



Formosan Entomologist

Journal Homepage: entsocjournal.yabee.com.tw

A Synopsis of the Firefly Fauna at Six National Parks in Taiwan (Coleoptera: Lampyridae) **【Research report】**

臺灣六座國家公園螢火蟲相概要 (鞘翅目：螢科) **【研究報告】**

L.Jennifer and, J.M.Luen; and Y.P.shih.

鄭明倫、賴郁雯、楊平世*

*通訊作者E-mail:  Taiwan, firefly fauna, national parks, temporal and geographic distribution, zoogeographic element.

Received: 1998/06/08 Accepted: 1998/10/20 Available online: 1999/03/01

Abstract

A survey on the firefly fauna of six national parks in Taiwan was conducted from February 1996 to December 1997. At least 45 species of fireflies were recorded from six national parks, including 3 doubtful species and 28 newly recorded species, among which the taxonomic status of 9 species remained uncertain. There were 25, 20, 17, 16, 14, and 2 species each recorded from Yushan, Kenting, Yangmingshan, Shei-Pa, Taroko, and Kinmen National Parks respectively. Spatial and temporal distributions of those 45 species of fireflies were formulated and analyzed. Spatial analysis reveals a correlation between vertical and horizontal distributions. Most species restricted to central and north-central Taiwan are found in montane areas (1500-2500 m); locally distributed species appear in foothills (lower than 500 m); and widely distributed species can usually be found on foothills and submontane areas (0-1500 m) although the upper limits varied. Temporal distributions of emerging periods show two major peaks appearing in late spring and early autumn to winter. Adults of most species of Luciolinae, Psilocladinae, Otoretinae, and diurnal and diurnal-nocturnal Lampyrinae species appear from late spring to summer, and some extend to autumn. The nocturnal Lampyrinae species are found mainly from late autumn to winter. Emerging periods have profound correlation with subfamily- or genus-level taxa. The present patterns of spatial distribution were shaped by geological and various environmental factors. Humidity of microhabitat is probably the most important factor that affects both the immature stages of fireflies and their prey, and is influenced indirectly by vegetation. Preliminary analysis of zoogeographic elements of fireflies in Taiwan shows that the Upper- and Lower-Indochinese factors are the most important elements, while the Upper-Manchurian and Philippine factors are insignificant.

摘要

自1996年2月至1997年12月於台灣的六座國家公園及其週邊部份地區進行螢火蟲相調查。六座國家公園共紀錄45種螢火蟲，其中有3種是文獻紀錄分布有疑問者；新紀錄種較文獻紀錄增加28種，含9種分類未定種。各國家公園以玉山國家公園的25種最多，次為墾丁國家公園20種、陽明山國家公園17種、雪霸國家公園16種、太魯閣國家公園14種，金門國家公園只有2種。在文中以全島區域觀點來分析這些種類的時間與空間分布，並以此為基礎進一步討論其分布的限制因子與區系因素。在空間分布方面，以廣布型的種類最多，中北部型與中部型次之，南部與中南部型再次之，而北部型最少；海拔分布與水平分布的關連極大，中北部及中部種類以中海拔為主，北部及南部則都是低海拔種類，廣布種多數分布於平地至山地下層帶間；在時間分布上，可分為春夏型與秋冬型，如熠螢亞科、雙櫛角螢亞科、弩螢亞科及日行性或日、夜二行性與部分夜行性的螢亞科種類多屬前者，而多數夜行性的螢亞科則為後者；出現期型式的主要成因應為亞科級或屬級分類群間的親緣關係；在分布限制因子方面，地質史上的因素與現今各類環境因素皆有影響，以現今分布而言，最重要的因子可能為微棲所的濕度，此一因子不僅影響螢火蟲幼蟲本身，並影響其獵物豐度，然此一因子又深受植被影響；在區系要素方面，現階段的分析結果以上中印與下中印區的要素最大，次為東喜馬拉亞區與下滿州區，菲律賓系與上滿州系則較低。

Key words: Taiwan, firefly fauna, national parks, temporal and geographic distribution, zoogeographic element.

關鍵詞: 臺灣、螢火蟲相、國家公園、時空分布、區系因素

Full Text:  [PDF\(1.88 MB\)](#)

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

臺灣六座國家公園螢火蟲相概要 (鞘翅目: 螢科)

鄭明倫 賴郁雯 楊平世* 國立臺灣大學昆蟲學系 臺北市羅斯福路四段一號

摘 要

自1996年2月至1997年12月於台灣的六座國家公園及其週邊部份地區進行螢火蟲相調查。六座國家公園共紀錄45種螢火蟲，其中有3種是文獻紀錄分布有疑問者；新紀錄種較文獻紀錄增加28種，含9種分類未定種。各國家公園以玉山國家公園的25種最多，次為墾丁國家公園20種、陽明山國家公園17種、雪霸國家公園16種、太魯閣國家公園14種，金門國家公園只有2種。在文中以全島區域觀點來分析這些種類的時間與空間分布，並以此為基礎進一步討論其分布的限制因子與區系因素。在空間分布方面，以廣布型的種類最多，中北部型與中部型次之，南部與中南部型再次之，而北部型最少；海拔分布與水平分布的關連極大，中北部及中部種類以中海拔為主，北部及南部則都是低海拔種類，廣布種多數分布於平地至山地下層帶間；在時間分布上，可分為春夏型與秋冬型，如熠螢亞科、雙櫛角螢亞科、弩螢亞科及日行性或日、夜二行性與部分夜行性的螢亞科種類多屬前者，而多數夜行性的螢亞科則為後者；出現期型式的主要成因應為亞科級或屬級分類群間的親緣關係；在分布限制因子方面，地質史上的因素與現今各類環境因素皆有影響，以現今分布而言，最重要的因子可能為微棲所的濕度，此一因子不僅影響螢火蟲幼蟲本身，並影響其獵物豐度，然此一因子又深受植被影響；在區系要素方面，現階段的分析結果以上中印與下中印區的要素最大，次為東喜馬拉亞區與下滿州區，菲律賓系與上滿州系則較低。

關鍵詞：臺灣、螢火蟲相、國家公園、時空分布、區系因素。

前 言

臺灣的螢火蟲研究迄今已有近一百年的歷史，依研究者可區分為四個時期：二十世紀初期以歐陸的研究者為主，代表學者有法籍的E. Olivier與M. Pic等人，其間發表或紀錄了臺灣多數的螢火蟲種類(cf. Olivier,

1910, 1911a,b, 1913; Pic, 1911a,b,c, 1916, 1917, 1918, 1944)，而其材料則幾乎全為在臺的德籍昆蟲採集家H. Sauter所提供；二〇年代至三〇年代由在臺的日籍學者接續研究，代表學者有Matsumura, Okada與Miwa等，除Matsumura (1918, 1928)曾發表四種臺灣產螢火蟲外，此時期的報告多半是整理

* 抽印本索取及論文聯繫之負責人

性質的 (Matsumura, 1918, 1928; Maki, 1927; Kano, 1930; Miwa, 1931; Okada, 1931; Kanda, 1934), 但可能由於「素木標本」(Shiraki collection) 的影響, Miwa (1931) 的報告中可能將數種非臺灣產的種類列入名錄中 (Chu, 1973; Chu and Hsiao, 1981); 二次大戰末期至六〇年代初期在臺灣螢火蟲的研究史上可謂一片空白, 直到六〇年代中期起才陸續有日本學者來臺採集調查, 開啓新的研究階段。此一時期的代表學者有中根猛彥、大場信義、佐藤正孝等, 除發表許多新種外, 並有了新的研究方向, 如基本的生態學研究 (cf. Nakane, 1967a,b, 1977; Chûjô and Satô, 1970; Satô, 1970; Ohba, 1981)。九〇年代中期起陸續有本土的學者投入螢科的研究工作, 除繼續分類學的研究外, 亦著手進行保育與復育有關的生態研究 (cf. Chen, 1993; Chang, 1995; Ho, 1997 a,b; Ho and Jong, 1997; Yang, 1997; Jeng *et al.*, 1998a,b)。

國家公園的螢火蟲相到目前為止只有零星的紀錄。Nakasawa (1903) 曾紀錄一種分布於草山 (今陽明山) 的窗螢, 但並無學名可考; Olivier (1913) 發表並紀錄十種採自恆春 (舊稱 Koshun) 與港口 (舊稱 Kankau) 的螢火蟲; Matsumura (1918) 及 Okada (1931) 分別發表產於恆春及港口的二種螢火蟲, 但此二種皆為 Olivier 所發表種類的異名, 且其模式標本產地亦與 Olivier 所發表者相同; Kano (1930) 紀錄恆春龜仔角 (今社頂) 產的雲南扁螢 (*Lamprigera yunnana* (Fairmaire)); Okada (1931) 重新整理 Olivier (1913) 及 Matsumura (1918, 1928) 的資料, 記載其中的八種螢火蟲分布於今天的墾丁國家公園境內或週邊; Miwa (1931) 紀錄三十四種臺灣產的螢火蟲, 其中的十三種分布於今天的墾丁國家公園及其週邊, 較 Olivier

(1913) 新增了黃帶熠螢 *Luciola ovalis* Hope、卵翅櫛角螢 *Vesta rufiventris* (Motschulsky) 及黃肩脈翅螢 *Curtos koshunensis* Matsumura (為 *Curtos mundulus* (Olivier) 之同物異名); Satô (1970) 發表臺灣產的赤翅雙櫛角螢 *Cyphonocerus formosanus* Satô (*C. sanguineus* Pic 之同物異名), 模式標本產地為陽明山; Nakane (1977) 發表數種臺灣山區產的弩螢屬 (*Drilaster*) 螢火蟲, 其中的高橋氏弩螢 *D. takahashii* Nakane 產於新高口 (今玉山口), 而黃胸弩螢 *D. flavicollis* Nakane 則分布於陽明山; Chen (1993) 紀錄了大陸窗螢 *Lychnuris analis* (Fabricius) 分布於陽明山等地, 而中華熠螢 *Luciola chinensis* (L.) 則見於碧綠溪、合歡溪等地 (太魯閣國家公園)。八〇至九〇年代在各國家公園所進行的昆蟲相調查中, 僅僅紀錄了少數的螢科種類。Chu *et al.* (1988) 在墾丁國家公園的昆蟲及蜘蛛相調查中, 曾紀錄四種螢火蟲, 但未詳列其學名; Yang (1992) 在太魯閣中高海拔昆蟲相調查中則紀錄了一種鋸角螢 *Lucidina* sp.; Fan (1995) 在「大自然」雜誌中曾提及金門地區的螢火蟲, 並附載大陸窗螢的照片, 但並無明確的文字記載; Chen Y. S. (1996) 紀錄了琉球脈翅螢 *Curtos okinawanus* Matsumura 分布於陽明山國家公園, 但此一紀錄有待進一步確認; Luo (1997) 在陽明山國家公園昆蟲資源調查中, 概述性地介紹了陸棲及水棲螢火蟲, 並附載橙螢 (*Diaphanes citrinus* Olivier) 及紅胸窗螢 (*Lychnuris formosana* (Olivier)) 的圖片, 並提及在竹子湖有水棲螢火蟲之分布, 然其附錄的名錄中並未列出任何螢科種類。

近年來各國家公園對於昆蟲相之調查不遺餘力, 但除了蝶類外, 鮮少對特定分類群有深入研究。以螢火蟲為例, 臺灣已知種類

至少有 44 種(Lai *et al.*, 1998)，是山區裡常見的昆蟲，也是重要的賞蟲資源，而每種螢火蟲都有其固有的棲所條件(Ohba, 1994)，因此可做為環境變化監測的指標生物。但國人對螢火蟲的相關研究尚處於起步階段，而迄今亦無針對國家公園螢火蟲資源進行過相關調查，因此實有必要對螢火蟲進行更多基礎的研究。本研究期能建立螢火蟲時空分布之基本資料，盼未來在人為干擾較少之國家公園區域內進行有關保育的研究。

材料與方法

一、館藏標本檢查

標本來源包括台灣大學昆蟲系、臺灣省農業試驗所、臺灣省林業試驗所、國立自然科學博物館、名古屋女子大學生物學研究室及本研究室的螢科蒐藏。除紀錄分布於各國家公園的種類外，並記載其出現月份及地區。對分布及出現時間有疑問的標本(與多數標本分布地點、海拔或時間不符者)，則在紀錄中加上符號「？」表示。

二、野外調查部份

(一)調查地點及時間：自 1996 年 2 月至 1997 年 12 月的 23 個月間不定期至各國家公園進行採集。限於人力及時間安排，並考量交通狀況，僅在螢火蟲出現高峰期(春末至夏初及秋季至冬季)至各國家公園交通較易到達的地區採集，每次調查 3-5 人參與。調查的時間及地點如下：陽明山國家公園(96 年：3-8 月及 10 月；竹子湖及陽明山\4-5 月：馬槽\6-7 月：坪頂、菁山露營場、萬溪產業道路\97 年：4-5 月：菁山露營場\5 月：馬槽、竹子湖、鹿角坑\6-7、9-10 月：平等里地區\10 月：二子坪)；雪霸國家公園(96 年：6 月、10-11 月及 97 年 1、7、10 月：大鹿林道及觀霧

