

渡邊氏東方蠟蟬移除保育類名錄後族群監測計畫
Population monitoring of *Pyrops watanabei* after its removal
from the protected species list

委託單位：行政院農業委員會林務局

執行單位：臺灣動植物防疫檢疫暨檢驗發展協會

研究主持人：王重雄

協（共）同主持人：吳怡欣

研究人員：盧俊男

中華民國 100 年 11 月 30 日



中文摘要

渡邊氏東方蠟蟬(*Pyrops watanabei* (Matsumura, 1913))，為臺灣大型的半翅目昆蟲，最大的特徵為其頭部具向外延伸之棒狀長突起。1989年列入臺灣之保育類昆蟲名錄，於2009年移除於保育類物種名錄外。為了解本種於移出名錄後，可能重新面臨棲地消失、人為干擾及獵捕壓力等因子，進而影響本種之族群動態，因而進行本族群監測計畫。調查結果顯示，本種一年一代，若蟲共有5齡，以第4齡越冬。本年度因氣候異常，發生期較往年晚了一個多月，7月份是本種族群數量的高峰期，10月份成蟲便逐漸消失；本種在臺灣的分布仍以北部地區為主，分布地點超過14個地區，調查中分布最南端的紀錄為南投集集，東部至花蓮太魯閣。本種成蟲主要停棲於烏桕及白桕上，棲地選擇偏好低海拔位於向陽、並與植物相豐富的雜木林林緣相嵌的棲地型態；棲位的選擇上，則偏好停棲於26-30公分樹徑的烏桕上。

雖然AMOVA分析顯示各地族群有分化現象，但其它遺傳分析結果顯示，本種具有的遺傳變異非常有限。臺北地區的族群擁有最多的基因單型，變異最大，可能是其它基因單型的變異來源。粒線體DNA、核DNA的變異未有相對的一致性，有可能是各地族群間過去有基因交流的結果或者是各自累積的突變所致。遺傳的均質性也顯示渡邊氏東方蠟蟬近期自臺北擴散出去的可能性，也呈現遺傳變異有限的族群目前正處於基因漂變的狀況，須增加其它地區的樣本以更明確推論其演化歷史。在族群動態變化的分析結果也發現本種族群數與族群量雖沒有衰退的現象，但仍應持續進行監測。本報告並依據數據分析研究的結果，提出本種之物種經營管理及保育策略。

關鍵詞：渡邊氏東方蠟蟬、棲地選擇、族群監測、保育等級評估、物種保育

Abstract

Pyrops watanabei (Matsumura, 1913) is a large fulgorid species which occurs in Taiwan and China (Kuangdong and Fujian). It is denominated by its coloration and head morphology. It was listed as a protected species list in the Wildlife Conservation Law since 1989, and was recently removed from the protected species list on 2009. In the present research, we re-checked and monitored status of this species in the wild. The result indicated that the Watanabei's Lantern Fly is univoltine which overwintered by the 4th instars nymph. After monitoring the wild populations form 2011, we found the adult first appeared in June, it was a month late than before, the population was most abundance in July, then disappeared in Oct. Most of the Watanabei's Lantern Fly population were mainly distributed on northern part of Taiwan. We found more than 14 populations, the most southern point is on Nantou, Chichi, east to Hualian, Tarko National park. The adults prefer to stay on host-plants, *Sapium sebiferum* and *Sapium discolor*. Besides the host-plants, the habitat also need complex forests that consist diverse trees, and adults prefer to stay on the host-plants with diameter about 26-30cm.

Although results of AMOVA suggest that population differentiation is existent, the other analyses of ITS2 and COI regions reveal that little sequence divergence exists in 105 lantern fly individuals collected from Middle and Northern Taiwan. Most of the variable haplotypes were found in Taipei population inferring its ancestral possibility. Phylogenetic reconstruction from both ITS2 and COI sequences reveal the unconcerted pattern in these two genes which depicts the possibility of gene flow among populations or the random mutation event in each population. The genetic composition of the lantern fly is already homogenization which informs that the current *Pyrops watanabei* might be expanded from Taipei population and exposing in genetic drift condition. More samples from other area, especially mainland China, except Taipei are necessary to be included in the future analysis to elucidate the evolutionary history of this insect. Combine the results, we found there are no decline in population, and the data will provide the information for population managements and conservation strategy.

Keywords: *Pyrops watanabei* · habitat selection, population monitoring · criteria for assessment · species conservation

目錄

一、 前言.....	1
二、 研究目的.....	2
三、 研究材料及方法.....	4
四、 結果與討論.....	7
五、 東方蠟蟬族群現況建議保育或經營管理策略建議.....	35
六、 引用文獻.....	38

表目錄

表 1. 渡邊氏東方蠟蟬文獻調查資料.....	41
表 2. 各樣區記錄有渡邊氏東方蠟蟬之寄主植物與全區寄主植物數 之比例.....	44
表 3. 渡邊氏東方蠟蟬棲息環境週邊之植物種類.....	45
表 4、渡邊氏東方蠟蟬採集資料.....	46
表 5、PCR 反應使用的引子.....	49
表 6、以 AMOVA 分析 <i>Pyrops watanabei</i> 群內及群間的 ITS2 基因型 之變異.....	49
表 7、以 AMOVA 分析 <i>Pyrops watanabei</i> 群內及群間的 COI 基因型之 變異.....	49
表 8. 渡邊氏東方蠟蟬依新的保育評估項目之配分.....	50

圖目錄

圖 1. 渡邊氏東方蠟蟬雌蟲(左)與雄蟲.....	52
圖 2. 渡邊氏東方蠟蟬雌蟲(左)與雄蟲圖.....	52
圖 3. 渡邊氏東方蠟蟬卵塊.....	53
圖 4. ~8. 渡邊氏東方蠟蟬若蟲.....	54
圖 9. 渡邊氏東方蠟蟬羽化.....	56
圖 10. 渡邊氏東方蠟蟬交尾.....	56
圖 11. 渡邊氏東方蠟蟬產卵.....	57
圖 12. ~27. 渡邊氏東方蠟蟬樣區.....	57
圖 28. 石門水庫白柏上之白蠟蟬.....	65
圖 29. 2011 渡邊氏東方蠟蟬野外調查分布圖.....	66
圖 30. 2006 年~2007 年與 2011 年渡邊氏東方蠟蟬野外調查分布記錄 之圖.....	66
圖 31. 2011 年 5-10 月渡邊氏東方蠟蟬數量比較圖.....	67
圖 32. 渡邊氏東方蠟蟬選擇停棲樹徑比例(烏柏).....	67
圖 33. 渡邊氏東方蠟蟬選擇停棲高度位置(烏柏).....	68

圖 34. 白柏 (<i>Sapium discolor</i>)	68
圖 35. 烏柏 (<i>Sapium s ebiferum</i>)	69
圖 36. 部分樣本 ITS2 DNA 片段複製後的回收情形.....	69
圖 37. 以 Neighbor Joining(左)及 Maximum likelihood(右)分析 ITS2 序列所推 衍的親緣關係樹。Neighbor Joining 分析法是採用 p-distance 運算模式，Maximum likelihood 是採用 GTR 序列變異 模式，刻度皆為 0.002 差異度.....	70
圖 38.以 105 隻 <i>Fulgora watanabei</i> 樣本的 COI 及 ITS2 序列所繪成的 巢狀分析圖。不同顏色代表不同採集地，圓圈旁的代號代表 基因型，COI:C1~C5, ITS2: I1~I6.	71
圖 39. 部分樣本 COI DNA 片段複製後的回收情形.....	71
圖 40. 運用 p-distance 運算模式分析 COI 序列，再經 Neighbor-Joining 群聚法推導之親緣關係樹，刻度為 0.02 差異度.....	72
圖 41. 運用 Maximum Likelihood 分析法推演 COI 序列的親緣關係 樹。序列變異模式為 GTR，刻度為 0.02 差異度.....	73
圖 42. 2011 年度邊氏東方蠟蟬於各行政區之每月數量之動態變 化.....	74
圖 43. 2005 與 2011 年度邊氏東方蠟蟬於貴子坑樣區之數量動態變 化.....	74
附錄 1-工作照片.....	75
附錄 2-期中報告委員審查意見辦理情形表.....	78
附錄 3-期末報告委員審查意見辦理情形表.....	82

一、前言

渡邊氏東方蠟蟬 *Pyrops watanabei* (Matsumura,1913)又稱渡邊氏長吻白蠟蟲，於分類上屬昆蟲綱(Insecta)、半翅目(Hemiptera)、蠟蟬總科(Fulgoroidea)、蠟蟬科(Fulgoridae)、東方蠟蟬屬(*Pyrops*)。本種原多稱呼為渡邊氏長吻白蠟蟲，但為免與另一種白蠟蟲(*Ericerus pela*)混淆，且為修正原蠟蟬屬(*Fulgora*)為東方蠟蟬(*Pyrops*)屬(ICZN,1954；梁，1998)，故現正名為渡邊氏東方蠟蟬。其名稱之由來為松村松年(Shonen Matsumura)為了紀念渡邊龜作(K.Watanabei，1868~1907)，任職新竹北埔駐在所蕃地巡查時於公餘熱衷採集，1907年因發生北埔事件而殉職時，在為其採集之動物命名時特別冠上其姓(吳永華，1996)。成蟲善跳，通常於夏季至秋季時出現，以烏柏、白柏樹汁為食。

本種分布在臺灣北部 1000 公尺以下之山區，部份區域與人類活動地區重疊，棲地易受到人為干擾且其相關生物資料闕如，因此於行政院農委會於 1989 年公告之保育類動物名錄中，列為附錄 II 珍貴稀有種的野生動物。早期有關本種之文獻資料，多出現於各保護區或國家公園之動物相調查研究報告，如宜蘭烏石鼻保護區(楊平世與李春霖，1994)，宜蘭觀音海岸自然保護區(楊平世與李春霖，1996)，花蓮太魯閣國家公園(楊懿如，2002；花蓮野鳥協會，2002)，屏東白賓山(吳靜婷，2003)。也分佈於海南(尖峰嶺)、廣東省與廣西省(黃復生，2002)等，昆蟲相或動物資源調查及解說之研究報告。雖有部份學者雖開始對本種分布調查與棲地型態本種進行描述，但仍多停留於成蟲之觀察與生態介紹(楊平世，1998；石正人，2001)。

基於對於本種相關生物學資料之不明，同時建立本種在野外之族群生態及保育生物學等資訊，行政院農委會於2006年委託臺北市立動物園進行渡邊氏東方蠟蟬之保育生物學研究，於 2006~2007 年，則針對本種之生活習性、族群數量與棲地做了進一步調查，同時也對全臺各地之族群進行

遺傳多樣性分析(吳怡欣, 2007)。另臺北市立教育大學也發表了「臺北地區渡邊氏東方蠟蟬保育生物學之研究」之碩士論文(陳瑋晨, 2006), 針對本種在大臺北地區之空間分布及寄主選擇做了詳盡之研究。而在依據各項研究調查與分析之結果評估後, 於2008年間, 共召開5次會議, 討論臺灣保育類昆蟲之評估機制, 並於送交野生動物保育諮詢委員會後, 於97年9月2日野生動物保育諮詢委員會第6屆第3次委員會審核通過, 並由農委會於97年10月3日公告於「野生動物評估作業要點」之附表三。而後根據新通過的「野生動物評估作業要點」, 重新評估當時的保育類昆蟲及候選的保育類昆蟲依評估標準逐一計分, 在參考現有有關東方蠟蟬之生物學資訊及評分的結果, 因本種分布普遍且族群量多, 棲地破壞及人為採集之壓力輕微, 評估之得分低於40分, 建議將渡邊氏東方蠟蟬 (*Pyrops watanabei* (Matsumura, 1913)) 移出目前的保育類名錄, 同時也建議主管機關應編列專案計畫委請專家持續監測渡邊氏東方蠟蟬等移除於保育名錄外的族群變化, 收集資料數據, 確保牠們的存續不會因為移出保育類名錄而遭受威脅(趙榮台等, 2009; 吳怡欣, 2009)。因此林務局特別委託臺灣動植物防疫檢疫暨檢驗發展協會, 針對本種於2010年底起, 進行一年期之族群監測計畫, 以了解本種於移出名錄後之族群現況。

二、研究目的

渡邊氏東方蠟蟬(*Pyrops watanabei*) 一般在五月開始出現, 此時正值烏柏開花期, 七、八、九月份成蟲數量最多, 成蟲有群聚習性, 八~九月份開始進入交配期及產卵期, 十月份開始成蟲數量銳減, 一年一代。雌蟲產卵沒有固定的位置, 除了產卵在烏柏的主幹和枝幹, 也曾在的其他植物上發現卵塊。雌蟲一次可產一或二個卵塊, 產完後在依產卵塊的順序在每個卵塊上都覆蓋一層白色的蠟粉。本種主要棲息在大戟科 (*Euphorbiaceae*) 烏柏 (*Sapium sebiferum*) 及白柏(*Sapium discolor*)。

本研究擬依前人所調查之渡邊氏東方蠟蟬野外族群紀錄，進行目前本種野生族群調查，並擬達成下列目標：

- (一) 完成渡邊氏東方蠟蟬於移除名錄後之野外族群分布調查：就原棲地分布地區重新調查在臺灣之分布位置。
 1. 渡邊氏東方蠟蟬現況分析：針對渡邊氏東方蠟蟬目前生物學資料進行分析，了解本種主要發生季節及物種特性。
 2. 參考陳(2006)及吳(2007)之研究報告所記錄之渡邊氏東方蠟蟬分布位置，重新調查原分布地點之族群，是否還在？同時記錄各分布點之個體數量，並以衛星定位工具(GPS)定位目前之分布狀況。
 3. 製作目前本種之分布圖。
- (二) 完成現今之渡邊氏東方蠟蟬族群數量調查：就各地野生族群進行分布時間、棲地環境、族群數量統計及族群遺傳結構進行分析。
 1. 記錄渡邊氏東方蠟蟬成蟲之發生期，並依各地族群記錄發生之時間、個體數變化。
 2. 記錄渡邊氏東方蠟蟬所在之棲地環境，分析對寄主植物或環境之特性，以了解本種對棲地選擇之偏好。
 3. 於交尾產卵季節過後，於各分布地採集部分個體之樣本，進行族群遺傳分析。
- (三) 進行監測臺灣渡邊氏東方蠟蟬族群動態。
 1. 於本種成蟲發生季節時，每月進行一次個體數量計算，監測本種之族群動態。
 2. 建立本種各地族群動態及數量表。
- (四) 了解本種於移除名錄後，是否有影響原野外族群數量與分布之因子與是否對本種造成威脅。

三、 研究材料及方法

(一)完成渡邊氏東方蠟蟬於移除名錄後之野外族群分布調查:就原棲地分布地區重新調查在臺灣之分布。

1. 渡邊氏東方蠟蟬現況分析:針對渡邊氏東方蠟蟬目前生物學資料進行分析,了解本種主要發生季節及物種特性。

(1). 分析本種的外部形態及生活史,了解本種於野外的棲息環境、生態習性,以做為野外調查工作之參考。

(2). 分析本種寄主植物種類及野生棲息植物種類選擇,做為野外找尋本種野外分布之參考。

2. 就過去採集及調查的紀錄,選擇樣點,在各地區以穿越線方法調查本種現今在臺灣之分布,並利用衛星定位工具(GPS)定位分布位置。

(1). 根據標本檢查、陳(2006)及吳(2007)之調查分布點發現,本種之分布位置多集中於北臺灣地區,且因其若蟲具有極佳的保護色(如圖1),故若進行族群監測建議以成蟲期之觀察為佳(陳,2006),因此本研究之調查標的,也以成蟲為主要監測之對象,本計畫預計於成蟲發生期間(5月~10月),進行分布點之觀察記錄。

(2). 依據陳(2006)及吳(2007)之調查地點(如表1),於各地進行穿越線調查,如範圍最廣之地區,則以開車巡視確認有寄主植物分布後,再以目視及高倍望遠鏡輔助,記錄與計算烏柏或白柏上之個體數。

(3). 統計各地區所調查之數量,並以全球衛星定位系統(GPS)標定個體之座標值及海拔高度。製作目前本種之分布圖。

3. 製作本種分布圖：

(1). 利用Google earth 軟體，將渡邊氏東方蠟蟬個體之座標值及海拔高度，標示於臺灣地圖上，製作本種之分布圖。

(2). 比較移除名錄前後之分布。

(二)完成現今之渡邊氏東方蠟蟬族群數量調查:就各地野生族群進行分布時間、棲地環境、族群數量統計及遺傳多樣性分析。

1. 記錄成蟲發生之時間及計算各地區之族群數量:於成蟲發生期間，每月至各分布地點進行穿越線調查，以目視及高倍望遠鏡輔助，烏桕或白桕上之個體數。之後統計每月各地點之族群個體數量，以及了解各地族群變動之狀態。

2. 記錄渡邊氏東方蠟蟬所在之棲地環境，分析對寄主植物或環境之特性，以了解本種對棲地選擇之偏好

(1). 於成蟲發生期間，每月至各分布地點進行穿越線調查，記錄及描述本種棲地環境的現況，及以目前本種不同棲地分布的情形，同時了解當地管理單位或是人類活動是否會對棲地造成影響。

