

# 端黑螢幼蟲（鞘翅目：螢科）尾足之形態與功能

何健鎔<sup>1</sup>、蘇宗宏<sup>2</sup>

<sup>1</sup>行政院農業委員會特有生物研究保育中心 南投縣集集鎮民生東路1號

<sup>2</sup>國立中興大學昆蟲學系 台中市國光路250號

## 摘要

端黑螢 (*Luciola gorhami* Ritsema) 幼蟲尾足為管狀柔軟突起，收縮肌肉作用時，可以完全收進第9腹節末緣袋狀縫中；而利用體液的壓力則可由內向外翻出，完全脹開。以電子顯微鏡觀察尾足形態，顯示尾足表面上具三種不同形態的原足鉤，其中以大原足鉤最大，位於尾足之內側端部；小原足鉤次之，位於內側基部；而羽狀原足鉤最小，位於外側，分類上屬三序多列環式 (triordinal multiserial circle) 排列。尾足分左右兩束。不同齡期之幼蟲具不同數目之尾足，一齡幼蟲有6枚，二齡幼蟲有10枚，三齡至五齡之幼蟲有14枚。尾足主要功能為步行 (locomotion)、協助蛻皮 (ecdysis)、保持身體清潔 (cleaning) 與濕潤 (moisture) 作用。

**關鍵詞：**螢火蟲、端黑螢、尾足、原足鉤

收件日期：1999年11月5日

接受日期：2000年1月11日

## 緒言

端黑螢 (*Luciola gorhami* Ritsema) 屬菊虎總科 (Cantharoidea)、螢科 (Lampyridae)、熠螢亞科 (Luciolinae)，為臺灣夏季常見的螢火蟲，從南部到北部之低海拔山區都有分布 (何 1997; 何等 1998b; 楊 1998; 鄭等 1999)，所發螢光為黃色，閃爍頻率高。幼蟲具地棲性，主要在地表層活動，以一些軟體動物、節肢動物與環節動物為食 (楊 1996, 1997; 何 1997)，也會捕食其屍體。在臺灣產熠螢屬 (*Luciola*) 的端黑型螢火蟲有四種 (賴等 1998)，分別為大端黑螢 (*L. anceyi* Olivier)、邊褐端黑螢 (*L. sp.*)、條背螢 (*L. substriata* Gorham) 與端黑螢，而其中以端黑螢體型最小，且各種間發光器也有所不同 (何等 1998a)；另外端黑螢幼蟲前胸背板具有二枚明顯的橘色斑塊，所以成蟲與幼蟲容易與其它種類區別。

尾足 (proleg) 為部分完全變態昆蟲幼蟲主要的行動器官，位於腹部末端，為從體壁突出類似足的突出物，這樣附屬物 (appendage) 可由血液壓力而脹開，而以附著於體壁與尾足基部收縮；一般隱於體內，為一枚或數枚之囊狀突起物，可以吸附於物體之上，以輔助胸足的步行 (Chapman 1998)。在肉食性甲蟲幼蟲肛門附近具一對囊狀物，使用之時外翻，可輔助前、中、後足步行，也稱第七足 (seventh leg) 或稱尾腳 (pygopods)；由於著生位置位於肛門旁，因此也稱為第二次肛門 (secondary anus)，實則為皮膚之一部分，但並非是後腸之一部分 (貢 1962)。尾足具有特別的原足鉤 (crochet)，在不同種類的腹足其形狀與排列有所不同，可作為幼蟲分類之特徵，特別是鱗翅目 (Lepidoptera) 昆蟲之幼蟲 (Fracker 1915)。

近年來也有些學者開始利用掃描式電子

顯微鏡 (scanning electron microscope) 研究螢火蟲外部形態, 例如 Matsuda and Ohba (1991) 觀察日本螢火蟲成蟲的外部形態; Ohba and Goto (1993) 探討 *Curtos costipennis* 與 *C. okinawana* 族群在分布地理上之形態差異等。在螢科幼蟲尾足之研究上, Ohba *et al.* (1994) 曾經觀察比較日本琉球產的久美螢 (*Luciola owadai* Sato and Kimura) 初齡與終齡尾足簡單的外部形態與數量, 但對於螢火蟲幼蟲尾足細部形態描述並不明確, 且久美螢為幼蟲水生的螢火蟲。陸生螢火蟲尾足形態則尚無人研究, 因此本文主要探討端黑螢尾足在各齡幼蟲期發育變化及其主要功能, 另以掃描式電子顯微鏡觀察端黑螢五齡幼蟲尾足細部形態, 並詳細描述, 以比較熠螢亞科中幼蟲水生種類與陸生種類之差異。希望將來能以此特徵來探討螢科幼蟲之類緣關係 (phylogeny)。

