

16 カイコガ(Bombyx mori)の研究

1 研究の目的

カイコガの飼育の歴史はたいへん古く、品種改良や飼育技術が進み、現在では、繊維以外の分野でも様々な形で生活に役立つものが作られている。また、生物学の分野でもフェロモンやホルモン、抑制遺伝子、油蚕など、多く取り上げられ、遺伝学、生理学的研究の材料としても極めて重要な役割を果たしている。5月にカイコガの卵を入手でき、季節など飼育実験するには好条件であった。ここでは、フェロモン、絹糸など特にカイコガ特有の性質について、実験観察を行う。

2 はじめに

カイコはガの仲間であらゆる幼虫のことを『カイコ』、成虫を『カイコガ』と呼ぶ。

2100年以上前に中国から養蚕が盛んになった。生糸はナイロンが発明されるまで日本の重要な輸出産業であったが、日本人が着物を使わなくなった上、化学繊維の登場もあり、国内の絹消費量は減少した。また、安価な絹が輸入されるようになり、日本の養蚕業が見直される時代になった。今では、うどんやそうめん、飴などの食用や化粧品、シャンプーなどの理美容品など様々な用途が研究されている。

3 カイコガとは

無セキツイ動物、節足動物、昆虫類、鱗翅目、カイコガ科。

孵化後約50日で一生を終えるまでに、幼虫、サナギ、成虫と変態する。幼虫の間に4回脱皮し5齢幼虫になると、吐糸が始まる。

吐糸は、身を守るまゆ作りのためでもあり、吐糸の長さは、1500mにもおよぶ。成虫には羽があるが、他のガのように飛ぶことが出来ない。脱皮や蛹化などには、ホルモンが関係する。

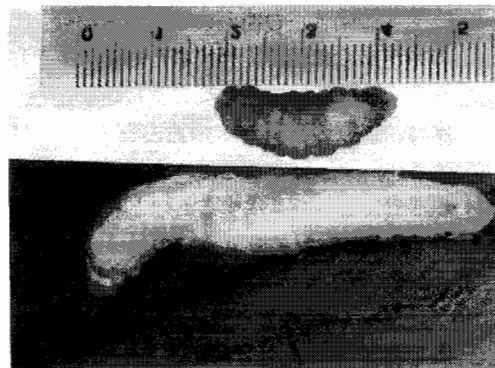


図1 吐糸前の5齢幼虫(下)と吐糸後(上)

4 実験

(1) 結紮実験

〈目的〉

昆虫の変態とホルモンの関係を調べる。

〈実験方法〉

実験① 5齢幼虫の頭部と胸部の間を木綿糸で縛る。(2個体)

実験② 5齢幼虫の胸部と腹部の間を木綿糸で縛る。(2個体)

実験③ 2齢幼虫の胸部と腹部の間を木綿糸で縛る。(3個体)

〈仮説〉

結紮したことによって、ホルモンの移動が妨げられ、結紮した部位の前後で、脱皮の有無の違いが確認できると考えられる。

〈実験結果〉

① 1個体は死、1個体は吐糸し、まゆになったが、幼虫のまま死。

② 1個体は死、1個体は吐糸し、まゆになったが、幼虫のまま死亡。

③ 3個体とも死

〈考察〉



図2 結紮実験

5 齢幼虫になってから、どのくらい時間が経過しているかでも、ホルモン分泌が異なる。結紮の時期のタイミング、また、結紮の技術に習熟すれば、結果が出てくると思う。

(2) 5 齢幼虫の絹糸腺の観察

〈目的〉

幼虫の体内の構造を明らかにして絹糸腺を観察する。

〈実験方法〉

5 齢幼虫をエーテルで湿らせた脱脂綿で麻酔する。背中から切る個体とお腹から切る個体に分けて解剖し、観察する。

〈実験結果〉

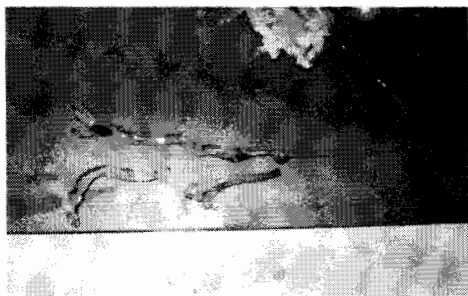


図3 絹糸腺

(3) 絹糸について

そのⅠ：糸をとる

①マユを湯の中に入れて煮た(沸騰して1分程度煮る)