神木區\96 年 6 月及 97 年 11 月：武陵地區)；太魯閣國家公園(96 年 4 月：神祕谷步道\97 年 4-5 月、7、12 月：管理處、綠水步道、神祕谷步道、碧綠、布洛灣)；玉山國家公園(96 年 2 月：南橫梅山至天池段\4-5 月：東埔、南橫、南安\12 月：八通關古道東埔至乙女瀑布\97 年 4 月：東埔、沙里仙溪林道、塔塔加)、墾丁國家公園(96 年 9 月及 97 年 10 月：墾丁、社頂、南仁山、九棚)。金門國家公園的螢火蟲則由管理處與臺灣林業試驗所的范義彬先生協助採集。

(二)調查方法：日落前到達調查地點，徒步進入步道或林道，待日落後以發光的螢火蟲成蟲為目標進行網捕，而幼蟲及短翅或無翅型雌蟲則以搜尋撿拾方式採集；所採得蟲體除部分置入毒瓶外，其餘多數個體帶回室內飼養觀察並鑑定種類。

三、用語說明

舊紀錄：指文獻紀錄，即在文獻上曾提及及分布於各國家公園的螢火蟲種類。

新紀錄：指較文獻紀錄新增的種類，其資料來源包括館藏標本與本研究野外調查所發現者。

未描述種：尚未被正式描述與命名的種類。

未紀錄種：可能為已命名種類，但非臺灣已知 44 種螢火蟲中的種類。

未定種：概稱未描述種或未紀錄種。

四、蟲種組成、時空分布之分析與區系因素之判斷

蟲種組成除表列各國家公園所紀錄的螢火蟲種類外，並以 Jaccard coefficient of similarity 分析其相似性(共通種類數 / 二者種類數和 - 共通種類數)，討論各國家公園螢火蟲相間的關係；時間與空間分布之分析與區

系因素之研判乃是以全島區域觀點而非單以國家公園為考量範圍，亦即由全島各地所累積的標本或野外觀察資料來分析，以降低小樣品誤差的機率。垂直分布之畫分乃依 Su (1984) 對臺灣中部山地植群帶之海拔畫分而來；區系因素的分析由種及亞種的分布範圍、鄰近地區的種類組成、相近種類的分布地區等方面著手。當這些資料皆不可得時，則依 Maa (1956) 之歸類由在臺灣的空間分布逆推其區系要素。

結果與討論

一、國家公園的螢科種類

經文獻整理、館藏標本檢查及 23 個月的野外調查，六座國家公園共紀錄了 45 種螢火蟲，但其中有 3 種在分布上有疑問。各國家公園螢科種類及其紀錄來源見表一。

在紀錄來源上，文獻紀錄有 17 種(含 3 個疑問種)，標本檢查得 26 種，野外調查有 30 種，各筆資料來源中有部分種類重複。45 種螢火蟲中有 5 種僅見於文獻紀錄(分別為黃帶熠螢 *Luciola ovalis*、中華熠螢 *Luciola chinensis*、卵翅櫛角螢 *Vesta rufiventris*、黃胸弩螢 *Drilaster flavicollis* 及高橋氏弩螢 *Drilaster takahashii*)，其中的黃帶熠螢作者僅在農業試驗所發現由素木得一採集，三輪勇四郎鑑定的標本，以及南洋地區的標本，因此黃帶熠螢是否分布在臺灣頗有疑問；中華熠螢由於發表年代久遠，描述十分簡略且模式標本已下落不明，故甚難判斷為何種；卵翅櫛角螢雖然早期曾紀錄於恆春、埔里等地，但近年來並未發現採自該地區的標本，而三〇年代及近年所採得的標本則都來自中低至中高海拔山區，因此本種是否分布於墾丁等低海拔地區亦未可知；其餘 2 種弩螢在國家公園內的分布皆為全模式或副模式標本的

產地，且發表年代較近(cf. Nakane, 1977)，因此誤記的機會並不大。新紀錄較文獻紀錄者增加了 28 種，其中標本檢查部分新增 19 種，野外調查新增 9 種，並有 9 種為未描述種或未紀錄種。

六座國家公園所紀錄的種類，以玉山國家公園的 25 種最多，其次為墾丁國家公園的 20 種、再次為陽明山國家公園 17 種、雪霸國家公園 16 種、太魯閣國家公園 14 種，最少的是金門國家公園的 2 種。

玉山國家公園是各國家公園中種類數最多的，其中有 4 種是未紀錄種或未描述種。各個種類在玉山國家公園園區的分布地點及海拔高度見表二。

墾丁國家公園的種類中有 12 種是來自文獻紀錄，除有疑問的 2 種外，其餘舊紀錄種類的分布全都經過標本檢查或/及野外調查的再確認。新紀錄的種類多屬於弩螢及窗螢屬，其中包含一未定種。各個種類在墾丁國家公園園區之分布見表三。

陽明山國家公園所紀錄的種類略少於墾丁國家公園者，但包含 3 個未定種。雙色垂鬚螢僅在馬槽附近採得幼蟲而未發現成蟲。各種類於陽明山國家公園園區的分布見表四。

雪霸與太魯閣國家公園在本研究期間各紀錄得 16 及 14 種螢火蟲。雖然二國家公園在地理位置上相當鄰近，但其螢火蟲相的組成卻有很大差異，僅有 5 種相同。雪霸與太魯閣二國家公園的螢科分布見表五、六。

金門國家公園目前發現有陸棲的大陸窗螢(*Lychnuris analis* (Fabricius)) 與水棲性的條背螢(*Luciola substriata* Gorham)。

臺灣已知的 44 種螢火蟲中，僅有 9 種未發現於國家公園。經館藏標本檢查，這些種類中有 5 種僅見於文獻紀錄，其中的蓬萊熠螢 *Luciola formosana* Pic 與蓬萊櫛角螢 *Vesta formosana* Pic 在分類上尚有疑問。這 9 種螢科

表一 臺灣六座國家公園螢科名錄及其紀錄來源(各國家公園代碼:陽明山(YM);雪霸(SP);太魯閣(TR);玉山(YS);墾丁(KT);金門(KM);紀錄來源代碼:R:文獻紀錄;S:館藏標本檢查;F:野外調查(1996年2月至1997年12月);“?”:表紀錄有疑問)

Table 1. List of fireflies recorded from six national parks in Taiwan, with their sources. (abbreviations of each national park: Yangmingshan N.P. (YM); Shei-Pa N.P. (SP); Taroko N.P. (TR); Yushan N.P. (YS); Kenting N.P. (KT); Kinmen N.P. (KM); abbreviations of sources: R: literature record; S: firefly collections of museums; F: field observation during Feb. 1996 to Dec. 1997; “?” means doubtful data)

Species list	YM			SP			TR			YU			KT			KM		
	R	S	F	R	S	F	R	S	F	R	S	F	R	S	F	R	S	F
Genus <i>Drilaster</i> Kiesenwetter 穹螢屬																		
<i>D. flavicollis</i> Nakane 黃頸穹螢	+																	
<i>D. olivieri</i> (Pic) 奧氏穹螢		+								+	+							
<i>D. purpureicollis</i> (Pic) 紅穹螢												+						
<i>D. rollei</i> (Pic) 洛氏穹螢																		+
<i>D. atricollis</i> Nakane 高山穹螢										+								
<i>D. takahashii</i> Nakane 高橋氏穹螢												+						
<i>D. kimotoi</i> Nakane 黑穹螢																		
<i>D. sp. A</i> (暫名:黑縫穹螢)																		
<i>D. sp. B</i> (暫名:黃穹螢)																		
Genus <i>Stenocladius</i> Deyrolle & Fairmaire 垂頸螢屬																		
<i>S. bicoloripes</i> Pic 雙色垂頸螢				+						+								
Genus <i>Luciola</i> Laporte 熠螢屬																		
<i>L. anceyi</i> Olivier 大端黑螢																		
<i>L. cerata</i> Olivier 黑翅螢																		
<i>L. chinensis</i> (L.) 中華熠螢																		
<i>L. gorhami</i> Ritsema 端黑螢																		
<i>L. ficta</i> Olivier 黃綠螢																		
<i>L. filiformis</i> Olivier 紋胸黑翅螢																		
<i>L. kagiana</i> Matsumura 紅胸黑翅螢																		
<i>L. ovalis</i> Hope 黃帶熠螢																		
<i>L. substriata</i> Gorham 條背螢																		
<i>L. sp. A</i> (暫名:黃胸黑翅螢)																		
<i>L. sp. B</i> (暫名:擬紋螢)																		
<i>L. sp. C</i> (暫名:小紅胸黑翅螢)																		
<i>L. sp. D</i> (暫名:邊褐端黑螢)																		
Genus <i>Curtos</i> Motschulsky 脈翅螢屬																		
<i>C. costipennis</i> (Gorham) 黃脈翅螢																		
<i>C. impolitus</i> (Olivier) 姬脈翅螢																		
<i>C. mundulus</i> (Olivier) 黃胸脈翅螢																		
<i>C. obscuricolor</i> Jeng & Lai 暗褐脈翅螢																		
<i>C. sauteri</i> Olivier 棲德氏脈翅螢																		
Genus <i>Diaphanes</i> Motschulsky 短角窗螢屬																		
<i>D. citrinus</i> Olivier 橙螢																		
<i>D. exsanguis</i> Olivier 雪螢																		
<i>D. formosus</i> Olivier 蓬萊短角窗螢																		
<i>D. lampyroides</i> (Olivier) 鋸角雪螢																		
<i>D. sp. A</i> (暫名:黃綠短角窗螢)																		
<i>D. sp. B</i> (暫名:神木螢)																		
Genus <i>Lychnuris</i> Dejean 窗螢屬																		
<i>L. analis</i> (Fabricius) 大陸窗螢																		
<i>L. formosana</i> (Olivier) 紅胸窗螢																		
<i>L. praetexta</i> (Olivier) 山窗螢																		
<i>L. sp. A</i> (暫名:突胸窗螢)																		
Genus <i>Lucidina</i> Gorham 鋸角螢屬																		
<i>L. biplagiata</i> (Motschulsky) 北方鋸角螢																		
<i>L. roseonotata</i> Pic 赤腹鋸角螢																		
Genus <i>Lamprigera</i> Motschulsky 扁螢屬																		
<i>L. yunnanensis</i> Fairmaire 雲南扁螢																		
Genus <i>Vesta</i> Laporte 櫛角螢屬																		
<i>V. chevrolati</i> Laporte 黑腹櫛角螢																		
<i>V. impressicollis</i> Fairm. 赤腹櫛角螢																		
<i>V. rufiventris</i> (Mots.) 明翅櫛角螢																		
Genus <i>Cyphonocerus</i> Kiesenwetter 雙櫛角螢屬																		
<i>C. sanguineus</i> Pic 赤翅雙櫛角螢																		
Summary				YM			SP			TR			YU			KT		KM
Total				17			16			13(+1)			25			18(+2)		2
																		42(+3)

表二 玉山國家公園螢科分布及其海拔高度(地點由左至右分別為南安、東埔、沙里仙溪林道、八通關越道、天池及塔塔加)

Table 2. Distribution of fireflies at Yushan National Park

Species list	Localities and their elevation (1000 m as a unit)					
	Nan-an	Dongpu	Shalishen*	Batong-guan*	Tienchi*	Tatajia
	0.3	1.0-1.3	1.0-1.5	1.0-2.8	1.0-2.2	2.6
<i>Drilaster olivieri</i> 奧氏駑螢			+			
<i>Drilaster purpureicollis</i> 紅駑螢			+			
<i>Drilaster takahashii</i> 高橋氏駑螢						+
<i>Drilaster kimotoi</i> 黑駑螢					+	
<i>Drilaster atricollis</i> 高山駑螢				+		
<i>Drilaster</i> sp. A (暫名: 黑縫駑螢)					+	
<i>Luciola anceyi</i> 大端黑螢	+	+	+			
<i>Luciola cerata</i> 黑翅螢	+	+	+			
<i>Luciola ficta</i> 黃緣螢	+					
<i>Luciola filiformis</i> 紋胸黑翅螢	+					
<i>Luciola kagiana</i> 紅胸黑翅螢		+				
<i>Luciola</i> sp. B (暫名: 擬紋螢)	+					
<i>Luciola</i> sp. C (暫名: 小紅胸黑翅螢)		+				
<i>Curtos costipennis</i> 黃脈翅螢	+					
<i>Curtos obscuricolor</i> 暗褐脈翅螢	+				+	
<i>Curtos sauteri</i> 梭德氏脈翅螢		+				
<i>Diaphanes citrinus</i> 橙螢	+	+				
<i>Diaphanes exsanguis</i> 雪螢				+		
<i>Diaphanes formosus</i> 蓬萊短角窗螢	+			+		
<i>Diaphanes lampyroides</i> 鋸角雪螢				+	+	
<i>Diaphanes</i> sp. B (暫名: 神木螢)						+
<i>Lychnuris formosana</i> 紅胸窗螢				+		
<i>Lychnuris praetexta</i> 山窗螢	+	+		+		
<i>Lamprigera yunnana</i> 雲南扁螢		+				
<i>Cyphonocerus sanguineus</i> 赤翅雙櫛角螢		+				

*“Batong-guan” used here means the section between Dongpu and Batong-guan of the Batong-guan track; “Shalishen” means the Shalishen-shi Forest Track; “Tienchi” refers to the section between Meishan and Tienchi of the South Cross-Island Highway.

