



# Formosan Entomologist

Journal Homepage: [entsocjournal.yabee.com.tw](http://entsocjournal.yabee.com.tw)

## Egg Production and Ovipositional Behavior of the Firefly, *Pyrocoelia analis* (Fabricius) 【Research report】

### 台灣窗螢產卵量與產卵行為【研究報告】

Jen-Zon Ho 1, Hsien-Wen Huang 2 and Tsong-Hong Su 3  
何健鎔\*、黃獻文、蘇宗宏

\*通訊作者E-mail: [jenzonho@tesri.gov.tw](mailto:jenzonho@tesri.gov.tw)

Received: 2001/12/17 Accepted: 2002/01/16 Available online: 2002/03/01

### Abstract

This paper describes the reproductive system of the firefly, *Pyrocoelia analis* (Fabricius). Its ovarioles belong to the panoistic type. In the laboratory at 25-28 °C, its longevity was  $12.76 \pm 5.32$  (mean  $\pm$  SD) days, and preoviposition, oviposition, and postoviposition periods of the female were,  $1.24 \pm 1.62$ ,  $5.08 \pm 3.18$  and  $1.78 \pm 0.45$  days, respectively. Most of the eggs were deposited on the same day as mating, and daily egg production decreased successively. The total number of eggs produced per female was  $332 \pm 114$  with maximum of 538 and minimum of 120. We propose the egg-loaded pressure hypothesis as an interpretation of this oviposition behavior. Egg sizes of mated females were  $1.61 \pm 0.07$  mm, which were significantly larger than the  $1.32 \pm 0.05$  mm of unmated females. The female pupa weight was significantly positively related to egg production.

### 摘要

本文描述台灣窗螢雌蟲生殖系統，其卵巢屬於無營養細胞型(panoistic type)。雌蟲單隻飼養在25-28°C室溫下，其成蟲壽命 $12.76 \pm 5.32$ 天(平均 $\pm$ 標準偏差)，產卵前期 $1.24 \pm 1.62$ 天，產卵期 $5.08 \pm 3.18$ 天，產卵後期 $1.78 \pm 0.45$ 天。交尾後第一天之產卵量最高，然後依次遞減。雌蟲產卵量 $332 \pm 114$ 粒，最高538粒，最低120粒。依據台灣窗螢產卵結果，提出載卵壓力假說。已交尾雌蟲產卵之卵徑 $1.61 \pm 0.07$  mm，大於無交尾雌蟲所產卵之卵徑 $1.32 \pm 0.05$  mm，兩者差異顯著。雌蛹重量與產卵量呈正相關。

**Key words:** firefly, *Pyrocoelia analis*, egg production, ovipositional behavior.

**關鍵詞:** 螢火蟲、台灣窗螢、產卵量、產卵行為

Full Text: [PDF \(0.24 MB\)](#)

下載其它卷期全文 Browse all articles in archive: <http://entsocjournal.yabee.com.tw>

## 台灣窗螢產卵量與產卵行為

何健鎔\* 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

國立中興大學昆蟲學系 台中市國光路250號

黃獻文 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

蘇宗宏 國立中興大學昆蟲學系 台中市國光路250號

### 摘要

本文描述台灣窗螢雌蟲生殖系統，其卵巢屬於無營養細胞型(panoistic type)。雌蟲單隻飼養在 25-28 室溫下，其成蟲壽命  $12.76 \pm 5.32$  天(平均  $\pm$  標準偏差)，產卵前期  $1.24 \pm 1.62$  天，產卵期  $5.08 \pm 3.18$  天，產卵後期  $1.78 \pm 0.45$  天。交尾後第一天之產卵量最高，然後依次遞減。雌蟲產卵量  $332 \pm 114$  粒，最高 538 粒，最低 120 粒。依據台灣窗螢產卵結果，提出載卵壓力假說。已交尾雌蟲產卵之卵徑  $1.61 \pm 0.07$  mm，大於無交尾雌蟲所產卵之卵徑  $1.32 \pm 0.05$  mm，兩者差異顯著。雌蛹重量與產卵量呈正相關。

關鍵詞：螢火蟲、台灣窗螢、產卵量、產卵行為

### 前言

台灣窗螢(*Pyrocoelia analis* (Fabricius)) 又名大陸窗螢，屬鞘翅目(Coleoptera)，菊虎總科(Cantharoidea)，螢科(Lampyridae)之昆蟲。分類上早期以 *Lychnuris analis* (Fabricius)為種名，近年來由於分類上的變遷，*Lychnuris* 屬併入 *Pyrocoelia* 屬中(Jeng *et al.*, 1999b)。台灣早期曾有文獻記載台灣窗螢卵、幼蟲、蛹及成蟲的形態描述(Nakasawa, 1903)，而生態學的研究僅於飼養觀察與生活史記錄(Maki, 1927)。台灣窗螢幼蟲是扁蝸牛(*Bradybaena similaris* (Ferussac)) 的重要