## 材料與方法

### 一、供試蟲源

端黑螢於1997年7月14日採自南投縣集集大山, 攜回研究室, 放入內部有潮濕水苔 (moss) 的採卵容器中, 讓雌蟲產卵。水苔保持潮濕狀態, 雌蟲會將卵產於縫隙間。當雌蟲死亡後, 再將產滿卵的水苔取出, 放置於25°C、全暗的生長箱中保存, 當卵孵化後, 將幼蟲置於40 ml透明的桶狀樣品杯中單隻飼養, 以剪碎之扁蝸 *Bradybaena similaris* (Ferussac) 肉餵食。選取各齡期幼蟲10隻, 作為試驗材料。將4盒幼蟲放置於50 x 50 x 50cm 暗箱內, 以紅外線攝影機 (SONY TRV9) 監視, 每小時間隔錄影10 min。藉由錄影帶重複播放, 以觀察幼蟲活動情形。

### 二、不同齡期幼蟲尾足發育之觀察

各齡期之幼蟲逢機選取10隻樣本。將白

色衛生紙摺疊2次, 置於培養皿上, 加上5滴蒸餾水, 使衛生紙保持溼潤。幼蟲倒置於衛生紙上, 使背板朝下, 腹板朝上, 立刻以載玻片輕輕的覆蓋, 使其尾足附著於載玻片上, 以立體解剖顯微鏡 (Leica MZ12) 鏡檢, 記錄各齡期幼蟲尾足的數量與排列位置。

### 三、尾足肌肉之觀察

五齡幼蟲放置於冰箱冷凍庫, 凍死後, 以解剖刀在末緣腹板中線上輕割, 再以細鑷子將板片撥開, 微針固定板片; 將尾足與附著之肌肉小心取下, 放入5% safranin水溶液中染成紅色, 用蒸餾水沖洗5次使肌肉的顏色淡化後, 放在立體解剖顯微鏡下鏡檢, 計算尾足肌肉數目與附著之位置, 並以富士 velvia ASA 50軟片攝影。

### 四、電顯乾燥標本之處理

割下五齡幼蟲腹末二體節, 放入10% KOH之水溶液中加熱透化後, 取出以蒸餾水洗淨, 置放在1%之戊二醛 (glutaraldehyde) 之固定液內, 再於4°C之冰箱內固定2 hr; 經0.1M之磷酸緩衝液 (phosphate buffer) 處理30 min; 再以酒精進行50%、70%、80%、90%、95%、100% 等一系列之脫水, 每濃度各處理26-30 min。將脫水後的樣本放入醋酸異戊脂 (isoamyl acetate) 中20 min, 用臨界點乾燥機 (critical point dryer) 進行臨界點乾燥。

### 五、鍍膜與電子顯微鏡之觀察

以適當大小之雙面膠黏於標本台之後, 以離子覆膜機 (ion coater) 鍍金, 經5 min後取出。再以掃描式電子顯微鏡 (Hitachi S-480) 觀察尾足形態, 以柯達ASA 120度負片進行顯微攝影。

## 結果與討論

### 一、第五齡幼蟲尾足的形態

端黑螢幼蟲尾足如囊之管狀突起，收縮時可以完全收進第9腹節末緣袋狀的縫中；由於其外表柔軟，中央有凹陷，以體液擠壓時分左右兩束，可由左右兩側向外翻出，至完全張開(圖1A)。每枚尾足分基部與端部，基部略較端部為粗，且長度約為端部的二倍長。端部容易縮於基部之內(圖1B)。基部可再完全收縮且隱藏於第9腹節腹板中。從端部正面觀之，外緣較厚，內緣較薄，可能與所承受的壓力有差異，因此較容易收縮(圖1C)。

尾足表面有許多形態不同原足鉤，基部內側有許多排小原足鉤 (small crochets)，均勻分布，但非連續排列(圖1D)；端部內側有大原足鉤 (big crochets)多列，且為規則連續的排列(圖1E)，且明顯的如鉤狀，長度最長；端部外側突起呈羽狀原足鉤 (feather-like crochets)(圖1F)，明顯的扁平化，前緣較薄，且有3-5裂的突起。原足鉤突起在端部與基部間或內緣部與外緣部，形態有差異，排列上也有所不同。在鞘翅目(Coleoptera)中對於原足鉤之排列與著生位置尚無人加以定義，因此將鱗翅目幼蟲原足鉤排列方式 (Fracker 1915) 應用於此，將其歸類於三序多列環式排列。

