



Formosan Entomologist

Journal Homepage: entsocjournal.yabee.com.tw

Survey of the Firefly Resources in Tungshih Forest 【Research report】

東勢林場螢火蟲資源調查【研究報告】

Chia-Hsuang Wu and Ping-Shih Yang*

吳加雄、楊平世*

*通訊作者E-mail: psyang@ntu.edu.tw

Received: 2007/03/29 Accepted: 2008/10/20 Available online: 2008/12/01

Abstract

A qualitative and quantitative research of fireflies was conducted in Tungshih forest from November 1998 to April 2000. Nine species of fireflies were recorded. They are: *Luciola cerata*, *L. kagiana*, *L. anceyi*, *L. praeusta*, *Cutois sauteri*, *Pyrocoelia praetexta*, *P. formosana*, *Diaphanes citrinus* and *Stenocladus bicoloripes*. The results indicated the occurrence of adults as follows: *L. cerata*, from late March to mid-April, *L. kagiana*, early April to mid-April, *L. anceyi*, early April to mid-April, *L. praeusta*, mid-July to late July, *C. sauteri*, early May to mid-May, *P. praetexta*, late October to late November, *P. formosana*, early May to late May, *D. citrinus*, mid-October to early November and *S. bicoloripes*, late October. The adults of *L. cerata* were dominant from early April to mid-April. The adults of *L. praeusta* were dominant from mid-July to late July. *P. praetexta* larvae and *D. citrinus* larvae were dominant from August to October. *D. citrinus* adults and *P. praetexta* adults were dominant in late October. *L. cerata* larvae and *L. praeusta* larvae were dominant from November to next May. The larvae of these species inhabit the surface of the soil and are preyed upon by snails, such as *Phaedusinae* (1 unidentified species), *Achatina fulica*, *Patalochlamys formosana*, *Acusta tourannensis*, *Plectotropis mackensii*, *Cyclophorus formosaensis*, *Patalochlamys vesta*, and *Bradybaena similaris*.

摘要

本研究從1998年11月至2000年4月，選擇東勢林場進行螢火蟲資源調查，經1年餘的調查發現東勢林場共有螢火蟲5屬9種夜行性螢火蟲：熠螢屬之黑翅螢 (*Luciola cerata* Olivier)、紅胸黑翅螢 (*Luciola kagiana* Matsumura)、大端黑螢 (*Luciola anceyi* Olivier)、端黑螢 (*Luciola praeusta* Kiesenwetter)；脈翅螢屬之梭德氏脈翅螢 (*Curtos sauteri* (Olivier))；窗螢屬之山窗螢 (*Pyrocoelia praetexta* (Olivier)) 及紅胸窗螢 (*Pyrocoelia formosana* (Olivier))；短角窗螢屬之橙螢 (*Diaphanes citrinus* Olivier)；及垂鬚螢屬之雙色垂鬚螢 (*Stenocladus bicoloripes* Pic)。東勢林場內螢火蟲成蟲發生時間：黑翅螢從3月底至5月中旬；大端黑螢及紅胸黑翅螢從4月初至4月中旬；端黑螢從7月中至7月底；橙螢從10月中至11月初；山窗螢從10月底至11月底；梭德氏脈翅螢從5月初至5月中旬；雙色垂鬚螢則出現在10月底；紅胸窗螢出現在3月初到3月底。林場內之螢火蟲發生數量，每年3月到5月，以黑翅螢為優勢種；6月至7月則是山窗螢幼蟲及端黑螢成蟲最常見；8月至10月以山窗螢幼蟲及橙螢幼蟲最常見，11月則是橙螢及山窗螢成蟲最常見；而從11月至次年4月以端黑螢及黑翅螢的幼蟲為最常見。林場內之螢火蟲幼蟲調查棲地出現之蝸牛包括：煙管蝸牛亞科 (*Phaedusinae*) 1種之未鑑定種、台灣鰲甲蝸牛 (*Patalochlamys formosana* (Schmacker & Boettger))、球蝸牛 (*Acusta tourannensis* (Souleyet))、台灣盾蝸牛 (*Plectotropis mackensii* (Adams & Reeve))、南台灣大山蝸牛 (*Cyclophorus formosaensis* Schmacker & Boettger)、青鰲甲蝸牛 (*Patalochlamys vesta* (Pfeiffer))、扁蝸牛 (*Bradybaena similaris* (Ferussac))。

Key words: firefly, Tungshih forest, qualitative and quantitative investigations, *Luciola cerata*, biological resource survey

關鍵詞: 螢火蟲、東勢林場、定性定量調查、黑翅螢、生物資源調查。

Full Text: [PDF \(0.49 MB\)](#)

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

東勢林場螢火蟲資源調查

吳加雄、楊平世*

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

摘 要

本研究從1998年11月至2000年4月，選擇東勢林場進行螢火蟲資源調查，經1年餘的調查發現東勢林場共有螢火蟲5屬9種夜行性螢火蟲：熠螢屬之黑翅螢 (*Luciola cerata* Olivier)、紅胸黑翅螢 (*Luciola kagiana* Matsumura)、大端黑螢 (*Luciola anceyi* Olivier)、端黑螢 (*Luciola praeusta* Kiesenwetter)；脈翅螢屬之梭德氏脈翅螢 (*Curtos sauteri* (Olivier))；窗螢屬之山窗螢 (*Pyrocoelia praetexta* (Olivier)) 及紅胸窗螢 (*Pyrocoelia formosana* (Olivier))；短角窗螢屬之橙螢 (*Diaphanes citrinus* Olivier)；及垂鬚螢屬之雙色垂鬚螢 (*Stenocladius bicoloripes* Pic)。東勢林場內螢火蟲成蟲發生時間：黑翅螢從3月底至5月中旬；大端黑螢及紅胸黑翅螢從4月初至4月中旬；端黑螢從7月中至7月底；橙螢從10月中至11月初；山窗螢從10月底至11月底；梭德氏脈翅螢從5月初至5月中旬；雙色垂鬚螢則出現在10月底；紅胸窗螢出現在3月初到3月底。林場內之螢火蟲發生數量，每年3月到5月，以黑翅螢為優勢種；6月至7月則是山窗螢幼蟲及端黑螢成蟲最常見；8月至10月以山窗螢幼蟲及橙螢幼蟲最常見，11月則是橙螢及山窗螢成蟲最常見；而從11月至次年4月以端黑螢及黑翅螢的幼蟲為最常見。林場內之螢火蟲幼蟲調查棲地出現之蝸牛包括：煙管蝸牛亞科 (Phaedusinae) 1種之未鑑定種、台灣鰲甲蝸牛 (*Patalochlamys formosana* (Schmacker & Boettger))、球蝸牛 (*Acusta tourannensis* (Souleyet))、台灣盾蝸牛 (*Plectotropis mackensii* (Adams & Reeve))、南台灣大山蝸牛 (*Cyclophorus formosaensis* Schmacker & Boettger)、青鰲甲蝸牛 (*Patalochlamys vesta* (Pfeiffer))、扁蝸牛 (*Bradybaena similaris* (Ferussac))。