天敵(Tagabasi, 1962)，可用於蔗田中防治扁蝸牛與非洲大蝸牛(*Achatina fulica* Bowd) (Takano and Yatakihara, 1939)。

近年來國家公園的螢火蟲相調查與台灣產螢科昆蟲的分類研究工作上，已獲致良好成果(Yang, 1996; 1997; Lai, 1998; Lai, *et al.*, 1998; Jeng, *et al.*, 1999a; Chang *et al.*, 2000)，目前對於台灣窗螢分布現況已有初步瞭解，是台灣平原間最常見的螢火蟲。在地區性的螢火蟲相調查報告中，台灣窗螢也是台南縣與新竹縣常見的螢火蟲，主要分布於都市公園、水庫草原、河床荒地及農田地區(Ho, 1997; Ho *et al.*, 1998; Ho, 2001)；此外，雲林縣西

\*論文聯繫人

e-mail: jenzonho@tesri.gov.tw

螺鎮與崙背鄉的一些廢棄農田中，曾有台灣窗螢大發生的記錄，經當地媒體報導，吸引許多民眾前往賞螢(Ho, 1998)。但有關台灣窗螢生物學方面之研究文獻仍少，本研究主要探討台灣窗螢之產卵量與產卵行為，以作為台灣窗螢保育工作之參考。

## 材料與方法

### 一、台灣窗螢飼養方法

1998年5月自雲林縣西螺鎮廢棄田地採集台灣窗螢未齡幼蟲，攜回南投縣集集鎮特有生物研究保育中心研究室，放置於陰暗通風處，單隻飼養幼蟲，飼養方法是將舒潔牌抽取式白色衛生紙，對摺二次後，置入透明塑膠盒。盒高6 cm，底部直徑8 cm，開口直徑9.5 cm，以塑膠滴管注入約3 ml去離子水，每日供給扁蝸牛活體，加蓋並於蓋子上打十字紋孔；隔日，將衛生紙更新並移除取食完的扁蝸牛殼，補充新的扁蝸牛活體，再補充去離子水。飼育及產卵量之試驗皆於6-8月間實驗室中進行。

### 二、雌蟲生殖系統外部形態

選取羽化後三日齡雌蟲，放入白色蠟盤中，以微針固定，進行解剖與鏡檢，在解剖顯微鏡下觀察雌蟲生殖系統之外部形態，以墨水筆在繪圖管下描繪，並標示各部形態名稱。

### 三、產卵行為及產卵量

將化蛹的個體待其化蛹後，隔日秤重，單一個體分別置入與飼養方法相同的透明塑膠盒中，底部鋪設抽取式白色衛生紙。羽化當日之雌蟲立即與採自西螺地區野外之雄蟲進行單隻配對。經24小時後，將雄蟲取出透明塑膠盒並依次編號，每日記錄產卵量，並每日將

雌蟲產卵的衛生紙取出，放置於新透明塑膠盒中保管，放入新的衛生紙，加3 ml去離子水。逢機選擇每一產卵日齡之卵10枚，在解剖顯微鏡(Leica M3Z, 10X)下測量卵徑，作為雌蟲該產卵日齡所產之平均卵徑；另測量未交尾雌蟲所產卵之卵徑，但僅測量第一產卵日齡卵之卵徑。觀察交尾單隻雌蟲之產卵行為並詳加描述。