(2). 記錄各棲地東方蠟蟬使用寄主的情形，包括樹徑、樹高、在寄主植物的棲息的數量、位置等，分析本種對寄主植物利用的偏好性。

(3). 根據棲地分析調查的結果，提出本種棲地管理的建議。

3. 進行各地族群之遺傳多樣性分析：

(1)遺傳物質採樣分析：預計於本種之繁殖季節過後，進行遺傳物

質採樣，以降低對野外族群之傷害，計畫於7月起進行各地之採樣取。

- (2) 為以最不傷害野生族群，採集將以捕蟲網捕捉成蟲後，只採成蟲中足樣本後便放生，所取之中足以95%酒精浸泡，各個樣本採集後，統一進行DNA萃取，並針對粒線體COI DNA及核ITS2 DNA，進行PCR反應及定序，以提供遺傳多樣性分析。並將各地所採樣本得之序列資料進行親緣關係(phylogeny)的分析，以了解本種之族群結構關係問題。
- (3) 遺傳結構分析：針對本種之遺傳多樣性進行分析，以了解本種族群基因交流的情形。

(三) 定期進行監測臺灣渡邊氏東方蠟蟬族群動態。

1. 於本種成蟲發生季節時，每2週進行一次個體數量計算，監測本種之族群動態。
2. 建立本種各地族群動態及數量表。
3. 比較移除名錄前後之族群數量。
4. 蒐集各項發生季節、分布地點、族群數及個體數後，比較本種於移除名錄後，本種之族群動態是否有變化？並且針對可能影響野外族群數量與分布之因子進行分析。

(四) 了解本種於移除名錄後，是否有影響原野外族群數量與分布之因子與是否對本種造成威脅。

1. 統計及分析本種於計畫年度所蒐集之資訊，依據「野生動物評估作業要點」之的保育類昆蟲評估標準進行每一項目之分析評量，

重新評估本種是否因族群的現況或威脅而須進行重新列入保育名錄。

2. 評估是否有人為獵捕或棲地大量受到破壞的壓力。
3. 依族群現況建議保育或經營管理策略。

四、 結果與討論

(一)完成渡邊氏東方蠟蟬於移除名錄後之野外族群分布調查：就原棲地分布地區重新調查在臺灣之分布。

1. 渡邊氏東方蠟蟬生物學資料

(1). 外部形態：

成蟲：

成蟲雄蟲體長約 30-32 mm，展翅長約 68mm，雌蟲體長 32-36mm，展翅長約 80mm 雌蟲體型大於雄蟲，以此可做初步的辨識（圖 1）。頭部延伸如長鼻末端呈球狀，此凸出之球狀物和兩複眼略呈等腰三角形。翅面上有黑及褐色斑點，腹部背面稍呈白色(楊平世，1998)。全身覆有白色蠟粉，又名為白蠟蟬。雌雄蟲腹部皆呈粉紅色，雌蟲腹部末端具有白色脂肪狀組織，且具有 2 片半月形產卵瓣；雄蟲腹部第 6 節具有長柱狀 2 片灰色生殖器官，因此由本種的外生殖器便可辨識雌雄蟲。(圖 2)

若蟲：體深棕色，很接近寄主植物的樹幹顏色，腹部很扁。背面觀，頭頂前端凸出如陀螺狀

卵：

近似長糯米的形狀，下端有一個小芽點，剛產下的卵粒是棕色的，小芽點是淺棕色的，卵粒的顏色會隨時間變深，直到要孵化會接近黑色。(圖 3-1)

卵塊的形狀多為近似矩形，每個卵塊約由 60 多個至 140 多個粒卵排列組成一卵塊，完整的卵塊外觀是白色的，雌蟲產完卵粒會塗上白色的蠟粉。(圖 3-2)

第一齡若蟲之體長及頭部比例:體長平均為， $4.1\pm 0.26\text{mm}$ ，體寬為 $1.57\pm 0.11\text{mm}$ ，頭部含延伸部分長 $1.07\pm 0.06\text{mm}$ ，占體長的百分比為 26%。體褐色，腳的腿節有兩條淡色條紋，前胸背版及中胸背板中央較深，複眼暗紅色。頭頂端部圓鈍，中央凹陷不明顯。後翅翅芽長過腹部第一節，但未達第二節基部；腹部末節開始產生蠟絲(圖 4)。

第二齡若蟲之體長及頭部比例體長平均為， $6.70\pm 0.17\text{mm}$ ，體寬為 $2.40\pm 0.01\text{mm}$ ，頭部含延伸部分長 $1.83\pm 0.64\text{mm}$ ，占體長的百分比為 27.4%。體褐色，顏色形式相近於第 1 齡，有暗色斑點散佈。頭頂之中央凹陷明顯，端部廣闊且其前緣中央向前呈角狀突出，末端圓鈍；端部最寬處寬於複眼間長度；頭頂基部較端部窄，兩側近平行；背面之中央區域，自近端部至複眼間的基部，明顯凹陷。後翅翅芽到達腹部第二節基部(如圖 5)。

第三齡若蟲體長及頭部比例體長平均為， $10.67\pm 0.23\text{mm}$ ，體寬為 $3.60\pm 0.20\text{mm}$ ，頭部含延伸部分長 $3.83\pm 0.06\text{mm}$ ，占體長的百分比為 35.9%。體褐色，顏色形式相近於第二齡頭。頂之中央凹陷明顯，端部廣闊且其前緣中央向前呈角狀突出，但較不明顯，末端平截；端部最寬處明顯寬於複眼間長度；頭頂基部較端部窄，兩側近平行；背面之中央區域，自近端部至複眼間的基部，明顯凹陷。後翅翅芽超過腹部第二節，但未達第三節基部(圖 6)。

第四齡若蟲體長及頭部比例體長平均為， $15.73\pm 0.12\text{mm}$ ，體寬為

5.36±0.63mm，頭部含延伸部分長長 6.23±0.06mm，占體長的百分比為 39.6%。體色相近於第三齡，但較深；頭頂的角狀突起相似於第三齡，但較細長，端部圓鈍。後翅翅芽達第三節中央（圖 7）。

第五齡若蟲體長及頭部比例體長平均為，25.70± 0.62mm mm，體寬為 8.28± 0.14mm，頭部含延伸部分長 9.40± 0.33mm，占體長的百分比為 41.6%。體褐色，密佈暗色斑點，沒有暗色斑紋。頭頂角狀突起更為細長，末端的角狀突較不明顯，基部較端部寬；端部最寬處寬小於複眼間長度。後翅翅芽達腹部第三節基部（圖 8）。羽化時，五齡若蟲蛻去褐色之外皮後，翅膀先呈粉紅色半透明狀，而後漸漸變為白色。（圖 9）

(2). 生活史：

本種成蟲主要出現於每年的5月，7、8月繁殖期，卵期約27天；從第1齡到第5齡，分別為21天、24天、25天、122天及50天。由此上數據可發現，本種以第4齡若蟲越冬。

(3). 寄主植物種類及野生棲息植物種類

根據陳 2006 年的論文記錄，除了本種主要的寄主為烏桕及白桕外，在紅楠、臺灣欒、九節木與相思樹上有發現雌蟲產卵的紀錄（陳瑋晨，2006）。另吳也曾在黃絲風鈴木記錄到卵塊（吳怡欣，2007）。因此，根據以往之文獻，本調查研究仍以烏桕、白桕為主要棲所調查重點，並觀察記錄週邊之相關植物。

(4). 行為觀察

避敵:遇到一般干擾時，東方蠟蟬會做橫向移動並且躲到樹的另一側，使敵人看不見牠；如果是突發性的危險，或受干擾時會

飛離或跳走，但很快會飛回原棲息處。

求偶：體型較小的雄蟲在雌蟲後面做左右搖擺的動作，通常一隻雌蟲後面會有二~三隻雄蟲。

交尾：以雌蟲在上雄蟲在下方式進行（圖 10）。

產卵：成蟲會將卵塊都產完後在依產卵塊的順序在每個卵塊上都覆蓋一層白色的蠟粉，依陳 2006 的報告統計，每個卵塊約有 81~168 個卵，平均約在 117 粒（陳瑋晨，2006）。成蟲完成產卵的行為不會立即離開卵塊（圖 11）。

2. 就過去採集及調查的記錄，選擇樣點，在各地區以穿越線方法調查本種現今在臺灣之分布，並利用衛星定位工具(GPS)定位分布位置。

(1). 主要樣區與棲地特性分析：

①臺北市立動物園

臺北市立動物園的園區總面積165 公頃，開發面積有95 公頃。園區內既保留了臺灣低海拔森林的林相，也有部份為人工與自然混合之雜木林及竹林，因此野外棲地之生物相也相當豐富，而因動物園的區內，在一期工程及二期工程下先後種植了不少大戟科烏桕，再加上原有森林中有白桕，因此在園內區有不少地點可見到渡邊氏東方蠟蟬之穩定族群。

目前在動物園內主要分布點包括，臺灣區猴島與行政大樓週邊的烏桕植群（圖12）、環園道路中段之烏桕及茄苳混合植群（圖13）、動物園溼地生態區旁的烏桕與白桕（圖14）、動物園非洲區金剛猩猩及斑點鬣狗展示區內之烏桕、動物園溫帶區內之烏桕（圖15），於每年之5月起皆可觀察到數量不等的東方蠟蟬的成蟲。在動物園園區內東方蠟蟬主要分布的棲地環境，除了成蟲主要停

棲的烏柏外，共同的特性是都是鄰近雜木林的區塊，如臺灣區猴島烏柏植群旁有黃絲風鈴木、臺灣金絲桃、榕樹、食茱萸、樟樹、相思樹、構樹等；行政大樓週邊的烏柏植群週邊則有賊仔樹、血桐、構樹、白袍子、雀榕等；環園道路中段及動物園溼地生態區旁的烏柏與白柏，週邊除茄苳外，鄰近則為相思樹、血桐、構樹、白袍子混合的雜木林，而非洲區與溫帶區內之烏柏，雖都位於動物展示區內，但都相當接近附近的雜木林。

②富陽自然生態公園

富陽自然生態公園位於臺北市大安區富陽街底，鄰近臥龍街、和平東路及辛亥隧道。西側與福州山相鄰，向東可連接四獸山，北二高臺北聯絡道由其南面穿過。由於其為日據時代的軍事彈藥庫，國民政府遷臺後繼續沿用，直到民國 77 年駐軍撤出前一直是管制區，人為干擾與破壞程度較少，所以許多自然棲地的環境也隨著保留下。在經過臺北市政府變更為公園用地，便強調以自然生態保育為主題，提供大臺北地區一個戶外生態教學場所。由於公園內保有許多大棵的烏柏，樹徑皆超過 30 公分，樹高超過 8-10 米，多數烏柏上皆可觀察到東方蠟蟬。（圖 16）

同樣本區也是屬於植物相很豐富的區域，包括血桐、紫薇、玉蘭花、相思樹、水同木、島榕、水冬瓜、白袍子、江某、小桑葉等，烏柏則雜生於其中，並未集中分布。

③福州山公園

福州山公園海拔約 105 公尺，位於北二高臺北聯絡道旁，與富陽自然生態公園為鄰，原為「福州山第九公墓」，經臺北市政府改善及美化景觀後，規劃為休閒公園，於園內植生造林及設置登山步道、涼亭等景觀設施，復育為現今之森林生態遊憩公園。由於原棲地便有原生之大棵烏柏，再加上之後造林也新植了烏柏，並由公園管理處管轄，因此在步道旁也隨時觀察到東方蠟蟬。（圖 17）

有關本樣區，因與富陽自然生態公園為鄰，植物相與富陽公園類似，也是屬於植物相很豐富的區域，只是本區為新整理之公園，可發現部份為新植入之植株，包括烏柏在內，但主要可發現東方蠟蟬的烏柏，仍以樹徑超過30公分以上之植株為主。

④北投貴子坑

北投稻香里的貴子坑園區佔地約10,000坪，原為瓷土礦場，後因山坡地闢建為休閒活動場而引來人潮。臺北市政府規劃為親山步道，建有森林浴木棧步道，步道旁的烏柏上，也可觀察到東方蠟蟬。

本樣區由於為水土保持教室，雖然環境較為人工化，但園區內除烏柏外，仍有許多大型的樹木，包括榕樹、水黃皮、側柏、楊柳、食茱萸、相思樹、豔紫荊等，且教學園區旁便是雜木林，還有親山步道，為以相思樹林為主的次生林區。（圖 18）

⑤內湖金湖路

靠近大湖公園毗鄰白鷺鷥山的金湖路，為人工植被，天然植被相間分佈於白鷺鷥山一側路旁的行道樹，也包含了烏柏，在植

相較豐富之區域，也可觀察到東方蠟蟬。

本樣區鄰近白鷺鷥山，是所有樣區中唯一分布在馬路邊，同樣馬路2側皆有烏柏，但也只有在靠山的那一側馬路的烏柏才可發現東方蠟蟬，可見本種選擇棲息環境的條件，除了現在所知的烏柏外，是否有鄰近雜木林，也是關鍵所在。

⑥信義區象山

象山因外形似象頭而得名，位於臺北盆地東南方的信義區，也是北區的親山步道，因自然環境生態維持良好，山區的步道旁的植相也保存相當完好，也山區中也有部份的烏柏植群，包含尾稜延伸入的信義區中強公園在內，都可觀察到東方蠟蟬。（圖 19）

象山是臺北東區一座完整的山稜，坐東朝西，內有稜線、岩壁、山坡、山窪、山谷等微環境。植物相多為低海拔、岩石地的向陽性植物，如黃杞、青剛櫟、大明橘、大頭茶等。西側山腰以山窪環境為主，是一遮陽多濕的區域，筆筒樹、菲律賓榕是代表性的優勢植物；象山原是相思樹造林地，所以本區內仍有許多相思樹植群，而後經過一段時間的保護，如今，象山大部分地區已由自然演替中的天然林，逐漸取代原先的相思林。另延伸到山下之中強公園，因鄰近山區且園區內有大棵烏柏，因此在此處也有穩定的族群。（圖 20）

⑦新竹寶山水庫

寶山水庫興建於 1981 年，群山環繞，在水庫四週的產業道路的路樹或雜木林間，也參雜了許多烏柏，仔細觀察便可看到東方蠟蟬的蹤影。由於寶山水庫分為寶山水庫，以及寶山水庫第二水庫，範圍相當廣，因此必須以開車的方式在週邊找尋寄主植物

的，之後再觀察樹上是否有東方蠟蟬，此處發現的機率很高，保有相當穩定的族群。（圖 21）

依據經濟部出版之水庫濱水帶植物手冊紀錄，寶山第一水庫濱水帶植被主要植被林型為相思樹造林、白雞油造林、山黃麻次生林，以臺灣蘆竹為主的草生地，農墾地主要種植綠竹、柚子、桂竹、檳榔等經濟作物。其他的木本植物有鵝掌柴、烏柏、軟毛柿、魯花樹、樟樹、楓香、幹花榕、雀榕、樹杞、山黃梔、無患子等，草本植物有粉葉蕨、短柄卵果蕨、日本金粉蕨、密毛小毛蕨、華九頭獅子草、大花咸豐草、鴨趾草、碎米莎草、巴拉草、竹葉草等。計有維管束植物 58 科 113 種。寶山第二水庫集水區濱水帶植物主要林型有桂竹林、以山黃麻為主的次生林及五節芒草生地，靠近陵線附近則以種植相思樹、廣東油桐為主。其他的木本植物有羅氏鹽膚木、鵝掌柴、軟毛柿、細葉饅頭果、魯花樹、樟樹、紅楠、香楠、菲律賓榕、水同木、榕、山黃梔等，草本植物有東方狗脊蕨、粗毛鱗蓋蕨、烏蕨、青箱、野菟菜、假臭草、鵝仔草、臭杏、克非亞草、姑婆芋、臺灣蘆竹、兩耳草、淡竹葉等。計有維管束植物 67 科 164 種（林，1996）。

由上述資料顯示，本樣區因鄰近水庫，植物相相當豐富，烏柏雖散落於水庫週邊道路邊，同樣都位於雜木林間。

④ 苗栗明德水庫

明德水庫位於苗栗縣頭屋鄉明德村後龍溪支流老田寮溪上，原名後龍水庫，面積達 170 多公頃；明德水庫豐富的生態資源以及山水景色，在水庫四週的產業道路的路樹或雜木林間，也

參雜了烏柏，此地也有東方蠟蟬的分布。另在造橋附近之產業道路亦有東方蠟蟬的分布。（圖 22）

同樣依據經濟部出版之水庫濱水帶植物手冊紀錄，明德水庫集水區因屬於後龍溪之一分支，全區位於頭屋鄉境內，區內因丘陵多，開發也較多，附近均有果園、檳榔園或桂竹林等。天然植被已不多。本區植被以月橘、相思樹為優勢種代表，其植物組成包括喬木有相思樹、紅楠、江某、軟毛柿、杜英、青剛櫟、九丁榕、朴樹、茄苳、烏柏、大葉楠、無患子等；灌木以月橘、細葉饅頭果、九節木、杜虹花、臺灣山桂花、密花苧麻、山棕、月桃、大青、臺灣苧麻等較常見；地被則有臺灣鱗球花、九頭獅子草、毛蓮菜(地膽草)、金腰剪、臺灣蘆竹、日本金粉蕨、觀音座蓮、斜方複葉耳蕨、半邊羽裂鳳尾蕨等；藤本植物有酸藤、老荊藤、千金藤、漢氏山葡萄、槭葉牽牛、三葉崖爬藤、菝契等。（林，1996）

◎石門水庫

石門水庫位於大漢溪中游，地處桃園縣大溪鎮與龍潭鄉、復興鄉、新竹縣關西鎮之間，水庫壩頂的高臺可以遠觀龍潭風景。環湖山區保有人工造林及原始林，亦有部分竹林，自然生態保持非常完整，此處有烏柏及白柏的植群，因此亦有東方蠟蟬的分布，有別於其他水庫區域，此地的東方蠟蟬可棲息於白柏及烏柏上，族群相對穩定。（圖 23）