關鍵詞：螢火蟲、東勢林場、定性定量調查、黑翅螢、生物資源調查。

*論文聯繫人
e-mail: psyang@ntu.edu.tw

前 言

近十餘年來台灣螢火蟲生物學研究比往昔為多，包括螢火蟲資源調查 (Ho, 1997, 1998, 2001; Ho *et al.*, 1998; Jeng *et al.*, 1999a; Chang *et al.*, 2000; Ho and Su, 2000; Chen, 2003)、螢火蟲之分類 (Lai *et al.*, 1998; Jeng *et al.*, 1998a, 1998b, 1999b, 2000, 2001, 2002, 2003a, 2003b, 2006; Jeng and Yang, 2003)、人工飼養技術 (Chang, 1994; Chen and Chen, 1997; Ho *et al.*, 2006)、螢火蟲發光行為 (Ohba and Yang, 2002)、交尾行為 (Jeng *et al.*, 2005)、生活史相關研究 (Chen *et al.*, 1998; Ho *et al.*, 2002a, 2002b, 2003; Ho and Huang, 2003) 及螢火蟲資源經營管理 (Yeh, 1999) 等。在螢火蟲生物資源調查方面，有關台灣各國家公園的螢火蟲相已有報告發表 (Yang, 1996), Jeng *et al.* (1999a) 對國家公園的螢火蟲資源也有深入分析研究；至於非屬國家公園之自然保留區、野生動物保護區、野生動物重要棲息環境、國有林自然保護區、沿海保護區、水源保護區的螢火蟲資源則欠缺科學性調查資料。

由於對森林中螢火蟲相缺乏全年性調查報告，據 Yang (1998) 之報告大多數森林遊樂區及休閒農場內的工作人員，對於遊樂區範圍內的螢火蟲資源，多是利用自己的經驗加以判斷，但這種方式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，因此在賞螢活動時難免會發生資訊錯誤之現象。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。

東勢林場，原本以林業及果園經營為主，民國 68 年起改變經營方針，以森林遊樂為主

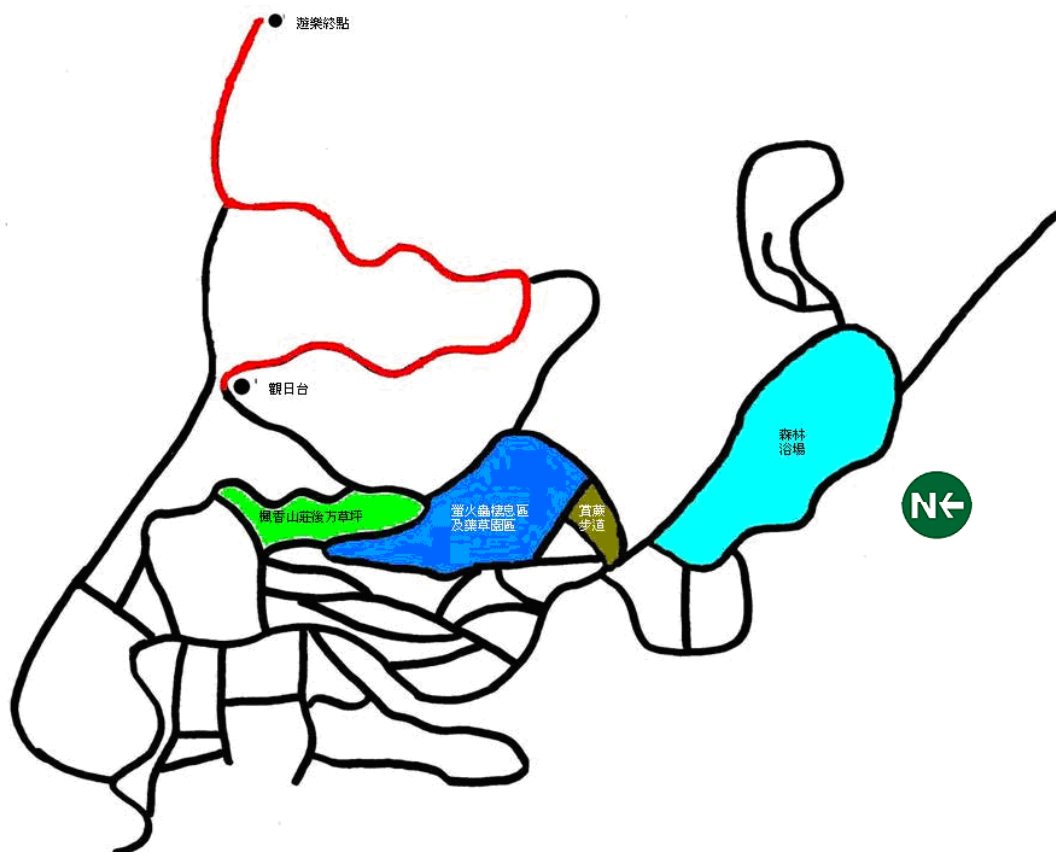
的多角化經營，加強林相整理，種植花木，建設各項遊樂設施、公共設施及推展森林浴健康活動，至 73 年正式對外開放，現為台灣中部地區主要賞螢地點之一，1990 年後，採用營造螢火蟲幼蟲棲地之方式，進行螢火蟲保育工作，故本研究選定在此處進行全年性之螢火蟲資源調查，除能補足中台灣螢火蟲資源資訊外，亦能將調查結果提供場方正確的賞螢及物種資料，對於螢火蟲之棲地保護及遊客可能帶來之環境衝擊具直接助益。

材料與方法

一、棲地環境描述

東勢林場位於台中縣東勢鎮東南隅之大安溪畔，場區面積 225 公頃，海拔在 500 至 700 m 之間，場內之林相為人工林或次生林，以樟樹 (*Cinnamomum Camphora* Nees et Eberm)、楓香 (*Liquidambar formosana* Hance) 為優勢樹種；東勢林場 1970 年代之前之經營型態為林業及果園經營；1979 年之後改變為森林遊樂區，林場內之螢火蟲棲息地多集中於農推大樓 (遊客服務中心) 後方人工建築物較少的地區，主要可區分為五處 (圖一)：