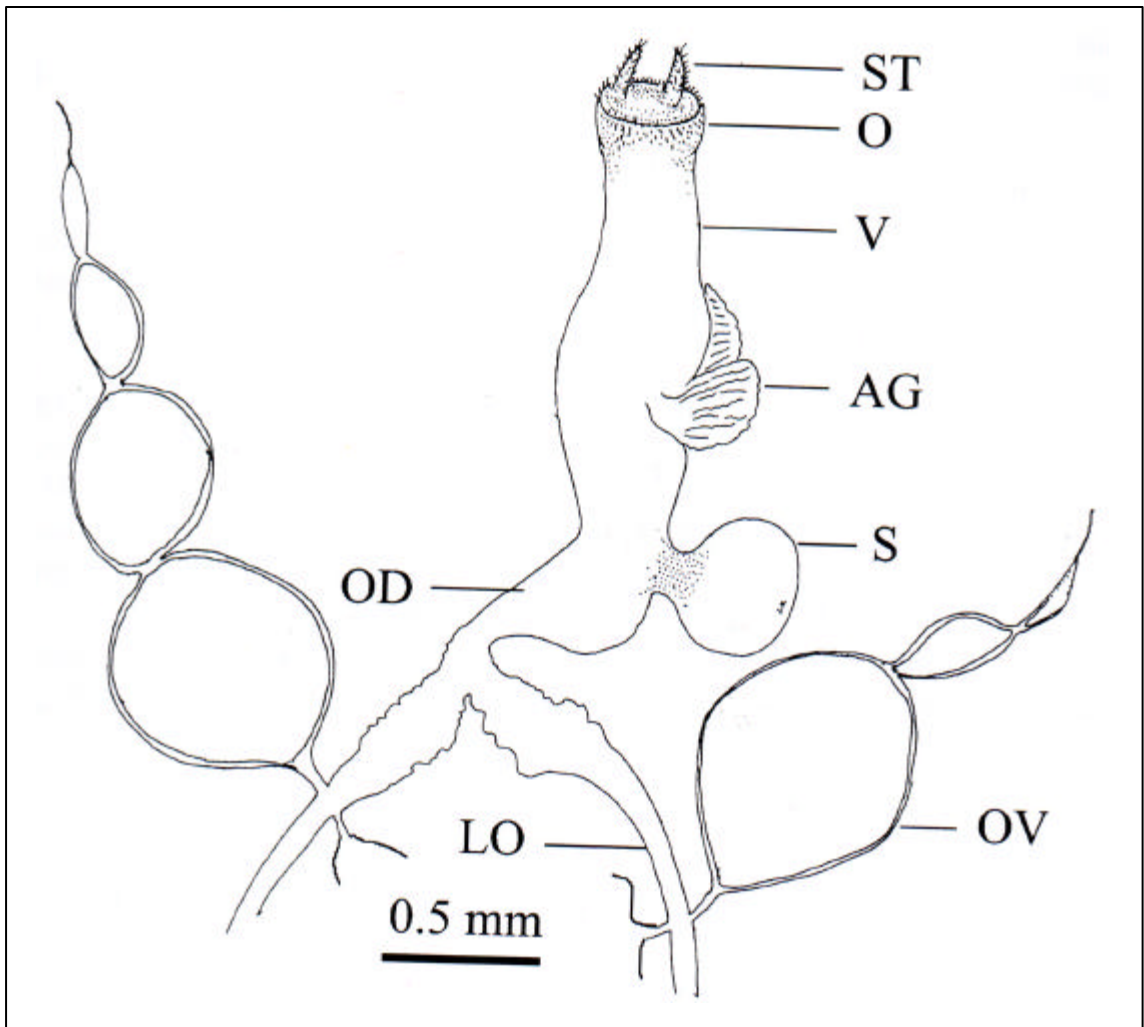
### 四、統計分析

以Sigmaplot V4.0軟體繪圖，並以其內建之統計功能，進行 $t$ -test與非線性迴歸分析(nonlinear regression analysis)，建立其產卵模式。

## 結 果

### 一、雌蟲生殖系統

從台灣窗螢蛹之外部形態可區分性別，雄蛹體型小，翅芽較長，可延伸到腹部；而雌蛹體型較大，翅芽較短，屬雌雄二型性(sexual dimorphism)的昆蟲。經解剖雌蟲生殖器，其生殖系統外部形態如圖一。產卵管(ovipositor)粗短，具有一對突起(styli)，產卵管端部開口與附屬器上具有許多褐色細毛。外生殖系統之陰道(vagina)前緣側方有2枚灰色的附腺(accessory glands)，輸卵管側緣具有1枚圓形乳白色儲精囊(spermatheca)，其與輸卵管(common oviduct)連接處膜狀，為半透明具皺摺之連接管。輸卵管略側彎，後接2條側輸卵管(lateral oviducts)，側輸卵管前緣處較粗且具皺摺，長度可達胸部，側輸卵管兩側布滿微卵管(ovarioles)，可達50條以上，佈滿整個腹部與胸部，成對排列，屬於無營養細胞型(panoistic type)。微卵管具3-8枚大小不一之卵細胞(oocytes)，卵細胞呈球型，接近側輸卵



圖一 台灣窗螢雌蟲生殖系統。(ST, 基節突起; O, 產卵管; AG, 附腺; V, 陰道; S, 儲精囊; OD, 輸卵管; LO, 側輸卵管; OV, 微卵管)。

Fig. 1. Reproductive system of a female, *Pyrocoelia analis*. (ST, stylus; O, ovipositor; AG, accessory gland; V, vagina; S, spermatheca; OD, common oviduct; LO, lateral oviduct; OV, ovariole).

