



Formosan Entomologist

Journal Homepage: entsocjournal.yabee.com.tw

Effects of Temperature and Egg Size on Egg Duration, Hatching Rate, and Starvation Tolerance of First Instar Larvae of the Firefly, *Pyrocoelia analis* 【Research report】

溫度與卵大小對台灣窗螢卵期、孵化率與一齡幼蟲耐饑餓能力之影響【研究報告】

Jen-Zon Ho*, Hsien-Wen Huang
何健鎔*、黃獻文

*通訊作者E-mail: jenzonho@tesri.gov.tw

Received: 2003/09/24 Accepted: 2003/12/19 Available online: 2003/12/01

Abstract

The effects of temperature and egg size on egg duration and first instar larvae survival of *Pyrocoelia analis* were studied in the laboratory. The egg duration averaged 99.6 ± 5.7 , 45.9 ± 0.4 , 26.9 ± 0.5 , and 21.2 ± 0.3 days when the temperature was at 15, 20, 25, and 30°C, respectively. At the temperatures of 20 and 25°C, the hatching rate was the highest and reached $99\% \pm 0.1\%$; while it was $81.0\% \pm 6.9\%$ at 30°C and $6.0\% \pm 11.2\%$ at 15°C. Eggs were separated into large, medium, and small sizes by weight. The hatching rate of large and medium eggs was 96% at 25°C, while it was only 35% for small eggs. The body length of first instar larvae hatched from large eggs measured 8.67 ± 0.51 mm, and was longer than those hatched from medium and small eggs with measurements of 8.04 ± 0.41 mm and 6.91 ± 0.72 mm respectively. The starvation tolerance of first instar larvae hatched from large, medium and small eggs were 27.05 ± 9.18 , 25.25 ± 6.09 and 19.50 ± 4.43 days, respectively. Body length showed a positive relationship with starvation tolerance ($p < 0.05$).

摘要

本文係在室內定溫條件下探討溫度與卵大小對台灣窗螢卵期、孵化率與一齡幼蟲耐饑餓能力之影響。台灣窗螢卵在15°C處理下卵期 99.6 ± 5.7 天最長，20°C處理下卵期 45.9 ± 0.4 天居次，25°C處理下卵期 26.9 ± 0.5 天，30°C處理下卵期 21.2 ± 0.3 天最短。在20°C與25°C處理下，卵孵化率達及 $99.0\% \pm 0.1\%$ ，為卵孵化的良好溫度，30°C處理組 $81.0\% \pm 6.9\%$ 次之，15°C處理組為 $6.0\% \pm 1.2\%$ 最低。以卵重區別大型卵、中型卵與小型卵，25°C下大型卵、中型卵平均孵化率可達96%，但小型卵孵化率僅35%；大型卵孵化的一齡幼蟲平均體長 8.67 ± 0.51 mm最長，中型卵孵化的一齡幼蟲平均體長 8.04 ± 0.41 mm次之，小型卵孵化的一齡幼蟲平均體長 6.91 ± 0.72 mm最短。大型卵、中型卵及小型卵孵化後一齡幼蟲饑餓忍耐力分別為 27.05 ± 9.18 、 25.25 ± 6.09 與 19.50 ± 4.43 天。一齡幼蟲體長與其耐饑餓能力呈正相關 ($p < 0.05$)。

Key words: firefly, *Pyrocoelia analis*, egg size, temperature, starvation tolerance.

關鍵詞: 螢火蟲、台灣窗螢、卵大小、溫度、耐飢餓能力。

Full Text: [PDF\(0.45 MB\)](#)

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

溫度與卵大小對台灣窗螢卵期、孵化率與一齡幼蟲耐饑餓能力之影響

何健鎔* 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

摘要

本文係在室內定溫條件下探討溫度與卵大小對台灣窗螢卵期、孵化率與一齡幼蟲耐饑餓能力之影響。台灣窗螢卵在 15°C 處理下卵期 99.6 ± 5.7 天最長，20°C 處理下卵期 45.9 ± 0.4 天居次，25°C 處理下卵期 26.9 ± 0.5 天，30°C 處理下卵期 21.2 ± 0.3 天最短。在 20°C 與 25°C 處理下，卵孵化率達及 $99.0\% \pm 0.1\%$ ，為卵孵化的良好溫度，30°C 處理組 $81.0\% \pm 6.9\%$ 次之，15°C 處理組為 $6.0\% \pm 1.2\%$ 最低。以卵重區別大型卵、中型卵與小型卵，25°C 下大型卵、中型卵平均孵化率可達 96%，但小型卵孵化率僅 35%；大型卵孵化的一齡幼蟲平均體長 8.67 ± 0.51 mm 最長，中型卵孵化的一齡幼蟲平均體長 8.04 ± 0.41 mm 次之，小型卵孵化的一齡幼蟲平均體長 6.91 ± 0.72 mm 最短。大型卵、中型卵及小型卵孵化後一齡幼蟲饑餓忍受力分別為 27.05 ± 9.18 、 25.25 ± 6.09 與 19.50 ± 4.43 天。一齡幼蟲體長與其耐饑餓能力呈正相關 ($p < 0.05$)。

