



## The Survey of the Firefly Resources in Chihnan National Forest Recreation Area and the Fireflies' Resource Utilization 【Research report】

### 池南國家森林遊樂區螢火蟲資源調查及其資源利用 【研究報告】

Chia-Hsiung Wu<sup>1</sup>, Jen-Zon Ho<sup>2</sup>, Ming-Lung Jeng<sup>3</sup>, and Ping-Shih Yang<sup>1\*</sup>  
吳加雄<sup>1</sup>、何健鎔<sup>2</sup>、鄭明倫<sup>3</sup>、楊平世<sup>1\*</sup>

\*通訊作者E-mail: [psyang@ntu.edu.tw](mailto:psyang@ntu.edu.tw)

Received: 2012/07/30 Accepted: 2012/09/21 Available online: 2012/09/01

#### Abstract

Between April 2011 and April 2012, the fireflies' we conducted both a qualitative and a quantitative census of the fireflies at 4 sampling sites in Chihnan National Forest Recreation Area. Eighteen species belonging to 7 genera were found, including *Luciola cerata* Olivier, *L. kagiana* Matsumura, *L. satoi* Jeng and Yang, *L. anceyi* Olivier, *L. filiformis* Olivier, *Curtos sauteri* (Olivier), *C. impolitus* (Olivier), *C. mundulus* (Olivier), *C. costipennis* (Gorham), *Diaphanes citrinus* Olivier, *D. formosus* Olivier, *Pyrocoelia formosana* (Olivier), *P. sanguiniventer* (Olivier, 1911), *P. praetexta* (Olivier), *Pyrocoelia* sp., *Vesta impressicollis* Fairmaire, *Lamprigera yunnana* (Fairmaire) and *Drilaster olivieri* (Pic). The black-winged firefly, *L. cerata* was the most abundant species at all four sampling sites. However, each month the dominant fireflies were of a different species. The marking-release-recapture method was used for estimating the numbers of adult *L. cerata* in March and April 2012. The average numbers were  $58.50 \pm 11.03$  in March 2012 and  $1012.38 \pm 49.56$  in April 2012. The impact of weed control on the larvae of the firefly showed that the low level of weed control activities had only a temporary impact upon the larvae of *Pyrocoelia* and *Diphanes*, and did not affect the larvae numbers.

#### 摘要

於2011年4月至2012年4月，以穿越線調查法、飛行攔截板調查法及黃色黏蟲板，於池南國家森林遊樂區之池南區、野餐觀景步道、賞鳥遠眺步道、荖溪四樣區內進行螢火蟲資源調查，結果發現共有日行性螢火蟲1屬1種，夜行性螢火蟲6屬17種螢火蟲，合計7屬18種螢火蟲；分別為黑翅螢、紅胸黑翅螢、小紅胸黑翅螢、大端黑螢、紋螢、梭德氏脈翅螢、姬脈翅螢、黃脈翅螢、黃脈翅螢、橙螢、蓬萊短角窗螢、紅胸窗螢、長胸窗螢、赤腹窗螢、山窗螢、赤腹櫛角螢、雲南扁螢及奧氏弩螢；經計算四樣區內之夏農生物多樣性指數及夏農均勻度指數後，結果顯示此四樣區內皆有優勢螢種存在，而四樣區主要優勢螢種皆為黑翅螢，而每個月的主要螢種則各有不同。螢火蟲族群絕對豐度調查依標識再捕法，於2012年3~4月，選定鯉魚山野餐步道出現之黑翅螢成蟲進行，3月黑翅螢族群數量為 $58.50 \pm 11.03$ 隻，4月為 $1012.38 \pm 49.56$ 隻。2011年7月至2011年9月，在池南區進行除草對於窗螢屬及短角窗螢屬螢火蟲幼蟲族群之影響調查，結果顯示除草會使窗螢屬及短角窗螢屬幼蟲移棲至除草區上方之未除草區，但後續調查結果顯示當除草區之植被逐漸恢復，幼蟲數量亦逐漸回復，故推論現行小規模除草方式對於窗螢屬及短角窗螢屬之較成熟幼蟲造成之所影響為暫時性的，並不造成幼蟲數量之下降。

**Key words:** census of firefly resources, weed control disturbance, Lampyridae, Chihnan national forest recreation area

**關鍵詞:** 螢火蟲資源調查、人工除草干擾、螢科、池南國家森林遊樂區。

Full Text: [PDF \(1.11 MB\)](#)

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

# 池南國家森林遊樂區螢火蟲資源調查及其資源利用

吳加雄<sup>1</sup>、何健鎔<sup>2</sup>、鄭明倫<sup>3</sup>、楊平世<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 台灣大學生物資源暨農學院昆蟲學系 台北市羅斯福路四段1號

<sup>2</sup> 行政院農委會特有生物研究保育中心 南投縣集集鎮民生東路1號

<sup>3</sup> 國立自然科學博物館動物學組 台中市館前路1號

## 摘 要

於2011年4月至2012年4月，以穿越線調查法、飛行攔截板調查法及黃色黏蟲板，於池南國家森林遊樂區之池南區、野餐觀景步道、賞鳥遠眺步道、荖溪四樣區內進行螢火蟲資源調查，結果發現共有日行性螢火蟲1屬1種，夜行性螢火蟲6屬17種螢火蟲，合計7屬18種螢火蟲；分別為黑翅螢、紅胸黑翅螢、小紅胸黑翅螢、大端黑螢、紋螢、梭德氏脈翅螢、姬脈翅螢、黃肩脈翅螢、黃脈翅螢、橙螢、蓬萊短角窗螢、紅胸窗螢、長胸窗螢、赤腹窗螢、山窗螢、赤腹櫛角螢、雲南扁螢及奧氏弩螢；經計算四樣區內之夏農生物多樣性指數及夏農均勻度指數後，結果顯示此四樣區內皆有優勢螢種存在，而四樣區主要優勢螢種皆為黑翅螢，而每個月的主要螢種則各有不同。螢火蟲族群絕對豐度調查依標識再捕法，於2012年3~4月，選定鯉魚山野餐步道出現之黑翅螢成蟲進行，3月黑翅螢族群數量為 $58.50 \pm 11.03$ 隻，4月為 $1012.38 \pm 49.56$ 隻。2011年7月至2011年9月，在池南區進行除草對於窗螢屬及短角窗螢屬螢火蟲幼蟲族群之影響調查，結果顯示除草會使窗螢屬及短角窗螢屬幼蟲移棲至除草區上方之未除草區，但後續調查結果顯示當除草區之植被逐漸恢復，幼蟲數量亦逐漸回復，故推論現行小規模除草方式對於窗螢屬及短角窗螢屬之較成熟幼蟲造成之所影響為暫時性的，並不造成幼蟲數量之下降。

**關鍵詞：**螢火蟲資源調查、人工除草干擾、螢科、池南國家森林遊樂區。

## 前 言

螢火蟲生態旅遊是近年來新興之昆蟲產

業，嘉義縣阿里山國家風景區於每年4月所舉辦之螢火蟲季活動，更為阿里山鄉瑞里村之民宿業者，帶來約9億新台幣之營業額 (Ho *et*

\*論文聯繫人

Corresponding emails: psyang@ntu.edu.tw

al., 2009), 而其他國家之螢火蟲生態產業, 如日本、馬來西亞、泰國及韓國等國家之賞螢、保育活動 (Kim and Nam, 1981; Ho et al., 2010) 亦已行之有年。

隨著生態旅遊發展之興盛, 越來越多的民眾, 選擇在閒暇之餘親近、觀賞自然景觀, 夜間賞螢導覽活動也隨之迅速發展。螢火蟲相關產業最早在日本地區於 1920 年代初期, 即開始以螢火蟲為主題, 做為商業活動之用, 並於 1961 年開始完成各地螢火蟲資源調查, 並將調查所獲得的資料做為賞螢導覽之依據 (Ho and Yang, 2007)。由此可見, 發展生態旅遊與螢火蟲資源調查之交互關係與重要性; 就臺灣目前已發表之螢火蟲資源調查成果, 其範圍從各鄉鎮小區域之調查, 如台中縣、南投縣、新竹縣、嘉義縣、台南縣 (Ho et al., 1996; Ho and Chiang, 2001; 2002; Ho, 2001, 2006) 或森林遊樂區, 如奧萬大森林遊樂區 (Ho, 2004)、東勢實驗林場之螢火蟲資源調查 (Wu and Yang, 2008)、台東利嘉林道螢火蟲資源調查 (Chao, 2005) 等; 亦有以單一國家公園為調查範圍 (Chang et al., 2000)。甚至大規模以臺灣六座國家公園為主的螢火蟲相調查 (Jeng et al., 1999); 而墾丁國家公園為推廣園區內之螢火蟲生態旅遊, 委託學者再次進行做詳細調查, 結果共發現有 21 種螢火蟲, 其中有 3 種新發現之弩螢及 1 種熠螢 (Chen et al., 2010; 2011), 上述調查結果除使目前已知的地區性螢科種類不斷增加, 並使推動螢火蟲生態旅遊之社團、政府單位或休閒農場業者, 對於其所在地區螢火蟲相組成有初步認識。

然從螢火蟲生態旅遊經營管理之角度而言, 上述調查成果多為定性調查, 雖可提供螢火蟲名錄、分佈及適宜賞螢時間等資料, 作為推廣螢火蟲生態旅遊之基礎, 但缺乏豐度資料, 已供後續監測之用, 除缺乏定量資料外,