1. 螢火蟲棲息區及藥草園區：螢火蟲棲息地為林場內工作人員進行螢火蟲導覽時的主要賞螢地點，為一開闊之草坪；藥草園區內兩旁步道種植各種藥用植物及樟樹，鬱閉度較螢火蟲棲息區為高。
2. 賞蕨步道：位於藥草園區旁，步道兩旁為蕨類及次生林，為遊客遊憩地點之一，常有手工除草。
3. 森林浴場：位於賞蕨步道旁，次生林，亦常有人工除草情形。
4. 楓香山莊後方草坪：位於楓香山莊 (遊客



圖一 東勢林場螢火蟲棲息地示意圖。

Fig. 1. The map of the fireflies' habitat in Tungshih forest.

住宿之小木屋聚集處) 後方, 優勢樹種為楓香 (*L. formosana*), 鬱閉程度低, 常有人為干擾 (燈光及人工除草)。

5. 觀日台至遊樂區終點: 步道兩旁林相為次生林, 因此處位置較林場內其他遊樂設施為遠, 故人為干擾較少, 無人工除草。

二、調查期間及調查方法

在 1998 年 11 月至 2000 年 4 月之夜間 (下午 6:00 以後開始), 以定性及定量方法調查; 定性法係在上述期間, 每月 3~4 次, 每次 1~3 天, 在螢火蟲棲息地記錄幼、成蟲之種類; 定量法則因種而異, 黑翅螢 (*L. cerata*)

成蟲採用標記再捕法估算成蟲數量; 山窗螢 (*P. praetexta*)、橙螢 (*D. citrinus*) 成蟲採用穿越線調查估算成蟲數量; 至於黑翅螢、端黑螢 (*L. praeusta*)、山窗螢及橙螢幼蟲採用定面積調查估算其幼蟲數量; 不同種類之成蟲數量估算方式如下所述:

1. 成蟲發生數量估算

黑翅螢、山窗螢及橙螢成蟲的估算方式有所不同, 此因在進行黑翅螢豐度的估算時, 已經知道其發生期大約為何時, 故選定每星期六、日、一, 用 Bailey's triple-catch method (Bailey, 1951) 的方式進行族群數量估算; 但進行山窗螢、橙螢成蟲數量估算時, 尚不清楚

東勢林場之橙螢及山窗螢成蟲發生期為何，所以當發現橙螢、山窗螢成蟲時，無法進行 Bailey's triple-catch method 的估算，只能用相對豐度的方式來呈現山窗螢、橙螢成蟲的數量。

(1) 黑翅螢數量估算方式：

自 1999 年 4 月至 1999 年 5 月止，於黑翅螢成蟲發生期間，每週至成蟲之棲地，利用捕蟲網捕捉黑翅螢，以油漆筆 (PILOT, SUPER COLOR SC-G-M) 標記後釋回，第 2 天再至樣區以捕蟲網捕捉黑翅螢成蟲，除檢視所抓之黑翅螢成蟲有無標記外，未標記的成蟲則用油漆筆在翅鞘的不同的部位予以標記。

由於黑翅螢成蟲發生數量是利用每星期六、日、一進行捕捉標記的工作，採集及標記的蟲數較多，故採用 Bailey's triple-catch method (Bailey, 1951) 估算調查第 2 日的成蟲數量。

(2) 山窗螢及橙螢數量估算方式：

採用穿越線調查方式估算成蟲數量，於 1999 年 10 月至 1999 年 11 月，於夜間成蟲活動時間，利用捕蟲網捕抓成蟲並用記數器記錄所捕抓之成蟲數量，並將完成一次捕抓所需的時間加以記錄，調查面積 $150 \times 5 \text{ m}$ 。

(3) 幼蟲數量估算：

黑翅螢、端黑螢幼蟲及山窗螢、橙螢幼蟲的之族群數量估算係採用不同之調查方式，此因橙螢及山窗螢幼蟲的棲息地多為平坦且較乾燥的草坪，且幼蟲體型較大，容易發現，故採用陷阱調查法；黑翅螢幼蟲有聚集一地的現象，且體型小，故調查黑翅螢及端黑螢幼蟲時需要在站在棲地之前，仔細尋找幼蟲所發出的螢光，方能發現幼蟲，故採用定面積調查法。

(a) 山窗螢及橙螢幼蟲數量估算：

從 1999 年 5 月至 1999 年 10 月，採用相對豐度的方式來估計幼蟲數量。先在幼蟲的棲

地隨機放置 50 個 $50 \times 50 \text{ cm}$ 的木框 (塗白色油漆) 當標示，每禮拜調查時隨機 (利用亂數表決定當週所要調查之木框編號) 取 20 個木框，採集木框內的幼蟲，攜回實驗室內鑑定種類並記錄幼蟲總數。

(b) 黑翅螢及端黑螢幼蟲數量估算：

採用相對豐度的方式來估算幼蟲數量，調查時間是從 1999 年 8 月至 2000 年 4 月，選定一幼蟲聚集的棲地 (面積 $3 \times 4 \text{ m}$)，每週調查 1 次，每次 1 小時，採集棲地內之幼蟲，攜回實驗室內進行種類鑑定並記錄幼蟲總數。

2. 蝸牛種類定性調查

螢科幼蟲多取食活蝸牛，故於進行螢火蟲幼蟲調查之同時，採集棲地內所發現之蝸牛 (活個體及空殼)，並送交台灣大學蝸牛分類專家吳書平先生鑑定。

三、結果與討論

1. 東勢林場螢火蟲資源：

由表一之調查結果顯示，東勢林場內的螢火蟲共有 3 亞科 5 屬 9 種，其中熠螢亞科 (Luciolinae) 之螢火蟲共 5 種，為林場內種類數最多的類群，包括熠螢屬 (*Luciola*) 螢火蟲 4 種，分別為黑翅螢、紅胸黑翅螢 (*L. kagiana*)、端黑螢、大端黑螢 (*L. anceyi*)；脈翅螢屬 (*Curtos*) 1 種，為梭德氏脈翅螢 (*C. sauteri*)；螢亞科 (Lampyrinae) 之螢火蟲共 3 種，包括窗螢屬 (*Pyrocoelia*) 2 種—山窗螢及紅胸窗螢 (*P. formosana*)。短角窗螢屬 (*Diaphanes*) 1 種，為橙螢；弩螢亞科 (Ototretinae) 僅 1 屬 1 種，為雙色垂鬚螢 (*S. bicoloripes* Pic)；台灣產螢科昆蟲共 62 種，而東勢林場面積僅 255 公頃，卻能擁有 9 種螢火蟲，可視為台灣中部重要螢火蟲棲息地。

