

台江國家公園管理處委託辦理計畫

「104 年台江國家公園昆蟲資源調查、保育發展規劃
及生態資源圖冊製作委託辦理計畫」
成果報告



執行單位：國立臺南大學

計畫主持人：黃文伯

協同主持人：張原謀

專任助理：莊榮州

中華民國 104 年 12 月 1 日

目錄

一、前言	9
二、計畫目標	16
三、重要工作項目與進度	18
(一) 台江陸域樹棲、葉棲、地棲、水棲與飛行昆蟲組成調查	18
(二) 分析各類群昆蟲季節性變化	57
(三) 建立各類型棲地昆蟲物種組成結構與優勢物種資料	64
(四) 分析物候對昆蟲物種多樣性的影響	78
(五) 台江今昔昆蟲相、特殊昆蟲與其生態習性	84
(六) 臺灣暗蟬分布、合唱季、晨昏合唱模式與繁殖季族群數量估計	93
(七) 培育昆蟲相長期監測之調查人員教育訓練	109
(八) 後續長期監測標準及近中長程保育研究發展規劃建議	111
(九) 台江國家公園常見昆蟲圖鑑製作	120
四、結論及建議	123
五、規劃期程	128
五、參考文獻	129
六、附錄	132

圖目錄

圖一、2014 年昆蟲相先期調查規劃的樣點，包含五個台江國家公園內的樣點 (城西里防風林、四草大眾廟、鹿耳門溪舊道防風林、鹽水溪口濕地、四草野生動物保護區) 以及三個週緣地區樣點 (三股地區、七股十份村、臺南大學七股西校區).....	14
圖二、台江國家公園及其鄰近地區所選定各樣區的位置圖，分別是七股紅樹林 (NM)、城西濕地紅樹林 (CM)、四草混合林 (SMF)、城西保安林 (CPF)、鹽水溪濕草地 (YW)、城西濕草地 (CW)、七股濕草地 (NW)、鹽水溪乾草地 (YD)、海岸乾草地 (CD)、七股乾草地 (ND)、四草鹽田 (SS)、四草水池 (SP)、防風林水池 (WBP)、焚化爐前水池 (IP)、城西水池 (CP)、土城潮溝 (TTC)、七股苗圃潮溝 (NTC)，以及城西燈光陷阱 (CLT) 與七股燈光陷阱 (NLT) 兩樣點。.....	20
圖三、七股紅樹林樣區，編號 1 與 2 處分別拉設一條樣線 (白線處)，沿樣線進行網捕、掃網 與 D 型水生昆蟲網採集，以及依窗式陷阱、馬氏網、蝴蝶誘餌陷阱各設置一個樣點 (圓點處)。.....	21
圖四、七股紅樹林樣區以海茄苳為主的植被樣貌。.....	21
圖五、城西濕地紅樹林樣區，編號 1 與 2 處分別拉設一條樣線 (白線處)，沿樣線進行網捕、掃網與 D 型水生昆蟲網採集，以及依窗式陷阱、馬氏網、蝴蝶誘餌陷阱各設置一個樣點 (圓點處)。.....	22
圖六、城西紅樹林樣區以欖李為主的植被樣貌。.....	23
圖七、四草混合林樣區，編號 1 與 2 處分別拉設一條樣線 (白線處)，沿樣線進行網捕與掃網採集，以及依掉落式陷阱、誘餌掉落式陷阱、窗式陷阱、馬氏網、蝴蝶誘餌陷阱各設置一個樣點 (圓點處)。.....	24
圖八、四草混合林樣區主要以欖仁、木麻黃混生的植被樣貌。.....	24
圖九、城西保安林樣區，編號 1 與 2 處分別拉設一條樣線 (白線處)，沿樣線進行網捕與掃網採集，以及依掉落式陷阱、誘餌掉落式陷阱、窗式陷阱、馬氏網、蝴蝶誘餌陷阱各設置一個樣點 (圓點處)。.....	26
圖十、城西保安林樣區以木麻黃為主的植被樣貌。.....	26
圖十一、鹽水溪濕草地樣區，編號 1 與 2 處分別拉設一條樣線 (白線處)，進行網捕、掃網與 D 型水生昆蟲網調查。.....	27
圖十二、鹽水溪樣區以海雀稗為主的植被樣貌。.....	28
圖十三、城西濕草地樣區，編號 1 與 2 處分別拉設一條樣線 (白線處)，進行網捕、掃網與 D 型水生昆蟲網調查。.....	29
圖十四、城西濕草地樣區以海雀稗、蘆葦為主的植被樣貌。.....	29
圖十五、七股濕草地樣區，編號 1 與 2 處分別拉設一條樣線 (白線處)，進行網捕、掃網與 D 型水生昆蟲網調查。.....	30
圖十六、七股濕草地樣區以蘆葦為主的植被樣貌。.....	31
圖十七、鹽水溪乾草地樣區，編號 1 與 2 處各拉設一條樣線 (白線處)，沿樣線以網捕與掃網採集，並依掉落式陷阱、誘餌掉落式陷阱各設置一個樣點 (圓點處)。.....	32
圖十八、鹽水溪乾草地樣區以大花咸豐草、海雀稗、白茅為主的植被樣貌。.....	32

圖十九、海岸乾草地樣區，編號 1 與 2 處各拉設一條樣線 (白線處)，沿樣線以網捕與掃網採集，以及依掉落式陷阱、誘餌掉落式陷阱各設置一個樣點 (圓點處)。	33
圖二十、海岸乾草地樣區以土牛膝、無根草、大花咸豐草、變葉藜為主的植被樣貌。	34
圖二十一、七股乾草地樣區，編號 1 與 2 處分別拉設一條樣線 (白線處)，沿樣線進行網捕與掃網採集，以及依掉落式陷阱、誘餌掉落式陷阱各設置一個樣點 (圓點處)。	35
圖二十二、七股乾草地樣區以白茅為主的植被樣貌。	35
圖二十三、四草鹽田樣區，於樣區上方邊緣處拉設一條樣線 (白線處)，沿樣線進行網捕、掃網與 D 型水生昆蟲網採集。	36
圖二十四、四草鹽田樣區的樣貌。	37
圖二十五、四草水池樣區，於樣區中間堤岸處拉設一條樣線 (白線處)，沿樣線進行網捕、掃網與 D 型水生昆蟲網採集。	38
圖二十六、四草水池樣區陸域以白茅為主的植被樣貌。	38
圖二十七、防風林水池樣區，於樣區邊緣堤岸處拉設一條樣線 (白線處)，沿樣線進行網捕、掃網與 D 型水生昆蟲網採集。	39
圖二十八、防風林水池樣區陸域以大花咸豐草為主的植被樣貌。	40
圖二十九、焚化爐前水池樣區，於樣區邊緣堤岸處拉設一條樣線 (白線處)，沿樣線進行網捕、掃網與 D 型水生昆蟲網採集。	41
圖三十、焚化爐前水池樣區陸域以海雀稗、大花咸豐草為主的植被樣貌。	41
圖三十一、城西水池樣區，於樣區邊緣堤岸處拉設一條樣線 (白線處)，沿樣線進行網捕、掃網與 D 型水生昆蟲網採集。	42
圖三十二、城西水池樣區陸域以大花咸豐草為主的植被樣貌，水域中則長滿藻類。	43
圖三十三、土城潮溝樣區，於樣區邊緣堤岸處拉設一條樣線 (白線處)，沿樣線進行網捕、掃網與 D 型水生昆蟲網採集。	44
圖三十四、土城潮溝樣區陸域以鹽地鼠尾粟為主的植被樣貌。	44
圖三十五、七股苗圃潮溝樣區，於樣區邊緣堤岸處拉設一條樣線 (白線處)，沿樣線進行網捕、掃網與 D 型水生昆蟲網採集。	45
圖三十六、七股苗圃潮溝樣區陸域以白茅為主的植被樣貌。	46
圖三十七、城西燈光陷阱所在位置。	47
圖三十八、七股燈光陷阱所在位置。	47
圖三十九、掃網於焚化爐前水池。	48
圖四十、網捕於海岸乾草地。	48
圖四十一、窗式陷阱，上排四組位於四草混合林 (左二組)、城西保安林 (右二組)，下排四組位於七股紅樹林 (左二組)、城西濕地紅樹林 (右二組)。	49
圖四十二、馬氏網陷阱，上排四組位於四草混合林 (左二組)、城西保安林 (右二組)，下排四組位於七股紅樹林 (左二組)、城西濕地紅樹林 (右二組)。	50
圖四十三、掉落式陷阱，第一列位於四草混合林 (二組)，第二列位於城西保安林 (二組)，第三列位於七股乾草地 (二組)，第四列位於海岸乾草地 (二組)，第五列位於鹽水溪乾草地 (二組)。	51

圖四十四、誘餌掉落式陷阱，第一列位於四草混合林 (二組)，第二列位於城西保安林 (二組)，第三列位於七股乾草地 (二組)，第四列位於海岸乾草地 (二組)，第五列位於鹽水溪乾草地 (二組)。	52
圖四十五、蝴蝶誘餌陷阱，上排四組位於四草混合林 (左二組)、城西保安林 (右二組)，下排四組位於七股紅樹林 (左二組)、城西濕地紅樹林 (右二組)。	53
圖四十六、D 型水生昆蟲網於四草水池。	54
圖四十七、燈光誘集陷阱，左：城西樣點，右：七股樣點。	54
圖四十八、2015 年 1-10 月以蝶網網捕於防風林、紅樹林、乾草地、濕草地與溪溝水塘所捕獲昆蟲數量與總數的月份變化。	58
圖四十九、2015 年 1-6 月於防風林、紅樹林與乾草地所捕獲昆蟲數量與總數的月份變化，採用的方法為馬氏網、窗式陷阱、掉落式陷阱、誘餌掉落式陷阱和蝴蝶誘餌陷阱五種方法。	60
圖五十、2015 年 1-6 月於城西保安林 (CPF) 與四草混合林 (SMF) 兩處防風林棲地所捕獲昆蟲數量的月份變化，採用的方法為馬氏網、窗式陷阱、掉落式陷阱、誘餌掉落式陷阱和蝴蝶誘餌陷阱五種方法。	61
圖五十一、2015 年 1-6 月於城西濕地紅樹林 (CM) 與七股紅樹林 (NM) 兩處紅樹林棲地所捕獲昆蟲數量的月份變化，採用的方法為馬氏網、窗式陷阱和蝴蝶誘餌陷阱三種方法，其中蝴蝶誘餌陷阱無捕獲數。	62
圖五十二、2015 年 1-6 月於海岸乾草地 (CD)、七股乾草地 (ND) 與鹽水溪乾草地 (YD) 三處乾草地棲地所捕獲昆蟲數量的月份變化，採用的方法為掉落式陷阱和誘餌掉落式陷阱兩種方法。	63
圖五十三、2015 年 1-10 月防風林、紅樹林、乾草地、濕草地與溪溝水塘各月均溫(°C)。	79
圖五十四、2015 年 1-10 月防風林、紅樹林、乾草地、濕草地與溪溝水塘各月風速(m/s)。	80
圖五十五、防風林、紅樹林與乾草地於 2015 年 1-6 月的昆蟲捕獲數量與環境溫度(°C)。	81
圖五十六、防風林、紅樹林與乾草地於 2015 年 1-6 月的昆蟲捕獲數量與環境風速(m/s)。	81
圖五十七、防風林、紅樹林、乾草地、濕草地與溪溝水塘於 2015 年 1-10 月以蝶網網捕的昆蟲捕獲數量與環境溫度(°C)。	82
圖五十八、防風林、紅樹林、乾草地、濕草地與溪溝水塘於 2015 年 1-10 月以蝶網網捕的昆蟲捕獲數量與環境風速(m/s)。	83
圖五十九、台江國家公園範圍內及週緣地區之臺灣暗蟬分布狀況。圖中紅色方框為 500m×500m 的調查網格，第 1 次調查期間(4/21 至 6/18)，有調查到臺灣暗蟬的網格以綠色表示圖(a)；第 2 次調查期間(7/1 至 7/25)有調查到臺灣暗蟬的網格以黃色表示圖(b)；2 次調查的綜合結果在圖(c)，其中紅色的網格代表只有 1 次調查到臺灣暗蟬，藍色的網格代表兩次調查到臺灣暗蟬。	97
圖六十、臺灣暗蟬的棲地佔有率與樹林棲地百分比的關係	98
圖六十一、城西里臺灣暗蟬族群每日晨昏合唱發生的時間。(a)與(c)分別為 2014 年與 2015 年的黎明合唱；(b)與(d)分別為 2014 年與 2015 年的黃昏合唱。黑色箭頭處為颱風過境。	101
圖六十二、2015 年城西里臺灣暗蟬蟬蛻數量變化。	102

圖六十三、2015 年城西里臺灣暗蟬黎明合唱的主成份分析 PC1 - PC2 軸圖。PC 軸旁 (數字) 為該軸的解釋變異量，黑色座標軸為日期的排序分數座標，紅色座標軸為生物與環境因子的向量座標，黎明合唱可分為 3 種模式，TYPE 1 以 5 月日期為主、TYPE 2 以 6 月日期為主與 TYPE 3 以 7 月日期為主。	103
圖六十四、2015 年城西里臺灣暗蟬黃昏合唱的主成分分析 PC1 - PC2 軸圖。PC 軸旁 (數字) 為該軸的解釋變異量，黑色座標軸為日期的排序分數座標，紅色座標軸為生物與環境因子的向量座標，黃昏合唱可分為 3 種模式，TYPE 1 以 5 月日期為主、TYPE 2 以 6 月日期為主與 TYPE 3 以 7 月日期為主。	104
圖六十五、臺灣暗蟬黎明合唱開始時間與 (a) 公蟬蛻數量、(b) 林內氣溫、(c) 民用曙光始、(d) 黎明合唱總時間相關圖。Y 軸代表黎明合唱開始時間與凌晨 4 點的時間差，以秒數表示。公蟬蛻數量則是每日 48 棵樣樹上的蟬蛻數。林內氣溫為臺灣暗蟬開始合唱時的攝氏氣溫。民用曙光始為民用曙光始時間與清晨 4 點的時間差，秒數表示。蟬合唱總時間為黎明合唱結束時間減去開始時間，以秒數表示。	106
圖六十六、臺灣暗蟬黃昏合唱開始時間與 (a) 公蟬蛻數量、(b) 林內氣溫、(c) 日落、(d) 黃昏合唱總時間相關圖。Y 軸代表黃昏合唱開始時間與下午 6 點的時間差，以秒數表示。公蟬蛻數量則是每日 48 棵樣樹上的蟬蛻數。林內氣溫為臺灣暗蟬開始合唱時的攝氏溫度。日落為日落時間與下午 5 點的時間差，秒數表示。蟬合唱總時間為黃昏合唱結束時間減去開始時間，以秒數表示。	108
圖六十七、講師於防風林中實地介紹蝴蝶誘餌陷阱的原理及施作方式。	110
圖六十八、圖鑑封面設計圖，含封面正面、封面背面、封口內折頁、書背。	122
圖六十九、圖鑑內容之圖文版型介紹。	122

表目錄

表一、各棲地類型所屬樣區地點、編號與經緯度座標一覽表。.....	19
表二、各種方法於各樣區中，樣線或樣點的各月調查頻度。.....	55
表三、2015 年 1-10 月以蝶網網捕於防風林、紅樹林與乾草地、濕草地與溪溝水塘所捕獲的昆蟲數量與總數。.....	58
表四、2015 年 1-6 月在防風林、紅樹林與乾草地以馬氏網、窗式陷阱、掉落式陷阱、誘餌掉落式陷阱和蝴蝶誘餌陷阱五種方法，於各棲地類型所捕獲的昆蟲數量與總數。.....	60
表五、2015 年 1-10 月以蝶網網捕於防風林、紅樹林、乾草地、濕草地與溪溝水塘所捕獲各目昆蟲物種數、個體數、相對豐量與優勢度等級。.....	64
表六、2015 年 1-10 月蝶網網捕之優勢物種與優勢度等級。.....	65
表七、2015 年 1-2 月以馬氏網、窗式陷阱、掉落式陷阱和誘餌掉落式陷阱於防風林、紅樹林與乾草地所捕獲各目昆蟲物種數、個體數、相對豐量與優勢度等級。.....	66
表八、2015 年 1-10 月以蝶網網捕於防風林、紅樹林、乾草地、濕草地與溪溝水塘所捕獲昆蟲物種數、個體數、多樣性指數與物種均勻度。.....	67
表九、2015 年 1, 2 月以馬氏網、窗式陷阱、掉落式陷阱和誘餌掉落式陷阱於防風林、紅樹林與乾草地所捕獲昆蟲物種數、個體數、多樣性指數與物種均勻度。.....	67
表十、2015 年 1-10 月以蝶網網捕調查，各棲地之優勢物種與優勢度等級。.....	69
表十一、2015 年 1-10 月防風林、紅樹林、乾草地、濕草地與溪溝水塘五種棲地間昆蟲組成結構的相似性指標數值 (Wainstein's Similarity Index, Kw)，方法為蝶網網捕。.....	70
表十二、2015 年 1, 2 月防風林、紅樹林與乾草地三種棲地間昆蟲組成結構的相似性指標數值 (Wainstein's Similarity Index, Kw)，以馬氏網、窗式陷阱、掉落式陷阱和誘餌掉落式陷阱四種方法捕獲。.....	71
表十三、2015 年 1 月於防風林、紅樹林與乾草地所採用的調查方法，以及依馬氏網、窗式陷阱、掉落式陷阱和誘餌掉落式陷阱所得三種棲地間昆蟲組成結構的相似性指標數值 (Wainstein's Similarity Index, Kw)。.....	71
表十四、2015 年 1, 2 月以馬氏網、窗式陷阱、掉落式陷阱和誘餌掉落式陷阱於防風林、紅樹林與乾草地所捕獲各目昆蟲的物種數 (a) 與個體數 (b)。.....	73
表十五、2015 年 1, 2 月以馬氏網、窗式陷阱、掉落式陷阱和誘餌掉落式陷阱於防風林所捕獲昆蟲的物種數與個體數，以及各方法間的昆蟲組成相似性。.....	74
表十六、2015 年 1, 2 月於城西保安林 (CPF) 與四草混合林 (SMF) 兩處防風林樣區所捕獲昆蟲的物種數、個體數、多樣性指數與樣區間的昆蟲組成相似性，採用的方法為馬氏網、窗式陷阱、掉落式陷阱和誘餌掉落式陷阱。.....	75
表十七、2015 年 1, 2 月於城西濕地紅樹林 (CM) 與七股紅樹林 (NM) 兩處紅樹林樣區所捕獲昆蟲的物種數、個體數、多樣性指數與樣區間的昆蟲組成相似性，採用的方法為馬氏網和窗式陷阱。.....	76
表十八、2015 年 1, 2 月於海岸乾草地 (CD)、七股乾草地 (ND) 與鹽水溪乾草地 (YD) 三處乾草地樣區所捕獲昆蟲的物種數、個體數、多樣性指數與樣區間的昆蟲組成相似性，採用的方法為掉落式陷阱和誘餌掉落式陷阱。.....	77

表十九、2015 年 1, 2 月以馬氏網、窗式陷阱、掉落式陷阱和誘餌掉落式陷阱於三種棲地防風林、紅樹林與乾草地所捕獲昆蟲的物種總數、個體總數、多樣性指數與物種均勻度。	78
表二十、來自 H. Sauter's Formosa-Ausbeute 相關報告中的 70 種昆蟲。.....	85
表二十一、台江地區各種棲地的代表性昆蟲。.....	92
表二十二、棲地類型的類別、代號及說明。.....	94
表二十三、各競爭模式所代表的假說。.....	94
表二十四、各競爭模式在模式選擇中的結果。.....	98
表二十五、黎明合唱 PCA 解釋變異量。.....	104
表二十六、黃昏合唱 PCA 解釋變異量。.....	104
表二十七、臺灣暗蟬晨昏合唱開始鳴叫與總時間的複迴歸分析模型結果。.....	107
表二十八、教育訓練課程行程安排。.....	110
表二十八、本計劃各項工作預定進度之甘特圖。.....	128

附錄目錄

附錄一、期中審查意見對照表	132
---------------------	-----

一、前言

台江國家公園位居臺灣西南部，包含臺南市曾文溪口北岸黑面琵鷺動物保護區、四草野生動物保護區兩個自然保護區；七股鹽田濕地與鹽水溪口濕地兩個國家級濕地；曾文溪口濕地、四草濕地兩個國際級濕地。陸域濕地原為台江內海，於十八世紀中期後，即因泥沙淤積逐漸陸化（謝國興 2003, 李淑玲 2006），主要地理特徵為潟湖、沙灘、濕地及河口沙洲，屬於環境生態敏感區域（林俊全 2010），沙洲和陸地相連，為初級演替形態，多為草澤地或木麻黃林間濕地，河道沙洲多為白茅型及鹽地鼠尾粟型草澤（葉秋好 2005）。生態研究以黑面琵鷺與其他過境水鳥的族群與群聚動態研究調查最為豐富（何立德等 2010, 許皓捷等 2012），其次為植物相的調查（葉秋好 2005, 謝宗欣 2009），與昆蟲相關的研究，大多聚焦在特定物種或局部區域，全面性的昆蟲組成結構與季節性動態變化，尚待全面性的了解。