螢火蟲種類鑑定也是一個問題, 據 Yang (1998) 大多數森林遊樂區及休閒農場內之工作人員, 對於遊樂區範圍內的螢火蟲資源, 多是利用自身經驗判斷, 或委由民間生態社團進行調查, 但由於某些螢火蟲之分類特徵不顯著, 如紋胸黑翅螢 (*Luciola filiformis* Olivier) 及擬紋螢 (*Luciola cutithorax* Pic), 此外端黑螢形之螢火蟲之形態分類及分類位階仍不清楚, 皆容易出現種類鑑定錯誤, 也無法精確掌握不同種螢火蟲出現時間之現象, 因此在賞螢活動時難免會發生資訊錯誤。另一方面, 如對所要保護之物種缺少種類分佈範圍、發生期長短、發生數量等資料, 也極難做出正確的保育決策。

池南國家森林遊樂區擁臺灣東部地區重要賞螢地點之一, 而池南國家森林遊樂區所轄之鯉魚山步道, 亦靠近鯉魚潭此一重要賞螢季活動舉辦地點, 然池南國家森林遊樂區所轄範圍, 卻無詳細螢火蟲資源調查紀錄, 故本研究除建立池南國家森林遊樂區螢火蟲定性資料外, 亦進行定量調查, 作為後續螢火蟲數量監測建立基礎; 而人為干擾對於螢火蟲族群之影響, 目前國內外文獻, 並無專文討論, 人工除草是目前各賞螢區為維護園區環境而經常出現之人為干擾型式, 故本研究亦嘗試探討人工除草對於螢火蟲幼蟲族群之影響, 其結果可提供螢火蟲季活動主辦單位, 作為舉辦鯉魚潭賞螢季時螢火蟲生態解說導覽之生物學基礎資料。

## 材料與方法

### 一、溫濕度及遮蔽度測量

以 Lutron 公司生產之數位溫濕度計 HD-3008, 於 2011 年 11 月~2012 年 4 月測量螢火蟲棲息地之溫濕度, 在進行池南區及野餐觀

景步道之穿越線調查時，若發現有螢火蟲幼蟲或成蟲，則將探測棒放置在螢火蟲幼蟲出現之土表或成蟲處，測量土表該處或成蟲處之氣溫(°C)及相對濕度(%)，各樣點所測得之氣溫、相對濕度測量值計算其平均值及標準差，遮蔽度測量於發現幼蟲或成蟲處，以圓形密度計(spherical densitometer, model C)測量該處之遮蔽度，同樣計算平均值及標準差。

## 二、螢火蟲資源調查

4個調查樣站於2011年4月及5月之前期調查中，以手持式衛星定位系統(Garmin Vista C)取得各樣站之經緯度資料，而由前期調查結果得知，荖溪、池南區及鯉魚山步道區之螢火蟲活動時間皆集中於夜間七點至九點，故採用陷阱法及穿越線調查法進行調查，方法描述如下：

### (一) 陷阱調查法—飛行攔截板、黃色黏蟲板

利用組合式衣架及透明塑膠布，於衣架下方放置水盤，水盤內放置丙二醇溶液，用以蒐集陷阱放置點附近之昆蟲，此方式可同時採集日間及夜間活動之螢火蟲，於池南區內之土地公廟旁設置1座飛行攔截板陷阱，荖溪之穿越線調查區設置1座飛行攔截板陷阱，於鯉魚山步道區之野餐步道、健身步道及賞鳥遠眺步道各設置1座飛行攔截板，合計4座。於2012年1月後，由於攔截板因氣候因素毀損，且於調查期間也未採集到任何日行性螢火蟲，故於2012年1月後採用黃色黏蟲板於原處採集昆蟲，黃色黏蟲板乃利用長48公分、寬34公分之塑膠盤，內置4張21.5公分長、15.5公分寬之黃色黏蟲紙，將黏蟲紙採集之昆蟲以甲苯溶液脫膠之後，保存於95%之酒精溶液中。

### (二) 穿越線調查法—池南區及荖溪

由於池南區(23°55'7.14"N, 121°30'1.21"E)及荖溪(23°54'17.43"N, 121°29'13.75"E)相

鄰，故於調查第一日之夜間，設置兩組人力，同時進行池南區及荖溪之夜間螢火蟲調查。

池南區設一條穿越線，路徑為售票亭前之車道(蝴蝶園區)—人行道路—土地公廟—森林浴步道—蹦蹦車鐵道—環溪步道，採集路徑兩旁之螢火蟲幼蟲及成蟲，據2011年五月之前期調查，完成此一穿越線調查之時間為1.5小時。

荖溪設一條穿越線，路徑為過荖溪便橋後之產業道路，同樣以1.5小時的採集時間，調查夜間活動之螢火蟲種類。

### (三) 穿越線調查法—鯉魚山步道區

於調查第二夜進行鯉魚山步道區之螢火蟲穿越線調查，於鯉魚山步道區設置兩條穿越線，第一條路徑為登山步道—野餐步道—環潭公路(23°55'20.50"N, 121°30'40.95"E)；第二條穿越線路徑則由產業道路上山抵達電視轉播站後，由賞鳥步道終點—遠眺步道(23°54'17.43"N, 121°29'13.75"E)，再循原路折回，此兩條穿越線之調查時間如同池南/荖溪區，亦為1.5小時。

## 三、黑翅螢標識再捕法

於2012年3月28~31日及2102年4月19~21日，於野餐步道，利用Bailey triple catch method (Bailey, 1951)估算黑翅螢成蟲數量，方式為調查第一夜18時40分至19時30分，將採集到之黑翅螢成蟲利用油漆筆在翅鞘塗上綠色點後釋回，第二夜同時段於原處捕捉黑翅螢，並計算有第一夜所標記之黑翅螢成蟲數量後，將無標記至黑翅螢翅鞘用油漆筆點上銀點後釋回，作為第二夜標記之記號，第三夜於同時段同樣於原處採集黑翅螢，並計算第一夜及第二夜標記之黑翅螢數量，之後利用公式估算調查第二夜之黑翅螢數量，公式如下：

基本公式：

$$N2 = a2n2r31/r21r32$$

$$\text{Var}N2 = N2^2 (1/r21+1/r32+1/r31-1/n2)$$

$N2$  = 第 2 天的族群總量估值；

$a2$  = 第 2 天所標示的個體數；

$n2$  = 第 2 天捕捉到的個體數；

$r21$  = 第 2 天所捕捉到的第一天標示個體數；

$r31$  = 第 3 天所捕捉到的第一天標示個體數；

$r32$  = 第 3 天所捕捉到的第二天標示個體數。

#### 四、各調查樣區螢火蟲相分析

池南區、荖溪及野餐觀景步道區螢火蟲穿越線調查之調查結果，利用軟體 Excel 2007 建置各調查樣區之螢火蟲相對豐度原始資料，再根據原始資料，製出各調查樣區之螢火蟲幼成蟲出現月份表；根據調查全期，於各調查樣區所發現之各種螢火蟲之幼蟲及成蟲數量總和，繪製各樣區螢火蟲相組成百分比圖；根據各調查樣區各月份所發現之幼蟲、成蟲數量作成各區每月數量表，用以瞭解各調查樣區之螢火蟲種類、幼蟲成蟲出現之月份、各調查樣區全期之主要優勢螢種及各月份之優勢螢種。

利用 Shannon-Wiener index (夏農-威佛指數) 及 Shannon-Wiener evenness index (夏農-威佛均勻度指數) (Krebs, 2009) 分析各調查樣區之螢火蟲相，採用夏農指數的原因為夏農指數較不忽略採集量較少的個體，而本調查有些螢火蟲種類僅發現 1 隻，故採用此二指數分析各調查樣區螢火蟲相。

由於熠螢屬、脈翅螢屬、窗螢屬及短角窗螢屬螢火蟲相對豐度資料較櫛角螢屬、扁螢屬及弩螢屬之相對豐度資料為多，故針對熠螢

屬、脈翅螢屬、窗螢屬及短角窗螢屬，以種級為單位，繪製熠螢屬、脈翅螢屬、窗螢屬及短角窗螢屬在調查樣區內之數量圖，用以判別熠螢屬、脈翅螢屬、窗螢屬及短角窗螢屬螢火蟲在區內之分布情況。

#### 五、除草對於螢火蟲之影響試驗

於 2011 年 7~9 月，在池南區土地公廟周邊之森林浴步道，進行除草對於窗螢屬及短角窗螢屬幼蟲族群影響之研究，除草方式為自步道邊緣起算 30 公分內之草本植物之地面部，利用手持式除草機全部切除，而超過步道邊緣 30 公分之植被則不割除，由於此種除草方式相較於其他森林遊樂區，將所轄範圍內之草本植物全部割除之除草強度為低，故在花蓮林管處之協助下，保留靠近池南教育中心之草地作為未除草對照組，於對照組範圍內劃設 5 個 500 × 30 cm 之樣區；除草區 (步道邊緣 30 公分內之植被) 及除草區上方之未除草區域 (超過步道邊緣 30 公分之植被) 為試驗組，分別劃設 5 個 500 × 30 cm 之樣區，合計共三處理 15 個樣區，由於 7 月之後出現之短角窗螢及窗螢幼蟲體型及發光器較其他種類幼蟲為大，且易發現，故利用目視法計算各樣區內之短角窗螢及窗螢幼蟲數量。

## 結 果

### 一、各調查分區之螢火蟲生物資源

#### (一) 全區

於調查期間內，共發現 7 屬 17 種螢火蟲確定種，分別為黑翅螢 (*Luciola cerata* Olivier)、紅胸黑翅螢 (*Luciola kagiana* Matsumura)、小紅胸黑翅螢 (*Luciola satoi* Jeng and Yang)、大端黑螢 (*Luciola anceyi* Olivier)、紋螢 (*Luciola filiformis* Olivier)、