經解剖端黑螢尾足內部，端部由5條收縮肌肉(retractor muscles)所附著(圖2A)，收縮時可將尾足縮入體內，其另一端相接於背板(圖2B)。鱗翅目與雙翅目(Diptera)幼蟲有底端面(planta)較為平滑且不具有原足鉤 (Fracker 1915)，而端黑螢尾足之底端面則較不明顯。

### 二、各齡期幼蟲尾足的數量與排列

各齡間幼蟲的兩束尾足左右對稱，略白

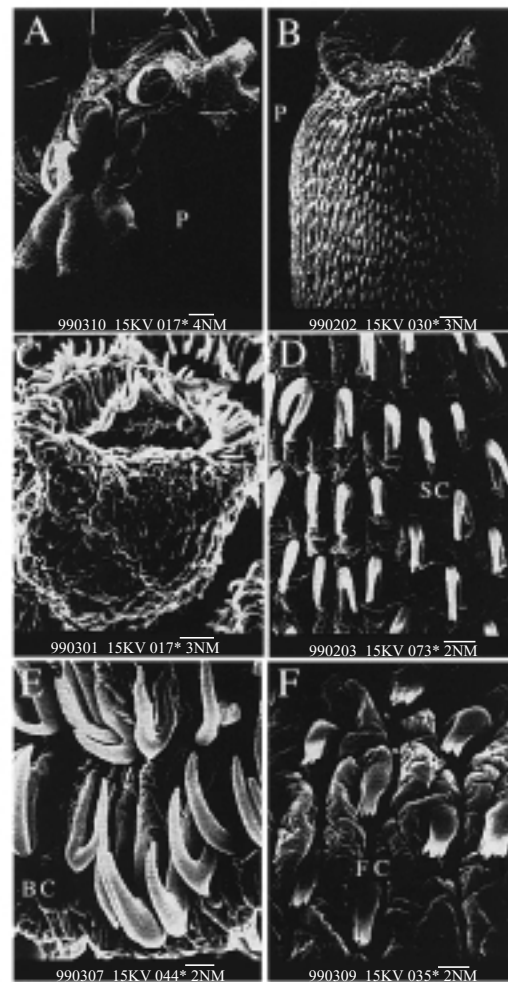


圖1. 端黑螢五齡幼蟲之尾足形態(A, 尾足之外觀, 共14枚; B, 尾足基部; C, 尾足端部之開口; D, 尾足內側基部之小原足鉤; E, 尾足內側端部之大原足鉤; F, 尾足外側端部之羽狀原足鉤)。

**Fig. 1.** The morphology of prolegs of the 5th instar larva of *Luciola grohami* (A, prolegs; B, the socket-like proleg; C, opening of proleg; D, small crochets of inner base of proleg; E, big crochets of inner ending of proleg; F, feather crochets of outer ) (P, proleg; C, crochets; SC, small crochets; BC, big crochets; FC, feather-like crochets).