昆蟲在臺灣的分布見表七。

二、國家公園的螢火蟲相分析

除金門國家公園外，臺灣其餘五座國家公園在地理分布上包含了本島北、中、南、東四個區域，在垂直分布上則涵蓋由平地至近四千公尺的高山帶，而在氣候上則橫跨熱帶至亞寒帶，因此其間分布的螢火蟲種類相當豐富。在國家公園 45 種螢火蟲中，有 36

種是臺灣舊紀錄種類，約佔所有已知種類的 4/5，因此其螢火蟲相組成對臺灣螢科昆蟲相而言是極具代表性的，分析其時空分布與區系因素對了解臺灣螢火蟲相有極重要的助益。以下分別就各國家公園螢火蟲相組成、空間分布、時間分布、分布限制因子與區系因素等五部分加以分析，期能得到較完整的螢科昆蟲相。

(一)各國家公園的螢火蟲相組成

表三 墾丁國家公園螢科分布與海拔高度(地點由左至右分別為恆春、墾丁、港口、出風谷、南仁山、九棚)

Table 3. Distribution of fireflies at Kenting National Park

Species list	Localities and their elevation (1000 m as a unit)					
	Hengchun	Kenting*	Gangko	Chufong-gu	Nanjenshan	Jiopong
	0-0.4					
<i>Drilaster olivieri</i> 奧氏弩螢		+				
<i>Drilaster purpureicollis</i> 紅弩螢		+				
<i>Drilastre rollei</i> 洛氏弩螢		+			+	
<i>Drilaster</i> sp. B(暫名:黃弩螢)		+				
<i>Stenocladus bicoloripes</i> 雙色垂鬚螢					+	
<i>Luciola anceyi</i> 大端黑螢		+	+			
<i>Luciola cerata</i> 黑翅螢		+	+			
<i>Luciola gorhami</i> 端黑螢		+				+
<i>Luciola filiformis</i> 紋胸黑翅螢			+			
<i>Luciola ovalis</i> 黃帶熠螢	?					
<i>Luciola substriata</i> 條背螢		+	+			
<i>Curtos impolitus</i> 姬脈翅螢	+	+				
<i>Curtos mundulus</i> 黃肩脈翅螢	+	+	+			
<i>Diaphanes formosus</i> 蓬萊短角窗螢		+	+			
<i>Lychnuris analis</i> 大陸窗螢		+				
<i>Lychnuris formosana</i> 紅胸窗螢						+
<i>Lychnuris praetexta</i> 山窗螢	+				+	
<i>Lamprigera yunnana</i> 雲南扁螢	+	+				
<i>Vesta chevrolati</i> 黑腹櫛角螢		+	+			
<i>Vesta rufiventris</i> 卵翅櫛角螢	?					

*: "Kenting" includes Kenting Park and She-Ding Park.

由表一資料換算，各國家公園間的螢火蟲相相似性如表八所示。螢火蟲相最相近的為雪霸與玉山國家公園，相似性達0.464，而陽明山與玉山、太魯閣與玉山及墾丁的相似性也都在0.3以上；相似性較低的是雪霸與太魯閣及墾丁之間，數值皆為0.2。其他各國家公園間的相似性皆在0.2-0.3之間。

由於研究期間對雪霸與玉山國家公園的調查頻度相當，且二者皆為高山型態的國家公園，因此二者的螢火蟲相相似是十分合理的，但值得注意的是除短角窗螢屬外，其餘共通種類多為全省普遍分布的種類，但也正因為短角窗螢種類組成的相似使得二者有較高的相似性。至於相似性較低的墾丁與雪霸及太魯閣國家公園，由於墾丁在海拔及緯度

上皆與後二者相去甚遠，因此其螢科組成相異程度較高。至於相似性較有爭議的是太魯閣與雪霸國家公園間，由於在研究期間較少前往東區的山區調查，太魯閣國家公園的螢火蟲種數極可能被低估，連帶影響其與各國家公園間的相似性比較，這可由太魯閣與玉山國家公園間的相似性看出：二者相同的種類多為海拔分布較低與較普遍的種類，但太魯閣所紀錄種類較少，縮小了二者間的差距；而雪霸的種類以中海拔為主，與太魯閣國家公園分布重疊者甚少，因此太魯閣與玉山國家公園的相似性(10:29)反高於其與雪霸國家公園(5:25)。

到目前為止，各國家公園所紀錄到的獨有種類為：陽明山3種、雪霸2種、太魯

表四 陽明山國家公園螢科分布及其海拔高度(地點由左至右分別為坪頂(平等里)、陽明山、竹子湖、大屯山、馬槽與磺溪)

Table 4. Distribution of fireflies at Yangmingshan National Park

Species list	Localities and their elevation (1000 m as a unit)					
	Pingding	Yangming*	Jutzihu	Datun*	Matsao	Hwangshi
	0.3-0.5	0.4-0.6	0.7	0.7-1.0	0.7	0.2
<i>Drilaster flavicollis</i> 黃胸弩螢		+				
<i>Drilaster olivieri</i> 奧氏弩螢		+		+		
<i>Stenocladus bicoloripes</i> 雙色垂鬚螢					+	
<i>Luciola cerata</i> 黑翅螢						
<i>Luciola ficta</i> 黃綠螢		+	+		+	+
<i>Luciola filiformis</i> 紋胸黑翅螢		+	+			+
<i>Luciola kagiana</i> 紅胸黑翅螢				+		
<i>Luciola</i> sp. A (暫名:黃胸黑翅螢)	+	+		+	+	+
<i>Luciola</i> sp. B (暫名:擬紋螢)		+		+		+
<i>Luciola</i> sp. D (暫名:邊褐端黑螢)						+
<i>Diaphanes citrinus</i> 橙螢	+			+	+	
<i>Lychnuris analis</i> 大陸窗螢		+				
<i>Lychnuris formosana</i> 紅胸窗螢	+					
<i>Lychnuris praetexta</i> 山窗螢	+		+	+		
<i>Lucidina biplagiata</i> 北方鋸角螢	+					
<i>Lamprigera yunnana</i> 雲南扁螢	+		+	+		
<i>Cyphonocerus sanguineus</i> 赤翅雙櫛角螢		+				

*: "Datun" used here includes Datunshan and its adjacent areas like Balaka and Ertzuping; "Yangming" means Yangmingshan and Jingshan.

表五 雪霸國家公園螢科分布及其海拔高度(地點由左至右分別為大鹿林道、觀霧、武陵及突陵)

Table 5. Distribution of fireflies at Shei-pa National Park

Species list	Localities and their elevation (1000 m as a unit)				
	Dalu Forest Track*	Guanwu*	Wuling Farm	Tuling	
	1.6-2.2	2.2	1.8-2.3	1.5	
<i>Stenocladus bicoloripes</i> 雙色垂鬚螢	+				
<i>Luciola anceyi</i> 大端黑螢	+				
<i>Luciola cerata</i> 黑翅螢	+				
<i>Luciola filiformis</i> 紋胸黑翅螢	+				
<i>Luciola</i> sp. A (暫名:黃胸黑翅螢)	+				
<i>Luciola</i> sp. C (暫名:小紅胸黑翅螢)	+				
<i>Curtos costipennis</i> 黃脈翅螢					+
<i>Curtos obscuricolor</i> 暗褐脈翅螢			+		
<i>Diaphanes citrinus</i> 橙螢	+				
<i>Diaphanes formosus</i> 蓬萊短角窗螢		+			
<i>Diaphanes exsanguis</i> 雪螢			+		
<i>Diaphanes lampyroides</i> 鋸角雪螢			+		
<i>Diaphanes</i> sp. A (暫名:黃綠短角窗螢)	+				
<i>Diaphanes</i> sp. B (暫名:神木螢)		+	+		
<i>Lychnuris praetexta</i> 山窗螢	+				
<i>Lucidina roseonotata</i> 赤腹鋸角螢					+

*: "Dalu Forest Track" means the section between Chingchen check point and Guanwu; "Guanwu" refers to the track to Kwaishan Giant Trees.

表六 太魯閣國家公園螢科分布及其海拔高度(地點由左至右分別為布洛灣、神祕谷、綠水、慈恩、碧綠及南湖溪)

Table 6. Distribution of fireflies at Taroko National Park

Species list	Localities and their elevation (1000 m as a unit)					
	Buluowan	Shakadangshi*	Liusuei	Tsu-en	Bi-liu	Nanhusi
	0.4	0.1-0.2	0.5	2	2.5	2
<i>Drilaster olivieri</i> 奧氏弩螢		+	+	?		
<i>Drilaster purpureicollis</i> 紅弩螢		+				
<i>Drilaster atricollis</i> 高山弩螢						+
<i>Stenocladus bicoloripes</i> 雙色垂鬚螢		+				
<i>Luciola chinensis</i> 中華熠螢					?	
<i>Luciola filiformis</i> 紋胸黑翅螢		+				
<i>Luciola kagiana</i> 紅胸黑翅螢	+	+				
<i>Diaphanes formosus</i> 蓬萊短角窗螢						+
<i>Diaphanes</i> sp. B (暫名: 神木螢)				+	+	
<i>Lychnuris formosana</i> 紅胸窗螢		+				
<i>Lychnuris praetexta</i> 山窗螢	+	+				
<i>Lychnuris</i> sp. A (暫名: 突胸窗螢)					+	
<i>Lamprigera yunnana</i> 雲南扁螢	+	+				
<i>Vesta impressicollis</i> 赤腹櫛角螢		+				

*: "Shakadangshi" means the Mysterious Track; "?" means doubtful data.

表七 未分布於國家公園之螢火蟲種類及其在臺灣之分布("備註"欄為文獻紀錄;"?"表分類地位或分布有疑義者)

Table 7. Firefly species not distributed in national parks but distributed in other areas in Taiwan

Species	Type locality	Other localities in Taiwan	Notes
<i>Drilaster flavipennis</i> 黃鞘弩螢	Songgang	Chingjing Farm, Tsuifong	Nakane (1977)
<i>Drilaster parvus</i> 姬弩螢	Fenchihu		Nakane (1977)
? <i>Luciola formosana</i> 蓬萊熠螢	Taiwan		Pic (1916)
? <i>Luciola japonica</i> 黃熠螢	Japan?		Matsumura (1928)
<i>Lychnuris sanguiniventer</i> 赤腹窗螢	Jiashen	Jiaoshi, Happen, Lushan, Shitou, Shanping	Olivier (1911b)
<i>Lucidina accensa</i> 卵翅鋸角螢	Japan	Jiashen	Olivier (1913)
<i>Pristolycus kanoi</i> 鹿野氏黑脈螢	Kwaishan	Wulai, Sansha	Nakane (1967b)
? <i>Vesta formosana</i> 蓬萊櫛角螢	Tainan		Pic (1944)
<i>Cyphonocerus taiwanus</i> 台灣雙櫛角螢	Songgang	Alishan, Meifong, Fenchihu, etc.	Nakane (1967a)

(The "notes" column is the source of the original description or first record; "?" means doubtful distribution or taxonomic status).

閣3種、玉山4種與墾丁8種，而獨有比例最高的為墾丁(0.4)，其次為太魯閣(0.21)、陽明山(0.18)、玉山(0.16)，最低的是雪霸(0.13)。

由於目前所得之螢科相資料在空間分布上尚無法對小區域做充分解析，因此各國家公園螢科之種類組成、相似性、獨有比例等

皆會再變動。

(二)國家公園45種螢火蟲在全島的空間分布

此部分可分為水平及垂直分布三維來探討。為避免小樣品誤差，我們整理館藏標本的採集資料，使各個種類在臺灣全島的分布情形能較完整。在此以國家公園為主要劃分依據，將水平分布劃分為六型：北部型(陽明

表八 各國家公園螢火蟲相似性三角矩陣(不含金門國家公園)

Table 8. Matrix of similarity of fireflies among five national parks of Taiwan (Kinmen N. P. omitted.)

S*	Yangmingshan N. P.	Shei-Pa N. P.	Taroko N. P.	Yushan N. P.	Kenting N. P.
Yangmingshan					
Shei-Pa N. P.	0.222				
Taroko N. P.	0.240	0.200			
Yushan N. P.	0.354	0.464	0.345		
Kenting N. P.	0.276	0.200	0.308	0.250	

*S: Jaccard coefficient of similarity: numbers of shared species/numbers of all species of two NPs.