管之卵細胞橙黃色，成熟度較高且體積較大，末端之卵細胞乳白色，體積明顯縮小。雌性外生殖器屬於小囊型(saccular type) (Jeannel and Paulian, 1944)，不具有明顯膨大之交尾囊(bursa copulatrix)。

## 二、雌蟲產卵行為

雌蟲羽化當日即可配對交尾，待與雄蟲分

開後，將雄蟲取出，雌蟲即會在白色的微濕衛生紙上產卵。剛產下之卵為球形，橙黃色，類似蛋黃，由於卵殼尚未固定，外表柔軟，以針輕輕觸碰，很容易將卵戳破，卵殼外表包裹一層具特殊氣味之褐色黏稠分泌物，用以黏附在衛生紙上。交尾雌蟲第一日齡卵之卵徑  $1.61 \pm 0.07$  mm (平均  $\pm$  標準偏差) ( $n = 30$ )，無交尾雌蟲第一日齡卵之平均卵徑  $1.32 \pm 0.05$

mm ( $n = 5$ ), 有顯著差異( $t = 17.40$ ,  $P < 0.01$ ), 未受精卵顏色淺黃, 且較交尾雌蟲所產之卵小, 可由外觀上加以區別。雌蟲產下的卵聚集成卵堆, 一堆有  $39.79 \pm 38.87$  粒卵( $n = 71$ ), 最大堆 222 粒卵, 最小堆 3 粒卵; 單隻雌蟲產  $3.61 \pm 1.82$  堆( $n = 30$ ), 最多者 9 堆, 最少者 1 堆。交尾單隻雌蟲在飼養盒中之壽命  $12.76 \pm 5.32$  天, 產卵前期  $1.24 \pm 1.62$  天, 產卵期  $5.08 \pm 3.18$  天, 產卵後期  $1.78 \pm 0.45$  天。

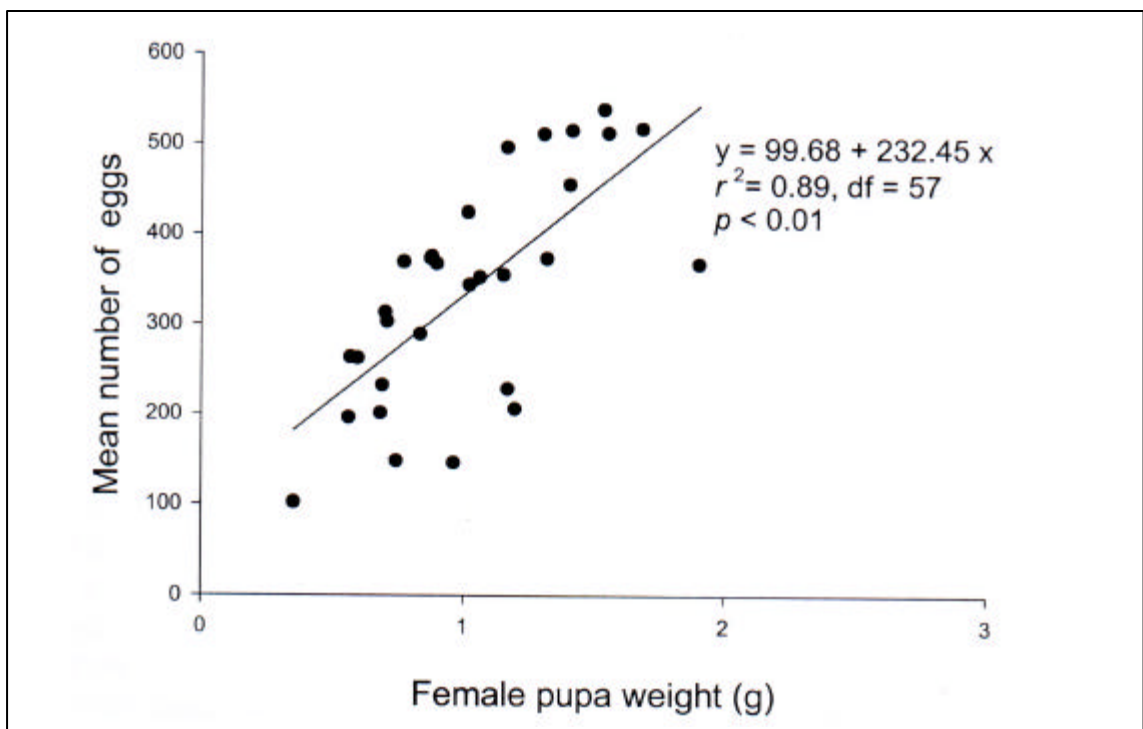
### 三、卵孵化過程

卵期約 20 天, 孵化前三天卵的顏色漸漸變為灰黑色, 可由卵殼外觀察到殼內有蠕動現象, 幼蟲體節已形成, 卵孵化時由側方先開裂, 且會發出黃綠色光, 幼蟲先以前胸背板前緣將卵殼撐開, 幼蟲前胸背板先鑽出卵殼, 頭