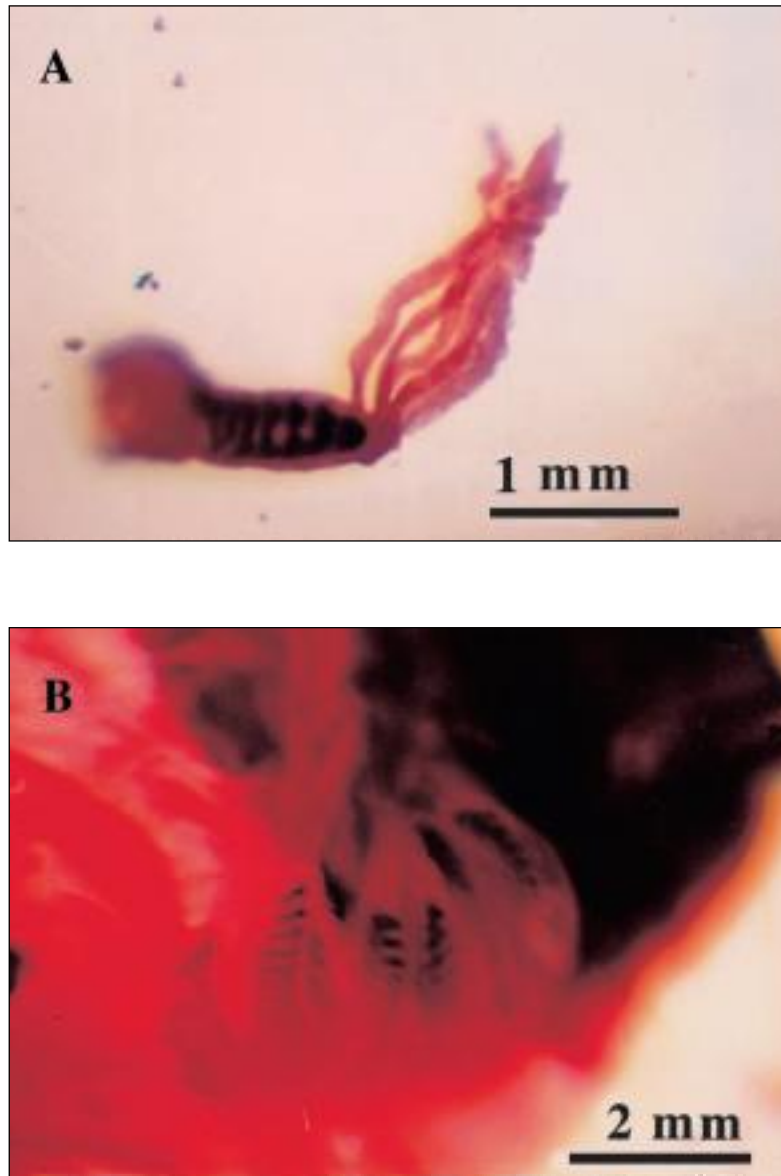


圖2. 端黑螢五齡幼蟲尾足內側端部附著5枚收縮肌肉。

**Fig. 2.** A proleg of 5th instar larva of *L. grohami* with 5 retractor muscles (A, retractor muscles; B, terminal part of proleg connected with tergum).

表1. 端黑螢不同齡期幼蟲尾足的發育與排列

Table 1. Development and arrangement of prolegs at different instar larval stages of *Luciola grohami*

Arrangement	Number of prolegs				
	1 <sup>st</sup> instar	2 <sup>nd</sup> instar	3 <sup>rd</sup> instar	4 <sup>th</sup> instar	5 <sup>th</sup> instar
Inner low	2	4	4	4	4
Outer low	4	6	10	10	10
Total	6	10	14	14	14

色，半透明狀，完全伸張時，具二排，前排 (inner low) 較短，隱於第9腹節下方；後排 (outer low) 較長，由背面觀之，明顯的外露於第9腹節。比較不同齡期幼蟲尾足(表1)，可知前排的變化1次，即從一齡幼蟲時的2枚變到4枚，二齡後便維持4枚之數目；而後排變化2次，可從一齡幼蟲之4枚變到二齡幼蟲的6枚，再到三齡之10枚，因此尾足數目也供區別一、二與三齡以上之端黑螢幼蟲。對於其它之種類螢火蟲之比較，Ohba *et al.* (1994)曾經描述一種琉球島產的久美螢尾足，一齡幼蟲有後排4枚，而前排不具尾足，與端黑螢一齡幼蟲具6枚尾足之排列方式與數量有所不同；而其終齡幼蟲有14枚，則與端黑螢五齡(終齡)幼蟲之排列方式與數量相同。至於端黑螢終齡幼蟲尾足的外部形態与其它種類的螢火蟲是否相同及其在整個高分類群(higher taxa)演化中的改變，則有待更進一步研究。

### 三、尾足的功能

經紅外線長時間錄影觀察幼蟲活動，當在步行時，蟲體將身體展平，以尾足固定，後用以支持腹部；而尾足離開後附著物，將腹部拱起，使身體彎曲後，尾足附著於物體上，胸足再往前步行；如此反覆的運動是為

步行。尾足活動時幼蟲體內的排泄物也會從肛門 (anus) 流出，為透明狀，可使尾足保持濕潤；除此之外也可將囊狀結構開口處以液體封住，肌肉收縮時，將囊狀尾足內壁壓力降低，造成低壓狀態 (low pressure)，能夠增加附著力，因此可緊密的攀附於物體上。幼蟲的尾足如部分斷裂或污染受損，則會影響其步行，如果嚴重時容易造成死亡。

