

## ゲンジボタル幼虫の配合餌料試験

伊牟田直輝, 中村 薫, 平田八郎

### Feeding Experiments of Larval Firefly *Luciola picticollis* with Artificial Pellets

Naoki Imuta<sup>\*1</sup>, Kaworu Nakamura<sup>\*1</sup> and Hachiro Hirata<sup>\*2</sup>

*Keywords* : Firefly, *Luciola picticollis*, feed, growth, pellets

#### Abstract

To examine artificial pellets as a substitute for feed of the larval firefly *Luciola picticollis*, feeding experiments were conducted with commercial prawn pellets for 190 days. About 100 larvae just after hatching were accommodated into a 5l polyurethane stock tank provided with pebbles, aeration and filtration apparatus, and fed with living snails *Semisulcospira libertina*. Before beginning of feeding experiments, 20 individuals as the control and 10 individuals as the first experiment were sampled from the stock and transferred into each 1l tank provided with aeration and only a stone as a shelter. They were fed with the snail meat or pellets. After 60 days, two groups of 10 individuals were added to the feeding experiment as the second and third.

Mean plus S. D. of the control body length was  $17.7 \pm 6.5$  mm in 190 days. That of the first experiment was  $4.6 \pm 0.7$  mm in 80 days. That of the second or third experiment was  $10.3 \pm 3.4$  mm or  $7.4 \pm 1.8$  mm each in 130 days. Means plus S. D. of the body weight at 2, 3, 4, 5, 6, and 7 instars of the control were  $3.1 \pm 0.1$  mg,  $6.9 \pm 0.1$  mg,  $11.6 \pm 1.0$  mg,  $44.7 \pm 1.4$  mg,  $74.3 \pm 17.8$  mg, and  $196.8 \pm 74.7$  mg. Those at 2, 3, 4, and 5 instars of the experimental group were  $2.1 \pm 0.3$  mg,  $4.2 \pm 0.8$  mg,  $6.5 \pm 0.5$  mg, and  $19.8 \pm 6.2$  mg.

The pellets were able to maintain growth of firefly larvae, though they were not

---

\*1 鹿児島大学水産学部増殖生理学講座 (Laboratory of Propagation Physiology, Faculty of Fisheries, Kagoshima University, 50-20 Shimoarata 4, Kagoshima, 890 Japan)

\*2 近畿大学農学部水産増殖学研究室 (Laboratory of Aquaculture, Department of Fisheries, Faculty of Agriculture, Kinki University, 3327-204 Nakamachi, Nara, 631 Japan)

nutritionally excellent. From the binocular observation of larval feeding on pellets, maxillae were found to elongate and function in like manner of a drill.

ゲンジボタル *Luciola picticollis* は、6月～8月に産卵し、7月～翌年4月までの幼虫期を経て5月に蛹、6月に成虫という生活史をたどる。幼虫期には1～7齢が数えられるがこの時期の幼虫は水棲巻貝の一種であるカワニナ *Semisulcospira libertina* を主に摂餌して成長する<sup>1-3)</sup>。

近年河川の工事、生活排水等の環境条件の悪化によりゲンジボタルは激減した。この間数々的人為的増殖が試みられてきた。人工飼育では餌の供給が問題となる。カワニナの確保が困難な場合は、代用餌としてヒメタニシ *Sinotaia quadrata histrica* が最も良い効果を示した等の例もある<sup>4)</sup>。

水棲巻貝を給餌する際には採集やそのストック等に手間がかかることから、簡便な代用餌の開発が切に望まれる現状にある。そこで本研究では配合餌料に着目し、ゲンジボタル幼虫の配合餌料飼育試験を実施することとした。ところで本幼虫がカワニナを摂餌する際、殻の中に潜るため摂餌行動の過程で口器がどの様に運動し機能するのか不明な点が残されている。そこで配合餌料を用いて、口器の動きを明らかにするための観察を行った結果、新知見を得たのでここにあわせて報告することとした。

## 方 法

孵化直後のゲンジボタル幼虫約100匹を“ホタルを育てる会”(鹿児島県の民間自然保護団体の一つ)の瀬戸口泰雅氏より入手し、発泡スチロール水槽(縦18cm×横33.5cm×高さ14.5cm)に収容した。この水槽には礫と小石を敷きつめ、7cm程の深さまで約5ℓの水を満たして通気した。水には汲み置き水道水を使用した。ゲンジボタル幼虫は30℃以上になると弱体化し食欲に減退が生じるとされることから<sup>3)</sup>、夏季の高温時期は適宜氷などを用いて飼育水を冷却し、30℃以下に調整することを心がけた。

