

ホタルのシルエットが語りかけてくるもの

北九州市ほたる館 館長 新海 正 信

1 はじめに

ほたる館では、顕微鏡画像を大型液晶テレビに投影してホタルを観察している（写真1）。これまで上から光を当てて観察してきた。ある日、偶々下から光を当てて観察したところ、思いもよらぬホタルの実態がわかってきた。ほたるの黒いシルエットが、私の知らない様々なことを物語ってくれた。

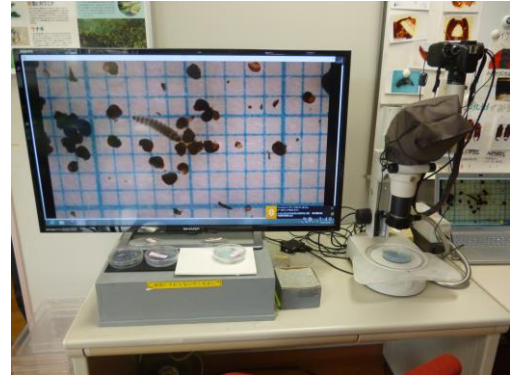


写真1 研究室の顕微鏡

2 毛

ホタルは幼虫にも成虫にも体全体に毛が生えていることがわかった。成虫に毛が生えているのはカブトムシなどと同じであるが、幼虫に毛が生えているのは驚きであった（写真2, 3）。そこで、毛の役目について調べてみると、①体を保護する。②体温を調節する。③外界からの刺激を知覚中枢に伝達する感覚器官の役割をする。などがあげられている。幼虫の毛も①～③の役割をしているのではないかと推測される。

さらによく観察すると、ハイケボタルのほうがゲンジボタルより少し毛が長い。

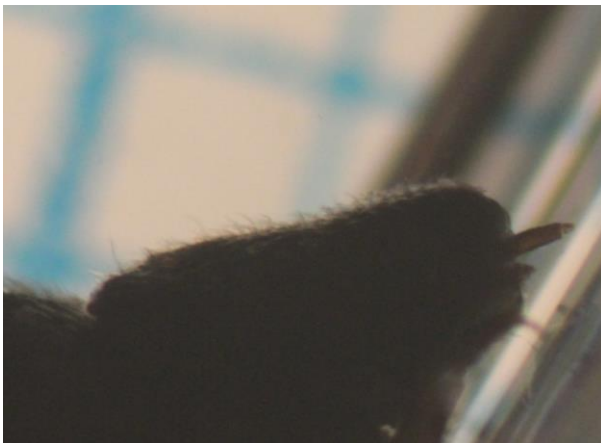


写真2 ハイケボタルの幼虫の毛



写真3 ゲンジボタルの幼虫の毛

3 えらと気門

ハイケボタルとゲンジボタルの幼虫にはともに、腹部の体節1～8節に各1対のえらと気門がある。ホタルの幼虫は、水中にいる間はえらで呼吸する。幼虫が上陸する時は、えらは役目を終え、気門で呼吸することになる。水陸両用のすばらしい構造を持っている。

ハイケボタルとゲンジボタルのえらと気門は同じものだと思っていたが、かなり違うことがわかった。写真4, 5は、水中を歩行しているときの状態のえらと気門である。

ハイケボタルのえらは細長くて折れて縮こまっているのに対し、ゲンジボタルのえらは太くてずっと伸びている。気門もハイケボタルは縮こまっているがゲンジボタルのほうはぐっ

