



Formosan Entomologist

Journal Homepage: entsocjournal.yabee.com.tw

Occurred Fluctuation, Distribution and Habitat Characters of the Firefly, *Pyrocoelia analis* 【Research report】

台灣窗螢之發生變動、分布與棲地特性【研究報告】

Jen-Zon Ho*
何健鎔*

*通訊作者E-mail: jenzonho@tesri.gov.tw

Received: 2004/03/16 Accepted: 2004/04/16 Available online: 2004/06/01

Abstract

This study showed the annual occurrence of the firefly, *Pyrocoelia analis*. This survey was conducted in the Shilo area of Yunlin County from 1998 to 1999. The occurred fluctuation have shown male appeared from March to October. Low peak appeared from March to April and the high peak appeared from July to August annually. The larvae of various stages were overwintered from September to following February. The survey was conducted in the Hsinying area of Tainan County in 1996. Male firefly appeared in January influenced by the high and changeable temperature in winter. Continuous heavy rain from May to August influenced the occurrence of male. Mean of body length in March and August was measured and respectively showed 16.32 ± 1.16 mm, $15.49 \pm .077$ mm in Shilo area and 15.42 ± 1.15 mm, $14.37 \pm .067$ mm in Hsinying area. The results showed the significant difference in body length ($p < 0.01$). Distribution of the *P. analis* presented in our 85 survey locations that were distributed in all counties on the Taiwan excluded the Taitung county, Hualien county, green island and orchid island. The altitude of *P. analis* habitats ranged from plain to the 400 m. The eleven types of habitats included bamboo plantation, windbreaks, orchard, dry riverbed, grassland, tea plantation, broadleaf forest, vegetable, paddy field, sugarcane field, and *Arecae catechu* showed the high diversity. The grassland was found in the highest ratio among 34 habitats and followed by the dry riverbed, which was found eleven sites.

摘要

本研究調查西螺與新營二地台灣窗螢 (*Pyrocoelia analis* (Fabricius)) 之週年發生變動情形，從雲林縣西螺地區調查 (1998-1999) 結果顯示三月到十月間是雄蟲之發生期，其中三月到四月間有一次小高峰期，七月到八月間有另一次大高峰期，十一月後至次年的二月間以幼蟲越冬。而台南縣新營地區的調查 (1996) 結果顯示南部冬季溫度較高且變化大，一月即有少數的雄蟲出現；五月至八月如有連續性大雨，也會影響雄蟲發生。比較二地區三月及八月出現平均體長，西螺地區為 16.32 ± 1.16 mm、 15.49 ± 0.77 mm；新營地區為 15.42 ± 1.15 mm、 14.37 ± 0.67 mm，在三月及八月雄蟲體長皆有顯著性差異 ($p < 0.01$)。經調查此蟲在台灣分布情形，結果發現有棲地85處，台東縣、花蓮縣、蘭嶼、綠島除外，其餘各縣市皆有分布，從平原至海拔400公尺間；幼蟲棲地類型有竹林、防風林、果園、河床、草地、茶園、闊葉樹林、菜園、農田、蔗田及檳榔園等11型，顯示其多樣性高，其中草地型34處出現的頻率最高，河床型13處次之。

Key words: *Pyrocoelia analis*, occurrence, distribution, habitat

關鍵詞: 台灣窗螢、發生、分布、棲地

Full Text:  [PDF \(0.75 MB\)](#)

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

台灣窗螢之發生變動、分布與棲地特性

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

摘要

本研究調查西螺與新營二地台灣窗螢 (*Pyrocoelia analis* (Fabricius)) 之週年發生變動情形，從雲林縣西螺地區調查 (1998-1999) 結果顯示三月到十月間是雄蟲之發生期，其中三月到四月間有一次小高峰期，七月到八月間有另一次大高峰期，十一月後至次年的二月間以幼蟲越冬。而台南縣新營地區的調查 (1996) 結果顯示南部冬季溫度較高且變化大，一月即有少數的雄蟲出現；五月至八月如有連續性大雨，也會影響雄蟲發生。比較二地區三月及八月出現平均體長，西螺地區為 16.32 ± 1.16 mm、 15.49 ± 0.77 mm；新營地區為 15.42 ± 1.15 mm、 14.37 ± 0.67 mm，在三月及八月雄蟲體長皆有顯著性差異 ($p < 0.01$)。經調查此蟲在台灣分布情形，結果發現有棲地 85 處，台東縣、花蓮縣、蘭嶼、綠島除外，其餘各縣市皆有分布，從平原至海拔 400 公尺間；幼蟲棲地類型有竹林、防風林、果園、河床、草地、茶園、闊葉樹林、菜園、農田、蔗田及檳榔園等 11 型，顯示其多樣性高，其中草地型 34 處出現的頻率最高，河床型 13 處次之。

