



目 的

昆虫などでは多くの種が仲間とコミュニケーションをとるための手段としてフェロモンなどの化学物質を利用している。高校生物でも動物の行動の事例としてこのフェロモンについて学習するが、適切な実験を行うにくいために講義中心の学習で終わる傾向にあった。そこで、これまで実験材料として利用されていなかったヤマトシロアリを材料にボールペンという身近な道具を使って、昆虫の行動と化学物質との関わりについて効果的で手軽に行える実験を開発した。

概 要

ヤマトシロアリは、油性ボールペンで描いた線の跡をたどるという性質をもつ。これは、油性ボールペンのインクにヤマトシロアリを誘引する物質が含まれており、この物質が道しるべフェロモンと同様な働きをするためであると考えられる。そこで、この性質を利用してシロアリの道しるべフェロモンの働きを理解するための実験を工夫した。生徒は、油性ボールペン以外の筆記具に対する反応を調べたり、インクの色によって反応に違いがみられないか調べたりすることを通して、油性ボールペンのインクに含まれている誘引物質を明らかにして行くことができる。

また、実験に使用するヤマトシロアリは、沖縄から北海道まで全国に分布しており採集も飼育も容易である。そのため、季節や地域に関係なく実験を行うことができる。

この実験により、昆虫の行動と化学物質との関係を手軽に調べることが可能になった。

実験材料

1. シロアリの採集と飼育

材料として利用するヤマトシロアリ *Reticulitermes speratus* (Kolbe, 1885) は、沖縄から北海道まで日本中に分布しており、特別な塊状巣は造らずに加害材中に生活しているので、全国の雑木林内の倒木などから簡単に採集できる。また、木造建築物の代表的な害虫でもあるので、シロアリ駆除の業者に連絡すれば駆除のさいに採集したコロニーを譲ってくれる。野外から採集することが困難な場合は、あらかじめシロアリ駆除

の業者に連絡しておくほうが良いであろう。

採集したシロアリの飼育は非常に簡単で、コロニーの入っている加害材の塊をプラスチックなどの箱の中に入れておくだけでよい。シロアリにとっては、加害材が住居であると同時に食料になっているので特別な世話は必要ない。気を付けることは、余り乾燥し過ぎないように1週間に1～2回程度霧吹きなどを使って湿り気を与えておくことだけである。

ヤマトシロアリのコロニーは、生殖虫(王・女王)、有翅虫、職蟻、兵蟻、幼虫、ニンフなどの階級から構成されている(図1)。この実験では、最も個体数の割合の多い職蟻を主に利用した。

2. 実験に使用した器具・薬品

筆記具：油性ボールペン、鉛筆、水性ボールペン、マジックインキの4種類。色は黒・赤・青の3色。

薬品：ベンジルアルコール、エチレングリコールモノフェニルエーテル、オレイン酸。

その他の器具：ピンセット、シャーレ(直径9 cm)、透明なプラスチックケース(30 cm×22 cm×6 cm)。

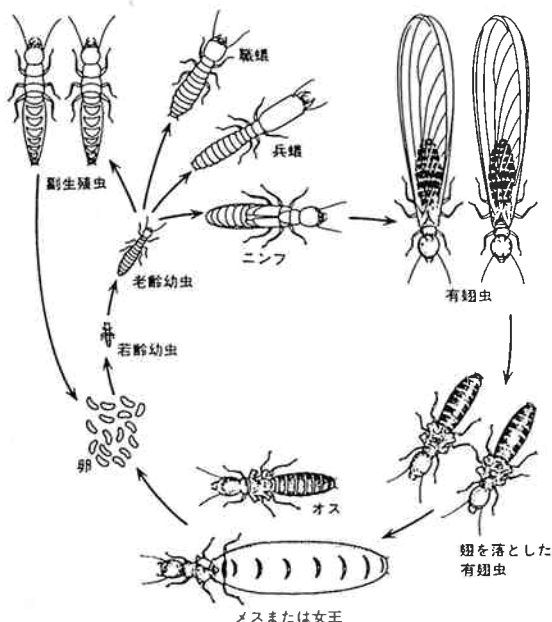


図1 ヤマトシロアリの階級

実験・観察の内容と学習指導方法

1. 演示実験「シロアリがボールペンのあとをたどって行く！」

- ①方法：B4版の白紙の隅にシロア리를数個体置き、そこを起点としてボールペンで線を描いて行く。
②結果：シロアリは1列になって次々とボールペンの跡をたどって行く(写真1)。