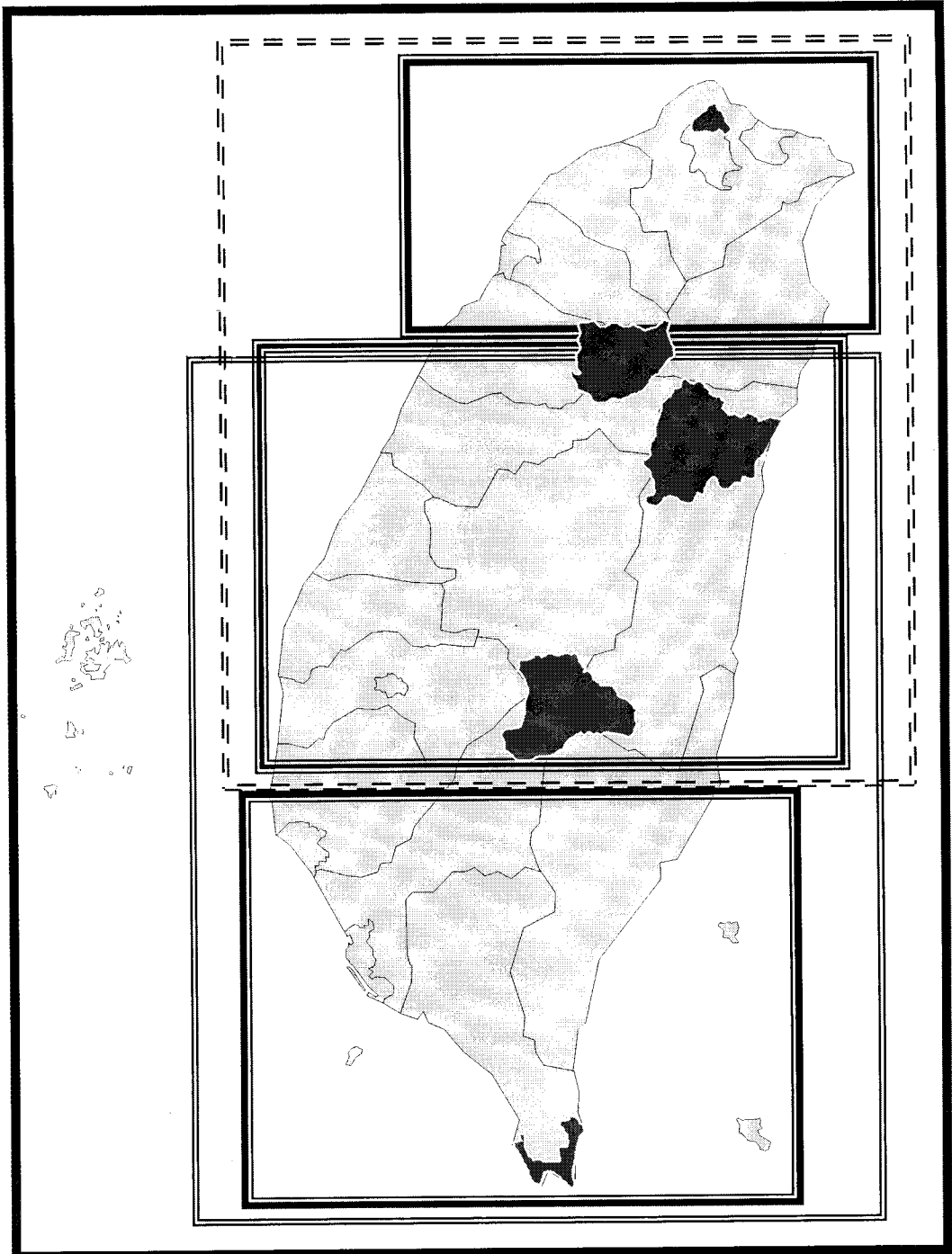
山至雪霸國家公園北區(觀霧)，含北、宜、桃、竹等縣)、中部型(雪霸國家公園雪山以南至玉山國家公園南界，含苗、中、彰、投、雲、嘉、花、及國家公園內的高、東二縣山區)、南部型(玉山國家公園南界以南之南、高、屏及臺東等縣市及墾丁國家公園)、中北部型(=北部型+中部型)、中南部型(=中部型+南部型)及廣布型(全島由北至南皆可見者)等六部分(見圖一)，能涵蓋各種類紀錄地點中最南及最北之二點的最小分布型者即屬該型分布。國家公園螢火蟲在全島的水平分布及其類型見表九。

由表九可以看出，屬於北部型的僅有1種：邊褐端黑螢(*Luciola* sp. D)，目前僅知分布於臺北與新竹縣；屬於中北部型的有8種，其中的中華熠螢(*Luciola chinensis*)曾多次出現在文獻紀錄中(Olivier, 1913; Chen, 1993; Ho, 1997a)，但極可能為近似種的大端黑螢(*Luciola anceyi*)或端黑螢(*Luciola gorhami*)的錯誤鑑定；除端黑螢及北方鋸角螢外，分布屬於此型的種類皆為未描述種或未紀錄種，是各分布型中比例最高者；屬中部分布型者有6種，除分布於中高海拔山區的黑縫弩螢(*Drilaster* sp. A)外皆為已知種；屬中南部分布型者有5種而南部型者有2種，大多數種類都可見於墾丁國家公園；Ho (1997a)紀錄赤腹櫛角螢 *Vesta impressicollis* 分布於

臺南，但由描述判斷，其應為黑腹櫛角螢而非赤腹櫛角螢；屬普遍分布型的有23種，是所有分布型中最多的，但其中未定種類有3種，其餘種類皆已描述或紀錄於1918年之前，都是常見的種類；Ho (1997a)紀錄於臺南的紋胸黑翅螢 *Luciola filiformis* 可能是梭德氏脈翅螢 *Curtos sauteri* Olivier 的誤判。

由表九延伸而成的表十則顯示各種螢火蟲的垂直分布。其分布型式乃依Su (1984)對臺灣中部山地植群帶狀分布之海拔畫分而來，由低至高依次為山麓帶(500公尺以下)，山地下層帶(500-1500公尺)，山地櫟林帶下層(1500-2000公尺)，山地櫟林帶上層(2000-2500公尺)與山地上層帶(2500-3100公尺)。為與水平分布相對照，表中各種類之順序與前表相同。

在9種垂直分布型式中，最多的是山麓帶至山地下層帶(F-SM, 15種)，其次為山麓帶(F, 10種)、山麓帶至櫟林帶上層(F-MU, 6種)、山地下層帶至櫟林帶上層(SM-MU, 4種)、櫟林帶下層至上層(ML-MU)與山麓帶至山地櫟林帶下層(F-ML)各有3種、櫟林帶上層有2種，而最少的是山地下層帶型(SM)與山地櫟林帶上層至山地上層帶(MU-UM)，各僅有1種。與表九對照，則可發現極有趣的關連：屬北部、中南部與南部分布型的螢火蟲其垂直分布幾乎全為山麓帶型；



圖一 臺灣本島五座國家公園螢火蟲之水平分布型式：[] 北部型；[] 中部型；[] 南部型；[] 中北部型；[] 中南部型；[] 廣布型。

Fig 1. Horizontal distribution patterns of fireflies found at five national parks in Taiwan: [] (northern, N); [] (central, C); [] (southern, S); [] (northern and central, NC); [] (southern and central, SC); [] (widely distributed, W).

表九 臺灣六座國家公園螢科水平分布型式(各分布型式代碼:北部型(N);中北部型(NC);中部型(C);中南部型(SC);南部型(S);廣布型(W);“?”:表歸類有疑問者)

Table 9. Horizontal distribution patterns of fireflies recorded from six national parks in Taiwan (code for each pattern: northern (N); northern and central (NC); central (C); southern and central (SC); southern (S) and widely distributed (W); “?” means doubtful sorting.)

Patterns	Species	Selective localities of distribution
N	<i>Luciola</i> sp. D 邊褐端黑螢	磺溪頭、廣興、關西
NC	<i>Drilaster flavicollis</i> 黃胸弩螢	陽明山、松崗、翠峰
NC	<i>Curtos obscuricolor</i> 暗褐脈翅螢	拉拉山、大曼、武陵、廬山、惠蓀、南安、天池
NC	<i>Lychnuris</i> sp. A (暫名:突胸窗螢)	碧綠、太平山、翠峰
?NC	<i>Luciola chinensis</i> 中華熠螢	合歡溪 ³ 、碧綠溪 ³ 、太平山 ⁵ 、達觀山 ⁷
NC	<i>Luciola</i> sp. C (暫名:小紅胸黑翅螢)	拉拉山、大鹿、廬山、東埔、出雲山
NC	<i>Diaphanes</i> sp. A (暫名:黃綠短角窗螢)	滿月圓、大鹿林道、一百號林道、鞍馬山
NC	<i>Diaphanes</i> sp. B (暫名:神木螢)	觀霧、梅峰、碧綠、武陵、鞍馬山、塔塔加
NC	<i>Lucidina biplagiata</i> 北方鋸角螢	平等里、拉拉山、太平山、加保台、惠蓀、奮起湖
C	<i>Drilaster atricollis</i> 高山弩螢	南湖溪、松崗、八通關、奧萬大、雲海保線所
C	<i>Drilaster takahashii</i> 高橋氏弩螢	玉山口至阿里山
C	<i>Drilaster kimotoi</i> 黑弩螢	松崗、梅山至天池
C	<i>Drilaster</i> sp. A (暫名:黑縫弩螢)	南橫關山、梅峰
C	<i>Diaphanes exsanguis</i> 雪螢	鞍馬山、武陵、樂樂
C	<i>Diaphanes lampyroides</i> 鋸角雪螢	鞍馬山、武陵、樂樂、梅峰、雲海、天池
SC	<i>Drilaster rollei</i> 洛氏弩螢	奮起湖、臺南 ³ 、墾丁、出風山
SC	<i>Curtos impolitus</i> 姬脈翅螢	斗六、甲仙、墾丁、恆春
SC	<i>Curtos mundulus</i> 黃肩脈翅螢	瑞穗、墾丁、港口、恆春
SC	<i>Luciola gorhami</i> 端黑螢	大林 ¹ 、甲仙、墾丁、南仁山、港口 ¹
SC	<i>Lucidina roseonotata</i> 紅腹鋸角螢	突陵、臺南 ³
S	<i>Drilaster</i> sp. B (暫名:黃弩螢)	墾丁公園、六龜
S	<i>Vesta chevrolati</i> 黑腹櫛角螢	甲仙 ¹ 、六龜、墾丁、知本、港口 ¹
W	<i>Drilaster olivieri</i> 奧氏弩螢	陽明山、烏來、獅潭、谷關、沙里仙、甲仙、墾丁
W	<i>Drilaster purpureicollis</i> 紅弩螢	烏來、清泉、沙里仙、神祕谷、臺南 ³ 、甲仙、墾丁
W	<i>Stenocladus bicoloripes</i> 雙色垂鬚螢	馬槽、雙連埤、拉拉山、大鹿、梅峰、埔里、墾丁
W	<i>Luciola anceyi</i> 大端黑螢	宜蘭福山、谷關、東埔、南安、臺南 ⁶ 、港口
W	<i>Luciola cerata</i> 黑翅螢	陽明山、大鹿、東埔、南安、臺南 ⁶ 、甲仙、墾丁
W	<i>Luciola ficta</i> 黃綠螢	陽明山、礁溪、谷關、和社、南安、曾文水庫 ⁶
W	<i>Luciola filiiformis</i> 紋胸黑翅螢	菁山、大鹿、神祕谷、南安、甲仙 ¹ 、港口 ¹
W	<i>Luciola kigiana</i> 紅胸黑翅螢	菁山、谷關、東埔、廬山、太魯閣、白河 ⁶ 、扇平
W	<i>Luciola substriata</i> 條背螢	臺北、通霄、安通、甲仙、墾丁、港口、金門
W	<i>Luciola</i> sp. A (暫名:黃胸黑翅螢)	陽明山、烏來、大鹿、谷關、南安、白河 ⁶
W	<i>Luciola</i> sp. B (暫名:擬紋螢)	萬里、磺溪、烏來、甲仙
W	<i>Curtos costipennis</i> 黃脈翅螢	福隆、宜蘭福山、突陵、南安、旗山 ¹
W	<i>Curtos sauteri</i> 梭德氏脈翅螢	福山、鞍馬山、東埔、南安、惠蓀、溪頭、甲仙
W	<i>Diaphanes citrinus</i> 橙螢	陽明山、大鹿、霧社、東埔、甲仙、白河 ⁶ 、扇平
W	<i>Diaphanes formosus</i> 蓬萊短角窗螢	仁澤、觀霧、南湖溪、奮起湖、南安、瑞穗、港口
W	<i>Lychnuris analis</i> 大陸窗螢	廣興、埔里、花蓮、臺南 ⁶ 、甲仙、墾丁、金門
W	<i>Lychnuris formosana</i> 紅胸窗螢	陽明山、礁溪、梅峰、惠蓀、八通關、扇平、九棚
W	<i>Lychnuris praetexta</i> 山窗螢	陽明山、礁溪、大鹿、神祕谷、臺南 ⁶ 、墾丁、紅紫
W	<i>Vseta impressicollis</i> 赤腹櫛角螢	宜蘭福山、神祕谷、阿里山、臺南關山 ¹ 、甲仙 ¹
W	<i>Lamprigera yunnana</i> 雲南扁螢	二子坪、烏來、東埔、神祕谷、白河 ⁶ 、社頂
W	<i>Cyphonocerus sanguineus</i> 赤翅雙櫛角螢	陽明山、烏來、卓蘭、東埔、埔里、奧萬大、六龜
?W	<i>Luciola ovalis</i> 黃帶熠螢	臺北 ⁴ 、集集 ⁴ 、埔里 ⁴ 、恆春 ⁴
?W	<i>Vesta rufiventris</i> 卵翅櫛角螢	拉拉山、太平山、阿里山、埔里 ¹ 、旗山 ¹ 、恆春 ¹

1.Olivier (1913); 2.Pic (1911b); 3.Pic (1917); 4.Miwa (1931); 5.Chen (1993); 6.Ho (1997a).