關鍵詞：台灣窗螢、發生、分布、棲地

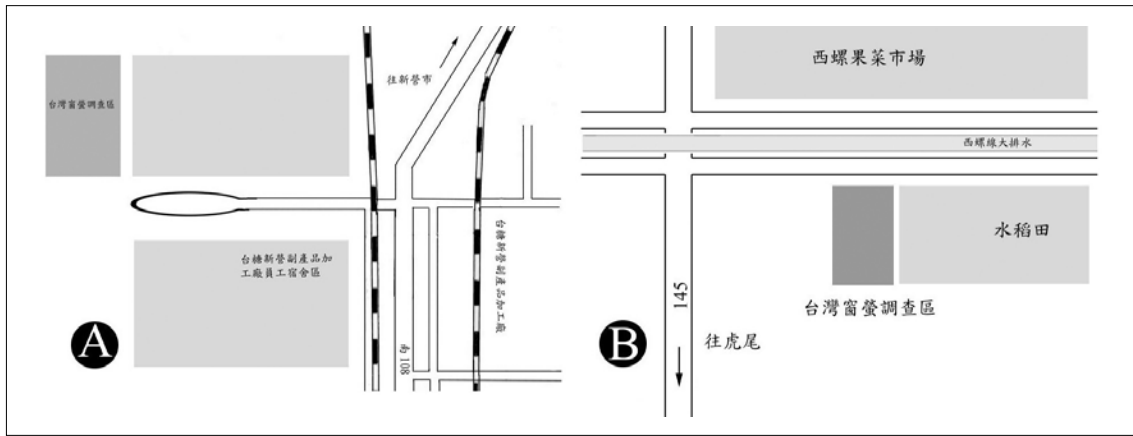
前言

台灣窗螢是台灣螢火蟲文獻中最早有記載的種類，Nakasawa (1903)曾描述卵、幼蟲、蛹及成蟲簡單的外部形態。之後，陸續也有學者發表飼養觀察記錄與生活史(Maki, 1927)。其幼蟲於野外可捕食扁蝸牛 (*Bradybaena similaris* (Ferussac))、球蝸牛 (*Bradybaena tourannensis* (Souleyet)) 與非洲大蝸牛 (*Achatina fulica* Ferussac) (Takabasi, 1941)。學者專家曾經建議以台灣

窗螢幼蟲作為天敵，應用在防治蔗田中有害的蝸牛類 (Takano and Yatakihara, 1939; Chui, 1965)，惜未推廣使用。Jeng *et al.* (1999b) 報告台灣產窗螢 (*Pyrocoelia*) 之分類系統。

台灣窗螢幼蟲可以「蝸牛活體飼育法」飼養剛孵化的一齡幼蟲，在小飼育盒(高度 6 cm，底部直徑 8 cm，開口直徑 9.5 cm)中能夠完成其生活環，且經累代飼養，進而探討其生活史與產卵行為等。在室溫下卵期約 21 天，幼蟲期約 242 天，蛹期約 12 天，成蟲期

*論文聯繫人
e-mail: jenzonho@tesri.gov.tw



圖一 台灣窗螢發生調查位置圖 (A: 台南縣新營市調查點; B: 雲林縣西螺鎮調查點)。

Fig. 1. Maps of the investigating area of *P. analis* occurrence (A: Hsinying area in Tainan County; B: Shilo area in Yunlin County).

約 18 天。而雄性幼蟲具 4-6 齡期，雌性幼蟲具 5-7 齡期(Ho *et al.*, 2003)。蛹為裸蛹，乳白色，可從體型與翅芽區別雌雄性別，利用數位錄影系統紀錄其化蛹與羽化過程，而化蛹及羽化的時間上呈逢機分布(Ho *et al.*, 2002a)。羽化後之成蟲夜行性，體型差異大，為雌雄二態型(sexual dimorphoism)，雌蟲體型肥胖，具小翅，羽化後即能交尾，並可多次交尾，一生平均產卵 332 粒(Ho *et al.*, 2002b)，雄蟲發光為黃綠色，光持續且明亮。曾在雲林縣西螺鎮的一些廢棄農田中大發生(outbreak)，吸引許多社會大眾前往賞螢(Ho, 1998; Chen, 2000)。本研究主要探討台灣窗螢發生變動、分布及棲地特性等生物學特性，可作為台灣窗螢保育和棲地經營管理之參考。

材料與方法

一、調查地點

本研究選擇中部地區與南部地區各一處的調查點，樣區選擇上考量棲地間雄蟲發生數量多寡、隱蔽性高、外在的干擾因子較小與交通的方便性等。南部地區調查始於 1996 年 1

月起至 1996 年 12 月止，調查點位於台灣糖業股份有限公司新營副產品加工廠宿舍區旁之廢棄公園，如圖一 A，面積約 9,840 平方公尺 (120 m x 82 m)，每二週前往調查一次，該調查點長方形，主要為草地，地被植物以禾本科植物為主，其中也有十年生之芒果樹。由於調查的結果進一步比較，另選擇中部地區調查樣點，位於西螺果菜市場旁之休耕田，如圖一 B，面積約 1,200 平方公尺(80 m x 15 m)，調查始於 1998 年 7 月起至 1999 年 6 月止，每月前往西螺鎮調查一次，該調查點主要在道路旁地被植物以葎草(*Humulus scandenens*) 為主，其中長有一些大花咸豐草(*Bidens pilosa var. radiata*)、昭和草(*Crassocephalum rabens*)、血桐(*Macaranga tanarius*) 及小葉桑(*Morus australis*)等植物。

二、調查方法

每次以二人次進行，調查當日於日落前 30 分就定位，如遇下雨則順延一日，入夜後雄蟲才開始起飛時，以細蝶網捕捉飛行中發光的雄蟲，此外檢視地面上發光的雄蟲個體，先暫時放置於大型透明封口袋中，採全數計數法

(totally count)，於夜間九點後結束採集，將雄蟲取出紀錄數量，用拇指及食指輕輕地捏住胸腹部，取出標尺測量雄蟲體長與體寬，並對此二因子進行 *t*-test 檢定。

三、環境因子

以交通部中央氣象局農業氣象旬報之記錄，代表當地溫度與雨量。新營地區以新營氣象站的資料為代表。由於西螺地區無測候站，因此以最鄰近的虎尾地區之氣象資料為其代表。

四、分布調查

從 1996-2003 年間進行不定期台灣窗螢棲地調查，如發現幼蟲存在，即以衛星定位儀(GPS)測量經緯度與海拔高度，並記錄棲地行政區域地點與棲地植被。將紀錄的棲地經緯度，以地理資訊系統(GIS)之 Arch View 3.2 版軟體，作成分布圖。

結 果

一、新營地區週年發生變動

圖二顯示調查結果，新營地區 1996 年冬季的溫度較高且溫度變化大，一月的調查中即有雄蟲出現，二月至三月間有一次發生高峰期，而五月至六月間有另一次高峰期。五月至八月間因有連續性的降雨，累積的降雨量超過 300 mm，影響當地野外雄蟲發生數量，因此六月上旬到八月下旬的調查中無雄蟲出現，九月份起溫度開始漸漸下降，降雨量明顯減少，除有有一次發生小高峰，九月下旬至十二月下旬，該地區則雄蟲無發生記錄。