実験には小型の発泡スチロール水槽(縦15.5cm×横24cm×高さ14cm)を用いた。水槽に約1ℓの水を満たし、幼虫が隠れるための石灰石の小石を1つ入れ通気した。

次のような試験区を設けて6月29日より飼育実験を開始した：カワニナを与えて飼育する個体群を対照区として20匹、配合餌料を与える個体群を実験区とし10匹の幼虫を飼育した(実験1)。配合餌料は市販のクルマエビ用ペレット(ヒガシマル製、成エビ用φ2.5mm、長さ10～20mm)であった。残りの幼虫は先に述べたストック用の大型水槽で、カワニナを給餌して飼育した。さらに60日後に実験区を2個増設し、ストックからそれぞれ10匹ずつ導入した(実験2, 実験3)。実験1区はのちに線虫により全滅したことから、各飼育実験区の水の汲み替えの回数を増やし衛生面に注意を払った。

給餌方法は幼虫の成長にあわせて給餌量を加減したが、対照区ではカワニナの殻を割った状態にして3日に1回、17:00に投与した。各実験区においては、1日に1回、1～数個のペレットを適宜短く切断して17:00に投与し、その際前日の餌と取り替えた。配合餌料の残

餌は実体顕微鏡の下で摂餌痕の観察を行うと同時にその形状を描画記録した。

体長は10日毎に測定を行い, 対照区では190日目, 実験1区では80日目, 実験2と実験3の両区では各々130日目までの期間続けた。

体重測定は, 対照区は2~7の各齢毎に測定したが, 実験区については実験2と実験3の幼虫を2~5の各齢毎にまとめて測定し, その平均体重等を算出した。各齢の同定は前胸部背面の紋様を基準とした<sup>1)</sup>。

さらに幼虫の摂餌行動を詳しく把握するために, ペレットを摂餌中の幼虫を実体顕微鏡で調べ, 特に口器の動作に注意をはらって観察した。

## 結 果

実験期間中, 水温は12℃から27℃の範囲で変化した (Fig.1)。

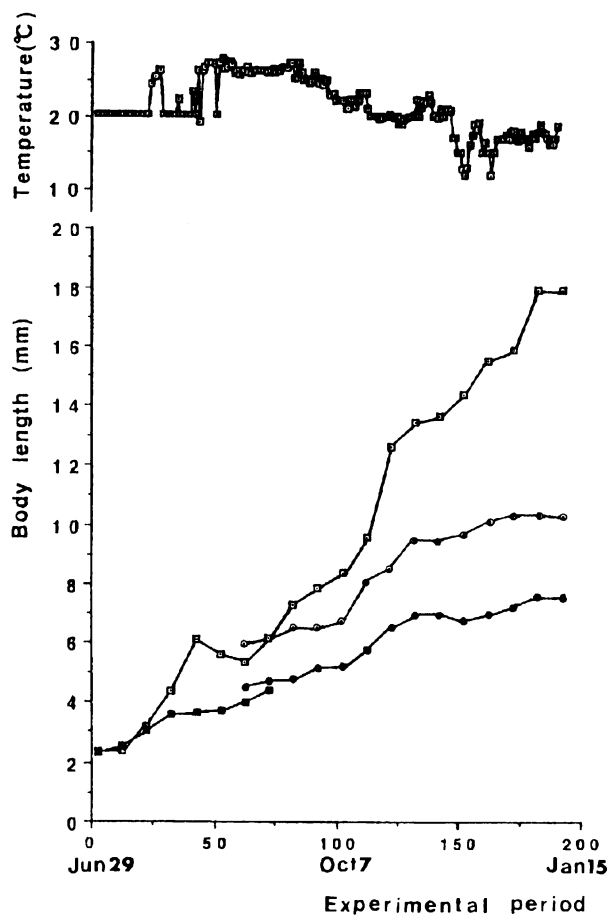


Fig. 1 Comparison of growth curves of the firefly larvae fed with snails (control) and fed with pellets (experiment). Each curve traces the mean body length measured every 10 days. The water temperature during the experimental period is presented above. □, control; ■, first experiment; ○, second experiment; ●, third experiment.