表十 臺灣六座國家公園螢科海拔分布型式(各分布型式代碼：山麓帶(F, 500公尺以下)；山地下層帶(SM, 500-1500公尺)；山地櫟林帶下層(SL, 1500-2000公尺)；山地櫟林帶上層(SU, 2000-2500公尺)；山地上層帶(UM, 2500-3100公尺)；虛線表不確定的分布區間；“?”表歸類有疑問者)(依Su (1984)之山地植群帶狀分化區分)

Table 10. Elevational distribution patterns of fireflies recorded from six national parks in Taiwan

Pattern	Species list	Elevational distribution (100 m as a unit)														
		0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
F	<i>Luciola</i> sp. D (暫名：邊褐端黑螢)	■														
F-MU	<i>Drilaster flavicollis</i> 黃胸弩螢				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
F-MU	<i>Curtos</i> sp. <i>obscuricolor</i> 暗褐脈翅螢				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
MU	<i>Lychmuris</i> sp. A (暫名：突胸窗螢)											■	■	■	■	■
?SM-MU	<i>Luciola chinensis</i> 中華熠螢															
SM	<i>Luciola</i> sp. C (暫名：小紅胸黑翅螢)								■	■	■	■	■	■	■	■
SM-MU	<i>Diaphanes</i> sp. A (暫名：黃緣短角窗螢)															
ML-MU	<i>Diaphanes</i> sp. B (暫名：神木螢)															
F-ML	<i>Lucidina biplagiata</i> 北方鋸角螢	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
SM-MU	<i>Drilaster atricollis</i> 高山弩螢															
MU	<i>Drilaster takahashii</i> 高橋氏弩螢															
SM-MU	<i>Drilaster kimotoi</i> 黑弩螢															
MU-UM	<i>Drilaster</i> sp. A (暫名：黑縫弩螢)															
ML-MU	<i>Diaphanes exsanguis</i> 雪螢															
ML-MU	<i>Diaphanes lamproyroides</i> 鋸角雪螢															
F-SM	<i>Drilaster rollei</i> 洛氏弩螢	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
F	<i>Curtos impolitus</i> 姬脈翅螢	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
F	<i>Curtos mundulus</i> 黃肩脈翅螢	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
F	<i>Luciola gorhami</i> 端黑螢	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
F-SM	<i>Lucidina roseonotata</i> 紅腹鋸角螢	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
F	<i>Drilaster</i> sp. B (暫名：黃弩螢)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
F	<i>Vesta chevrolati</i> 黑腹柳角螢	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
F-SM	<i>Drilaster olivieri</i> 奧氏弩螢	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
F-SM	<i>Drilaster purpureicollis</i> 紅弩螢	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
F-ML	<i>Stenocladus bicoloripes</i> 雙色垂鬚螢	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
F-SM	<i>Luciola anceyi</i> 大端黑螢	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
F-SM	<i>Luciola cerata</i> 黑翅螢	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
F-SM	<i>Luciola ficta</i> 黃緣螢	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
F-SM	<i>Luciola filiformis</i> 紋胸黑翅螢	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
F-SM	<i>Luciola kigiana</i> 紅胸黑翅螢	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
F	<i>Luciola substriata</i> 條背螢	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
F-SM	<i>Luciola</i> sp. A (暫名：黃胸黑翅螢)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
F	<i>Luciola</i> sp. B (暫名：擬紋螢)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
F-SM	<i>Curtos costipennis</i> 黃脈翅螢	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
F-SM	<i>Curtos sauteri</i> 梭德氏脈翅螢	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
F-SM	<i>Diaphanes citrinus</i> 橙螢	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
F-MU	<i>Diaphanes formosus</i> 蓬萊短角窗螢	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
F	<i>Lychmuris analis</i> 大陸窗螢	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
F-MU	<i>Lychmuris formosana</i> 紅胸窗螢	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
F-SM	<i>Lychmuris praetexta</i> 山窗螢	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
F-MU	<i>Vستا impressicollis</i> 赤腹柳角螢	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
?F-MU	<i>Lamprigera yunnana</i> 雲南扁螢	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
F-SM	<i>Cyphonocerus sanguineus</i> 赤翅雙柳角螢	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
?F	<i>Luciola ovalis</i> 黃帶熠螢	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
?F-ML	<i>Vesta rufiventris</i> 卵翅柳角螢	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

*Code for each pattern: foothills (F, lower than 500 m); submontane (SM, 500-1500 m); *Quercus* lower zone of montane (ML, 1500-2000 m); *Quercus* upper zone of montane (MU, 2000-2500 m) and upper montane (UM, 2500-3100 m); a dashed line indicates uncertain data; “?” means a doubtful sorting) (according to the classification of vegetation zones of Su (1984))

中北部及中部分布型者在垂直分布上皆落於 500-3000 公尺間，亦即山地下層帶至山地櫟林帶上層，而其中的多數更是分布在 1500 公尺以上的地區；至於廣泛分布的種類，其垂直分布上限不一，但皆可在平地或低海拔的山麓帶發現，而多數種類則分布在平地至山地下層帶間。至於分布海拔範圍最廣的(F-MU)6種螢火蟲，除暗褐脈翅螢外，其餘皆為廣分布型，但在檢查標本時發現其高、低海拔族群間可能有某種程度的分化，值得進一步探討。

Maa (1956)依氣候及植物相將臺灣的昆蟲分布劃分為七個小區。以螢科分布而言，並不盡然符合此一畫分，如其所區分的東北地帶與東岸地帶並無特有的螢火蟲種類分布，而是與高山地帶及西部地帶分布者相仿。但其餘的小區畫分大致上與螢科分布相符。

綜合表九與表十可得國家公園 45 種螢火蟲在全島的空間分布概況，並可由地緣關係推測未來可能新紀錄於國家公園的種類。如太魯閣國家公園西區的中高海拔山區極可能發現多種短角窗螢，而於玉山、雪霸國家公園等地可能分布有卵翅櫟角螢。

表七是臺灣已知的螢火蟲中尚未紀錄於國家公園的種類。由其在全省的分布來看，除分布十分侷限的鹿野氏黑脈螢與分類有疑問的黃熠螢、蓬萊熠螢與蓬萊櫟角螢外，其他種類分布於國家公園的可能性是十分大的。

(三)國家公園 45 種螢火蟲種類的時間分布

由於缺乏國家公園內定點的全年出現紀錄，故由標本及文獻中的採集資料來分析全年的螢科出現狀況，並分為全島及各國家公園二方式整理。本節乃以全島螢科出現來討論，希望能藉由大量的標本採集紀錄來建立各種類的基本資料。表十一為 45 種螢火蟲在

全島的出現期概況，表十二至十六則是各國家公園的螢火蟲出現時間。由於螢科的出現期常有斷續零星的情形，很難以月份硬性劃分，在此乃以季節為單位，並以主要出現期為討論對象。

以分類群來看，主要出現期的型式與亞科或屬級有極密切的關係。以熠螢亞科(Luciolinae)而言(在臺灣包括熠螢屬與脈翅螢屬)，其主要出現期為春末至夏季，但常有零星出現延續至秋末甚至初冬；螢亞科(Lampyrinae，在本島含窗螢、短角窗螢、扁螢、櫟角螢及鋸角螢屬等；黑脈螢屬(*Pristolytus*)有學者將之歸於本亞科(Satô, 1985; Nakane, 1991)，但作者持保留態度)出現期較為複雜，但大致可將其分為二型：夜行性者(如窗螢之部分種類、短角窗螢及扁螢)多以秋冬為主要出現期，而日行性(如鋸角螢、黑脈螢)或日、夜二行性者(如櫟角螢及部分窗螢)與少數的夜行性種類(如蓬萊短角窗螢)則在春末至夏季；臺灣窗螢雖為夜行性種類，但在一年中卻有二次出現期，分別於春季及秋末。值得注意的是，秋冬型的螢科雌蟲俱為短翅型或無翅型，而春夏型則多為正常的成蟲型(窗螢屬除外)，這是否反映著進化史的因素或是生態上的因素，須深入探討。雙櫟角螢亞科(Psilocaldinae)與弩螢亞科(Ototretinae)的成員多半為春夏型，唯垂鬚螢屬則呈現近乎全年出現的型式，而中部中海拔山區出現較早，北部及南部平地則較晚。

以空間分布來看，無論垂直或水平分布都與螢火蟲主要出現期的關係較不明顯，較明顯的趨勢僅有冬季發生在中海拔山區的短角窗螢；平地及低山地在全年都有螢火蟲出現，但夏末至初秋較少；中海拔山地除冬季的短角窗螢外，其他季節也有許多螢火蟲出沒。

綜合分類群與空間分布二因子，可以發

表十一 臺灣六座國家公園 45 種螢火蟲在全島的成蟲出現期 (黑線粗細表示該種成蟲相對量; 虛線表示可能為連續發生, 但無標本紀錄)

Table 11. Emerging periods of 45 species of fireflies recorded from national parks in Taiwan

Species	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
<i>Drilaster flavicollis</i> 黃胸弩螢				—————								
<i>Drilaster olivieri</i> 奧氏弩螢	—————											
<i>Drilaster purpureicollis</i> 紅弩螢		—————										
<i>Drilaster rollei</i> 洛氏弩螢		—————										
<i>Drilaster atricollis</i> 高山弩螢		—————										
<i>Drilaster takahashii</i> 高橋氏弩螢				—————								
<i>Drilaster kimotoi</i> 黑弩螢						—————						
<i>Drilaster</i> sp. A (暫名: 黑縫弩螢)						—————						
<i>Drilaster</i> sp. B (暫名: 黃弩螢)			—————									
<i>Stenocladus bicoloripes</i> 雙色垂鬚螢	—————						—————			
<i>Luciola anceyi</i> 大端黑螢			—————									
<i>Luciola cerata</i> 黑翅螢				—————								
<i>Luciola chinensis</i> 中華燿螢				—————								
<i>Luciola gorhami</i> 端黑螢				—————								
<i>Luciola ficta</i> 黃綠螢			—————									
<i>Luciola filiformis</i> 紋胸黑翅螢				—————								
<i>Luciola kagiana</i> 紅胸黑翅螢				—————								
<i>Luciola ovalis</i> 黃帶燿螢				—————								
<i>Luciola substriata</i> 條背螢				—————								
<i>Luciola</i> sp. A (暫名: 黃胸黑翅螢)			—————									
<i>Luciola</i> sp. B (暫名: 擬紋螢)				—————								
<i>Luciola</i> sp. C (暫名: 小紅胸黑翅螢)				—————								
<i>Luciola</i> sp. D (暫名: 邊褐端黑螢)				—————								
<i>Curtos costipennis</i> 黃脈翅螢					—————							
<i>Curtos impolitus</i> 姬脈翅條螢				—————								
<i>Curtos mundulus</i> 黃肩脈翅螢						—————					
<i>Curtos obscuricolor</i> 暗褐脈翅螢					—————							
<i>Curtos sauteri</i> 梭德氏脈翅螢				—————								
<i>Diaphanes citrinus</i> 橙螢								—————				
<i>Diaphanes exsanguis</i> 雪螢											—————	
<i>Diaphanes formosus</i> 蓬萊短角窗螢					—————							
<i>Diaphanes lampyroides</i> 鋸角雪螢										—————		
<i>Diaphanes</i> sp. A (暫名: 黃絲亞角窗螢)	—————	—————							—————		
<i>Diaphanes</i> sp. B (暫名: 神木螢)	—————	—————								—————	
<i>Lychnuris analis</i> 大陸窗螢			—————									
<i>Lychnuris formosana</i> 紅胸窗螢			—————									
<i>Lychnuris praetexta</i> 山窗螢									—————			
<i>Lychnuris</i> sp. A (暫名: 突胸窗螢)									—————			
<i>Lucidina roseonotata</i> 紅腹鋸角螢						—————						
<i>Lucidina bipagiata</i> 北方鋸角螢						—————						
<i>Lamprigera yunnana</i> 雲南扁螢										—————		
<i>Vesta chevrolati</i> 黑腹櫛角螢			—————									
<i>Vesta impressicollis</i> 赤腹櫛角螢					—————							
<i>Vesta rufiventris</i> 卵翅櫛角螢						—————						
<i>Cyphonocerius sanguineus</i> 赤翅雙櫛角螢					—————							

*The thickness of the solid line represents the relative abundance of adults of a given species; a dashed line indicates that the emerging period might be continuous; yet no specimens were available.