二、西螺地區週年發生變動

圖三顯示調查結果，西螺地區 1998 年七

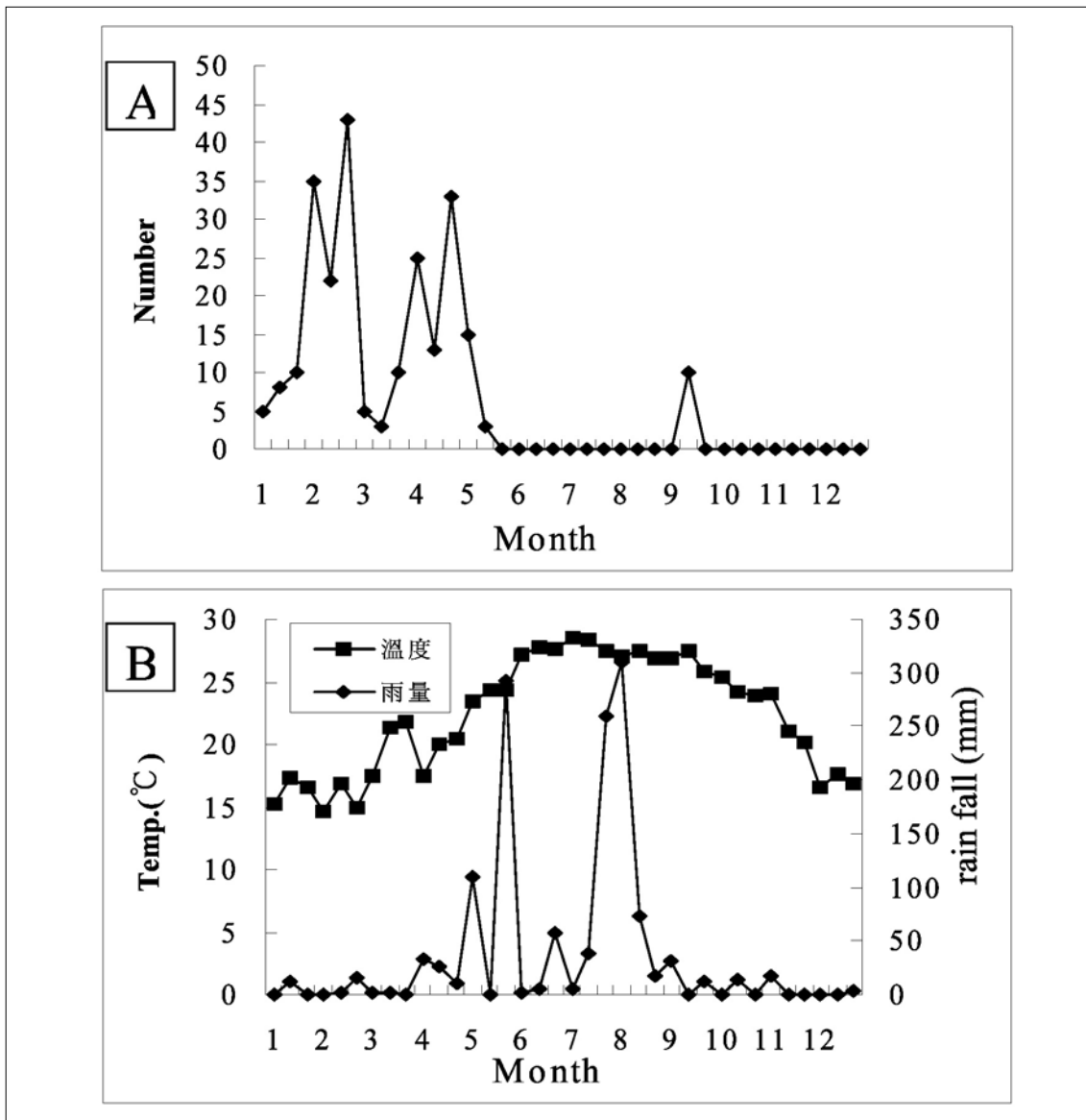
月間雄蟲發生的數量最高，之後由於八月間降雨量高，因此八月至十月後雄蟲發生數量明顯減少，十一月進入冬季以後，調查無雄蟲發生，直至次年(1999)的四月間，雄蟲才又出現，四月至五月間有一次高峰期。初步推論西螺地區每年有二次發生高峰期，第一次在四月間，第二次在七月至八月間，其中以七月的調查數量達 200 隻最高。

三、雄蟲體長與體寬之比較

於西螺地區三月採集的雄蟲體長 16.32 ± 1.16 mm ($n = 22$)，體寬 1.16 ± 0.37 mm ($n = 22$)，八月採集的雄蟲體長 15.49 ± 0.77 mm ($n = 22$)，體寬 5.37 ± 0.32 mm ($n = 22$)，西螺地區三月與八月雄蟲體長以 *t*-test 檢測，有顯著差異(t value = 3.07, $p < 0.01$, $df = 42$)，體寬以 *t*-test ($n = 22$) 檢測，無顯著差異($p > 0.05$)。於新營地區三月採集的雄蟲體長 15.42 ± 1.15 mm ($n = 11$)，體寬 5.30 ± 0.20 mm ($n = 11$)，八月採集的雄蟲體長 14.37 ± 0.67 mm ($n = 11$)，體寬 5.26 ± 0.19 mm ($n = 11$)，新營地區三月與八月雄蟲體長以 *t*-test 檢測，有顯著差異 (t value = 3.07, $p < 0.01$, $df = 20$)，體寬以 *t*-test 檢測，無顯著差異 ($p > 0.05$)。比較西螺地區與新營地區三月與八月雄蟲體長與體寬，無顯著差異 ($p > 0.05$) (圖四)。

