

ヤマトシロアリを用いた授業の展開

米根 洋一郎

社会性昆虫として知られるシロアリの一種であるヤマトシロアリは、採集、飼育が簡単で、カースト分化による外部形態の観察、道しるべフェロモンの実験、腸内に共生する原生動物の観察など、高等学校生物の多岐にわたる内容の教材として優れている。当センター生物班では、本年度の高等学校理科研修講座でヤマトシロアリを用いた実習を新たに導入した。また、中学生の科学実験教室でもシロアリの道しるべフェロモンについての探究的な活動を行ったので報告する。

【キーワード】 シロアリ 社会性昆虫 フェロモン 相利共生

はじめに

社会性昆虫として知られるシロアリは、その外部形態からアリの仲間だと思われがちだが、原始的な狩りバチから進化した膜翅目に属するアリに対し、シロアリはゴキブリに近い仲間、アリとは全く異なる等翅目に属している。日本には18種類のシロアリが知られているが、北海道には北東部を除いて、ヤマトシロアリが広く分布している。

ヤマトシロアリはミゾガシラシロアリ科に属し、腸内に原生動物をもつ下等シロアリの仲間である。ヤマトシロアリは採集、飼育が簡単、うえ、高等学校生物の(4)生態と環境における「個体群と生物群集」に含まれる社会性昆虫、相利共生、(3)生物の環境応答におけるフェロモン^{※1)}の教材として非常に優れており、本年度の高等学校理科研修講座でヤマトシロアリを用いた実習を行ったところ、是非とも学校に持ち帰り、実践したいなど、受講者から高い評価を得ることができた。また、7月に開講した中学生のための科学実験教室でも、シロアリの道しるべフェロモンについての探究的な活動を展開したところ、活発な意見が交わされた。

1 ヤマトシロアリの採集と飼育

今回の実習で使用したヤマトシロアリは、平成27年4月に、札幌市にある北海道大学構内の原生林で採集した。適度に水分を含んで柔らかくなった倒木を、根堀りを使って崩し、シロアリが入っている木を探した。シロアリの入っている倒木を見つけると、鋸を使って適当な大き

さに切り、衣装ケースに入れて倒木ごと持ち帰った。衣装ケースに蓋をして時々水分を加えることで倒木が乾燥しないように注意すれば、シロアリを長期間維持することができる。これとは別に、市販の木材を2～3日水につけておいたものを蓋付きのプラスチックケースに入れ、ここにシロアリを移したのも用意した(図1)。



図1 シロアリの飼育ケース

2 外部形態の観察とフェロモンの実験

当センターの教員研修講座の一つである高等学校教諭を対象とする高等学校理科研修講座で本実習を行った。また、中学生を対象とする中学生のための科学実験教室(図2)でも同様の実習を行った。

(1) 外部形態の観察

4人一組の班に、プラスチックケースに入れたシロアリを配布し、肉眼で外部形態を観察さ

せた。社会性昆虫であるシロアリはカースト分化が進んでおり、その外部形態から、エサ探しや幼虫の世話、巣の修復などを担当するワーカーと、敵の攻撃に対抗して巣を守る兵隊、女王がいないコロニーで卵を産むニンフの違いを容易に見分けることができる（図3）。シロアリのコロニーには通常、これら以外にも、繁殖に携わる女王と王がいるが、今回採集したコロニーからは得られなかった。

また、よく観察すると胸部と腹部の間にくびれがないことから、外部形態もアリとは全く異なっていることが容易に理解できる。



図2 シロアリの実験をする中学生



図3 ヤマトシロアリのカースト

(2) シロアリの道しるベフェロモンの実験

予備実験

準備 白い紙、厚紙、油性ボールペン、鉛筆、いろいろな種類のペン、ヤマトシロアリ

方法

- 1 各班にA4のコピー用紙、油性ボールペンを配布する。
- 2 油性ボールペンを使って、A4のコピー用紙に大きな円を描かせる。
- 3 描いた円の中心に、配布したシロアリ6～7個体を置く（図4）。
- 4 シロアリの行動を観察する。

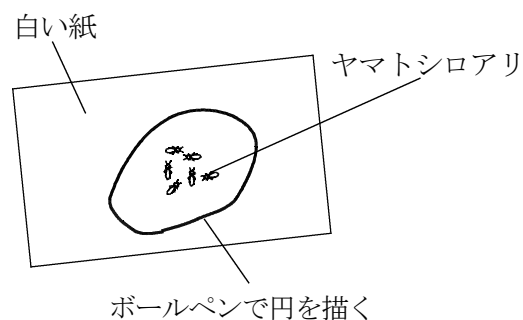
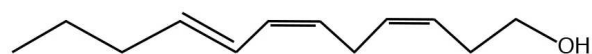