②マユの中に水を入れるために、水を使って湯の温度を40℃以下にする

③もう一度煮る

④沸騰して1分間煮たら火を止めて40℃くらいにさます

⑤糸口みつけ、わりばしに巻き付けるなどして糸を引き出す

そのⅡ：絹糸の太さ

154410/24-06-2005



図4 絹糸

〈絹糸を計測〉

マイクロメーターを使用して、絹糸の太さを計測した。

計測結果から絹糸の太さは、約80 μ m ~ 100 μ m 前後であるという結果が得られた。

そのⅢ：絹糸の性質

〈目的〉

まゆを作っている絹糸は、フィブロインという繊維状のタンパク質(約75%)、その外側を包み込んでいるセリシンというタンパク質(約25%)の2種類からできている。特にセリシンは18種類のアミノ酸をもち、水との親和性に優れ、まゆを作る時、水分を保ったままフィブロインの周りを覆うことで保護し、糸と糸をくっつける接着剤の働きをする。

そこで、化学の基本的な実験によって、まゆの糸がタンパク質であるということを確認する。

実験① 【ビュレット反応】

すべてのタンパク質が示す反応。

〈実験用具〉

- ・カイコの絹糸(まゆ)
- ・試験管
- ・水酸化ナトリウム(6 mol/l)
- ・硫酸銅Ⅱ(0.1 mol/l)

〈実験方法〉

絹糸(まゆ)を入れた試験管に6 mol/lの水酸化ナトリウム水溶液を加えて、よく混ぜ、さらに、0.1 mol/lの硫酸銅Ⅱを加え、色の変化を観察する。対照として純水を同様に処理し、比較する。

〈実験結果〉

溶液は紫色に変化して、絹糸の成分がタンパク質であることがわかった。

実験② 【キサントプロテイン反応】

芳香族アミノ酸を含むタンパク質だけが示す反応で、反応後は橙色。

アミノ酸のベンゼン核にニトロ化が起こるため、皮膚やつめなどに濃硝酸がついて黄色になるのもこの反応による。

〈実験用具〉

- ・カイコの絹糸(まゆ)
- ・試験管
- ・ガスバーナー
- ・濃硝酸
- アンモニア(6 mol/l)

〈実験方法〉

絹糸を入れた試験管に濃硝酸を加え、穏やかに

加熱して溶液の色の変化を見る。冷却後、6 mol/l のアンモニアを加え、塩基性にして色の変化を観察する。実験①と同様に対照として純水を同様に処理し、比較する。

〈実験結果〉

濃硝酸を加えて、加熱したら溶液が黄色になり冷却後に塩基性になると橙色に変化した。このことから、実験①と同様に絹糸の成分は、タンパク質であり芳香族アミノ酸を含むという結果が得られた。