目前在台江地區進行過的昆蟲相關研究共 15 篇如下：

1. Lee, C. F., & Beenen, R. (2012). *Calomicrus jungchangi* Lee and Beenen (Coleoptera: Chrysomelidae: Galerucinae), a New Species from Taiwan, with Redescription of a Similar Species, *Monolepta rufofulva* Chûjô, 1938. *The Coleopterists Bulletin* 66:123-130.
2. Ueng, Y. T., Wang, W. C., & Wang, J. P. (2006a). *Berosus tayouanus* sp. nov. *Journal of the National Taiwan Museum* 60:130-131.
3. Ueng, Y. T., Wang, W. C., & Wang, J. P. (2006b). A New Species of *Berosus* Leach from Taiwan and China (Coleoptera: Hydrophilidae). *Journal of the National Taiwan Museum* 59:61-68.
4. 朱本勛。2013。臺南濱海節肢動物群聚組成-功能群與生活史策略群應用。國立成功大學生物多樣性研究所碩士論文，136 頁。

5. 林廷翰。2011。曾文溪口不同植被類型對昆蟲群聚的影響。國立臺南大學環境生態研究所碩士班碩士論文，104 頁。
6. 林怡君、蘇泓森、陳偉仁、王妙雅、廖明浩。2006。四草保護區棲地改善期間水質與水生動物間之結構方程模式。崑山科技大學學士專題，39 頁。
7. 陳育欽。2004。四草野生動物保護區不同棲地對螞蟻群聚組成之影響。立德管理學院資源環境研究所碩士論文，46 頁。
8. 陳建宏。2003。北埔蟬之晨昏合唱模式與光週期對鳴叫活動的影響。國立成功大學生物學系研究所碩士論文，53 頁。
9. 陳建宏。2004。臺灣特有蟬種-北埔蟬。自然保育季刊 47:69-73。
10. 張原謀、黃文伯、陳清旗。2014。103 年台江國家公園昆蟲相及北埔蟬先期調查。台江國家公園。
11. 黃文伯、林廷翰、葛兆年。2012。四草紅樹林及防風林的飛蟲調查。國家公園學報 22(3): 12-21。
12. 黃秀雯。2005。七股野生動物重要棲息地之林地昆蟲相與茄二十八星瓢蟲生命表。國立中興大學昆蟲學系研究所碩士論文，45 頁。
13. 楊明雄。2009。環境變遷對底棲生物的影響--以四草生態保護區為例。立德大學資源環境研究所碩士論文，180 頁。
14. 魏映雪。2003。四草野生動物保護區紅樹林生態系之蝶類與螞蟻多樣性及組成。行政院國家科學委員會專題計畫成果報告。

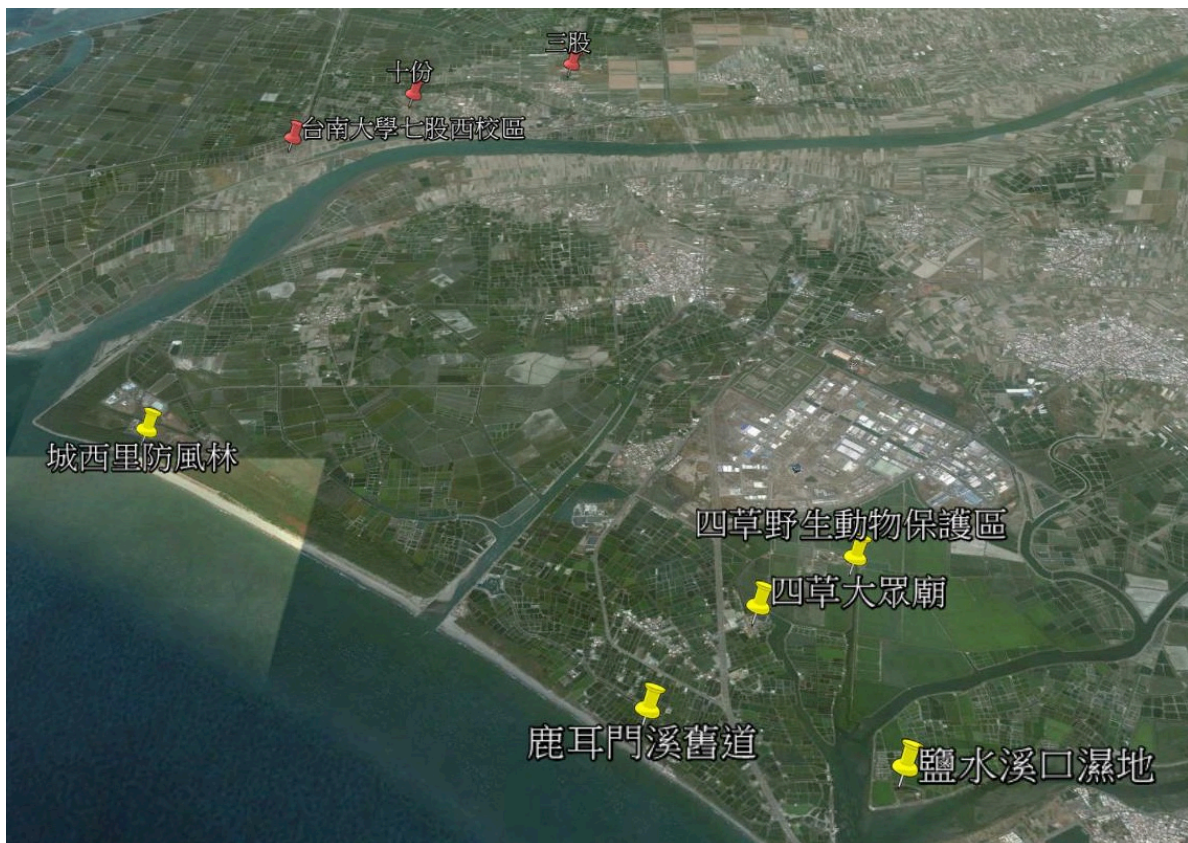
其中新物種的發表有大員牙蟲 (*Berosus tayouanus*) (Ueng *et al.* 2006 a, b) 與黃褐姬艷螢金花蟲 (*Calomicrus jungchangi*) (Lee and Beenen 2012) 兩種；單一物種研究有臺灣暗蟬 (*Taiwanosemia hoppoensis*) (北埔蟬) 的鳴叫行為、物候調查與生態旅遊路線初步規劃 (陳建宏 2003, 2004, 張原謀等 2014) ；單一類群的研究則有「四草野生動物保護區不同棲地對螞蟻群聚組成之影響」，該研究記錄 58 種螞蟻，分屬於山蟻亞科、家蟻亞科、琉璃蟻亞科及針蟻亞科，季節性活躍以一月最低、十月最高 (陳育欽 2004) ；以植被棲地為主軸，調查各棲地昆蟲群聚的研究，則有紅樹林蝶類與螞蟻的多樣性及組成 (魏映雪 2003)，七股木麻黃林 16 目 112 科 306 形態種昆蟲

的記錄 (黃秀雯 2005)，以及四草紅樹林與防風林飛蟲主要的優勢類群的比較，紅樹林飛蟲優勢的科別為膜翅目蟻科和雙翅目搖蚊科，而防風林則為半翅目木蝨科和蚜蟲科 (黃文伯等 2012)，在草地灌叢部分，臺南市政府委託國立臺南大學針對四草濕地鹽水溪兩岸草地灌叢進行初步昆蟲普查，於 2009 年 5-11 月以蝶網與手網捕獲 12 目 8,802 隻昆蟲，其中以半翅目、雙翅目與膜翅目最為優勢，而適合生態旅遊解說的鱗翅目與作為濕地復育指標的蜻蛉目為少數 (臺南市政府 2009b)；在棲地改造所產生的環境變化上，則有水鳥保護區的水質變化對水生昆蟲數量的研究 (林怡君等 2006, 楊明雄 2009)；而在台江地區以紅樹林、防風林及灌叢草生地三大植被類型棲地探討昆蟲群聚的研究，有以飛行攔截器、掃網、掉落式陷阱三種方法，捕捉曾文溪口兩岸防風林、紅樹林、海雀稗、白茅區、灌叢白茅與狗牙根棲地的昆蟲，以及以燈光誘集夜間飛行昆蟲的研究，該研究於一年內共捕獲 14 目 174 科 810 種 23460 隻成蟲，其中膜翅目 27 科、鞘翅目 39 科、雙翅目 41 科、半翅目 28 科為優勢類群，依季節性可明顯分為 4 群：12-3 月冬季月份、4-5 月春季月份、6-8 月夏季月份與 9-11 月秋季月份，其中以秋季物種多樣性指數較高 (林廷翰 2011)，而另一包含昆蟲綱的各棲地類型節肢動物生活史策略群與攝食功能群研究，亦提及在夏季 (6、7 及 8 月) 及冬季 (12、1 及 2 月) 的數據分析下，昆蟲中較為優勢的類群為雙翅目 39 科、鞘翅目 37 科、半翅目 26 科及膜翅目 26 科 (朱本勛 2013)。

植被可影響營養層上層消費者及捕食者的群聚結構，植物生物量增加，會使植食者數量變多，枯枝落葉層增加，分解者數量同樣會上升 (Noordijk *et al.* 2010)，植物多樣性也與營養階層較上層的物種多樣性相關 (Knop *et al.* 2006)，惟營養階層越高，其物種多樣性受到植物種豐度的影響越低 (Scherber *et al.* 2010)。由於昆蟲體型較小，對棲地的敏感度高，當棲地植被類型不同，也會有不一樣的昆蟲集合相 (Hughes *et al.* 2000)，而棲地異質性經常影響物種的豐度與豐量 (Butterfield *et al.* 1995)。濕地植群可概分為草澤 (marsh) 與林澤 (swamp) (陳明義 2006)，台江地區在淤沙自然演替下，陸域因土壤鹽分高，鹽生草澤為主要的生態面貌，林澤代表為紅樹林沿著感潮溝生長，分布範圍受海拔與水域環境所限制，另外在人為需求與開發下，海岸沙地分布有木麻黃為主的帶狀防風林。何立德等 (2010) 將該處植被分為沙灘植被、鹽濕地植被、灌叢與人工林四種類型，紅樹林即包含在灌叢類型中，主要分布在排水溝兩岸，而人工林則以木麻黃純林為主。在以往的研究中，昆蟲資源調查多集中在紅樹林與木麻黃林等林相棲地，但以面積來看，草澤、草地涵蓋相當大的面積，紅樹林與林地則成帶狀或是零星破碎化分布，因此對台江陸域昆蟲相的研究調查，不應僅將重點放在紅樹林與防風林棲地，更應涵蓋多樣化的草澤棲地。

2014 年先期的昆蟲研究調查中，選擇五個台江國家公園內的樣點 (城西里防風林、四草大眾廟、鹿耳門溪舊道防風林、鹽水溪口濕地、四草野生動物保護區) 以及三個週緣地區樣點 (三股地區、七股十份村、臺南大學七

股西校區) 作為昆蟲相先期調查的樣點 (圖一)。從 2014 年的 6 月開始，每個月 1-2 次的頻度以目視遇測法調查，並拍照記錄以方便鑑定。目視法及影像記錄法，共紀錄到 9 目 49 科 107 種昆蟲，其中蜻蛉目 11 種、螳螂目 1 種、脈翅目 1 種、直翅目 9 種、半翅目 17 種、膜翅目 6 種、雙翅目 4 種、鞘翅目 29 種與鱗翅目 29 種。本年度計畫即更詳細以量化的方式進行，依昆蟲樹棲、葉棲、地棲、水棲與飛行的活動特性，以相對應網捕、掃網、攔截、誘集、網撈、陷阱與蟲蛻收集等採集方法，在濕地植被類型如紅樹林、防風林、濕草地優勢植物、乾草地優勢植物，以及陸地水域部分如水塘，進行昆蟲資源調查，並分析各種棲地昆蟲群聚組成結構與季節性變化，以瞭解物候對昆蟲物種多樣性的影響，從而提出有針對性的生態保育建議。



圖一、2014 年昆蟲相先期調查規劃的樣點，包含五個台江國家公園內的樣點（城西里防風林、四草大眾廟、鹿耳門溪舊道防風林、鹽水溪口濕地、四草野生動物保護區）以及三個週緣地區樣點（三股地區、七股十份村、臺南大學七股西校區）

臺灣暗蟬為臺灣特有種，主要分布在臺灣西部沿海地區，但都是零星分布。台江國家公園可能是目前臺灣臺灣暗蟬數量最多以及分布最廣的區域。臺灣暗蟬具有特殊的晨昏合唱行為。在陳建宏 (2003) 的論文中，首次以系統性的方法描述了臺灣暗蟬（北埔蟬）的晨昏合唱行為。目前 103 年台江國家公園昆蟲相及臺灣暗蟬先期調查期末報告書得知，臺灣暗蟬的晨昏合唱與陳建宏 (2003) 的論文中的時間點有所差異：(1) 發現黎明合唱在有些時候會延後到日出之後才結束；(2) 清晨與黃昏合唱的持續時間長於 2003 年。但去年數據蒐集尚未完整，為更精確了解臺灣暗蟬的晨昏合唱時間變動的原因，本計畫於今年度再進行一次更完整晨昏合唱行為資料蒐集。

在以草本植物為主的濕地環境中，昆蟲群聚的組成應與以木本植物為主的山林存有極大的差異，台江國家公園有別於其他國家公園，陸域環境以濕地為主，故其昆蟲相具有相當大的獨特性，昆蟲棲地包含了紅樹林、防風林、濕草地、乾草地與水塘，昆蟲以樹棲、葉棲、地棲、水棲與飛行的方式活躍在前述的棲地中。為強化民眾對台江國家公園昆蟲相的認知與濕地自然保育的概念，則應提供相關知識與解說，讓民眾在進入台江國家公園時，得以瞭解昆蟲的多樣性與棲息環境，故本計畫將出版台江國家公園常見昆蟲圖鑑。為使民眾能對比棲地環境與在其內活動的昆蟲物種，圖鑑中將介紹各種濕地

植被類型與陸地水域的棲地生態，與各棲地環境的昆蟲組成結構，並選 180 種 (類) 台江地區常見且容易觀察的昆蟲種類，分目分科依序以生態照片展示，同時以文字解說其形態特徵、棲地類型、季節性、生態習性與分布地區，讓民眾能在台江國家公園容易觀察到昆蟲，且在發現昆蟲時，能即刻獲取相對應的解說與保育概念。

二、計畫目標

本計畫即依昆蟲活動特性，以相對應的採集方法，在台江國家公園的各種濕地植被類型與陸地水域棲地，進行昆蟲資源調查。調查方法有蝶網網捕、手網掃網、窗式陷阱、馬氏網、掉落式陷阱、誘餌掉落式陷阱、蝴蝶誘餌陷阱、D 型水生昆蟲網、蟲蛻收集與燈光誘集，於紅樹林、防風林（木麻黃林）、濕草地優勢植物、乾草地優勢植物與水塘處，採集樹棲、葉棲、地棲、水棲與飛行（含夜間）昆蟲，各種方法每月收集一次資料，以分析各棲地昆蟲群聚組成，與季節性變化。根據 103 年台江國家公園昆蟲相及臺灣暗蟬先期調查期末報告書得知，臺灣暗蟬的晨昏合唱與過去 10 年前的合唱時間有所差異，利用蟬蛻數量、環境因子（溫、濕與光度）與日出日落時間等參數，找出影響臺灣暗蟬合唱時間的重要原因。為推廣環境教育與加深民眾對台江國家公園昆蟲相的認知，將製作台江國家公園常見昆蟲圖鑑，內容包含各種濕地植被類型與陸地水域昆蟲的棲地生態介紹，以及該棲地的昆蟲組成結構說明，並分目分科依序圖示與文字解說台江地區常見的昆蟲種類。

本計畫目標為：

- (一) 完成台江陸域樹棲、葉棲、地棲、水棲與飛行昆蟲組成調查，並建立資料庫。
- (二) 分析各類群昆蟲季節性變化。
- (三) 建立各類型棲地昆蟲物種組成結構與優勢物種資料。

- (四) 分析物候對昆蟲物種多樣性的影響。
- (五) 依據優勢物種與環境因子，提出生態保育建議。
- (六) 了解臺灣暗蟬的晨昏合唱模式與可能影響合唱模式的因素。
- (七) 製作台江國家公園常見昆蟲圖鑑。

三、重要工作項目與進度

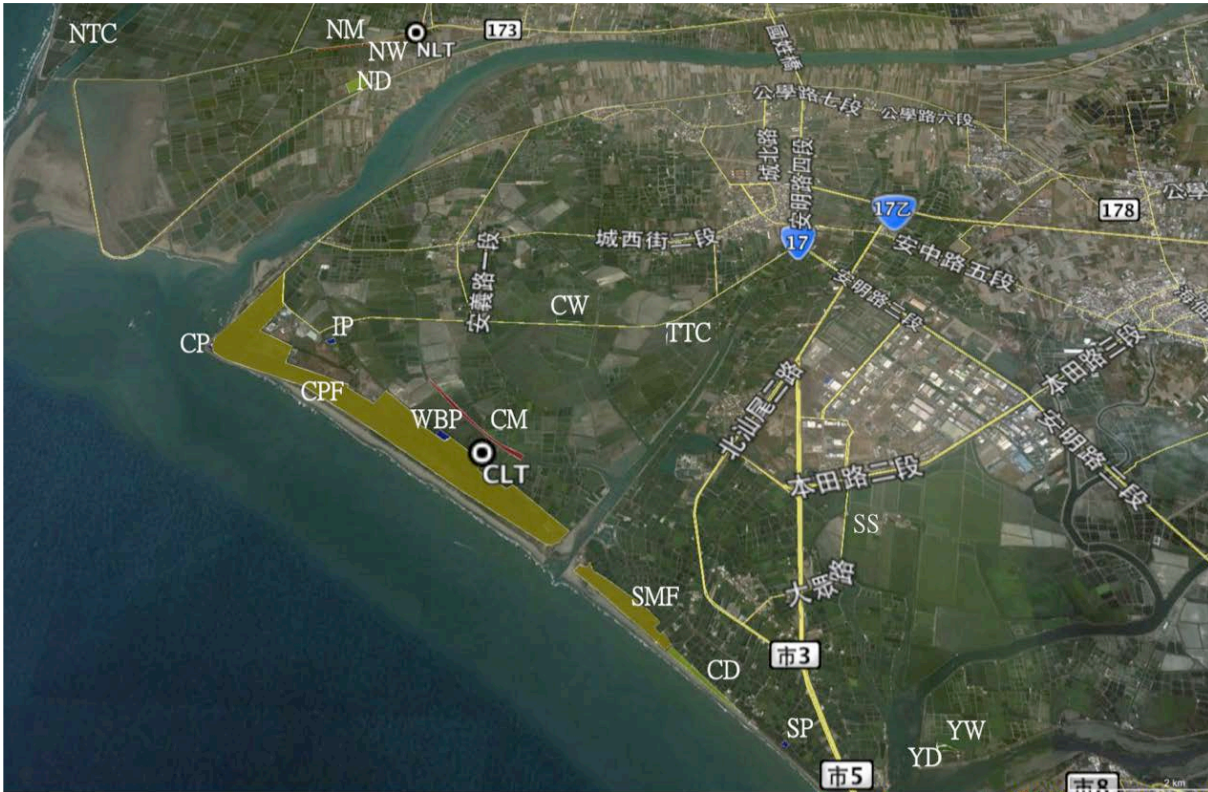
(一) 台江陸域樹棲、葉棲、地棲、水棲與飛行昆蟲組成調查

1. 調查範圍與樣區選擇

以台江國家公園與週圍人為干擾低的區域為調查的範圍，選定五大棲地類型做為樣區，分別是紅樹林、防風林（木麻黃林）、濕草地優勢植物、乾草地優勢植物與溪溝水塘，另因燈光誘集法，選擇開闊地進行夜採，共計 19 個調查樣區。其中紅樹林選擇兩處：七股紅樹林 (NM)、城西濕地紅樹林 (CM)。防風林兩處：四草混合林 (SMF)、城西保安林 (CPF)。濕草地三處：鹽水溪濕草地 (YW)、城西濕草地 (CW)、七股濕草地 (NW)。乾草地三處：鹽水溪乾草地 (YD)、海岸乾草地 (CD)、七股乾草地 (ND)。溪溝水塘七處：四草鹽田 (SS)、四草水池 (SP)、防風林水池 (WBP)、焚化爐前水池 (IP)、城西水池 (CP)、土城潮溝 (TTC)、七股苗圃潮溝 (NTC)。除了上述樣區之外，兩處燈光誘集調查，分別是城西燈光陷阱 (CLT) 與七股燈光陷阱 (NLT) (表一、圖一)。

表一、各棲地類型所屬樣區地點、編號與經緯度座標一覽表。

棲地類型	樣區地點	編號	座標
紅樹林	七股紅樹林	NM	23°05'06.63"N, 120°04'23.22"E
	城西濕地紅樹林	CM	23°02'08.33"N, 120°05'48.00"E
防風林	四草混合林	SMF	23°01'10.90"N, 120°06'38.56"E
	城西保安林	CPF	23°02'22.05"N, 120°04'29.20"E
濕草地	鹽水溪濕草地	YW	23°00'17.21"N, 120°08'43.21"E
	城西濕草地	CW	23°02'49.38"N, 120°06'27.66"E
	七股濕草地	NW	23°05'15.84"N, 120°05'06.26"E
乾草地	鹽水溪乾草地	YD	23°00'14.62"N, 120°08'40.98"E
	海岸乾草地	CD	23°00'39.27"N, 120°07'16.77"E
	七股乾草地	ND	23°04'50.33"N, 120°04'44.67"E
溪溝水塘	四草鹽田	SS	23°01'33.48"N, 120°08'21.54"E
	四草水池	SP	23°00'15.89"N, 120°07'49.43"E
	防風林水池	WBP	23°01'58.83"N, 120°05'41.75"E
	焚化爐前水池	IP	23°02'36.71"N, 120°04'52.33"E
	城西水池	CP	23°02'31.86"N, 120°04'03.87"E
	土城潮溝	TTC	23°02'49.32"N, 120°07'07.21"E
	七股苗圃潮溝	NTC	23°05'18.85"N, 120°02'19.34"E
燈光誘集	城西燈光陷阱	CLT	23°01'48.13"N, 120°05'58.93"E
	七股燈光陷阱	NLT	23°05'12.92"N, 120°05'07.02"E