石門水庫集水區海拔高度在245~3,510公尺之間，由於海拔落差極大，因此兼具熱、暖、溫、寒等氣候帶特性，在石門水庫集水區屬於亞熱帶海洋季風型氣候，因集水區內之氣溫，由於受海拔高差影響，各地氣溫變化較大，全年氣溫溫差約在12°C~26°C

間，年平均氣溫約為 20°C，以每年元月氣溫最低，約在12°C左右、七月與八月分最熱，氣溫高達 24°C~26°C；在濕度方面，集水區內各月分之平均濕度約在 80%~88%，年平均濕度約在 84%。水庫集水區，植物資源豐富，特別在海拔1,500公尺以崩塌地周邊及濱水帶之自然植被為主，常見的有相思樹、澀葉榕、稜果榕、構樹、小葉桑、江某、長梗紫麻、臺灣桫欏、白柏及烏柏及大葉楠等樟科楠屬植物。人工植被較具特色的有楓香、桂竹、山櫻花、梅花、杜鵑、臺灣欒樹、茄苳、水黃皮、阿勃勒、黑板樹、錫蘭橄欖等。種類繁多，依石門水庫集水區崩塌地植物調查結果，植物組成計有72科161屬206種。

綜觀有關水庫瀕水植物組成，白柏及烏柏列為護坡及崩塌地應用植物名單中，因此在水庫週邊皆可見其分布，夾雜於楠櫨林帶週邊植物相豐富的區域，而東方蠟蟬便常見於此類型之棲地環境。

⑩ 宜蘭頭城農場

位於臺灣東北部海岸線旁的宜蘭頭城農場，園區因依山面海，因以休閒農場方式經營，除保持部份的農作及養殖小型家禽家畜外，因有進行生態解說，因此也保持了農場週邊的植群，因此植物資源豐富，園區裡也種植多種林木，包括楓香、山櫻花、桃花、黑松及茶花等植物，蘊育了豐富的動植物生態，進入園區內可見到烏柏植群，其下便有穩定的東方蠟蟬族群，同時沿著其園區四週山區林區步道，植物相包括有相思樹、澀葉榕、稜果榕、構樹、小葉桑、江某、臺灣欒樹、樟樹及大葉楠等樟科楠屬植物。其間的烏柏樹上，也可發現東方蠟蟬蹤影。(圖 24)

(2). 其他地區棲地特性分析：其他零星發現東方蠟蟬的地點包括

①新竹清華大學的蝴蝶園：本區特別的是東方蠟蟬棲息於山豬肉上，園區內僅有數棵小株烏柏，但卻未見東方蠟蟬棲息，反而停留於山豬肉 (*Meliosma rhoifolia*) 上，且其樹徑僅10公分左右 (圖25)。由於本地區為清華大學文學院自行規劃，以蝴蝶為主題，所建立的蝴蝶園，園中廣植各種蝴蝶寄主植物，包括芸香科的食茱萸 (*Zanthoxylum ailanthoides*)、賊仔樹、柑橘類、過山香、胡椒木等，也種植多種蔓藤類、灌木類等蝴蝶食草與蜜源植物，再加上原有的相思樹、榕樹、樟樹等，植物種類繁多，為原生植群及人工種植混雜之棲地環境。

②埔里的蝴蝶牧場：此處東方蠟蟬棲息於食茱萸 (*Zanthoxylum ailanthoides*) 上，同樣本區亦為人工種植各種飼育蝴蝶寄主與蜜源植物之區域，與清華蝴蝶園類似，同樣地此2處的數量並不多。另近期在南投集集特有生物中心也發現本種的觀察記錄 (2011/09/23 昆蟲論壇; <http://insectforum.no-ip.org/gods/cgi-bin/view.cgi?forum=2&topic=22862>)。

③花蓮太魯閣國家公園：在早期的文獻紀錄中，花蓮太魯閣國家公園便有本種的分布，但數量不多，但近年來在太魯閣國家公園的遊客服務中心附近已穩定有本種的觀察紀錄，本區主要仍棲息於烏柏樹上，包括布洛灣、綠水等，在停車場旁的烏柏樹上便可觀察到。(圖26, 27)

3. 各樣區所調查數量調查結果

(1). 由於今年 (2011) 氣候異常，許多物種皆比以往晚一個月發生，包含螢火蟲、蟲癭、蟬皆較往年晚發生一個月左右，因此5月份之調查皆未發現有成蟲出現。

自6月份起陸續開始發現成蟲（圖28），因此從6月份起開始對北臺灣地區進行第一次全面性之調查，包括動物園園區、內湖地區、富陽森林公園、淡水、桃園、新竹、宜蘭等，進行分布點及族群個體數之調查。

(A). 6月份第一次調查結果顯示，北部地區之族群尚穩定，動物園內包括前、中、後區皆可發現成蟲棲息於烏柏上，6月份動物園內共記錄到34隻、福州山公園與富陽森林公園共計有18隻、象山5隻、內湖5隻、淡水的關渡與貴子坑共有4隻、桃園石門水庫13隻、竹東寶山水庫21隻、苗栗明德水庫1隻、宜蘭頭城11隻，至6月底止總計記錄到124隻。

(B). 7月份開始，各樣區之數量開始增加，依據調查結果顯示，動物園記錄到的數量最多，有87隻，其次是貴子坑有57隻，竹東寶山水庫50隻，福州山公園38隻與富陽森林公園27隻，共計有65隻，象山與中強公園18隻，淡水有28隻，內湖15隻、桃園石門水庫12隻、苗栗16隻、宜蘭頭城18隻等，總計7月份記錄到411隻。本月份並新增清華大學有8隻棲息在山豬肉植株上；另於動物園的溼地區記錄到5個卵塊，分別產在烏柏、血桐及構樹上。

(C). 8月份開始，各樣區之數量開始減少，但各區開始記錄到卵塊，並且有已孵化的卵塊。依據調查結果顯示，本月份動物園記錄到45隻、貴子坑有37隻、竹東寶山水庫47隻、福州山公園21隻、象山與中強公園15隻，淡水有10隻，內湖4隻、桃園石門水庫6隻、苗栗9隻、宜蘭頭城4隻等，總計8月份記錄到270隻。本月份新增花蓮太

魯閣國家公園21隻。

(D). 9月份開始，除各樣區數量外減少，已有部份地區無紀錄，但各區開始記錄到卵塊，依據調查結果顯示，本月份動物園記錄到23隻、貴子坑有14隻、竹東寶山水庫26隻、福州山公園23隻、象山與中強公園17隻，淡水有2隻，內湖2隻、桃園石門水庫4隻、苗栗6隻等，總計9月份記錄到127隻。記錄到卵塊27個。另南投埔里、集集各提供觀察記錄1筆。

(E). 10月份多數地區已紀錄不到個體，僅動物園記錄到2隻、北投登山路2隻、貴子坑有2隻，卵塊皆已孵化。總計10月份僅有6隻紀錄。

(2). 依所記錄之資料，目前本種在臺灣的分布仍以北部地區為主，在大臺北地區不論是族群或是個體數量也較多，本種現今在臺灣分布的最南端為南投集集，原文獻紀錄中，最南端分布點為屏東的白賓山，但因道路崩塌，已無法進入調查，目前亦無任何之新紀錄。另於網路討論區亦有提及曾在內埔的屏科大發現，但並無具體影像及書面紀錄，但由於本種之模式標本為高雄甲仙，因此臺灣南部地區未來仍應持續進行調查，應可再增加本種之分布點與族群數。目前依本次調查，總計共有14個地點發現在東方蠟蟬族群，並依調查結果之分布點，應用Google earth 軟體建立本種在臺灣之分布圖（圖29）。

(3). 與2006年及2007年所調查記錄之分布點進行之比較圖如圖30。

(二)完成現今之渡邊氏東方蠟蟬族群數量調查:就各地野生族群進行分布時間、棲地環境、族群數量統計及遺傳多樣性分析。

1. 野生族群進行分布時間：由今年調查的結果顯示，因氣候異常，本種發生期較以往晚了一個多月，直到6月中旬才觀察到成蟲出現在烏柏樹上，因此成蟲的族群數量僅能由6月開始記錄至10月。
2. 族群數量統計：自6月至10月，每月定期至各樣區進行個體數數量統計，所記錄到之成蟲數量分別為6月124隻、7月411隻、8月270隻、9月127隻、10月6隻（如圖31）。由紀錄可知，7月份為本種族群量之高峰，亦是本種的交配與產卵期。
3. 記錄渡邊氏東方蠟蟬所在之棲地環境，分析對寄主植物或環境之特性，以了解本種對棲地選擇之偏好，同時了解當地管理單位或是人類活動是否會對棲地造成影響。
 - (1). 由各樣區調查有關本種棲地環境的情形，發現本種喜好棲息於烏柏、白柏，雖此二種為向陽性的先驅植物，多生長在產業道路及山區步道旁，且烏柏也是臺灣常見的行道樹與公園綠化物種，但不是所有的有烏柏的地區都可見到東方蠟蟬。以陳，2006年的論文曾對本種於大臺北地區的烏柏的數量及空間分布進行調查，資料顯示在大臺北地區烏柏的分布範圍，主要分布於海拔100公尺以下之區域，佔全區烏柏比例60.47%，101-300公尺佔32.19%；而在全區烏柏植株上，有東方蠟蟬棲息者僅佔5.89%，其中94.72%都分布在海拔300公尺以下，又由此可知渡邊氏東方蠟蟬的棲地應位於低海拔地區，且對烏柏植株所在的環境應有特殊之選擇或需求。
 - (2). 在針對各棲地東方蠟蟬使用寄主的情形，進行包括樹徑、樹

高、在寄主植物棲息的數量、位置等，以棲息植物所在的環境分析結果如下：

A.寄主植物：

烏柏原產中國大陸，為落葉大喬木。烏柏植物體內有含樹脂的乳汁。種子外的假種皮富含蠟質，可以做成蠟燭，黑色的部分油炸後可以取得透明的青油，當成肥皂的原料或食用。東方蠟蟬主要以其刺吸式口器吸食樹汁。

白柏與烏柏同屬，但白柏種子之蠟及油均較烏柏少很多，其木材淡白色，輕軟而細緻。東方蠟蟬也以其刺吸式口器吸食樹汁。

B.棲地環境：

由調查的結果顯示，並不是所有有烏柏或白柏存在的區域就有本種的分布，每個樣區有發現東方蠟蟬的烏柏比例也各自不同，有的非常集中，如貴子坑地區僅全區的烏柏樹僅7.76%有東方蠟蟬的分布，而動物園中，園內的烏柏有84.4%都可看到東方蠟蟬，相當平均，各地區之比例如表2。由此，可再進一步針對有記錄到本種分布的棲地形態進行分析，發現雖然烏柏是陽性的樹種，分布的區域都是日照充足的地區，但是若是有東方蠟蟬分布的樣點，多是位於雜木林林緣的區域，週邊植物相複雜，包括相思樹、紅楠江某、楓香、桂竹、山櫻花、杜鵑、臺灣欒樹、茄苳、水黃皮、阿勃勒、黑板樹、榕樹、食茱萸、樟樹、構樹、賊仔樹、血桐、白袍子、雀榕等等等，若分析所有的樣區週邊共同的植物種類統計有，相思樹、江某、食茱萸、樟樹、構樹、賊仔樹、血桐、白袍子、雀榕、正榕及水同木等，因此是否週邊的植物種類分布，也

是影響東方蠟蟬的棲地選擇因子，應可進一步研究分析。

C. 卵塊位置

由於本種若蟲不具飛行能力，雖然其跳躍能力頗佳，但也應不能距離其寄主植物太遠，因此雌蟲應會選擇合適的產卵位置，以提高若蟲的存活率。在本次的調查結果顯示，發現卵塊的位置，除了烏柏及白柏外，在鄰近的植株上也發現有卵塊，整理目前發現卵塊的植物種類發現包括有相思樹、血桐、野桐、榕樹、臺灣欒樹、杜英、香楠、紅楠、黃絲風鈴木、鐵東青，甚至在枯竹竿上都有發現卵塊（表3），可見本種雌蟲產卵需求並未有專一性；由於本種成蟲多棲息於烏柏上，一般皆認為烏柏及白柏為其寄主植物，但是依文獻資料及野外觀察紀錄，卻很少有描述若蟲活動於烏柏及白柏上，因此若蟲的寄主植物是否為烏柏及白柏仍值得進行研究與探討。

D. 成蟲棲位選擇

針對本次所調查東方蠟蟬分布棲所，分析本種主要選擇棲息植株的相關資訊，包括植株的樹徑、樹高及停留的位置發現，成蟲有群聚的現象，每株植株至有2-3隻以上，最多記錄到有21隻聚集在同一植株的情形，因此有部分樣點族群頗為集中。另依據所有樣區中，記錄有成蟲停棲的烏柏樹徑進行統計，結果發現棲息於樹徑15公分以下者佔13%、15-20公分佔20%、21-25公分佔18%、26-30公分佔40%、30公分以上者佔8%（如圖32），結果顯示，成蟲較偏好停棲於26-30公分樹徑的烏柏上。而在停棲的高度上，位置在2-3公尺者，佔29%、位置在3-4公尺者，佔21%、位置在4-5公尺者，佔

26%、位置在5-6公尺及以上者，佔24%，（如圖33）結果顯示，本種停棲的位置及高度並沒有特別的偏好，由於停棲高度與樹高有絕對的關聯性，樹越高，成蟲可爬的越高，但也卻不易觀察到，依觀察的結果，成蟲多偏好停留在大約在植株離地約2/3左右的位置，而且越到黃昏，越往地面移動。E.根據棲地分析調查的結果，提出本種物種及棲地管理的建議。

綜觀各項有關成蟲棲息環境及寄主植物選擇的結果，渡邊氏東方蠟蟬成蟲主要選擇棲息的植物，以鄰近雜木林林緣的烏柏為主，且雌蟲除了產卵在烏柏及白柏外（如圖34-35），也會產在相思樹、血桐、野桐、榕樹、臺灣欒樹、杜英、香楠、紅楠、黃絲風鈴木、鐵東青，甚至在枯竹竿等植物上。而在棲位的選擇上，則偏好偏好停棲於26-30公分樹徑的烏柏上，高度則依樹高而異。因此在本種棲地環境的規劃，應朝兼具向陽植物（烏柏及白柏）與雜木林林緣相嵌的棲地型態的模式，同時棲地植物相也要朝多樣化種類經營。

4. 遺傳多樣性分析

(1). 試驗材料

於臺灣北、中部各地依渡邊氏東方蠟蟬分布族群較大之地點進行樣本採集，北部以臺北市(四獸山)、北投、臺北市淡水交界、金山、三芝、北新莊、石門、桃園、宜蘭、新竹及苗栗，中部以南投埔里，進行樣本收集：本實驗僅需採成蟲身體的小部份附肢供分子生物的材料，自野外採集的樣本，以 99.5%酒精保存在-80°C 冰箱，進行族群遺傳結構分析。共 105 個體分析(表 4)。

(2). 試驗方法：

a. DNA 的萃取：將酒精浸泡之蟲體，以研磨棒使體表破裂後利用 Easy DNA High-Speed Extraction Kit 純化試劑組萃取蟲體 DNA。收集的樣本以 DNA 純化盒(DNA Purification Kit, Promega)之方法略加修飾抽取 DNA。將渡邊氏東方蠟蟬標本置於 1.5ml 離心管中，加入 120 μ l 的 0.5M EDTA，再加入 500 μ l Nucleic Lysis Solution 後充分研磨蟲體，然後加入 17.5 μ l proteinase k，混合均勻後置於 37 $^{\circ}$ C 水浴槽 overnight。接著加入 3 μ l RNase Solution 均勻混合後放於 37 $^{\circ}$ C 水浴槽 15 分鐘，再放回室溫 5 分鐘，之後又加入 200 μ l Protein Precipitation，劇烈振盪約 20 秒使之出現白色的固狀物，再放入冰中 5 分鐘以上。接著以 12000rpm 的速度離心 4 分鐘，取 600 μ l 上清液至另一 1.5ml 離心管中，再加入等體積的 isopropanol 充分混合後，在 4 $^{\circ}$ C，以 12000rpm 的速度離心 20 分鐘，之後倒掉上清液，加入 70%酒精 600 μ l，以 12000rpm 的速度離心 2 分鐘，再倒掉上清液，打開上蓋倒放使酒精揮發，最後加入 100 μ l 的二次水回溶 DNA 並存放於 -20 $^{\circ}$ C 冰箱中備用。

b. PCR增幅目標DNA：以PCR溫度控制器進行PCR，增幅目標DNA。PCR反應使用的引子組合如下：(1)增幅ITS區域的上-下游引子分別為ITS2U5.8S1及ITS2D28S；(2)增幅粒線體COI(Cytochrome oxidase I)基因序列，以提供東方蠟蟬的族群遺傳分析之用。進行COI PCR primers 的選取，首先到網路上是否有東方蠟蟬的序列發表，截至目前為此，尚無任何基因序列發表。於是找與Fulgora candelaria同亞科的物種(蠟

蟬總科 Fulgoroidea 稻蝨科 Delphacidae)，找出已發表的序列，看是否有可用的 primers。綜合利用已知的 primers (papers) 和輔助工具比對序列，以 Sequencer 4.5 的軟體設計出合用的 primers，分別是上游 (5' CAACAYTTRTTYTGATTYTTTGG3') 及下游 (TTTTARAAARTGT TGDGGRAA3')(表5)。