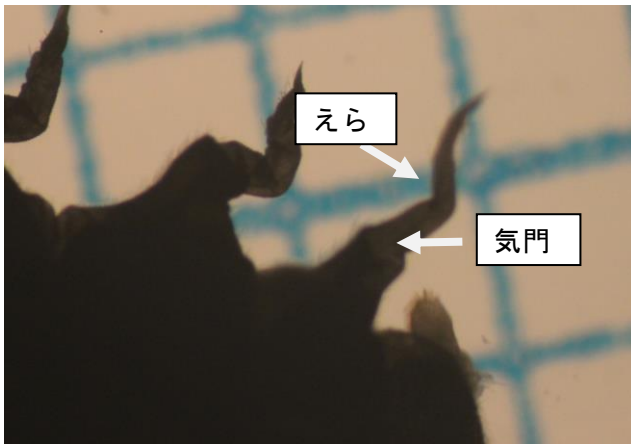


写真4 ハイケボタルのえらと気門

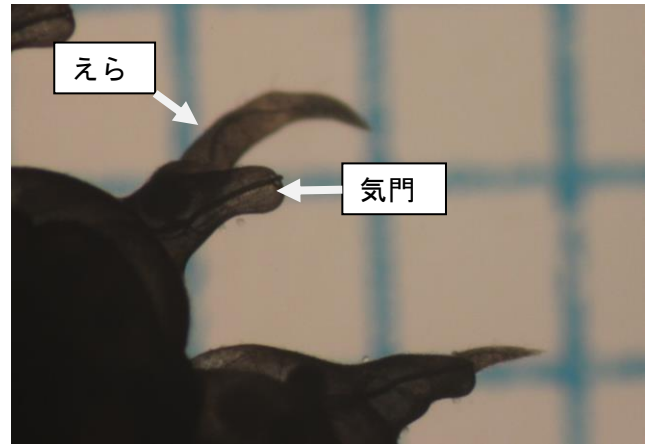


写真5 ゲンジボタルのえらと気門

と伸びておりその違いははっきりしている。えらと気門を見ただけでハイケボタルとゲンジボタルを区別することができる。両者のえらの違いについて神田（1935）はハイケボタルの方が「形が少しかわって、割合に長い」、原（1940）は「平家蛸の方が少しながてです。」と述べている。

ゲンジボタルは酸素をたくさん必要とするので、太いえらを伸ばして表面積を大きくしている。しかし、ハイケボタルの方は、それほど酸素を必要としないので細く、普段は折り曲げて縮こまっても大丈夫なのだと考えられる。しかし、餌を食べる時はエネルギーを必要とするので、ハイケボタルもゲンジボタルのようにえらを伸ばして表面積を増やし、酸素をたくさん取り入れている。また、気門も伸びている。（写真6・7）



写真6・7 ハイケボタルの食事時のえらの変化

幼虫が水中にいる時、気門の穴から水が入らないかと心配になるが、開閉自在の弁を持っており、水中にいる間は弁が閉まっている。上陸すると弁が開き呼吸ができるようになる。えらは気管が変化して二次的に生じたもの（気管えら）である。えらの中をみると、気管が毛細血管のように張り巡らされているのがわかる（写真8）。陸上の昆虫は気門で呼吸をおこなっている。それに対し、水生昆虫では、水中で生活する幼虫期にえら呼吸をする。水中の少ない酸素をより多く取り込むために表面積を増やす工夫をし、糸状あるいは薄い袋状に突出した体表の突起の中に気管が入り組んだ構造になっている。ホタルのえらは薄い袋状になって表面積を増やしている。

ところで、えら呼吸とはどんな呼吸法なのだろうか。水の中の酸素をどうやって取り入れ

るのだろうか。

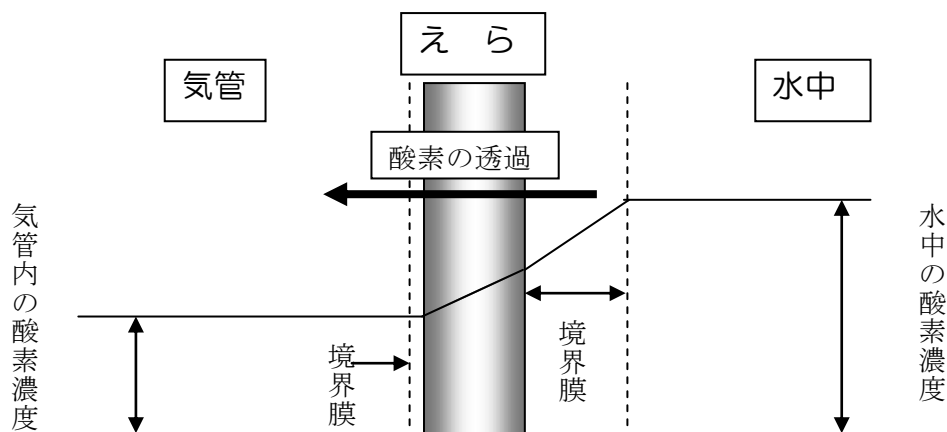
それは、えらの薄い膜は半透膜でできており、気体は通すが液体は通さないのである。水中の酸素がえらの膜を通過して気管に

入るまでに最も抵抗が大きいのは、えらと水の接触部分である（図1）。したがって、多くの酸素を必要とするゲンジボタルが水中からより多くの酸素を取り入れるためには、えらと水の接触部分の抵抗を少なくすること、すなわち、水の流れを作りえらに当ててやることが大切なのである。