圖二、台江國家公園及其鄰近地區所選定各樣區的位置圖，分別是七股紅樹林 (NM)、城西濕地紅樹林 (CM)、四草混合林 (SMF)、城西保安林 (CPF)、鹽水溪濕草地 (YW)、城西濕草地 (CW)、七股濕草地 (NW)、鹽水溪乾草地 (YD)、海岸乾草地 (CD)、七股乾草地 (ND)、四草鹽田 (SS)、四草水池 (SP)、防風林水池 (WBP)、焚化爐前水池 (IP)、城西水池 (CP)、土城潮溝 (TTC)、七股苗圃潮溝 (NTC)，以及城西燈光陷阱 (CLT) 與七股燈光陷阱 (NLT) 兩樣點。

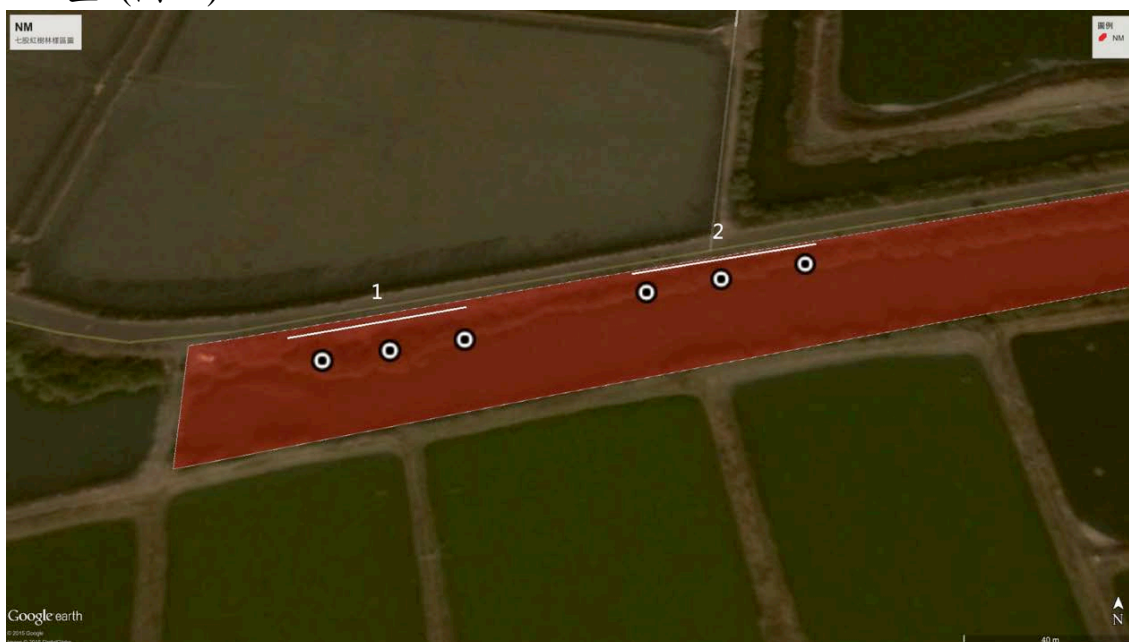
2. 樣區 (點) 描述

A. 紅樹林

I. 七股紅樹林

位於臺南大學七股校區北側偏西的感潮溝，樣區面積約 35,000 平方公尺，北側緊鄰道路，南側則為臺南大學七股校區，附近多為已開發及棄置魚塢 (圖二、圖三)。研究區域內紅樹林的優勢植物為海茄苳 (*Avicennia marina*) (圖四)，其次為數量很少的欖李 (*Lumnitzera racemosa*)，在靠近道路的矮灌叢區域則是以歧穗臭根子草 (*Bothriochloa glabra*) 最為優勢，其次為大花咸豐草 (*Bidens pilosa* var. *radiata*)、孟仁草 (*Chloris barbata*)、大黍 (*Panicum maximum*)、雙花草 (*Dichanthium annulatum*)、銀合歡 (*Leucaena leucocephala*)、濱刀豆 (*Canavalia rosea*)、歧穗臭根子草 (*Spodiopogon tainanensis*)、野牽牛 (*Ipomoea obscura*) 等。

本樣區劃設兩條樣線，於近陸地處進行網捕與掃網調查，靠近感潮溝處則以 D 型水生昆蟲網採集水棲昆蟲，另外以窗式陷阱、馬氏網、蝴蝶誘餌陷阱三種調查方法，每種方法於紅樹林各設置兩個樣點進行調查 (圖三)。



圖三、七股紅樹林樣區，編號 1 與 2 處分別拉設一條樣線 (白線處)，沿樣線進行網捕、掃網 與 D 型水生昆蟲網採集，以及依窗式陷阱、馬氏網、蝴蝶誘餌陷阱各設置一個樣點 (圓點處)。



圖四、七股紅樹林樣區以海茄荖為主的植被樣貌。

II. 城西濕地紅樹林：

為流向鹿耳門溪的感潮溝，座標為 N23°02'08.33", E120°05'48.00"，樣區面積約 55,000 平方公尺，附近為已開發及棄置魚塭，西南側鄰近城西保安林 (圖二、圖五)。研究區域內的紅樹林以欖李為主，海茄苳量少。在靠近陸地的堤岸上則是以歧穗臭根子草最為優勢，其次為銀合歡、大花咸豐草、大黍、孟仁草、毛西番蓮 (*Passiflora foetida*)、土牛膝 (*Achyranthes aspera*) 等 (圖六)。

本樣區劃設兩條樣線，於近陸地處進行網捕與掃網調查，靠近感潮溝處則以 D 型水生昆蟲網採集水棲昆蟲，另外依窗式陷阱、馬氏網、蝴蝶誘餌陷阱三種調查方法，每種方法於紅樹林各設置兩個樣點進行調查 (圖五)。



圖五、城西濕地紅樹林樣區，編號 1 與 2 處分別拉設一條樣線 (白線處)，沿樣線進行網捕、掃網與 D 型水生昆蟲網採集，以及依窗式陷阱、馬氏網、蝴蝶誘餌陷阱各設置一個樣點 (圓點處)。



圖六、城西紅樹林樣區以欖李為主的植被樣貌。

B. 防風林

I. 四草混合林：

為鹿耳門溪南岸沿著海岸線的防風林，座標為 $N23^{\circ}01'10.90''$ ， $E120^{\circ}06'38.56''$ ，樣區面積約 182,000 平方公尺，東側廣布大片魚塭，西側是緊鄰臺灣海峽的沙灘，植株呈狹長帶狀分布（圖二、圖七）。林中混生欖仁 (*Terminalia catappa*)、木麻黃 (*Casuarina equisetifolia*)，並有少量水黃皮 (*Pongamia pinnata*)、血桐 (*Macaranga tanarius*)、銀合歡、正榕 (*Ficus microcarpa*)、林投 (*Pandanus odoratissimus*) 散生其中；底層植物則以緊鄰著海灘的草海桐 (*Scaevola sericea*) 為主；森林中道路兩邊及林下散生許多瑪瑙珠 (*Solanum diphyllum*)；森林邊緣及林隙等可直

曬日光處則以大花咸豐草、長柄菊 (*Tridax procumbens*)、濱刀豆、馬鞍藤 (*Ipomoea pes-caprae*) 為主 (圖八)。

本樣區內劃設兩條樣線進行網捕與掃網，另外依掉落式陷阱、誘餌掉落式陷阱、窗式陷阱、馬氏網、蝴蝶誘餌陷阱五種調查方法，每種方法於林中各設置兩個樣點進行調查 (圖七)。



圖七、四草混合林樣區，編號 1 與 2 處分別拉設一條樣線 (白線處)，沿樣線進行網捕與掃網採集，以及依掉落式陷阱、誘餌掉落式陷阱、窗式陷阱、馬氏網、蝴蝶誘餌陷阱各設置一個樣點 (圓點處)。



圖八、四草混合林樣區主要以欖仁、木麻黃混生的植被樣貌。

II. 城西保安林：

為曾文溪口南岸沿著海岸線的防風林，座標為 N23°02'22.05"，E120°04'29.20" 樣區面積約 187,000 平方公尺，西側為緊連臺灣海峽的海灘，東側為大面積的養殖魚塭，樹林呈狹長帶狀分布（圖二、圖九）。防風林為木麻黃純林，並有少量水黃皮、血桐、林投、巴西胡椒木 (*Schinus terebinthifolius*) 分長其中，林冠遮蔽度高。底層植被在靠近林緣處以草海桐為主，林下則遍佈大黍，並散生許多光果龍葵 (*Solanum americanum*)、馬纓丹 (*Lantana camara*)、瑪瑙珠、多花油柑 (*Phyllanthus multiflorus*)、土牛膝、三角葉西番蓮 (*Passiflora suberosa*)、相思樹 (*Acacia confusa*)、月橘 (*Murraya paniculata*)、落葵 (*Basella rubra*) 等，森林外側邊緣則以大花咸豐草、長柄菊為主（圖十）。

本樣區內劃設兩條樣線進行網捕與掃網，另外依掉落式陷阱、誘餌掉落式陷阱、窗式陷阱、馬氏網、蝴蝶誘餌陷阱五種調查方法，每種方法於林中各設置兩個樣點進行調查（圖九）。



圖九、城西保安林樣區，編號 1 與 2 處分別拉設一條樣線（白線處），沿樣線進行網捕與掃網採集，以及依掉落式陷阱、誘餌掉落式陷阱、窗式陷阱、馬氏網、蝴蝶誘餌陷阱各設置一個樣點（圓點處）。



圖十、城西保安林樣區以木麻黃為主的植被樣貌。

C. 濕草地

I. 鹽水溪濕草地：

位於鹽水溪出海口北岸的一片草澤，座標為 N23°00'17.21"，E120°08'43.21"，樣區面積約 8,500 平方公尺，鄰近尚有數個環境相似的草澤，較遠處皆是大片養殖魚塭（圖二、圖十一）。本處濕草地的水體屬於半淡鹹水（鹽度約 15 ppt），最優勢植物為海雀稗 (*Paspalum vaginatum*)，其次為少量的蘆葦 (*Phragmites communis*) (圖十二)。海雀稗不僅遍佈於陸地上，更在水塘周圍淺水區形成草毯，為水棲昆蟲創造出大量棲所。

本樣區內劃設兩條樣線進行網捕、掃網調查，並以 D 型水生昆蟲網沿岸邊草澤處採集水棲昆蟲 (圖十一)。



圖十一、鹽水溪濕草地樣區，編號 1 與 2 處分別拉設一條樣線（白線處），進行網捕、掃網與 D 型水生昆蟲網調查。



圖十二、鹽水溪樣區以海雀稗為主的植被樣貌。

II. 城西濕草地：

位於安南區城西里安清路北側的狹長型草澤，座標為 N23°02'49.38"，E120°06'27.66"，面積約 10,200 平方公尺，東南側為竹筏港溪，鄰近地區則為大片養殖魚塭與棄置魚塭 (圖二、圖十三)。水體屬於半淡鹹水 (鹽度約 15 ppt)，植被為海雀稗、蘆葦各半 (圖十四)。

本樣區內劃設兩條樣線進行網捕、掃網調查，並以 D 型水生昆蟲網沿岸邊草澤處採集水棲昆蟲 (圖十三)。



圖十三、城西濕草地樣區，編號 1 與 2 處分別拉設一條樣線（白線處），進行網捕、掃網與 D 型水生昆蟲網調查。

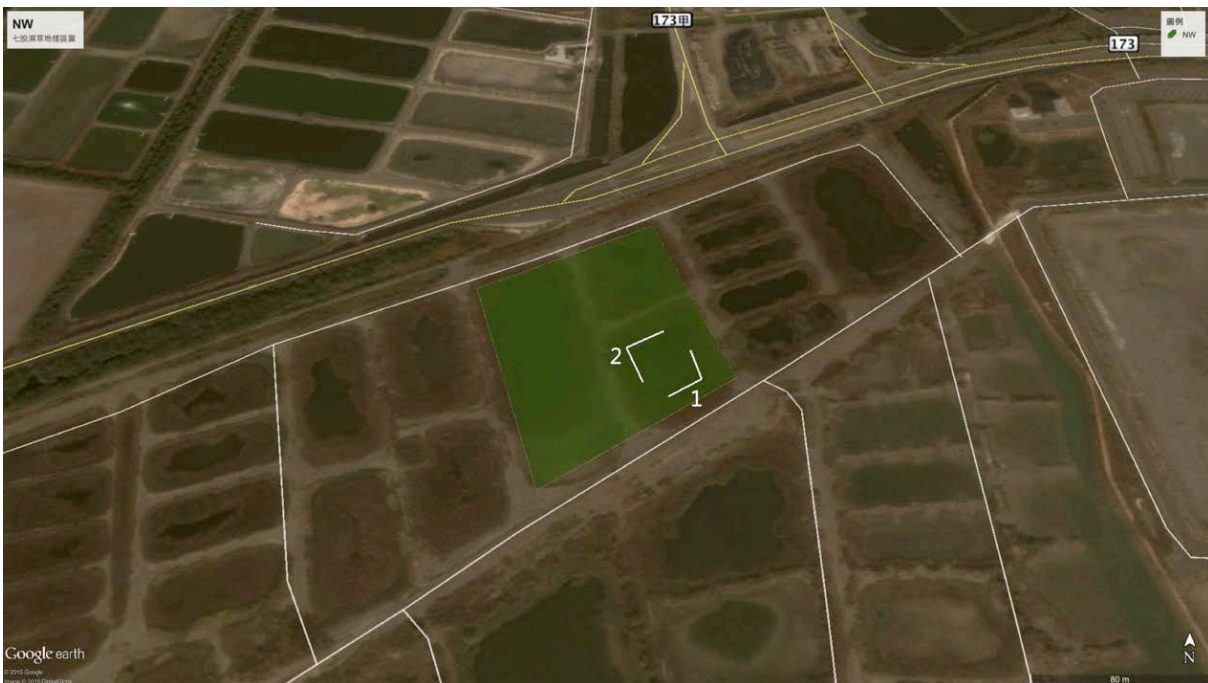


圖十四、城西濕草地樣區以海雀稗、蘆葦為主的植被樣貌。

III. 七股濕草地：

位於臺南大學七股校區西側的草澤，座標為 $N23^{\circ}05'15.84''$, $E120^{\circ}05'06.26''$ ，面積約 14,000 平方公尺，鄰近尚有數個環境相似的草澤，北側為大片養殖魚塭，南側則多為自然演替的棄置魚塭與荒地 (圖二、圖十五)。本處濕草地的水體鹽度較高約在 19-33 ppt 之間，植被為單一的蘆葦 (*Phragmites communis*) (圖十六)。

本樣區內劃設兩條樣線進行網捕、掃網調查，並以 D 型水生昆蟲網沿岸邊草澤處採集水棲昆蟲 (圖十五)。



圖十五、七股濕草地樣區，編號 1 與 2 處分別拉設一條樣線 (白線處)，進行網捕、掃網與 D 型水生昆蟲網調查。



圖十六、七股濕草地樣區以蘆葦為主的植被樣貌。

D. 乾草地

I. 鹽水溪乾草地：

位於鹽水溪出海口北岸，為草澤陸化後形成的荒地，緊鄰著鹽水溪濕草地樣區，鄰近地區為大片草澤、養殖魚塭，座標為 N23°00'14.62", E120°08'40.98"，面積約為 3,000 平方公尺 (圖二、圖十七)。優勢植物為大花咸豐草、海雀稗、白茅，其次為無根草 (*Cassytha filiformis*)、田菁 (*Sesbania cannabiana*)、孟仁草、歧穗臭根子草、土牛膝、毛西番蓮、銀合歡、鯽魚膽 (*Pluchea indica*)、巴西胡椒木、濱刀豆、馬鞍藤 (圖十八)。

本樣區內劃設兩條樣線進行網捕、掃網；另外依掉落式陷阱、誘餌掉落式陷阱兩種方法各選擇兩個樣點進行調查 (圖十七)。



圖十七、鹽水溪乾草地樣區，編號 1 與 2 處各拉設一條樣線 (白線處)，沿樣線以網捕與掃網採集，並依掉落式陷阱、誘餌掉落式陷阱各設置一個樣點 (圓點處)。



圖十八、鹽水溪乾草地樣區以大花咸豐草、海雀稗、白茅為主的植被樣貌。

II. 海岸乾草地：

位於四草混合林樣區東側，為海灘地自然演替形成的荒地，西側即為鄰近臺灣海峽之沙灘，東側則為大片養殖魚塭，座標為 N23°00'39.27"，E120°07'16.77"，面積約為 45,000 平方公尺 (圖二、圖十九)。優勢植物為土牛膝、無根草、大花咸豐草、變葉藜 (*Chenopodium acuminatum*)，其次為濱刀豆、馬鞍藤、臺灣蒺藜 (*Tribulus taiwanense*)，近沙灘邊緣則遍佈濱刺麥 (*Spinifex littoreus*)、濱刀豆、馬鞍藤、蒺藜草 (*Cenchrus echinatus*) (圖二十)。

本樣區內劃設兩條樣線進行網捕、掃網；另外依掉落式陷阱、誘餌掉落式陷阱兩種方法各選擇兩個樣點進行調查 (圖十九)。



圖十九、海岸乾草地樣區，編號 1 與 2 處各拉設一條樣線 (白線處)，沿樣線以網捕與掃網採集，以及依掉落式陷阱、誘餌掉落式陷阱各設置一個樣點 (圓點處)。



圖二十、海岸乾草地樣區以土牛膝、無根草、大花咸豐草、變葉藜為主的植被樣貌。

III. 七股乾草地：

位於臺南大學七股校區西南側的荒地，南側為曾文溪，西側為曾文溪口北岸黑面琵鷺保護區，鄰近地區為大片魚塭與棄置魚塭演替來的荒地，座標為 $N23^{\circ}04'50.33''$, $E120^{\circ}04'44.67''$ ，面積約 50,400 平方公尺 (圖二、圖二十一)。本樣區的優勢植物為白茅，佔了植被的 9 成以上，田菁、鹽地鼠尾粟 (*Sporobolus virginicus*) 次之 (圖二十二)。

本樣區內劃設兩條樣線進行網捕、掃網；另外依掉落式陷阱、誘餌掉落式陷阱兩種方法各選擇兩個樣點進行調查 (圖二十一)。



圖二十一、七股乾草地樣區，編號 1 與 2 處分別拉設一條樣線（白線處），沿樣線進行網捕與掃網採集，以及依掉落式陷阱、誘餌掉落式陷阱各設置一個樣點（圓點處）。



圖二十二、七股乾草地樣區以白茅為主的植被樣貌。

E. 溪溝水塘

I. 四草鹽田：

位於鹽田生態文化村西側，近臺南市四草野生動物保護區，為南寮鹽田的大蒸發池，水體鹽度約為 30-60 ppt，鄰近地區尚有數池鹽田及兩岸滿佈紅樹林的感潮溝，北側為大片魚塭，座標為 N23°01'33.48"，E120°08'21.54"，面積約為 13,900 平方公尺 (圖二、圖二十三)。本樣區植被稀少，只有數棵海茄苳生長在鹽田岸邊 (圖二十四)。

樣區內劃設一條樣線，於靠近陸地處進行網捕與掃網，水域環境則以 D 型水生昆蟲網採集水棲昆蟲 (圖二十三)。



圖二十三、四草鹽田樣區，於樣區上方邊緣處拉設一條樣線 (白線處)，沿樣線進行網捕、掃網與 D 型水生昆蟲網採集。



圖二十四、四草鹽田樣區的樣貌。

II. 四草水池：

位於鹽水溪口北岸欖仁與木麻黃混生的防風林旁，為一處棄置魚塭，為近淡水水體（鹽度約 1 ppt），西側為海岸乾草地樣區，北側為大片魚塭，座標為 N23°00'15.89", E120°07'49.43"，面積約 2,700 平方公尺（圖二、圖二十五）。本樣區的優勢陸生植物為白茅，其次為大花咸豐草、草海桐、毛西番蓮、孟仁草，水生植物則以蘆葦為主（圖二十六）。