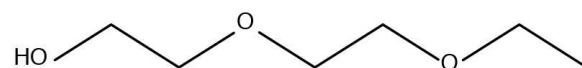
図4 円を描いた白い紙に置いたヤマトシロアリ

しばらくすると、シロアリが油性ボールペンで描いた円の上を歩く様子が観察できる。先行研究により、油性ボールペンのインクに含まれるジエチレングリコールモノエチルエーテルがシロアリの道しるベフェロモンと化学構造が似ていることから、道しるベフェロモンと同様のはたらきをすることが知られている（図5）^{※2)}。

次に、与えられた課題を解決するために、班ごとに話し合って実験方法を考え、考察させる。



(Z, Z, E)-3, 6, 8-ドデカトリエノール



ジエチレングリコールモノエチルエーテル

図5 シロアリの道しるベフェロモン（上）とボールペンのインクに含まれるシロアリの道しるべ活性物質（下）の化学構造

課題

シロアリがなぜ、黒ボールペンの上を歩くのかを確かめるための実験を班で話し合ってみて考えなさい。その後、考えた実験を行い、考察しなさい。

[受講者が考えた実験方法と結果と考察]

① 色を認識しているか。

方法

さまざまな色のボールペンで円を描き、同様の実験する。

結果と考察

同じ種類のボールペンで色を変えても反応したところから、色は認識していない。

② インクの種類によって反応に違いはあるか。

方法

水性インクのボールペン、違う種類のボールペン、サインペンなどを用いて同様の実験を行う。

結果と考察

いずれのペンでも反応が見られなかったことから、油性ボールペンのインクにのみ反応することが考えられる。

③ 筆圧を認識しているか。

方法

ボールペンで描いた紙を裏返し、紙の中央にシロアリを置いて観察する。

結果と考察

裏返した紙でも、ボールペンで描かれた円に沿って歩くことから、筆圧は関係なく、ボールペンに含まれる化学物質に誘引されると考えられる。

④ 大量のインクを置くとどうなるか。

方法

カッターナイフで油性ボールペンを輪切りにし、油性ボールペン一本分のインクを全て取り出し、紙の中央に置く。周りにシロアリを置き、シロアリの行動を観察する。

結果と考察

インクにシロアリは集まらなかった。道しるべフェロモンは、シロアリを誘引するものではなく、直接触れた個体とその物質

の上をたどる働きがあると考えられる。

3 腸内に共生する原生動物の観察

高校理科研修講座で本実習を行った。

準備

ヤマトシロアリ、生理食塩水、精密ピンセット、スライドガラス、カバーガラス、実体顕微鏡、光学顕微鏡

方法

- 1 ヤマトシロアリを1個体、スライドガラスの中央に置く。
- 2 実体顕微鏡をのぞきながら、精密ピンセットを用いて、ヤマトシロアリの腹部末端を引っ張り、腸を取り出す(図6)。

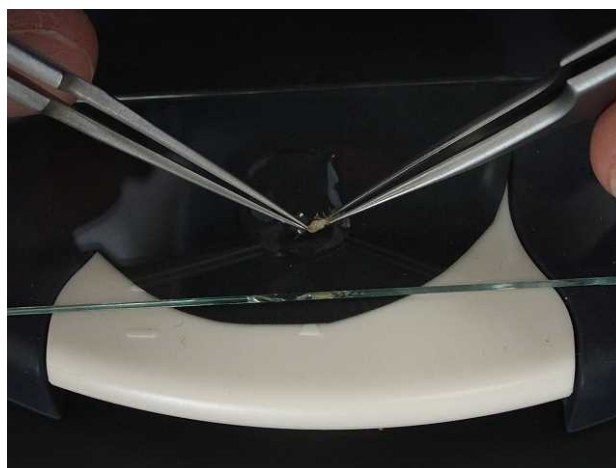


図6 シロアリの解剖

- 3 ヤマトシロアリの腸は、前腸、中腸、後腸の3つに分かれている(図7)。これらのうち後腸だけを残し、その他のものは全てスライドガラスから取り除く。



図7 シロアリの前腸、中腸、後腸

- 4 後腸の表皮を精密ピンセットの先で破り、出てきた内容物に生理食塩水を一滴かけて、カバーガラスを載せ、プレパラートを作製する。
- 5 4で作成したプレパラートを600倍の光学顕微鏡で観察する。