四、分布

調查台灣窗螢之棲地共 85 處，經地理資訊系統將各棲地之座標轉成分布圖(圖五)。花蓮縣、台東縣、蘭嶼與綠島除外，各縣市都有其分布記錄，包括金門、澎湖與小琉球等離島地區都有分布，由圖五的分析得知，台灣山區的分佈點較為稀少，顯示棲地主要出現於平原與低海拔山區，是平原間最普遍發生的螢火

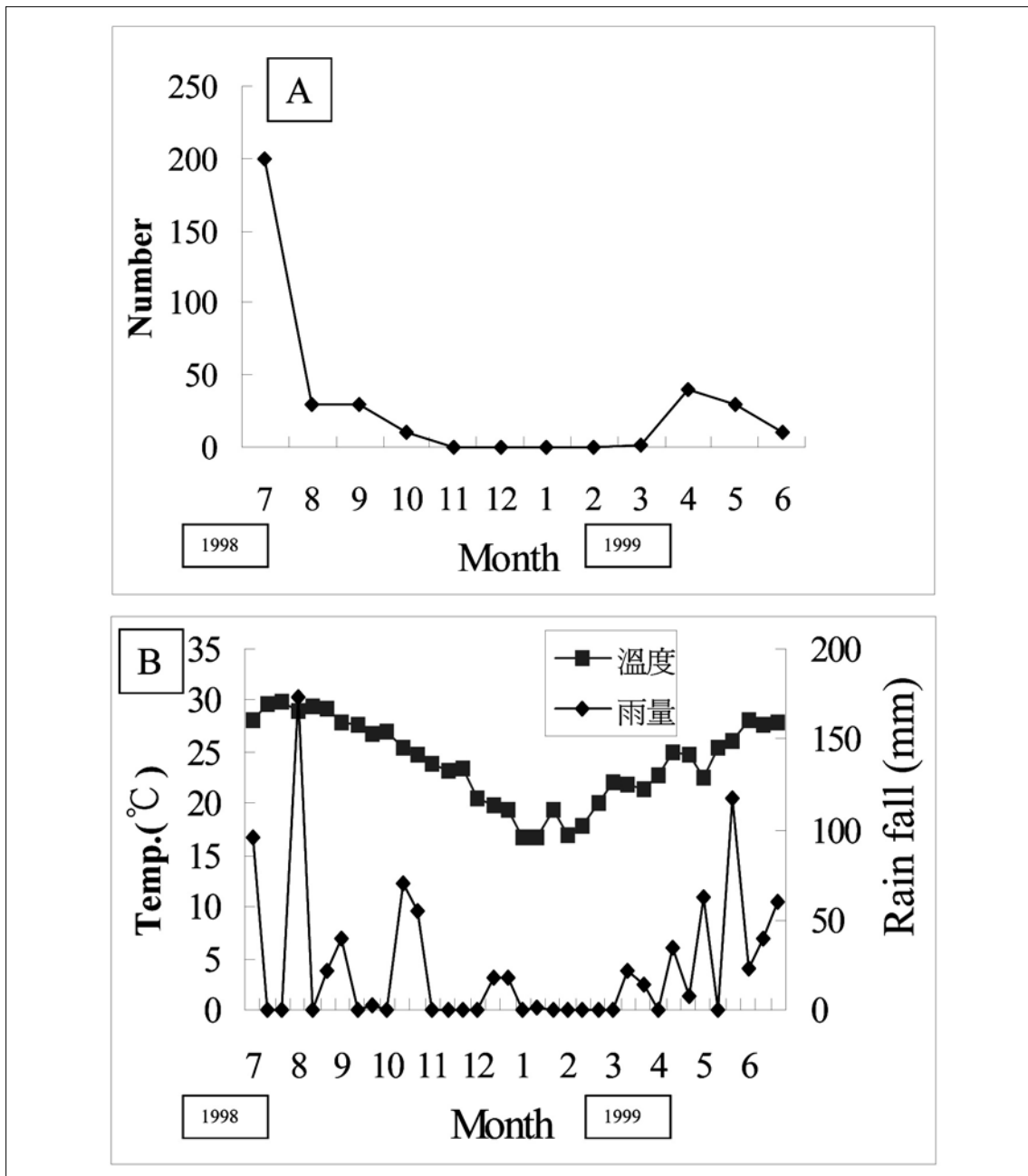


圖二 1996 年在新營地區調查地的溫度、降雨量與雄蟲發生變化 (A: 雄蟲發生變化; B: 平均溫度與降雨量)。
 Fig. 2. Seasonal fluctuation of *P. analis* male, temperature, and rainfall in Hsinying area in 1996 (A: occurrence of male; B: means of temperature and rainfall).