対照区は190日の飼育期間で20匹中13匹が生存した。190日目の体長は $17.7 \pm 6.5$ mm (平均±標準偏差)を示し、中には終齢幼虫も存在したが2齢幼虫も確認された (Fig. 1)。日数を経るにつれて同一齢でも体長にばらつきを生じた。孵化直後の1齢個体から190日間の飼育期間で平均15.6mmの体長の増加が得られた。

実験区において、実験1区は、線虫の寄生で90日目に全滅した。80日目の体長は $4.6 \pm 0.7$ mmを示し平均で2.5mm成長し、中に3齢に達した個体が確認された (Fig. 1)。

実験2区は飼育開始から130日目において10匹中8匹が生存した。体長は $10.3 \pm 3.4$ mmを示し、平均4.5mmの成長をみせた (Fig. 1)。中に5齢幼虫を確認した。

実験3区については、飼育開始から130日目において10匹中8匹が生存した。体長は $7.4 \pm 1.8$ mmを示し、平均3.1mmの成長をみせた (Fig. 1)。中に4齢幼虫を確認した。

対照区と実験区の各齢毎の体重値を Fig. 2 に示した。対照区における平均体重±標準偏差は、2齢 $3.1 \pm 0.1$ mg, 3齢 $6.9 \pm 0.1$ mg, 4齢 $11.6 \pm 1.0$ mg, 5齢 $44.7 \pm 1.4$ mg, 6齢 $74.3 \pm 17.8$ mg, 7齢 $196.8 \pm 74.7$ mgであった。齢数が増える毎に体重は著しい増加をみせたが個体間には体重の個体差が大きくなった。

実験区の体重についてその平均±標準偏差は、2齢 $2.1 \pm 0.3$ mg, 3齢 $4.2 \pm 0.8$ mg, 4齢 $6.5 \pm 0.5$ mg, 5齢 $19.8 \pm 6.2$ mgであった。齢数が増える毎に個体差が大きくなった。対照区と比較していずれの齢でもその体重は著しく軽量で、特に5齢幼虫を比較すると2倍以上の差が生じた (Fig. 2)。

ペレットに残された摂餌痕の複写像を Fig. 3 に示した。日数を重ねる毎に摂餌痕の穴は大

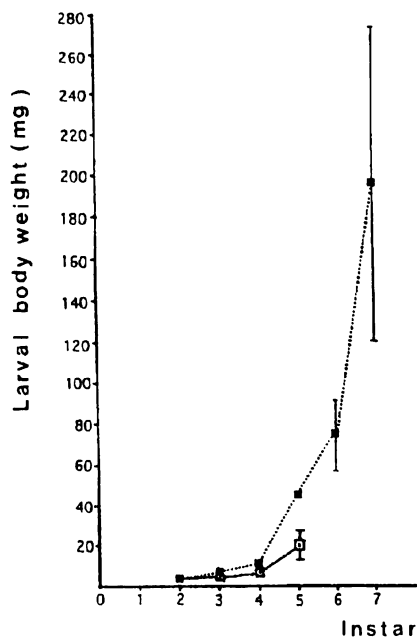


Fig. 2 Mean body weight plus S.D. of the firefly larvae at each instar stage. ■, control fed with snail meat; □, experiment fed with pellets.

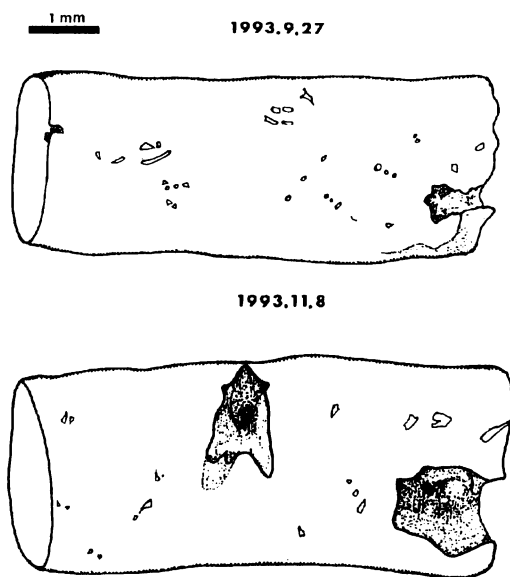


Fig. 3 Drawings of biting traces on the surface of prawn pellets. Upper, sample on September 27; lower, sample on November 8.