表一 2011年4月~2012年4月池南國家森林遊樂區暨荖溪之螢火蟲種類及成蟲 (A)、幼蟲 (L) 出現月份  
 Table 1. The occurrence of adult (A) and larvae (L) fireflies from May 2011 to April 2012 in the Chihnan National Forest Recreation Area and Laio River

Science name	Common name	Census time (Month-Year)													
		Apr-11	May-11	Jun-11	Jul-11	Aug-11	Sep-11	Oct-11	Nov-11	Dec-11	Jan-12	Feb-12	Mar-12	Apr-12	
<i>Luciola cerata</i>	黑翅螢	A	A								L			A	A
<i>Luciola kagiana</i>	紅胸黑翅螢	A									L			A	A
<i>Luciola satoi</i>	小紅胸黑翅螢														
<i>Luciola anceyi</i>	大端黑翅螢	A									L			A	A
<i>Luciola filiformis</i>	紋螢	A	A											A	A
<i>Curtos sauteri</i>	梭德氏脈翅螢	A													A
<i>Curtos impolitus</i>	姬脈翅螢		A	A	A	A	A	A	A						
<i>Curtos mundulus</i>	黃肩脈翅螢		A	A	A										
<i>Curtos costipennis</i>	黃脈翅螢		A	A	A	A	A	A	A						
<i>Diaphanes formosus</i>	蓬萊短角窗螢		L	L/A	A						L	L	L		
<i>Diaphanes citrinus</i>	橙螢			L	L	L/A	L/A								
<i>Pyrocoelia formosana</i>	紅胸窗螢			L	L	L	L	L	L	L	L	L	L		
<i>Pyrocoelia sanguiniventer</i>	赤腹窗螢														
<i>Pyrocoelia</i> sp.	長胸窗螢					L	L	L							
<i>Pyrocoelia praetexta</i>	山窗螢				L	L	L	A	A						
<i>Lamprigera yunnana</i>	雲南扁螢				L	L	L	L							
<i>Vesta impressicollis</i>	赤腹櫛角螢			L											
<i>Drilaster olivieri</i>	奧氏弩螢														

梭德氏脈翅螢 (*Curtos sauteri* (Olivier))、姬脈翅螢 (*Curtos impolitus* (Olivier))、黃肩脈翅螢 (*Curtos mundulus* (Olivier))、黃脈翅螢 (*Curtos costipennis* (Gorham))、橙螢 (*Diaphanes citrinus* Olivier)、蓬萊短角窗螢 (*Diaphanes formosus* Olivier)、紅胸窗螢 (*Pyrocoelia formosana* (Olivier))、赤腹窗螢 (*Pyrocoelia sanguiniventer* (Olivier, 1911))、山窗螢 (*Pyrocoelia praetexta* (Olivier))、赤腹櫛角螢 (*Vesta impressicollis* Fairmaire)、雲南扁螢 (*Lamprigera yunnana* (Fairmaire)) 及奧氏弩螢 (*Drilaster olivieri* (Pic))，另發現一種未命名之窗螢幼蟲，經比對 Ho (2002) 之資料，暫定為長胸窗螢 (*Pyrocoelia* sp.)，故總計有 7 屬 18 種螢火蟲 (表一)。

(二) 池南區

調查期間於池南區共發現 6 屬 15 種螢火蟲，為黑翅螢、紅胸黑翅螢、小紅胸黑翅螢、大端黑翅螢、姬脈翅螢、黃肩脈翅螢、黃脈翅螢、梭德氏脈翅螢、蓬萊短角窗螢、橙螢、山窗螢、長胸窗螢、紅胸窗螢、雲南扁螢、奧氏弩螢 (表二)。

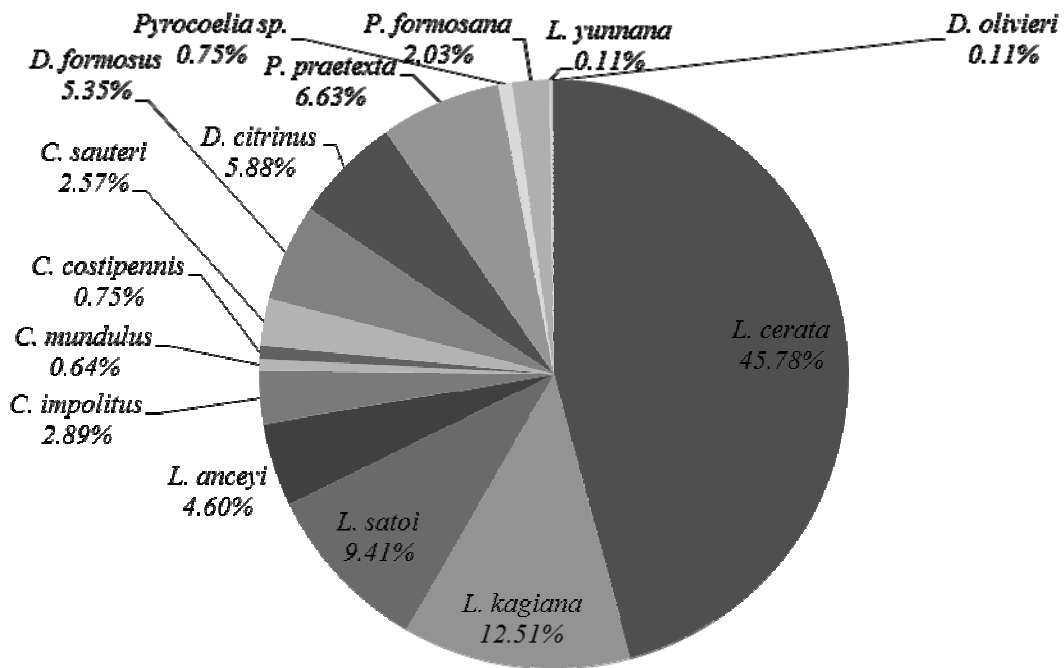
池南區螢火蟲之 Shanon-Wiener index 及 Shanon-Wiener evenness index，各為 1.88 及 0.69，顯示池南區內有優勢種螢火蟲，進一步分析池南區知螢火蟲相組成得知，池南區優勢種螢火蟲分別為黑翅螢 (46%)、紅胸黑翅螢 (12%) 及小紅胸黑翅螢 (9%) (圖一)。

池南區內各螢火蟲數量則如表三，5 月黑翅螢成蟲數量最多，6 月則為蓬萊短角窗螢成蟲，7 月為山窗螢幼蟲、8~9 月為山窗螢及橙螢幼/成蟲、10~11 月為山窗螢成蟲、12 月為

表二 2011年5月~2012年4月池南區之螢火蟲種類及成蟲(A)、幼蟲(L)出現月份

Table 2. The period that adult (A) and larvae (L) fireflies occurred between May 2011 and April 2012 at the Chihnan census site

Species	Census time													
	May-11	Jun-11	Jul-11	Aug-11	Sep-11	Oct-11	Nov-11	Dec-11	Jan-12	Feb-12	Mar-12	Apr-12		
<i>Luciola cerata</i>	A										L		A	A
<i>Luciola kagiana</i>											L		A	A
<i>Luciola satoi</i>											L		A	A
<i>Luciola anceyi</i>											L		A	A
<i>Curtos impolitus</i>	A	A	A	A	A	A	A							
<i>Curtos mundulus</i>	A													
<i>Curtos costipennis</i>	A	A	A	A	A	A	A							
<i>Curtos sauteri</i>														A
<i>Diaphanes formosus</i>	L	L/A	A								L	L	L	
<i>Diaphanes citrinus</i>		L	L	L/A	L/A									
<i>Pyrocoelia praetexta</i>			L	L	L	A	A							
<i>Pyrocoelia sp.</i>				L	L									
<i>Pyrocoelia formosana</i>						L	L	L	L	L				
<i>Lamprigera yunnana</i>					L									
<i>Drilaster olivieri</i>													A	



圖一 池南區之螢火蟲相組成。

Fig. 1. The firefly fauna at the Chihnan census site.