部與前足伸出, 繼之以整個胸部爬出後, 一齡幼蟲腹部可以容易地從卵殼中爬出, 而留下半透明狀的卵殼。

### 四、雌蛹重量與產卵量之關係

單隻雌蟲產卵量  $332 \pm 114$  粒( $n = 30$ ), 最高 538 粒, 最低 120 粒, 將雌蛹重與雌蟲產卵量作散布圖後, 經迴歸分析結果如圖二, 呈正相關, 雌蛹愈重其產卵量有愈高之趨勢。將台灣窗螢雌蛹重量分為三級, 大蛹重 2.00-1.51 g 間, 羽化後, 經配對交尾, 第一天所產卵之卵徑  $1.697 \pm 0.041$  mm, 中蛹重 1.50-1.01 g 間, 第一天所產卵之卵徑  $1.689 \pm 0.046$  mm, 小蛹重 1.00-0.50 g 間, 第一天所產卵之卵徑  $1.728 \pm 0.053$  mm。以 paired  $t$ -test 檢定, 各處理間之卵徑皆未達顯著差異( $t = 0.375$ ,  $1.856$ ,  $df = 11$ ,  $P > 0.05$ )。因此推論卵之大



圖二 台灣窗螢雌蛹重與產卵量之關係。

Fig. 2. Relationship between the weight of female pupae of *Pyrocoelia analis* and the number of eggs produced.

小，並不會因雌蛹體型不同而有影響。

### 五、不同日齡雌蟲與卵型大小之關係

不同羽化日齡之雌蟲之產卵，會隨雌蟲產卵日齡增加而卵徑趨小(圖三)，比較雌蟲第一產卵日卵徑與第五產卵日卵徑，以 *t*-test 檢定呈顯著差異( $P < 0.05$ )。其原因可能由於雌蟲口器退化，羽化後僅吸食水分而不取食，營養補充有限，無法供給新卵成熟所需營養；又雌蟲卵巢屬無營養型，在微卵管中卵細胞由大而小依序排列，可能也是造成產卵日齡增長而卵徑趨小之原因。

### 六、每日平均產卵量

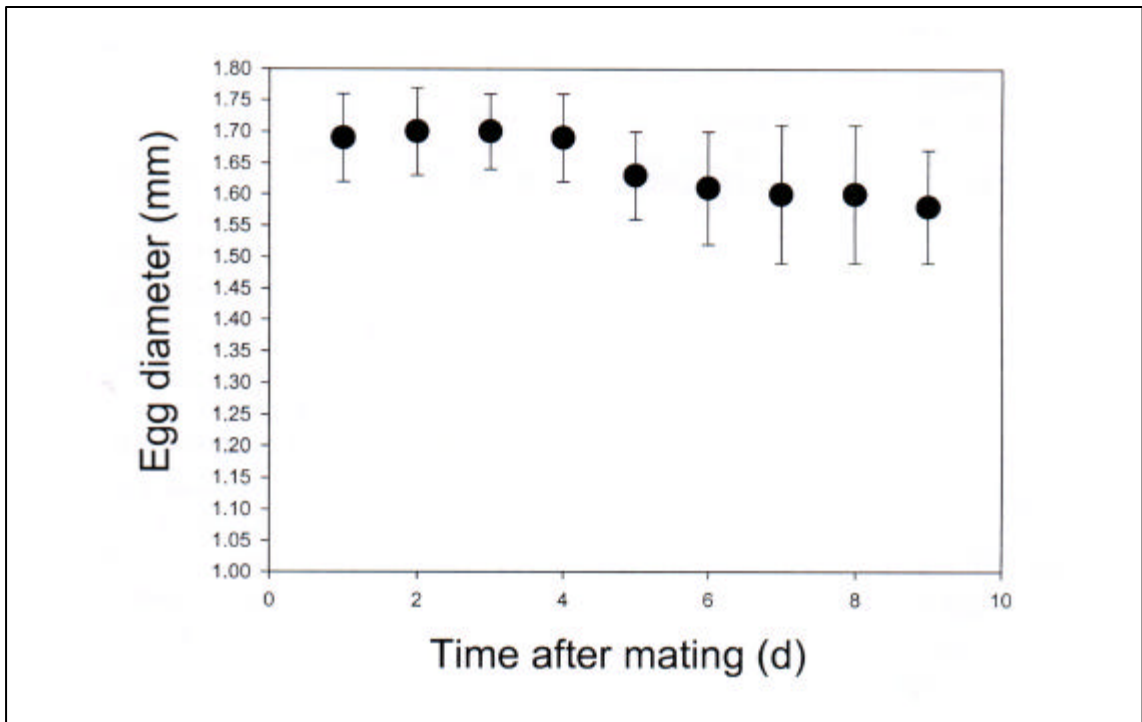
交尾雌蟲平均每日產卵量，以第一天產卵量最高，然後依次遞減，將其每日產卵量除以總產卵量，得知雌螢每日產卵百分率。多數雌