蟲。從本調查中得知，台北縣貢寮鄉是其最北的分布，屏東縣內埔鄉及小琉球地區附近是其最南分布。就垂直分布而言，台灣窗螢分布於海拔 0-400 公尺以下山區。

五、棲地特性

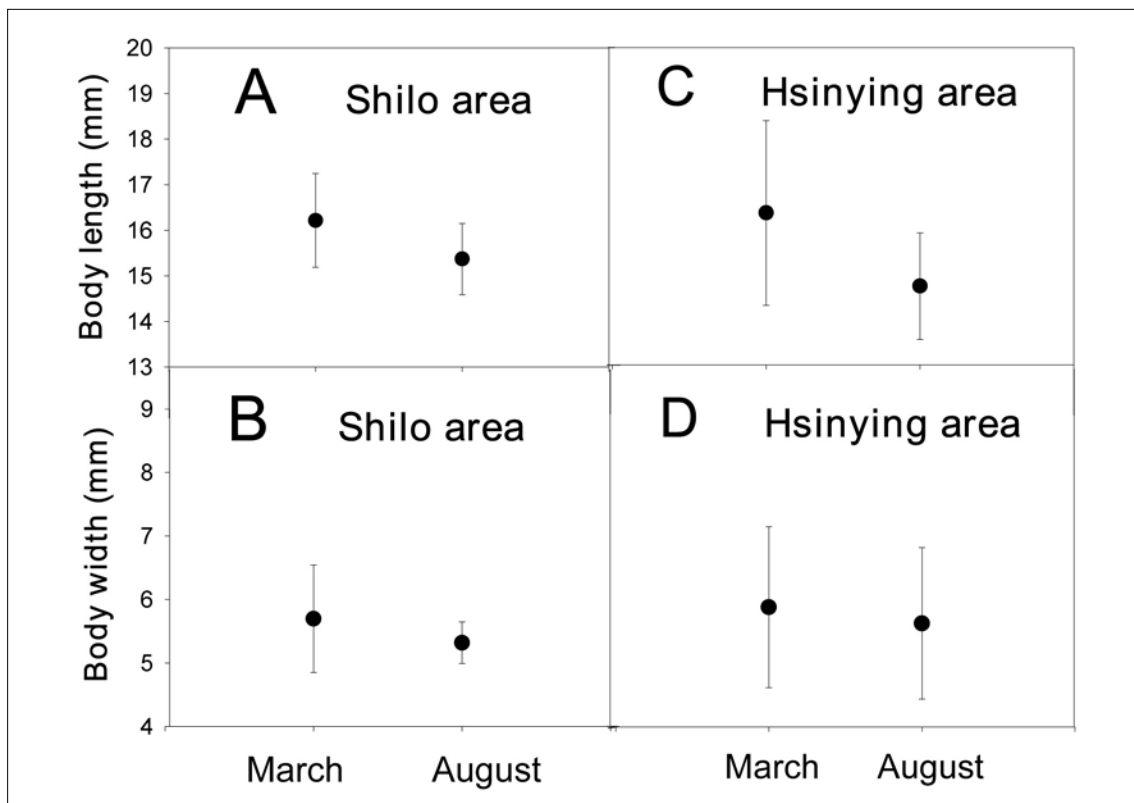
經調查全台灣已紀錄台灣窗螢棲地 85 處個標點中，各棲地依其植被分別為竹林 (bamboo plantation)、防風林 (wind-breaks)、果園 (orchard)、河床 (dry riverbed)、草地 (grass land)、茶園 (tea plantation)、闊葉樹林 (broad leaf forest)、



圖三 從 1998 到 1999 年在西螺地區調查地溫度、降雨量與雄蟲發生變化 (A: 平均溫度與降雨量; B: 雄蟲發生變化)。
 Fig. 3. Seasonal fluctuation of *P. analis* male, temperature, and rainfall in Shilo area from 1998 to 1999. (A: occurrence of male; B: means of temperature and rainfall).

菜園(vegetable)、農田(paddy field)、蔗田(sugarcane field)及檳榔園(Arecae catechu)等 11 種類型。圖六顯示在棲地中以草地 34

處，出現頻度最高(40%)；河床 13 處次之(15%)；農田 10 處(11%)；菜園 8 處(9%)；闊葉樹林 7 處(8%)；防風林 4 處(5%)；果園 4 處(5%)；



圖四 分別於三月與八月間在新營地區與西螺地區採集台灣窗螢，比較雄蟲體長與體寬（A：西螺地區雄蟲體長；B：西螺地區雄蟲體寬；C：新營地區雄蟲體長；D：新營地區雄蟲體寬）。

Fig. 4. Comparison of the male body length and width of *P. analis* collected on March and August in Shilo and Hsinying area.

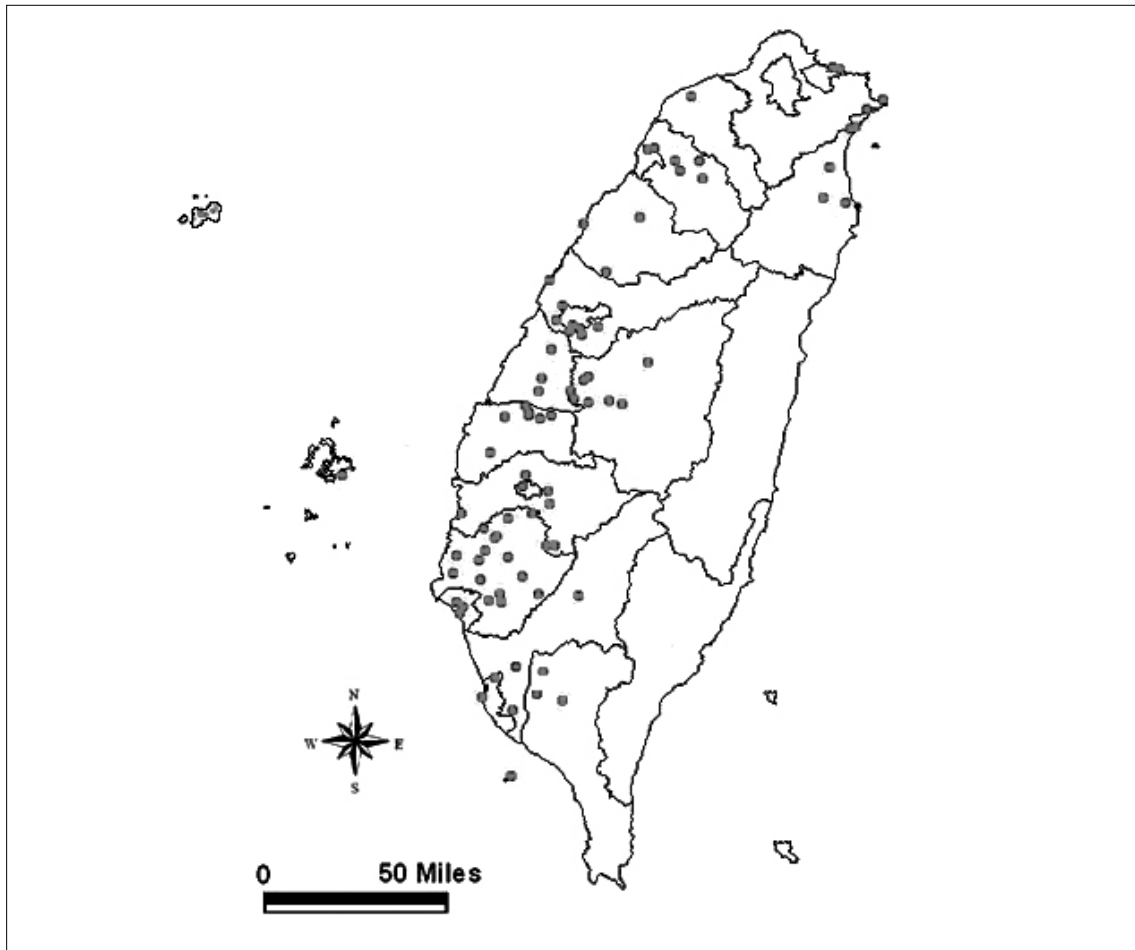
檳榔園 2 處(2%); 茶園 1 處(1%); 竹林 1 處(1%) 及蔗田 1 處(1%)，由幼蟲的棲地的多樣化類型，推論幼蟲對於棲地的適應性高。