2. 東勢林場螢火蟲幼及成蟲發生時間：

東勢林場內的各種螢火蟲幼及成蟲發生

表一 東勢林場螢火蟲種類 (調查時間：1998 年 11 月至 2000 年 4 月)
Table 1. The fireflies in Tungshih forest (Census: Nov. 1998~Apr. 2000)

Subfamily	Genus	Species	Common name
Luciolinae	<i>Luciola</i>	<i>Luciola cerata</i> Olivier	黑翅螢
		<i>Luciola kagiana</i> Matsumura	紅胸黑翅螢
		<i>Luciola anceyi</i> Olivier	大端黑螢
		<i>Luciola praeusta</i> Kiesenwetter	端黑螢
		<i>Curtos</i>	<i>Curtos sauteri</i> (Olivier)
Lampyrinae	<i>Pyrocoelia</i>	<i>Pyrocolila praetexta</i> (Olivier)	山窗螢
		<i>Pyrocoelia formosana</i> (Olivier)	紅胸窗螢
		<i>Diaphanes</i>	<i>Diaphanes citrinus</i> Olivier
Ototretinae	<i>Stenocladius</i>	<i>Stenocladius bicoloripes</i> Pic	雙色垂鬚螢

期如表二；除大端黑螢、紅胸黑翅螢及梭德氏脈翅螢未發現幼蟲外，其餘種類之螢火蟲之幼成蟲皆有發現，但其中雙色垂鬚螢及紅胸窗螢之幼成蟲僅各 1 隻，故無列於圖二中；黑翅螢成蟲之發生期最長，共 43 日 (1999/4/4~1999/5/16)，其次為山窗螢 21 日 (1999/10/31~1999/11/21)、橙螢 15 日 (1999/10/24~11/9)、大端黑螢 15 日 (1999/4/4~1999/4/18)，再其次為端黑螢 9 日 (1999/7/20~1999/7/28)、紅胸黑翅螢 8 日 (1999/4/4~1999/4/11)、梭德氏脈翅螢 7 日 (1999/5/3~1999/5/9)；將東勢林場之螢火蟲種類及幼、成蟲發生期之調查結果與 Jeng *et al.* (1999a) 在雪霸國家公園之調查結果比較後可知，東勢林場之螢火蟲種類及成蟲發生期與鄰近之雪霸國家公園一致；由此結果可知在苗栗縣泰安鄉、台中縣東勢鎮及和平鄉境內，黑翅螢、端黑螢、橙螢及山窗螢是優勢種類，成蟲發生高峰期集中在 4~5 月及 10~11 月。

3. 東勢林場不同棲地之螢火蟲種類及發生時間：

由表三的調查結果顯示，在林場內各螢火蟲棲息地內之螢火蟲種類，由於棲地環境不同及成蟲幼蟲對於棲地偏好之故，出現之螢火蟲種類不盡相同；在螢火蟲棲息區及藥草園區，

4~5 月以黑翅螢、紅胸黑翅螢及大端黑螢成蟲為優勢種類；黑翅螢成蟲主要在草坪上活動；紅胸黑翅螢則多棲息於草坪旁的步道；大端黑螢則出現於螢火蟲棲息地內的高大喬木上；5 月以梭德氏脈翅螢為優勢種類。

賞蕨步道：4~5 月以紅胸黑翅螢為優勢種類，10~11 月以橙螢及山窗螢為優勢種類；森林浴場，7 月以端黑螢為優勢物種，8~10 月以橙螢、山窗螢之幼蟲為優勢種類。

楓香山莊後方草坪：8~10 月以橙螢、山窗螢幼蟲為優勢種類，10~11 月以橙螢、山窗螢成蟲為優勢種類。

觀日台至遊樂區終點：因林相為次生林，人為干擾又較其他地區為少所以螢火蟲種類較其他地區為多，除上述之優勢種類外，發生數量較少之紅胸窗螢及雙色垂鬚螢亦可在此處發現。

上述結果，可提供東勢林場在規劃年度賞螢路線及各季節或各路線賞螢資訊之依據。

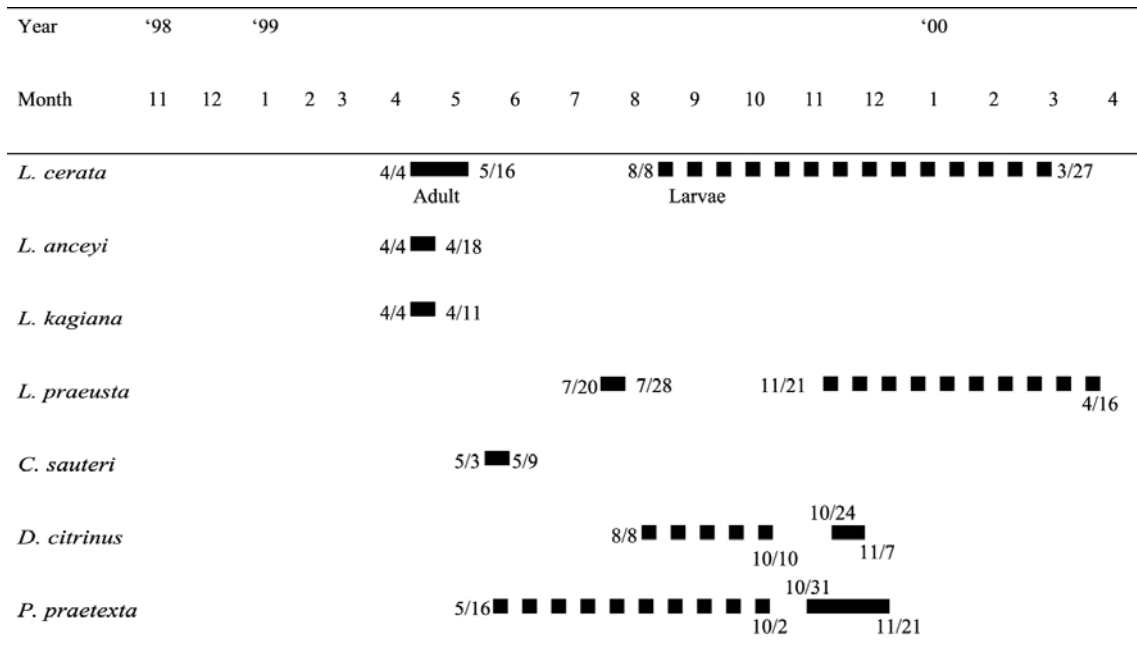
Jeng *et al.* (1999a) 將各國家公園調查結果中所發現之 45 種螢火蟲，依緯度區分為：北部型 (陽明山至雪霸國家公園北區 (觀霧))、中北部型 (陽明山至玉山國家公園南界)、中部型 (雪霸國家公園雪山以南至玉山國家公園南界)、中南部型 (玉山國家公園至墾丁

