

ホタルの「幼虫～蛹～成虫」変態の謎に迫る（5）予報

藤田隆明・蒔田和芳・小俣軍平（文責）

1 はじめに

マドボタル属成熟幼虫には、腹部が膨らんだタイプと膨らんでいないタイプがみられます。「これはなぜだろう？ 若しかしたら雌の幼虫には卵巣が在り卵があるのでは？」という素朴な疑問から「幼虫を解剖して確かめてみよう」となり、八王子市立ひよどり山中学校の藤田隆明先生に御願ひして、オオマドボタルの雌とおもわれる幼虫の腹部を切開してみました。今から7年前のことです。

1；図・2 図がその記録です。切開した腹部から出てきたピンク色の卵巣と、中から飛び出した卵を見たときの驚きは、今思い出しても感動で身震いします。

1:図



2:図 1:図をトリミングしたもの (○印が卵)



その後もこの問題の解明に解剖実験で取り組みました。しかし、本来あり得ないはずのマドボタル属幼虫の卵巢について、謎の完全な解明には至っていませんでした。(詳しくは月報 89 号・100 号参照)

昨年の 10 月、JAXA 宇宙科学研究所の山下雅道先生に、八王子市環境市民会議の研究会で、初めてお会いしました。その後先生から昆虫の変態に関する研究資料として、財団法人大日本蚕糸会 養蚕技術研究所 常山 泉 先生他著作の「養蚕」というレポートをご教示頂きました。

文部科学省が、中学生・高校生向けの蚕の教科書として作成したものをもとにしたこのレポートの、「第 3 章 蚕体の構造と各機関のはたらき」を読んで、またまたびっくりしました。蚕の 5 令幼虫には、雌雄ともそれぞれに生殖器として、卵巢・精巢が形成されています。雌の幼虫は、腹節の 5 節目についている卵巢の形態が、図版として詳しく描かれています。そしてこれは蛹化の際にも細胞死することはなく成長を続けて、蛹・成虫と引き継がれていくというのです。

生家が農家だった筆者は、子どもの頃から孵化から絹糸取りまで養蚕の手伝いをしてきました。蚕の卵・幼虫・蛹・成虫のそれぞれの形態は、脳裏に焼き付いています。陸生

ホタル研で、マドボタル属幼虫の変態の謎に疑問を持ったときに、「蚕ではとっくの昔に解決済みの問題とは……」夢にも思いませんでした。現職時代に小学校の3年生を2回担任し、理科教育で「昆虫の三態変化」を教えてきた身としては「知らなかった」では済まされません。なんとも恥ずかしい事です。

これまで私達は、マドボタル属の幼虫の例から、ゲンジボタルの幼虫の卵巣を、袋のようなものではないかと想像していました。そのため卵巣探しは、幼虫の腹部を切開した3：図のような状態で、胸部から腹部に広がる脂肪粒・蛋白質粒、頭部の脳と想われる線状の塊、胸部・腹部にみられる線状の物のごく一部の存在を確認したところで終わっていました。脂肪・蛋白質粒をすべて取り除いたその下にあるものの観察・確認は行っていませんでした。

3：図 ゲンジボタル成熟幼虫の解剖（前回の解剖記録から）



今回御教示頂いた「養蚕」のレポートの内容から見ると、ゲンジボタルの成熟幼虫の卵巣は、マドボタル属幼虫のような大型の袋状ではなく、蚕の雌の卵巣に似た微細で平面的な形態ではないかという、新たな疑問が浮上してきました。そこで、今回この解明に取り組んでみました。