表三 2011 年 5 月至 2012 年 4 月之池南區各月份螢火蟲幼成蟲數量

Table 3. The number of fireflies between May 2011 and April 2012 at the Chihnan census site

	May-11	Jun-11	Jul-11	Aug-11	Sep-11	Oct-11	Nov-11	Dec-11	Jan-12	Feb-12	Mar-12	Apr-12
<i>Luciola cerata</i> adult	55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73	264
<i>Luciola cerata</i> larvae	0	0	0	0	0	0	0	36	0	0	0	0
<i>Luciola kagiana</i> larvae	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0
<i>Luciola kagiana</i> adult	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	87
<i>Luciola satoi</i> adult	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	84
<i>Luciola anceyi</i> larvae	0	0	0	0	0	0	0	26	0	0	5	0
<i>Luciola anceyi</i> adult	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
<i>Curtos impolitus</i> adult	8	5	0	0	6	3	5	0	0	0	0	0
<i>Curtos mundulus</i> adult	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Curtos costipennis</i> adult	4	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
<i>Curtos sauteri</i> adult	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24
<i>Diaphanes formosus</i> adult	0	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diaphanes formosus</i> larvae	6	3	0	0	0	0	0	6	12	15	0	0
<i>Diaphanes citrinus</i> adult	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diaphanes citrinus</i> larvae	0	3	0	21	25	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pyrocoelia praetexta</i> adult	0	0	0	0	0	25	3	0	0	0	0	0
<i>Pyrocoelia praetexta</i> larvae	0	0	2	20	12	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pyrocoelia</i> sp. larvae	0	0	0	6	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pyrocoelia formosana</i> larvae	0	0	0	0	0	6	2	0	5	6	0	0
<i>Lamprigera yunnana</i> larvae	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Drilaster olivieri</i> adult	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

表四 2011 年 5 月~2012 年 4 月賞鳥遠眺之螢火蟲種類及成蟲 (A)、幼蟲 (L) 出現月份

Table 4. The period that adult (A) and larvae (L) fireflies occurred between May 2011 and April 2012 at the bird-observation trail census site

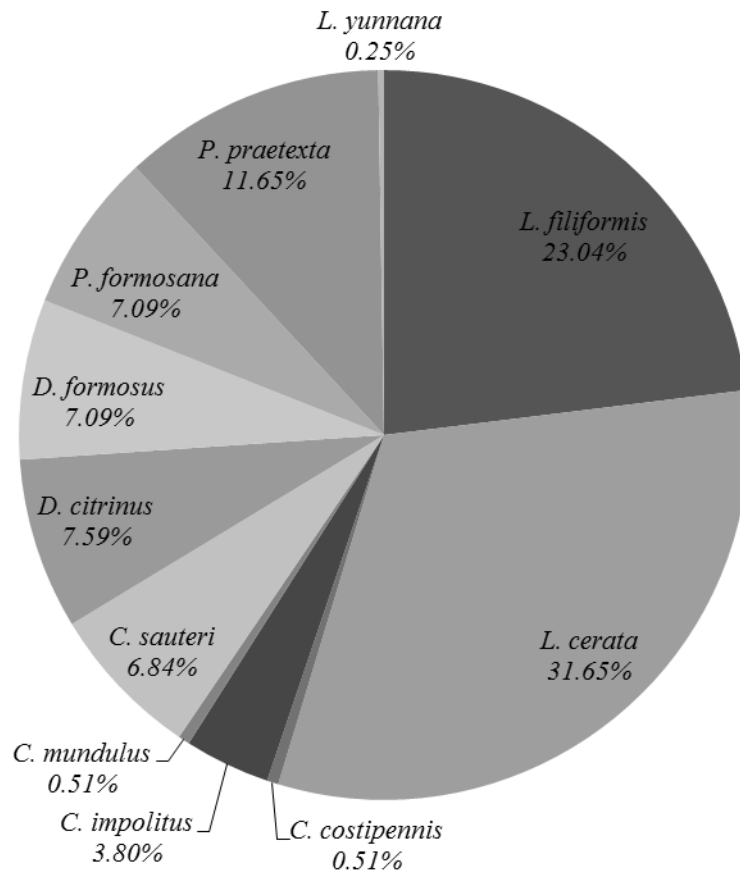
Species	Census time (Month-Year)											
	May-11	Jun-11	Jul-11	Aug-11	Sep-11	Oct-11	Nov-11	Dec-11	Jan-12	Feb-12	Mar-12	Apr-12
<i>Luciola filiformis</i>	A										A	A
<i>Luciola cerata</i>								L			A	A
<i>Curtos costipennis</i>		A										
<i>Curtos impolitus</i>		A				A	A					
<i>Curtos mundulus</i>			A									
<i>Curtos sauteri</i>												A
<i>Diaphanes citrinus</i>		L		L	L/A							
<i>Diaphanes formosus</i>		A						L	L	L		
<i>Pyrocoelia formosana</i>		L				L	L		L	L		
<i>Pyrocoelia praetexta</i>				L	L	A	A					
<i>Lamprigera yunnana</i>			L									

黑翅螢幼蟲、1~2 月為蓬萊短角窗螢幼蟲、3~4 月為黑翅螢成蟲。

(三) 賞鳥遠眺步道

賞鳥遠眺步道共發現 5 屬 11 種螢火蟲，





圖二 賞鳥遠眺步道之螢火蟲相組成。

Fig. 2. The firefly fauna at the bird-observation and the Belvedere trail census site.

為紋螢、黑翅螢、黃脈翅螢、姬脈翅螢、黃肩脈翅螢、梭德氏脈翅螢、蓬萊短角窗螢、橙螢、山窗螢、紅胸窗螢、雲南扁螢 (表四)。

賞鳥遠眺步道之 **Shanon-Wiener index** 及 **Shanon-Wiener evenness index** 分析螢火蟲相，數據為 1.61 及 0.61，顯示賞鳥遠眺步道內亦有優勢種螢火蟲，進一步分析螢火蟲相組成得知，本區優勢種螢火蟲分別為黑翅螢 (32%)、紋螢 (23%) 及山窗螢 (12%) (圖二)。

賞鳥遠眺步道各螢火蟲數量 (表五)，5 月紋螢成蟲數量最多，6 月則為姬脈翅螢成蟲，

7 月為黃脈翅螢成蟲、8~9 月為山窗螢幼蟲及橙螢幼/成蟲、10~11 月為山窗螢成蟲、12 月為黑翅螢幼蟲、1~2 月為蓬萊短角窗螢幼蟲、3 月為黑翅螢成蟲、4 月為紋螢成蟲。

#### (四) 野餐觀景步道

野餐觀景步道共發現 6 屬 14 種螢火蟲為黑翅螢、紅胸黑翅螢、小紅胸黑翅螢、姬脈翅螢、黃肩脈翅螢、黃脈翅螢、梭德氏脈翅螢、蓬萊短角窗螢、橙螢、山窗螢、紅胸窗螢、赤腹窗螢、雲南扁螢、赤腹櫛角螢，此 14 種螢火蟲 (表六)。

表五 2011 年 5 月至 2012 年 4 月之賞鳥遠眺步道各月份螢火蟲幼成蟲數量

Table 5. The number of fireflies between May 2011 and April 2012 at the bird-observation trail census site

	May-11	Jun-11	Jul-11	Aug-11	Sep-11	Oct-11	Nov-11	Dec-11	Jan-12	Feb-12	Mar-12	Apr-12
<i>Luciola filiformis</i> adult	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	73
<i>Luciola cerata</i> adult	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	70
<i>Luciola cerata</i> larvae	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	0
<i>Curtos costipennis</i> adult	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Curtos impolitus</i> adult	0	8	0	0	0	4	3	0	0	0	0	0
<i>Curtos mundulus</i> adult	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Curtos sauteri</i> adult	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27
<i>Diaphanes citrinus</i> adult	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diaphanes citrinus</i> larvae	0	1	0	12	15	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diaphanes formosus</i> adult	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diaphanes formosus</i> larvae	0	0	0	0	0	0	0	9	8	9	0	0
<i>Pyrocoelia formosana</i> larvae	0	2	0	0	0	8	1	0	9	8	0	0
<i>Pyrocoelia praetexta</i> adult	0	0	0	0	0	11	16	0	0	0	0	0
<i>Pyrocoelia praetexta</i> larvae	0	0	0	9	10	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lamprigera yunnana</i> larvae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表六 2011 年 5 月~2012 年 4 月野餐觀景步道螢火蟲種類及成蟲 (A)、幼蟲 (L) 出現月份

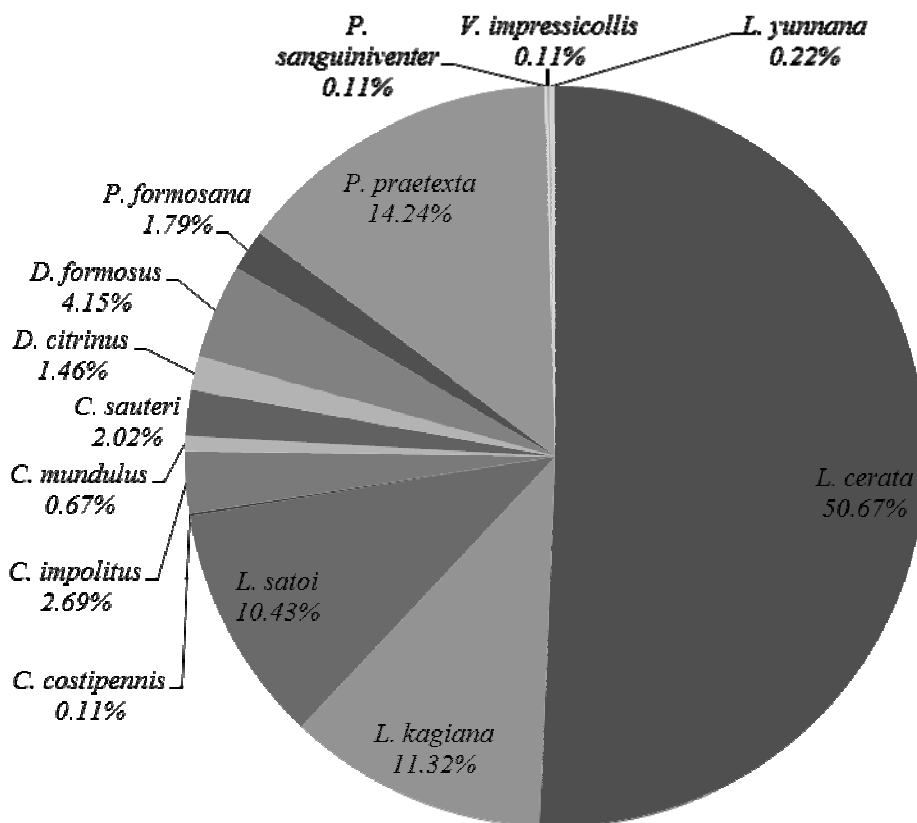
Table 6. The period that adult (A) and larvae (L) fireflies occurred between May 2011 and April 2012 at the picnic trail census site