間)、南部型(玉山國家公園南界以南之南、高、屏、台東等縣市及墾丁國家公園)及廣布型(全島由北至南皆可見者);依海拔高度則將螢火蟲之垂直分佈區分為:山麓帶(500 m 以下)、山地下層帶(500~1500 m)、山地櫟林帶下層(1500~2000 m)、山地櫟林帶上層(2000~2500 m)及山地上層帶(2500~3100 m);如據此分析,則東勢林場內的螢火蟲,以廣布型最多,分別是:雙色垂鬚螢、大端黑螢、黑翅螢、紅胸黑翅螢、橙螢、紅胸窗螢及山窗螢等 7 種。而中南部型只有端黑螢 1 種;分佈於山麓帶的螢火蟲種類僅 1 種—端黑螢。大端黑螢、黑翅螢、紅胸黑翅螢、橙螢、山窗螢等 5 種皆分佈在山地下層帶;而紅胸窗螢及雙色垂鬚螢此 2 種螢火蟲之垂直分佈範圍較廣,可從山地下層代至山地櫟林上層;東勢林場地處中台灣,海拔高度為 500~700 m,

本研究於場內發現之 9 種螢火蟲其水平、垂直分佈符合 Jeng *et al.* (1999a) 之區分方式。

枯木、植物的葉子掉落地表後,經過時間的累積,會形成多孔隙的微棲地,再經微生物分解形成土壤腐植層,是蝸牛、蚯蚓、螞蟻及其他節肢動物,如蜘蛛、蟎類、跳蟲的良好棲所;而林場內之窗螢屬及短角窗螢屬幼蟲在食物鏈中主要為捕食者的角色,主要取食蝸牛、蚯蚓;至於熠螢屬幼蟲則為腐食者,多以死亡不久之節肢動物、軟體動物或環形動物屍體為食。當螢火蟲微棲地植被被改變,例如天災造成之土壤流失或人為改變植被,蒸散作用加強,造成表土孔隙減少,不但影響其他節肢動物之生存,亦減少幼蟲食物來源,從而造成螢火蟲種類及數量減少;由植物群集之角度分析螢科幼蟲分佈可知,下層植被對於幼蟲分佈之較直接且重要,但上層結構會間接影響下層植

表二 東勢林場螢火蟲發生期。(黑實線為成蟲期,黑虛線為幼蟲期;調查時間:1998 年 11 月至 2000 年 4 月)
Table 2. The duration of fireflies in Tungshih forest. (The black lines are the adult stage and the black dotted lines are the larval stage., Census: Nov. 1998 - Apr. 2000)



表三 東勢林場不同棲地之螢火蟲種類及發生時間 (調查時間：1998 年 11 月至 2000 年 4 月)

Table 3. The occurrence of fireflies in different habitats in Tungshih forest (Census: Nov. 1998 - Apr. 2000)

Habitat	Dominant species	Stage	
		Larvae	Adult
Firefly habitat area and Chinese herb area	<i>Luciola cerata</i>	—	April-May
	<i>Luciola kagiana</i>	—	April
Fern-watching trail	<i>Luciola anceyi</i>	—	April
	<i>Curtos sauteri</i>	—	May
	<i>Luciola kagiana</i>	—	April
	<i>Diaphanes citrinus</i>	—	October-November
Forest bathing area	<i>Pyrocolila praetexta</i>	—	October-November
	<i>Luciola praeusta</i>	—	July
	<i>Diaphanes citrinus</i>	August-October	—
Grassland behind Maple house	<i>Pyrocolila praetexta</i>	August-October	—
	<i>Diaphanes citrinus</i>	August-October	October-November
	<i>Pyrocolila praetexta</i>	August-October	October-November
Sun rise watching area	<i>Luciola cerata</i>	—	April-May
	<i>Curtos sauteri</i>	—	May
	<i>Diaphanes citrinus</i>	August-October	October-November
	<i>Pyrocolila praetexta</i>	August-October	October-November

被的種類及完整程度，所以在土壤層化育較差且林相鬱閉度較低之環境，因不利於螢火蟲及其他節肢動物棲息，故在此類地區少有螢火蟲紀錄；而人為開發地區，原生植被都已被破壞轉為人工植被，如果園、造林地，是故降低螢火蟲歧異度。從調查中可知幼蟲數量成不規則變化；但每次幼蟲數量減少時，多為調查區域內有人工除草情況發生，所以人工除草會破壞螢火蟲幼蟲微棲地，造成幼蟲食物來源減少，進而使幼蟲移至他處，影響該次調查螢火蟲幼蟲數量。

4. 東勢林場螢火蟲發生數量及適宜賞螢的時機

東勢林場螢火蟲成蟲的發生數量如表四及表五所示，黑翅螢在東勢林場出現情況，此螢於 3 月下旬零星出現，至於 4 月 3 日共標放 88 隻；4 月 4 日根據標放再捕資料分析，成蟲發生數量為 504.0 ± 18.9 隻，在 4 月 11 日及 18 日黑翅螢成蟲數量達到最多，分別為 700.3

± 24.2 隻及 673.3 ± 21.1 隻 (1999/4/18)，乃此螢在此區之發生盛期。之後黑翅螢成蟲數量迅速減少，4 月 25 日僅 227.4 ± 11.6 隻 (1999/4/25)，至 5 月 10 日時東勢林場內僅剩少數黑翅螢成蟲，五月下旬之後便不再發現任何黑翅螢成蟲。

表五乃針對 10 及 11 月出現之橙螢及山窗螢之定時及定面積發生數量；由此表得知橙螢出現時間在 10 月上旬至 11 月上旬，而以 10 月 31 日及 11 月 7 日數量達最多，分別為 16 隻及 14 隻，在 11 月中旬後即不再發現橙螢成蟲。而山窗螢出現時間最晚，從 10 月下旬至 11 月下旬；以 11 月 7 日出現之 21 隻最多。