(4) 成虫の雌の卵管の観察

〈実験方法〉

①羽化直後の未交尾の雌をエーテルを含んだガーゼのそばに置き、動きが止まるまで待つ。

②静止した成虫を取りだし羽を切り、背中を切開して卵管を摘出する。

〈実験結果〉

8本の卵管が観察できた。腹部は、ほとんど卵管である。

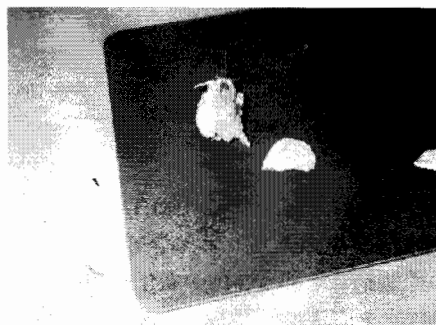


図5

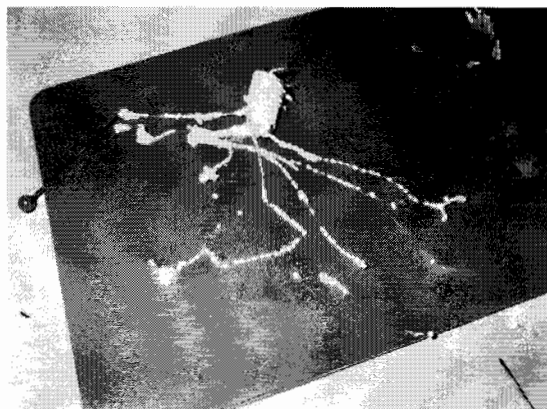


図6 卵管

(5) 単為生殖の実験

〈目的〉

単為生殖とは、処女生殖ともいう。性別があるのに、オスが関与することなく、メスだけで生殖する生物がある。動物では、ミツバチ、アリマキ(アブラムシ)、ミジンコなど、植物では、ドクダミ、ヒメジョオン、タンポポなどがある。これ以外の生物でも、卵に化学的または物理的刺激を与えることによって、人為的に処女生殖を起こさせることができる。ここでは、湯温処理法を用いて、単為生殖を試みる。

〈実験方法〉

①産卵管の観察で取り出した卵管を体から切り離し、正確に46度の温湯に18分間浸す。

②ろ紙を使いお湯から卵を取り出し、画用紙のせて25度にしておく。

③対照として温湯に浸さなかったものと卵の色の変化を比較する。

〈実験結果〉

発生を開始した卵は、外側から見ても茶褐色に変化する。卵は、淡黄白色のままだった。

〈考察〉

発生は開始しなかった。湯温処理法は、最も簡単な方法であるが、成功率は低い。特に、夏場は処理後の管理が難しいらしい。

(6) フェロモンの実験

〈目的〉

フェロモンとは、動物の体内で生産され体外に分泌される情報伝達物質である。ごく微量で他の個体に刺激を与え、他の個体に特異的な行動を起こさせる。

カイコの性フェロモンは雌の尾部から分泌され、雄を誘引して配偶行動を起こさせる。ここでは雄がフェロモンを受容する器官を確認する。

〈仮説〉

カイコのオスは、メスより大きな触角を持っているので「オスはメスの出すフェロモンを触覚で受容してメスに近づく」という仮説を設定した。

〈実験方法〉

①オスを3個体用意し、触覚を両方基部から切断して取り除いたものと、片方だけ取り除いたものと、そのままにしておくものの3つに分ける。このとき、十分換気した後に実験に移る。(部室内の空気が実験に影響しないようにするため)

②黒画用紙の上にそれぞれのオスとメスを1個体のせ、オスの行動を観察する。

〈実験結果〉

・触覚が両方あるもの、片方あるものは羽を羽ばたかせながらメスに近づいていった。

・触覚が無いものは特別な行動を示さなかった。

〈考察〉

実験結果より、触覚を残しておいたオスだけが羽ばたきながらメスに近づいていったことから、オスは触覚で性フェロモンを受容していることがわかった。

(7) ふ化実験

〈目的〉

紫外線は、肌の老化にとどまらず、ガン化や奇形化を引き起こすという。カエルの卵は、受精後、黒色部が上向きになり、紫外線から卵を守るしくみがそなわっている。一方、紫外線殺菌灯は、病原菌などの殺菌に利用される。

ここでは、紫外線殺菌灯を用いて、産卵後の卵への影響を観察する。

〈実験方法〉

1個体の雌から産卵された卵を用いる。産卵後1日経過した卵(約120)を2つに分け、一方に、30分紫外線殺菌灯を照射しなかった卵と比較する。

〈実験結果〉

表1 孵化率(%)