写真8 ゲンジボタルのえらの中の気管

図1 えらが酸素を取り入れる模式図



- フィックの第一法則・・・「拡散する量は濃度勾配に比例する。」・・・物質は濃度の濃い方から薄い方へ流れる。つまり、水中の酸素濃度の方が気管内の酸素濃度より濃いので、水の中の酸素がえらを通して気管内へ流れることになる。
- えらと水との接触部分（水側の境界膜）の抵抗が大きい。したがって、水を流したり攪拌したりして水側の境界膜の抵抗を小さくすれば、多くの酸素が透過する。
- 細胞内でできた二酸化炭素を水中へ排出するのも同じ原理である。

気管に取り入れられた酸素は各細胞に運ばれ、活動のエネルギーの元となる ATP（アデノシン三リン酸）の生成に使われる。また、酸素はホタルが光るための重要な役割を果たしている。

4 ツリガネムシ

ハイケボタルの幼虫には付着していなかったが、ゲンジボタルの幼虫にはツリガネムシがたくさん付着していた（写真9）。また、死んだ幼虫にびっしりと付着していた（写真10）。

ツリガネムシが付着する原因として考えられるのは、水質の悪化である。ハイケボタルの

方は頻繁にオーバーフローさせて水を常にきれいにしていた。一方ゲンジボタルの方は蒸発して少なくなった分の水を足すだけで1ヶ月近く水換えをしていなかった。

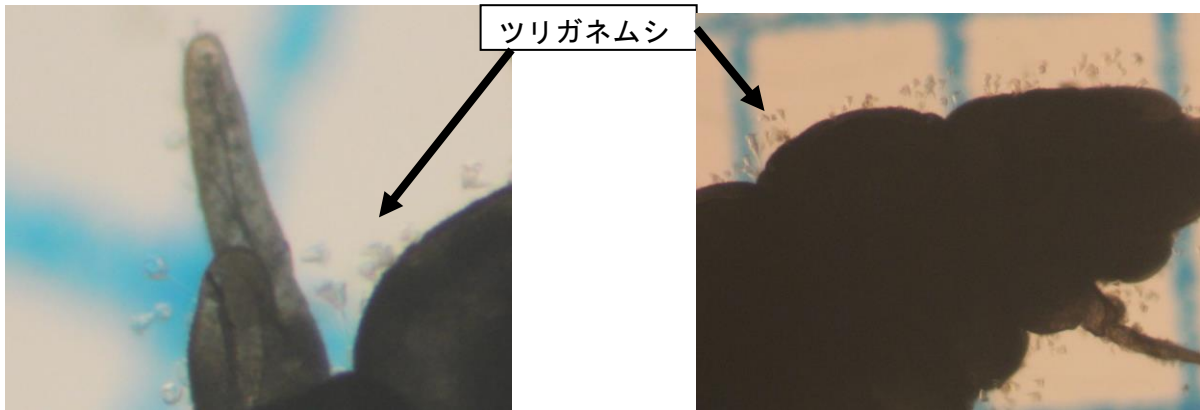


写真9 生きた幼虫に付着したツリガネムシ

写真10 死んだ幼虫に付着したツリガネムシ

ツリガネムシは淡水・海水に広く分布し、汚水域にもっとも普通な原生動物の一つである。ツリガネムシは水温12℃以上で発生し、付着した体から栄養は摂取しないが、付着した部分に傷ができ、二次感染を起こす。金魚等に付着すると潰瘍ができ白点病・穴あき病となり、食欲減退させ、最後には死に至らせる。

ほたる館で飼育しているゲンジボタルの幼虫の数は、(9月5日 1,935匹) → (10月18日 416匹) → (11月28日 33匹)と減少していった。10月に入って急激に幼虫が死んだ原因の一つとして、ツリガネムシの付着が考えられる。

ツリガネムシはカワニナに付着してくると考えられ、混入を止めることは難しい。元気な幼虫にもツリガネムシがついていること、死んだ幼虫に多く付着していることを考えると、水換えをこまめにし、ある程度以上のツリガネムシを付着させないようにすることが必要であると考えられる。

ツリガネムシ病の治療として、金魚の白点病にきく薬、あるいは0.5~1%の食塩水がよいと言われている。ツリガネムシ対策が今後の課題である。

5 おわりに

ホタルのシルエットを観察すると、様々な発見があった。ホタルを知ることによってホタルに親しみが増したようである。今後もホタルの体の隅々までじっくりと観察して、ホタルの体の不思議を体験していきたい。

(しんかい まさのぶ 会員)

<参考文献>

- 1 神田左京 1935, ホタル, 日本発光生物研究会
- 2 原志免太郎 1940, 螢, 實業乃日本社
- 3 東京ゲンジボタル研究所 2004, ホタル百科, 丸善k.k
- 4 永井一清 2007, 気体分離膜・透過膜・バリア膜の最新技術, シーエムシー出版
- 5 渡部ひろし 1978, グランド現代百科事典, 学習研究社