- c. 電泳分析：將 PCR 增幅產物以 1% 的瓊脂糖凝膠進行電泳分析，確定複製產物的濃度及大小是否正確。
- d. PCR 產物純化：以反應試劑組 QIAquick PCR Purification kit 試劑或 QIAquick Gel Extraction Kit 試劑，進行 PCR 產物回收。
- e. DNA 序列的定序：定序部份委託國立中興大學生物發展中心進行，經自動定序儀分析，而得到 DNA 序列。
- f. DNA 序列比對分析：利用連結國家衛生研究院(National Health Research Institutes)的 GCG 網站 (<http://bioinfo.nhri.org.tw/>) 及 DNA 分析軟體 BioEdit 進行序列整理及排序工作，應用軟體 MEGA5 進行演化親緣分析，應用軟體 TCS 進行基因單型的網狀變異分析，應用軟體 Arlequin 進行 AMOVA 分析。

(3). 試驗結果：

A. ITS2 (internal transcribed spacer 2)—核糖體 DNA 間區的變異分析：

PCR 複製長度在 600 個核苷酸附近 (圖 36)，各地樣本均可如期複製到相對的 DNA 片段，僅少數個樣本複製情形不理想，應該是標本新鮮度保存有問題或是 DNA 純化時較不佳，因經第二次複製後均可如期複製。序列全長約 580

核甘酸，個體序列彼此間相當一致，少部分之變異來源有兩類，一類來自核甘酸之變異，另一類來自序列缺失 (deletion)；中國大陸的樣本變異則達到 2.4%。目前 ITS2 的結果顯示，東方蠟蟬具有很小的遺傳變異，序列缺失引起的變異則顯示其過去演化歷史的獨特性。

AMOVA 分析的結果顯示，ITS2 序列的組成變異在群間有最大的變異比例，主因是臺北有不少獨有的基因單型，群內變異主要來源為臺北族群；自交係數 F_{st} (0.8642) 值也顯示群間有高度分化現象(表 6)。臺北的族群有 72 隻個體，而其他地區族群的樣本最多為新竹的 12 隻，南投地區只有一隻；另外，臺北地區擁有所有的基因單型，臺北族群內的變異組成遠大於其各縣市群間的變異，其他縣市多僅有一個基因單型，且都與臺北族群共享。增加其他地區的樣本數，或許可以更正確的評估此昆蟲的族群結構。

B. ITS2 序列的親緣分析

應用 ITS2 序列進行 Neighbor-Joining 及 Maximum likelihood 等方法推衍親緣關係，樹皆指出 *Pyrops watanabei* 在臺灣的族群為一個大群與中國的龍眼雞分開來，僅有 8 個個體有些微分化，形成一個獨立的演化支系(圖 37)。從基因單型的網狀相關分析可知，ITS2 序列共有 6 個單型，I1 為主要的基因單型(95 隻個體)，延伸出去 I2 及 I3 兩單型，再由 I3 延伸出去 I4、I5 及 I6 等單型(圖 38)。臺北地區具所有基因單型，其餘各縣市族群的基因組成都與最大群的 I1 同型，僅苗栗有一 I5 單型，但臺北族群也擁有此基因單型。

以親緣關係樹及網狀分析圖的結果來看，*P. watanabei* 並沒有明顯的分群；網狀分析的結果指出 I1 為祖先型，雖然這樣的結果可能受制於臺北的樣本佔大多數(68.57%)所影響，但 I1 確實包含了各個地區的樣本。分析結果也顯示，臺北擁所有基因單型，相差最遠的基因單型僅有 4 個鹼基，僅苗栗族群共享其中 I5 基因單型；這樣的結果說明了 *P. watanabei* 近期自臺北擴散出去的可能性，也說出了遺傳組成有限的臺灣族群目前正處於基因漂變的狀況，可能曾經歷了 bottleneck effect 的演變或 founder effect 的事件，須加入中國大陸族群個體確認此原因。

C. COI (cytochrome oxidase I) — 粒線體 DNA 片段的變異分析

COI 之複製長度均 550 個核苷酸左右 (圖 39)，各地樣本均可如期複製到相對的 DNA 片段，少數個樣本於第二次複製也可取得該 DNA。獲得之 COI 序列長度為 572 核苷酸，多數個體彼此間序列相當一致，其中之變異來源主要來自 5 撇端核苷酸之變異。中國大陸的龍眼雞樣本變異則達到 12%。AMOVA 分析的結果中，COI 序列在群間的變異佔所有比例的 81%，比群內比例 19% 還要高(表 7)， F_{st} 值 0.8114 也顯示族群間的分化現象。雖然 COI 序列變方分析顯示，群間的變異比例大於群內，但有些族群的樣本數量並不多，像南投僅有一個個體，可能會影響此一推論，需增加其他地區的樣本數，以推論出臺灣地區渡邊氏東方蠟蟬更正確的遺傳組成。

D. COI 序列的親緣分析

COI 序列推論的演化樹聚成一大群 (圖 40 及圖 41)，多數個

體序列並無地緣的關係；像臺北動物園的標本並非彼此間較相近，而新竹或苗栗的標本也是未全聚在一起。網狀分析結果顯示，COI 序列共有 5 個基因單型，相差最遠的基因單型只有 3 個鹼基位，其中 C1 為主要的基因單型(88 隻個體)占了整個臺灣族群的 80%以上，其它基因單型都從此型變異而來，臺北地區有四個單型，苗栗及新竹各有兩個單型，其中新竹有一個獨特的基因單型。C1 基因單型包含了多數地區的樣本，是最可能的祖先型，但這樣的結果可能受制於臺北的樣本就佔了大多數所影響，需要增加其他地區的樣本數，才可以更明確的推論。

COI 的結果顯示，渡邊氏東方蠟蟬具有很少的遺傳變異，序列變異並無地緣的關係，顯示臺灣的渡邊氏東方蠟蟬可能是近期才擴散或遷移開來，此物種的演化歷史需收集其它地區的樣本，才有可能進一步推論，若能收到大陸地區的樣本，則更能推論目前的遺傳變異是因 bottleneck effect 或 founder effect 所造成。

E. 細胞核 ITS2 及粒線體 COI DNA 片段變異一致性的分析
ITS2 及 COI 共同的分析顯示出不一致的演化趨勢，像 ITS2 的序列中，10_16_61_68_75_76_77 等 7 個個體群聚在一起，與其它個體有些微的歧異特性；但在 COI 分析中則未顯示出此一獨特的特性，反而出現另外兩個小支系，像臺北的 17_97_98 及苗栗桃園的 46_47_48_49_50_51_52。此不一致的演化趨勢顯示，母系遺傳的粒線體 DNA 及雙性遺傳特性的核 DNA 在不同族群間的演化存留特性並不相同，也顯示出不同族群間的渡邊氏東方蠟蟬可能有基因交流的現

象，也有可能是逢機變異傳承下來的結果。

在與中國大陸的龍眼雞樣本比較也出現一個很特別的結果，即 COI 的變異為 12%，但 ITS2 的變異僅為 2.4%。按理來說，COI 的變異高達 12% 已達到不同屬甚至是不同亞科的分類差異；而 ITS2 顯示的 2.4% 差異則僅是亞種或相當近緣物種間的差異。這更進一步顯示出核 DNA 與粒線體 DNA 演化不一致的現象，甚至出現與種或亞種的認定有關的問題，此需進一步收集中國的東方蠟蟬及龍眼雞的樣本詳細比對。但都已透露出很特別的訊息，即大陸的東方蠟蟬與其同屬的其它物種間可能有雜交的演化歷史發生過。

(三) 定期進行監測臺灣渡邊氏東方蠟蟬族群動態。

1. 建立本種各地族群動態及數量表：

依據每月於各樣區調查個體數量的消長，可發現自東方蠟蟬本年度自6月起成蟲開始出現，各地區數量皆開始逐漸增加，至7月便達到高峰，此時進入交配期，各主要樣區所記錄到之數量如表。而以行政區域畫分，本種仍以大臺北地區被記錄到之數量最多，其次是新竹、桃園和苗栗，越往南數量越少。各行政區之每月數量之動態變化如圖42。

2. 比較移除名錄前後之族群數量：

根據陳(2006)於貴子坑所進行的族群動態進行比較，於2005年1月至12月記錄每月份的個體數，該年自5月起開始出現成蟲，10月便無成蟲紀錄，其自5-10月數量分別為7、22、47、38、12隻，與今年所記錄的數量相比，並未有減少之現象(圖43)。另於動物園之紀錄，雖未有當時之族群動態資料，但依每年於動物園內的族群數量觀察，本年度的數量為

自2006年以來，數量最多之一年。

3. 蒐集各項發生季節、分布地點、族群數及個體數後，比較本種於移除名錄後，本種之族群動態是否有變化？並且針對可能影響野外族群數量與分布之因子進行分析：

- (1). 依目前的數據紀錄顯示，本種目前在臺灣分布的位置及族群數，主要的族群仍舊存在，數量也持續維持，並未因移除於保育名錄後，而有族群數量下降的趨勢。

- (2). 其他有零星分布的地區，包括南港、汐止、新店烏來、宜蘭頭城、花蓮太魯閣、南投埔里、集集等地，部份為新紀錄分布點，雖然數量不多，但仍穩定存在，再加上部分區域為或為國家公園範圍，或是如特有生物中心與頭城農場等，都是進行環境教育之場所，皆視本種為極佳的环境教育素材，都有積極維護當地之環境，以保持本物種之持續發生，故應無有受到威脅之疑慮。

- (3). 另有關本種因體型大、外型美麗，是否因移除於保育名錄後，會遭受到捕獲的至壓力？經查本種雖不是保育類，但因不易飼養，因此並不是寵物市場之標的；另因在大陸也有分布，因此於國外標本販賣市場也並非熱門商品，故並沒有獵捕的壓力，反觀今年比利時研究 Old World Fulgoridae 學者，尚須向臺中自然科博館商借本種之標本，可見本種並未進入標本販賣市場。此外，由於本計畫於調查時須採集部分之個體之樣本，也發現本種並非容易捕捉之昆蟲，因為本種兼具飛行及跳躍能力，一靠近便會快速飛離樹幹，再加上所棲息之樹高至少2m以上，高度超過5m之寄主超過50%，成蟲停棲之高度也都超過3m，因此

採集並不容易，須相當了解其習性及具備特殊裝備之好手才能順利捕捉，因此一般昆蟲採集者是無法順利捕捉到的，故現今應無捕獵的壓力存在。

(四)了解本種於移除名錄後，是否有影響原野外族群數量與分布之因子與是否對本種造成威脅。

1. 統計及分析本種於計畫年度所蒐集之資訊，依據「野生動物評估作業要點」之保育類昆蟲評估標準進行每一項目之分析評量，重新評估本種是否因族群的現況或威脅而須進行重新列入保育名錄。

依照依照新的保育類昆蟲評估建立標準的評估機制。共分為(一)野生族群狀況(Status)、(二)特有性(Endemism)、(三)面臨威脅(Threat)、(四)、易受害程度(Vulnerability)及(五)價值(value)五大項目，每個項目下再分細項，共分15項評估細項，每一細項的計分自 0分至10分不等之評定標準，總分為90分，詳細之評分機制如下表，之後再依據物種所提供之相關資料進行配分，如得分在70 分以上者列為第I 級「瀕臨絕種保育類昆蟲」，得分50 分至69 分者列為第II 級「珍貴稀有保育類昆蟲」，得分40 分至49 分者列為第III 級「其他應予保育類昆蟲」，得分40 分以下者不列入保育類昆蟲。(趙等，2009)

依2009年渡邊氏東方蠟蟬以新的評估機制所得的配分上，在(一)野生族群狀況(Status) 20 分中，在A-野生族群分布：得2分；B. 野生族群豐度：得2分；C. 野生族群趨勢，得1分；D. 野生族群數目：得1分，此大項總共得6分。在(二) 特殊性 (Distinctiveness)：5分中，在A-特有性：得1分；(三) 面

臨威脅(Threat)30分中，在A-棲地受法令保護狀況：得6分；B. 採集或干擾壓力：得2分；C. 棲地消失速度：2分，此大項總共得10分。(四) 易受害程度(Vulnerability)：20分中，在A-棲地與攝食專一性：得5分；B. 生殖或行為的特性：得3分；C. 完成生活史的特殊需求：得3分；D.人工飼育情形：得3分，此大項總共得14分。(四) 價值(value)：15分中，在A-當地居民文化價值：得1分；B. 社會價值：得3分；C. 國際評價：得1分，此大項總共得5分，全部加總，總分為36分。因此渡邊氏東方蠟蟬族群經新的評估標準，得分於 40 分以下，而不列入保育類昆蟲。

在經過本計畫針對2011年度渡邊氏東方蠟蟬的野外族群監測現況，再重新以評估機制分析所得的配分如下：

(1). 野生族群狀況(Status) 20 分

A.野生族群分布：仍有雖沒有偏布全臺，但經觀察目前族群分布範圍應占其歷史分布範圍百分之50以上而未達百分之80，屬普遍，仍得2分。

B.野生族群豐度：平均族群大小每公頃超過一百隻而在五百隻以下，或分布範圍超過一公頃而在十公頃以下者，屬少，經調查目前每一族群分布範圍有超過一公頃而在十公頃以下者，但數量並不算多，因此得3分。

C. 野生族群趨勢：數量穩定或上升中，已有觀察、推論或預測顯示其族群量在十年或三代間(取時間較長者為準)沒有明顯的變化或有上升，據調查本種族群量尚稱穩定，並未有下降之趨勢，因此得1分。

D. 野生族群數目：全臺為現有紀錄已超過10個族群，並未有減少，因此得1分，此大項總共得7分。

(2). 在特殊性 (Distinctiveness)5分中，因不是特有性維持得1分。

(3). 面臨威脅(Threat)30分

A.棲地受法令保護狀況：雖然本種大部分分布的區域都是有專責管理單位進行管理，如動物園及貴子坑水土保持教室，應不會有大的棲地破壞風險，但仍不敢保證是否會因開發的需求，而犧牲棲地，所以嚴格來說，僅太魯閣國家公園分布點是明確有立法保護的，因此本項應得6分

B. 採集或干擾壓力：採集或干擾(例如人工設施或蓄意行為)壓力輕微，得2分。

C. 棲地消失速度：目前各地的野生棲地多位於有專責管理單位的區域，且多為公部門，只要適當提醒，都應不會隨意地破壞棲地，因此應屬在三年至五年內少數繁殖區或區地可能被摧毀，得2分，此大項總共得10分。

(4). 易受害程度(Vulnerability)：20分

A.棲地與攝食專一性：經本次調查結果發現，本種成蟲早前只棲息於烏桕及白桕，但本次新發現可棲息於山豬肉及食茱萸上。至於食性上，因若蟲並未見於烏桕上，而經調查其多喜位於雜木林緣之區域，且週遭之植物相復雜，雌蟲也未有產卵棲木的專一性，依此推測，其若蟲

應不具有寄主之專一性，因此建議列中等的棲地專一性或攝食專一性，得3分。

B. 生殖或行為的特性：生殖或行為的特性並未改變，仍屬中度影響此物種的恢復能力，得3分。

C. 完成生活史的特殊需求：目前已了解完成其生活史的需求，並未特別特殊，屬中等，得3分。

D. 人工飼育情形：因動物園曾順利繁殖本種，但累代並不容易，屬飼育繁殖之成功率不穩定，偶爾飼育成功，得3分，此大項總共得12分。

(5). 價值(value)15分

A. 當地居民文化價值：因並未有任何一民族之文化與其有相關，得1分。

B. 社會價值：部分人認為重要，得3分。

C. 國際評價：未列入其他國家保育名錄物種，得1分，此大項總共得5分。

全部加總，總分為35分，比較2009與2011年所計算之各項配分如表8。

2. 評估是否有人為獵捕或棲地大量受到破壞的壓力。

本計畫於調查期間，因須採集部分個體之樣本，便發現本種並非容易捕捉之昆蟲，因為本種兼具飛行及跳躍能力，一靠近便會快速飛離樹幹，再加上所棲息之樹高至少2m以上，高度超過5m之寄主超過50%，成蟲停棲之高度也都超過3m，因此採集並不容易，須相當了解其習性及具備特殊裝備之好手才能順利

捕捉，因此一般昆蟲採集者是無法順利捕捉到的，同時本種亦不是寵物昆蟲市場的標的，商業價值不高，目前應無捕獵的壓力存在。

另有關棲地管理環境部份，因目前僅太魯閣國家公園之樣區有管理處及法令保護，其他區域因位皆位於人為活動頻繁的地區，因此加強棲地保護及經營仍有其必要性。尤其是位於內湖成功公園及金湖路之樣區，由於成功公園因近期正進行湖濱觀景臺工程，多數烏柏棲地正佔於施工區內，導致今年調查數量不如以往；另金湖路因鄰近馬路，以及美國在臺協會辦公室興建工程，棲地也倍受干擾，此2樣區都須待工程結束得才能重新評估，所幸因附近仍有白鷺鷥山可做為避難所，希望未來工程結束後，族群可順利恢復。

其他樣區如貴子坑、富陽森林生態公園、福州山公園、臺北市立動物園等，因皆由管理良好之單位負責經營，應無有棲地破壞之虞。另寶山水庫、石門水庫之棲地雖也鄰近馬路，但此區範圍大、烏柏高大且分散在環湖道路邊坡上，做為護坡植物，因此現也無棲地全面受到破壞的風險。

伍、依東方蠟蟬族群現況建議保育或經營管理策略。

綜合以上所調查的資料提出本種之保育及經營管理策略建議。

- (1). 渡邊氏東方蠟蟬早期應分布於全臺地區，包括屏東及高雄甲仙，但自1989年公告為保育類昆蟲至今，發現南部族群已不復見，現主要分布在北臺灣地區，目前觀察最南端為南投集集。因近年來本種於成蟲發生期期間，有越來越多觀察紀錄，再加上網路及GPS定位工具應用發達，應該會有更多的族群可望重新被記錄，未來可鼓勵應用GPS照相機及智慧型手機打卡功能，邀請民眾參與協助調查本物種之分布，以

