

高校生による動物追跡システムを用いたゴキブリの行動解析



実施担当者 岐阜県立多治見高等学校
教諭 佐賀 達矢

1 はじめに

動物の生態や行動に関する研究に関するテーマは、中等教育までの自然科学研究の中で人気があるテーマだと思われる。一方で、本校を含む中高生の動物の生態・行動の研究は実験動物の飼育を行いながら試行錯誤して実験系を組み立てなければならず、研究手法を確立するだけで研究を終えてしまっている例も少なくない。また、従来行われてきた動物の行動の研究は動物の行動の結果に着目する、例えば対象 A,B のどちらを選択するか、ということに注目する研究が多く、対象 A,B を選ぶまでの動きの動物の行動そのものの研究は少なかった。ところが、録画機器やコンピュータの計算能力の進歩により、動物の動きを定量化でき、高校生でも動物の行動そのものを研究できる環境が整った。そこで、本研究では生徒から発案されたゴキブリの行動に関して、先端技術かつ、無料で公開されている動物追跡ソフトウェア UMATracker を用いた研究を実践し、中高生でも取り組める動物の行動研究の方法を確立することを目的とした。

本研究では、本校の生徒と動物行動学者が議論しながら研究を進める。本校の生徒にとって本物の研究者と共に動物行動学の最前線の研究を行うことは、科学に対する興味や関心が育まれると考えている。また、ゴキブリの行動を解析することは殺虫剤開発や効果的な駆除方法等の応用研究に役立つ知見を得られる可能性がある。

2 ワモンゴキブリの行動パターン解析

2-1 実験目的、材料・方法

私達は人間の攻撃を受けたゴキブリは、そうでないゴキブリと比較して移動速度が速くなると仮説を立てた。本研究では、ゴキブリが人間から攻撃される実験区と、攻撃されない実験区（対照区とした）を作り、両者の間でゴキブリの行動に差が生じるか調査した。実験区と対照区を作るために、集団で飼育していたワモンゴキブリを円柱状のクリーンカップ（直径 12cm、高さ 4cm、図 1）に一個体ずつ隔離し、1 週間単独飼育した。単独飼育中はゴキブリに水を与えるため、湿らせた脱脂綿を置き、餌としてキャットフードを与えた。飼育期間中の 5 日間、午前 8 時から午後 4 時まで 1 時間に一回クリーンカップから 7cm 真上に離れたところから 37g のキリを落とし、これを実験区とした。単独飼育中にカップにキリを落とさない実験区を対照区とした。実験区と対照区の

ゴキブリは飼育期間後に実験アリーナ(縦 17cm×横 24.5cm×高さ 12cm)へ移し、30 から 45 分間、全明条件下で自由に行動させてその行動を動画として記録した。人が住居内でゴキブリを攻撃する状況を考えてところ、明るくして攻撃することが考えられ、ゴキブリを攻撃して取り逃がした後も部屋を明るくしてゴキブリを探すと考えられたため、攻撃を受けたゴキブリの行動は全明条件下で観察した。その後、個体追跡フレームワーク UMATracker を用いて、動画から 1/30 秒ごとのゴキブリの位置座標を計測し、ゴキブリの移動時の平均速度、静止時間の割合を計算した。



図 1. ワモンゴキブリの単独飼育

2-2 結果・考察

外敵からの攻撃を受け、生き延びたゴキブリは攻撃から逃れた後、外敵から攻撃されることを学習し、普段から移動速度が速くなることが予想された。ここではワモンゴキブリ(以後、ゴキブリ)実験区と対照区のゴキブリが全明条件下の実験アリーナ内でどのように行動するか記録し、静止時間割合と移動速度を両区で比較した。

その結果、実験区と対照区の個体では移動速度に有意な差は認められなかった(対照区, 5.86 ± 0.74 m/s, 平均±標準誤差, $n = 14$, 実験区, 6.26 ± 1.98 m/s, $n = 8$, t-test, $p = 0.717$, 図 2)。実験区の個体の方が対照区と比較して静止時間割合が有意に大きかった(対照区, $n = 14$, $61.4 \pm 4.7\%$, 平均±標準誤差, 実験区, $n = 8$, $75.8 \pm 1.9\%$, t-test, $p = 0.034$, 図 3)。