きくなることが確認された。摂餌痕は三角形、三ヶ月型等の様々であったが、特にハート型の形状を示す例が目立って多かった。

口器の模式図をFig.4に示した。摂餌の際、幼虫はその小腮（mx）を伸展させると同時に回転運動させ、加えて小腮にねじ込み動作をさせることがわかった。

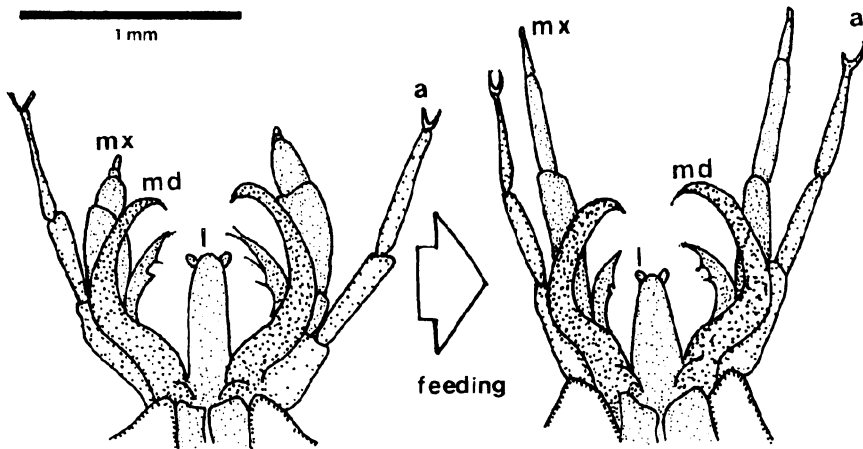


Fig. 4 Diagrammatic drawings of appendages of the mouth-part of the firefly, indicating a morphological change of the maxillae which elongate while feeding. a, antenna; l, labrum; lp, labial palpus; md, mandible; mx, maxilla.

## 考 察

50個体のゲンジボタル幼虫にカワニナを与えた場合の室内飼育実験では、190日目の平均体長は約27mmを示した例がある<sup>3, 4)</sup>。本実験の対照区での平均体長は17mmであるから、本対照区の成長は前例に比べて約10mm劣っているといえる。また、1齢から終齢になるまでの合計摂餌量は幼虫1匹当たりカワニナ約10個体との報告があるが<sup>3, 4)</sup>、本実験では190日間で1個体当たり約6個体のカワニナが投与された計算になった。

次に対照区と実験区との成長を比較すると、後者は前者より成長が劣った。まず実験1については、線虫により幼虫の全滅が生じたが、3齢幼虫を確認することができ、80日目で対照区より体長平均が2mm低い。その線虫の由来は不明である。

実験2区と実験3区の結果では、対照区の幼虫が終齢（7齢）まで成長したのに反し、実験2区では5齢、実験3区では4齢といずれの実験区もその成長は遅れた。

なお、ゲンジボタル幼虫はその成長に著しい個体差をもつ特徴が指摘される。190日間の実験期間で対照区には終齢個体が出現したものの、実験区よりも成長の遅い個体も同時に認められた。この点に関しては、1齢～終齢になるまでにカワニナ餌の飼育で4～5年かかった特異な前例もある<sup>1)</sup>。

2～7齢の間で各齢毎に平均体重と標準偏差を求めた前例はない。対照区と実験区での体重を比較すると、まず共通点は齢数が加わる毎に個体間にばらつきが増大することである。

4 齢から加速度的な体重の増加がみられた。また相違点は、対照区と実験区の体重差が著しい点にあり、それは特に2倍以上の体重のひらきが5 齢に示される。

しかし、対照区の生存率は65%，実験2と実験3の両区の生存率はいずれも80%であることを考慮すると配合餌料の方がカワニナ餌よりも生存率の点においては有用と考えられる。

実験区の成長が遅い原因の一つとして摂食量の差が挙げられる。カワニナの方が配合餌料より食いつきが良かったことは、幼虫がカワニナの何らかの誘引物質に刺激されたことを示唆する。