建構更完整之族群分布圖。

- (2). 本種的棲地選擇位於低海拔地區，以鄰近雜木林林緣的烏桕為主，而在棲位的選擇上，則偏好停棲於26-30公分樹徑的烏桕上，高度則依樹高而異。因此未來在本種棲地管理的環境規劃，應朝兼具向陽植物（烏桕及白桕）與雜木林林緣相嵌的棲地型態的模式，同時棲地植物相也要朝多樣化種類經營。
- (3). 由於本種雌蟲除了產卵在烏桕及白桕外，也會飛至附近的雜木林產卵，因此經營管理也應包含週邊的雜木林區，由於若蟲很少於烏桕上被發現，由此推測若蟲應棲息於週邊的雜木林內，因此週邊環境應一併進行管理監測。
- (4). 在遺傳特徵分析中北部地區的樣本發現，雖然各族群間有分化現象，但本種具有的遺傳變異非常有限。臺北地區的族群擁有最多的基因單型，變異最大，可能是其它基因單型的變異來源。粒線體DNA核DNA的變異未有相對的一致性，有可能是各地族群間過去有基因交流的結果或者是各自累積的突變所致。遺傳的均質性也顯示白蠟蟬近期自臺北擴散出去的可能性，也說出了遺傳變異有限的族群目前正處於基因漂變的狀況，因此針對本種在遺傳變異有限的物種，未來應針對族群遺傳管理，持續監測族群間基因交流的情形，以避免族群自交的現象產生。此外，也應繼續蒐集目前樣本數較少區域的個體樣本，以推論出臺灣地區渡邊氏東方蠟蟬更正確的遺傳組成；另依COI的結果顯示，白蠟蟬具有很少的遺傳變異，序列變異並無地緣的關係，顯示臺灣的白蠟蟬可能是近期才擴散或遷移開來，此物種的演化歷史需收集其它地區的樣本，才有可能進一步推論，若能收到大陸地區的樣本，則更能推論目前的遺傳變異是因bottleneck effect或founder effect所造成。

- (5). 在計算野生族群豐度時，因本項評估標準可有2種不同的計算方式，可以平均族群大小或是以分布範圍，由專家依現有資料決定採用描述性基準或量化基準做為評估依據，由於2009年於計算本種時，尚無有較精確的數據資料來評估本種之族群豐度，故當時採取以描述性的基準，以分布範圍來計算，而本次的調查已較能估算出各族群之數量，因此採取量化基準來評估，雖然計算基準有所不同，但因有關保育類評估機制的建立，也仍須要累積更多的生物資料，才能更精準地進行評估及修正，故也建議有關保育類名錄，以及評估機制都應定期地檢視及調整，更重要地也要對相關的物種進行長期的監測，以累積更多的資訊。
- (6). 持續進行本種之野外族群監測，由於本種目前於保育類昆蟲評估機制的分數距離列入保育類名錄之分數僅差4分至5分，若在野生族群狀況有任何變動，面臨威脅因子增加，都有可以必須重回到保育類昆蟲行列，因此仍應就本種野生族群加強監測與管理。
- (7). 因本年度氣候異常，本種發生期較以往晚了一個多月，建議明年仍應持續監測物候變化對本種族群的影響。
- (8). 在本研究之野外觀察時也發現，若寄主植物上附生植物過於強勢，便會影響本種於植物上的棲息空間，調查中發現富陽自然生態公園的烏柏有多數被大型的黃金葛附生，因其莖會盤附於烏柏的樹莖上，自然也壓縮到蠟蟬的棲息空間，此點值得加強注意。

六、參考文獻

- 石正人。2001。臺灣昆蟲博覽會特展專輯。臺北市：國立臺灣博物館。
- 行政院農委會。1989。野生動物保育法規彙編。行政院農委會。
- 行政院農業委員會特有生物研究保育中心。2004。臺灣保育類野生動物圖鑑。行政院農業委員會。
- 花蓮縣野鳥學會。2002。悠遊山海間的動人風采、太魯閣國家公園蘇花公路沿線動物資源。內政部營建署太魯閣國家公園管理處。
- 吳永華。1996。被遺忘的日籍臺灣動物學者。臺中：晨星。pp 324。
- 吳靜婷。2003。屏東縣白賓山生態資源之初探。屏中學報，11：193-200。
- 林信輝，1996。水庫濱水帶應用植物手冊。經濟部水利署編印，35 頁。
- 黃復生。2002。海南森林昆蟲 北京：科學出版社。
- 楊平世。1998。臺灣昆蟲保育研究之發展及瀕危、珍稀保育類昆蟲簡介。動物園學報，10：57-78。
- 楊平世、李春霖。1994。烏石鼻海岸自然保護區昆蟲調查及解說之研究。臺灣省農林廳林務局保育研究系列 83-12 號。
- 楊平世、李春霖。1996。觀音海岸自然保護區昆蟲相調查及解說之研究。臺灣省農林廳林務局保育研究系列 85-06 號。
- 楊懿如。2002。太魯閣國家公園蘇花公路沿線動物資源調查暨解說文稿計劃。內政部營建署太魯閣國家公園管理處。
- 吳怡欣。2007。渡邊氏東方蠟蟬 *Pyrops watanabei* (Matsumura, 1913) 之保育生物學研究。行政院農業委員會林務局96年度科技計畫研究報告，96農科-11.2.3-務-el。
- 吳怡欣 楊平世。2009。臺灣昆蟲保育之發展。昆蟲與生物多樣性保育

- 研討會專刊-臺灣昆蟲學會特刊第13號，57-78pp.
- 梁愛萍。1998。關於東方蠟蟬屬 *Pyrops spinola* 的名稱問題(半翅目:蠟蟬總科:蠟蟬科)。動物分類學報 23(1):41-47.
- 陳瑋晨。2006。大臺北地區渡邊氏東方蠟蟬保育生物學之研究。臺北市立教育大學環境教育研究所碩士論文，103頁。
- 趙榮台、吳玟欣、楊曼妙。2009。臺灣保育類昆蟲的評估標準及「保育類野生動物名錄」的更新。昆蟲與生物多樣性保育研討會專刊-臺灣昆蟲學會特刊第13號。第11-28頁。
- 顏聖紘、楊平世。2000。保育類昆蟲(附CITES 附錄物種)鑑識參考圖冊。行政院農委會。112 頁。
- Ballard, J. W. O., and D. M. Rand. 2005. The population biology of mitochondrial DNA and its phylogenetic implications. *Ann. Rev. Ecol. Evol. Sys.* 36: 621–642.
- Clement, M., D. Posada, and K. A. Crandall. 2000. TCS: a computer program to estimate gene genealogies. *Mol. Ecol.* 9: 1657-1660.
- Emerson, B. C. 2002. Evolution on oceanic islands: Molecular phylogenetic approaches to understanding pattern and process. *Mol. Ecol.* 11: 951–966.
- Excoffier, L. and P. E. Smouse. 1994 Using allele frequencies and geographic subdivision to reconstruct gene trees within a species: molecular variance parsimony. *Genetics* 136: 343-359.
- Frankam, R., J. D. Ballou, and D. A. Barisco. 2002. Introduction to Conservation Genetics. Cambridge, Inc. New York. 617pp.
- Hall, T.A. 1999. Bioedit: a user-friendly biological sequences alignment [ed.], and analysis program for Windows 95/98/NT. *Nucleic Acid*

Symp. Ser. 41: 95–98.

International Commission on Zoological Nomenclature. (1954). Opinion 322. Validation, under the plenary powers, of the generic name: "Fulgora" Linnaeus, 1767 (Class Insecta, Order Hemiptera) and designation for the genus so named of a type species in harmony with current nomenclatorial practice. *Bull. zool. Nomen.*, 9(13): 185-208.

Tamura, K., J. Dudley, M. Nei, and S. Kumar. 2007. MEGA4: Molecular evolutionary genetics analysis (MEGA) software version 4.0. *Mol. Biol. Evol.* 24: 1596–1599.

Wan, Q. H., H. Wu, T. Fujihara, and S. G. Fang. 2004. Which genetic marker for which conservation genetics issue. *Electrophoresis* 25: 2165–2176.

表 1. 渡邊氏東方蠟蟬(*Pyrops watanabei*)文獻調查資料

縣市	調查地點	調查日期	資料來源
桃園	小烏來	1987-SEP.-3	中興大學標本館
臺北市	shirin (士林)	1932	行政院農委會農業試驗所
臺北市	內湖 (大崙尾、金湖路、內溝、金面山)	2005-2006	陳, 2006
臺北市	北投 (龍鳳谷、貴子坑)	2005-2006	陳, 2006
臺北市	士林	2005-2006	陳, 2006
臺北市	文山 (動物園)	2005-2006	陳, 2006
臺北市	信義區 (象山)	2005-2006	陳, 2006
臺北市	大安區 (富陽森林公園)	2005-2006	陳, 2006
臺北市	南港區	2005-2006	陳, 2006
新北市	新店區 (烏來)	2005-2006	陳, 2006
新北市	汐止區	2005-2006	陳, 2006
新北市	三峽區	2005-2006	陳, 2006
新北市	石門區	2005-2006	陳, 2006
新北市	坪林區	2005-2006	陳, 2006
新北市	深坑區	2005-2006	陳, 2006
新北市	土城區	2005-2006	陳, 2006
新北市	石碇區	2005-2006	陳, 2006
新北市	八里區	2005-2006	陳, 2006
臺北市	臺北市立動物園	2007(21 隻)	吳, 2007
臺北市	臺北市立動物園	2006(49 隻)	吳, 2007
臺北市	臺北市	2006(8 隻)	吳, 2007

	淡水交界		
臺北市	淡水 (忠愛街)	2007(5 隻)	吳，2007
臺北市	北投 (臺北藝術大學)	2007(5 隻)	吳，2007
臺北市	北投(登山路)	2006(15 隻)	吳，2007
臺北市	北投(貴子坑)	2006(4 隻)	吳，2007
臺北市	富陽森林公園	2007(1 隻)	吳，2007
臺北市	福德公墓	2007(1 隻)	吳，2007
臺北市	象山	2006(6 隻)	吳，2007
臺北市	中強公園	2006(5 隻)	吳，2007
臺北市	臺北市 (中強公園)	2007(3 隻)	吳，2007
臺北市	臺師大分部 (臺北市汀州路)	2007(1 隻)	吳，2007
新北市	石門	2006(1 隻)	吳，2007
新北市	金山	2006(5 隻)	吳，2007
桃園縣	石門水庫	5200(7 隻)	吳，2007
新竹縣	竹東	2007(12 隻)	吳，2007

	(寶山水庫)		
苗栗縣	造橋	2006(6 隻)	吳，2007
苗栗縣	造橋	2007(3 隻)	吳，2007
南投縣	埔里	2007(1 隻)	吳，2007
宜蘭縣	頭城農場	2006(6 隻)	吳，2007

表 2. 各樣區記錄有渡邊氏東方蠟蟬(*Pyrops watanabei*)之寄主植物與全區寄主植物數之比例

調查地點	觀測寄主植物/全區寄主植物數	
動物園	84.4%	45
貴子坑	7.76%	116
北投登山路	57.1%	7
中強公園	57.1%	7
象山步道	100%	1
福州山公園	46.7%	15
富陽公園	40%	10
內湖金湖路	8.1%	111
北藝大	9%	11
石門水庫	100%	2
大溪大灣坪	100%	1
寶山水庫	56.7%	51
造橋	25%	8

表 3. 渡邊氏東方蠟蟬(*Pyrops watanabei*)棲息環境週邊之植物種類

樹種名	學名	科名	是否發現卵塊
烏柏	<i>Sapium sebiferum</i>	大戟科 Euphorbiaceae	◎
白柏	<i>Sapium discolor</i>	大戟科 Euphorbiaceae	◎
白袍子	<i>Mallotus paniculatus</i>	大戟科 Euphorbiaceae	◎
血桐	<i>Macaranga tanarius</i>	大戟科 Euphorbiaceae	◎
野桐	<i>Mallotus japonicus</i>	大戟科 Euphorbiaceae	◎
食茱萸	<i>Zanthoxylum ailanthoides</i>	芸香科 Rutitaceae	
賊仔樹	<i>Tetradium glabrifolium</i>	芸香科 Rutitaceae	
相思樹	<i>Acacia confusa</i>	豆科 Fabaceae	◎
江某	<i>Schefflera actophylla</i>	五加科 Araliaceae	
黃絲風鈴木	<i>Tabebuia chrysotricha</i>	紫葳科 Bignoniaceae	◎
鐵東青	<i>Ilex rotunda</i>	冬青科 Aquifoliaceae	◎
正榕	<i>Ficus microcarpa</i>	桑科 Moraceae	◎
構樹	<i>Broussonetia papyrifera.</i>	桑科 Moraceae	◎
水同木	<i>Ficus fistulosa</i>	桑科 Moraceae	
杜英	<i>Elaeocarpus decipiens</i>	杜英科 Elaeocarpaceae	◎
臺灣欒樹	<i>Koelreuteria elegans</i>	無患子科 Sapindaceae	◎
香楠	<i>Machilus zuihensis</i>	樟科 Lauraceae	◎
紅楠	<i>Machilus thunbergii</i>	樟科 Lauraceae	◎
樟樹	<i>Cinnamomum camphora</i>	樟科 Lauraceae	
水黃皮	<i>Pongamia pinnata</i>	蝶形花科 Fabaceae	◎

表4、渡邊氏東方蠟蟬(*Pyrops watanabei*)採集資料

編號	採集點	編號	採集點	編號	採集點
Fwat 1	Taipei zoo 2006/06/27	Fwat 36	北投 03	Fwat 71	臺北中強公園 2011/08/22
Fwat 2	Taipei zoo 2006/08/7	Fwat 37	中 01	Fwat 72	臺北中強公園 2011/08/22
Fwat 3	臺北淡水 2006/08/7	Fwat 38	中 02	Fwat 73	臺北象山步道 2011/08/22
Fwat 4	臺北淡水 2006/08/7	Fwat 39	中 03	Fwat 74	臺北象山步道 2011/08/22
Fwat 5	臺北淡水 2006/08/9	Fwat 40	Fu1	Fwat 75	臺北象山步道 2011/08/22
Fwat 6	臺北淡水 200/08/9	Fwat 41	師大 2007♀	Fwat 76	臺北象山步道 2011/08/22
Fwat 7	臺北淡水 2006/08/9	Fwat 42	TP zoo 2007-7-3♀	Fwat 77	臺北象山步道 2011/08/22
Fwat 8	臺北北投 2006/08/9	Fwat 43	埔里 2007-6-13♀	Fwat 78	臺北象山步道 2011/08/22
Fwat 9	臺北北投 2006/08/9	Fwat 44	中國大陸	Fwat 79	臺北福州山公園 2011/08/22
Fwat 10	臺北北投 2006/08/9	Fwat 45	中國大陸	Fwat 80	臺北福州山公園 2011/08/22
Fwat 11	臺北中強公園 2006/08/22	Fwat 46	造橋 01♂	Fwat 81	臺北福州山公園 2011/08/22

Fwat 12	臺北中強公園 2006/08/22	Fwat 47	造橋 02♀	Fwat 82	臺北福州山公園 2011/08/22
Fwat 13	臺北象山 -2006/08/22	Fwat 48	富德公墓	Fwat 83	臺北福州山公園 2011/08/22
Fwat 14	宜蘭頭城 2006/08/-27	Fwat 49	石門水庫 01	Fwat 84	臺北福州山公園 2011/08/22
Fwat 15	宜蘭頭城 2006/08/27	Fwat 50	石門水庫 02♀	Fwat 85	臺北福州山公園 2011/08/22
Fwat 16	臺北富陽公園 -2006	Fwat 51	石門水庫 03♀	Fwat 86	臺北福州山公園 2011/08/22
Fwat 17	TP zoo 007-AUG-31♂	Fwat 52	石門水庫 04	Fwat 87	臺北福州山公園 2011/08/22
Fwat 18	TP zoo 2007/08/31♂	Fwat 53	石門水庫 05♀	Fwat 88	臺北北投 2011/08/23
Fwat 19	TP zoo 2007/08/31♀	Fwat 54	石門水庫 2011/08/14	Fwat 89	臺北北投 2011/08/23
Fwat 20	TP zoo 2007/08/31♀	Fwat 55	石門水庫 2011/09/05	Fwat 90	臺北北投 2011/08/23
Fwat 21	TP zoo 2007/08/31♀	Fwat 56	苗栗造橋 2011/09/05	Fwat 91	臺北北投 2011/08/23
Fwat 22	TP zoo 2007/08/31♂	Fwat 57	苗栗造橋 2011/09/05	Fwat 92	臺北北投 2011/08/23
Fwat 23	Taipei zoo 2007/08/21	Fwat 58	苗栗造橋 2011/09/05	Fwat 93	臺北北投 2011/08/23
Fwat 24	TP zoo 2007/08/31	Fwat 59	苗栗造橋	Fwat 94	臺北北投