Species	Census time (Month-Year)											
	May-11	Jun-11	Jul-11	Aug-11	Sep-11	Oct-11	Nov-11	Dec-11	Jan-12	Feb-12	Mar-12	Apr-12
<i>Luciola cerata</i>	A							L			A	A
<i>Luciola kagiana</i>											A	A
<i>Luciola satoi</i>												A
<i>Curtos costipennis</i>					A							
<i>Curtos impolitus</i>	A			A	A	A						
<i>Curtos mundulus</i>		A	A									
<i>Curtos sauteri</i>												A
<i>Diaphanes citrinus</i>				L/A	A							
<i>Diaphanes formosus</i>												
<i>Pyrocoelia formosana</i>		L/A	A					L	L	L		
<i>Pyrocoelia praetexta</i>				L	L	A	A					
<i>Pyrocoelia sanguiniventer</i>												A
<i>Lamprigera yunnana</i>						L	L					
<i>Vesta impressicollis</i>		L										

野餐觀景步道螢火蟲相之 Shanon-Wiener index 及 Shanon-Wiener evenness index 為 1.61、0.61，結果顯示野餐觀景步道亦有優勢種螢火蟲，而其種類為黑翅螢、山窗

螢及紅胸黑翅螢 (圖三)。

野餐觀景步道之各種螢火蟲族群數量 (表七)，5 月以黑翅螢成蟲數量最多，6 月為黃肩脈翅螢及蓬萊短角窗螢、7 月為黃肩脈翅螢，



圖三 野餐觀景步道之螢火蟲相組成。  
Fig. 3. The firefly fauna at the picnic trail census site.

8~9 月山窗螢幼蟲、10~11 月以山窗螢成蟲、12 月黑翅螢幼蟲、1~2 月蓬萊短角窗螢、3~4 月黑翅螢為優勢螢種。

#### (五) 荖溪區

荖溪區共發現 4 屬 6 種螢火蟲，分別為黑翅螢、黃肩脈翅螢、梭德氏脈翅螢、蓬萊短角窗螢、橙螢、山窗螢，是四個調查樣區中種類數及採集個體數最少的樣區，而此 6 種螢火蟲之成蟲期及幼蟲期如表八所示。

荖溪區螢火蟲相之 Shanon-Wiener index 及 Shanon-Wiener evenness index 為 0.43、0.24，結果顯示荖溪區亦有優勢種螢火蟲，而

其種類為黑翅螢（圖四）。

荖溪區之各種螢火蟲族群數量（表九），5 月以黑翅螢成蟲數量最多，6 月為蓬萊短角窗螢、7 月以後雖有橙螢及山窗螢幼蟲或成蟲出現，但數量皆不多，直至 2012 年 3~4 月才有數量較多之黑翅螢成蟲出現。

#### 二、2011 年 5 月~2012 年 4 月之池南國家森林遊樂區螢火蟲生物資源

各月份出現之螢種及 Shanon-Wiener index、Shanon-Wiener evenness index 如表十，各月份經由 Shanon-Wiener index、

表七 2011 年 5 月至 2012 年 4 月之野餐觀景步道各月份螢火蟲幼成蟲數量

Table 7. The number of fireflies between May 2011 and April 2012 at the picnic trail census site

	May-11	Jun-11	Jul-11	Aug-11	Sep-11	Oct-11	Nov-11	Dec-11	Jan-12	Feb-12	Mar-12	Apr-12
<i>Luciola cerata</i> adult	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	366
<i>Luciola cerata</i> larvae	0	0	0	0	0	0	0	57	0	0		0
<i>Luciola kagiana</i> adult	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	100
<i>Luciola satoi</i> larvae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	93
<i>Curtos costipennis</i> adult	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Curtos impolitus</i> adult	3	0	0	8	7	6	0	0	0	0	0	0
<i>Curtos mundulus</i> adult	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Curtos sauteri</i> adult	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18
<i>Diaphanes citrinus</i> adult	0	0	0	2	5	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diaphanes citrinus</i> adult	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diaphanes formosus</i> adult	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diaphanes formosus</i> adult	0	1	0	0	0	0	0	12	12	7	0	0
<i>Pyrocoelia formosana</i> larvae	0	1	0	0	0	0	0	3	6	6	0	0
<i>Pyrocoelia praetexta</i> adult	0	0	0	0	0	39	56	0	0	0	0	0
<i>Pyrocoelia praetexta</i> larvae	0	0	0	16	16	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pyrocoelia sanguiniventer</i> adult	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Lamprigera yunnana</i> larvae	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
<i>Vesta impressicollis</i> larvae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

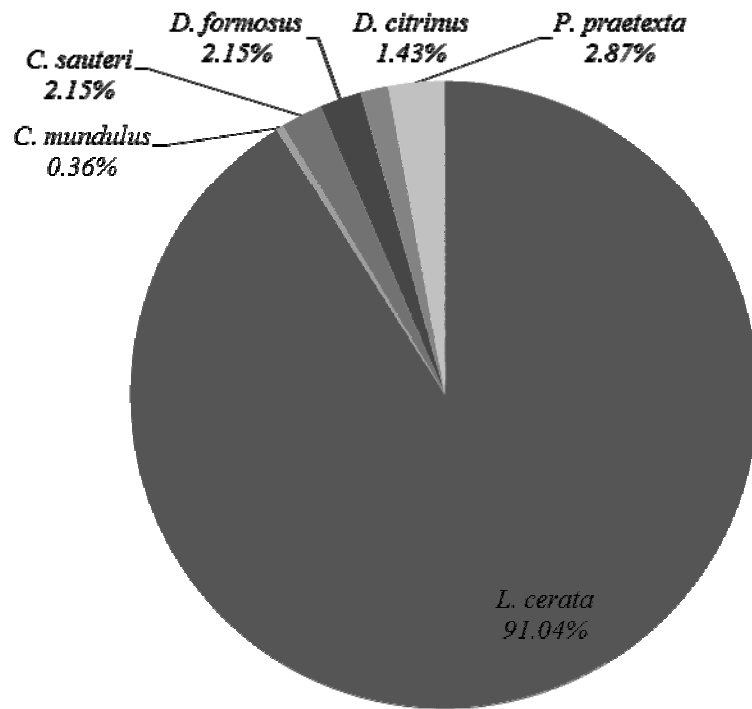
表八 2011 年 5 月~2012 年 4 月荖溪區螢火蟲種類及成蟲 (A)、幼蟲 (L) 出現月份

Table 8. The period that adult (A) and larvae (L) fireflies occurred between May 2011 and April 2012 at the Laio river census site

Species	Census time (Month-Year)											
	May-11	Jun-11	Jul-11	Aug-11	Sep-11	Oct-11	Nov-11	Dec-11	Jan-12	Feb-12	Mar-12	Apr-12
<i>Luciola cerata</i>	A							L			A	A
<i>Curtos mundulus</i>		A										
<i>Curtos sauteri</i>												A
<i>Diaphanes formosus</i>		A	A									
<i>Diaphanes citrinus</i>				A	A							
<i>Pyrocoelia praetexta</i>						A	A					

Shanon-Wiener evenness index 比較可知，除 2012 年 1~2 月外，其餘各月份有其優勢螢種存在，故進一步分析各月份之螢相組成，發現 5 月以池南區之黑翅螢為數量最多之區域及種類，6 月份為池南區的蓬萊短角窗螢 (17.24%) 及賞鳥遠眺步道的黃肩脈翅螢 (17.24%)，7 月份為野餐觀景步道的黃肩脈翅螢 (21.43%) 及蓬萊短角窗螢 (21.43%)，8

月為池南區之橙螢 (24.74%) 及山窗螢 (20.62%)，9 月為池南區 (25.93%) 及賞鳥遠眺步道 (15.74%) 之橙螢，10 月則為池南區 (22.73%) 及野餐觀景步道 (35.45%) 的山窗螢，11 月為野餐觀景步道的山窗螢 (43.75%)，12 月為野餐觀景步道的黑翅螢幼蟲 (24.46%)，3 月為池南區的黑翅螢成蟲 (54.89%)，4 月為野餐觀景步道的黑翅螢成蟲



圖四 荖溪區之螢火蟲相組成。  
Fig. 4. The firefly fauna at the Laio River census site.