關鍵詞：螢火蟲、台灣窗螢、卵大小、溫度、耐飢餓能力。

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。早期文獻就曾經記載台灣窗螢卵、幼蟲、蛹與成蟲的形態 (Nakasawa, 1903)，也初步觀察其生長期 (Maki, 1927)。近年來諸多學者已進行台灣產螢科昆蟲的分類研究 (Lai, 1998; Lai *et al.*, 1998; Jeng *et al.*, 1999b)、縣市地區 (Ho *et al.*, 1998) 與國家公園的螢火蟲資源的調查研

究工作 (Yang, 1996; Jeng *et al.*, 1999a)，皆有良好成果，因而奠定了螢火蟲研究之基礎。台灣窗螢之成蟲與幼蟲是平原間常見的發光昆蟲，發生期長，為每年的 3 月到 10 月，並曾經在雲林地區一些廢棄農田中大發生 (outbreak)，引起地方上的賞螢熱潮 (Ho, 1998)。

甘蔗曾經是台灣早期農業的重要經濟作物，扁蝸牛 (*Bradybaena similaris* Ferussac) 與非洲大蝸牛 (*Achatina fulica* Ferussac) 是甘蔗重要的有害動物，而台灣窗螢幼蟲是扁蝸牛的重要天敵 (Takabasi, 1941)，幼蟲可用

*論文聯繫人
e-mail: jenzonho@tesri.gov.tw

於防治蔗田中的扁蝸牛 (Takano and Yatakihara, 1939) 及非洲大蝸牛 (Chui, 1965)。由於台灣窗螢幼蟲簡易飼養法之研究有所進展，可用扁蝸牛活體飼育，在小型透明塑膠盒中完成累代飼育，初步完成其生活環、產卵行為與產卵量等等之研究，建立生物學之基礎 (Ho *et al.*, 2002; Ho, 2002)。

螢亞科 (Lampyridae) 中部份種類的雌蟲為小翅型 (brachyptery type)，如窗螢屬 (*Pyrocoelia*) 及短角窗螢屬 (*Diaphanes*) 等。Ho (2002) 指出此類螢火蟲雌蟲體長與卵徑大小之關係呈正相關。但卵大小在生態適應的意義為何？在不同溫度下對卵期與孵化率的效應仍不清楚。對於幼蟲肉食性的螢火蟲而言，不同大小一齡幼蟲之耐饑餓情形，關係著族群的成長與發展，此為本文擬探討的主題。

材料與方法

一、供試蟲源

台灣窗螢終齡幼蟲於 1998 年 5 月間赴雲林縣西螺鎮，在廢棄的田地中採集得之，並攜回特有生物研究保育中心研究室。單隻飼養幼蟲，放置於陰暗通風處，用舒潔牌抽取式白色衛生紙，對摺二次後，植入透明塑膠盒中 (高度 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 蒸餾水於衛生紙上以保濕，並供給扁蝸牛活體，加蓋後，在蓋子上切割十字紋孔；隔日更新髒的衛生紙，並將食畢的蝸牛殼取出，補充新蝸牛，同時注入約 3 ml 蒸餾水以保濕 (Ho, 2002)。

二、溫度對卵之孵化率與卵期之影響

雌蟲 ($n = 3$) 所產之卵，於卵中隨機選取 100 枚，分別以細毛筆沾水輕輕挑起，方陣排列於白色衛生紙上 (10 粒 x 10 粒)，置於培養

皿中，加入 2 滴蒸餾水，使衛生紙保持濕潤，加蓋後，各放置於 15°C、20°C、25°C 與 30°C 之梯溫生長箱 (名器 F15) 中保存，光週期 L : D = 10 : 14，每處理共計三重覆，每日觀察其孵化情形，記錄孵化數量。