[研修講座の様子]

シロアリの解剖については、細かい作業であるため、技術面で個人差があり、うまくできない受講者もいた。後腸内の内容物の顕微鏡観察については、トリコニンファ、テラニンファ、ピルソニンファ、ティネニンファ^{※2)}などの多数の共生する原生動物が激しく動き回る様子が見られた(図8)。

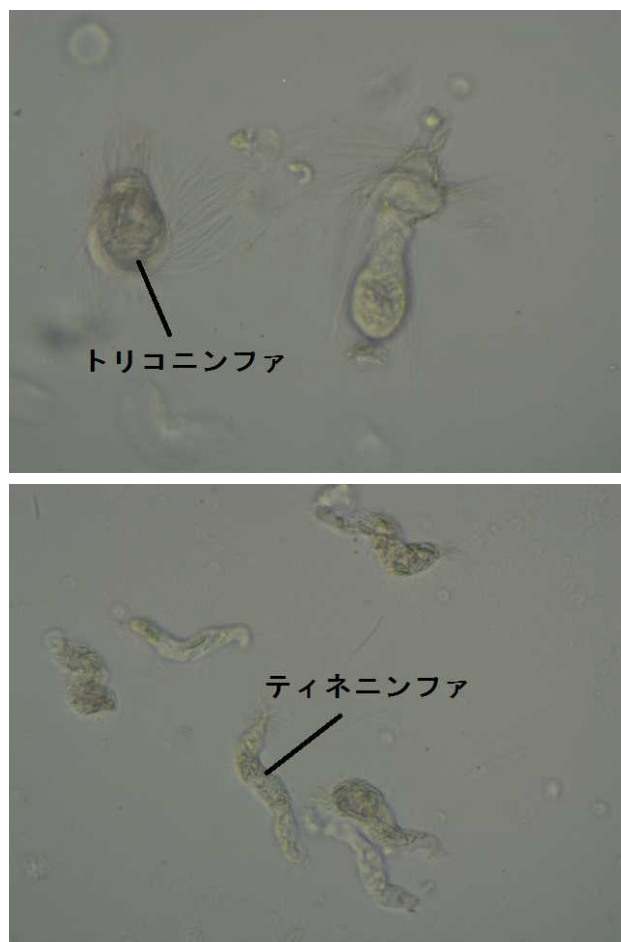


図8 シロアリの腸内に生息する原生生物

4 まとめ

社会性昆虫については、高等学校生物の(4)生態と環境における「個体群と生物群集」で取り扱われている。今回用いたヤマトシロアリは採

集や飼育に手間がかからず、外部形態の観察だけで、ワーカー、兵隊、ニンフといったカースト分化を確認することができる。

フェロモンについては、(3)生物の環境応答で取り扱われている。油性ボールペンのインクがシロアリの道しるべフェロモンと同様の働きをすることは広く知られており、一部の教科書にも記載されているが、本実習では、知識・理解を深めるだけではなく、予備実験によってできた課題を解決するための実験方法を班の仲間と話し合い、実験、考察するという探究的な活動として展開することができた。

また、(4)生態と環境における「個体群と生物群集」に含まれる相利共生に関連して、シロアリの腸内に生息する原生生物の観察が適している。下等シロアリに分類されるヤマトシロアリは、後腸内に多数の原生生物を保有することにより、多くの動物が消化できないセルロースやリグニンなどの成分から構成される木材を食べ、腸内で炭水化物に分解することができる^{※3)}。このことは、相利共生の例として高校生物の教科書に取り上げられているが、実験としては紹介されていない。シロアリの解剖の技術的な難易度については以前から高校生物で取り扱われているアカムシのだ腺染色体を取り出す作業と同程度であり、十分高校の授業で実践できる内容である。授業の展開としては、腸内に生息する原生生物の観察を行った後に、シロアリの栄養生態(消化共生)についての調べ学習を行い、レポートにまとめるなどの工夫が考えられる。

おわりに

本実習を構想するにあたり、北海道大学地球環境科学研究院三浦徹准教授にシロアリの採集に同行していただくと同時に、多数の資料の提供、助言をいただいた。心より感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 文部科学省高等学校学習指導要領解説理科編pp. 89-92
- 2) 三浦徹 社会性昆虫の世界～シロアリの社会性と共生～北海道大学講義資料(私信)
- 3) 本郷裕一 シロアリ腸内原生生物と原核生物の細胞共生, Jpn. J. Protozool. Vol. 44, No. 2. (2011)

(こめね よういちろう 生物研究班)