東勢林場內春夏之際出現之其他螢火蟲成蟲，包括紅胸窗螢、紅胸黑翅螢、大端黑螢、端黑螢、梭德氏脈翅螢，這些種類之成蟲數量均遠少於黑翅螢數量；橙螢及山窗螢之成蟲發生數量間無顯著差異 (P value= 0.38, $\delta < 0.05$, pairwise t-test)；東勢林場內秋冬之際

表四 東勢林場黑翅螢成蟲數量 (利用 Bailey's triple-catch method 計算調查第 2 日之成蟲數量；調查時間：1999 年 4 ~5 月)

Table 4. Survey for the adult firefly, *Luciola cerata* using Bailey's triple-catch method in Tungshih forest (Census: Apr. - May 1999)

Date	No. of Capturing	No. of marking	No. of recapturing and remarking		No. of firefly on 2 nd day (Mean ± SE)
			2 nd day	3 rd day	
1999/4/3	88	88			
1999/4/4	90	84	6		504.0 ± 18.9
1999/4/5	85	71	4	10	
1999/4/10	92	92			
1999/4/11	90	83	4		700.3 ± 24.2
1999/4/12	103	92	3	8	
1999/4/17	96	96			
1999/4/18	101	96	12		673.3 ± 21.1
1999/4/19	107	96	5	6	
1999/4/24	72	72			
1999/4/25	67	56	11		227.4 ± 11.6
1999/4/26	66	51	6	9	
1999/5/1	64	64			
1999/5/2	58	46	12		123.5 ± 8.7
1999/5/3	60	46	5	9	
1999/5/8	43	43			
1999/5/9	36	25	11		51.1 ± 5.6
1999/5/10	40	27	5	8	
1999/5/15	31	31			
1999/5/16	38	31	7		74.8 ± 7.2
1999/5/17	35	22	4	9	

出現之螢火蟲成蟲另有雙色垂鬚螢 1 種，但其發生數量遠少於山窗螢及橙螢成蟲的數目。

幼蟲的發生數量如表六、表七所示，在東勢林場內 8 月上旬開始可發現山窗螢幼蟲在棲息地出現，數量為 18 隻 (表六)，至 10 月上旬及中旬時，數量達到最多，分別為 42 隻 (1999/10/2) 及 40 隻 (1999/10/10)，至 10 月下旬之後山窗螢數量減少，平均為 20.9 ± 3.9 隻；發現橙螢幼蟲時間亦在 8 月上旬，在 10 月中旬達到最多，為 18 隻，之後數量迅速減少，平均為 6.2 ± 2.8 隻，至 10 月下旬之後便無發現任何橙螢幼蟲；山窗螢及橙螢幼蟲發生數量間有顯著差異 (P value=0.00032, $\delta < 0.05$, pairwise t-test)。

黑翅螢幼蟲數量 (表七) 是由 1999 年 8 月一直到 2000 年 3 月均有紀錄，但數量並不穩定，最多為 12 隻，平均為 3.3 ± 1.8 隻；端黑螢幼蟲則由 1999 年 11 月至 2000 年 3 月皆有紀錄，最多時為 11 隻 (1999/11/21、1999/12/5)，平均為 2.6 ± 1.9 隻；但在 2000 年 1 月至 2 月皆無發現端黑螢幼蟲，除可能是因黑翅螢及端黑螢幼蟲體型細小的關係，較難發現，東勢林場固定之人工除草工作亦可能影響調查結果。

造成山窗螢與橙螢幼蟲發生數量有顯著差異但成蟲數量卻無顯著差異之原因，除橙螢幼蟲體型較山窗螢幼蟲為小較山窗螢幼蟲難發現外，由於山窗螢幼蟲主要取食蝸牛，而橙

表五 東勢林場山窗螢及橙螢成蟲數量 (調查面積 150 × 5 m, 每次調查時間 30 分鐘; 1999 年 10~11 月)

Table 5. Number of adult fireflies, *Pyrocoelia praetexta* and *Diaphanes citrinus* (Survey area = 150 × 5 m, Survey time = 30 min., Census: Oct. - Nov. 1999)

Date	<i>D. citrinus</i>	<i>P. praetexta</i>
1999/10/10	1	0
1999/10/16	7	0
1999/10/24	3	0
1999/10/31	16	8
1999/11/7	14	21
1999/11/14	0	5
1999/11/21	0	1
Total numbers	41	35
Mean ± SE	8.2 ± 2.6	8.8 ± 2.9
<i>P</i> value	0.38	

表六 東勢林場山窗螢及橙螢幼蟲數量 (20 個木框內幼蟲之總數; 調查時間: 1999 年 5~10 月)

Table 6. Number of larvae fireflies, *Pyrocoelia praetexta* and *Diaphanes citrinus* in Tungshih forest (Total larvae numbers in 20 wood frames., Census: May - Oct. 1999)

Date	Number of <i>P. praetexta</i>	Number of <i>D. citrinus</i>
1999/8/8	18	1
1999/8/17	21	10
1999/8/28	32	14
1999/9/9	39	18
1999/10/2	42	15
1999/10/10	40	18
1999/10/16	32	4
1999/10/24	23	1
1999/10/31	15	0
1999/11/7	4	0
1999/11/14	2	0
1999/11/21	1	0
1999/11/28	3	0
Total number	272	81
Mean ± SE	20.9 ± 3.9	6.2 ± 2.8
<i>P</i> value	0.00032	

螢幼蟲除蝸牛外亦會取食蚯蚓, 故幼蟲食物偏好不同亦可能造成此 2 種幼蟲之發生數量有顯著差異之原因之一。

至於東勢林場螢火蟲幼蟲棲地內所發現之蝸牛種類有煙管蝸牛亞科 (*Phaedusinae*) 1 種之未鑑定種、台灣鱉甲蝸牛 (*Patalochlamys formosana* (Schmacker &

Boettger))、球蝸牛 (*Acusta tourannensis* (Souleyet))、台灣盾蝸牛 (*Plectotropis mackensii* (Adams&Reeve))、南台灣大山蝸牛 (*Cyclophorus formosaensis* Schmacker & Boettger)、青鱉甲蝸牛 (*Patalochlamys vesta* (Pfeiffer))、扁蝸牛 (*Bradybaena similis* (Ferussac)), 在野外採集幼蟲之過程