討 論

一、台灣窗螢之發生變動

從西螺地區的調查得知，雄蟲從三至十月間發生，發生期長達 8 個月，和黃綠螢(*Luciola ficta* Olivier)的發生期類似，較台灣的其他種類之窗螢為長。台灣窗螢雄蟲發生變動會受溫度、雨量與食物等因子之影響。當十月間溫度與降雨量漸漸下降後，野外的幼蟲躲入石頭下

與縫隙間，聚集在同一隱蔽物體下越冬；扁蝸牛也進入休眠期，而冬季與早春的野外調查中也未見到發光幼蟲，至次年三月間溫度與濕度開始漸漸回升，棲地中的幼蟲才又開始出現，夜間活動，發光爬行，找尋獵物扁蝸牛。三月間即有雄蟲飛出，找尋雌蟲交尾。雌蟲羽化，並於即可與雄蟲交尾後，於地表的落葉、石礫間與土壤縫隙間產卵(Ho *et al.*, 2002a)。孵化後的一齡幼蟲，在地表層活動，如有足夠的扁蝸牛與良好環境條件，幼蟲可迅速成長，若三月至五月間有較高的降雨量，則會影響棲地間的幼蟲發育與七月間雄蟲數量(圖二)。由西螺地區的調查得知(圖三)，三月至五月間降雨量

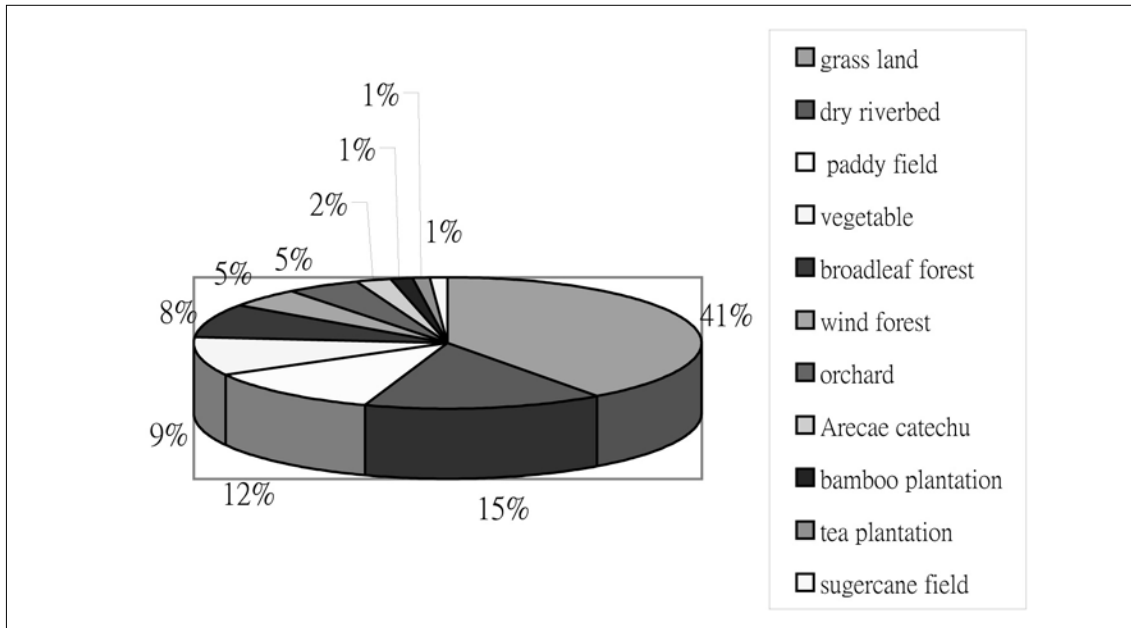


圖五 台灣窗螢在台灣地區之分布。
Fig. 5. Distribution of *P. analis* in Taiwan.

較正常，累積沒有超過 100 mm，則七月間是雄蟲出現數量的另一高峰。幼蟲需經 3-6 次蛻皮成長後，才能化蛹，雌性幼蟲發育期平均 243 天，高於雄性幼蟲平均 241 天(Ho *et al.*, 2003)。當食物充足與環境條件合適，在廢棄的農田間，植被的種類複雜，沒有施用化學農藥、隱蔽性高，在沒有外在干擾下，幼蟲生長迅速，1998 與 2000 年的七月間，西螺地區曾經出現大發生現象(Ho, 1998; Chen, 2000)。越冬幼蟲如遇到當年有暖冬現象，溫度變化大，如新營地區的調查結果，在一月與二月的

調查時也有雄蟲發生(圖二)。

台灣窗螢幼蟲期長，佔整個生活期 84% (Ho *et al.*, 2003)，幼蟲生長速率的快與慢，影響族群的發展甚巨。從新營與西螺二地雄蟲體長比較得知，於三月份雄蟲體長明顯高於八月份者。越冬後的終齡幼蟲於二月間開始活動與取食，三月間化蛹及羽化，此時期的幼蟲發育速率較慢，生長期較長，而出現的雄蟲體長較大。三月份出現的一齡幼蟲，於春夏間幼蟲的食物較為充足，在環境條件合適下，於八月間化蛹及羽化，而此時期幼蟲發育速度較快，



圖六 台灣窗螢調查 85 處棲地各類型棲地所佔百分比(1996-2003)。

Fig. 6. Percentage of habitats of *P. analis* from 85 survey localizations from 1996 to 2003.