樣區內劃設一條樣線，於靠近陸地處進行網捕與掃網，水域環境則以 D 型水生昆蟲網採集水棲昆蟲（圖二十五）。



圖二十五、四草水池樣區，於樣區中間堤岸處拉設一條樣線（白線處），沿樣線進行網捕、掃網與 D 型水生昆蟲網採集。

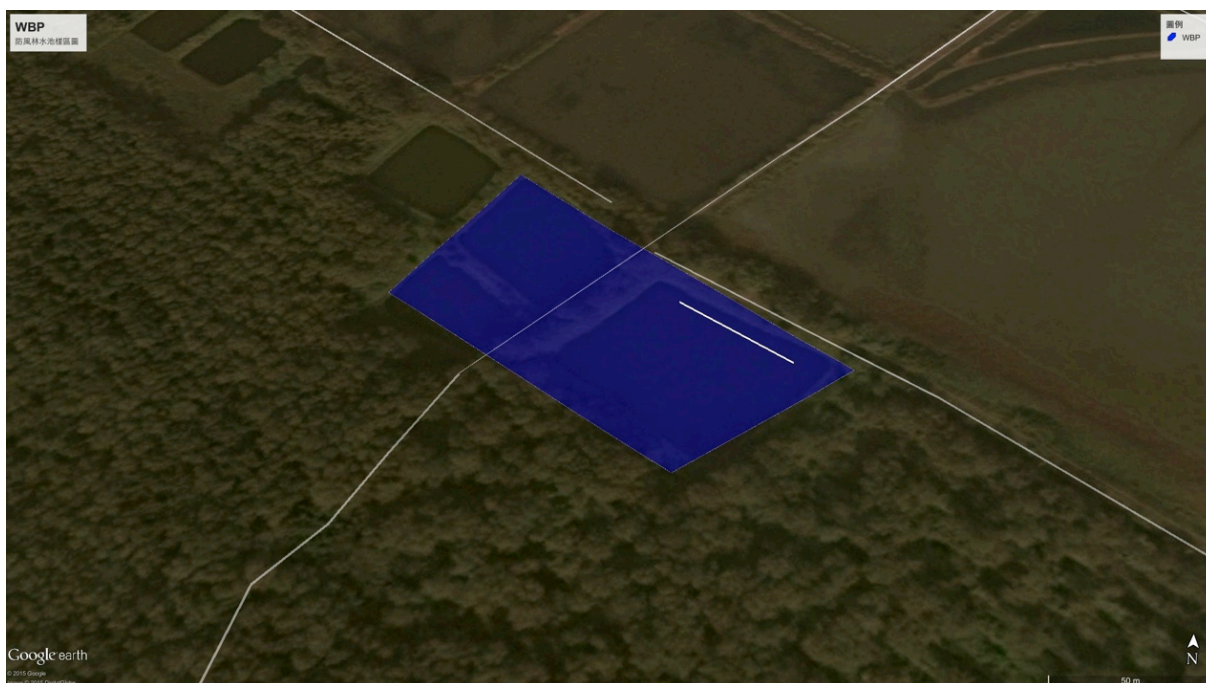


圖二十六、四草水池樣區陸域以白茅為主的植被樣貌。

III. 防風林水池：

位於四草地區沿海的棄置魚塭，水體鹽度約 1.4 ppt，為近淡水水體，水池東北為大面積的魚塭地，西南側緊鄰城西保安林，座標為 N23°01'58.83", E120°05'41.75"，面積約 10,800 平方公尺 (圖二、圖二十七)。本樣區的優勢陸生植物為大花咸豐草為主，其次為蘆葦、大黍、構樹 (*Broussonetia papyrifera*)、馬鞍藤、毛西番蓮，水生植物則為蘆葦最為優勢 (圖二十八)。

樣區內劃設一條樣線，於靠近陸地處進行網捕與掃網，水域環境則以 D 型水生昆蟲網採集水棲昆蟲 (圖二十七)。



圖二十七、防風林水池樣區，於樣區邊緣堤岸處拉設一條樣線 (白線處)，沿樣線進行網捕、掃網與 D 型水生昆蟲網採集。

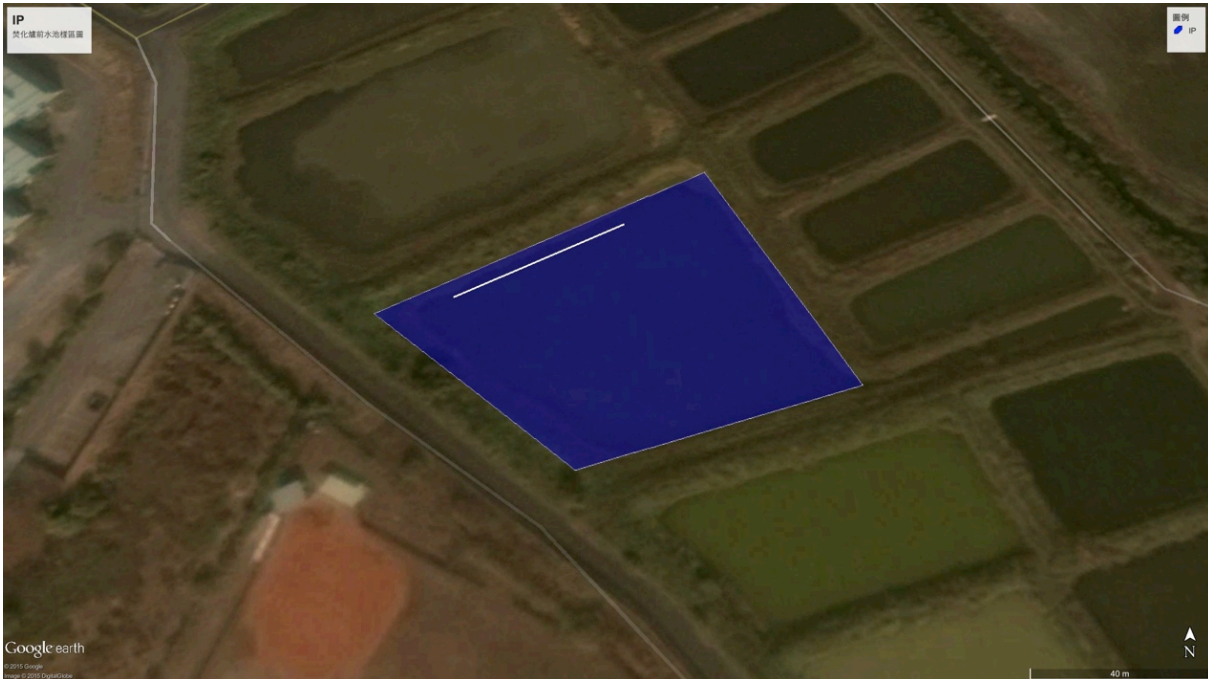


圖二十八、防風林水池樣區陸域以大花咸豐草為主的植被樣貌。

IV. 焚化爐前水池：

為城西垃圾焚化廠北側的棄置魚塢，全年水體鹽度於 3.54-61.36 ppt 間變動，推測應該是鄰近地區魚塢或感潮溝的水體入侵造成。水池東北面為大面積的魚塢地，西南側緊鄰城西垃圾焚化廠，座標為 N23°02'36.71", E120°04'52.33"，面積約 6,300 平方公尺 (圖二、圖二十九)。本樣區的優勢陸生植物為海雀稗、大花咸豐草，其次為田菁、馬纓丹、白茅、毛西番蓮等，其中半水生的海雀稗延伸至水中，並在水池周圍形成草毯 (圖三十)。

樣區內劃設一條樣線，於靠近陸地處進行網捕與掃網，水域環境則以 D 型水生昆蟲網採集水棲昆蟲 (圖二十九)。



圖二十九、焚化爐前水池樣區，於樣區邊緣堤岸處拉設一條樣線（白線處），沿樣線進行網捕、掃網與 D 型水生昆蟲網採集。



圖三十、焚化爐前水池樣區陸域以海雀稗、大花咸豐草為主的植被樣貌。

V. 城西水池：

位於曾文溪口南岸，城西保安林西北隅，水體鹽度約 30 ppt，池淺且佈滿藻類，水池東北側與城西保安林僅隔一條感潮溝，西南側則為堤防，座標為 N23°02'31.86", E120°04'03.87"，面積約 1,800 平方公尺 (圖二、圖三十一)。本樣區的優勢陸生植物為大花咸豐草，其次為草海桐、海茄苳、木麻黃、海埔姜、雙花蟛蜞菊、煉莢豆、含羞草、欖李、木麻黃、巴西胡椒木、光果龍葵，缺乏水生植物 (圖三十二)。

樣區內劃設一條樣線，於靠近陸地處進行網捕與掃網，水域環境則以 D 型水生昆蟲網採集水棲昆蟲 (圖三十一)。



圖三十一、城西水池樣區，於樣區邊緣堤岸處拉設一條樣線 (白線處)，沿樣線進行網捕、掃網與 D 型水生昆蟲網採集。



圖三十二、城西水池樣區陸域以大花咸豐草為主的植被樣貌，水域中則長滿藻類。

VI. 土城潮溝：

位於土城排水線西側、安清路南側的一條感潮溝，水體鹽度約 29 ppt，鄰近地區為大片魚塭地，座標為 $N23^{\circ}02'49.32''$, $E120^{\circ}07'07.21''$ ，面積約 2,300 平方公尺 (圖二、圖三十三)。本樣區的優勢陸生植物為鹽地鼠尾粟、海馬齒 (*Sesuvium portulacastrum*)、裸花蒺藜 (*Suaeda nudiflora*)、海茄苳次之，其中部分海雀稗延伸到水中，除此之外無其他水生植物 (圖三十四)。

樣區內劃設一條樣線，於靠近陸地處進行網捕與掃網，水域環境則以 D 型水生昆蟲網採集水棲昆蟲 (圖三十三)。



圖三十三、土城潮溝樣區，於樣區邊緣堤岸處拉設一條樣線（白線處），沿樣線進行網捕、掃網與 D 型水生昆蟲網採集。



圖三十四、土城潮溝樣區陸域以鹽地鼠尾粟為主的植被樣貌。

VII. 七股苗圃潮溝：

位於臺南市七股苗圃西南側的一條感潮溝，水體鹽度約 30 ppt，鄰近地區為大片魚塭地，西側緊鄰堤防，座標為 N23°05'18.85", E120°02'19.34"，面積約 2,900 平方公尺 (圖二、圖三十五)。本樣區的優勢陸生植物為白茅，其次為大花咸豐草、馬鞍藤、無根草、賽芻豆 (*Macroptilium atropurpureus*)、歧穗臭根子草、大黍、銀合歡、蘆葦、圓葉金午時花 (*Sida cordifolia*)，水淺而滿佈藻類 (圖三十六)。

樣區內劃設一條樣線，於靠近陸地處進行網捕與掃網，水域環境則以 D 型水生昆蟲網採集水棲昆蟲 (圖三十五)。



圖三十五、七股苗圃潮溝樣區，於樣區邊緣堤岸處拉設一條樣線 (白線處)，沿樣線進行網捕、掃網與 D 型水生昆蟲網採集。



圖三十六、七股苗圃潮溝樣區陸域以白茅為主的植被樣貌。

F. 燈光陷阱

I. 城西燈光陷阱

陷阱架設於一塊乾草地中央，樣點位置緊鄰城西保安林東北側，樣點西側及北側為自然演替中的棄置魚塭，東側則為大面積魚塭地，座標為 $N23^{\circ}01'48.13''$, $E120^{\circ}05'58.93''$ (圖二、圖三十七)。棄置魚塭沿岸以蘆葦最為優勢，陷阱架設處以大花咸豐草最為優勢，其次為土牛膝、歧穗臭根子草。實驗進行時燈光陷阱正對棄置魚塭地、乾草地、木麻黃防風林。



圖三十七、城西燈光陷阱所在位置。

II. 七股燈光陷阱

陷阱架設於臺南大學七股校區西側的荒地中央，樣點位置緊鄰七股濕草地樣區，附近地景為自然演替中的濕草地、乾荒地、養殖魚塭地，樣點北側鄰近七股紅樹林樣區，座標為 $N23^{\circ}05'12.92''$, $E120^{\circ}05'07.02''$ (圖二、圖三十八)。濕草地的植被以蘆葦最為優勢；乾荒地則以裸花蒺藜最為優勢，其次為海馬齒、白茅、鯽魚膽、鹽地鼠尾粟。實驗進行時燈光陷阱正對西側的大片濕草地、乾荒地。



圖三十八、七股燈光陷阱所在位置。

3. 調查方法

- A. 網捕與掃網：使用蝶網與手網為採集葉棲與飛行昆蟲之工具，設置一條長 50 m 的穿越線，與樣區邊界的距離至少 5 m 以上，持直徑 27 cm 硬框手網沿著穿越線，對植物葉間揮手網 100 次 (圖三十九、圖四十)，並以軟框蝶網捕捉可見之飛行昆蟲，每個月進行 1 次採集。



圖三十九、掃網於焚化爐前水池。



圖四十、網捕於海岸乾草地。

- B. 窗式陷阱：為針對飛行昆蟲之透明攔截器，底部取直徑 30 cm，高 10 cm 的圓形塑膠盆作為集蟲盆，盆內置有保存液，並離水盆頂端 2cm 的盆壁上，沿圓周平均距離鑿 8 個排水小洞，避免降雨造成溢水使蟲體流出，塑膠盆上方以 4 片寬 15 cm，高 30 cm 的透明壓克力板組合成十字型擋板，中央及外側分別固定在鐵條上，擋板上方再覆以邊長 50 cm 的塑膠板，距離水盆頂端約 50 cm，防止雜物及雨水落入盆內，並以繩子吊掛在樹枝上，離地約 1 m，每個月收集 1 週的資料 (圖四十一)。



圖四十一、窗式陷阱，上排四組位於四草混合林 (左二組)、城西保安林 (右二組)，下排四組位於七股紅樹林 (左二組)、城西濕地紅樹林 (右二組)。

- C. 馬氏網：為網帳型飛行昆蟲攔截器，昆蟲遇黑色面攔截後，爬行至亮面集蟲瓶中，瓶內置有保存液，本計畫採用市面販售之型號，以繩子吊掛在樹枝上，每個月收集 1 週的資料 (圖四十二)。



圖四十二、馬氏網陷阱，上排四組位於四草混合林（左二組）、城西保安林（右二組），下排四組位於七股紅樹林（左二組）、城西濕地紅樹林（右二組）。

- D. 掉落式陷阱：為採集地棲昆蟲之裝置，將一個 20 cm 高、內徑 15 cm 的 PVC 空水管埋入地面下做為擋土牆，水管上方切面邊緣與地面齊平，管內置放一個出口為內徑 2 cm 寬的漏斗，漏斗上緣為直徑 15 cm 以契合水管內徑，漏斗插入 500 ml 附有杯蓋的塑膠集蟲杯中，杯底用圖釘鑿孔以排放積水，水管上幅射設置 4 片長 100 cm，高 10 cm 的壓克力直立擋板，以管口為中心，呈十字形排列，利用昆蟲碰到障礙物會沿其邊緣前進的特性，增加昆蟲物種的採集量 (Hansen and New 2005)，每個月收集 1 週的資料 (圖四十三)。



圖四十三、掉落式陷阱，第一列位於四草混合林（二組），第二列位於城西保安林（二組），第三列位於七股乾草地（二組），第四列位於海岸乾草地（二組），第五列位於鹽水溪乾草地（二組）。

E. 誘餌掉落式陷阱：為採集地棲與飛行捕食性昆蟲之裝置，設計如掉落式陷阱，但不鋪設壓克力直立擋板，為避免腐食性脊椎動物取食誘餌，在埋管的地表鋪設 $60 \times 60 \text{ cm}^2$ 的鐵絲網，以營釘固定，並剪除鐵絲網中間 $16 \times 16 \text{ cm}^2$ 的面積以開放漏斗上方；鐵絲網與漏斗上方置有一個 $16 \times 16 \times 8 \text{ cm}^3$ 下方開放的鐵籠，鐵籠網目為 $2 \times 2 \text{ cm}^2$ ，用 8 條尼龍束帶將鐵絲網與鐵籠束緊，以防止脊椎動物挖掘侵入，鐵籠上方覆蓋一塊 $20 \times 20 \text{ cm}^2$ 的壓克力板擋雨，鐵籠內、漏斗正上方懸掛塑膠碗，以承載肉塊誘餌，每月各置放約 20 g 雞胸肉做為誘餌，每個月置放 1 週收集資料 (圖四十四)。



圖四十四、誘餌掉落式陷阱，第一列位於四草混合林 (二組)，第二列位於城西保安林 (二組)，第三列位於七股乾草地 (二組)，第四列位於海岸乾草地 (二組)，第五列位於鹽水溪乾草地 (二組)。

- F. 蝴蝶誘餌陷阱：為利用水果誘餌，吸引蝶類之裝置，主結構為一直徑約 40 cm，長 85 cm 可透氣之圓筒狀網室，上方為白頂，可吸引進入網室的蝴蝶上飛，網室下方開口直徑 20 cm，離底板約 5 cm，底板為 45 x 45 cm² 木板，中央可置水果誘餌，網室側邊具有拉鍊開闔，可將誘集之蝴蝶於鑑定後活體釋放，每個月置放誘餌 1 週收集資料 (圖四十五)。



圖四十五、蝴蝶誘餌陷阱，上排四組位於四草混合林 (左二組)、城西保安林 (右二組)，下排四組位於七股紅樹林 (左二組)、城西濕地紅樹林 (右二組)。

- G. D 型水生昆蟲網：為採集水生昆蟲之工具，手持長柄末端處，具有一附網之 D 型不鏽鋼框架，寬約 30 cm，持網沿著近岸或植物基部淺水處，每條樣線每月網撈 25 次水中昆蟲 (圖四十六)。



圖四十六、D 型水生昆蟲網於四草水池。

- H. 蟲蛻收集：為採集水生昆蟲之方法，沿紅樹林與溪溝水塘樣線，收集水生昆蟲羽化蟲蛻，每月調查一次。
- I. 燈光誘集：為採集夜間飛行昆蟲之方法，將 500 瓦白光燈源架設於離地 1.5 m 處，以發電機提供交流電力，並以直立的白布增加光線反射效果，白布長約 2.5 m，高約 1.7 m，日落後開始採集，持續 3 小時，凡攀附於白布上的昆蟲皆予以捕捉，每個月挑選一個無雨夜晚進行採集 (圖四十七)。



圖四十七、燈光誘集陷阱，左：城西樣點，右：七股樣點。

各樣區以各種方法於每月收集一次資料，樣線或樣點調查頻度如表二。

表二、各種方法於各樣區中，樣線或樣點的各月調查頻度。

採集方法	紅樹林	防風林	濕草地	乾草地	溪溝水塘	夜採地點
蝶網網捕	4	4	6	6	7	
手網掃網	4	4	6	6	7	
窗式陷阱	4	4				
馬氏網	4	4				
掉落式陷阱		4		6		
誘餌掉落式陷阱		4		6		
蝴蝶誘餌陷阱	4	4				
D型水生昆蟲網	4		6		7	
蟲蛻收集	4		6		7	
燈光誘集						2

需帶回鑑定之蟲體，具展翅必要者，皆以三角蠟紙保存帶回冷凍，無展翅必要者，則以 70 % 酒精浸泡，所有調查之蟲體皆鑑定至種，暫無法分類至種名者，則依據形態差異歸類，區分為形態種。經分類鑑定後，大型昆蟲至做針插標本，其餘以 70 % 酒精保存。調查預定日期為 2015 年 1 月至 12 月。

所有採集的標本與調查到的個體，拍照存檔，並依據棲地編號-樣點 (線) 編號-調查方法-調查日期-目別-科別-屬種名 (型態種編號) -個體編號，使用 Microsoft Excel 建立資料庫，供後續分析。

各棲地類型依調查方法，統計目別與科別物種數、個體數量、相對豐量，Simpson's Index of diversity 與 Shannon-Wiener index，以了解昆蟲群聚組成結構。

為建立不同類型棲地優勢物種資料，本計畫使用 Engelmann (1978) 以相對豐量範圍所定義的 6 個優勢度 (species dominance) 等級，由此選出棲地代表物種，優勢度等級依個體數量佔總數的百分比區分如下：

- 真優勢 (eudominant) : 32.0-100 %
- 優勢 (dominant) : 10.0-31.9 %
- 亞優勢 (subdominant) : 3.2-9.9 %
- 劣勢 (recedent) : 1.0-3.1 %
- 亞劣勢 (subrecedent) : 0.32-0.99 %
- 稀有 (sporadic) : 0.32 % 以下