幼蟲在蛻皮時，舊表皮蛻下，幼蟲是從側面裂開，幼蟲腹部朝上，身體略為彎曲，且不斷收縮，蛻才漸漸的退出，而尾足會吸附胸部腹板，以協助蛻下外表皮。

監視錄影的觀察發現，取食扁蝸完畢後的端黑螢幼蟲，將腹部向內彎曲，尾足完全伸張，前伸到頭部，以端部內側大原足鉤與管狀突起的伸縮，再附著於口器或觸角等部位，反覆相互作用後，由體側劃過，至腹部末端止，再將尾足收縮起。如果過程中有所間斷，則會再由頭部重新一次，初步推論這是一種清潔行為(cleaning behavior)。

### 誌謝

本研究蒙黃組長獻文的大力支持與鼓勵始能完成。國立中興大學昆蟲學系黃教授

讚、王博士進發指導掃描式電子顯微鏡技術。兩位審查委員費心審閱稿件，張連浩先生協助解剖工作，楊副教授正澤與廖研究員光正提供許多寶貴建議，本中心客座專家蔡博士住發修改英文摘要，謹此申謝。

## 引用文獻

- 何健鎔。1997。黑暗中的小燈籠—螢火蟲。臺灣省特有生物研究保育中心。131頁。南投縣。
- 何健鎔、朱建昇、朱建昌。1998a。一種幼蟲水生螢火蟲的新發現—一條背螢。自然保育季刊22 : 47- 51。
- 何健鎔、林春基、顏仁德。1998b。臺南縣螢火蟲資源調查。國立臺灣大學農學院實驗林研究報告12 (2) : 121-127。
- 貢穀紳。1962。昆蟲學。國立中興大學農學院出版委員會。臺中市。
- 楊平世。1996。雪霸國家公園螢火蟲生態研究。內政部營建署雪霸國家公園管理處。苗栗縣。
- 楊平世。1997。國家公園螢火蟲復育研究計畫。內政部營建署。臺北市。
- 楊平世。1998。火金姑—螢火蟲。中華民國自然生態保育協會。臺北市。
- 鄭明倫、賴郁雯、楊平世。1999。臺灣六座國家公園螢火蟲相概要(鞘翅目：螢科)。中華昆蟲 19 : 65-91。
- 賴郁雯、佐藤正孝、楊平世。1998。臺灣螢科名錄—鞘翅目：多食亞目：螢科。中華昆蟲18 : 207-215。
- Chapman, R. F. 1998. The insects. Cambridge university press. United Kingdom.
- Fracker, S. B. 1915. Illinois biological monographs -the classification of Lepidopterous larvae with ten plates. The University of Illinois press.
- Matsuda, M., and N. Ohba. 1991. The relationship between the head structure and the communication system in the Japanese fireflies. Science Report of the Yokosuka City Museum 39: 1-5. (in Japanese)
- Ohba, N., and Y. Goto. 1993. Geographical variation on the morphology and behavior of *Curtos costipennis* and *C. okinawana* (Coleoptera:Lampyridae) in the Southwestern Island. Science Report of the Yokosuka City Museum 41: 1-14. (in Japanese)
- Ohba, N., S. Azuma, K. Nishiyama, Y. Goto, H. Suzuki, Y. Sato, and I. Kawashima. 1994. Morphology, life history and behaviour of the firefly , *Luciola owadai* (Coleoptera: Lampyridae). Science Report of the Yokosuka City Museum 42: 13- 26. (in Japanese)

# Morphology and Functions of the Prolegs of the Firefly *Luciola gorhami* Ritsema larvae (Coleoptera: Lampyridae)

Jen-Zon Ho<sup>1</sup> and Tsong-Hong Su<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Taiwan Endemic Species Research Institute, Chichi, Nantou, Taiwan

<sup>2</sup>Department of Entomology, National Chung-Hsing University, Taichung, Taiwan

## Abstract

Prolegs of the firefly *Luciola gorhami* larvae are socket-like outgrowths. With contraction of retractor muscles, the prolegs can withdraw completely into a pocket like cleft at the 9th abdominal segment near the anus. With increasing blood pressure, the prolegs protrude out the cleft and can fully extended. Under a scanning electron microscope, the prolegs have three types of crochets. 1) big crochets at the terminal end of the inner part, 2) small crochets at the base of the inner part, and 3) feather-like crochets, the smallest ones, in the outer part, These three types of crochets are arranged in a triordinal multi-serial circle for each proleg. The number of prolegs differs among the larval stages and divided into two bundles and included six prolegs for first instar larvae, ten prolegs for second instar larvae and fourteen prolegs for third, fourth, and fifth instars larvae. Their main functions are locomotion, helping ecdysis, and cleaning and moistening of body.

**Key words:** firefly, *Luciola gorhami*, proleg, crochet

Received: November 5, 1999

Accepted: January 11, 2000