蟲交尾後產卵，在四天內，已經將體內 90% 的卵產出，後續產卵日之產卵量漸漸減少，屬爆發式(exploration)產卵模式。以非線性迴歸分析表示台灣窗螢雌螢產卵模式(圖四)，結果可用數學方程式  $y = 0.8562e^{0.6229x}$  來表示， $r^2 = 0.99$ ，由此可知雌蟲產卵之特性與趨勢。

## 討 論

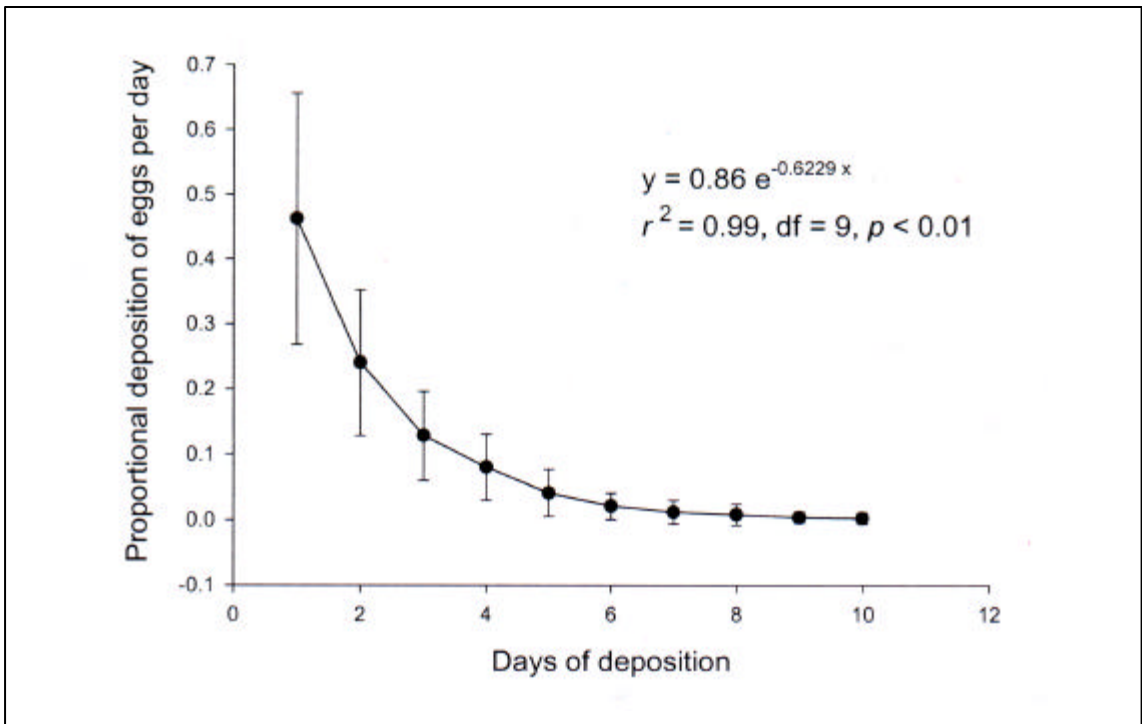
與熠螢屬(*Luciola*)螢火蟲比較，台灣窗螢雌蟲之產卵管較粗短，卵粒大，會在土表或落葉下產卵。熠螢屬(*Luciola*)類雌蟲產卵管明顯細長，會在青苔之小葉間產卵，或將產卵管插入土中產卵，在產卵行為有所不同，所以形態上差異頗大。

Wing (1989) 研究北美洲的螢火蟲 (*Photinus collustrans* LeConte) 雌螢體重與



圖三 台灣窗螢雌蟲不同產卵日齡卵徑之比較。

Fig. 3 Diameter of eggs (mean, SD and ranges) deposited by females of *Pyrocoelia analis* on successive days after mating.