為比較兩兩棲地間的昆蟲物種組成結構相似性，本計畫使用 Wainstein 的相似性指標 (Wainstein's Similarity Index, K_w)，當兩處物種組成結構完全一致時，其值為 100，而完全不相同時，其值為 0，此指標數值可以百分比的概念視之，相關公式如下：

$$K_w (0\sim 100) = R_e \times J$$

R_e : Renkonen's coefficient

J : Jaccard's coefficient

$$R_e (\%) = \sum \min (p_{i1}, p_{i2})$$

$$J = c \times 100 / (S_1 + S_2 - c)$$

p_{i1} : I 物種於物種組成 1 中的相對豐量

p_{i2} : I 物種於物種組成 2 中的相對豐量

c : 兩物種組成共有的物種數目

S_1 : 物種組成 1 之物種豐度

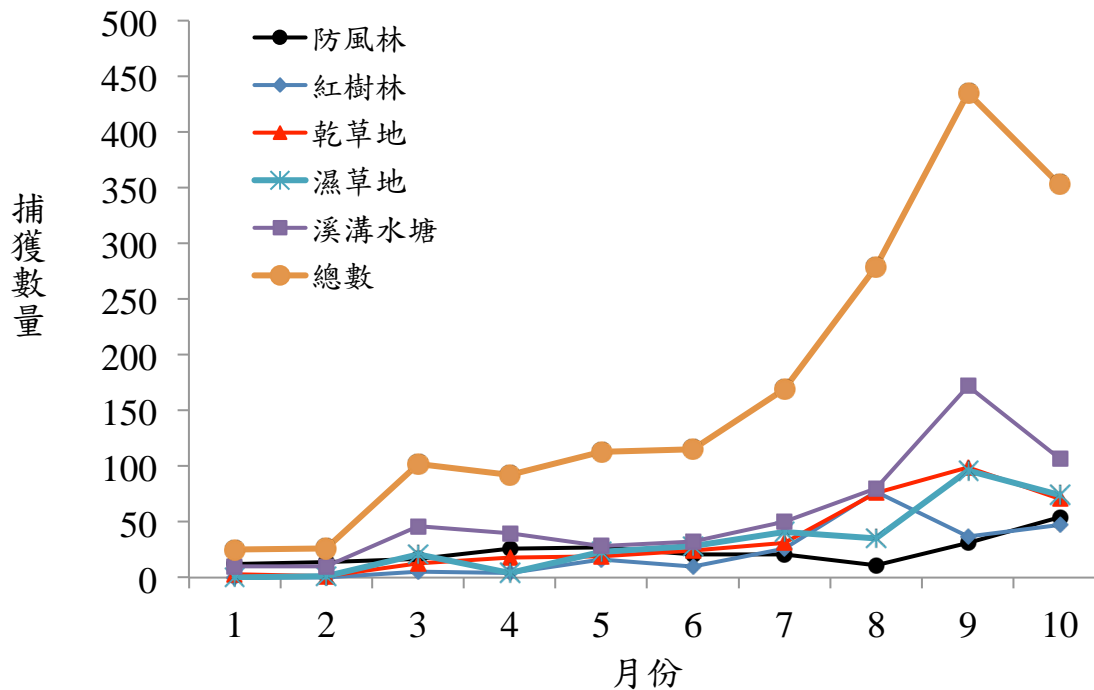
S_2 : 物種組成 2 之物種豐度

(二) 分析各類群昆蟲季節性變化

不同棲地各月份的捕獲數

以十種方法調查台江國家昆蟲資源，已完成 2015 年 10 月份的採集工作，1-10 月所有採集標本皆以酒精浸泡或以蠟紙裝袋低溫保存。除手網掃網、D 型水生昆蟲網、蟲蛻與燈光誘集尚未整理出詳細各棲地樣區與樣點的數據外，蝶網網捕已分類鑑定至 10 月份，涵蓋的棲地類型為防風林、紅樹林、乾草地、濕草地與溪溝水塘，10 個月共捕獲 1709 隻昆蟲，而馬氏網、窗式陷阱、掉落式陷阱、誘餌掉落式陷阱和蝴蝶誘餌陷阱的清點工作已進行至於 6 月，6 個月共捕獲 22471 隻昆蟲，涵蓋的棲地樣區範圍為城西保安林 (CPF) 與四草混合林 (SMF) 兩處防風林、城西濕地紅樹林 (CM) 與七股紅樹林 (NM) 兩處紅樹林，以及海岸乾草地 (CD)、七股乾草地 (ND) 與鹽水溪乾草地 (YD) 三處乾草地。

蝶網網捕的昆蟲數量隨月份增加，9 月達到高峰後，數量開始下降。捕獲數隨季節波動幅度最小為防風林，其次是紅樹林，8 月為其高峰期，在乾草地、濕草地與溪溝水塘則是在 7 月過後數量攀升，並於 9 月達到高峰(圖四十九、表三)。



圖四十八、2015 年 1-10 月以蝶網網捕於防風林、紅樹林、乾草地、濕草地與溪溝水塘所捕獲昆蟲數量與總數的月份變化。

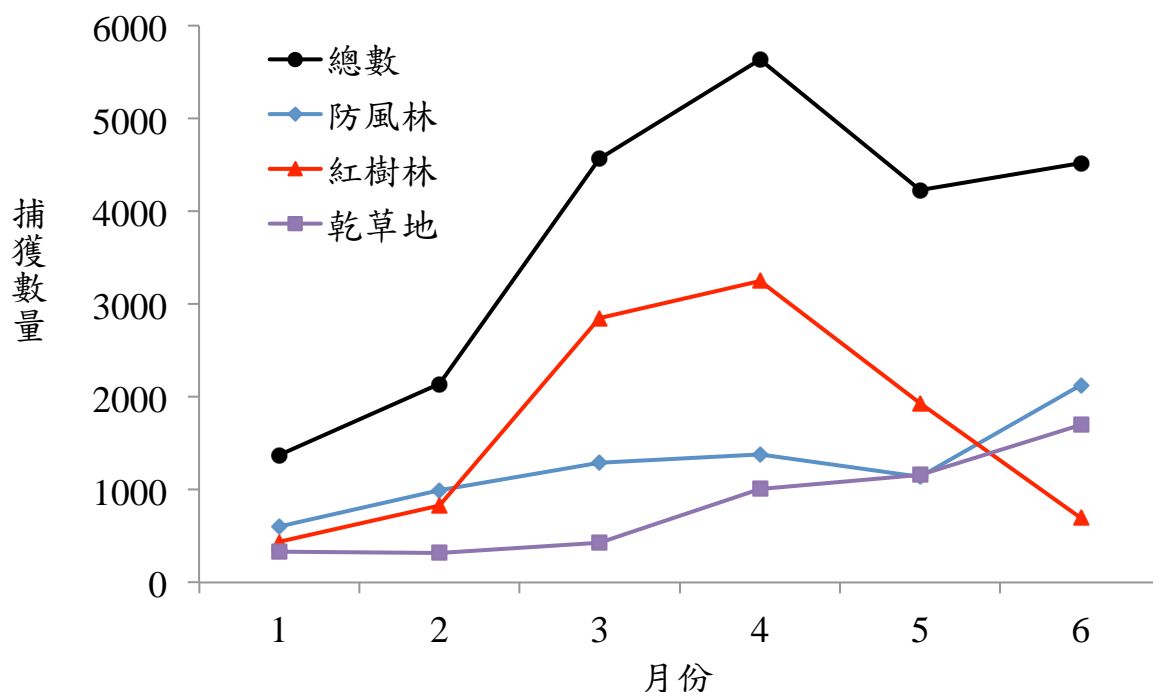
表三、2015 年 1-10 月以蝶網網捕於防風林、紅樹林與乾草地、濕草地與溪溝水塘所捕獲的昆蟲數量與總數。

棲地類型	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月
防風林	12	14	17	26	27	21	21	11	31	54
紅樹林	0	0	5	4	16	10	26	77	37	47
乾草地	3	1	13	18	19	24	31	76	99	71
濕草地	0	1	21	4	23	28	41	35	96	74
溪溝水塘	10	10	46	40	28	32	50	80	172	107
總數	25	26	102	92	113	115	169	279	435	353

馬氏網、窗式陷阱、掉落式陷阱、誘餌掉落式陷阱和蝴蝶誘餌陷阱五種方法於 1-6 月的昆蟲捕獲總數於 4 月達到高峰，1-2 月的調查以防風林的昆蟲數量最多，其次為紅樹林，乾草地最少，在防風林與乾草地的昆蟲數量於 1-6 月隨月份增加較為平穩的上升，而紅樹林的昆蟲捕獲數在 3 月急遽

上升，於 3-5 月排序則以紅樹林最多，但於 5 月開始則有下降的趨勢。1 月於三種棲地共捕獲 1373 隻，2 月為 2141 隻，3 月為 4569 隻，4 月為 5639 隻，5 月為 4230 隻，6 月為 4519 隻 (圖四十九、表四)。

防風林棲地的調查包含了馬氏網、窗式陷阱、掉落式陷阱、誘餌掉落式陷阱和蝴蝶誘餌陷阱五種方法，紅樹林棲地為馬氏網、窗式陷阱和蝴蝶誘餌陷阱三種方法，乾草地則為掉落式陷阱與誘餌掉落式陷阱兩種方法，因各方法為針對各棲地可能出現的昆蟲習性進行調查，雖然在各棲地間採用的方法數目有差異，但各棲地不同方法所加總的整體數量，仍能呈現該棲地昆蟲的多樣性，目前尚待其他方法捕獲昆蟲的計算與鑑定，在加入網捕、掃網與 D 型水生昆蟲網數據後，則可進一步分析各類群昆蟲季節性變化。例如 3-4 月紅樹林昆蟲數量的劇增，而 5 月數量即大幅衰退，原因為在馬氏網攔截飛行昆蟲，3-4 月數量劇增可能為雙翅目類群昆蟲的羽化期或活躍期，則須待物種鑑定後進一步分析。六個月的調查數據中，以蝴蝶誘餌陷阱捕獲數最低，在防風林捕獲數量為 5 隻，而紅樹林捕獲數為零，建議未來長期監測的調查方法中，可剔除蝴蝶誘餌陷阱，改以蝶網網捕的方式，會較有效率。



圖四十九、2015 年 1-6 月於防風林、紅樹林與乾草地所捕獲昆蟲數量與總數的月份變化，採用的方法為馬氏網、窗式陷阱、掉落式陷阱、誘餌掉落式陷阱和蝴蝶誘餌陷阱五種方法。

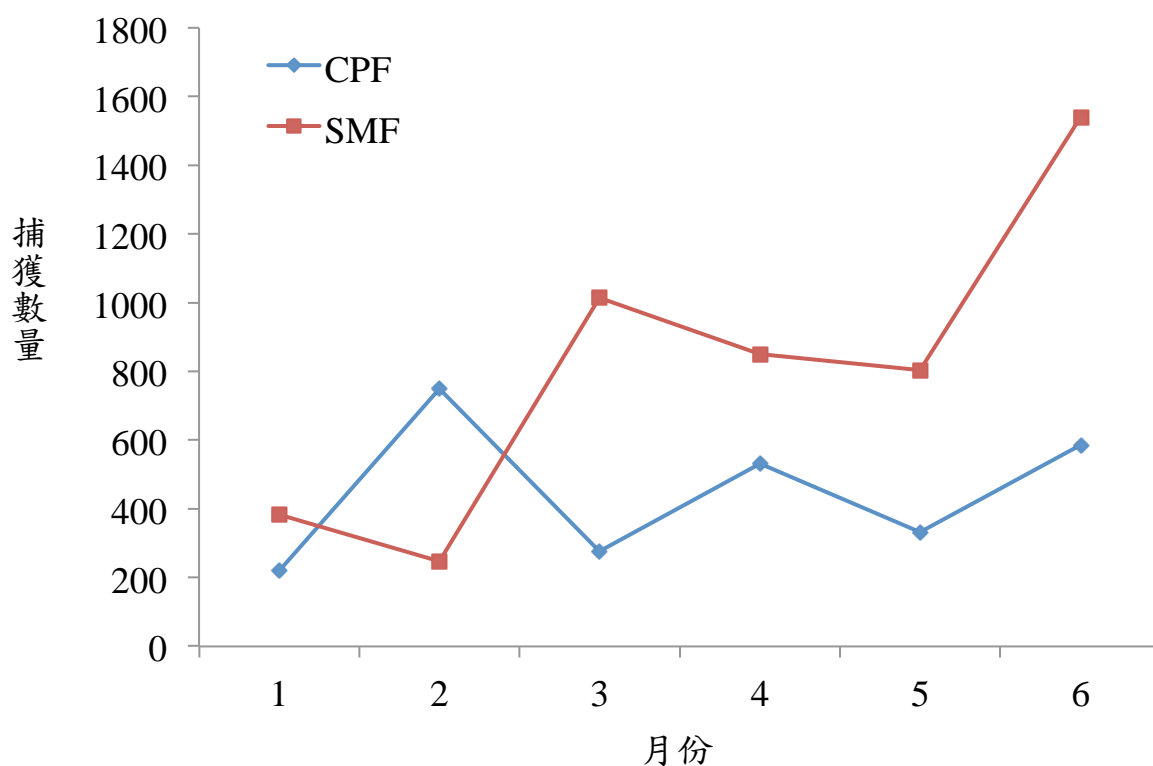
表四、2015 年 1-6 月在防風林、紅樹林與乾草地以馬氏網、窗式陷阱、掉落式陷阱、誘餌掉落式陷阱和蝴蝶誘餌陷阱五種方法，於各棲地類型所捕獲的昆蟲數量與總數。

棲地類型	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月
防風林	603	996	1290	1382	1137	2125
紅樹林	438	829	2852	3247	1931	700
乾草地	332	316	427	1010	1162	1694
總數	1373	2141	4569	5639	4230	4519

不同棲地內樣點比較

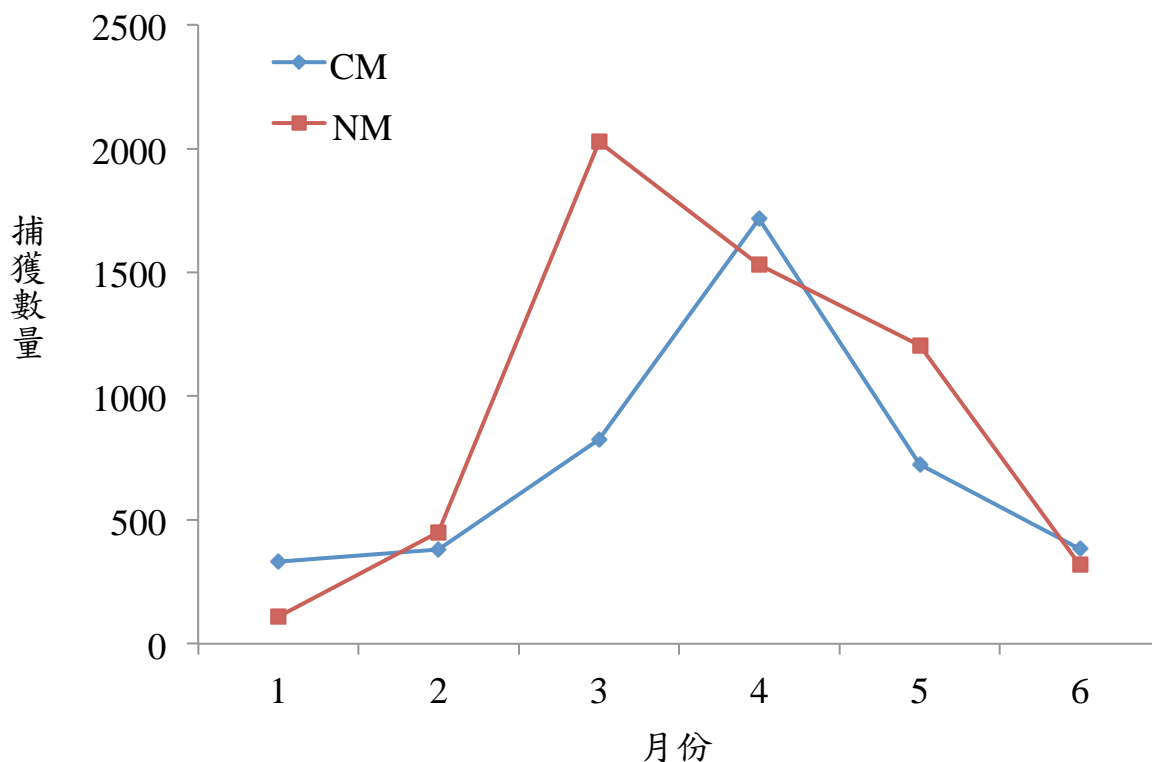
防風林棲地在 2015 年 1-6 月於城西保安林 (CPF) 與四草混合林 (SMF) 兩處樣區，以馬氏網、窗式陷阱、掉落式陷阱、誘餌掉落式陷阱和蝴蝶誘餌陷阱五種方法進行調查，在城西保安林所捕獲的昆蟲數量為 2694 隻，在四草混合林為 4839 隻。城西保安林在 2 月昆蟲數量達到高峰，主要

是因馬氏網在該月份即攔截捕獲 683 隻，4 月數量次高則非僅基於馬氏網的捕獲量，該月馬氏網為 227 隻，而窗氏陷阱攔截的飛蟲有 197 隻。四草混合林在 3-6 月的捕獲數量較高，主因在馬氏網的捕獲數，3 月為 665 隻、4 月為 586 隻、5 月為 664 隻、6 月為 891 隻，其次是窗氏陷阱的捕獲數，3 月為 130 隻、4 月為 204 隻、5 月為 108 隻、6 月為 285 隻，再者誘餌掉落式陷阱除在 3 月有 136 隻較大的捕獲數外，6 月亦有 270 隻的捕獲數，有異於 1, 2, 4, 5 月皆低於 50 隻 (圖五十)。五種方法中，蝴蝶誘餌陷阱貢獻度最低，兩防風林樣點僅在 1, 3 月共捕獲 5 隻。



圖五十、2015 年 1-6 月於城西保安林 (CPF) 與四草混合林 (SMF) 兩處防風林棲地所捕獲昆蟲數量的月份變化，採用的方法為馬氏網、窗式陷阱、掉落式陷阱、誘餌掉落式陷阱和蝴蝶誘餌陷阱五種方法。

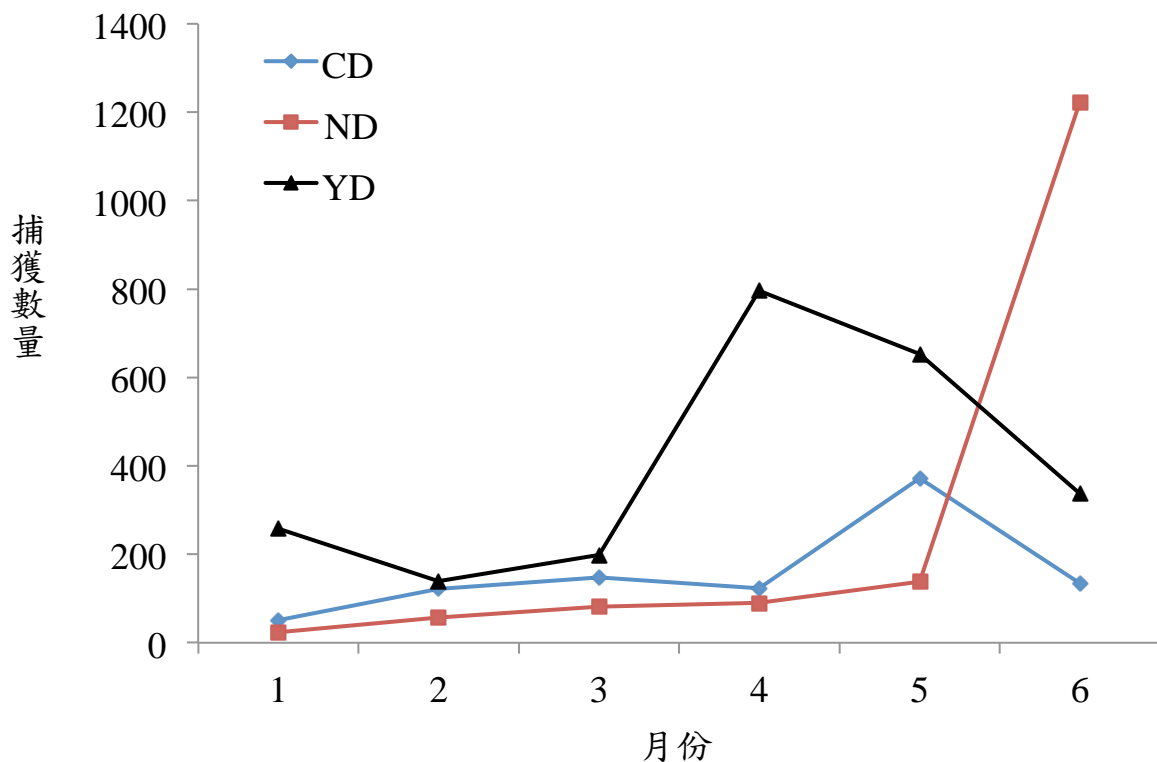
紅樹林棲地在 2015 年 1-6 月於城西濕地紅樹林 (CM) 與七股紅樹林 (NM) 兩處樣區，以馬氏網、窗式陷阱和蝴蝶誘餌陷阱三種方法進行調查，其中蝴蝶誘餌陷阱無捕獲數，在城西濕地紅樹林總捕獲的昆蟲數量為 4360 隻，於 3 月達到高峰，而在七股紅樹林為 5637 隻，於 4 月達到高峰。馬氏網於兩樣區六個月份中所攔截捕獲的飛蟲數量佔了約 80%，七股紅樹林在 3 月捕獲數高達 1868 隻，而城西濕地紅樹林在 4 月亦高達 1355 隻，可見紅樹林馬氏網的攔截效率遠比窗式陷阱高 (圖五十一)。



圖五十一、2015 年 1-6 月於城西濕地紅樹林 (CM) 與七股紅樹林 (NM) 兩處紅樹林棲地所捕獲昆蟲數量的月份變化，採用的方法為馬氏網、窗式陷阱和蝴蝶誘餌陷阱三種方法，其中蝴蝶誘餌陷阱無捕獲數。

乾草地棲地在 2015 年 1-6 月於海岸乾草地 (CD)、七股乾草地 (ND) 與鹽水溪乾草地 (YD) 三處樣區，以掉落式陷阱和誘餌掉落式陷阱兩種方法

進行調查，在鹽水溪乾草地昆蟲總捕獲數最高，為 2383 隻，其次為七股乾草地為 1609 隻，海岸乾草地 949 隻捕獲數最低。鹽水溪乾草地於 4 月過後捕獲數遽增，主要基於兩種掉落式陷阱中存在大量的蟻科昆蟲，4 月捕獲數高達 797 隻(圖五十二)。雖然 1-6 月三處樣區的掉落式陷阱捕獲總數普遍比誘餌掉落式陷阱高，但誘餌掉落式陷阱的捕獲數仍有隨月份增加的趨勢，特別是在 6 月的七股乾草地捕獲數量大增，單月誘餌掉落式陷阱即捕獲 1079 隻，主要亦為蟻科昆蟲，此可能與動物性分解者在較高的環境溫度下，有較高的活躍性有關。