攻撃を受けた個体はそうでない個体よりも静止する割合が増加することから、攻撃を日常的に受けると、全明条件下ではあまり動かなくなるとも考えられる。ゴキブリの捕食者であるヤモリやアシダカグモ、ゲジは動く小動物を捕食する。そのため、それらの捕食者による捕食を避けるために攻撃を受けたゴキブリは、動かなくなるように適応的に進化しているのかもしれない。攻撃を受けた個体の静止割合が長くなる理由に関しては適応的意義以外からの視点からも考えられる。単独飼育中に衝撃を与える行為そのものがゴキブリにとって何らかのストレスとなり、身体に負の影響を与えている可能性も考えられる。また、攻撃されるゴキブリは、攻撃を受けたもののゴキブリ自身の体に損傷があったわけではないため、衝撃を受けても無害であることを学習し、無駄に動かなくてよいと学習した(慣れた)可能性も考えられた。

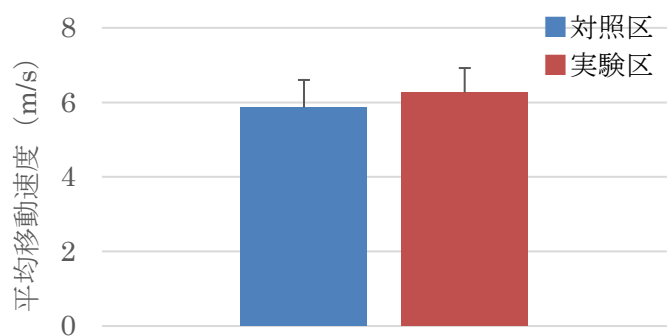


図2. 移動時の平均移動速度. 対照区 (5.86 ± 0.74 m/s, 平均±標準誤差, $n=14$), 実験区 (6.26 ± 1.98 m/s, $n=8$), t-test, $p=0.717$.

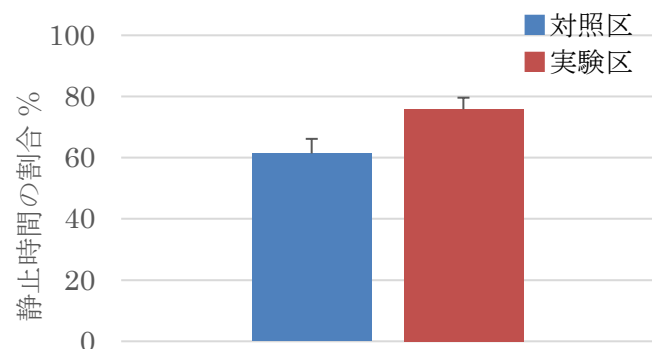


図3. 静止時間の割合. 対照区 ($61.4 \pm 4.7\%$, 平均±標準誤差, $n=14$), 実験区 ($75.8 \pm 1.9\%$, $n=8$), t-test, $p = 0.034$.

一方で、移動速度、静止時間割合のどちらの項目においても、実験区と対照区のサンプル数が少ないため、今後は対照区と実験区ともにサンプル数を増やすことで、攻撃を受けたゴキブリ特有の行動がさらに検出できると考えている。

住宅の中に、ゴキブリの捕虫器を仕掛けても全ての個体を捕まえることは難しい。この謎の解決に少しでも近づくため、今後は攻撃を受けたことがある個体の歩行軌跡に特徴がないか、できる限り多くのサンプルを調べたい。また、特定の環境に長期間生息することで慣れのようなものが生じて、行動が変化する可能性も考えられる。そこで、1週間以上の長期に渡ってビデオ撮影を行い、ゴキブリの活動リズムと歩行軌跡について調べたい。