2 ゲンジボタル成熟幼虫の解剖

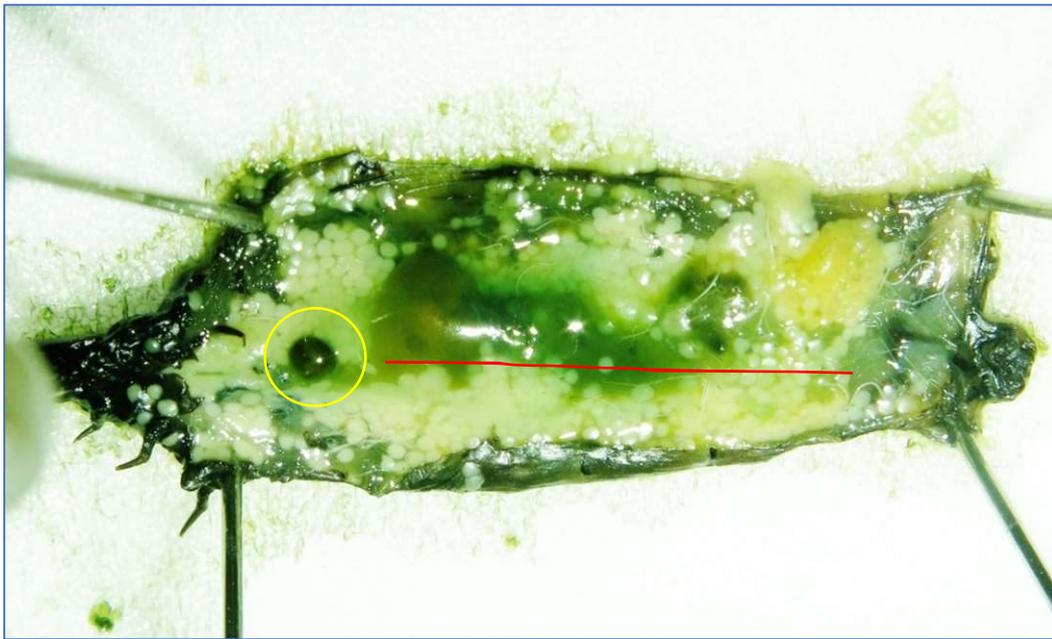
- (1) 期日 2022年3月12日 午後2時～午後5時
- (2) 場所 八王子市立中山中学校 理科室
- (3) 解剖 藤田 隆明
- (4) 記録 蒔田 和芳・小俣 軍平

(5) 材料 ゲンジボタルの成熟幼虫 3匹

(6) 幼虫の提供 岐阜県大垣市(株)ヒューマンデザイン生物生態研究所 所長千葉 豊

3 結果と考察

1 ; 図 腹板側から切開した幼虫の全体図 左側が頭部 (撮影 蒔田 和芳)



幼虫の腹部には、これまでの解剖実験と同様に大量の脂肪粒・蛋白粒が詰まっています。胸部黄色丸印のところに濃い緑色の臓器らしき物があります。腹部中央には尾端まで消化器と思われる臓器が、脂肪粒・蛋白粒に覆われて見えています。粒子の下にある細い線状の臓器も所々目撃されます。この幼虫は前日までカワニナを食べていましたので、それが消化器の中に大量に残っているようです。

これを見たときには、日本画に使う細い絵筆を使って、黄金色の脂肪粒・蛋白粒とおもわれる細粒を丁寧に除去して行けば、主目的のゲンジボタル雌幼虫の卵巣が簡単に見つかるだろうと思いました。

ところが、実際にやってみると、胸部から腹部にかけてびっしり詰まっている粒子は、くっついていて簡単に取り出せないのです。一番使えるだろうと想った細い絵筆は、柔らかすぎて駄目でした。ピンセットで摘んで引っ張ると、数珠玉の様につながっている粒子がずると動いて周りの組織が壊れてしまいます。これを避けて丁寧に除去しようとすると、ピンセットで小さい粒子を一つずつ摘み取るのがいいのですが、何しろ夥しい数なので予想以上に根気と集中力と時間が要求され、作業を長く続けることができません。