シロアリがボールペンの跡をたどる現象を見せ(演示実験)、この現象について考えさせる。この演示実験を終えた段階で生徒の意見を聞くと、シロアリは線を眼でみて跡をたどっているという意見が大多数であった。

2. 実験1「ボールペンに対するシロアリの反応を自分で確かめてみよう！」

- ①方法：実験に使うシロアリ数個体をあらかじめ飼育ケースから取り出しシャーレの中に入れておく(写真2)。B5版の白紙に、黒色の油性ボールペンで円を描き、透明のプラスチックケース内にセットする。それから、シャーレの中のシロア리를白紙の中央部におき(写真3)、シロアリが白紙に引かれた線に対してどのような反応をするか観察する。

- ②結果：シロアリは、紙に描かれた円にそってグルグルまわり続ける。

- ③疑問：シロアリは油性ボールペンの線を視覚的に捉えて反応しているのだろうか？ 他の筆記具や色に対する反応はどうだろう？

油性ボールペンに対するシロアリの反応を確認させるための実験。シロアリの反応を確認させた後で、この現象の理由についていろいろ考えさせる。

3. 実験2「各種筆記具に対する反応は？」

- ①方法：実験1と同じ方法の実験を各種・各色の筆記具についても行いシロアリの反応を比較する。使用する筆記具の種類は、「油性ボールペン」「鉛筆」「水性ボールペン」「マジックインキ」の4種類。色は黒・赤・青の3色。

- ②結果：ヤマトシロアリは油性ボールペンに対してのみ跡たどりの行動を示した(表1)(写真4・5)。また、油性ボールペンには3色とも同様に反応した(写真6)。

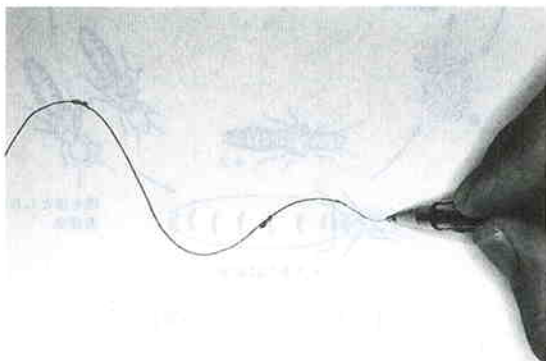


写真1 ボールペンの跡をたどるヤマトシロアリ



写真2 ヤマトシロアリの職蟻と兵蟻

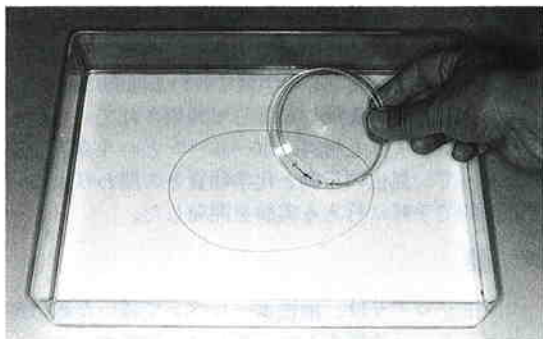


写真3 ヤマトシロアリを円の中央におき反応をみる

表1 各種筆記具に対するヤマトシロアリの反応

筆記具の種類	色	シロアリの反応
油性ボールペン	黒	+
	赤	+
	青	+
鉛 筆	黒	—
	赤	—
	青	—
水性ボールペン	黒	—
	赤	—
	青	—
マジックインキ	黒	—
	赤	—
	青	—

- ③考察：油性ボールペンだけに反応したということは、この行動は油性ボールペンのもつ何等かの成分に対する反応と考えられる。また、インクの色には関係なく反応していることからインクの顔料には影響をうけていないと思われる。