			2011/08/14		2011/08/23
Fwat 25	TP zoo 2007/08/31	Fwat 60	苗栗造橋 2011/08/14	Fwat 95	臺北北投 2011/08/23
Fwat 26	竹東♀	Fwat 61	苗栗造橋 2011/08/14	Fwat 96	臺北北投 2011/08/23
Fwat 27	竹東 153♂	Fwat 62	苗栗造橋 2011/08/14	Fwa t97	臺北北投 2011/08/23
Fwat 28	竹東 157♂	Fwat63	寶山水庫 2011/09/02	Fwat98	臺北北投 2011/08/23
Fwat 29	竹東 159♂	Fwat64	寶山水庫 2011/09/02	Fwat99	臺北北投 2011/08/23
Fwat 30	竹東 167♂	Fwat65	寶山水庫 2011/09/02	Fwat100	臺北北投 2011/08/23
Fwat 31	臺北淡水 1	Fwat66	寶山水庫 2011/09/02	Fwat101	臺北淡水 2011/08/25
Fwat 32	臺北淡水 2	Fwat67	寶山水庫 2011/09/02	Fwat102	臺北內湖 2011/08/31
Fwat 33	臺北淡水 3	Fwat68	寶山水庫 2011/09/02	Fwat103	臺北內湖 2011/08/31
Fwat 34	臺北北投 01	Fwat69	寶山水庫 2011/09/02	Fwat104	臺北內湖 2011/08/31
Fwat 35	臺北北投 02	Fwat70	臺北中強公園 2011/08/22	Fwat105	臺北內湖 2011/08/31

表 5、PCR 反應使用的引子

名稱	序列	標的
ITS2U5.8S1	CGGTGGATCACTYGGCTC	+ 蠟蟬 及 葉蟬
ITS2D28S	GTTRKTTTCTTTTCCTCCSC	
COImF	CAACAYTTRTTYTGATTYTTTGG	- 蠟蟬 及 葉蟬
COImR	TCCTARAAARTGTTGDGGAA	
		+ 蠟蟬
		- 蠟蟬

表 6、以 AMOVA 分析 *Pyrops watanabei* 群內及群間的 ITS2 基因型

Source of variation	Variance components	Percentage variation
Among populations	0.4320	86.43
Within populations	0.0679	13.58
Total	0.4999	

Average Fst: 0.8642

表 7、以 AMOVA 分析 *Pyrops watanabei* 群內及群間的 COI 基因型

Source of variation	Variance components	Percentage variation
Among populations	0.3876	81.14
Within populations	0.0901	18.86
Total	0.4777	

Average Fst: 0.81136

表 8. 渡邊氏東方蠟蟬(*Pyrops watanabei*)依新的保育評估項目之配分

評估項目	2009 配分	2011 配分
1.野生族群狀況 (Status):20 分		
A. 野生族群分布 (Geographical distribution)	2	2
B. 野生族群豐度 (Abundance)	2	3
C. 野生族群趨勢 (Population trend)	1	1
D. 野生族群數目 (Number of populations)	1	1
2.特殊性 (Distinctiveness) : 5 分		
特有性 (Endemism)	1	1
3.面臨威脅(Threat) : 30 分		
A. 棲地受法令保護狀況 (Habitat conservation)	6	6
B. 採集或干擾壓力 (Collecting or interfering pressure)	2	2
C. 棲地消失速度 (Habitat loss)	2	2
4.易受害程度(Vulnerability) : 20 分		
A. 棲地與攝食專一性 (Habitat and/or diet specialty)	5	3
B. 生殖或行為的特性 (Reproductive and/or behavioral features)	3	3

C. 完成生活史的特殊需求	3	3
D. 人工飼育情形 (Captive breeding)	3	3
5.價值(value)：15分		
A. 當地居民文化價值 (Local culture value)	1	1
B. 社會價值 (social value)	3	3
C. 國際評價 (International evaluation)	1	1
總分	36	35

附圖： 樣區、生物照片或工作情形照片



圖 1. 渡邊氏東方蠟蟬雌蟲(左)與雄蟲

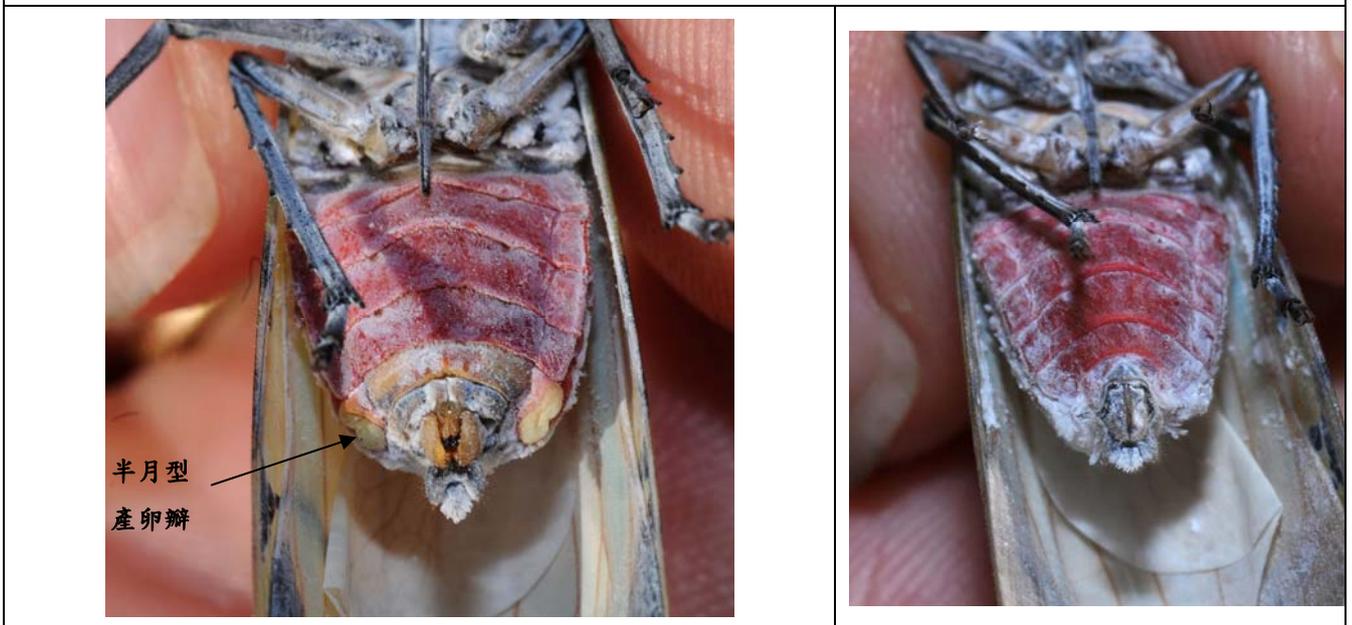


圖 2. 渡邊氏東方蠟蟬雌蟲(左)與雄蟲



圖 3-1. 未塗蠟之
卵塊.



圖 3.-2. 渡邊氏東方蠟蟬卵塊(左未孵化；右已孵化)



圖 4. 渡邊氏東方蠟蟬一齡



圖 5. 渡邊氏東方蠟蟬二齡



圖 6. 渡邊氏東方蠟蟬三齡



圖 7. 渡邊氏東方蠟蟬四齡



圖 8. 渡邊氏東方蠟蟬五齡



圖 9. 渡邊氏東方蠟蟬羽化



圖 10. 渡邊氏東方蠟蟬交尾



圖 11. 渡邊氏東方蠟蟬產卵



渡邊氏東方蠟蟬樣區-圖 12. 動物園樣區-猴島



渡邊氏東方蠟蟬樣區-圖 13. 動物園樣區-環園道路



圖 14. 動物園樣區-溼地生態池



圖 15. 動物園樣區-溫帶動物區



圖 16. 富陽森林公園樣區



圖 17. 福州山公園樣區



圖 18. 貴子坑樣區



圖 19. 中強公園樣區

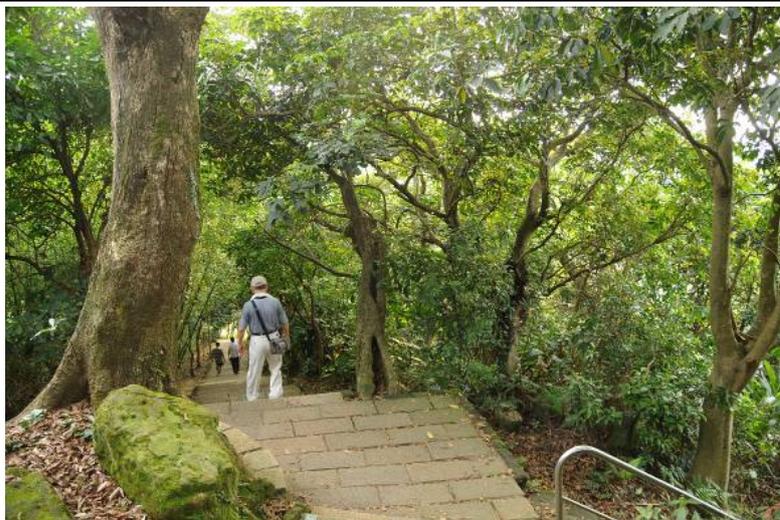


圖 20. 象山步道樣區

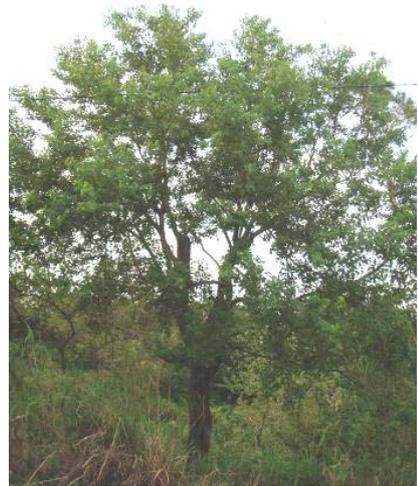


圖 21. 寶山水庫樣區



圖 22. 石門水庫樣區



圖 23. 苗栗造橋樣區



圖 24. 宜蘭頭城農場



圖 25. 清華大學蝴蝶園(左);東方蠟蟬棲息在山豬肉上(右)

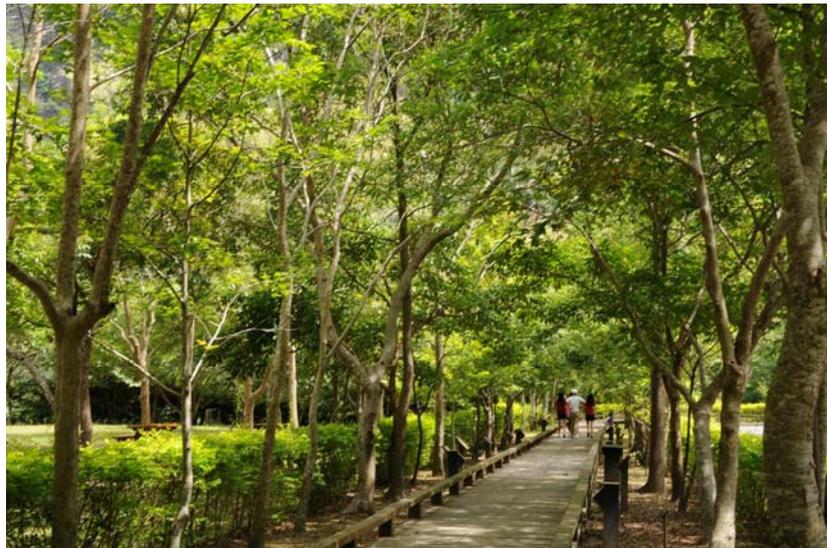


圖 26. 太魯閣國家公園布洛灣



圖 27. 太魯閣國家公園布洛灣(左);綠水 (右)



圖 28. 石門水庫白柏上之白蠟蟬



圖 29. 2011 渡邊氏東方蠟蟬野外調查分布圖



圖 30. 2006 年~2007 年與 2011 年渡邊氏東方蠟蟬野外調查分布記錄之比較圖

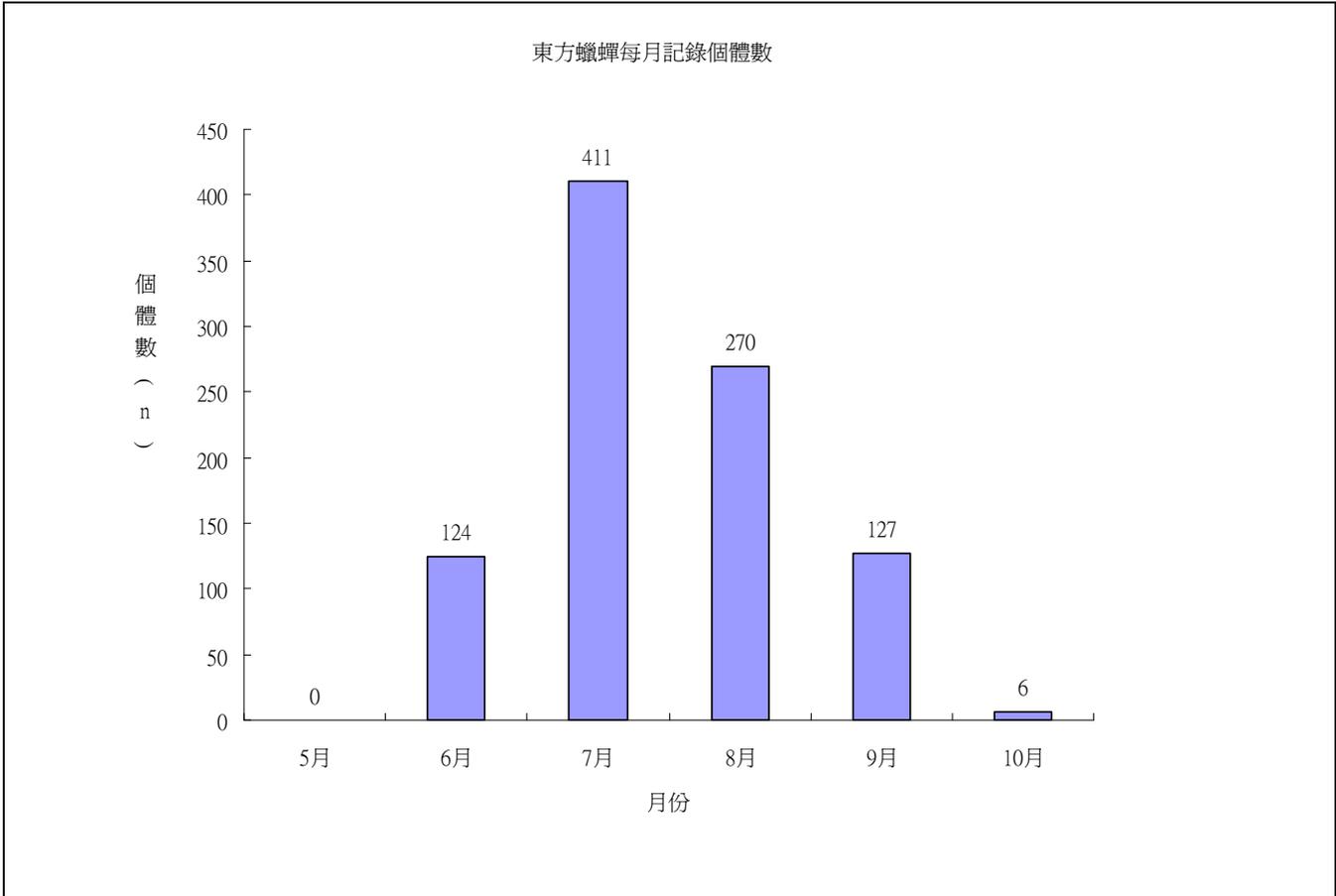


圖 31. 2011 年 5-10 月渡邊氏東方蠟蟬數量比較圖

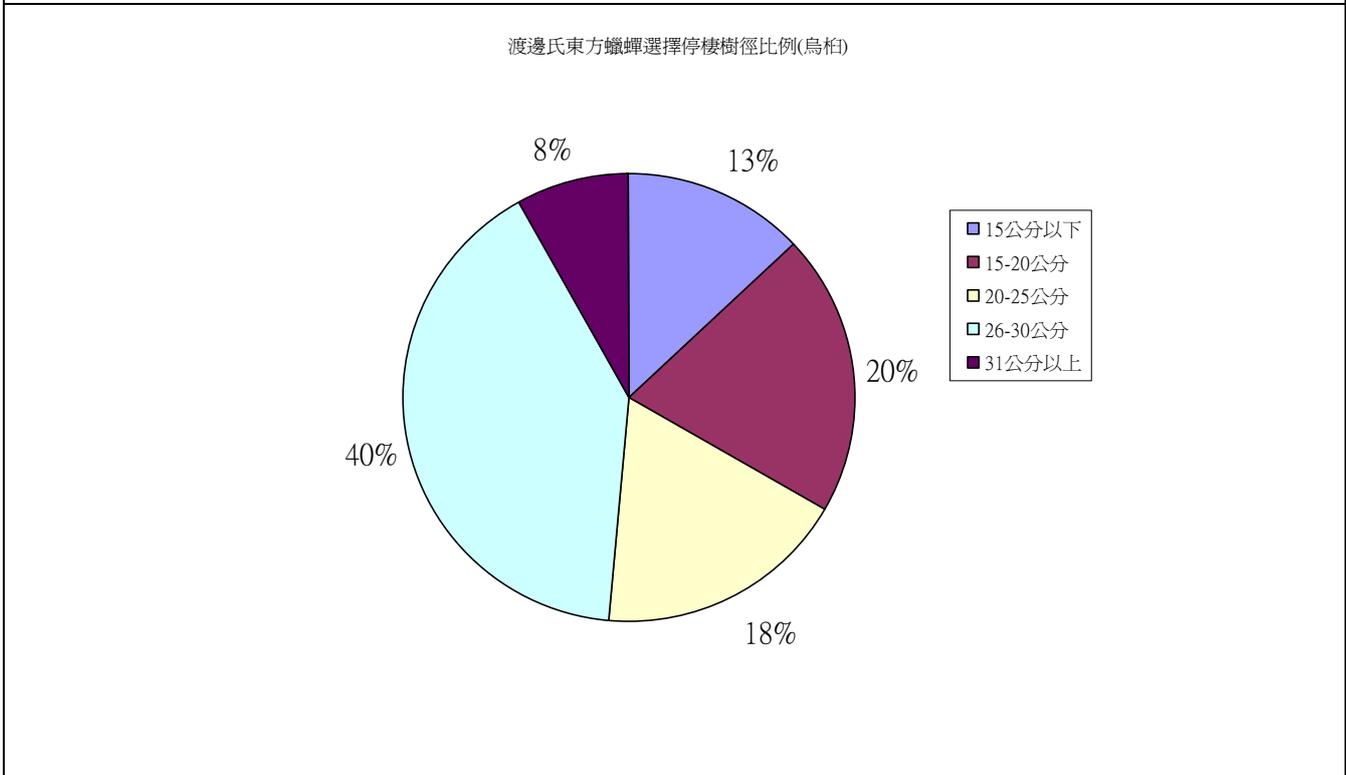


圖 32. 渡邊氏東方蠟蟬選擇停棲樹徑比例(烏桕)

