従って、産卵期のアカイエカの行動範囲は少なくとも 450 m×350 m ほどの広がりがあると推

測された。

吸血源を探索するための雌蚊の移動距離をフライトミルを用いて推測したところ、アカイエカは 25℃では平均 100 m 程度(最高でも約 300 m)しか飛翔しなかったが、15℃では 4.5 km(最高で約 10 km)飛翔可能と推測された。コガタアカイエカでも同様に、15℃では 25℃よりも飛翔距離が長い(約 1.7 倍)結果が得られたが、アカイエカではその差は 50 倍以上もあった。両種ともに涼しい気温では広範に吸血源探索を行うと推察される。また、その飛翔パターンや先行研究の結果から、コガタアカイエカは気流を利用して長時間・長距離を飛ぶことが可能と考えられるが、アカイエカは吸血源を探して約 4.5 km は飛翔できるものの、長距離移動性は有していないと推察された。本研究では、(1) 吸血源動物を探索する未吸血個体の飛翔能力を推定したが、(2) 吸血に成功して未消化の血液を保持する個体、(3) 血液を消化し卵巣も成熟して産卵のための場所を探索する個体については検討していない。ウイルスを保有した雌蚊の移動距離を評価するためには、温度・日長等の季節的な条件が重要であるが、(2)(3)の生理状態の雌蚊についても検討する必要があると考える。

E. 結論

雨水マスを単位として、アカイエカ幼虫の空間分布を調べその分布様式を調べた。その結果、幼虫発生雨水マスの集中度指数は 1.04 となり、アカイエカ幼虫が発生している雨水マスは調査範囲内にランダムに分布していることが分かった。この結果から、産卵期のアカイエカの行動範囲は、少なくとも 450 m×350 m であると推測された。

アカイエカは 25℃では連続して 0.2 時

間,約 100 m しか飛翔しなかったが,15
では 5 時間,4.5 km 飛翔可能であること
が示唆された。アカイエカは,吸血源を
探して約 4.5 km は飛翔できるものの,コ
ガタアカイエカのような長距離移動性は
有していないと推察された。

F. 研究発表

1. 論文発表
なし
2. 学会発表
なし

G. 知的所有権の取得状況

1. 特許取得
なし
2. 実用新案登録
なし
3. その他
なし

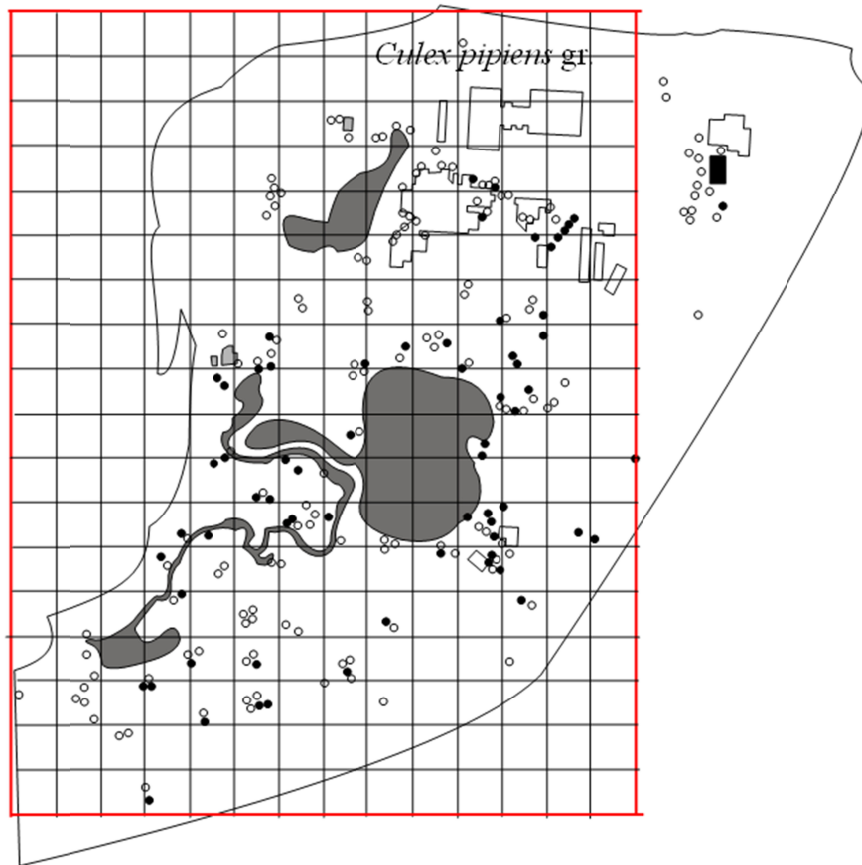


図1 調査地内の雨水マスの分布(○と●)とアカイエカ幼虫が発生していた雨水マス(●)の分布を示す地図(区画の大きさは25m四方)

表1 コガタアカイエカおよびアカイエカの総飛翔時間および総飛翔距離

	アカイエカ (n=5)		コガタアカイエカ (n=5)	
	15	25	15	25
全飛翔距離 (km)	4.56 (0.04-10.4)	0.09 (0-0.3)	13.94 (5.7-26.0)	8.20 (6.4-9.0)
全飛翔時間 (h)	5.07 (0.1-9.9)	0.20 (0-0.6)	12.79 (6.8-25.0)	7.50 (5.1-9.2)
平均速度 (km/h)	0.90	0.42	1.09	1.10

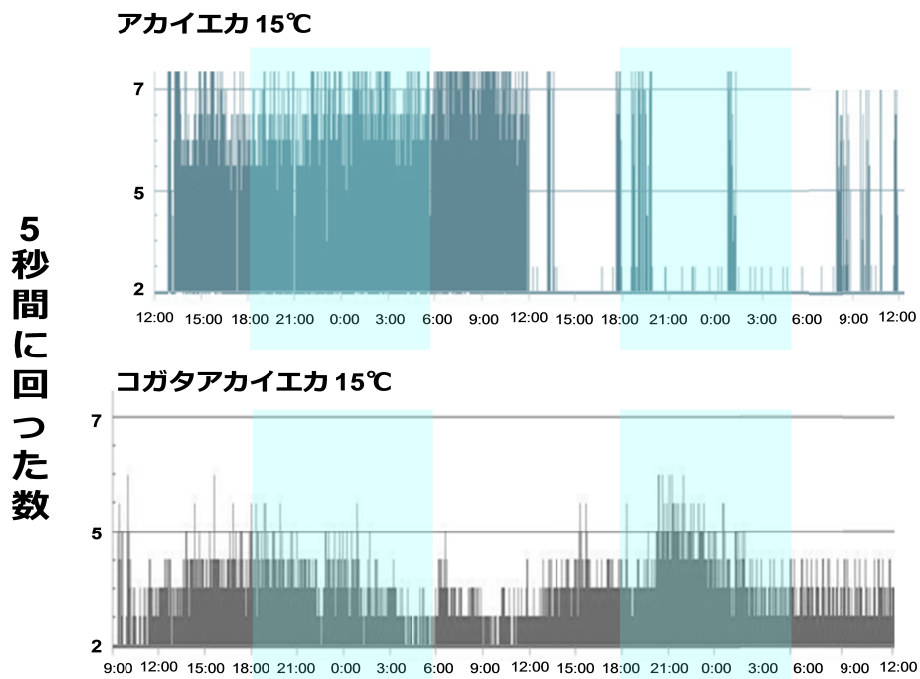


図2 フライトミルによるアカイエカ（上段）およびコガタアカイエカ（下段）の飛翔パターンの比較