	産卵後 10 日	産卵後 11 日
紫外線照射した	16	76
紫外線照射なし	40.2	98.8

〈考察〉

照射した方の卵は、特に10日目の孵化率が低い。11日後には、多くの卵が孵化した。照射しなかった卵は、ほとんど全てが孵化し、11日目の結果に差が生じた。

紫外線の照射によって、孵化率は、低くなる可能性があると考えられる。また、この違いについて考えたとき、紫外線殺菌灯を照射したとき、多少であるが温度上昇もあったので、その影響も考えられる。

5 感想

「カイコガ」は今まで名前しか聞いたことが無く、見るのも触るのも初めてだった。多くの実験を通してカイコガの生態を知ることができた。また、幼虫や成体の解剖も初めてで、良い経験になった。最初頂いた卵は孵化しなかった。また、1日逃すと実験ができなかったり、夏の暑さに羽化できなかったカイコも多くあり、生物研究が季節にかなり影響されるということやタイミングの難しさを実感した。

6 今後の課題

フェロモンについては、多くの個体を、条件をさらに加えて実験し、確認したい。単為生殖は、化学的刺激による方法もあるので、次は今回とは別の方法で確認したい。孵化率についても、条件を変えて、確認したい。虎蚕や油蚕など、他から提供してもらい、遺伝についても研究していきたい。

7 参考文献

NEW PHOTOGRAPHIC 秀文堂

図解養蚕 全養連・天蚕の光編

「かえるよ カイコ」久居 宣夫 リブリオ出版

「カイコ まゆからまゆへ」岸田 功

図説教材生物 上・下 石原勝敏 山上健次郎

カイコガの研究

学校名：静岡県立榛原高等学校



クワの葉とふ化直後の幼虫



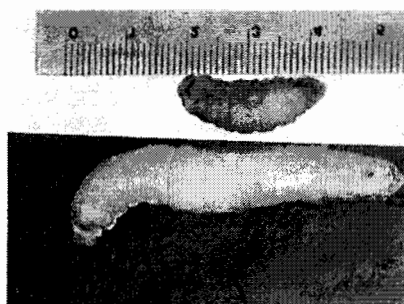
4齢幼虫



吐糸 (5齢幼虫)



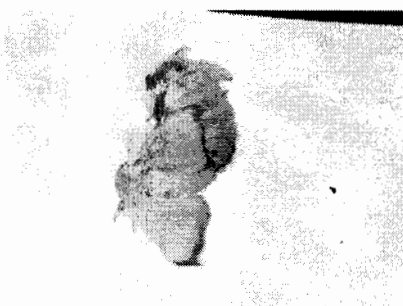
繭



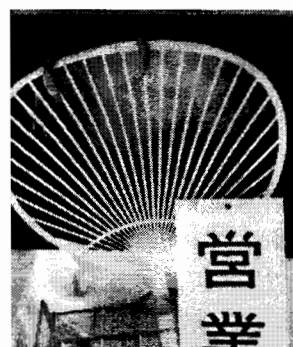
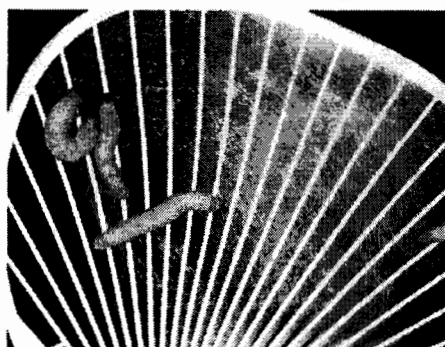
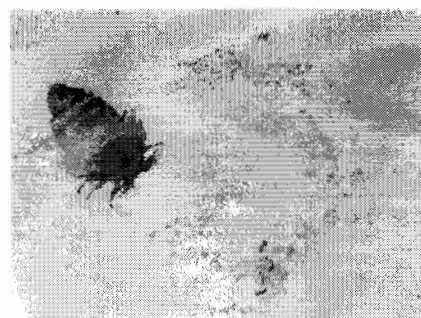
吐糸前の5齢幼虫 (下) と
吐糸後 (上)



羽化



交尾と
産卵



吐糸を利用した団扇の作製