「養蚕」のレポートによれば、蚕の5令幼虫は体長が7~8cmもありますが、雌幼虫の卵巣本体は扇を開いたような三角形をしており、厚さは無く紙のような状態で、大きさは

数ミリほどです。左右対称で2個が腹節の5節目にあり、これに絹糸のような細い管が付いていて尾端の8節まで延びています。これから想像しますと、ゲンジボタルの成熟幼虫は体長が28mmくらいですから、卵巣の大きさは脂肪粒の粒子より小さいのかも知れません。

2：図 1：図とは別の二つ目の個体（撮影 蒔田 和芳）



多量の粒子を丁寧に取り除いた後、ゲンジボタルの雌幼虫と想われる個体の、胸部から腹部の様子が初めて鮮明に撮影できました。1 図で胸部から腹部にかけて中央に細長く見られた消化器は、腹部の下半分を残して、上部はしぼんで細くなっているようです。今回みつからなかった卵巣は、下腹部のこの大きな袋状の消化器の裏側にあるのかも知れません。

頭部は切開されていませんので、この図では内部構造が見られませんが、頭部から左右対称で太さの異なる 2 種類の線状の臓器が尾端まで見られます。外側にある細い線の臓器は、呼吸器の一部ではないかと思います。理由は、外側にある細い左右対称の線から腹部の各節ごとに横に支線がでて、各節の体側にあるエラに接続しているように見えるからです。

この細い線の内側にみられる、同じく左右対称の 2 本の太い線は何でしょう？ また 1：図で臓器かと想われた緑色のものは、2：図でもほぼ同じ位置にあります。これは臓器ではなく、幼虫が前日に食べたカワニナの一部である可能性も考えられますが、どうでしょうか。

胸部から腹部尾端まで各節ごと背板には、不定形の薄い板状の物が、左右対称で見られます。背板の表面に見られるドーナツ形をした円盤の裏側の状況かと思われま

3：図 胸部から腹部の背中に左右対称で見られる焦げ茶色のドーナツ形の丸い斑紋



4 まとめ

前回行ったゲンジボタル幼虫の解剖の際には、予想もしなかった方向からの今回の解剖実験は、最終目的の卵巣の発見には至らなかったものの、半歩の前進が得られたと思っています。

- 開腹した胸部・腹部の状況から、ゲンジボタルの幼虫の卵巣は、マドボタル属のように大型の袋状ではなく、蚕形の小型の臓器だと考えています。みつけることができなかったのは、脂肪粒・蛋白粒の除去の際に紛れ込んでしまったか、あるいは上述のように、下腹部の消化器の裏側にあるのではと思います。次回の実験までに、胸部・腹部にある大量の脂肪粒子・蛋白粒子の除去の手だてを工夫することが必要です。
- 蚕の5令雄幼虫に精巢があることが判ったので、ホタル科の雄幼虫も、成熟すると精巢が発達すると考えてほぼ間違いありません。陸生のホタルは体が小さいので、解剖には困難が伴いますが、機会をみて挑戦してみようと思います。
- 現在、スジグロボタル・ヒメボタルの成熟幼虫には、4：図、5：図のように腹部のぷっくり膨らんだ個体が見つかっています。体長7～8mmほどで、内臓を傷つけないように切開するのは至難の業ですが、マドボタル属と同じタイプの卵巣があるものと思います。他のホタル科の幼虫はどうか、ゲンジ・ヘイケ以外にも、蚕形のタイプもあるのではないのでしょうか？

4：図 スジグロボタルの成熟幼虫

5：図 ヒメボタルの成熟幼虫

体長 8～9mm



体長 7～8mm



- 下腹部に残っていた消化器と思われる臓器には、黒みがかった緑色の物質が大量に入っていました。この幼虫が前日捕食していたカワニナの体の一部ではないのでしょうか。そうだとすると、ホタル科幼虫の食餌の摂り方について、体内消化か体外消化かの問題を解き明かすうえでの大切な証拠となります。
- 想定外の収穫として、胸部・腹部に張り巡らされている極細の呼吸器関連の臓器から、マドボタル属以外のホタル科幼虫について、呼吸器（器官）の存在を調べる第3の手がかりがみつかりました。今後の調査が楽しみです。