圖五十二、2015 年 1-6 月於海岸乾草地 (CD) 、七股乾草地 (ND) 與鹽水溪乾草地 (YD) 三處乾草地棲地所捕獲昆蟲數量的月份變化，採用的方法為掉落式陷阱和誘餌掉落式陷阱兩種方法。

(三) 建立各類型棲地昆蟲物種組成結構與優勢物種資料

各目別昆蟲優勢度

在 1-10 月所捕獲已鑑定至形態種可供分析的數據，為 1-10 月於防風林、紅樹林、乾草地、濕草地與溪溝水塘以蝶網網捕，以及 1, 2 月於防風林、紅樹林與乾草地，以馬氏網、窗式陷阱、掉落式陷阱、誘餌掉落式陷阱和蝴蝶誘餌陷阱所調查的資料，因蝴蝶誘餌陷阱於 1-10 月僅於防風林捕獲 5 隻，故分別以蝶網網捕 1-10 月，以及以馬氏網、窗式陷阱、掉落式陷阱和誘餌掉落式陷阱 1-2 月的調查結果進行分析討論。

在防風林、紅樹林、乾草地、濕草地與溪溝水塘以蝶網網捕於 1-10 月共捕獲 8 目 89 種 1709 隻昆蟲，分別是鞘翅目 (Coleoptera)、雙翅目 (Diptera)、半翅目 (Hemiptera)、膜翅目 (Hymenoptera)、鱗翅目 (Lepidoptera)、螳螂目 (Mantodea)、蜻蛉目 (Odonata) 與直翅目 (Orthoptera)。其中以蜻蛉目為真優勢類群，個體數量佔捕獲數的 62.61%，其次是鱗翅目 12.35% 為優勢類群，亞優勢類群則依序為鞘翅目 9.48% 與膜翅目 8.43%，而非優勢類群依序為直翅目、雙翅目、半翅目與螳螂目四目 (表五)。

表五、2015 年 1-10 月以蝶網網捕於防風林、紅樹林、乾草地、濕草地與溪溝水塘所捕獲各目昆蟲物種數、個體數、相對豐量與優勢度等級。

目別	物種數	個體數	%	優勢度等級
Coleoptera	21	162	9.48	亞優勢
Diptera	4	32	1.87	劣勢
Hemiptera	5	27	1.58	劣勢
Hymenoptera	17	144	8.43	亞優勢
Lepidoptera	17	211	12.35	優勢
Mantodea	5	10	0.59	亞劣勢
Odonata	14	1070	62.61	真優勢
Orthoptera	6	53	3.10	劣勢

蝶網網捕 10 個月所捕獲的昆蟲中，屬優勢範圍的物種，在蜻蛉目有 4 種，分別是高翔蜻蜓 (*Macrodiplax cora*) 佔捕獲數 19.78%、青紋細蟴 (*Ischnura senegalensis*) 13.34%，兩者屬優勢物種、褐斑蜻蜓 (*Brachythemis contaminata*) 8.78%與薄翅蜻蜓 (*Pantala flavescens*) 6.26%，兩者屬亞優勢物種；在鱗翅目有兩種，分別是黃蝶 (*Eurema hecabe*) 3.92%與豆波灰蝶 (*Lampides boeticus*) 3.51%，兩者屬亞優勢物種(表六)。

表六、2015 年 1-10 月蝶網網捕之優勢物種與優勢度等級。

目名	科名	學名	中名	個體數	%	優勢度等級
Odonata	Libellulidae	<i>Macrodiplax cora</i>	高翔蜻蜓	338	19.78	優勢
Odonata	Coenagrionidae	<i>Ischnura senegalensis</i>	青紋細蟴	228	13.34	優勢
Odonata	Libellulidae	<i>Brachythemis contaminata</i>	褐斑蜻蜓	150	8.78	亞優勢
Odonata	Libellulidae	<i>Pantala flavescens</i>	薄翅蜻蜓	107	6.26	亞優勢
Lepidoptera	Pieridae	<i>Eurema hecabe</i>	黃蝶	67	3.92	亞優勢
Lepidoptera	Lycaenidae	<i>Lampides boeticus</i>	豆波灰蝶	60	3.51	亞優勢

在防風林、紅樹林與乾草地以馬氏網、窗式陷阱、掉落式陷阱與誘餌掉落式陷阱於 1, 2 月共捕獲 14 目 303 種 3511 隻昆蟲，分別是蜚蠊目 (Blattodea)、鞘翅目 (Coleoptera)、革翅目 (Dermaptera)、雙翅目 (Diptera)、紡足目 (Embiidina)、半翅目 (Hemiptera)、膜翅目 (Hymenoptera)、鱗翅目 (Lepidoptera)、螳螂目 (Mantodea)、脈翅目 (Neuroptera)、蜻蛉目 (Odonata)、直翅目 (Orthoptera)、嚙蟲目 (Psocoptera) 與纓翅目 (Thysanoptera)。其中以雙翅目個體數量最多，佔所有捕獲數 56.71% 為真優勢類群，其次是膜翅目 18.68% 為優勢類群，亞優勢類群則依序為鞘翅目 9.54%、鱗翅目 4.33%、嚙蟲目 4.27% 與半翅目 3.93%，而非優勢類群則分別為蜚蠊目、纓翅目、直翅目、革翅目、紡足目、螳螂目、脈翅目與蜻蛉目八目 (表七)。

表七、2015年1-2月以馬氏網、窗式陷阱、掉落式陷阱和誘餌掉落式陷阱於防風林、紅樹林與乾草地所捕獲各目昆蟲物種數、個體數、相對豐量與優勢度等級。

目別	物種數	個體數	%	優勢度等級
Blattodea	2	56	1.59	劣勢
Coleoptera	60	335	9.54	亞優勢
Dermaptera	2	3	0.09	稀有
Diptera	82	1991	56.71	真優勢
Embiidina	2	2	0.06	稀有
Hemiptera	33	138	3.93	亞優勢
Hymenoptera	65	656	18.68	優勢
Lepidoptera	37	152	4.33	亞優勢
Mantodea	1	2	0.06	稀有
Neuroptera	1	2	0.06	稀有
Odonata	1	1	0.03	稀有
Orthoptera	4	4	0.11	稀有
Psocoptera	7	150	4.27	亞優勢
Thysanoptera	6	19	0.54	亞劣勢

各棲地昆蟲組成之多樣性比較

在蝶網網捕於1-10月比較防風林、紅樹林、乾草地、濕草地與溪溝水塘五種棲地類型環境所捕獲的昆蟲，其中以溪溝水塘53種575隻次為最多，而紅樹林24種222隻最少。防風林41種在物種數上雖居次，但其個體數較少，僅略高於紅樹林，防風林的多樣性指數與物種均勻度皆最高，顯示各個物種的數量較為平均，溪溝水塘次之，而以紅樹林的多樣性指數與物種均勻度為最低（表八）。

表八、2015 年 1-10 月以蝶網網捕於防風林、紅樹林、乾草地、濕草地與溪溝水塘所捕獲昆蟲物種數、個體數、多樣性指數與物種均勻度。

棲地類型	防風林	紅樹林	乾草地	濕草地	溪溝水塘
物種數	41	24	31	27	53
個體數	234	222	355	323	575
Simpson's Index of diversity	0.92	0.82	0.84	0.84	0.90
Shannon-Wiener Index	2.95	2.19	2.43	2.42	2.92
Evenness	0.79	0.69	0.71	0.73	0.74

以馬氏網、窗式陷阱、掉落式陷阱與誘餌掉落式陷阱於 1, 2 月比較防風林、紅樹林與乾草地三種棲地類型環境所捕獲的昆蟲，其中以防風林 215 種 1595 隻次為最多，其下依序為紅樹林 113 種 1267 隻、乾草地 63 種 648 隻，在 Simpson 與 Shannon-Wiener 的多樣性指數和物種均勻度上，亦以防風林為最高，其次是紅樹林與乾草地 (表九)。以棲地生產者的生物量與異質性來看，皆以防風林最高，而乾草地最低，因此各棲地的多樣性差異，即反映了各棲地生物量與異質性的高低。然而紅樹林與乾草地之物種均勻度低於防風林，則為該環境存在一些季節性優勢物種，在特定時間有較高的個體捕獲量，因而拉低了物種均勻度。

表九、2015 年 1, 2 月以馬氏網、窗式陷阱、掉落式陷阱和誘餌掉落式陷阱於防風林、紅樹林與乾草地所捕獲昆蟲物種數、個體數、多樣性指數與物種均勻度。

棲地類型	防風林	紅樹林	乾草地
物種數	215	113	63
個體數	1595	1267	648
Simpson's Index of diversity	0.96	0.88	0.84
Shannon-Wiener Index	4.05	2.89	2.60
Evenness	0.75	0.61	0.63

各棲地之優勢物種

蝶網網捕 10 個月的調查中，各棲地的在相對豐量 3.2% 以上優勢範圍的物種數並不相同，防風林有 8 種，其中蓬萊沙蜂 (*Bembix formosana*)、高翔蜻蜒 (*Macrodiplax cora*)、侏儒蜻蜒 (*Diplacodes trivialis*) 與大華蜻蜒 (*Tramea virginia*) 4 種為優勢種，而小皺椿象 (*Cyclopelta parva*)、白粉蝶 (*Pieris rapae*)、大頭金蠅 (*Chrysomya megacephala*) 與薄翅蜻蜒 (*Pantala flavescens*) 4 種為亞優勢種；紅樹林有 7 種，其中高翔蜻蜒 (*Macrodiplax cora*) 與薄翅蜻蜒 (*Pantala flavescens*) 2 種為優勢種，而黃蝶 (*Eurema hecabe*)、豆波灰蝶 (*Lampides boeticus*)、中國蜂 (*Apis cerana*)、彩裳蜻蜒 (*Rhyothemis variegata*) 與義大利蜂 (*Apis mellifera*) 5 種為亞優勢種；乾草地有 9 種，其中以高翔蜻蜒 (*Macrodiplax cora*) 1 種為真優勢種，其餘 8 種皆為亞優勢種，依序別是豆波灰蝶 (*Lampides boeticus*)、青紋細螽 (*Ischnura senegalensis*)、黃蝶 (*Eurema hecabe*)、侏儒蜻蜒 (*Diplacodes trivialis*)、猩紅蜻蜒 (*Crocothemis servilia*)、薄翅蜻蜒 (*Pantala flavescens*)、彩裳蜻蜒 (*Rhyothemis variegata*) 與折列藍灰蝶 (*Zizina Otis*)；濕草地有 6 種，其中青紋細螽 (*Ischnura senegalensis*) 為真優勢種，橙瓢蟲 (*Micraspis discolor*) 為優勢種，而侏儒蜻蜒 (*Diplacodes trivialis*)、義大利蜂 (*Apis mellifera*)、褐斑蜻蜒 (*Brachythemis contaminata*) 與高翔蜻蜒 (*Macrodiplax cora*) 4 種為亞優勢種；溪溝水塘有 5 種，其中褐斑蜻蜒 (*Brachythemis contaminata*)、高翔蜻蜒 (*Macrodiplax cora*)、青紋細螽 (*Ischnura senegalensis*) 3 種為優勢種，而侏儒蜻蜒 (*Diplacodes trivialis*) 與黃蝶 (*Eurema hecabe*) 2 種為亞優勢種 (表十)。

表十、2015年1-10月以蝶網網捕調查，各棲地之優勢物種與優勢度等級。

	目名	科名	學名	中名	個體數	%	優勢度等級
防風林	Odonata	Libellulidae	<i>Macrodiplax cora</i>	高翔蜻蜓	43	18.38	優勢
	Hymenoptera	Crabronidae	<i>Bembix formosana</i>	蓬萊沙蜂	27	11.54	優勢
	Odonata	Libellulidae	<i>Diplacodes trivialis</i>	侏儒蜻蜓	25	10.68	優勢
	Odonata	Libellulidae	<i>Tramea virginia</i>	大華蜻蜓	25	10.68	優勢
	Hemiptera	Dinidoridae	<i>Cyclopelta parva</i>	小皺椿象	12	5.13	亞優勢
	Lepidoptera	Pieridae	<i>Pieris rapae</i>	白粉蝶	12	5.13	亞優勢
	Diptera	Callophoridae	<i>Chrysomya megacephala</i>	大頭金蠅	11	4.70	亞優勢
	Odonata	Libellulidae	<i>Pantala flavescens</i>	薄翅蜻蜓	10	4.27	亞優勢
紅樹林	Odonata	Libellulidae	<i>Macrodiplax cora</i>	高翔蜻蜓	65	29.28	優勢
	Odonata	Libellulidae	<i>Pantala flavescens</i>	薄翅蜻蜓	62	27.93	優勢
	Lepidoptera	Pieridae	<i>Eurema hecabe</i>	黃蝶	17	7.66	亞優勢
	Lepidoptera	Lycaenidae	<i>Lampides boeticus</i>	豆波灰蝶	14	6.31	亞優勢
	Hymenoptera	Apidae	<i>Apis cerana</i>	中國蜂	11	4.95	亞優勢
	Odonata	Libellulidae	<i>Rhyothemis variegata</i>	彩裳蜻蜓	11	4.95	亞優勢
	Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	義大利蜂	9	4.05	亞優勢
	乾草地	Odonata	Libellulidae	<i>Macrodiplax cora</i>	高翔蜻蜓	127	35.77
Lepidoptera		Lycaenidae	<i>Lampides boeticus</i>	豆波灰蝶	30	8.45	亞優勢
Odonata		Coenagrionidae	<i>Ischnura senegalensis</i>	青紋細蟴	27	7.61	亞優勢
Lepidoptera		Pieridae	<i>Eurema hecabe</i>	黃蝶	22	6.20	亞優勢
Odonata		Libellulidae	<i>Diplacodes trivialis</i>	侏儒蜻蜓	22	6.20	亞優勢
Odonata		Libellulidae	<i>Crocothemis servilia</i>	猩紅蜻蜓	20	5.63	亞優勢
Odonata		Libellulidae	<i>Pantala flavescens</i>	薄翅蜻蜓	18	5.07	亞優勢
Odonata		Libellulidae	<i>Rhyothemis variegata</i>	彩裳蜻蜓	18	5.07	亞優勢
Lepidoptera		Lycaenidae	<i>Zizina otis</i>	折列藍灰蝶	14	3.94	亞優勢
濕草地		Odonata	Coenagrionidae	<i>Ischnura senegalensis</i>	青紋細蟴	111	34.37
	Coleoptera	Coccinellidae	<i>Micraspis discolor</i>	橙瓢蟲	43	13.31	優勢
	Odonata	Libellulidae	<i>Diplacodes trivialis</i>	侏儒蜻蜓	30	9.29	亞優勢
	Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	義大利蜂	24	7.43	亞優勢
	Odonata	Libellulidae	<i>Brachythemis contaminata</i>	褐斑蜻蜓	18	5.57	亞優勢
	Odonata	Libellulidae	<i>Macrodiplax cora</i>	高翔蜻蜓	15	4.64	亞優勢
溪溝水塘	Odonata	Libellulidae	<i>Brachythemis contaminata</i>	褐斑蜻蜓	124	21.57	優勢
	Odonata	Libellulidae	<i>Macrodiplax cora</i>	高翔蜻蜓	88	15.30	優勢
	Odonata	Coenagrionidae	<i>Ischnura senegalensis</i>	青紋細蟴	82	14.26	優勢
	Odonata	Libellulidae	<i>Diplacodes trivialis</i>	侏儒蜻蜓	31	5.39	亞優勢
	Lepidoptera	Pieridae	<i>Eurema hecabe</i>	黃蝶	20	3.48	亞優勢

各棲地昆蟲組成之相似性比較

將防風林、紅樹林、乾草地、濕草地與溪溝水塘以蝶網網捕於 1-10 月所捕獲的昆蟲，以 Wainstein 的相似性指標 (Wainstein's Similarity Index, K_w) 比較昆蟲組成結構的相似度，紅樹林與乾草地間的昆蟲組成結構相似性最高，為 18.09%，其餘相似性較高的，依序分別是乾草地與溪溝水塘間的 15.34%、濕草地與溪溝水塘間的 14.96%，以及乾草地與濕草地間的 14.41% (表十一)。

表十一、2015 年 1-10 月防風林、紅樹林、乾草地、濕草地與溪溝水塘五種棲地間昆蟲組成結構的相似性指標數值 (Wainstein's Similarity Index, K_w)，方法為蝶網網捕。

K_w	防風林	紅樹林	乾草地	濕草地	溪溝水塘
防風林					
紅樹林	5.94				
乾草地	8.11	18.09			
濕草地	5.40	5.21	14.41		
溪溝水塘	9.34	7.76	15.34	14.96	

將防風林、紅樹林與乾草地以馬氏網、窗式陷阱、掉落式陷阱與誘餌掉落式陷阱於 1, 2 月所捕獲的昆蟲，以 Wainstein 的相似性指標 (Wainstein's Similarity Index, K_w) 比較昆蟲組成結構的相似度，以防風林與紅樹林的昆蟲組成結構相似性較高，為 11.14%，而乾草地的昆蟲組成結構與另外兩種林地 (防風林與紅樹林) 則具有更大的差異，與防風林的相似性值為 1.04%，而與紅樹林相似性僅 0.16% (表十二)。相似性的差異可能是基於所棲息的昆蟲活動模式不同，這也反映在調查方法上，防風林與紅樹林中，飛行昆蟲為物種組成的主要結構，而防風林的昆蟲組成尚含有地棲昆蟲，紅樹林則無，在乾草地則以地棲昆蟲為主，因此在昆蟲活動習性上，紅樹林與乾草地並無交集，相似性也最低，而防風林與紅樹林交集較大，則有較高的組成相似性。

表十二、2015 年 1, 2 月防風林、紅樹林與乾草地三種棲地間昆蟲組成結構的相似性指標數值 (Wainstein's Similarity Index, K_w)，以馬氏網、窗式陷阱、掉落式陷阱和誘餌掉落式陷阱四種方法捕獲。

K_w	防風林	紅樹林	乾草地
防風林			
紅樹林	11.14		
乾草地	1.04	0.16	

因在防風林、紅樹林與乾草地所採用的調查方法並不完全相同，若以相同的調查方法比較三種棲地類型的昆蟲組成結構，可依攔截飛行昆蟲的調查方法比較防風林與紅樹林，以及地面陷阱比較防風林與乾草地。馬氏網與窗式陷阱仍呈現林地間（防風林與紅樹林）昆蟲組成結構有較高的相似性，但與窗式陷阱相比，馬氏網在兩種林地間所捕獲的昆蟲有較高的物種相似性，馬氏網作用為飛行昆蟲受到攔截後爬升至集蟲罐，而窗式陷阱為攔截昆蟲使之掉落水盆，加上兩者攔截面積不同，在效果上，馬氏網有較佳的採集效率，可能因而影響了昆蟲組成結構的差異；而林地（防風林）與草地（乾草地）的相似性較低，誘餌掉落式陷阱因誘集動物性分解者，在昆蟲組成結構上涵蓋較多的同功群物種，故相似性指數比隨機捕獲昆蟲的掉落式陷阱為高（表十三）。

表十三、2015 年 1 月於防風林、紅樹林與乾草地所採用的調查方法，以及依馬氏網、窗式陷阱、掉落式陷阱和誘餌掉落式陷阱所得三種棲地間昆蟲組成結構的相似性指標數值 (Wainstein's Similarity Index, K_w)。

	馬氏網	窗式陷阱	掉落式陷阱	誘餌掉落式陷阱
防風林	V	V	V	V
紅樹林	V	V		
乾草地			V	V
K_w	12.59	6.36	1.98	4.99

不同方法所捕獲的昆蟲組成比較

以馬氏網、窗式陷阱、掉落式陷阱和誘餌掉落式陷阱四種方法，比較各棲地類型所捕獲的目別類群。在攔截飛蟲的調查方法中，以馬氏網所捕獲的物種數與個體數皆較窗式陷阱為高，兩種方法所得昆蟲皆以雙翅目的物種數與個體數最高，雙翅目物種數在防風林與紅樹林依調查方法各有高低，在紅樹林中雙翅目個體數則較多於防風林，但防風林的物種數目略多於紅樹林。捕獲的飛蟲中，膜翅目、鱗翅目、半翅目與鞘翅目亦有較高的捕獲量，馬氏網捕獲膜翅目、鱗翅目與半翅目的效率高於窗式陷阱，但鞘翅目則較無顯現差異。

在地面陷阱中，乾草地所捕獲的昆蟲物種數和個體數皆高於在防風林所捕獲的數目，而掉落式陷阱所捕獲的昆蟲物種數與個體數，則較誘餌掉落式陷阱為高，這顯示台江地區脊椎動物於陸域死亡分解的頻率可能不高，不若山區森林環境，誘餌掉落式陷阱有極佳的誘集效果 (Hwang & Koh 2013)。台江地區誘餌掉落式陷阱效果不佳，僅以 1, 2 月的資料尚無法判斷為何，但仍可在後續的調查或未來的研究中，檢視以下可能的原因：一、無大量脊椎動物活動，在基數較低的情況下，動物性分解者無法經常性獲得食物資源，二、乾熱環境與冬季的強風不利屍體分解作用，會造成屍體過早木乃伊化，上述兩種情況皆可使親屍性昆蟲在台江地區生態上的角色重要性遠較山區森林環境為弱。兩種地面陷阱所捕獲的昆蟲裡，以鞘翅目的數量最多，在乾草地的物種數較防風林為高，而誘集的效果在乾草地中則佳於防風林；蜚蠊目在防風林有單一物種於 2 月大量出現的情況，科別為 *Blaberidae* 之匍蠊，其種名則尚待鑑定；膜翅目則以蟻科最為優勢，物種數不高，但在乾草地有較大量的個體數。(表十四)。