表七 東勢林場黑翅螢及端黑螢幼蟲數量 (調查面積 3 × 4 m，每次調查時間 1 小時；1999 年 8 月~2000 年 4 月)
 Table 7. The larva numbers of *Luciola cerata* Olivier and *Luciola praeusta* in the Tungshih forest (Survey area = 3 × 4 m, Survey time = 1 hour, Census: Aug. 1999 - Apr. 2000)

Date	Numbers of <i>L. cerata</i> (numbers/h/survey area)	Numbers of <i>L. praeusta</i> (numbers/h/survey area)
1999/8/8	4	0
1999/8/17	0	0
1999/8/28	2	0
1999/9/9	0	0
1999/10/2	0	0
1999/10/10	4	0
1999/10/16	0	0
1999/10/24	3	0
1999/10/31	7	0
1999/11/7	8	0
1999/11/14	1	1
1999/11/21	4	11
1999/11/28	6	3
1999/12/5	4	11
1999/12/12	12	5
1999/12/19	7	2
1999/12/26	1	0
2000/1/2	4	3
2000/1/9	7	0
2000/1/22	0	0
2000/1/30	0	0
2000/2/7	1	0
2000/2/20	2	0
2000/2/27	1	0
2000/3/5	6	2
2000/3/12	1	4
Total numbers	85	41
Mean ± SE	3.3 ± 1.8	2.6 ± 1.9
<i>P</i> value		0.03

中發現，山窗螢 (*P. praetexta*) 幼蟲多取食球蝸牛 (*A. tourannensis*) 及扁蝸牛 (*B. similaris*) (如表八)。

根據上述螢火蟲發生時間，考量賞螢時機及遊憩便利性及安全性，東勢林場最佳的賞螢時機為 4 月上旬到 5 月中旬，主要賞螢物種為黑翅螢；在黑翅螢大發生的同時尚有紅胸黑翅螢及大端黑螢發生；而黑翅螢發生期快結束時，梭德氏脈翅螢亦接著出現；6 月份，在東

勢林場幾乎無螢火蟲成蟲發生，但可發現山窗螢幼蟲在林場內的步道出現；到了 7 月份則有端黑螢出現，雖然成蟲數量及發生時間上不若黑翅螢壯觀及持續，但以遊憩之觀點，端黑螢的發生為第二個賞螢時機；從 8 月份到 10 月初為止，林場內多為橙螢及山窗螢的幼蟲，無成蟲發生，至 10 月上旬，橙螢成蟲發生，10 月底山窗螢成蟲發生，成蟲數量雖較黑翅螢為少，且發生期較黑翅螢為短，但因短角窗螢屬

表八 東勢林場蝸牛種類 (調查時間 1999 年 5 月~2000 年 4 月)

Table 8. The snails in Tungshih forest (Census: May 1999 - Apr. 2000)

Order	superfamily	family	Subfamily	Genus	Species		
Stylommatophora	Clausilioidea	Clausiliidae	Phaedusinae		1 unidentified species		
				Achatinoidea	Achatinidae	<i>Achatina</i>	<i>Achatina fulica</i> Bowdich, 1822
				Helicarionoidea	Helicarionidae	<i>Patalochlamys</i>	<i>Patalochlamys formosana</i> (Schmacker & Boettger, 1891) <i>Patalochlamys vesta</i> (Pfeiffer, 1865)
	Helicoidea	Bradybaenidae	Bradybaeninae	<i>Aegista</i>	<i>Aegista (Plectotropis) mackensii</i> (Adams & Reeve, 1850)		
				<i>Bradybaena</i>	<i>Bradybaena similis</i> (Ferussac, 1822)		
				<i>Acusta</i>	<i>Acusta tourannensis</i> (Souleyet, 1842)		
	Helicoidea	Bradybaenidae	Bradybaeninae	<i>Aegista</i>	<i>Aegista (Plectotropis) mackensii</i> (Adams & Reeve, 1850)		
	Mesogastropoda	Cyclophoroidea	Cyclophoridae		<i>Cyclophorus</i>	<i>Cyclophorus formosaensis moellendorffi</i> Schmacker & Boettger, 1891	

及窗螢屬的成蟲體型較熠螢屬為大且為持續發光，與熠螢屬螢火蟲之發光不同，可提供遊客另一種賞螢感受，所以可做為第三個賞螢時機。

結 論

東勢林場原本經營型態為林業及果園，故場內之原生林皆改變為次生林或人工林，植物種類歧異度較低，然東勢林場在轉型為休閒農場之後，對於場內捨棄使用除草劑而採用人工除草，並將枯木堆積於場內各螢火蟲棲息地增加蝸牛及螢火蟲幼蟲棲息空間，同時並在螢火蟲成蟲發生期時進行場內燈光管制，這對於螢火蟲棲息確有助益，但由於人工除草會破壞幼蟲微棲地，故建議場方對於林間的雜草以完全不處理為原則，而步道兩旁的人為除草工作則減少頻度並保留適當長度，以提供蝸牛食物並保留幼蟲及其他節肢動物微棲地。

由調查結果東勢林場全年共有 3 次賞螢時

機，分別為 4 月之黑翅螢、7 月份之端黑螢及 10 月份之橙螢、山窗螢；然場方僅在 4 月份推出賞螢導覽服務，故建議場方亦可於 7 月及 10 月進行不同種類賞螢導覽服務；但在進行遊客賞螢導覽同時亦需同時注意車輛、小木屋或遊客住宿處之燈光管制，避免人工光源影響螢火蟲活動；同時建議利用賞螢導覽之機會，宣導螢火蟲保育觀念，避免遊客捕捉螢火蟲或是干擾破壞螢火蟲棲地。

引用文獻

- Bailey, J. 1951. On estimating the size of mobile populations from recapture data. *Biometrika* 38: 293-306.
- Chang, J. C. 1994. Studies on Artificial Rearing of Aquatic Firefly, *Luciola ovalis* Hope, in Taiwan. Master thesis, Dept. Entomology of National Chung-Hsing University, Taichung. 48 pp. (in