5 お礼

今回の実験で解剖したゲンジボタルの幼虫は、(株) ヒューマンデザイン生物生態研究所 所長 千葉 豊 様よりご恵贈頂きました。また、八王子市立 中山中学校からは、年度末の超多忙な時期に、藤田先生をはじめ理科室・観察用の器具などについて、ご支援ご協力を頂きました。心から厚く御礼申し上げます。有り難うございました。

6；図 解剖中の藤田 隆明 先生 手元のゲンジボタル幼虫の大きさを見てください。



7：図 同じく蒔田 和芳 氏



※ 追記

この度もまた超多忙な時期に、ゲンジボタル幼虫の解剖を手がけて下さった藤田 隆明先生に、122号の下書きを読んで頂いて、その感想を御寄稿いただきました。

調査月報 No.122 の下書きを読んで

八王子市立 中山中学校 藤田 隆明

解剖をした感想として、クロマドボタルとゲンジボタルの幼虫の内部のつくりにはかなりの違いがあり、両種の距離が大きいと思いました。特に、雌が飛翔しないホタルでは幼虫のうちから卵巣が発達するのではないかという仮説を持っています。

P5の2対の白色の管ですが、外側（腹面側）の細い方の管は気門につながり、呼吸に使われていることがわかります。内側（背面側）の太い管ですが、細い管ともつながっているところが空気（酸素）を貯めている管になっている可能性はどうでしょうか。この太い管は第1節から末節まで続いているので、口器もしくは尾端から空気を取り込むことができるようになっているのではないのでしょうか。

また、背面にあることから、浮袋のようになり、水中で背面が上になってからだを維持できることに役立っているのかもしれない。

ゲンジボタルは卵巣がなかなか見つかりませんが、それは、私たちが何か体積のある器官のようなものをイメージして探しているからで、実際は糸状のものなのではないでしょうか。機会があれば尾端から糸状のものを探ってみましょう。また、いつも幼虫の腹面から切る（腹開き）で行っているので、背面を切る（背開き）を行うと、発見があるかもしれません。

ゲンジボタルの消化管は胃のようなもの後では、かなりの太さになっています。ここで、時間をかけて消化吸収を行っているはずですが、ただし、写真で緑色に写っている胃のようなもの上部（口器から胃につながる管）は消化管が細いのでかなり小さくしたものを飲み込んでいることは間違いないでしょう。

以上

※ 以下余白

彦坂和夫先生の死を悼む

小俣軍平



令和3年（2021年）4月4日 逝去 享年 86歳

※ 略歴

- 1935年 愛知県 田原市 田原町に生まれる
- 1954年 武蔵野美術大学 西洋画科入学
- 1957年 行動美術展入選
- 1958年 武蔵野美術大学西洋画科卒業
- 1984年・86年 江東区の依頼による壁画作成
- 2003年 TAC ネットワーク「接近展」
- 1007年 第1回朝日・銀座を描く展 資生堂賞受賞
- 2011年 彦坂和夫展 愛知県田原市博物館
- 2015年 「今という時間展」小金井市市民ギャラリー
- 2019年 「喫水線展」 小金井市市民ギャラリー
- 2021年 「足跡」たましん美術館 立川

※ 野川ほたる村 ほたる村だよりNo33（2022）より転載

彦坂和夫先生に筆者が初めてお会いしたのは、今から46年前の1976年の秋、八王子市立山田小学校に設営途上の植物園で、ゲンジボタルのビオトープを見ていただいた時のこ

とでした。

1998年の秋に発足した「板当沢ホタル調査団」は、東京ホタル会議の内部組織の一つでした。調査団はその後独立して活動し、2007年に解散して新たに「陸生ホタル生態研究会」となりましたが、調査団時代の9年間の研究を集約した「日本産ホタル10種の生態研究」の出版に当たり、素敵な「表紙カバー」を彦坂先生に描いていただきました。