三、卵大小與一齡幼蟲體長

隨機選取雌蟲 ($n = 10$) 之產卵，以微量天秤 (Mettler/德國 AE100，有效數字為小數點 4 位) 測量每粒卵重，將卵重界定於 0.0030 - 0.0038 g 為大型卵，0.00210 - 0.00299 g 為中型卵，0.00140 - 0.00209 g 為小型卵，各選擇 30 粒，依序排列於衛生紙上置於培養皿中，加入 3 ml 蒸餾水，使衛生紙保持濕潤，加蓋後，放置於 25°C，光週期 L : D = 10 : 14 之生長箱，待卵孵化後，以標尺測量一齡幼蟲之體長與體寬。

四、一齡幼蟲之耐饑餓能力

將孵化後的一齡幼蟲以細毛筆挑出，單隻放入透明塑膠盒中觀察紀錄，放置於 25°C 生長箱中保存，光週期 L : D = 10 : 14，每日更換衛生紙，並以塑膠滴管注入約 3 ml 蒸餾水，不供給食物，紀錄死亡日期。

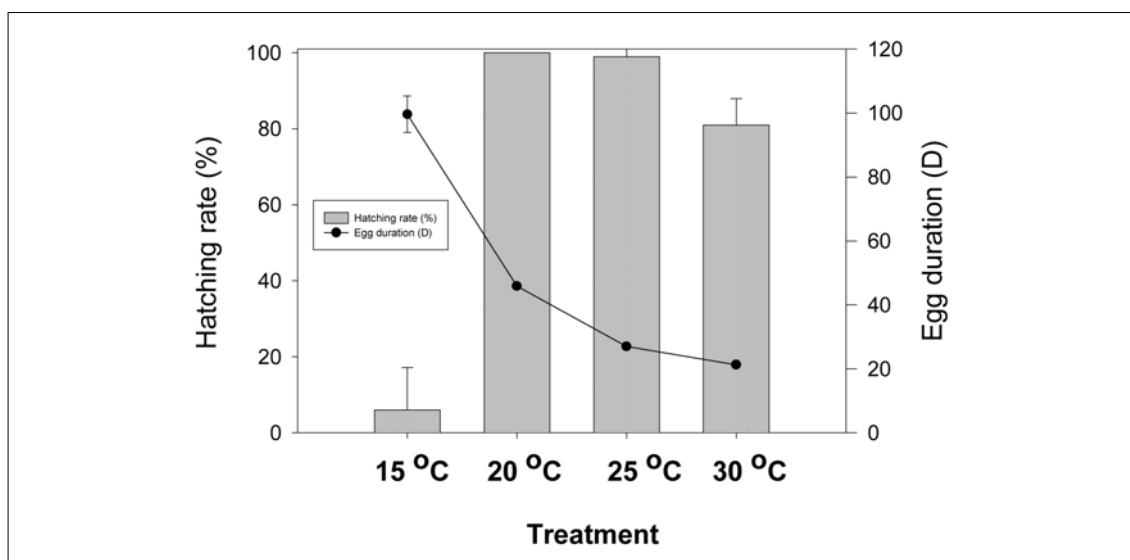
五、統計與分析

各不同溫度處理組間之差異以 Student's *t*-test 檢驗。另以 Excel 2000 內建之統計函數，進行相關統計分析。

結 果

一、不同溫度下之卵期與卵孵化率

15°C 處理下卵期為 99.6 ± 5.7 天，20°C 處理下卵期 45.9 ± 0.4 天，25°C 處理下卵期 26.9 ± 0.5 天，30°C 處理下卵期 21.2 ± 0.3 天最低。



圖一 在不同溫度處理下台灣窗螢卵的孵化率與卵期。

Fig. 1. Hatching rate and egg duration of *Pyrocoelia analis* when treated at 15, 20, 25 and 30°C.

表一 不同卵重選別下孵化一齡幼蟲之體型大小與耐饑餓期

Table 1. Body size and starving duration of first instar larvae hatched from the selected weight of firefly egg, *Pyrocoelia analis*

| Egg weight (g) | Sample size | Length of 1 st instar larvae (mm) | Width of 1 st instar larvae (mm) | Starving duration of 1 st instar larvae (day) |
|----------------|-------------|--|---|--|
| 0.0030-0.0038 | 30 | 8.67 ± 0.51 * | 0.91 ± 0.09 | 27.05 ± 9.18 * |
| 0.0021-0.00299 | 30 | 8.04 ± 0.41 * | 0.84 ± 0.07 | 25.25 ± 6.09 * |
| 0.0014-0.00209 | 30 | 6.91 ± 0.72 | 0.74 ± 0.04 | 19.50 ± 4.43 |