表十二 陽明山國家公園各季節螢火蟲相

Table 12. Firefly fauna by season at Yangmingshan National Park

Season	Species
Spring (Feb.-Apr.)	<i>Drilaster olivieri</i> , <i>Luciola</i> sp. A, <i>Luciola</i> sp. D, <i>Luciola cerata</i> , <i>Luciola ficta</i> , <i>Luciola filiformis</i> , <i>Lychnuris analis</i> , <i>Lychnuris formosana</i> , <i>Cyphonocerus sanguineus</i>
Summer (May-July)	<i>Drilaster</i> sp. B, <i>Drilaster flavicollis</i> , <i>Luciola</i> sp. B, <i>Luciola ficta</i> , <i>Luciola</i> sp. A, <i>Luciola kagiana</i> , <i>Luciola gorhami</i> , <i>Curtos obscuricolor</i> , <i>Lychnuris formosana</i> , <i>Lucidina biplagiata</i>
Autumn (Aug.-Oct.)	<i>Luciola ficta</i> , <i>Diaphanes citrinus</i> , <i>Lamprigera yunnana</i>
Winter (Nov.-Jan.)	<i>Diaphanes citrinus</i> , <i>Lamprigera yunnana</i> , <i>Lychnuris praetexta</i>

表十三 雪霸國家公園各季節螢火蟲相

Table 13. Firefly fauna by season at Shei-Pa National Park

Season	Species
Spring (Feb.-Apr.)	<i>Luciola anceyi</i> , <i>Luciola cerata</i> , <i>Luciola filiformis</i>
Summer (May-July)	<i>Stenocladus bicoloripes</i> , <i>Luciola cerata</i> , <i>Luciola filiformis</i> , <i>Luciola</i> sp. A, <i>Luciola</i> sp. C, <i>Curtos costipennis</i> , <i>Curtos obscuricolor</i> , <i>Diaphanes formosus</i> , <i>Lucidina roseonotata</i>
Autumn (Aug.-Oct.)	<i>Diaphanes citrinus</i>
Winter (Nov.-Jan.)	<i>Diaphanes exsanguis</i> , <i>Diaphanes lampyroides</i> , <i>Diaphanes</i> sp. A, <i>Diaphanes</i> sp. B, <i>Lychnuris praetexta</i>

表十四 太魯閣國家公園各季節螢火蟲相

Table 14. Firefly fauna by season at Taroko National Park

Season	Species
Spring (Feb.-Apr.)	<i>Drilaster purpureicollis</i> , <i>Drilaster olivieri</i> , <i>Luciola filiformis</i> , <i>Luciola kagiana</i> , <i>Diaphanes</i> sp. B, <i>Vesta impressicollis</i>
Summer (May-July)	<i>Drilaster atricollis</i> , <i>Lychnuris formosana</i> , <i>Lychnuris</i> sp. A, <i>Diaphanes formosus</i>
Autumn (Aug.-Oct.)	<i>Diaphanes formosus</i> , <i>Lamprigera yunnana</i>
Winter (Nov.-Jan.)	<i>Lychnuris praetexta</i> , <i>Lamprigera yunnana</i>

現臺灣的螢科出現期分布與前者的關聯性遠大於後者，因此推論分類群的親緣性是形成當今時間分布型式的主因，環境因子的影響較小，此論點至少在臺灣是如此。

由於標本採集的進行一般並非以隨機方式行之，採集紀錄可能受到採集者對採集對象、時間、環境、採集法等偏好的影響，因此以標本採集資料分析出現期難免有所誤差。若能結合研究人力並廣設監測點，進行

各區域全年性的調查，對螢火蟲的出現期必能得到更完整的紀錄。

(四) 國家公園 45 種螢火蟲分布成因與限制因子

螢火蟲現今的分布型式可以從地質史上的因素與環境因素二方面加以探討，但二者並非獨立因子，而且因種類不同而異，無法以概論方式一言以蔽之。首先各種螢火蟲的區系因素在先天上已相當程度地限制其分

表十五 玉山國家公園各季節螢火蟲相

Table 15. Firefly fauna by season at Yu-Shan National Park

Season	Species
Spring (Feb.-Apr.)	<i>Drilaster olivieri</i> , <i>Drilaster purpureicollis</i> , <i>Luciola cerata</i> , <i>Luciola anceyi</i> , <i>Luciola</i> sp. C, <i>Luciola filiformis</i> , <i>Cyphonocerus sanguineus</i>
Summer (May-July)	<i>Drilaster takahashii</i> , <i>Drilaster kimotoi</i> , <i>Drilaster atricollis</i> , <i>Drilaster</i> sp. A, <i>Luciola anceyi</i> , <i>Luciola cerata</i> , <i>Luciola ficta</i> , <i>Luciola</i> sp. B, <i>Luciola</i> sp. C, <i>Luciola kagiana</i> , <i>Luciola filiformis</i> , <i>Curtos costipennis</i> , <i>Curtos obscuricolor</i> , <i>Curtos sauteri</i> , <i>Diaphanes formosus</i> , <i>Lychnuris formosana</i>
Autumn (Aug.-Oct.)	<i>Diaphanes citrinus</i> , <i>Diaphanes lamproyroides</i> , <i>Lamprigera yunnana</i> , <i>Lychnuris praetexta</i>
Winter (Nov.-Jan.)	<i>Diaphanes exsanguis</i> , <i>Diaphanes lamproyroides</i> , <i>Diaphanes</i> sp. B, <i>Lychnuris praetexta</i>

表十六 墾丁國家公園各季節螢火蟲相

Table 16. Firefly fauna by season at Kenting National Park

Season	Species
Spring (Feb.-Apr.)	<i>Drilaster olivieri</i> , <i>Drilaster rollei</i> , <i>Drilaster purpureicollis</i> , <i>Drilaster</i> sp. B, <i>Stenocladus bicoloripes</i> , <i>Luciola anceyi</i> , <i>Luciola cerata</i> , <i>Luciola filiformis</i> , <i>Luciola substriata</i> , <i>Vesta chevrolati</i>
Summer (May-July)	<i>Luciola anceyi</i> , <i>Luciola gorhami</i> , <i>Luciola substriata</i> , <i>Curtos mundulus</i> , <i>Curtos impolitus</i> , <i>Diaphanes formosus</i>
Autumn (Aug.-Oct.)	<i>Luciola gorhami</i> , <i>Curtos mundulus</i> , <i>Lychnuris analis</i> , <i>Lychnuris praetexta</i>
Winter (Nov.-Jan.)	<i>Drilaster rollei</i> , <i>Luciola gorhami</i> , <i>Lamprigera yunnana</i>

布，而環境因子則在其遷入臺灣島後持續影響其分布。以成蟲來說，主要環境因子可能包含有溫、溼度、產卵地的選擇及人為干擾的程度(含光害及污染、滅生劑與植被歧異度等)，而幼蟲則另加入食物豐度等因子。由於目前臺灣所產螢火蟲除少數種類外，其生態大多不清楚，因此僅能選擇性地討論一些例子。

短角窗螢屬、窗螢屬及扁螢屬三者的雌性成蟲皆為無飛翔能力的短翅型或無翅型，這對探討螢火蟲的分布是極佳的材料。各國家公園目前共紀錄6種短角窗螢，除橙螢及蓬萊短角窗螢外，其餘皆分布在中北部及中部之山地下層帶至山地櫟林帶上層間，而最主

要的分布海拔皆在1500公尺以上。由於雌蟲及幼蟲的移動能力皆十分有限，以臺灣山高谷深的環境而言，造成此等中高海拔分布的型式很難由單純的擴散(dispersal)因素解釋，最有可能的便是地質史因素所造成。這些種類極可能在冰河期由大陸遷入臺灣的平原地區，但隨冰河期結束，溫度上昇，這些種類的祖先族群逐漸向高山遷移，造成現在山區島嶼式的分布。雖然雌蟲不會飛，但雄蟲則能藉擴散降低各“島嶼”族群間的隔離效應。至於屬於廣分布型的橙螢及蓬萊短角窗螢則可能是較晚遷入臺灣的種類，其在全省平地擴散並進而侵入較高海拔的山區。窗螢屬及扁螢屬的種類分布型式與橙螢相似，

推測其分布型式具有相似的成因。

至於環境因子部分，最顯著的為水棲性的黃胸黑翅螢與黃緣螢。前者的幼蟲棲息於流水域，如山區溪澗，而後者為靜水性，如水田(Ho, 1997b)，因此是否有合適的水棲環境便限制其分布，這些因子包含有水量是否穩定、水質、水深、流速、底質、週邊植被鬱閉程度、有無合適化蛹場所、食物豐度等等(Ohba, 1997)。在陽明山國家公園內，竹子湖緩水流域的海芋田是黃緣螢典型的生產地，而平等里坪頂圳道與馬槽地區的灌溉水道則是黃胸黑翅螢的棲所；前者多半於較開闊的地區活動，而後者則喜群集於遮閉度較高的環境。自農藥成為主要的害蟲防治手段後，對農田地區造成強烈的人為干擾，因此平地農田的黃緣螢已較少見，僅在廢耕地或山邊農田仍可見到大族群。

至於陸棲螢火蟲，其分布型式的主要限制可能是溫、濕度因子，而此二因子並受到地形、氣候及植被的影響。至於影響微氣候最重要的間接因子可能為植被的型態。在臺灣高海拔山區，尤其是鐵杉林帶(在中部約為海拔 2500-3100 公尺)以上的地區迄今少有螢科分布紀錄，此一植被帶年均溫在 8-11°C 間，為年雪線的下界(Chen Y. F., 1996)，以玉山國家公園的八通關越道為例，其鐵杉優勢社會出現在八通關北向及東北向坡面，有三個層次的結構，上層以鐵杉為主，間生有二葉松及華山松，中層的灌木層有臺灣鵝掌柴、玉山莢迷等為主，而草本層則為玉山箭竹、高山芒等(Chen Y. F., 1996)。Hwang (1995)指出其植被主要由陽性、中性及少數陰性樹種組成。由於土壤層化育較差且林相鬱閉度較低，蒸散作用強烈，此類環境並不有利於螢科及其幼蟲食物—蝸牛等之生存，故少有螢火蟲紀錄於此地，但須注意的是，一些飛行能力較強的螢火蟲(如弩螢屬)可能會

出現於此間，但以此為生息場所的可能性並不高。鐵杉、雲杉混生林帶以下的中海拔山區，則是另一番氣象。尤其是紅檜與闊葉樹的混合林帶，亦即雲霧盛行帶，是中海拔螢火蟲主要的生息地。在冬季，多數的短角窗螢皆能見於此。本植群帶在中部地區其海拔高度約在 1800-2500 公尺間，但呈現南北兩端下降的趨勢(Chen Y. F., 1996)，以宜蘭明池附近的神木區為例，其分布海拔便已降至約 1500 公尺。年均溫在 11-14°C 間，屬暖溫帶山地氣候，降水量在 3000 公釐以上，為臺灣之最大之降水帶(Su, 1984; Hwang, 1995; Chen Y. F., 1996)。以八通關越道為例，本層分布在海拔 1800-2500 公尺間，其社會結構(含草本層)有五層，第一喬木層以紅檜為主，第二層以下約與一般闊葉林相同，草本層多為耐陰嗜濕種類(Chen Y. F., 1996)。雪霸國家公園的觀霧地區、太魯閣國家公園的碧綠等地也都具有類似的環境。而據研究期間所得經驗，在雲霧盛行帶內即使是人造林(如柳杉林)或次生林(如演替後期的臺灣赤楊林)，甚至是林緣草生地的環境，只要上層或週緣林木鬱閉程度高，能夠保持草本層與下部灌木層(或小喬木)發育完整，螢火蟲一樣能生息於其間，前者的環境如武陵桃山地區，中者則如八通關越道的樂樂至乙女瀑布段，而後者如北部橫貫公路明池段。因此植物群叢的社會結構中，下層植被對螢科分布的影響應是較直接而重要的，上層結構則間接影響下層結構的植被種類與完整程度。

國家公園的 45 種螢火蟲中海拔分布最普遍的區域乃是在平地至山地下層帶間，在中部山區約為 1500 公尺以下地區。此間的主要植被為闊葉樹林，在較低海拔為榕楠林帶，而上層則為楠櫟林帶(Su, 1984)。植物社會以殼斗科、樟科及桑科植物為優勢樹種。由於海拔越低，海拔(複合的環境因子)與植物社

會的相關程度越低(Chen Y. F., 1996)，而螢科分布與植物社會的關係也較難以分析，在海拔分布上呈現波動的情形究。究竟是海拔的複合因素重要或單純的植被因素重要，目前仍難定論。但植被能否提供較濕潤的環境應是較重要的因素，而與植群的優勢樹種關連較低。以太魯閣國家公園的神祕谷步道為例，其主要沿砂卡礑溪溪谷東岸而行，海拔高度約在 100-150 公尺左右，林型是亞熱帶闊葉次生林，以桑科植物為優勢樹種，植層有三層結構(Lin *et al.*, 1991)。由於與立霧溪出口呈垂直方向，峽谷內較立霧溪谷為乾燥，在步道的某些段落堆積許多細沙可為此一乾燥氣候之註解。在入口段的石灰岩峽谷地形，由於土壤化育程度差，坡壁裸露或僅有岩生植被，中下層植群稀疏，偶有螢火蟲成蟲出沒其間，但數量極少；至乾溪床附近，腹地稍廣而植群結構也較完整，多數紀錄於神祕谷的螢火蟲種類皆見於此地，且日行性、夜行性及日夜行性的種類都有。

在人為開發較密集地區，原生植被多已破壞殆盡，許多地區並淪為竹林、果園、檳榔園、造林地、旱作地等人工植被型態，而螢火蟲的歧異度也大幅降低，這和其下層植被的喪失與強烈的人為干擾應有絕對的關連。但是也有部分種類的螢火蟲能適應此類開發程度較大的環境，如分布最普遍種類之一的黑翅螢，每年四、五月在東埔沙里仙溪林道旁的梅園都有相當大的族群出現，而附近的環境多半為植被不全的果園、檳榔園、裸露地或草生地；Ho (1997a) 將大陸窗螢 (*Lychnuris analis*) 在臺南縣的分布歸為都市公園型，而我們在許多草生地與北部的沙岸海濱也曾觀察到本種於此間活動，其可能對乾燥環境有較大的忍受能力。

種間競爭對螢火蟲分布的影響目前並不清楚，但在烏來信賢地區約二公里的步道內

便有二十種左右的螢火蟲分布，似可說明其種間競爭並不十分強烈，這可能和其棲地、食餌與出現期之分化有關。而更特別的是，相近種類常同時在同域出現，如雪螢與鋸角雪螢，在國家公園內的八通關越道及武陵地區都發現有此情形，而同域的紋胸黑翅螢與擬紋螢在出現時間上也有重疊。究竟其生態區位(niche)如何分化以避免競爭是值得研究的課題。

人為干擾是影響螢科分布相當重要的因素，這在 Ohba (1994, 1997)、Chen (1993)、Ho (1997a, b)、Ho and Jong (1997) 與 Yang (1997) 等多已提及，在此不再贅述。針對國家公園而言，較值得注意的是山區道路或小徑的邊坡，此等環境常是螢火蟲幼蟲的生息地及成蟲重要的交尾場所，因此邊坡植被的有無對螢火蟲的分布也有部分的影響。對此最常發生的干擾便是人為除草或拓寬道路，造成邊壁裸露，進而使螢火蟲退避至干擾較少的地區。