表十四、2015年1,2月以馬氏網、窗式陷阱、掉落式陷阱和誘餌掉落式陷阱於防風林、紅樹林與乾草地所捕獲各目昆蟲的物種數 (a) 與個體數 (b)。

a

物種數	馬氏網		窗式陷阱		掉落式陷阱		誘餌掉落式陷阱	
	防風林	紅樹林	防風林	紅樹林	防風林	乾草地	防風林	乾草地
Blattodea	0	0	0	0	1	1	1	0
Coleoptera	16	4	12	3	13	21	7	14
Dermaptera	0	0	0	0	0	1	0	1
Diptera	45	41	29	28	0	2	3	0
Embiidina	0	1	0	0	0	1	0	0
Hemiptera	12	3	12	4	5	10	4	2
Hymenoptera	34	13	21	9	7	11	7	9
Lepidoptera	17	17	5	0	0	3	0	1
Mantodea	1	0	0	0	0	0	0	0
Neuroptera	1	0	0	0	0	0	0	0
Odonata	1	0	0	0	0	0	0	0
Orthoptera	0	0	0	0	0	3	1	0
Psocoptera	5	4	5	5	1	1	1	1
Thysanoptera	1	0	5	2	0	0	1	0
總數	133	83	89	51	27	54	25	28

b

個體數	馬氏網		窗式陷阱		掉落式陷阱		誘餌掉落式陷阱	
	防風林	紅樹林	防風林	紅樹林	防風林	乾草地	防風林	乾草地
Blattodea	0	0	0	0	45	1	10	0
Coleoptera	33	6	36	3	97	88	11	61
Dermaptera	0	0	0	0	0	2	0	1
Diptera	724	773	139	346	0	2	7	0
Embiidina	0	1	0	0	0	1	0	0
Hemiptera	51	8	30	5	15	19	7	3
Hymenoptera	94	38	60	9	29	271	47	108
Lepidoptera	75	29	9	0	0	14	0	24
Mantodea	2	0	0	0	0	0	0	0
Neuroptera	2	0	0	0	0	0	0	0
Odonata	1	0	0	0	0	0	0	0
Orthoptera	0	0	0	0	0	3	1	0
Psocoptera	34	20	17	26	1	23	2	27
Thysanoptera	4	0	11	3	0	0	1	0
總數	1020	875	302	392	187	424	86	224

不同的調查方法所捕獲的昆蟲物種可能有重複的現象，綜合 1, 2 月城西保安林與四草混合林兩處防風林樣區的昆蟲，比較馬氏網、窗式陷阱、掉落式陷阱和誘餌掉落式陷阱四種不同調查方法捕獲昆蟲的組成結構，顯示馬氏網在四種方法中所捕獲的物種數和個體數最高，而誘餌掉落式陷阱最低。進一步計算各方法間的昆蟲組成相似性，同為攔截飛行昆蟲的馬氏網與窗式陷阱所捕獲的昆蟲有較高的相似性，同為地面陷阱的掉落式陷阱和誘餌掉落式陷阱亦有較高的相似性；調查飛蟲的方法與調查地棲昆蟲的方法相比，其昆蟲組成結構相似性則皆在百分之一以下。即使同為攔截飛蟲的陷阱，或是同為地面陷阱間的昆蟲相似性，較高於不同類型方法間的比較，但其相似性亦皆在 10% 以下，顯示捕獲昆蟲組成的重疊性並不高 (表十五)，此分析數據顯示同時以多種方法調查生態環境的必要性，多種方法的使用可以在捕獲重疊性低的情況下，更為全面了解該生態的昆蟲組成結構。

表十五、2015 年 1, 2 月以馬氏網、窗式陷阱、掉落式陷阱和誘餌掉落式陷阱於防風林所捕獲昆蟲的物種數與個體數，以及各方法間的昆蟲組成相似性。

調查方法	馬氏網	窗式陷阱	掉落式陷阱	誘餌掉落式陷阱
物種數	133	89	27	25
個體數	1020	302	187	86
K_w	馬氏網	窗式陷阱	掉落式陷阱	誘餌掉落式陷阱
馬氏網				
窗式陷阱	6.43			
掉落式陷阱	0.16	0.65		
誘餌掉落式陷阱	0.23	0.82	8.61	

各棲地不同樣點的昆蟲組成差異

城西保安林 (CPF) 的植被樣貌為木麻黃純林，僅有少量水黃皮、血桐、林投與巴西胡椒木生長其中，而四草混合林 (SMF) 主要為木麻黃與欖仁混生，其間夾雜少量水黃皮、血桐、銀合歡、正榕與林投，四草混合林的植被樣貌

較城西保安林多樣化，此影響其間的昆蟲組成，在四草混合林以馬氏網、窗式陷阱、掉落式陷阱和誘餌掉落式陷阱總捕獲的昆蟲物種數、個體數與多樣性指數故皆比城西保安林高。誘餌掉落式陷阱在 1, 2 月捕獲數不高，皆佔兩樣區總捕獲數 2% 以下，較無誘集效應影響昆蟲組成結構。四草混合林昆蟲的物種數與個體數雖少於城西保安林，但其多樣性指數與物種均勻度則皆高於城西保安林 (表十六)，此顯示雖然同為防風林，但木麻黃林間所夾雜的植物種類多寡，會進一步影響其內昆蟲的組成結構，異質性越高，其昆蟲多樣性即越高。比較兩樣區昆蟲組成結構，僅 4.47% 的相似性顯示，即使同為木麻黃防風林，但其間的植被結構與環境物理特性不同，皆可能使單一林地具有獨特於其他林地的生態特性。

表十六、2015 年 1, 2 月於城西保安林 (CPF) 與四草混合林 (SMF) 兩處防風林樣區所捕獲昆蟲的物種數、個體數、多樣性指數與樣區間的昆蟲組成相似性，採用的方法為馬氏網、窗式陷阱、掉落式陷阱和誘餌掉落式陷阱。

棲地類型	城西保安林	四草混合林
物種數	135	126
個體數	967	628
Simpson's Index of diversity	0.91	0.96
Shannon-Wiener Index	3.41	3.91
Evenness	0.70	0.81
K_w	4.47	

城西濕地紅樹林 (CM) 以欖李為主，海茄苳量較少，而七股紅樹林 (NM) 優勢植物為海茄苳，欖李僅以相當稀少的數量參雜其中，城西濕地紅樹林在植被的複雜度上，較七股紅樹林為高，故以馬氏網和窗式陷阱捕獲昆蟲的物種數、個體數、多樣性指數與物種均勻度上，皆比七股紅樹林高。兩樣區的

昆蟲組成相似性為 8.35%，此顯示兩樣區生態仍有其獨特性 (表十七)。兩紅樹林的相似性指數較高於兩防風林，其可能原因在於紅樹林無底層植被，對昆蟲來說，該環境提供的資源種類或異質性皆低於防風林，故兩紅樹林的生態相似性可能高於兩防風林，進而影響昆蟲組成結構。

表十七、2015 年 1, 2 月於城西濕地紅樹林 (CM) 與七股紅樹林 (NM) 兩處紅樹林樣區所捕獲昆蟲的物種數、個體數、多樣性指數與樣區間的昆蟲組成相似性，採用的方法為馬氏網和窗式陷阱。

棲地類型	城西濕地紅樹林	七股紅樹林
物種數	89	51
個體數	709	558
Simpson's Index of diversity	0.89	0.75
Shannon-Wiener Index	2.97	2.14
Evenness	0.66	0.55
$K_w =$	8.35	

海岸乾草地 (CD) 的植被樣貌以土牛膝、無根草、大花咸豐草、變葉藜為主，七股乾草地 (ND) 以白茅為主，而鹽水溪乾草地 (YD) 優勢植物則為大花咸豐草、海雀稗、白茅。在掉落式陷阱和誘餌掉落式陷阱的調查下，鹽水溪乾草地所捕獲的昆蟲物種數與個體數為三樣區中最高，但在多樣性上則最低。鹽水溪乾草地多樣性較低的原因，在於掉落式陷阱所捕獲的昆蟲中，含有較多的蟻科個體。三樣區間的昆蟲組成相似性以海岸乾草地與鹽水溪乾草地之間較高，海岸乾草地與七股乾草地的相似性則最低，但皆低於 5% 的相似性，顯示三樣區間各有其生態特性，其中又以海岸乾草地與七股乾草地的差距最大 (表十八)。

表十八、2015年1,2月於海岸乾草地 (CD)、七股乾草地 (ND) 與鹽水溪乾草地 (YD) 三處乾草地樣區所捕獲昆蟲的物種數、個體數、多樣性指數與樣區間的昆蟲組成相似性,採用的方法為掉落式陷阱和誘餌掉落式陷阱。

棲地類型	海岸	七股	鹽水溪	
物種數	22	19	41	
個體數	172	79	397	
Simpson's Index of diversity	0.84	0.80	0.72	
Shannon-Wiener Index	2.26	2.22	1.94	
Evenness	0.73	0.76	0.52	
K_w	海岸乾草地			
	七股乾草地			0.51
	鹽水溪乾草地			4.76

(四) 分析物候對昆蟲物種多樣性的影響

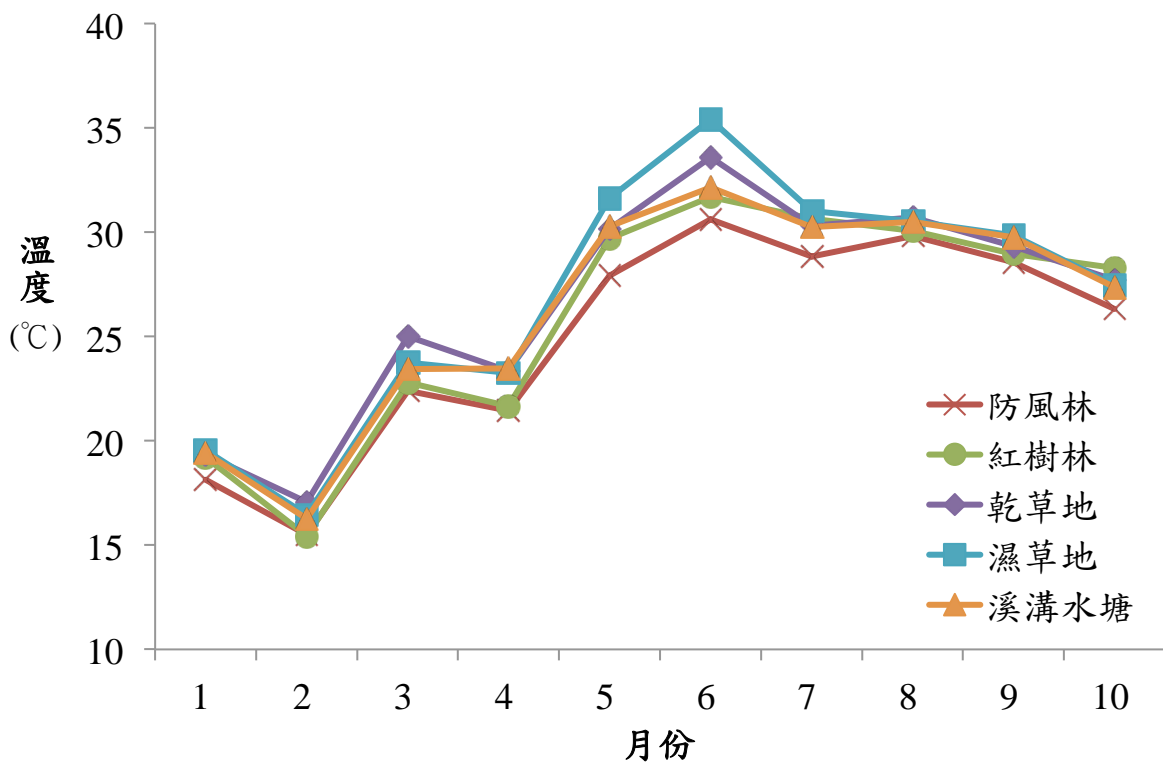
依各種調查方法計算每個月各樣點所捕獲的昆蟲，可圖示呈現各種棲地昆蟲多樣性的季節性波動，並於各棲地設置 Hobo 溫濕度計與風速計，使用相關性分析，以呈現各環境因子是否對昆蟲物種多樣性具有顯著性的影響。物種多樣性計算須各月份所採集的昆蟲鑑定至種或形態種，方得以製圖分析，目前已鑑定可供計算分析的為 1 月與 2 月四種方法所調查的數據 (表十九)。在 2 月所捕獲的物種數與個體數雖較 1 月為高，但多樣性卻較低，可能的原因在於天氣變暖，少數物種有較多的羽化個體被捕獲之故。

表十九、2015 年 1, 2 月以馬氏網、窗式陷阱、掉落式陷阱和誘餌掉落式陷阱於三種棲地防風林、紅樹林與乾草地所捕獲昆蟲的物種總數、個體總數、多樣性指數與物種均勻度。

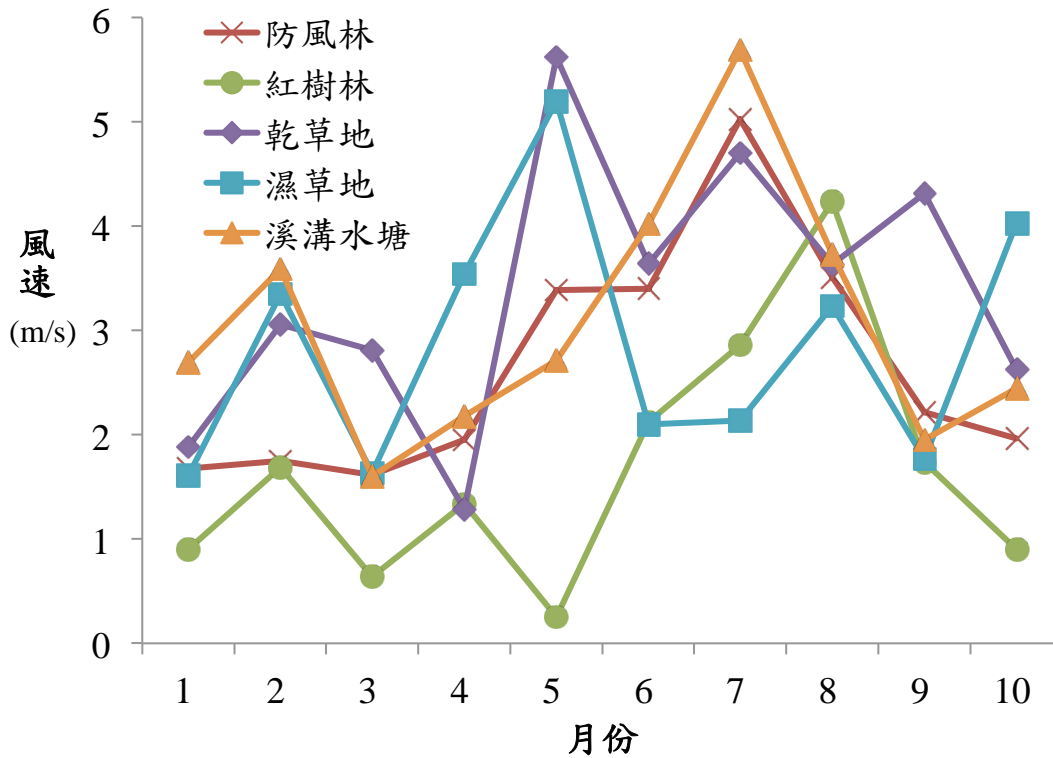
月份	1 月	2 月
物種數	195	203
個體數	1370	2141
Simpson's Index of diversity	0.97	0.92
Shannon-Wiener Index	4.12	3.50
Evenness	0.78	0.66

防風林、紅樹林、乾草地、濕草地與溪溝水塘五種棲地類型於 1-10 月的月均溫除 2 月寒流來襲較冷外，自 1 月起皆為隨月份增加而有上升的趨勢，在 6 月的月均溫最高，之後則隨月份下降；五種棲地中，防風林與紅樹林兩

種林地棲地的月均溫顯著較乾草地、濕草地與溪溝水塘三種開闊地為低 (Friedman test: $p < 0.001$) (圖五十三)。在風速上，防風林與紅樹林在夏季有較大的風速，防風林為 7 月，紅樹林為 8 月；其餘乾草地、濕草地與溪溝水塘較開闊的地方，則隨調查月份有較大的波動；開闊地的風速顯著高於林地 (Friedman test: $p < 0.05$)，其中以乾草地平均風速最大，其下依序為溪溝水塘、乾草地與防風林，紅樹林的平均風速則遠小於其他類型的棲地 (圖五十四)。

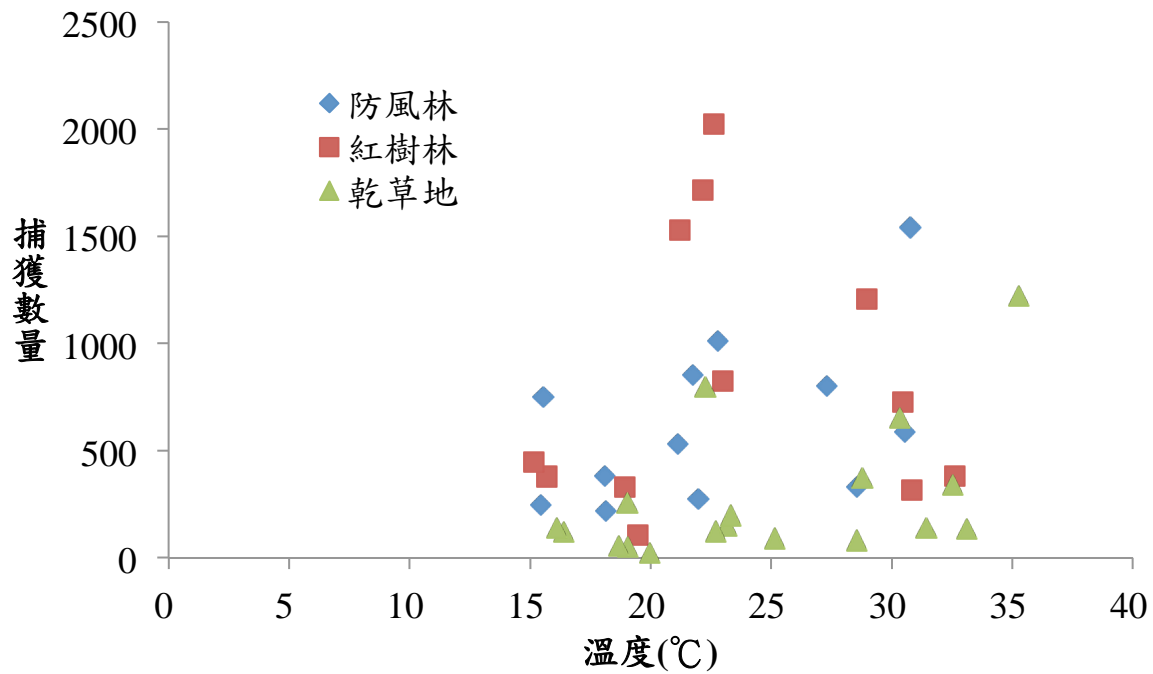


圖五十三、2015 年 1-10 月防風林、紅樹林、乾草地、濕草地與溪溝水塘各月均溫(°C)。

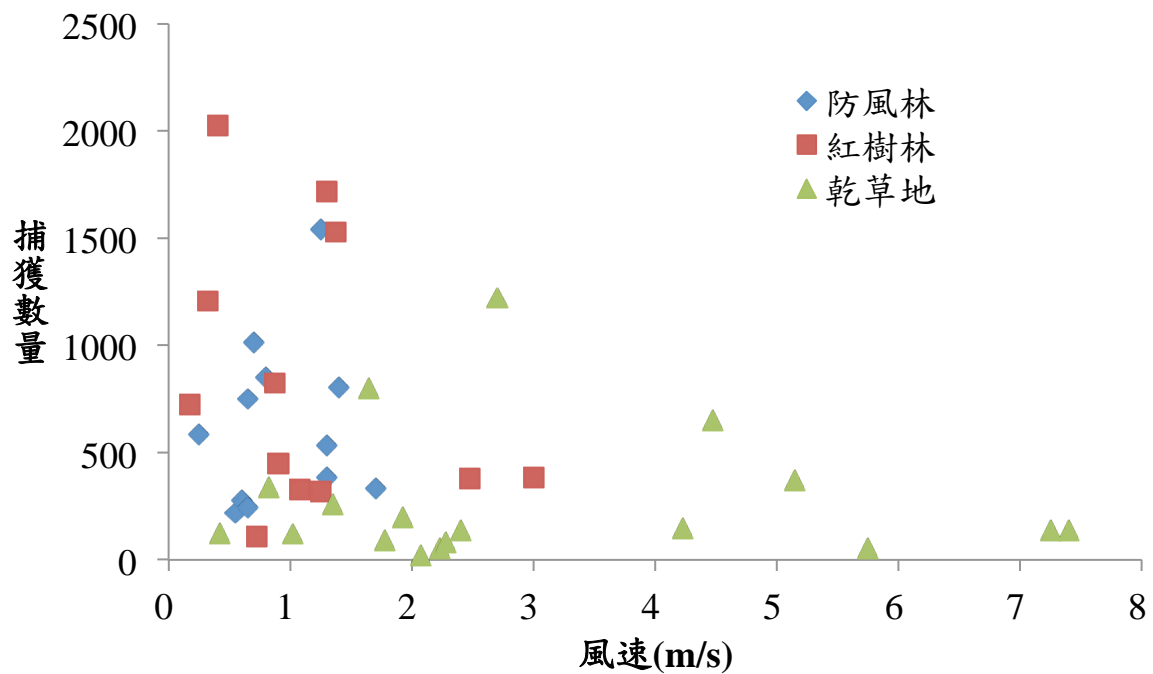


圖五十四、2015 年 1-10 月防風林、紅樹林、乾草地、濕草地與溪溝水塘各月風速(m/s)。

溫度對於三種棲地於 1-6 月所捕獲的昆蟲數量，於防風林與紅樹林皆無顯著相關性，僅在乾草地有顯著相關性(Pearson 相關係數: $p < 0.05$)，顯示溫度越高，活躍的地棲昆蟲數量也越多(圖五十五)；而在風速上，三種棲地的捕獲數則與風速大小皆無相關性(Pearson 相關係數: $p > 0.05$)，防風林與紅樹林的捕獲以飛行昆蟲為主，防風林內風速平穩，飛蟲較不受風速影響，而紅樹林內風速雖然波動大，但昆蟲大量出現的情況，較與季節性的生活史有關，故風速亦不影響飛蟲的捕獲，而乾草地主要為地棲昆蟲，雖然風速皆較另外兩棲地大，但地面活動亦不受風的強弱所影響(圖五十六)。