渡邊氏東方蠟蟬停棲高度比例

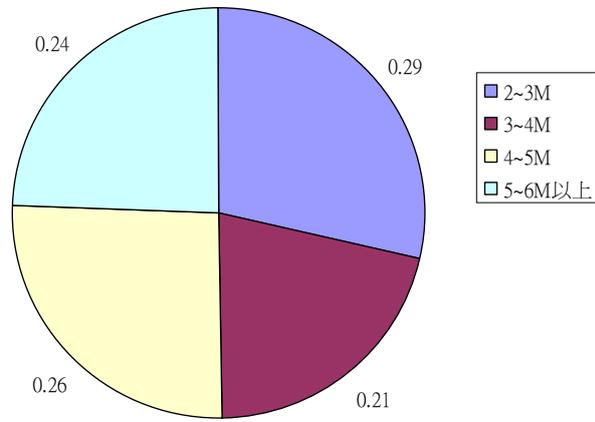


圖 33. 渡邊氏東方蠟蟬選擇停棲高度位置(烏柏)



圖 34. 白柏 (*Sapium discolor*)



圖 35. 烏柏 (*Sapium sebiferum*)

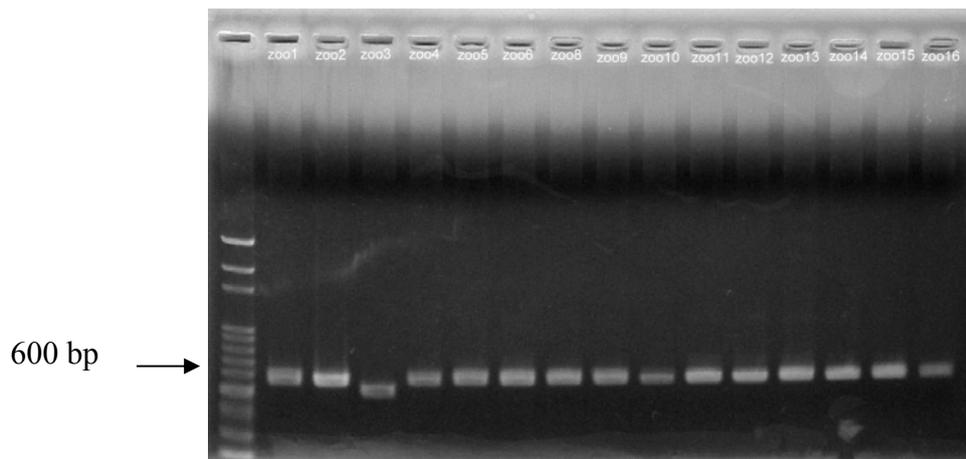


圖 36. 部分樣本 ITS2 DNA 片段複製後的回收情形。

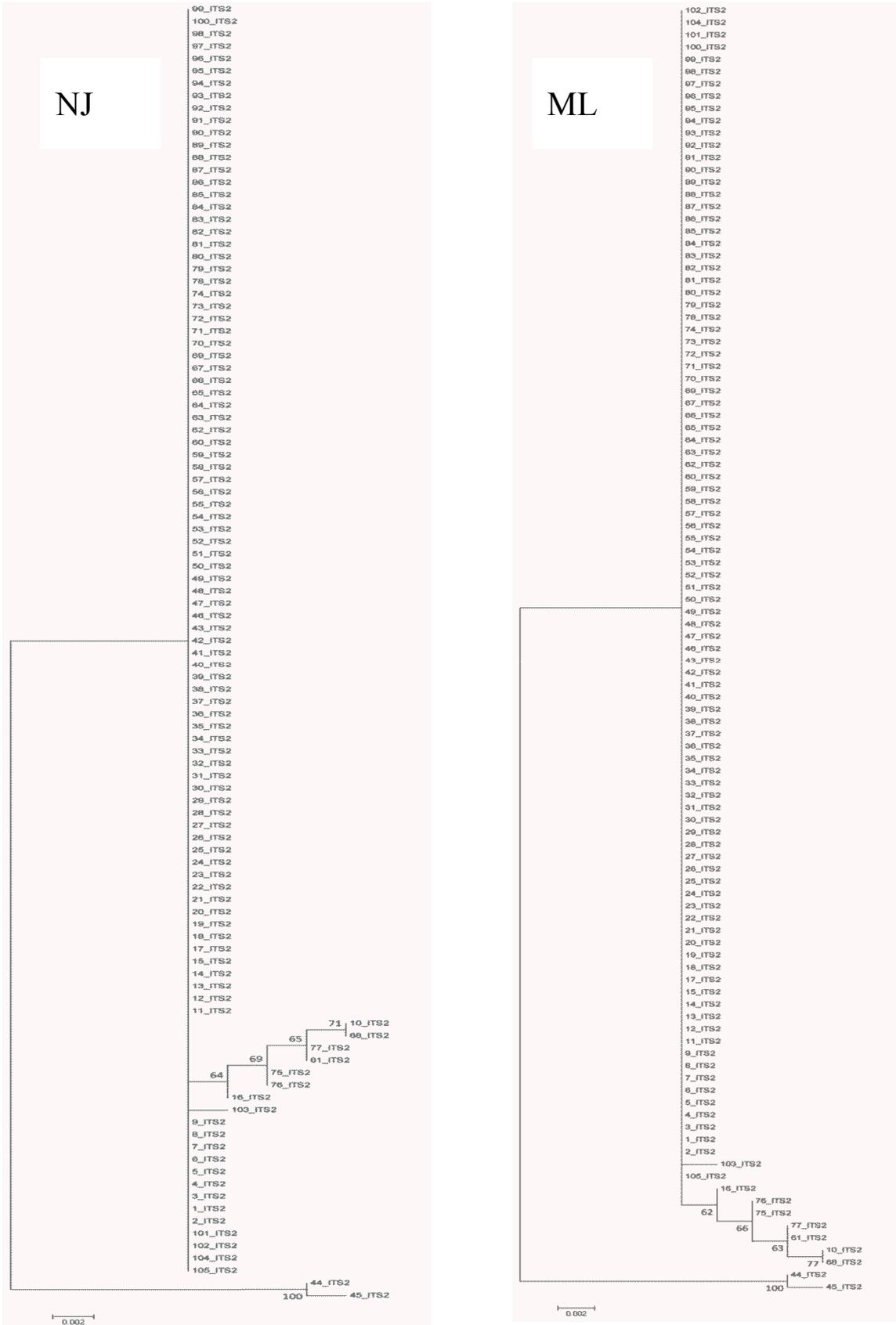


圖 37.以 Neighbor Joining(左)及 Maximum likelihood(右)分析 ITS2 序列所推行的親緣關係樹。Neighbor Joining 分析法是採用 p-distance 運算模式，Maximum likelihood 是採用 GTR 序列變異模式，刻度皆為 0.002 差異度。

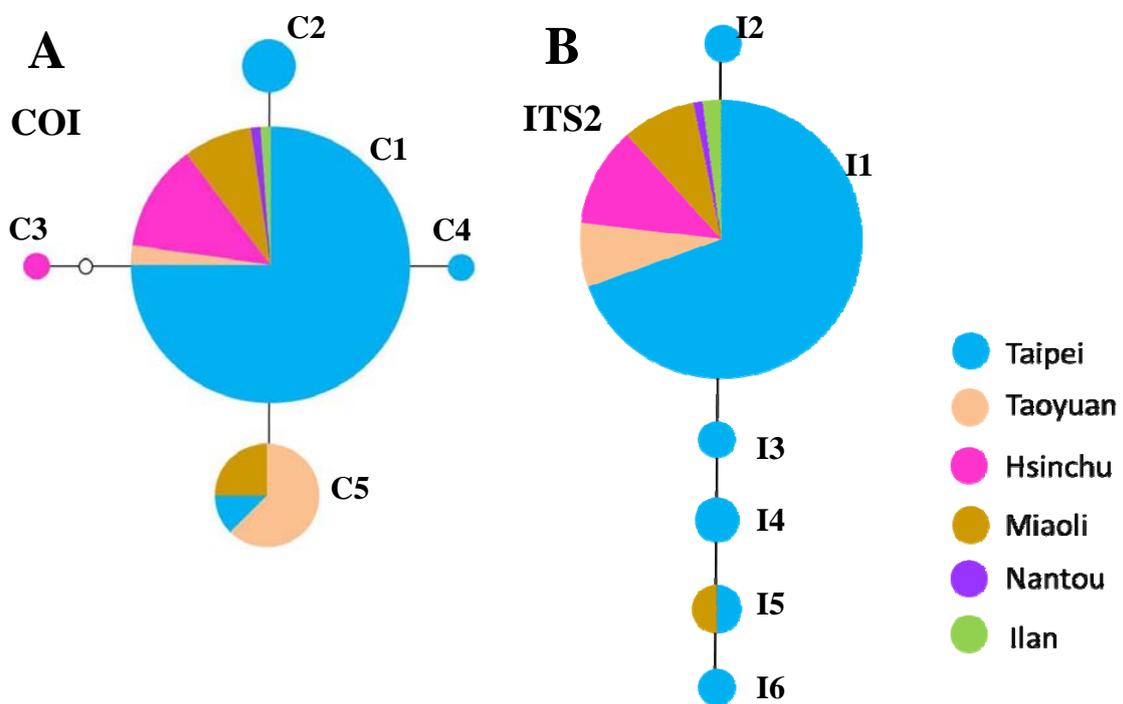


圖 38.以 105 隻 *Pyrops watanabei* 樣本的 COI 及 ITS2 序列所繪成的巢狀分析圖。不同顏色代表不同採集地，圓圈旁的代號代表基因型，COI:C1~C5, ITS2: I1~I6。