圖四 台灣窗螢雌蟲產卵日齡與每日產卵量比例之關係。

Fig. 4. Relationship between the proportional deposition of eggs per day of *Pyrocoelia analis* and day-age of deposition.

產卵量之關係呈正相關，與本研究的結果類似（圖二）。日本產源氏螢 (*Luciola cruciata* Motschulsky) 卵重量會隨著雌螢產卵日齡之增長而遞減 (Yuma, 1984)，由於源氏螢探討的變數為卵重，不同於本文所探討的卵徑，但結果應類似。

蝴蝶的雌蟲在可利用資源 (如寄主植物) 上產卵，主要是為了幼蟲能夠得到合適的食物。有些昆蟲產卵前期很長，雌蟲必需要攝取足夠的養份，才會產卵，另外也有間歇性的產卵，雌蟲於產卵期間也需要補充適當的營養，所以雌蟲產卵策略不同，對於子代之存活影響甚巨 (Renwick and Chew, 1994)。台灣窗螢雌蟲壽命短，羽化後便等待雄蟲交尾，交尾後，會在短時間內選擇適當產卵地點，如苔蘚、落葉與小土堆縫隙等，將卵產下。在實驗室中則如

潮濕衛生紙等都可以接受，對於產卵地點並沒有特別之選擇性。北美洲的螢火蟲 (*P. collustrans* LeConte) 雌螢的外部形態與台灣窗螢相似，當夜晚來臨時，雌蟲會爬出洞穴，在附近發光吸引雄蟲，交尾後便會在洞穴旁產卵 (Wing, 1989)。比較上，台灣窗螢雌蟲尚未記錄會在洞穴中產卵的現象。

根據觀測到的台灣窗螢產卵行為研究結果提出載卵壓力假說 (egg-load pressure hypothesis)，剛羽化雌蟲體內卵大多已經發育完成，因此雌蟲在配對交尾後，立即可將卵產下。羽化後之雌蟲若未交尾，其成熟的卵細胞還會繼續累積，到了一定的載卵壓力，雌蟲便會將卵產下以解除載卵之壓力，多數雌蟲在體內卵未完全產完後便死亡。在昆蟲中雌雄二型性的種類多，如鱗翅目昆蟲中的小白紋毒蛾

(*Orgyia postica* Walker), 成蟲壽命 3-7 日, 雌蛾前翅退化, 腹部膨大內含許多卵粒, 在交尾後, 在繭旁將卵產下, 形成卵堆, 產卵量 300-510 粒(Gu *et al.*, 1992; Cheng *et al.*, 2001)。雌蟲壽命較短, 雌蟲體型肥胖, 屬短翅型者, 其產卵行為較為類似, 仍值得蒐集相關物種報告, 進一步進行綜合歸納與分析。

## 誌 謝

本文承蒙二位匿名審查委員費心審查文章。特有生物研究保育中心顧問蔡住發博士與廖光正博士修改文章與英文, 並提供寶貴建議。研究室同仁姜碧惠與張秀姁小姐協助養蟲工作與相關試驗, 程文貴先生協助野外台灣窗螢採集, 謹此一併申謝。

## 引用文獻

- Chang, N. T., Z. C. Chen, and W. H. Hsu.** 2000. List of Lampyridae in the Nanjenshan ecological research site of Kenting National Park-Commons on comparisons of similarity. *Chin. J. Entomol.* 20: 57-61 (in Chinese).
- Cheng, C. L., S. M. Yang, and M. F. Cheng.** 2001. Morphology of *Orgyia posticus* (Lepidoptera: Lymantridae) and the effects of temperatures on its development *Formosan Entomol.* 21: 17-27 (in Chinese).
- Gu, S. H., R. S. Tsai, Y. S. Chow, and F. J. Lin.** 1992. Sexual dimorphism in developmental rate and ecdysteroid titre in *Orgyia postica*. *J. Insect Physiol.* 38: 1043-1049.
- Ho, J. Z.** 1997. The lantern in the dark--firefly. The Taiwan Endemic Species Research Institute, Chichi, Nantou, Taiwan (in Chinese).
- Ho, J. Z.** 1998. An outbreak of *Lychnuris analis* in the Shilo area. *Nature Conservation Quarterly* 24: 48-53 (in Chinese).
- Ho, J. Z., C. J. Lin, and J. T. Yen.** 1998. The firefly fauna of Tainan County, Taiwan (Coleoptera: Lampyridae). *J. Exp. For. Nat. Taiwan Univ.* 12: 121-127 (in Chinese).
- Ho, J. Z.** 2001. Guide to the fireflies in Hsinchu County. The Taiwan Endemic Species Research Institute published, Nantou, Chichi (in Chinese).
- Jeannel, R., and R. Paulian.** 1944. Morphology abdominal of Coleoptera system. *Rev. Franc. Ent.* 11: 66-110 (in French).
- Jeng, M. L., J. Lai, and P. S. Yang.** 1999a. A synopsis of the firefly faunas at six national parks in Taiwan (Coleoptera: Lampyridae). *Chin. J. Entomol.* 19: 65-91.
- Jeng, M. L., J. Lai, P. S. Yang, and M. Sato.** 1999b. On the validity of the generic name *Pyrocoelia* Gorham (Coleoptera, Lampyridae, Lampyrinae), with a review of Taiwanese species. *Jpn. J. syst. Ent.* 5: 347- 362.
- Lai, J.** 1998. Revision of Lampyrinae from Taiwan (Coleoptera: Lampyridae). MS thesis. Taipei. National Taiwan