(五) 國家公園 45 種螢火蟲的區系因素

臺灣在動物地理學上屬於東方區的中印亞區(Oriental Region, Indo-Chinese Sub-region)，但其間的動物相卻是由許多鄰近的區系因素先後重疊而成。以昆蟲相而言，Maa (1956) 認為臺灣至少包含七個區系來源，其中以上中印地帶(Upper Indo-Chinese Zone)的因素最重要，其次為下滿洲與下中印地帶(Lower Manchurian and Lower Indo-Chinese Zones)，中、高海拔地區受東喜馬拉雅地帶(Eastern Himalayan Zone)要素的影響較大，而南部及東南離島則具有菲律賓系(Philippine Zone)要素；而上滿洲地區(Upper Manchurian Zone)及馬來地區(Malayan Zone)的要素則比例較低。

臺灣螢科的區系因素至今僅有零星的討論。Okada (1931) 曾就當時日本及其殖民地

(含臺灣)的螢科種類分類與分布成因作簡要的討論，但僅提及極少數臺灣的種類。而由於對臺灣昆蟲相影響最大的大陸地區其較完整的螢科紀錄距今已有六十年(Wu, 1937)，因此對臺灣螢科的區系分析造成相當的困擾，有許多種類的分類地位與起源地區仍有疑問或屬未明。以下將以屬級單位來討論其組成的區系要素。

弩螢屬目前已知種類超過60種，多數分布於東南亞地區，東亞地區次之(McDermott, 1966)，應屬於馬來地帶要素。屬內成員多半為地區性的特有種，由於其活動能力較強，在各地螢科相調查較清楚後特有性應會降低許多。臺灣已知種類有9種，而國家公園內則紀錄了7種，除去未定種不算，則特有比例高達83%。黃胸弩螢除分布於臺灣北、中部外，尚分布於日本八重山群島的西表島，由於西表島與臺灣極為接近，後者極可能是由臺灣北部的母族群擴散而來，但其區系因素則不明。國家公園其餘的6種弩螢，就目前已知的分布而言都是特有種，但除中海拔的3種外，平地至低海拔山區分布的種類是否為特有則頗有疑問，如奧氏弩螢，在形態上與其相近的種類頗多，大陸、中南半島、琉球等地都有，唯有全面檢討該屬的分類並分析其親緣關係後，才可能得到比較正確的區系要素。在此僅能間接推測，中海拔山區的種類可能為東喜馬拉雅區或上中亞區要素，而低海拔的紅弩螢與奧氏弩螢可能為下中印區要素，洛氏弩螢則可能是下中印區或馬來區要素。

垂鬚螢屬臺灣僅知1種，即雙色垂鬚螢。目前已知分布於臺灣全島平地至中海拔山區，然中海拔與平地的族群間在形態上已有某種程度的分化，可能是大陸母族群在不同時間先後侵入臺灣島所造成。與雙色垂鬚螢相近的種類為大衛氏垂鬚螢(*S. davidis* Fai-

rmaire)，分布於大陸(貴州省)，故雙色垂鬚螢應為上中印地帶要素。

熠螢屬以舊世界為主要分布範圍，包含亞、歐、非三大洲與新幾內亞等地(McDermott, 1966)，尤以熱帶地區為盛。在台臺灣共紀錄有11種，國家公園則有13種，包含4未定種。除有疑問的中華熠螢、黃帶熠螢與未定種外，其餘種類都是普遍而分布於海拔較低地區的種類，特有種僅有紅胸黑翅螢與黑翅螢。除見於臺灣外，大端黑螢廣布於大陸、中南半島、緬甸及印度等地；條背螢見於緬甸、印度等地；端黑螢分布於印度北部、中南半島、菲律賓等地，三者皆為下中印地帶要素。但是較特別的是端黑螢，其在臺灣的分布型式為低海拔的中南部型，其祖先族群是來自大陸地區或是由菲律賓北移侵入，但由於呂宋的族群可能是較晚時間由中南半島母族群擴散而來，應非菲律賓系要素。黃緣螢的模式標本產地為大陸貴州省的Pin-Fa(平壩?)，位於雲貴高原的東北邊境地帶，依Maa(1956)的區分應為東喜馬拉雅系或上中印地帶要素，然本種的分布極廣，據作者在巴黎自然史博物館檢查結果，在華南各省及香港均有分布，而在臺灣的分布也在海拔1000公尺以下地區，頗類似下中印地帶要素的成員，其可能分布於此二區系內，而以下中印地帶的華南平原與丘陵為主要分布地。紋胸黑翅螢有二亞種，原名亞種分布於臺灣，而八重山亞種(*Luciola filiformis yayeyamana* Matsumura)則見於石垣島與西表島。二亞種的雌螢俱為短翅型，故其分布成因可能類似雙色垂鬚螢，而本種是在臺灣立足後才進化出短翅型雌蟲(因為同屬中具短翅雌蟲的種類較少)，或是在起源地的母族群即為短翅雌蟲型，目前並無證據支持任何一者，但無論如何，現今的分布狀況必須有陸橋的出現做為一次或二次擴散的媒介；其可

能為下中印地帶要素的成員。紅胸黑翅螢在華南有一近緣種 *L. clara* Olivier，而黑翅螢可能也分布於廣東 (Satô, pers. comm.)，二者皆是下中印地帶要素成員。至於有疑問的中華熠螢與黃帶熠螢，前者分類不明，但依文獻記載則可將之規為上中印地帶要素，而後者在中南半島及巽它群島皆可見，應為馬來系成員。未定種類中，目前較清楚的是黃胸黑翅螢，其幼蟲為水棲性，近緣種為分布在日本琉球群島的久米島熠螢 (*L. owadai* Satô et Kimura) 與大陸的大衛氏熠螢 (*L. davidis* Olivier)，屬下中印地帶要素成員；擬紋螢則與越南北部的斑胸熠螢 (*L. curtithorax* Pic) 極相近，同為下中印地帶要素。

脈翅螢屬是由熠螢屬獨立出來，但由於缺乏全面性的修訂 (revision)，仍有許多種類置於熠螢屬中。主要分布在東亞及東南亞地區，已知種類不及 20 種 (McDermott, 1966)。臺灣已知 8 種，國家公園內則有 5 種。黃脈翅螢的模式標本產地為福州，除大陸外並分布於印度、臺灣與日本的琉球群島，是下中印地帶要素；姬脈翅螢、梭德氏脈翅螢與黃肩脈翅螢目前已知為臺灣特有種，近緣種不明，而由分布逆推，前二者可能屬下中印地帶要素而後者則為菲律賓系或馬來系。暗褐脈翅螢除台灣外尚分布於中國南方，應屬上中印或下中印地帶要素。

短角窗螢屬分布於東方區、古北區與衣索比亞區 (McDermott, 1966)。已知種類約百餘種，但其特徵多變，加以早期分類體系以特徵決定分類群之屬級而非以分類群定義屬級特徵，迄今仍有許多種類被歸於窗螢及櫛角螢屬中。臺灣目前共紀錄 4 種短角窗螢，而國家公園則有 6 種，含 2 種未定種。橙螢除分布於臺灣外，在大陸並有一亞種 *Diaphanes citrinus notatithorax* Pic 分布於廣

東、福建一帶，為下中印區要素；雪螢的模式標本產地與黃緣螢相同，皆為貴州的 Pin-Fa，但並未如黃緣螢見於華南各省，而以其在臺灣的海拔分布推測，應屬上中印區要素，但臺灣產者究竟是否為該種，在分類上頗有疑問，據作者在巴黎所見到的標本，其可能更接近印度北部產的種類，因此也可能為東喜馬拉雅系的成員；鋸角雪螢模式產地為緬甸的卡林山 (Carin)，並見於中南半島多處地區，應為上中印區要素；蓬萊短角窗螢為臺灣特有種，其在臺灣的水平與垂直分布範圍都相當大，十分特別，而在四川則有類似的種類，可能屬上中印或東喜馬拉雅系；未定種的神木螢與黃緣短角窗螢，其近緣種不明，由分布海拔推測，其區系因素可能與蓬萊短角窗螢類似，屬上中印或東喜馬拉雅要素。

窗螢屬主要分布於東方區，少數種類在古北區，已知 60 餘種 (McDermott, 1966)。較諸短角窗螢，其在進化史上分歧的時間可能較晚。臺灣已知 4 種，其中之一的赤腹窗螢尚未見於國家公園，但代之以一未定種：突胸窗螢。雌蟲皆為短翅型，因此在跨海分布的型式中必須依靠陸橋為媒介，這點與短角窗螢相似，但二屬成員在海拔分布上有相當差異，前者應是在較晚冰期或冰期較晚時才遷入臺灣。大陸窗螢的模式標本產地在大陸，但尚分布於中南半島、臺灣等地，可能為上中印或下中印區要素；紅胸窗螢除臺灣外，至少見於浙江省，近緣種則見於日本，可能為下滿州或上中印區要素；山窗螢目前所知為特有種，但與其相似的種類頗多，區系因素較不明確，可能為下滿州、上中印或下中印區。

鋸角螢屬屬日行性，至少有部分種類成蟲並不發光 (Ohba, 1997)。分布情形與窗螢類似，以東方區為主 (McDermott, 1966)。

臺灣已知3種，除卵翅鋸角螢 *Lucidina accensa* Gorham 外皆紀錄於國家公園。北方鋸角螢分布範圍極廣，由庫頁島、西伯利亞、日本乃至臺灣，應屬上滿州或下滿州區成員；然與此區系其他昆蟲相較，其在臺灣的分布海拔卻不高，可能是由已適應較高溫的族群經鄰近地區遷入台灣。赤腹鋸角螢雖然分布很廣，但並不常見，且為特有種，其區系因素不明。

扁螢屬分布於東方區，已知種類不及20種 (McDermott, 1966)。雌蟲為幼蟲型。臺灣產者僅雲南扁螢1種，模式標本產地為雲南，應屬上中印區。

櫛角螢的分布較為特別，除分布於東方區外，並見於新北區南部及新熱帶區 (McDermott, 1966)，但後者有部分種類應轉至他屬。臺灣已知3種，皆見於國家公園。黑腹櫛角螢在臺灣為一亞種：*Vesta chevrolati scutellumnigrum* Olivier，其母族群分布於巽他群島 (Sunda Islands)，而其在臺灣的分布也限於南部，因此屬於馬來區要素應無疑義；赤腹櫛角螢與卵翅鋸角螢在大陸華中、華南皆普遍分布，而在臺灣也屬廣布種，平地至中海拔山區皆有，應是上中印或下中印區的成員。

雙櫛角螢屬以東方區及古北區為分布範圍。臺灣已知2種，其中的赤翅雙櫛角螢紀錄於國家公園，為臺灣特有種。與臺灣雙櫛角螢相較，其分布較廣而低，但二者區系因素皆不清楚；以其分布推測，赤翅雙櫛角螢可能為上中印或下中印區要素，而臺灣雙櫛角螢則來自東喜馬拉亞系或上中印區。

綜觀本節，國家公園螢科要素以上中印及下中印區最重，其次為東喜馬拉亞系與下滿州系，馬來系有一明確種類，而菲律賓系與上滿州系成分則極低。此雖與 Maa (1956) 的推論略有出入，但大體上仍是相符的。

結 論

經過近二年的調查，共紀錄到45種分布於各國家公園內的螢火蟲，包含有36種已知種 (含3疑問種) 及9種未定種。由於本島的五座國家公園分踞北、中、南、東，且海拔涵蓋全省平地至高山，而已知種類又佔臺灣紀錄種類4/5，因此就臺灣螢火蟲相而言，國家公園的種類組成實極具代表性。我們在文中以全島觀點檢視這些種類的時空分布，並以此為基礎進一步討論其分布的限制因子與區系因素。在空間分布方面，以廣布型的種類最多，中北部型與中部型次之，南部與中南部型再次之，而北部型最少；海拔分布與水平分布的關連極大，中北部及中部種類以中海拔為主，北部及南部則都是低海拔種類，廣布種多數分布於平地至山地下層帶間。在時間分部上，可分為春夏型與冬型，熠螢亞科、雙櫛角螢亞科與弩螢亞科多為春夏型，螢亞科多為冬型；若與空間分布配合，冬型多出現於中海拔山區，而春夏型則範圍較廣。在限制因子方面，包含地質事件的歷史因子與各類生物與非生物的環境因子。以目前環境而言，最重要的直接因子為微棲所的濕度，此一因子又受植被影響最大。在區系要素方面，現阶段的分析以上中印與下中印區的要素最大，次為東喜馬拉亞區與下滿州區，菲律賓系與上滿州系則微乎其微。

國家公園整體的螢科昆蟲相已逐漸明朗，但細部的分布與時間的調查仍嫌不足，此亦為日後研究重點。臺灣已知種類中未分布於國家公園者僅9種，除分布十分侷限與分類有疑義的少數種類外，其餘在未來被發現於國家公園內的機率仍是很大的。

螢火蟲資源調查和保育工作之能推動，首要感謝內政部營建署黃署長南淵先生全力支持及促成；也感謝六座國家公園在調查期間鼎力支持與協助。

感謝日本橫須賀市立博物館大場信義博士及名古屋女子大學佐藤正孝博士提供螢火蟲標本與生態資訊；台灣大學昆蟲系許洞慶教授、自然科學博物館詹美玲小姐、臺灣省農業試驗所周樑鎰博士、瑞士巴索自然史博物館(Naturhistorisches Museum Basel)的M. Brancucci博士、法國巴黎國立自然史博物館(Museum National d'Histoire Naturelle)的J. Menier博士協助出借或檢查館藏標本；本研究室助理張錦洲與陳明發先生提供許多野外調查經驗與資料；本研究室李春霖、吳惠如、葉淑丹、徐崇斌等多位研究生及助理協助野外調查工作，在此一併致以最大謝忱。