生長期較短，出現的雄蟲體型較小。由體長的比較上得知，其表現符合生活史可塑性的現象 (Nylin and Cotthard, 1998)。台灣窗螢雌蟲所產卵的卵具大型卵、中型卵與小型卵，大型卵與中型卵平均孵化率明顯高於小型卵。而大型卵、中型卵及小型卵孵化後一齡幼蟲饑餓忍受力分別為 27.05、25.25 與 19.50 天，一齡幼蟲體長與其耐饑餓能力呈正相關 ($p < 0.05$) (Ho and Haung, 2003)。雄蟲體長與卵大小的特性皆是其重要的生活史策略。Yuma (1981) 在研究陸上源氏螢幼蟲體型大小之變異得知，較大型或較強壯的幼蟲在氣溫 16°C 以下顯示出有高的羽化率，而較小和較弱幼蟲在 20°C 以下有較高羽化率，結果建議較大型或較強壯幼蟲在季節中較早上陸，且能適應較低的溫度而較小型；相對的較弱幼蟲較晚上陸是適應較高的溫度。咸認為在源氏螢族群中幼蟲體型大小的變異是一重要特性 (Yuma, 1981)。而在室內環境條件均一下飼養台灣窗

螢雄性幼蟲期平均 241.6 ± 51.4 天，其變異程度亦高 (Ho *et al.*, 2003)，顯示台灣窗螢幼蟲發育期除了環境及食物之影響外，個體間差異的影響也是因素之一。

二、分布

近年來政府提倡生態旅遊，所以各縣市及國家公園積極進行螢火蟲資源調查，重視螢火蟲資源，透過建立分布資料，以保育螢火蟲及推廣賞螢活動。因此在台灣六座國家公園螢火蟲相之調查 (Yang, 1996; Yang, 1997; Jeng *et al.*, 1999a) 結果，以及台南縣 (Ho *et al.*, 1998)、新竹縣 (Ho, 2001) 與桃園縣 (Chen, 2003) 螢火蟲資源調查等研究上，具良好成果外。經從文獻整理的結果得知，與本研究調查結果相似。而目前在花蓮縣、台東縣、蘭嶼、綠島、南仁山自然保護區 (Chang *et al.*, 2000) 與墾丁國家公園 (Jeng *et al.*, 1999a) 的調查中，尚未有台灣窗螢分布之記錄；是否由於這

些地區的地形、氣候與植物相特殊所影響，因此在生物地理學的研究上值得深入研究探討。台灣窗螢是一種適應平原間農業生態系的螢火蟲，低海拔地區分布最廣且與適應能力強。此外，台灣窗螢亦分布於中國大陸、越南、柬埔寨、緬甸及爪哇等地 (Jeng *et al.*, 1999b)。

三、棲地特性

台灣產螢火蟲種類中有水生、半水生與陸生型幼蟲，具生態系多樣性 (ecosystem diversity) (Ho and Su, 2000)。由於螢火蟲與棲地環境之關係密切，日本已將源氏螢 (*Luciola cruciata* Motschulsky) 列為環境指標生物，代表貧腐性的水質 (Yuma, 1993)。Ohba (1994) 曾以螢火蟲之形態、生態、分布、產卵策略與生息環境等特性，探討螢火蟲與環境之關係，利用相似性的關係歸納 12 種類別。而台灣窗螢幼蟲陸生，日本地區無分布紀錄外，經調查棲地類型包括竹林、防風林、果園、河床、草地、茶園、闊葉樹林、菜園、農田、蔗田及檳榔園等 11 型，顯示高多樣性，其普遍發生於離島、平原與低海拔山區間，與其他陸生螢火蟲相較，可適應溫度較高且較為乾旱的環境，也較能忍受些許光害。與 Ohba 所建議的分類方式有所不同，台灣窗螢的棲地特性屬於一種新類別。

從台灣窗螢棲地中發現台灣窗螢、山窗螢 (*P. praetexta* (Olivier)) 及紅胸窗螢 (*P. formosana* (Olivier)) 的幼蟲有共域現象，如台南縣楠西鄉曾文水庫附近，海拔 150 公尺山區，但其交匯帶較窄，而台灣窗螢幼蟲較喜好草地與河床，而棲位較低；反之山窗螢與紅胸窗螢幼蟲較喜好林緣及林內，而棲位較高之處。

四、台灣窗螢之保育

Ohba (1994) 曾提出對陸生螢火蟲棲地保育看法，將棲地間氣溫、地溫、溼度、食餌種類與數量、雜木林的經營管理狀態、人工照明的影響、人類活動之關係等因素列入考慮，根據這些棲地特性，可作為擬定保育與復育計畫之參考。台灣窗螢雌蟲具小翅，不會飛行，棲地的破壞嚴重影響其生存，而一齡幼蟲如面臨長期乾旱，食物來源不足，容易造成死亡 (Ho *et al.*, 2002a)。經調查結果棲地可達 11 種類型，是一種分布廣又適應性極強的螢火蟲，台灣平原間棲地日益破碎化 (fragmentation) 及光害 (light damage) 的增加，對於野外族群的影響甚巨，造成其生存空間日益減少。在成蟲的發生季節，建議棲地旁居家或照明設施可用黑網、布幕遮蓋光源，另可利用遮光罩限制光源照射角度，並在深夜熄滅路燈等措施，以減少光害對台灣窗螢交尾及活動等影響。目前台灣平原間荒廢的農田或雜草蔓生的闊葉林，稱之為荒野 (wilderness) 或荒地 (wild land)，這是台灣窗螢幼蟲的重要棲地，因此有必要重視荒地的問題，荒地中有許多生物存在，如能善加規劃荒地的利用，可成為從事環境教育工作的良好場所。