さらに餌料の栄養価の違いが成長差を生じた原因と考えられる。カワニナを生鮮、粉碎、冷凍、凍結乾燥、煮沸、等の異なる処理の餌としてそれぞれ幼虫に与えて飼育した例では、冷凍した餌で幼虫は生育不良になるとの報告がある<sup>4)</sup>。このことからカワニナには冷凍処理で破壊される栄養分が含まれていると推察され、その中には成長因子も含まれる可能性がある。本実験で用いた配合餌料はクルマエビ用のものでもあり、以上のことを考慮すると配合餌料にはホタル幼虫が必要とする特有の栄養素が不足していると受け取れる。

しかし、実験区の幼虫に摂餌は持続されることから以後も少しずつではあるがその成長は継続することが期待される。配合餌料の生存率はカワニナ餌よりも良かったことも含めて代用餌としての可能性はあるといえる。しかし、本配合餌料は1年以内で成虫まで成長させるには不十分で、なお餌料としての検討が必要であり、誘引物質、成長因子等に関しては今後に解決を要する課題となろう。

摂餌行動に関しては、幼虫は尾脚でカワニナの殻に体を固定してのち、体前部を曲げ細い頭をカワニナの殻内まで伸ばし、大腮で肉をかむとの報告があるが<sup>3)</sup>、今回の摂餌観察では配合餌料を用いることで小腮が回転運動することを確認できた。この小腮の動作は従来報告のない新知見である。この、まず大腮でかむ前に小腮でつついて回転運動をし、ねじ込んでいく動作についてはカワニナを捕食する際にも行われていることは充分類推される。配合餌料の残餌に残された摂餌痕の様々な形状はこの小腮の動きが原因と考えられ、摂餌の際の口器の方向や角度によって摂餌痕の形状が変化するものと解釈される。

## 要 約

- 1) カワニナの代替にクルマエビ用の配合餌料を用い、ゲンジボタル幼虫の餌料飼育試験を行った。
- 2) カワニナ餌区(対照区)を1つ、配合餌料区(実験区)を3つ設定し、190日間飼育実験した。実験期間中水温は、12℃から27℃の範囲で変化した。
- 3) 平均体長±標準偏差は、対照区において190日目で $17.7 \pm 6.5$ mm、実験1区は80日目で $4.6 \pm 0.7$ mm、実験2区と実験3区は、各130日目で $10.3 \pm 3.4$ mmと $7.4 \pm 1.8$ mmであり、カワニナの方が配合餌料より早い伸びを示した。しかし生存率は逆に後者の方が良かった。
- 4) 平均体重±標準偏差は各齢毎の測定で、対照区；2 齢 $3.1 \pm 0.1$ mg、3 齢 $6.9 \pm 0.1$ mg、4 齢 $11.6 \pm 1.0$ mg、5 齢 $44.7 \pm 1.4$ mg、6 齢 $74.3 \pm 17.8$ mg、7 齢 $196.8 \pm 74.7$ mg、実験区；2 齢 $2.1 \pm 0.3$ mg、3 齢 $4.2 \pm 0.8$ mg、4 齢 $6.5 \pm 0.5$ mg、5 齢 $19.8 \pm 6.2$ mg、となり齢数が加わるにつ

れて増加した。同時に体重の個体差も増加が示された。

- 5) 配合餌料はカワニナ餌より成長効果が劣った。しかし，配合餌料でも摂餌は持続し成長も少なからず示されたこと，また生存率はカワニナ餌よりも良かったこと，等から本配合餌料は代用餌としての可能性を残す。
- 6) ゲンジボタル幼虫の摂餌行動上，従来不明であった小腮の役割に関して新知見を得た。

## 謝 辞

最後に，本実験を行うにあたり終始懇切丁寧な助言，御指導をいただきました“ホタルを育てる会”の上野武次氏，瀬戸口泰雅氏に謹んで感謝致します。

## 参 考 文 献

- 1) 南喜一郎 (1983): “復刻 ホタルの研究”，21-238 (サイエンティスト社，東京)
- 2) 神田左京 (1981): “復刻 ホタル”，31-64 (サイエンティスト社，東京)
- 3) 大場信義 (1988): “日本の昆虫⑫ ゲンジボタル”，33-108 (文一総合出版，東京)
- 4) 大場信義 (1977): ゲンジボタル及びヘイケボタル幼虫の代用餌の検討. 横須賀市博物館館報，23, 16-20.