2-3 活動記録

本研究結果及び活動内容は以下のように発表した。

平成 30 年 12 月 23 日に中谷医工計測技術振興財団成果発表会にてポスター発表

平成 31 年 2 月 12 日に多治見高校自然科学コース課題研究発表会にて口頭発表

平成 31 年 2 月 17 日にたじみ環境フェア 2019 にて口頭発表

平成 31 年 3 月 17 日に日本生態学会第 66 回大会にてポスター発表 審査員特別賞を受賞

3 まとめ

本研究では、高校生がワモンゴキブリの行動そのものを数値化して、通常時（対照区）と実験区での行動そのものの差異を比較する研究方法の確立をすることができた。今回の動物の行動解析研究はコンピューターとカメラ、行動を記録する小動物とその飼育環境を整えることで実施できる。今回、ゴキブリの行動は図 4 のような歩行軌跡として簡単に描画できた。今回の研究実践例は広く公表することで、高校生が自動追尾システムを使って動物行動を研究することの敷居が下がることが期待される。平成 30 年 12 月に行われた中谷医工計測技術振興財団の科学発表会にて、本トラッキングシステムについて紹介したところ、東京大学附属中学校の科学部の教員から詳細について質問を受けた。本研究により、比較的安価（30 万円程度）で研究環境を立ち上げられることも分かり、その点も広く知らせていきたい。本研究内容は、多治見市環境フェアでの市民科学発表や日本生態学会大会で本研究の発表を行ってきたが、中高生の研究の一つの型としてこれからも広く知らしめていきたい。これまでの高校生の動物の行動に関する研究では正確に数値化されてこなかった活動リズムや行動パターンを明らかにする研究が増え、中学生や高校生の研究の質を向上させられるだろう。

本研究では攻撃を受けたワモンゴキブリはそうでない個体と比較して動く割合が減ることが分かった。また、高校生が研究を続けられる環境を整えることにも成功した。引き続き研究を行い、外敵の攻撃から逃げた後にゴキブリがどのように振る舞うのかについてサンプル数を増やすことで、新たな知見が得られると期待される。今後は、今回の行動解析の手法を用いて人間の生活リズムを明暗条件の変化で表し、それらとゴキブリの活動リズムの関係について調べていきたい。

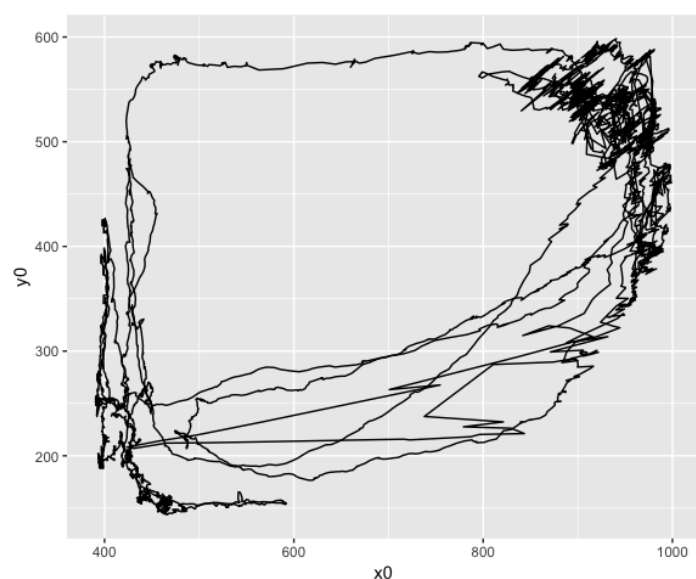


図 4. 統計プログラミングソフト R を用いて描画したゴキブリの歩行軌跡

謝 辞

本研究は、中谷医工計測技術振興財団の経済的な支援を受けて実施できた。この場を借りてお礼申し上げる。共同研究者である理化学研究所の特別研究員の阿部真人博士には様々なご助言をいただいた。また、東京大学大学院総合文化研究科の藤岡春菜氏にはプログラミングと統計処理に関して大変有益なご助言いただいた。日本農薬株式会社の青島正昂氏には野外に出たことがないワモンゴキブリを提供していただいた。お世話になった皆様にこの場を借りて御礼申し上げます。

参考文献

UMATracker の使い方 <http://ymnk13.github.io/UMATracker/index.html>

統計ソフト R の使い方 <https://sites.google.com/site/webtextofr/home>

以上