(24.14%)，2012 年 1~2 月無優勢螢種，此二月份之螢種組成皆為蓬萊短角窗螢及紅胸窗螢。

### 三、各屬螢火蟲在區內之分布情況

熠螢屬之螢火蟲，在區內共發現 5 種，分別為黑翅螢、紅胸黑翅螢、小紅胸黑翅螢、大端黑螢、紋螢；熠螢屬螢火蟲成蟲出現於 3~5 月份，4 月份以黑翅螢成蟲數量最多，多集中於池南區及野餐觀景步道（圖五）。

脈翅螢屬螢火蟲之分布如圖六，於區內共發現 4 種脈翅螢：姬脈翅螢、黃肩脈翅螢、黃脈翅螢、梭德氏脈翅螢，脈翅螢屬於四個調查分區內皆可發現其蹤跡，但數量不若黑翅螢多。

由圖七可知，區內共發現 4 種窗螢屬螢火蟲，分為山窗螢、紅胸窗螢、長胸窗螢、赤腹窗螢，以野餐環潭步道數量最多，6 月份後樣區內即可發現窗螢屬螢火蟲之活動，而至 10 月，山窗螢為優勢螢種。

短角窗螢屬於區內目前僅記錄 2 種，分別為橙螢及蓬萊短角窗螢，以池南區數量最多（圖八），5 月後即可發現其活動。

### 四、黑翅螢成蟲數量標識再捕法

2012 年 3 月 28~30 日及 4 月 19~21 日，於野餐步道利用 Bailey triple catch method 估算 3 月 29 日及 4 月 20 日之黑翅螢成蟲數量，黑翅螢成蟲數量估算值及再捕率如表十一，由於再捕率較高（Wu and Yang,

表九 2011 年 5 月至 2012 年 4 月之荖溪區各月份螢火蟲幼蟲 (L) 成蟲 (A) 數量

Table 9. The number of fireflies between May 2011 and April 2012 at the Laio river census site

	2011/5/25	2011/6/26	2011/7/13	2011/8/29	2011/9/24	2011/10/29	2011/11/4	2011/12/3	2012/1/12	2012/2/14	2012/3/30	2012/4/19
<i>Luciola cerata</i>	30 (A)	0	0	0	0	0	0	29 (L)	0	0	6 (A)	189 (A)
<i>Curtos mundulus</i>	0	1 (A)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Curtos sauteri</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6 (A)
<i>Diaphanes formosus</i>	0	4 (A)	2 (A)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diaphanes citrinus</i>	0	0	0	2 (A)	2 (A)	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pyrocoelai praetexta</i>	0	0	0	0	0	5 (A)	3 (A)	0	0	0	0	0

表十 2011 年 5 月至 2012 年 4 月，各月份螢火蟲種類 Shannon-Wiener index、Shannon-Wiener evenness index

Table 10. The Shannon-Wiener index and Shannon-Wiener evenness index of fireflies between May 2011 and April 2012

Month (Month-Year)	Shannon-Wiener index	Shannon-Wiener evenness index
May 2011	1.54	0.79
June 2011	1.19	0.86
July 2011	0.88	0.8
August 2011	1.14	0.64
September 2011	0.84	0.52
October 2011	0.84	0.52
November 2011	0.54	0.33
December 2011	1.06	0.66
January 2012	0.66	0.96
February 2012	0.66	0.96
March 2012	0.64	0.36
April 2012	1.16	0.6

2008)，顯示該處黑翅螢成蟲族群相對封閉或黑翅螢的擴散能力較低，但也可能顯示除該棲地外，週邊地區因有光污染，使得黑翅螢族群無法擴張。

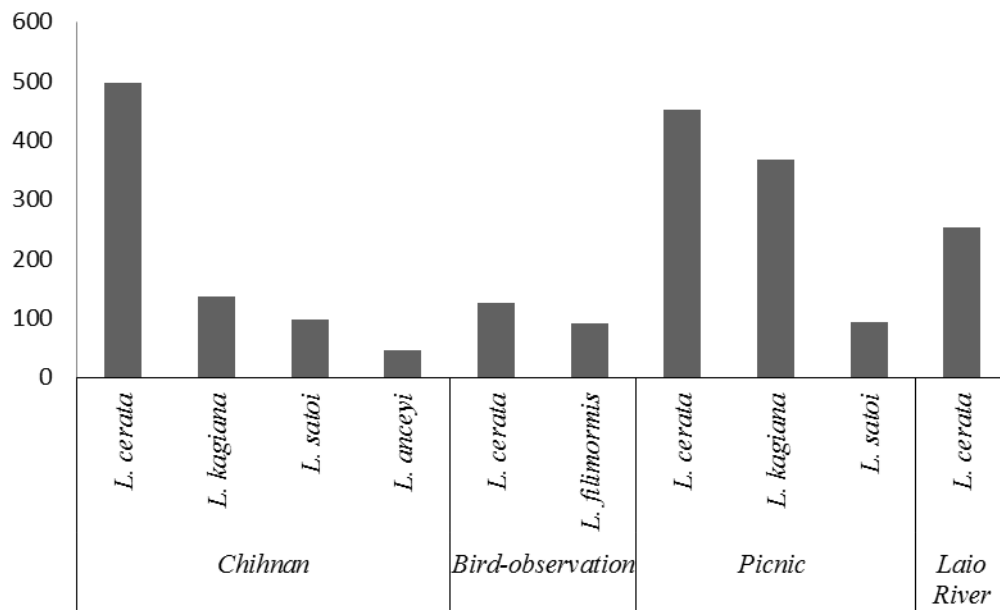
#### 五、除草對窗螢、短角窗螢幼蟲之影響

2011 年 7~9 月，土地公廟後方步道之除草區、非除草區及除草區上方之窗螢及短角窗螢幼蟲數量如表十二，剛除完草時，於除草區內僅能發現少量螢火蟲幼蟲，而幼蟲皆移棲至除草區上方的未除草區域，但非除草區及除草區上方的數據並無顯著差異，顯示除草之後，幼蟲會移棲至非除草區，或往上移棲至除草區

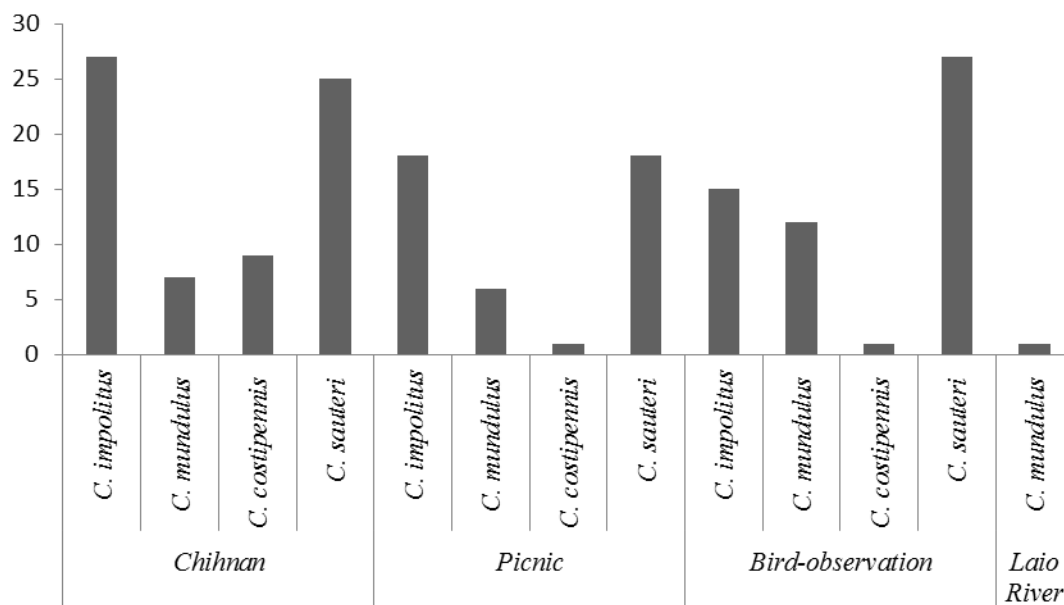
上方之非除草區域，除草對於幼蟲的影響時間約為 2 個月，因至 2011 年 9 月份調查時，除草區、非草區及除草區上方的幼蟲數量已無顯著差異，因此推知，於除草後 2 個月左右，除草區之植被已回復至幼蟲適合棲息之狀態。

#### 六、溫濕度、遮蔽度與螢火蟲之關係

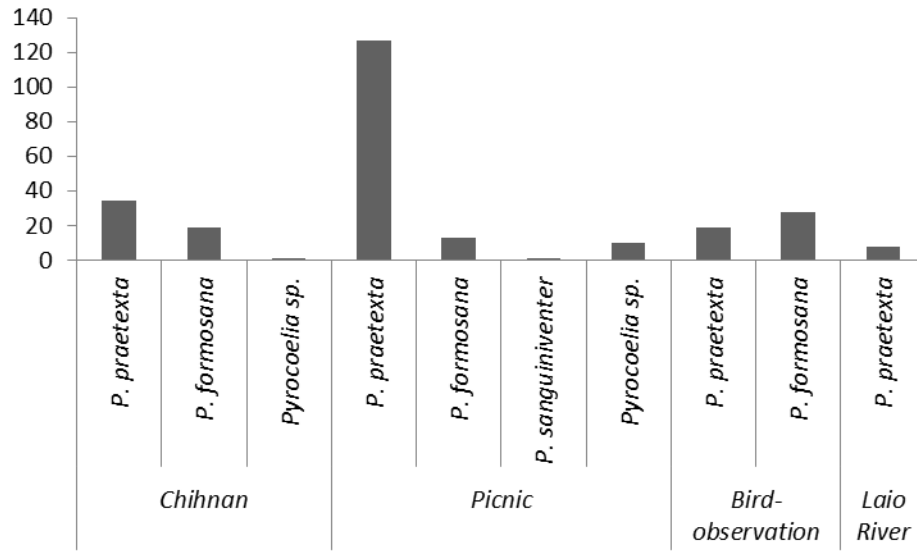
2011 年 11 月至 2012 年 4 月，由表十三顯示，池南區及野餐觀景步道發現螢火蟲處之平均相對濕度，均較花蓮縣相對濕度平均值為高，而平均氣溫差距較小，據 Jeng *et al.* (1999)，森林之遮蔽度是影響螢火蟲種類數多寡的因素之一，而遮蔽度亦會影響螢火蟲微棲