* $p < 0.01$, 表示不同處理之間無顯著差異。

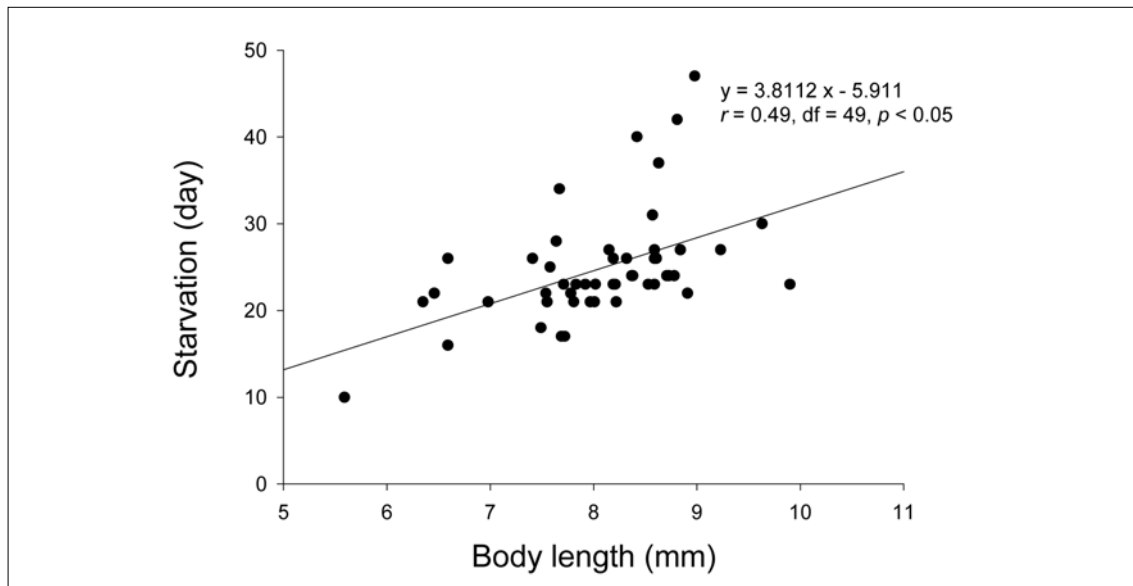
卵以 15°C、20°C、25°C 與 30°C 不同溫度處理，其卵孵化率結果如圖一，20°C 與 25°C 處理組孵化率 99.0%±0.1%，是卵孵化的最佳溫度，30°C 處理組 81.0%±6.9% 居次，15°C 處理組卵孵化率 6.0%±11.2% 最低。

二、卵大小與孵化率

在 25°C 下大型卵、中型卵孵化率均可達 96%，小型卵孵化率 35% 較低。大型卵及中型卵的孵化率明顯高於小型卵之孵化率。

三、卵大小及一齡幼蟲體長之相關

大型卵孵化的一齡幼蟲體長 8.67±0.51 mm，體寬 0.91±0.09 mm，中型卵孵化的一齡幼蟲體長 8.04±0.41 mm，體寬 0.84±0.07 mm，小型卵孵化的一齡幼蟲體長 6.91±0.72 mm，體寬 0.74±0.04 mm，如表一。其皆呈差異顯著 (t value = 4.28, 5.51, $p < 0.01$)，因此可知台灣窗螢的大型卵及中型卵孵化的一齡幼蟲體長明顯較小型卵孵化的一齡幼蟲體長為長。



圖二 一齡幼蟲體長與耐饑餓能力之相關。

Fig. 2. Relationship between body length and starvation ability of first instar larvae of *Pyrocoelia analis*.

四、一齡幼蟲體長與耐饑餓能力之相關

於大型卵、中型卵與小型卵孵化後一齡幼蟲之饑餓忍受力，以大型卵孵化後的一齡幼蟲 27.05 ± 9.18 天最長，中型卵孵化後的一齡幼蟲 25.25 ± 6.09 天次之，小型卵孵化後的一齡幼蟲 19.50 ± 4.43 天最短。將一齡幼蟲體長和耐饑餓能力進行相關分析，相關係數 $r = 0.49$ ， $df = 49$ ， $p < 0.05$ ， $y = 3.8112x - 5.911$ ，幼蟲體長與耐飢餓能力呈正相關，如圖二，一齡幼蟲之體長愈長，其耐饑餓能力愈強。