- ④仮説：インクの溶剤にヤマトシロアリの道しるべとなる誘引物質が含まれているのではないか？

各種筆記具に対するシロアリの反応を確認させるための実験。実験の結果、ヤマトシロアリが油性ボールペンだけに反応することが明らかになって、生徒はこ

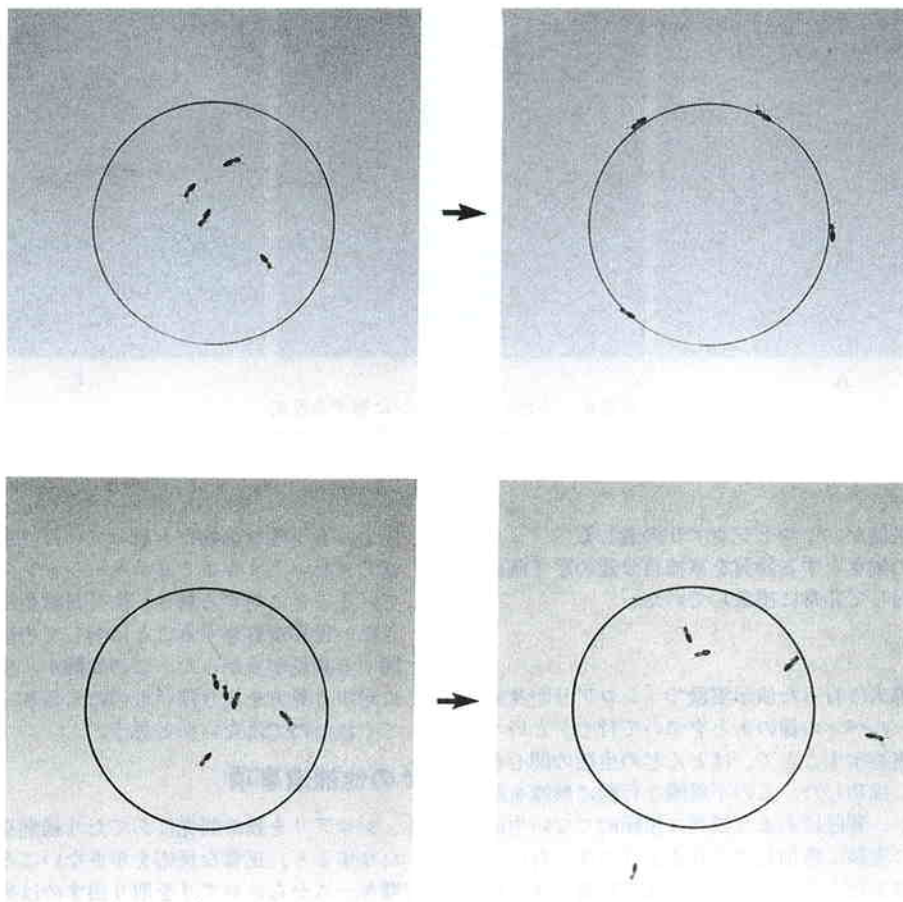


写真4 筆記具に対するヤマトシロアリの反応
上：油性ボールペンに対する反応
下：水性ボールペンに対する反応

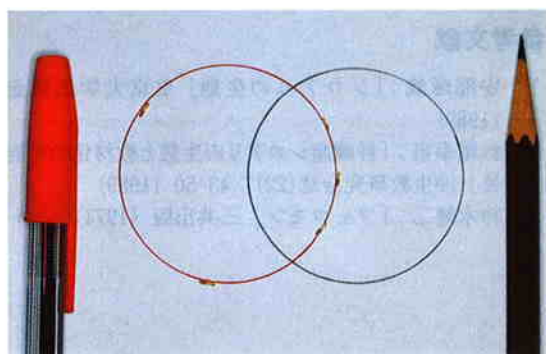


写真5 筆記具に対するヤマトシロアリの反応
油性ボールペンには反応するが、鉛筆には反応しない。

のシロアリの行動にますます興味を持つようになった。同じボールペンでも水性ボールペンに対しては反応しないことをとても不思議に感じていた。

4. 実験3「誘引物質をつきとめよう！」

①方法：油性ボールペンインクの溶剤の主な成分は、

「ベンジルアルコール」「エチレングリコールモノフェニルエーテル」「オレイン酸」である。この3種の溶液に対するシロアリの反応を比較する。

②結果：ヤマトシロアリは、3種の溶液の中でエチレングリコールモノフェニルエーテルのみに反応を示した(表2)。

③考察：油性ボールペンインクの溶剤成分の一つであるエチレングリコールモノフェニルエーテルは、ヤマトシロアリにたいして道しるべフェロモンと同様の働きをする誘引物質であると考えられる。