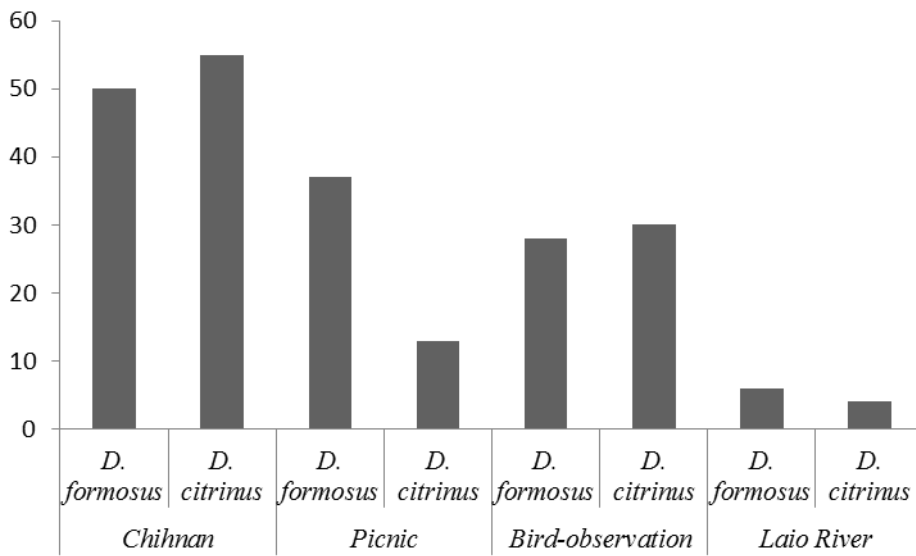
圖五 熠螢屬於各調查分區之數量。  
Fig. 5. The number of *Luciola* fireflies at each census sites.



圖六 脈翅螢屬於各調查分區之數量。  
Fig. 6. The number of *Curtos* fireflies at each census sites.



圖七 窗螢屬於各調查分區之數量。  
Fig. 7. The number of *Pyrocoelia* fireflies at each census sites.



圖八 短角窗螢屬於各調查分區之數量。  
Fig. 8. The number of *Diaphanes* fireflies at each census sites.



表十一 2012 年 3 至 4 月利用 Bailey triple catch method 估算黑翅螢成蟲族群數量

Table 11. The population numbers of adult *Luciola cerata* estimated by the Bailey triple catch method between March and April 2012

Census time	<i>Luciola cerata</i> adult numbers	Recapture ratio (%)
2012/03/28-30	58.50 ± 11.03	32.05
2012/04/19-21	1011.38 ± 49.56	15.01

表十二 除草區、非除草區及除草區上方之窗螢、短角窗螢幼蟲數量

Table 12. The larvae numbers of *Pyrocoelia* and *Diaphanes* in weed-controlled areas, in areas that were not weed controlled, and in areas adjacent to a weed-controlled area

Treat	Census time			
	July 2011	August 2011	September 2011	
No weed control	5.00 ± 0.32 <sup>a</sup>	12.40 ± 0.51 <sup>a</sup>	13.00 ± 0.70 <sup>a</sup>	
Weed control	0.40 ± 0.24 <sup>b</sup>	8.60 ± 0.40 <sup>b</sup>	13.40 ± 0.68 <sup>a</sup>	
Area adjacent to a weed control area	5.00 ± 0.32 <sup>a</sup>	12.80 ± 0.58 <sup>a</sup>	13.40 ± 0.81 <sup>a</sup>	

表十三 2011 年 11 月至 2012 年 4 月池南區、野餐觀景步道之氣溫、相對濕度及遮蔽度與中央氣象局花蓮市氣候資料之比較 (花蓮市氣候引自中央氣象局官網)

Table 13. The comparison of air temperature, relative humidity and canopy in Chihnan, picnic trail census sites and Hualien city from November 2011 to April 2012 (The climate data of Hualien City was cited from the web of the central weather bureau)

Census time (Month-Year)	Chihnan			Picnic trail			The climate in Hualien City	
	Average	Average	Canopy	Average	Average	Canopy	Average	Average
	temperature (°C)	relative		temperature (°C)	relative		temperature (°C)	relative
		humidity (%)			humidity (%)			humidity (%)
Nov-11	21.8 ± 0.54	98.3 ± 0.69	80	22.5 ± 0.98	84.7 ± 0.59	73	23.0	78
Dec-11	16.4 ± 0.16	95.3 ± 0.78	83	18.2 ± 0.99	85.8 ± 0.61	75	18.9	74
Jan-12	18.2 ± 0.31	85.8 ± 0.31	81	19.0 ± 1.04	97.0 ± 0.61	72	17.8	76
Feb-12	15.9 ± 0.17	92.3 ± 0.66	81	16.4 ± 1.04	95.3 ± 0.29	71	18.7	77
Mar-12	20.8 ± 0.39	92.8 ± 0.61	84	22.3 ± 0.96	91.0 ± 0.48	74	20.8	75
Apr-12	21.7 ± 0.67	92.4 ± 0.54	84	22.3 ± 0.87	89.9 ± 0.47	75	22.8	76

地之相對濕度，而比較兩處步道之遮蔽度與溼度，可知，環潭步道遮蔽度較低池南區為低，故相對溼度亦較池南區為低，然池南區共發現 6 屬 15 種螢火蟲，Shanon-Wiener 多樣性指數 1.88，野餐觀景步道為 6 屬 14 種，Shanon-Wiener 多樣性指數 1.61，結果差異不大，故推測二處步道溼度雖有差異，但二處步道之相對濕度皆較花蓮市之相對濕度平均

值為高，故二處步道均為合宜螢火蟲棲地。

## 七、文獻紀錄與本調查發現之螢火蟲種類

據文獻，花蓮地區之螢火蟲種類共 18 種 (表十四)，本調查於池南國家森林遊樂區內共發現 7 屬 18 種，與文獻紀錄之種類比較，可知本調查尚無記錄神木螢、赤腹窗螢、突胸窗螢及日行性之紅弩螢及高山弩螢，然神木螢為

表十四 花蓮地區螢火蟲種類之文獻紀錄及本調查發現之螢火蟲種類

Table 14. A comparison of the firefly species between the reference and the survey

Gensus	Recorded species (Ho and Zhu, 2002; Jeng <i>et al.</i> , 1999)	Species appeared
<i>Drilaster</i>	<i>Drilaster olivieri</i> <i>Drilaster purpureicollis</i> <i>Dtilaster atricollis</i>	<i>Drilaster olivieri</i>
<i>Luciola</i>	<i>Luciola filiformis</i> <i>Luciola kagiana</i> <i>Luciola cerata</i> <i>Luciola anceyi</i>	<i>Luciola filiformis</i> <i>Luciola kagiana</i> <i>Luciola cerata</i> <i>Luciola anceyi</i> <i>Luciola satoi</i>
<i>Curots</i>	<i>Curtos costipennis</i> <i>Curtos mundulus</i>	<i>Curtos costipennis</i> <i>Curtos mundulus</i> <i>Curtos impolitus</i> <i>Curtos sauteri</i>
<i>Pyrocoelia</i>	<i>Pyrocoelia formosana</i> <i>Pyrocoelia praetexta</i> <i>Pyrocoelia sanguiniventer</i> <i>Pyrocoelia prolongata</i>	<i>Pyrocoelia formosana</i> <i>Pyrocoelia praetexta</i> <i>Pyrocoelia sanguiniventer</i> <i>Pyrocoelia sp.</i>
<i>Diaphanes</i>	<i>Diaphanes citrinus</i> <i>Diaphanes formosus</i> <i>Diaphanes nubilus</i>	<i>Diaphanes citrinus</i> <i>Diaphanes formosus</i>
<i>Lamprigera</i>	<i>Lamprigera yunnana</i>	<i>Lamprigera yunnana</i>
<i>Vesta</i>	<i>Vesta impressicollis</i>	<i>Vesta impressicollis</i>

中高海拔螢火蟲，故出現於池南國家森林遊樂區內的可能性不高，而本調查亦發現文獻未記載之姬脈翅螢、梭德氏脈翅螢、長胸窗螢、小紅胸黑翅螢。

## 討 論

### 一、各分區螢火蟲生物資源利用建議

池南區土地公廟附近之自導式步道及森林浴步道是池南區螢火蟲成蟲及幼蟲之主要採集處，池南區 6 屬 15 種螢火蟲皆採自此處，而池南區環溪步道則是熠螢屬幼蟲之主要採集處，黑翅螢幼蟲主要取食節肢動物屍體，故建議池南區內如有樹木需修枝時，修剪下來的樹枝可堆積於土地公廟附近之自導式及森林

浴步道及環溪步道旁，增加其他節肢動物棲息空間，以作為黑翅螢幼蟲的合適棲所。而其餘種類螢火蟲幼蟲，多取食扁蝸牛 (*Bradybaena similaris*)，由於扁蝸牛偏好棲息於濕度較高的地表植被，故建議亦可於鋪設稻草，保持土壤濕度，營造扁蝸牛合宜棲地，而為其他螢火蟲幼蟲之食餌。

除草方式及除草強度由試驗結果可知，現行除草方式由於除草強度較小，故不影響窗螢屬及短角窗螢屬幼蟲之數量，僅使幼蟲在除草後暫時棲息於未除草區及除草區上方之非除草區，當除草區植被逐漸回復後，幼蟲仍會利用該處做為棲息地；池南區並非賞螢季賞螢活動之主要賞螢地點，但由 2012 年 3 月之調查得知，仍有民眾集合於池南區售票亭附近賞

螢，而土地公廟附近則有民眾攜帶數位單眼相機拍攝螢火蟲，由於螢火蟲具負趨光性，人工光源可能對螢火蟲形成負面影響，故建議在賞螢活動舉辦時，池南區仍需有志工宣導減少使用人工光源。