University.

- Lai, J., M. Sato, and P. S. Yang.** 1998. Checklist of Lampyridae of Taiwan-- Coleoptera: Polyphaga: Lampyridae. Chin. J. Entomol. 18: 207-215.
- Maki, M.** 1927. Notes on *Lucernuta analis* Fabricius. Insect World 31: 74-77 (in Japanese).
- Nakasawa, K.** 1903. Notes on an aperous species of firefly, with an introduction of Taiwanese species. Insect World 7: 286-289 (in Japanese).
- Renwick, J. A. A., and F. S. Chew.** 1994. Oviposition behavior in Lepidoptera. Ann. Rev. Entomol. 39: 377-400.
- Takabasi, L. E.** 1962. The pests feed on the crop. Report of Taiwan Agriculture Research Institute 37: 87-96 (in Japanese).
- Takano, S. M., and Yatakihara, M. S.** 1939. In survey on the beneficial insects for control the pests in the sugarcane. Dept. Agric. Gover. Res. Inst. Special Publication 2: 311 (in Japanese).
- Wing, S. R.** 1989. Energetic costs of mating in a flightless female firefly, *Photinus collustrans* (Coleoptera: Lampyridae). J. Insect Behav. 2: 841-847.
- Yang, P. S.** 1996. The ecological research of the fireflies (Lampyridae) in Shei-Pa National Park. Shei-Pa National Park, Construction and Planning Administration, Minister of Interior of Taiwan, Taipei (in Chinese).
- Yang, P. S.** 1997. Studies in the recovery of fireflies in national parks. Construction and Planning Administration, Minister of Interior of Taiwan, Taipei (in Chinese).
- Yuma, M.** 1984. Egg size and viability of the firefly, *Luciola cruciata* (Coleoptera, Lampyridae). Kontyu 52: 615-629.

收件日期：2001年12月17日

接受日期：2002年1月16日

# Egg Production and Ovipositional Behavior of the Firefly, *Pyrocoelia analis* (Fabricius)

Jen-Zon Ho<sup>1</sup> Taiwan Endemic Species Research Institute, Chichi, Nantou 552, Taiwan, R.O.C.

<sup>2</sup>Department of Entomology, National Chung Hsing University, Taichung 402, Taiwan, R.O.C.

Hsien-Wen Huang<sup>1</sup> Taiwan Endemic Species Research Institute, Chichi, Nantou 552, Taiwan, R.O.C.

Tsong-Hong Su<sup>2</sup> Department of Entomology, National Chung Hsing University, Taibung 402, Taiwan, R.O.C.

## ABSTRACT

This paper describes the reproductive system of the firefly, *Pyrocoelia analis* (Fabricius). Its ovarioles belong to the panoistic type. In the laboratory at 25-28 °C, its longevity was  $12.76 \pm 5.32$  (mean  $\pm$  SD) days, and preoviposition, oviposition, and postoviposition periods of the female were,  $1.24 \pm 1.62$ ,  $5.08 \pm 3.18$  and  $1.78 \pm 0.45$  days, respectively. Most of the eggs were deposited on the same day as mating, and daily egg production decreased successively. The total number of eggs produced per female was  $332 \pm 114$  with maximum of 538 and minimum of 120. We propose the egg-loaded pressure hypothesis as an interpretation of this oviposition behavior. Egg sizes of mated females were  $1.61 \pm 0.07$  mm, which were significantly larger than the  $1.32 \pm 0.05$  mm of unmated females. The female pupa weight was significantly positively related to egg production.

Key words: firefly, *Pyrocoelia analis*, egg production, ovipositional behavior.