- Chinese)
- Chang, N. T., Z. C. Chen, and W. C. Hsu.** 2000. List of Lampyridae in the Nanjenshan ecological research site of Kenting national park -- comments on comparisons of similarity. Chinese J. Entomol. 20: 57-61. (in Chinese)
- Chen R. J.** 2003. The firefly of Taoyuan. The nature resources of Taoyuan County series no. 8. 101 pp. (in Chinese)
- Chen, S. C. and R. Z. Chen.** 1997. The rearing of the firefly, *Luciola ficta*. Journal of I-Lan Institute of Agriculture and Technology 14: 25-32. (in Chinese)
- Chen, S. C., R. Z. Chen, and S. C. Ohyang.** 1998. The life history of the firefly, *Pyrocoelia praetexta*. Journal of I-lan institute of technology 1: 53-58. (in Chinese)
- 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.** 2001. Guide to the fireflies in Hsinchu County. The Taiwan Endemic Species Research Institute published. Nantou, Chichi. (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., 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., P. H. Chiang, and P. S. Yang.** 2006. A new rearing method for an aquatic firefly, *Luciola ficta* (Coleoptera: Lampyridae). Formosan entomol. 26: 77-85. (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., 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., 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., and P. S. Yang.** 2003. A

- supplementary account to the genus *Diaphanes* (Coleoptera: Lampyridae) of Taiwan. J. Kansas Entomol. Soc. 76: 477-483.
- Jeng, M. L., P. S. Yang, and M. Satô.** 1998a. The genus *Cyphonocerus* (Coleoptera, Lampyridae) from Taiwan and Japan, with notes on the subfamily Cyphonocerinae. Elytra 26: 379-198.
- Jeng, M. L., P. S. Yang, M. Satô, J. Lai, and J. C. Chang.** 1998b. The genus *Curtos* (Coleoptera, Lampyridae, Luciolinae) of Taiwan and Japan. Jpn. J. syst. Ent. 4: 331-347
- Jeng, M. L., J. Lai, and P. S. Yang.** 1999a. A synopsis of the firefly fauna 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. Satô.** 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.
- Jeng, M. L., J. Lai, P. S. Yang, and M. Satô.** 2000. Notes on the taxonomy of *Lamprigera yunnana* (Fairmaire) and the genus *Lamprigera* Motschulsky (Coleoptera: Lampyridae). Jpn. J. syst. Ent. 6: 313-319.
- Jeng, M. L., J. Lai, P. S. Yang, and M. Satô.** 2001. Revision of the genus *Diaphanes motschulsky* (Coleoptera: Lampyridae: Lampyrinae) of Taiwan. Jpn. J. syst. Ent. 7: 203-235.
- Jeng, M. L., P. S. Yang, and M. Satô.** 2002. Notes on the morphology and systematics of the genus *Pristolycus* Gorham (Coleoptera: Lampyridae). Jpn. J. Syst. Entomol. 8: 87-108.
- Jeng, M. -L., J. Lai, and P. -S. Yang.** 2003a. Lampyridae: a synopsis of aquatic fireflies with description of a new species (Coleoptera). pp. 539-562. In: M. A. Jäch, and L. Ji, eds. Water Beetles of China. Vol.III. Zoologisch Botanische Gesellschaft in Österreich and wiener Coleopterologenverein, Vienna, Austria.
- Jeng, M. L., P. S. Yang, and J. Lai.** 2003b. Notes on the genus *Luciola* (Coleoptera: Lampyridae, Luciolinae) of Taiwan. Spec. Bull. Jpn. Soc. Coleopterol. 6: 247-262.
- Jeng, M. L., T. R. Chen, and P. S. Yang.** 2005. *Luciola anceyi* (Coleoptera: Lampyridae), a firefly capable of all-day mate-finding. Formosan Entomol. 25: 131-137. (in Chinese)
- Jeng, M. L., M. Satô, and P. S. Yang.** 2006. The genus *Lucidina* of Taiwan (Coleoptera: Lampyridae). J. Kansas Entomol. Soc. 79.
- Lai, J., M. Satô, and P. S. Yang.** 1998. Checklist of Lampyridae of Taiwan-Coleoptera: Polyphaga: Lampyridae. Chinese J. Entomol. 18: 207-215. (in Chinese)
- Ohba, N, and P. S. Yang.** 2002. Flash patterns and communication system of Taiwanese firefly, *Luciola cerata*

- Oliver. Sci. Rept. Yokosuka City Mus. 50: 1-12. (in Japanese)
- Yang, P. S.** 1996. The ecological study of fireflies in Sheipa National park. Shei-Pa National Park Headquarters. 30 pp.
- Yang, P. S.** 1998. The study of the fireflies in Taiwan in the past and future. pp. 1-9. *In*: The Ecology and Conservation of the Fireflies Symposium. (in Chinese)
- Yeh, S. D.** 1999. The Habitat Management and Food Preference of an Aquatic Firefly, *Luciola ficta* (Coleoptera: Lampyridae). Master thesis, Dept. Plant Pathology & Entomology of Nation Taiwan University, Taipei. 50 pp. (in Chinese)
- 收件日期：2007年3月29日
接受日期：2008年10月20日

Survey of the Firefly Resources in Tungshih Forest

Chia-Hsuang Wu and Ping-Shih Yang*

Department of Entomology, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, R.O.C

ABSTRACT

A qualitative and quantitative research of fireflies was conducted in Tungshih forest from November 1998 to April 2000. Nine species of fireflies were recorded. They are: *Luciola cerata*, *L. kagiana*, *L. anceyi*, *L. praeusta*, *Cutois sauteri*, *Pyrocoelia praetexta*, *P. formosana*, *Diaphanes citrinus* and *Stenocladus bicoloripe*. The results indicated the occurrence of adults as follows: *L. cerata*, from late March to mid-April, *L. kagiana*, early April to mid-April, *L. anceyi*, early April to mid-April, *L. praeusta*, mid-July to late July, *C. sauteri*, early May to mid-May, *P. praetexta*, late October to late November, *P. formosana*, early May to late May, *D. citrinus*, mid-October to early November and *S. bicoloripe*, late October. The adults of *L. cerata* were dominant from early April to mid-April. The adults of *L. praeusta* were dominant from mid-July to late July. *P. praetexta* larvae and *D. citrinus* larvae were dominant from August to October. *D. citrinus* adults and *P. praetexta* adults were dominant in late October. *L. cerata* larvae and *L. praeusta* larvae were dominant from November to next May. The larvae of these species inhabit the surface of the soil and are preyed upon by snails, such as *Phaedusinae* (1 unidentified species), *Achatina fulica*, *Patalochlamys formosana*, *Acusta tourannensis*, *Plectotropis mackensii*, *Cyclophorus formosaensis*, *Patalochlamys vesta*, and *Bradybaena similaris*.

Key words: firefly, Tungshih forest, qualitative and quantitative investigations, *Luciola cerata*, biological resource survey

*Correspondence address
e-mail: psyang@ntu.edu.tw