賞鳥遠眺步道之交會處，為賞鳥遠眺步道之主要採集點，僅發現紋螢於此處出現，由野外採集經驗可知，相較於黑翅螢，紋螢對於人為干擾及光污染之承受能力較低，但此處之人為因素僅有登山健行遊客存在，人為干擾較少，故建議減少賞鳥遠眺步道交會處之除草強度及頻度，並於每年 3~4 月持續監測此處之紋螢成蟲族群數量。

野餐觀景步道沿途於各月份皆可發現不同種類之螢火蟲成蟲，然幼蟲卻多集中於野餐步道之木棧橋下之植被，故即使植被生長繁茂，對於步道遊客影響仍較小，故建議除草時，不需割除野餐步道木棧橋下之植被。

荖溪是螢火蟲種類及數量最少的一區，主要採集區域在便橋後的兩公里道路範圍內，此處螢火蟲種類及數量較其他三區為少的原因可歸因於遮蔽度較其他三區為低，較為開闊，並不適螢火蟲幼蟲棲息。

## 二、各月份螢火蟲生物資源利用建議

除 1、2 月種類數較其他月份為少，且無優勢螢種外，其餘各月份皆有其優勢螢種，但考量各螢種對於人為干擾反應不一，適合一般民眾觀賞之螢種為 3~5 月之黑翅螢成蟲，及 10~11 月之山窗螢成蟲，舉辦地點以環潭公路為最佳選擇，然賞螢導覽志工培訓及較深度之螢火蟲生態導覽，則可於野餐步道及池南區，於 5~10 月舉辦，以脈翅螢屬螢火蟲成蟲、窗螢屬及短角窗螢屬幼蟲作為主要觀賞螢種；然熠螢亞科之脈翅螢屬及螢亞科之窗螢屬成蟲於夜間活動時間不同，脈翅螢屬螢火蟲

夜間活動時間較長，於日落之後直至下午 9 時，仍能發現脈翅螢屬成蟲活動，但窗螢屬成蟲夜間活動時間僅集中於日落之後 1 小時內，造成此差異原因為此兩屬螢火蟲之求偶方式差異所致，脈翅螢屬螢火蟲一如熠螢屬螢火蟲，以光信號溝通找尋交配對象，而窗螢屬螢火蟲則以性費洛蒙化學信號作為找尋配偶的方式，故觀賞 10~11 月之山窗螢，建議活動舉辦時間為下午六~七時。

## 三、人為干擾對於螢火蟲成蟲之影響

人工除草及賞螢季之賞螢遊客，是本調查認為池南國家森林遊樂區最主要的人為干擾模式，然試驗證實，現行之人工除草方式並不影響幼蟲數量，僅暫時干擾幼蟲分布，且除草區植被回復後，幼蟲活動範圍亦隨之恢復，而最不影響螢火蟲幼蟲的除草月份為 1~2 月；在現行賞螢季之導覽方式設計之下，賞螢遊客數量雖不影響黑翅螢成蟲數量，但是否會影響到其他螢種，例如紅胸黑翅螢、小紅胸黑翅螢及大端黑螢，且不同螢種對於遊憩壓力之反應如何，遊憩壓力如何定義，綜觀國內外文獻，目前仍無相關論述，實待後續相關研究，方能釐清。

## 誌 謝

感謝兩位匿名審查委員對於本報告之指導及斧正，本研究之完成，需感謝花蓮林區管理處張處長彬、育樂組紀組長有亭及吳玫霏小姐所提供之各種協助及委託計畫 100-08-8-01 的經費支持，使其順利完成，同時也感謝臺灣大學昆蟲學系王億傑先生及謝瑞帆先生協同調查。

## 引用文獻

- Bailey J.** 1951. On estimating the size of mobile populations from recapture data. *Biometrika* 38: 293-306.
- Chang NT, Chen ZC, Hsu WC.** 2000. List of Lampyridae in the Nanjenshan ecological research site of Kenting National Park—comments of comparisons of similarity. *Chinese Journal of Entomology* 20: 57-61.
- Chao RF.** 2005. A preliminary survey of firefly ecology in Lichia, Taitung. The forest bureau report, COA. 40 p.
- Chen CR, Jeng ML, Chang ZY, Lai J.** 2010. The fireflies survey and its application in Kenting national park The research report of Kenting national park headquarters, Pingtung, Taiwan. 73 p.
- Chen CR, Jeng ML, Chang ZY, Lai J.** 2011. The fireflies survey and the ecotourism promote at Shirding and Manjhou community in Kenting national park The research report of Kenting national park headquarters, Pingtung, Taiwan. 76 p.
- Ho JZ.** 2001. The fireflies ecological guide handbook in Hsinchu county Endemic species research institute, Nantou, Taiwan. 207 p.
- Ho JZ.** 2004. Occurred Fluctuation, Distribution and Habitat Characters of the Firefly, *Pyrocoelia analis*. *Formosan Entomology* 24: 117-128.
- Ho JZ.** 2006. The fireflies survey and ecological guide in mountain area in Chihyi mountain area The fireflies conservation society ROC, Nanton, Taiwan. 154 p.
- Ho JZ, Chiang PH.** 2001. The fireflies ecological guide handbook in Taichung county Taichung county government, Taichung, Taiwan. 107 p.
- Ho JZ, Chiang PH.** 2002. The fireflies ecological guide book at 921-earthquake-reconstruction area Endemic species research institute, Nanton, Taiwan. 168 p.
- Ho JZ, Lin CJ, Yen ZD.** 1996. The fireflies survey in Tainan county. *Journal of the experimental forest of National Taiwan University* 12: 121-127.
- Ho JZ, Wu CH, Chen YH, Yang PS.** 2009. New trend of ecological industry- as example of value and development of firefly watching activities in Mt. Ali area. *Formosan Entomology* 29: 279-292.
- Ho JZ, Wu CH, Yang PS.** 2010. The research of fireflies biodiversity in Taiwan. In: Yang EC, Li CY, Shih JZ, (eds). *Proceeding of The symposium of insect and biodiversity conservation Taiwan Entomological Society, Taipei.* pp 79-94.
- Ho JZ, Yang PS.** 2007. The new mode of fireflies ecological industry at Toyota community, Yamakuchi county, Japan. *Nature Conservation Quarterly* 60: 28-36.
- Jeng ML, Lai J, Yang PS.** 1999. A synopsis of the firefly fauna at six national parks

- in Taiwan (Coleoptera: Lampyridae).  
Chinese Journal of Entomology 19:  
65-91.
- Kim CW, Nam SH.** 1981. Present status of  
the Korea fireflies and their conservation.  
Bull Korean Assoc Conserv Nat Serv 3:  
311-324.
- Krebs CJ.** 2009. Ecology: The Experimental  
Analysis of Distribution and Abundance  
Benjamin Cummings, San Francisco.  
655 p.
- Wu CH, Yang PS.** 2008. Survey of the  
firefly resources in Tungshih forest.  
Formosan Entomology 28: 195-209.
- Yang PS.** 1998. The study of the fireflies  
in Taiwan in the past and future. In:  
Yang CM, (ed). The Ecology and  
Conservation of the Fireflies Symposium  
Construction and Planning Agency,  
Ministry of the Interior, Executive  
Yuan, Taipei, Taiwan. pp 1-9.

收件日期：2012年7月30日

接受日期：2012年9月21日

# The Survey of the Firefly Resources in Chihnan National Forest Recreation Area and the Fireflies' Resource Utilization

Chia-Hsiung Wu<sup>1</sup>, Jen-Zon Ho<sup>2</sup>, Ming-Lung Jeng<sup>3</sup>, and Ping-Shih Yang<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Department of Entomology, National Taiwan University, Taipei City, Taiwan

<sup>2</sup> Endemic Species Research Institute, COA, Nantou County, Taiwan

<sup>3</sup> National Museum of Natural Science, Taichung City, Taiwan

## ABSTRACT

Between April 2011 and April 2012, the fireflies' we conducted both a qualitative and a quantitative census of the fireflies at 4 sampling sites in Chihnan National Forest Recreation Area. Eighteen species belonging to 7 genera were found, including *Luciola cerata* Olivier, *L. kagiana* Matsumura, *L. satoi* Jeng and Yang, *L. anceyi* Olivier, *L. filiformis* Olivier, *Curtos sauteri* (Olivier), *C. impolitus* (Olivier), *C. mundulus* (Olivier), *C. costipennis* (Gorham), *Diaphanes citrinus* Olivier, *D. formosus* Olivier, *Pyrocoelia formosana* (Olivier), *P. sanguiniventer* (Olivier, 1911), *P. praetexta* (Olivier), *Pyrocoelia* sp., *Vesta impressicollis* Fairmaire, *Lamprigera yunnana* (Fairmaire) and *Drilaster olivieri* (Pic). The black-winged firefly, *L. cerata* was the most abundant species at all four sampling sites. However, each month the dominant fireflies were of a different species. The marking-release-recapture method was used for estimating the numbers of adult *L. cerata* in March and April 2012. The average numbers were  $58.50 \pm 11.03$  in March 2012 and  $1012.38 \pm 49.56$  in April 2012. The impact of weed control on the larvae of the firefly showed that the low level of weed control activities had only a temporary impact upon the larvae of *Pyrocoelia* and *Diphanes*, and did not affect the larvae numbers.

**Key words:** census of firefly resources, weed control disturbance, Lampyridae, Chihnan national forest recreation area

\* Corresponding emails: psyang@ntu.edu.tw