討 論

一、卵發育適溫

由不同溫度對卵孵化率的影響中得知，台灣窗螢的卵較合適發育之溫度約 20°C 與 25°C 為佳，可達 99% 的孵化率， 30°C 以上高溫與 15°C 以下低溫度，皆較不利於卵的孵化。在中

部地區的調查結果，台灣窗螢成蟲發生高峰的時間在 3 月與 10 月，有 2 個高峰期 (Ho, 1997; Ho *et al.*, 1998)，此時雌蟲所產下的卵，適合於卵孵化；而 7 月至 8 月間溫度較高，且 10 月至次年 3 月間溫較低，推論溫度過高或過低並不適合卵的孵化。但是，日本產源氏螢 (*Luciola cruciata* Motschulsky) 的卵大小有變異，大卵 (卵重 $\geq 80 \mu\text{g}$) 與小卵 (卵重 $< 80 \mu\text{g}$)，在不同溫度下，一齡幼蟲的存活率有所差異，在冬季裡河水結冰，一齡幼蟲在低溫下之活力 (viability) 較強 (Yuma, 1984)。卵在溫度的適應上，台灣窗螢與源氏螢的表現不同。而卵期的適應機制，在生理上的特性與差異，有待進一步之探究。

二、卵大小與孵化率及一齡幼蟲體長之關係

由表一得知，在 25°C 下，大型卵與中型卵的孵化率高，小型卵的孵化率偏低；且大型卵孵化後的一齡幼蟲體長與體寬最大，中型卵

次之，小型卵最小。從台灣窗螢雌蟲不同的產卵日齡卵徑之比較上，產卵期前 4 天所產下的卵徑並無顯著差異，第 5 天後所產之卵，有偏小之趨勢，而雌蟲的卵巢中屬於無營養細胞型 (panoistic type)，卵細胞在微卵管中排列較前的個體其卵徑明顯較大，愈末端者其卵徑較小 (Ho *et al.*, 2002)，故而形成此現象。比較上，台灣窗螢雌蟲愈重，而其產卵量也會愈多 (Ho *et al.*, 2002)。此外，水生螢火蟲的源氏螢其大型卵在正常均質的飼養環境下，幼蟲多數 6 齡；而小型卵在正常均質的飼養環境下，幼蟲多數 7 齡 (Yuma, 1986)。台灣窗螢卵大小對於性別、齡期及幼蟲期之關係為何？有待更進一步的研究探討。

三、一齡幼蟲體長與耐饑餓能力之相關

忍耐饑餓能力是幼蟲能否存活之重要性。孵化後一齡幼蟲要能夠在一定時間內找到適當的食物，以維持生命，否則會面臨餓死，遭到環境的淘汰。大型卵孵化的一齡幼蟲對於饑餓的忍耐力較高，從單隻雌蟲單日產卵的大小作比較，產卵期間前 1-4 天所產之卵較大 (Ho, 2002)，因此其存活率也較高。

螢亞科窗螢屬、短角窗螢屬的雌蟲皆為小翅型，種間雌蟲體長與卵徑大小呈正相關 (Ho, 2002)，大型卵是此類螢火蟲演化的主要途徑之一。從種內的比較而言，台灣窗螢大型卵所含的營養較多，孵化後一齡幼蟲的體長與體寬也較大，其耐饑餓的能力較高，所以大型卵是生存上適應性較高的一群，當環境條件較差時，大型卵可提高存活機率。對於小翅型的雌蟲而言，大卵具有生態演化上的意義。此外，水生螢火蟲中之黃綠螢與黃胸黑翅螢的卵趨小及產卵量高 (Ohba, 1997; Ho, 2002)，是為为了提高在水中一齡幼蟲的存活率 (Ho, 2002)，這是其主要的演化途徑之一。

四、一齡幼蟲之保育

台灣窗螢雌蟲具小翅，不會飛行，僅於地表活動，但任何棲地破壞，皆會嚴重影響族群的生存；雖然雌蟲產卵量高，卵孵化率高，一齡幼蟲雖可忍耐短期的饑餓，但棲地環境長期的乾旱，影響其蝸牛的活動，食物來源不足，容易造成幼蟲的死亡，族群發展上是十分脆弱的。所以就棲地的保育而言，在一齡幼蟲出現期間，必須注意棲地表層食物是否充足，也應避免棲地的破壞與踐踏，嚴格使用殺草劑與殺蟲劑，需保持棲地間地表的濕度與地被植物的完整，這是棲地經營管理上必需注意的。