附 錄

分布於國家公園的螢火蟲之文獻紀錄

一、原始描述(模式產地或副模式標本產地)：計有五種。

Luciola filiformis Olivier (港口，模式標本產地，墾丁國家公園) (Olivier, 1913)

Curtos impolitus (Olivier) (恆春，模式標本產地，墾丁國家公園) (Olivier, 1913)

Curtos mundulus (Olivier) (港口，模式標本產地，墾丁國家公園) (Olivier, 1913)

Drilaster takahashii Nakane (玉山口，模式標本產地，玉山國家公園) (Nakane, 1977)

Drilaster flavicollis Nakane (陽明山，副模式標本之產地，陽明山國家公園) (Nakane,

1977)

二、同種異名種類之原始描述(模式標本產地)：計有三種。

Cyphonocerus formosanus Satô = *Cyphonocerus sanguineus* Pic

(陽明山，模式標本產地，陽明山國家公園) (Satô, 1970)

Curtos koshunensis Matsumura = *Curtos mundulus* (Olivier)

(恆春，模式標本產地相同) (Matsumura, 1918)

Vesta scutellonigra Okada = *Vesta chevrolati scutellumnigrum* Olivier

(港口，墾丁國家公園) (Okada, 1931)

三、後續文獻記載：計有十一種。

Lamprigera yunnana (Fairmaire) (恆春，墾丁國家公園) (Olivier, 1913; Kano, 1930; Okada, 1931)

Diaphanes formosus Olivier (港口，墾丁國家公園) (Olivier, 1913; Okada, 1931)

Luciola gorhami Ritsema (恆春，墾丁國家公園) (Olivier, 1913; Okada, 1931)

Luciola substriata Gorham (港口，墾丁國家公園) (Olivier, 1913; Okada, 1931)

Luciola anceyi Olivier (港口，墾丁國家公園) (Olivier, 1913; Okada, 1931)

Luciola chinensis L. (碧綠溪，太魯閣國家公園；合歡溪，雪霸國家公園) (Chen, 1993)

Luciola cerata Olivier (港口，墾丁國家公園) (Olivier, 1913; Okada, 1931)

Vesta chevrolati Laporte var. *scutello nigro* Olivier (港口，墾丁國家公園) (Olivier, 1911a)

Vesta rufiventris (Motschulsky) (恆春，墾丁國家公園) (Miwa, 1931)

Luciola ovalis Hope (恆春，墾丁國家公園)

(Miwa, 1931)

Lychnuris analis (Fabricius) (陽明山, 陽明山國家公園) (Chen, 1993)

引用文獻

- Chang, J. C.** 1995. Studies on artificial rearing of aquatic firefly, *Luciola ovalis* Hope, in Taiwan. Master thesis, Dept. Entomology of National Chung-Hsing University, Taichung. 48 pp.
- Chen, R. J.** 1993. Firefly (I). Research of Some Biological Material for Education. Dept. Plant Protection, Pingtung Tech. Coll., Pingtung (in Chinese).
- Chen, Y. F.** 1996. The Vegetation of Taiwan vol. I. The General Introduction of Vegetation. Yu-Shan Publisher, Taipei. 303 pp (in Chinese).
- Chen, Y. S.** 1996. The Data Bank of Fauna and the Establishment of Monitoring System of Natural Conservation in Yangming-Shan National Park (I). Administration Yangming-Shan National Park, Taipei. 38 pp (in Chinese).
- Chu, Y. I.** 1973. The tales from the history of Entomology in Taiwan since 1856 to 1945. NTU Phytopathol. & Entomol. 3: 96-122 (in Chinese).
- Chu, Y. I., M. R. Lin, and L. D. Lio.** 1988. A survey on the insect and spider fauna of Kenting National Park. Administration Kenting National Park, Pingtung. 94 pp (in Chinese).
- Chu, Y. I., and M. L. Hsiao.** 1981. On the so-called "Shiraki Collection". Chin. J. Entomol. 1(2): 26-32 (in Chinese).
- Chûjô, M., and M. Satô.** 1970. On Japanese and Formosan species of the genus *Curtos* Motschulsky. Faculty Edu. Kagawa Univ. 192: 59-65 (in Japanese).
- Fan, Y. B.** 1995. The insects of Kinmen Island. Great Nature 48: 50-53 (in Chinese).
- Ho, J. R.** 1997a. The Lantern in the Dark-Firefly. Taiwan Endemic Species Research Center, Nantou. 131 pp (in Chinese).
- Ho, J. R.** 1997b. Two firefly species with aquatic larvae in Taiwan. Natur. Conserv. Quart. 17: 42-46 (in Chinese).
- Ho, J. R., and R. F. Jong.** 1997. *Pristolyclus kanoi* in crisis: morphology and behavior. Natur. Conserv. Quart. 18: 26-31 (in Chinese).
- Hwang, M. T.** 1995. A Survey and Research on the Forest Zones of Patungkuan Lateral Trail in Yu-Shan National Park. Administration Yu-Shan National Park, Nantou. 106 pp (in Chinese).
- 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: 379-398.
- 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.

- Entomol. 4: 331-347.
- Kanda, S.** 1934. Notes on the names of fireflies. *Animal & Plant* 2: 2043-2046 (in Japanese).
- Kano, T.** 1930. Three unrecorded fireflies from the Japanese Empire. *Kontyu* 4: 242-245 (in Japanese).
- Lai, J. M. Satô, and P. S. Yang.** 1998. Checklist of Lampyridae of Taiwan - Coleoptera: Polyphaga: Lampyridae. *Chinese J. Entomol.* 18: 207-215.
- Lin, Y. S., C. S. Chen, J. F. Lu and H. S. Liang.** 1991. Research on the Relationships between Altitude, Flora and Fauna in Taroko National Park. Administration Taroko National Park, Hualien. 59 pp (in Chinese).
- Luo, S. Y.** 1997. The Insect Resources for Interpretation in Yangming-Shan National Park. Administration Yangming-Shan National Park, Taipei. 55 pp (in Chinese).
- Maa, C. C.,** 1956. Notes on the insect fauna of Taiwan. *Sci. Agri.* 4(6): 228-237 (in Chinese).
- Maki, M.** 1927. Notes on *Lucernuta analis* Fabricius. *Insect World* 31(355): 74-77 (in Japanese).
- Matsumura, M.** 1918. The firefly of Japan. *Education Illustration Post* 6(3): 82-89 (in Japanese).
- Matsumura, M.** 1928. The fireflies. pp. 59-70. in: *Interesting Insects as Education Material.* Toyodo Shoten, Tokyo (in Japanese).
- McDermott, F. A.** 1966. Lampyridae. in W. O. Steel, ed. *Coleopterorum Catalogus Supplementa, Pars. 9* (2nd ed.). W. Junk, s-Gravenhage, Netherlands. 149 pp.
- Miwa, Y.** 1931. A Systematic Catalogue of Formosan Coleoptera. Dept. Agri. Govt. Res. Inst. Formosa, Taipei. pp. 99-102.
- Nakane, T.** 1967a. On the genus *Cyphnoceurus* Kiesenwetter in Japan and Formosa (Coleoptera: Lampyridae), *Bull. Nat. Sci. Mus. Tokyo* 10(1): 7-9.
- Nakane, T.** 1967b. Description of three new species of lycid-beetles from Formosa, with notes on some others (Insecta, Coleoptera). *Bull. Nat. Sci. Mus. Tokyo* 10(3): 284-292.
- Nakane, T.** 1977. New or little-known Coleoptera from Japan and its adjacent regions. *Fragm. Coleopt.* 22/24: 88-96.
- Nakane, T.** 1991. Lampyrid insects of the world. pp. 3-11. in: *The Association of Nature Restoration of Japan*, ed. The Reconstruction of Firefly Environments. *Reconquista SP. No. 1.* Siedeku, Tokyo (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).
- Ohba, N.** 1981. The luminous insects and museums of Taiwan. *Sci. Rept. Yokosuka City Mus.* 27: 43-47 (in Japanese).
- Ohba, N.** 1994. Characteristic of habitats of fireflies. *Nature & Insects* 29(5): 6-13 (in Japanese).
- Ohba, N.** 1997. Twenty years with fireflies-

- an outline of research in Japan. Insectarium 34(5): 4-18 (in Japanese).
- Okada, Y.** 1931. Notes on the scientific names of the Japanese fireflies. Zool. Mag. 43: 130-149 (in Japanese).
- Olivier, E.** 1910. Description de Lampyrides nouveaux (Col.). Bull. Soc. Ent. Fr. pp. 285-287.
- Olivier, E.** 1911a. Lampyridae rapportées de Formose par M. Hans Sauter. Ann. Mus. Genova 45: 209-210.
- Olivier, E.** 1911b. Revision des Lampyrides, suit 1 (III). Rev. Sci. Bourbon. pp. 63-85.
- Olivier, E.** 1913. H. Sauter's Formosa-Ausbeute Lampyridae (Col.). Ent. Mitteil. 2: 269-272.
- Pic, M. H.** 1911a. H. Sauter's Formosa-Ausbeute. Cantharidae, Lampyridae, Mordellidae. (Col.) Deutsch. Ent. Natur. Bibl. 2: 188-189.
- Pic, M.** 1911b. Sur quelques *Ototreta* E. Oliver. Rev. Sci. Bourbon. pp. 35-36.
- Pic, M.** 1911c. Coléoptères exotiques nouveaux ou peu connus. Echange 27: 142-144.
- Pic, M. H.** 1916. Diagnoses generiques et specifiques. Mélanges exot.-ent. 18: 2-20.
- Pic, M. H.** 1917. Description abregees diverses. Mélanges exot.-ent. 22: 2-20.
- Pic, M. H.** 1918. Courtes descriptions diverses. Mélanges exot.-ent. 23: 1-24.
- Pic, M. H.** 1944. Coléoptères du globe. Echange 60: 2-4.
- Satô, M.** 1970. Notes on the genus *Cyphocercus* Kiesenwetter from Formosa (Coleoptera: Lampyridae). Bull. Jpn. Ent. Acad. 5(1): 22-24.
- Satô, M.** 1985. Family Lampyridae. pp. 121-124. in: Y. Kurosawa, S. Hisamatsu, and H. Sasaji. eds. The Coleoptera of Japan in Color vol. III. Hoikusha, Osaka (in Japanese).
- Shiraki, T.** 1918. The firefly species of Taiwan. Trans. Natur. Museum Taiwan 8: 89-90 (in Japanese).
- Su, H. J.** 1984. Studies on the climate and vegetation types of the natural forests in Taiwan (II) Altitudinal vegetation zones in relation to temperature gradient. Quart. J. Chin. Forest 17(4): 57-73.
- Wu, C. F.** 1937. Family Lampyridae. Catalogus Insectorum Sinensium (III): 377-385.
- Yang, P. S.** 1992. Studies on the Insect Fauna and Related Ecology of Montane and Subalpine Areas in Taroko National Park. Administration Taroko National Park, Hualien. 59 pp (in Chinese).
- Yang, P. S.** 1997. Studies on the Recovery of Fireflies in National Parks. Construction Planning Admin., Minister of Interior Taiwan, Taipei. 42 pp (in Chinese).

收件日期：1998年6月8日

接受日期：1998年10月20日

A Synopsis of the Firefly Fauna at Six National Parks in Taiwan (Coleoptera: Lampyridae)

Ming-Luen Jeng, Jennifer Lai and Ping-Shih Yang* Department of Entomology, National Taiwan University, Taipei, Taiwan 106, R.O.C.

ABSTRACT

A survey on the firefly fauna of six national parks in Taiwan was conducted from February 1996 to December 1997. At least 45 species of fireflies were recorded from six national parks, including 3 doubtful species and 28 newly recorded species, among which the taxonomic status of 9 species remained uncertain. There were 25, 20, 17, 16, 14, and 2 species each recorded from Yushan, Kenting, Yangmingshan, Shei-Pa, Taroko, and Kinmen National Parks respectively. Spatial and temporal distributions of those 45 species of fireflies were formulated and analyzed. Spatial analysis reveals a correlation between vertical and horizontal distributions. Most species restricted to central and north-central Taiwan are found in montane areas (1500-2500 m); locally distributed species appear in foothills (lower than 500 m); and widely distributed species can usually be found on foothills and submontane areas (0-1500 m) although the upper limits varied. Temporal distributions of emerging periods show two major peaks appearing in late spring and early autumn to winter. Adults of most species of Luciolinae, Psilocladinae, Otoretinae, and diurnal and diurnal-nocturnal Lampyrinae species appear from late spring to summer, and some extend to autumn. The nocturnal Lampyrinae species are found mainly from late autumn to winter. Emerging periods have profound correlation with subfamily- or genus-level taxa. The present patterns of spatial distribution were shaped by geological and various environmental factors. Humidity of microhabitat is probably the most important factor that affects both the immature stages of fireflies and their prey, and is influenced indirectly by vegetation. Preliminary analysis of zoogeographic elements of fireflies in Taiwan shows that the Upper- and Lower-Indochinese factors are the most important elements, while the Upper-Manchurian and Philippine factors are insignificant.

Key words: Taiwan, firefly fauna, national parks, temporal and geographic distribution, zoogeographic element.