誌 謝

本研究承蒙特有生物研究保育中心何主任源三及國立台灣大學生物資源暨農學院楊院長平世支持與鼓勵，研究期間研究室姜碧惠及張秀姍小姐協助飼養台灣窗螢，朱建昇、朱建昌、陳燦榮與程文貴先生協助野外調查與扁蝸牛的蒐集，楊耀隆先生協助 GIS 系統之繪圖工作，始能完成，謹此申謝。

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. *Chinese J. Entomol.* 20(1): 57-61 (in Chinese).
- Chen R. J.** 2003. The firefly of Taoyuan. The nature resources of Taoyuan County series no. 8. 101pp (in Chinese).
- Chen, W. K.** 2000. An lighting of *Pyrocoelia analis* in the Shilo area again. *Nat. Conserv. Q.* 32: 34-37 (in Chinese).
- 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., 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., and T. H. Su.** 2000. Biodiversity and conservation of fireflies (Coleoptera: Lampyridae) in Taiwan. pp. 517-530. *In:* Y. S. Chow, F. K. Hsieh, S. H. Wu, and W. H. Chou, eds. Proceedings of the 2000' Cross-strait Symposium on Bio-diversity and Conservation. National Museum of Natural Science Press, Taichung (in Chinese).
- Ho, J. Z.** 2001. The guide to the fireflies in Hsinchu County. The Taiwan Endemic Species Research Institute published, Nantou, Chichi. 308 pp. (in Chinese).
- Ho, J. Z., S. W. Huang, and T. H. Su.** 2002a. Egg production and ovipositional behavior of the firefly, *Pyrocoelia analis* (Fabricius) Formosan *Entomol.* 22: 43-51 (in Chinese).
- Ho, J. Z., S. W. Huang, and T. H. Su.** 2002b. Using a digital video system to study pupation and emergence of the firefly *Pyrocoelia analis* (Fabricius). *Endemic species research* 22: 31-40 (in Chinese).
- Ho, J. Z., and S. W. Huang.** 2003. Effects of temperature and egg size on egg duration, hatching rate, and starvation tolerance of first instar larvae of the Firefly, *Pyrocoelia analis* Formosan *Entomol.* 24: 305-312 (in Chinese).
- Ho, J. Z., T. H. Su, and S. W. Huang.** 2003. Rearing methods and life cycle of *Pyrocoelia analis* (Coleoptera: Lampyridae). *BioFormosa* 38(2): 79-87 (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 (in Chinese).
- 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. Journal of Systematic Entomology 5(2): 347- 362.
- Maki, M.** 1927. Notes on *Lucernuta analis* Fabricius. Insect World 31(355): 74-77 (in Japanese).
- Nakasawa, K.** 1903. Notes on an apterous species of firefly, with an introduction of Taiwanese species. Insect World 7(71): 286-289 (in Japanese).
- Nylin, S., and K. Gotthard.** 1998. Plasticity in lifehistory traits. Annu. Rev. Entomol. 43: 63-83.
- Ohba, N.** 1994. Characteristic of habitats of fireflies. Insect and Nature 29(5): 6-13.
- 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 M. S. Yatakihara.** 1939. In survey on the benefic 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, Taipei. 30 pp (in Chinese).
- Yang, P. S.** 1997. Studies in the recovery of fireflies in national parks. Construction and Planning Administration, Minister of Interior of Taiwan. 42 pp. Taipei (in Chinese).
- Yuma, M.** 1981. The body size variations of the climbing larvae of the firefly, *Luciola cruciata* (Coleoptera: Lampyridae). Jap. J. Ecol. 31: 57-66.
- Yuma, M.** 1993. Water of fireflies belongs to water of human. New Criticism 204 pp. (in Japanese).

收件日期：2004年3月16日

接受日期：2004年4月16日

Occurred Fluctuation, Distribution and Habitat Characters of the Firefly, *Pyrocoelia analis*

Jen-Zon Ho* Taiwan Endemic Species Research Institute, C.O.A. 1 Min-Sheng E. Road, Chichi, Nantou 552, Taiwan

ABSTRACT

This study showed the annual occurrence of the firefly, *Pyrocoelia analis*. This survey was conducted in the Shilo area of Yunlin County from 1998 to 1999. The occurred fluctuation have shown male appeared from March to October. Low peak appeared from March to April and the high peak appeared from July to August annually. The larvae of various stages were overwintered from September to following February. The survey was conducted in the Hsinying area of Tainan County in 1996. Male firefly appeared in January influenced by the high and changeable temperature in winter. Continuous heavy rain from May to August influenced the occurrence of male. Mean of body length in March and August was measured and respectively showed 16.32 ± 1.16 mm, $15.49 \pm .077$ mm in Shilo area and 15.42 ± 1.15 mm, $14.37 \pm .067$ mm in Hsinying area. The results showed the significant difference in body length ($p < 0.01$). Distribution of the *P. analis* presented in our 85 survey locations that were distributed in all counties on the Taiwan excluded the Taitung county, Hualien county, green island and orchid island. The altitude of *P. analis* habitats ranged from plain to the 400 m. The eleven types of habitats included bamboo plantation, windbreaks, orchard, dry riverbed, grassland, tea plantation, broadleaf forest, vegetable, paddy field, sugarcane field, and *Arecae catechu* showed the high diversity. The grassland was found in the highest ratio among 34 habitats and followed by the dry riverbed, which was found eleven sites.

Key words: *Pyrocoelia analis*, occurrence, distribution, habitat