油性ボールペンインク溶剤の主な成分である3種類の物質に対するシロアリの反応を確かめるための実験。

表2 油性ボールペンインクの各成分に対するシロアリの反応

油性ボールペンインクの溶剤成分	シロアリの反応
ベンジルアルコール	—
エチレングリコールモノフェニルエーテル	+
オレイン酸	—

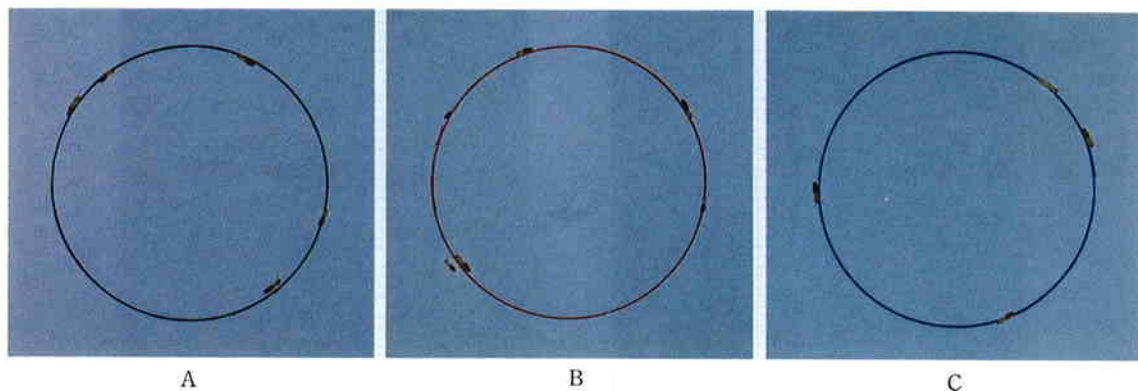


写真6 各色のボールペンに対する反応
A) 黒色 B) 赤色 C) 青色

ほとんどの生徒が、ヤマトシロアリの道しるべフェロモンと同様の働きをする物質を直接自分達の手で確認できた事に対して非常に感激していた。

実践効果

1. 授業の導入に行った演示実験で「シロアリが身近にあるボールペンの線のあとをついて行く」という意外な事実を示すことで、ほとんどの生徒の関心をひくことに成功した。この不思議な行動に興味を持ったためか、普段はあまり授業に積極的でない生徒も自発的に実験に参加してくれるようになった。
2. この実験を行うことによって、化学物質を介した昆虫の情報伝達のしくみをより効果的に理解させることができた。自分達には知覚できないが、特定の生物にとっては大切なコミュニケーションの手段となっている物質が存在しているということが実感できたようだ。
3. 「観察→観察結果を基に仮説を立てる→実験を行って仮説の検証をする」という過程を経ながら実験を進めることによって、科学的考え方の育成についても効果がある。
4. 実験を行う前には、シロアリに対して家屋害虫というマイナスのイメージしか持っていない生徒が多く、なかには「キタナイ」「キモチワルイ」という反応を示す生徒もいた。しかし、実験後の感想には「人

間よりも下等な生物だと思っていた昆虫が人間に知覚できないようなコミュニケーションの手段を持っていることに対する驚き」や「日常生活では知覚できない世界が存在することに対する感動」などに関する意見が多かった。この実験が、生徒達の自然に対する見方をより深いものにするきっかけになってくれたのではないかなと思う。

その他補遺事項

1. シロアリを長時間光にあてたり過剰な刺激を与えたりすると、正常な反応を示さないことがある。飼育ケースからシロアリを取り出すのは実験開始直前が望ましい。
2. 本実験は高等学校の生物の授業で行うことを前提に組み立てられているが、このヤマトシロアリの性質は工夫しだいで小中学校の授業にも十分応用できると思われる。

参考文献

- 1) 安部琢哉：「シロアリの生態」東京大学出版会（1989）
- 2) 杉尾幸司：「沖縄産シロアリの生態と教材化の可能性」沖生教研究会誌(22)：43-50（1989）
- 3) 鈴木健二：「フェロモン」三共出版（1974）