誌 謝

本研究蒙行政院農業委員會特有生物研究保育中心何主任源三之鼓勵與鞭策，研究室同仁姜碧惠與張秀姍小姐協助養蟲與相關試驗工作。二位審查委員之費心修改文章。程文貴、羅錦文、朱建昇與朱建昌先生協助野外扁蝸牛及台灣窗螢幼蟲之採集，謹此申謝。

引用文獻

- Chui, S. C. 1965. The biological control of the crop pests pp.11-12 In: S. C. Chui, ed. Proceedings of the Plant Protection in Taiwan. Taiwan Agricultural Research Institute Press, Taichung (in Chinese).
- Ho, J. Z. 1998. An outbreak of *Lychnuris analis* in the Shilo area. Nat. Conserv. Q. 24: 48-53 (in Chinese).
- Ho, J. Z. 2002. Larval morphology of twenty-one species of bionomics of

- fireflies (Coleoptera: Lampyridae) in Taiwan. Doctoral Dissertation, Department of Entomology, National Chung Hsing University, 180 pp (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(2): 121-127 (in Chinese).
- Ho, J. Z., S. W. Huang, and T. H. Su.** 2002. Egg production and ovipositional behavior of the firefly, *Pyrocoelia analis* (Fabricius) Formosan Entomol. 22: 43-51 (in Chinese).
- Jeng, M. L., J. Lai, and P. S. Yang.** 1999a. A synopsis of the firefly faunas at six national parks in Taiwan (Coleoptera: Lampyridae). *Chinese 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(2): 347-362.
- Lai, J.** 1998. Revision of Lampyrinae from Taiwan (Coleoptera: Lampyridae). Master's thesis, Graduate Institute of Plant Pathology and Entomology, National Taiwan University, Taipei. 120 pp.
- Lai, J., M. Sato, and P. S. Yang.** 1998. Checklist of Lampyridae of Taiwan – Coleoptera: Polyphaga: Lampyridae. *Chinese 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(71): 286-289 (in Japanese).
- Ohba, N.** 1997. Twenty years with fireflies – An outline of research in Japan. *Insectariums* 34: 4-18 (in Japanese).
- Takabasi, L. E.** 1941. 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 benefice insects for control the pests in the sugarcane. Dept. Agri. Gover. Res. Inst. Special publication no. 2. p. 311 (in Japanese).
- 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. Miaoli. 30 pp (in Chinese).
- Yuma, M.** 1984. Egg size and viability of the firefly, *Luciola cruciata* (Coleoptera, Lampyridae). *KONTYŪ* 52(4): 615-629.
- Yuma, M.** 1986. Growth and size variations in the larvae of *Luciola cruciata* (Coleoptera: Lampyridae) in relation to the egg size. *Physiol. Ecol. Japan* 23: 45-78.
- 收件日期：2003年9月24日
接受日期：2003年12月19日

Effects of Temperature and Egg Size on Egg Duration, Hatching Rate, and Starvation Tolerance of First Instar Larvae of the Firefly, *Pyrocoelia analis*

Jen-Zon Ho*, Hsien-Wen Huang Taiwan Endemic Species Research Institute, Council of Agricultural, 1 Min-Sheng E. Road, Chichi, Nantou 552, Taiwan

ABSTRACT

The effects of temperature and egg size on egg duration and first instar larvae survival of *Pyrocoelia analis* were studied in the laboratory. The egg duration averaged 99.6 ± 5.7 , 45.9 ± 0.4 , 26.9 ± 0.5 , and 21.2 ± 0.3 days when the temperature was at 15, 20, 25, and 30°C, respectively. At the temperatures of 20 and 25°C, the hatching rate was the highest and reached $99\% \pm 0.1\%$; while it was $81.0\% \pm 6.9\%$ at 30°C and $6.0\% \pm 11.2\%$ at 15°C. Eggs were separated into large, medium, and small sizes by weight. The hatching rate of large and medium eggs was 96% at 25°C, while it was only 35% for small eggs. The body length of First instar larvae hatched from large eggs measured 8.67 ± 0.51 mm, and was longer than those hatched from medium and small eggs with measurements of 8.04 ± 0.41 mm and 6.91 ± 0.72 mm respectively. The starvation tolerance of first instar larvae hatched from large, medium and small eggs were 27.05 ± 9.18 , 25.25 ± 6.09 and 19.50 ± 4.43 days, respectively. Body length showed a positive relationship with starvation tolerance ($p < 0.05$).

Key words: firefly, *Pyrocoelia analis*, egg size, temperature, starvation tolerance