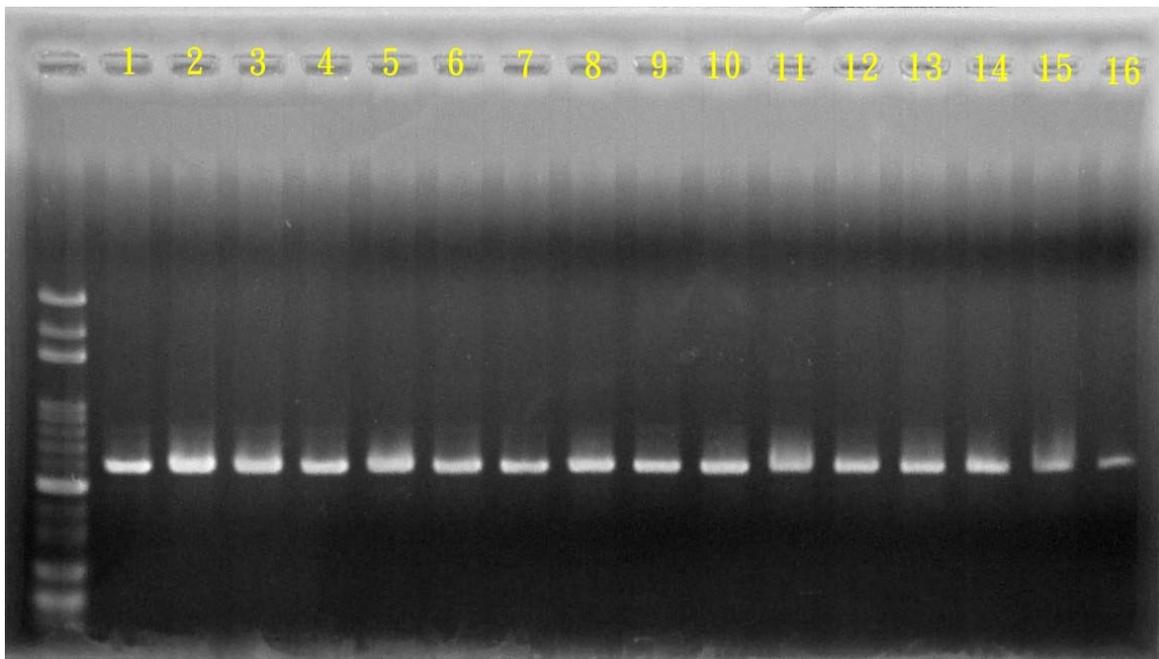


圖 39. 部分樣本 COI DNA 片段複製後的回收情形。

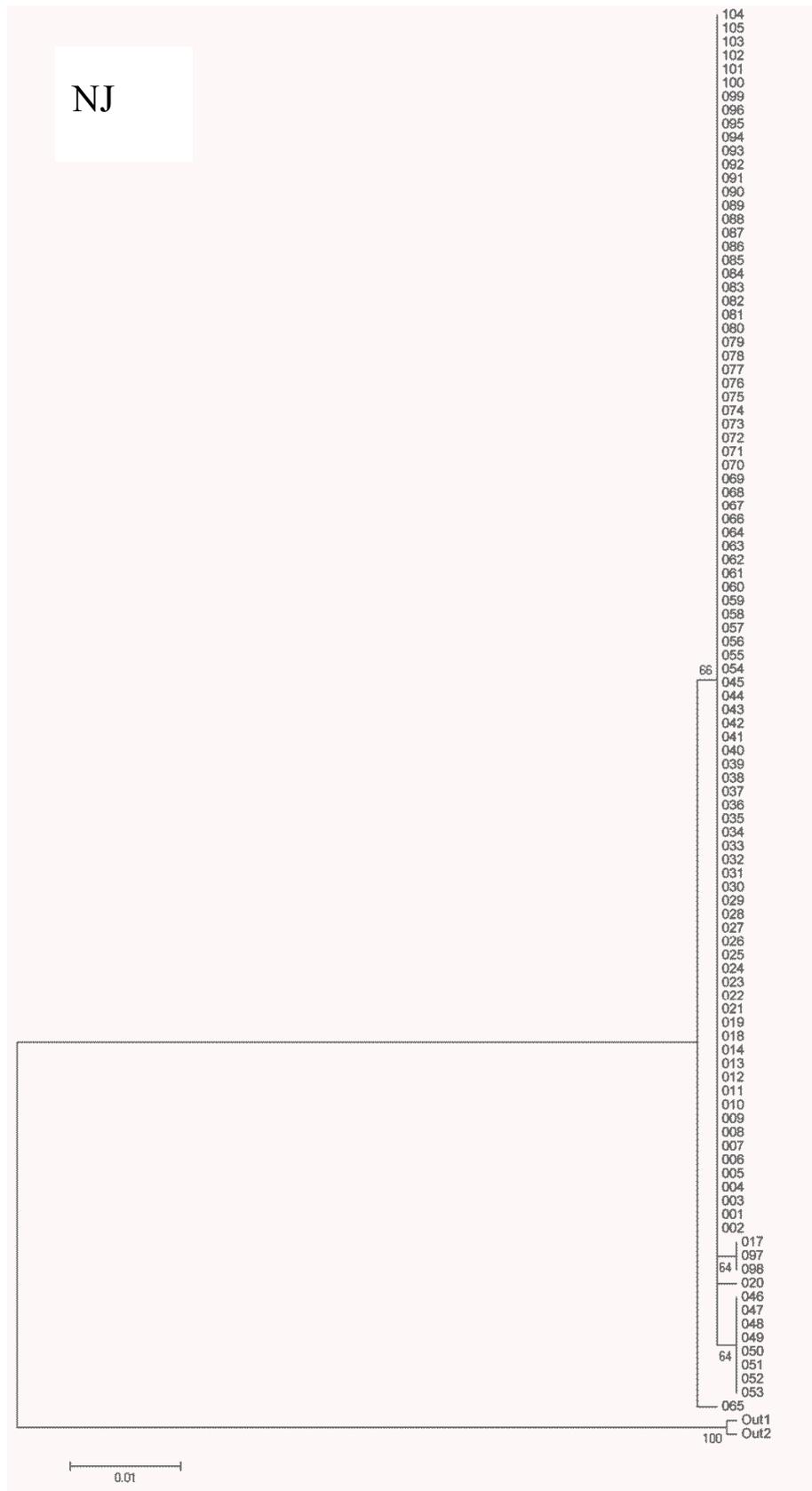


圖 40、運用 p-distance 運算模式分析 COI 序列，再經 Neighbor-Joining 群聚法推導之親緣關係樹，刻度為 0.02 差異度。

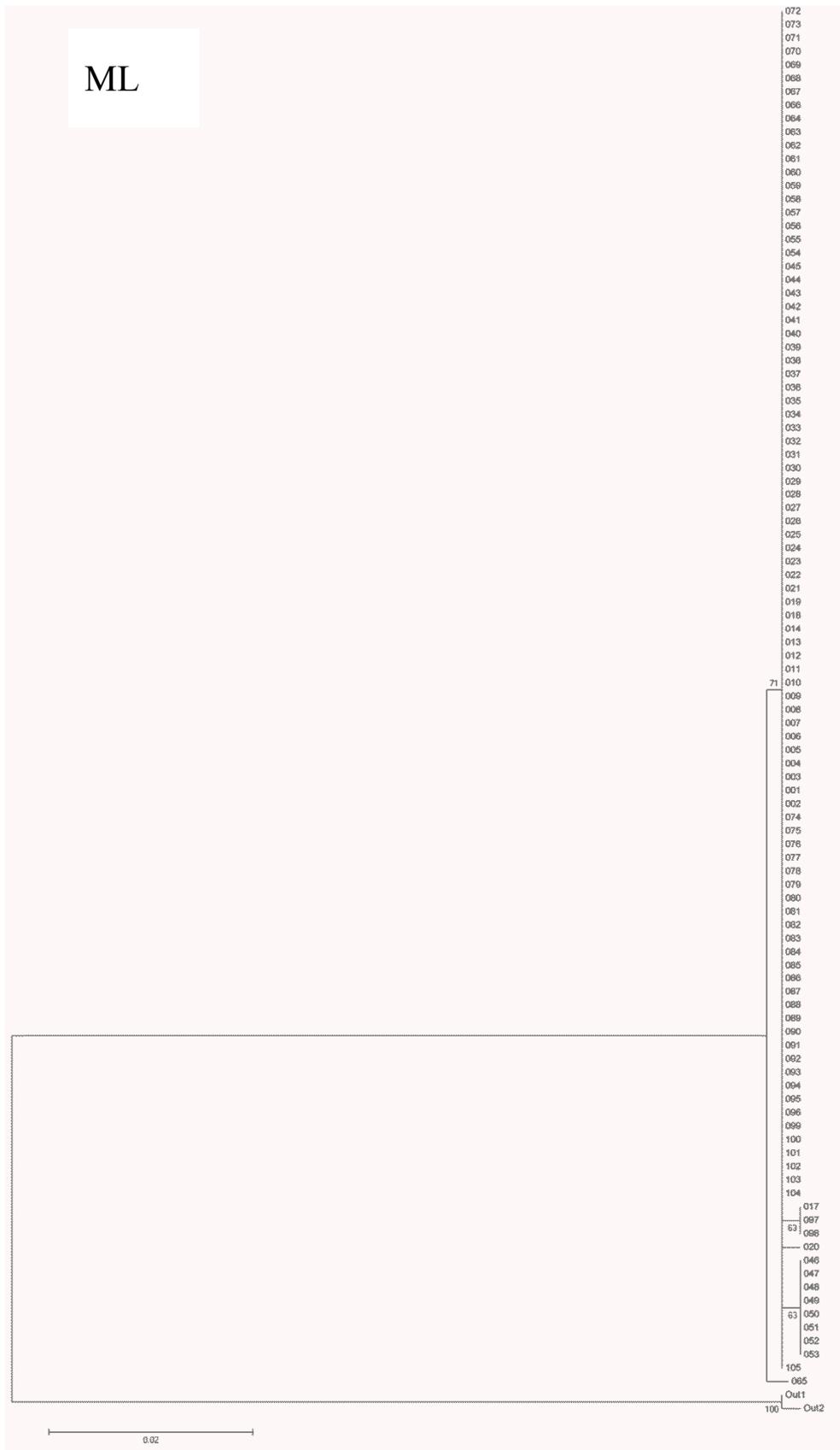


圖 41、運用 Maximum Likelihood 分析法推演 COI 序列的親緣關係樹。序列變異模式為 GTR，刻度為 0.02 差異度。

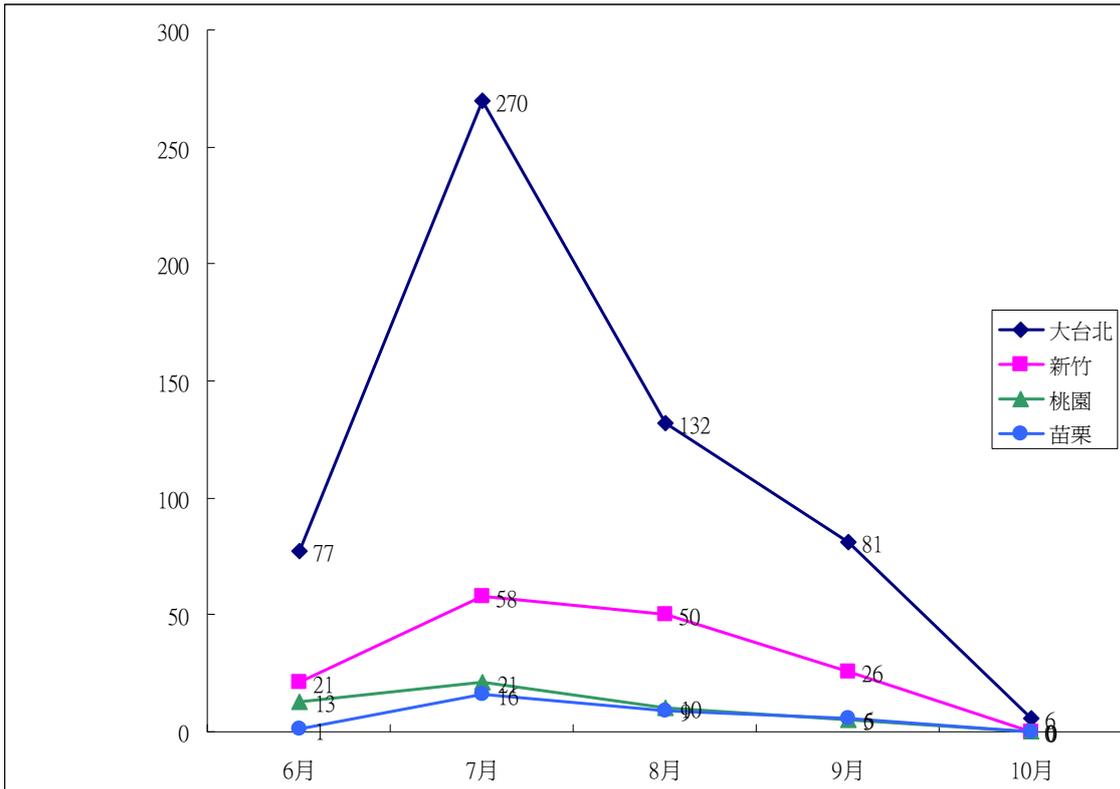


圖 42. 2011 年度邊氏東方蠟蟬於各行政區之每月數量之動態變化

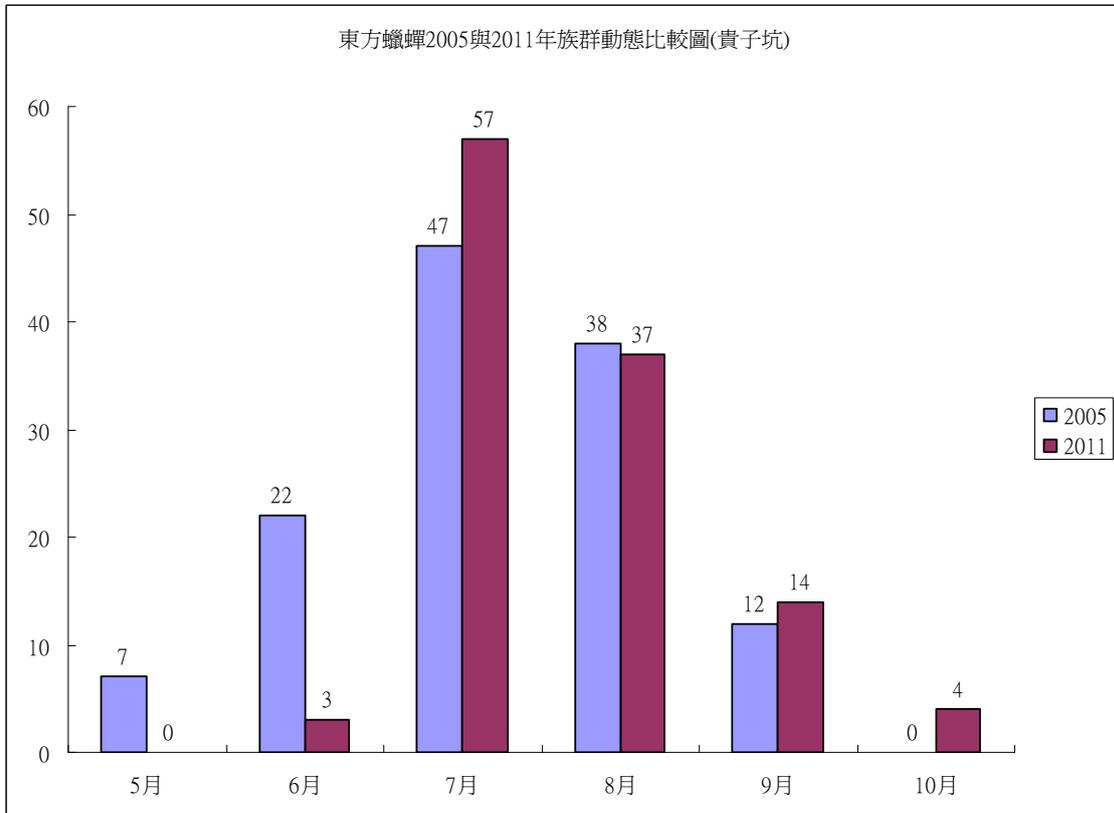
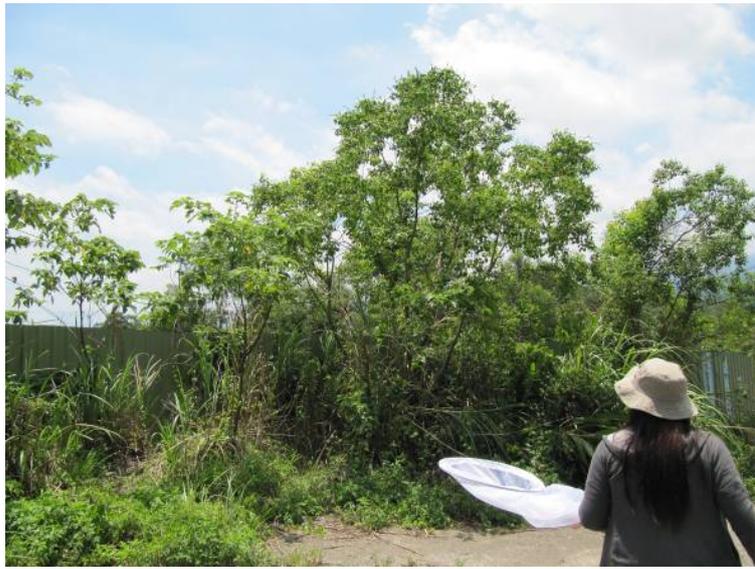


圖 43. 2005 與 2011 年度邊氏東方蠟蟬於貴子坑樣區之數量動態變化

附錄：工作照片



工作照片(寶山水庫)



工作照片(寶山水庫)



工作照片(寶山水庫)



工作照片(宜蘭頭城)



工作照片(南澳)



福州山公園有專責管理單位



渡邊氏東方蠟蟬群聚



渡邊氏東方蠟蟬卵塊及棲息位置

期中報告委員審查意見辦理情形表

期中簡報委員意見回覆表

審查委員	審查意見	意見回覆
楊曼妙 委員	1. 肯定此計畫之意義必在昆蟲保育監測的價值。	感謝委員支持。
	2. 至期中調查有初步結果，顯示臺灣北部地區原有分布之族群仍在，未有消失情形，但「有發生」與「族群未下降」，並不是同一回事，目前調查是否有考量如何界定？	在期末報告中有針對目前所記錄到的族群數及族群量與歷史資料進行比較，以確認族群數量的變化，同時也持續監測本種之族群變動情形，詳見期末報告第 29-30 頁。
	3. 如果在監測調查時能同時建立更多的生物資訊如雌雄蟲的產卵數(卵塊數或卵粒/卵塊及總產卵數)等生殖資訊、雌雄比例等，將有助於更深入瞭解，甚至發展更適宜之量化基準，以利推論與比較。	已在期末報告中增加本項資訊與調查紀錄，詳見期末報告第 10 及 19 頁。
	4. 今年的特殊氣候現象確實反應出昆蟲發生延遲(約一個月)的現象，若能繼續監測，或可更明確詮釋此蟲的族群變化。	依委員意見辦理，未來將持續保持監測。
	5. 報告在中英文的表達之通暢與明確性，以及文獻與格式的正确性與一致性，仍有很大改進空間，期能在期末報告中改進。	已期末報告中改進。

顏聖紘 委員	1. 本種之有效學名為 <i>Pyrops watanabei</i> ，請統一使用。	已於期末報告中修正。
	2. 摘要之冗局較多，請著重於方法與成果上。	已於期末報告中改進。
	3. 粗資料不需要完全呈現，但需要統計分析成果的呈現。	已於期末報告中改進。
	4. 對於人為擴散的推測缺乏根據。	已於期末報告中改進。
	5. 欠缺對干擾因子的設計，因此無法瞭解人為活動對其族群的影響。	因本計畫著重於監測，若於計畫中設計干擾因子，恐對野外族群造成影響，未免對本種造成干擾，盡量以蒐集資訊及調查現況為主，有關人為活動對之影響，已於期末報告中加強說明，詳見期末報告第 34-35 頁。
	6. 親緣關係使用的方法有誤，缺乏外群。	因目前尚無法取得本種大陸或香港的樣本，僅能以現有的龍眼雞進行分析，希望未來能取得大陸或香港的樣本。 有關遺傳多樣性部份，已於期末報告重新進行分析。

	7. 是否應說明棲地依戀性，老樹保護與保護此昆蟲的關係，進而提供保育或監測策略的依據。	已於期末報告中加強說明，詳見期末報告第 20-23 頁。
夏榮生委員	1. 請於本報告中提供此蟲生態資訊供參。	已於期末報告中補充說明，詳見期末報告第 7-10 頁。
	2. 請問有無研究資訊對於烏柏、白柏所分泌之汁液中，何種成分吸引此蟲吸食？	已於期末報告中補充說明，詳見期末報告第 21 頁。
	3. 有關調查樣區的大小及區域內烏柏的數量與此蟲分布數量是否有其相對性，若有一整理會使在族群數量統計上更具有意義。	已於期末報告中補充說明，詳見期末報告第 20-23 頁。
	4. 表三很多項目所呈現的橫縱座標及日期皆一致，是否表示為卵塊、群聚在一起或是有其他意義？	因本種有群聚性，故多數個體會在同一個座標點及同一日期出現，此部分呈現方式已於期末報告重新調整。
	5. P. 29 圖雌雄分辨解說請再補充。	已於期末報告中補充說明，詳見期末報告第 7 頁。
林國彰科長	1. 請再加強此蟲族群「監測」之呈現。	已於期末報告中加強說明，詳見期末報告第 19, 29 頁。
	2. 中英文摘要中有差異及錯誤，請修正。	已於期末報告中修正。
	3. 請補充在 98 年修正為一般類野生動物之前後的野外族群差	已於期末報告加強說明，詳見期末報告第 34 頁。

	異，及這其中與人為捕捉是否有關。	
	4. 請於期末報告時加強保育建議及策略。	已依委員意見加強說明，詳見期末報告第 35 頁。
	5. 請在報告中提供引用文獻。	已於期末報告中補充。

期末報告委員審查意見辦理情形表

期末簡報委員意見回覆表

審查委員	審查意見	意見回覆
楊曼妙委員	6. 期末報告已較期中報告改進很多，唯內文格式與寫法的正確性及一致性有許多仍待修訂處，已標註在內文內，請修訂。	已彙整修正。
	7. 資料處理的一致性與適宜性亦待改進，如以平均值與變異的呈現，在不同階段體長的呈現均應給多等等。	已於結案報告修正。
	8. 分子分析有初步成果，但因受限於樣本數，直接推論臺北族群變異最大是否太早太絕對了。	各地樣本數雖沒有臺北多，但以分析的數量上尚足，目前也僅就現有的資訊所顯示的結果所做的推論，仍待未來進行更進一步的研究。
	9. 保育評估配分重新計算，並與2009 資料比較，可提供清楚的資訊，總分雖有下降1分，若納入遺傳變異，是否會有差異，此項資料的完整性可提供未來保育名單重審，甚至評估表格的再修訂參考。	已於結案報告說明，詳見 P36。
	10. 本研究提供許多有用資料，如寄主利用、棲地需求等，可做為主管單位保育策略之參考；尤其此處顯示雜木林棲地保留等資訊，對於昆蟲保育尤為重要。	已提供建議供主管機關參考。

顏聖紘委員	8. 計畫英文請再修正為 Population monitoring of <i>Pyrops wawatanabei</i> after its removal from the protected species list。	已於結案報告修正。
	9. 蠟蟬現屬半翅目，請修正。	已於結案報告修正。
	10. 英文摘要文法錯誤，請修正。	已於結案報告修正。
	11. 報告的縮排與排列應一致。	已於結案報告修正。
	12. 寄主植物與產卵植物定義不明。	已於結案報告修正說明。
	13. 圖說與表說不夠明確。	已於結案報告修正。
	14. 文字敘述冗長，建議以圖表表示。	已於結案報告修正。
夏榮生委員	6. 全文修正臺-臺；記錄-紀錄，部分，月份。	已於結案報告修正。
	7. 相關圖與內文應一致： P7 與圖 1：外部形態。 P19 內文調查數量有 9 月 10 月資料，惟圖 31 未顯示。 P9 第四齡資料增列。	已於結案報告修正。
	8. p32 重新評估是否列入保育類名錄之基準與 2009 評估時之角度與立場一致，如本報告中野生族群豐度一項，2009 年為 2 分，2011 年為 3 分，仍因基準點不同，建議應採同一基準評分，而另於內文述說該物種於再檢討評分基準時可調整之理由。	已於結案報告說明，詳見 P36。