当時の東京都の三多摩地方は、東京一局集中のあおりを受けて、宅地造成による丘陵地の緑と多様な生物の消滅・急速な人口増加による生活排水による河川の流水の汚濁・自動車の排気ガスによる大気汚染・交通事故の多発などなど「公害」と呼ばれた社会問題をめぐって、地域の自然保護を求める住民サイドの運動が盛んでした。

こうした状況の下で、芸術家であり、教育学者でもあられた彦坂先生は、ゲンジボタルの保護をめぐって、「野川ほたる村」を立ち上げ、「東京ホタル会議」を結成されました。市民運動の中で「サミット」という言葉がまだほとんど知られていない時代でした。「東京ホタルサミット」という先生の呼びかけは、多くの人々の共感を呼びました。当時JR中央線国分寺駅の南口で、毎年開かれていた東京都下の住民運動団体の研究交流集会は、私達にとっては、この半世紀にわたる東京都下の市民による自然保護運動の原点として、忘れることのできない思い出です。

「昨年体調をくずされて・・・」、ということを私達は知らずに過ごし、年が変わっての訃報で愕然としました。この46年間、市民運動でも生物の生態研究でも、まったくの素人集団を、一角の研究団体にまで育て上げて下さった彦坂先生のご恩を、私達は決して忘れることはありません。

どうか安らかにお休みください。そして小西正泰先生と同様に「千の風になって」天上から、野川の清流とホタルと、東京都下の市民運動を見守ってください。

合掌

あとがき

- 3月、日本では桃の節句を迎え、生き物たちが休眠から目覚めて活動をはじめている一方で、まだ雪の積もっているウクライナでは、ロシアの不法な侵攻により、毎日のように罪の無い市民や子どもたちが殺されています。3年目に突入した新型コロナウイルスとの闘いでは、人類は衆知を集め対策を立てて頑張っているというのに、何ということでしょうか。

筆者の生まれた年(1932)は満州事変のさなかでした。小学校時代、第二次世界大戦でのアメリカ軍による空爆で、日本の都市部は全国各地で焼け野原となり、広島・長崎は原子爆弾の攻撃を受けました。その惨状を記録した土門 拳さんの岩波写真文庫を見る度に、今でも痛恨の思いで涙がこぼれます。

どんな事があっても戦争だけはしてはいけません！！！！

- 関東地方では、スジグロボタル・ゲンジボタルの幼虫の上陸が始まり、陸生のホタルの幼虫も休眠明けを迎えます。今年もこれらの生態研究をめぐって研究課題がめじろ押しです。小学生も中学生も高校生も大学生も、プロもアマチュアも差はありません。やろうと思えば誰でもできます。

街中でも、公園や神社の森の遊歩道沿いでも、月のない晩に歩いてみて下さい。道ばたの落ち葉の上や、草丈が10cm~20cmの雑草の葉っぱの上で、ぽつんと光っている陸生ホタルの幼虫がいますよ！

そしてもし採集することができたら、ぜひ写真を撮影して、事務局宛に送ってください。あっと驚く発見があるかも知れませんよ！！

寄付・カンパのお知らせ

- 宮崎県 宮崎市在住の串間 研之先生から、10,000 円のカンパを頂きました。先生はかつて宮崎県立博物館の学芸員で、その後公立中学校の校長職を務められました。板当沢ホタル調査団時代に、「板当沢現地を見たい・・・」とはるばる九州からお越しただいて以来、これまで20年以上にわたって私達は一方ならぬお世話になっています。感激です。有り難うございました。
- 東京都豊島区在住の伊藤 正弘・理子ご夫妻より 30,000 円のカンパを頂きました。ご夫妻には、陸生ホタル研のホームページの管理を担当して頂いています。有り難うございました。謹んでご報告申し上げます。