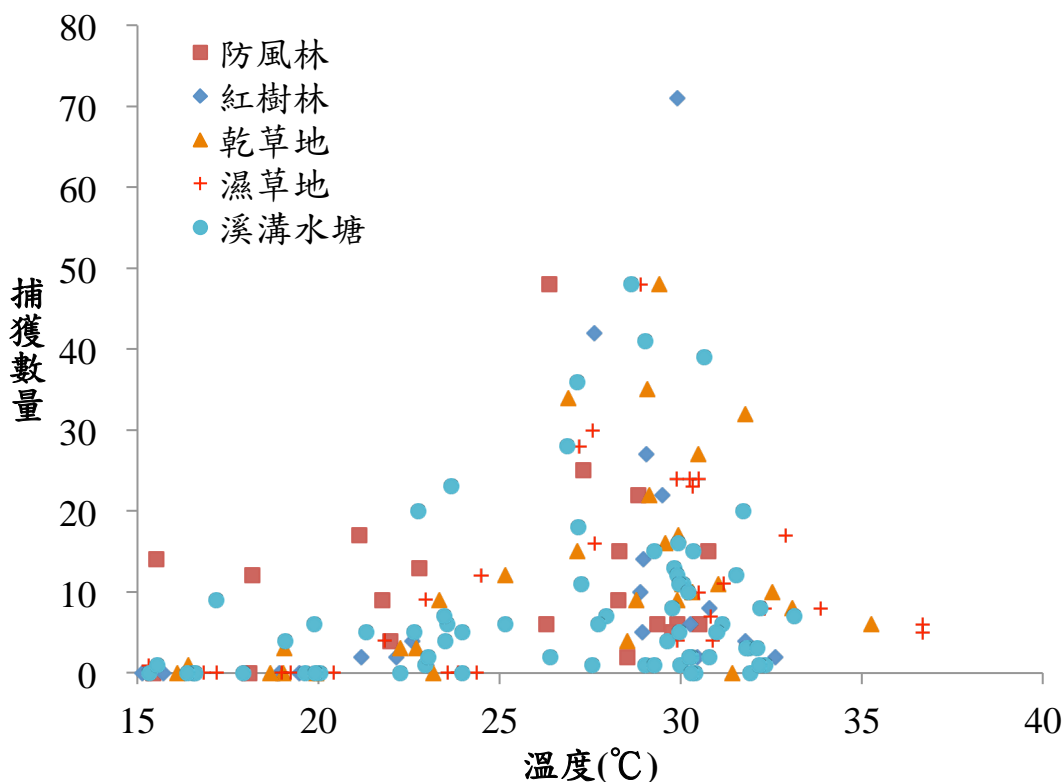


圖五十五、防風林、紅樹林與乾草地於 2015 年 1-6 月的昆蟲捕獲數量與環境溫度(°C)。

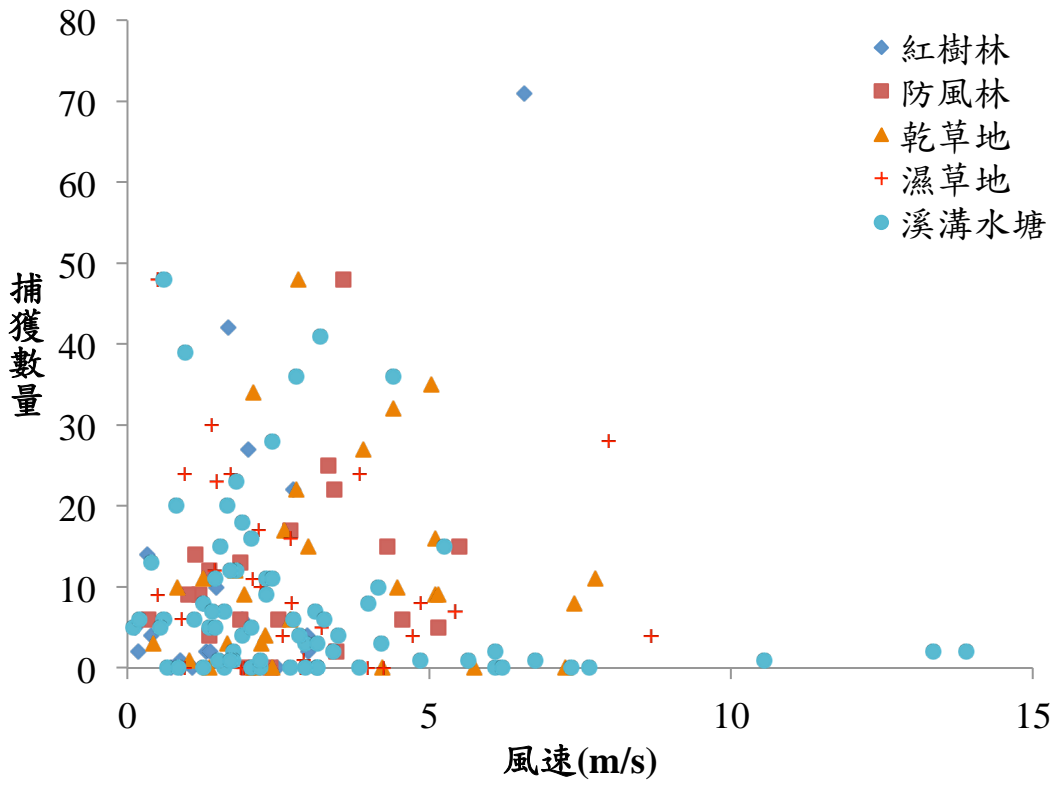


圖五十六、防風林、紅樹林與乾草地於 2015 年 1-6 月的昆蟲捕獲數量與環境風速(m/s)。

在蝶網網捕部分，1-10月所捕獲的大型飛蟲數量在乾草地、濕草地與溪溝水塘皆受環境溫度所影響（二項式曲線模式：乾草地 $p = 0.01$ ；濕草地 $p < 0.01$ ；溪溝水塘 $p < 0.05$ ），乾草地與濕草地在接近 30°C 有較高的捕獲量，而溪溝水塘則在約 26°C 有較高的捕獲量（圖五十七）。在風速方面，僅紅樹林大型飛蟲的捕獲數受風速所影響（Pearson 相關係數： $p < 0.001$ ），紅樹林內風速越大，飛蟲出現的頻率則越高，但防風林、乾草地、濕草地與溪溝水塘則無此相關性，一般來說，在風速大於 8 m/s 的情況下，大型飛蟲相當不活躍，只有在溪溝水塘處，有零星個體飛行（圖五十八）。



圖五十七、防風林、紅樹林、乾草地、濕草地與溪溝水塘於 2015 年 1-10 月以蝶網網捕的昆蟲捕獲數量與環境溫度($^{\circ}\text{C}$)。



圖五十八、防風林、紅樹林、乾草地、濕草地與溪溝水塘於 2015 年 1-10 月以蝶網網捕的昆蟲捕獲數量與環境風速(m/s)。

(五) 台江今昔昆蟲相、特殊昆蟲與其生態習性

台江地區過去的昆蟲相

台江地區歷史悠久，歷經了台江內海、潟湖陸化後先人的墾殖、養殖漁業的蓬勃發展，一直到現在魚塢、荒地、都市、工廠交錯，地貌在四百年間變化甚鉅。然而由於長期缺乏相關昆蟲相的調查，難以得知這些環境變遷對於昆蟲生態的影響。

1902 年至 1916 年間，德國標本商人——漢斯·紹德 (Hans Sauter) 長期居住在臺南，不僅自身利用餘暇採集，更指導、僱用了一批日本與臺灣昆蟲採集人，派他們到全臺各地採集昆蟲，除了少數原住民族領地之外，足跡幾乎涵蓋全島，採集品更涵蓋整個昆蟲綱，開發了埔里、南山溪、眉溪、甲仙埔、竹崎、太麻里等著名的採集地，可以說是臺灣首次的昆蟲相調查。紹德將大量的採集品提供給歐洲的專家學者研究，自 1911 年起，數百篇以 H. Sauter's Formosa-Ausbeute (漢斯·紹德在臺灣的採集品) 為名的報告便大量出現在學術刊物上，對臺灣昆蟲學的貢獻極大。

由於 H. Sauter's Formosa-Ausbeute 的報告年代久遠，有許多資料已經佚失，在此表列出 70 種當初採集自安平的石蠅，藉此遙想當年台江地區的生態環境 (表二十)。在這 70 種昆蟲中，蓬萊節石蠅 (*Kamimuria formosana*)、邵氏新石蠅 (*Neoperla sauteri*)、黃頸總石蠅 (*Amphinemura flavicollis*) 皆喜歡棲息於低溫、流速快、溶氧高、少人為污染的溪流環境，與今日的曾文溪、鹿耳門溪、鹽水溪下游情況截然不同，推測百年前的台江地區應該有許多大

大小小水質清澈的溪流橫互，河岸兩邊應該還有廣袤的樹林提供遮蔭；斑蠍蛉 (*Panorpa deceptor*) 則是偏好棲息於森林下層及溪流與森林交界的，更是台江地區過去具有茂密森林的證據之一。此外，根據 Stange *et al.* (2002)，白斑蟻蛉 (*Baliga asakurae*) 的幼蟲喜歡棲息於潮濕的洞穴口或突岩下方的沙地，一般分布於潮濕且有裸露山壁、坑洞的山區，與現今台江地區平坦的地貌環境截然不同，雖然只有零星的標本，依舊可以想像百年來的變化。

在這 70 種昆蟲中，有 54 種昆蟲的模式產地皆在安平地區，比例十分的高。而在今年度的調查中，我們又重新發現了華麗筒金花蟲 (*Cryptocephalus nitidissimus*)、黑斑紅長筒金花蟲 (*Cryptocephalus pallens*)、稜腳擬步行蟲 (*Trigonopoda crassipes*)、紹德布里隱翅蟲 (*Bledius sauteri*)、蓬萊沙蜂 (*Bembix formosana*)、刺蝶角蛉 (*Acheron trux*)、褐胸蝶角蛉 (*Ascalaphus placidus*)、土阱蟻蛉 (*Cueta sauteri*)、日本蚤蝗 (*Xya japonica*) 共 9 種過去曾經於安平採集到的物種。

表二十、來自 H. Sauter's Formosa-Ausbeute 相關報告中的 70 種昆蟲。

目名	科名	學名
Coleoptera	蟻形蟲科 Anthicidae	<i>Anthicus sauteri</i> Pic, 1913
Coleoptera	蟻形蟲科 Anthicidae	<i>Mecynotarsus quadrimaculatus</i> Pic, 1913
Coleoptera	步行蟲科 Carabidae	<i>Cillenus formosanus</i> Dupuis, 1912
Coleoptera	步行蟲科 Carabidae	<i>Dioryche formosana</i> Dupuis, 1912
Coleoptera	步行蟲科 Carabidae	<i>Mastax formosana</i> Dupuis, 1912
Coleoptera	步行蟲科 Carabidae	<i>Tachyura formosanus</i> (Jedlicka, 1932)
Coleoptera	金花蟲科 Chrysomelidae	<i>Cryptocephalus nitidissimus</i> Chujo, 1934
Coleoptera	金花蟲科 Chrysomelidae	<i>Cryptocephalus pallens</i> Lea, 1904
Coleoptera	金花蟲科 Chrysomelidae	<i>Cryptocephalus pallens</i> Lea, 1904

Coleoptera	金花蟲科 Chrysomelidae	<i>Monolepta sexlineata</i> Chujo, 1938
Coleoptera	叩頭蟲科 Elateridae	<i>Parabetarmon carinicephalus</i> (Miwa, 1931)
Coleoptera	叩頭蟲科 Elateridae	<i>Paracardiophorus devastans</i> (Matsumura, 1910)
Coleoptera	叩頭蟲科 Elateridae	<i>Platynychus anpingensis</i> (Miwa, 1930)
Coleoptera	耀夜螢科 Melyridae	<i>Intybia latefasciatus</i> (Pic, 1919)
Coleoptera	隱翅蟲科 Staphylinidae	<i>Bledius gigantulus</i> Bernhauer, 1922
Coleoptera	隱翅蟲科 Staphylinidae	<i>Bledius sauteri</i> Bernhauer, 1922
Coleoptera	隱翅蟲科 Staphylinidae	<i>Dibelonetes formosae</i> Bernhauer, 1922
Coleoptera	隱翅蟲科 Staphylinidae	<i>Dibelonetes palaeotropicus</i> Bernhauer, 1916
Coleoptera	隱翅蟲科 Staphylinidae	<i>Myllaena insularis</i> Fenyés, 1914
Coleoptera	擬步行蟲科 Tenebrionidae	<i>Trigonopoda crassipes</i> Gebien, 1913
Hemiptera	花蝽科 Anthocoridae	<i>Cardiastethus exiguus</i> Poppius, 1913
Hemiptera	花蝽科 Anthocoridae	<i>Cardiastethus laeviusculus</i> Poppius, 1915
Hemiptera	花蝽科 Anthocoridae	<i>Orius strigicollis</i> (Poppius, 1915)
Hemiptera	稻蝨科 Delphacidae	<i>Phyllodinus aritainoides</i> (Schumacher, 1915)
Hemiptera	長蝽科 Lygaeidae	<i>Ischnodemus sauteri</i> Bergroth, 1914
Hemiptera	長蝽科 Lygaeidae	<i>Pamera octontata</i> Bergroth, 1914
Hemiptera	盲蝽科 Miridae	<i>Creontiades bipunctatus</i> Poppius, 1915
Hemiptera	盲蝽科 Miridae	<i>Creontiades minutus</i> Poppius, 1915
Hemiptera	盲蝽科 Miridae	<i>Deraeocoris apicatus</i> Kerzhner and Schuh, 1995
Hemiptera	盲蝽科 Miridae	<i>Orthotylus orientalis</i> Poppius, 1915
Hemiptera	盲蝽科 Miridae	<i>Pilophorus typicus</i> (Distant, 1909)
Hemiptera	盲蝽科 Miridae	<i>Singhalesia obscuricornis</i> (Poppius, 1915)
Hemiptera	盲蝽科 Miridae	<i>Stenotus insularis</i> Poppius, 1915
Hemiptera	盲蝽科 Miridae	<i>Stenotus longiceps</i> Poppius, 1915
Hemiptera	盲蝽科 Miridae	<i>Stenotus pygmaeus</i> Poppius, 1915
Hemiptera	盲蝽科 Miridae	<i>Tytthus chinensis</i> (Stal, 1860)
Hemiptera	姬蝽科 Nabidae	<i>Nabis (Limnonabis) sauteri</i> (Poppius, 1915)
Hemiptera	紅蝽科 Pyrrhocoridae	<i>Scantius formosanus</i> Bergroth, 1914
Hymenoptera	蜜蜂科 Apidae	<i>Amegilla korotonensis</i> (Cockerell, 1911)
Hymenoptera	小蘗蜂科 Braconidae	<i>Aleiodes cariniventris</i> (Enderlein, 1912)
Hymenoptera	小蘗蜂科 Braconidae	<i>Opius maculipennis</i> Enderlein, 1912
Hymenoptera	小蘗蜂科 Braconidae	<i>Phanerotoma planifrons</i> (Nees, 1816)
Hymenoptera	小蘗蜂科 Braconidae	<i>Rhaconotus sauteri</i> (Watanabe, 1934)
Hymenoptera	小蜂科 Chalcididae	<i>Epitranus clavatus</i> (Fabricius, 1804)
Hymenoptera	小蜂科 Chalcididae	<i>Psilochalcis carinigena</i> (Cameron, 1907)
Hymenoptera	銀口蜂科 Crabronidae	<i>Bembix formosana</i> Bischoff, 1913
Hymenoptera	銀口蜂科 Crabronidae	<i>Cerceris hexadonta</i> Strand, 1913
Hymenoptera	螫蜂科 Dryinidae	<i>Gonatopus schenklingi</i> Strand, 1913

Hymenoptera	旋小蜂科 Eupelmidae	<i>Eupelmus anpingensis</i> Masi, 1927
Hymenoptera	旋小蜂科 Eupelmidae	<i>Neanastatus cinctiventris</i> Girault, 1913
Hymenoptera	隧蜂科 Halictidae	<i>Halictus epicinctus</i> Strand, 1914
Hymenoptera	隧蜂科 Halictidae	<i>Halictus taihorinis</i> var. <i>anpingensis</i> Strand, 1914
Hymenoptera	隧蜂科 Halictidae	<i>Halictus trichiosulus</i> Strand, 1914
Hymenoptera	隧蜂科 Halictidae	<i>Nomia (Nomia) megasomoides</i> Strand, 1913
Hymenoptera	蟻蜂科 Mutillidae	<i>Chrysotilla analis</i> (Olsoufieff, 1938)
Hymenoptera	細腰蜂科 Sphecidae	<i>Ammophila atripes formosana</i> Strand, 1913
Mecoptera	蠍蛉科 Panorpidae	<i>Panorpa deceptor</i> Esben-Petersen, 1913
Neuroptera	長角蛉科 Ascalaphidae	<i>Acheron trux</i> (Walker, 1853)
Neuroptera	長角蛉科 Ascalaphidae	<i>Ascalaphus placidus</i> (Gerstaecker, 1894)
Neuroptera	草蛉科 Chrysopidae	<i>Chrysopa anpingensis</i> Esben-Petersen, 1913
Neuroptera	草蛉科 Chrysopidae	<i>Mallada basalis</i> (Walker, 1853)
Neuroptera	姬蛉科 Hemerobiidae	<i>Micromus timidus</i> Hagen, 1853
Neuroptera	姬蛉科 Hemerobiidae	<i>Psectra iniqua</i> (Hagen, 1859)
Neuroptera	蟻蛉科 Myrmeleontidae	<i>Baliga asakurae</i> Okamoto, 1913
Neuroptera	蟻蛉科 Myrmeleontidae	<i>Cueta sauteri</i> Esben-Petersen, 1913
Neuroptera	蟻蛉科 Myrmeleontidae	<i>Myrmeleon formicarius</i> Linnaeus, 1767
Orthoptera	蚤蝗科 Gryllotalpidae	<i>Xya japonica</i> (Haan, 1842)
Plecoptera	石蠅科 Perlidae	<i>Kamimuria formosana</i> (Klapálek, 1921)
Plecoptera	短尾石蠅科 Nemouridae	<i>Amphinemura flavicollis</i> Klapálek, 1912
Plecoptera	石蠅科 Perlidae	<i>Neoperla sauteri</i> Klapálek, 1912

台江地區特殊的昆蟲與生態習性

在台江地區，各種類型的棲地棲息著各具特色的昆蟲（表二十一），以下十種（類）的昆蟲在分類地位、生態習性上皆相當獨特，是未來此地的昆蟲調查、研究值得深入的題材。

1. 華麗筒金花蟲 *Cryptocephalus nitidissimus* Chujo, 1934

本種棲息於平地、沿海地區，已知會取食大花咸豐草的花、葉。模式產地為安平，模式標本來自漢斯·紹德 1911 年的採集品。目前僅知臺北、臺南有紀錄，臺南的採集位置皆位於臺南大學七股校區中，以掃網掃取裸花蕪

蓬時採獲，由於採集時適逢裸花蒹蓬的花期，推測可能也會取食裸花蒹蓬的花，幼蟲在此的食性選擇不明，目前並未在此紀錄到完整的生活史。

2. 黃褐姬艷螢金花蟲 *Calomicrus jungchangi* Lee & Beenen, 2012

為 Lee and Beenen (2012) 的報告中所發表的新種，七股為其模式產地之一，今年度於安南區曾採獲許多個體，應是台江國家公園境內普遍分布的種類。本種於文獻中紀錄取食馬鞍藤，而我們測試的結果發現帶回來的個體只會啃食海馬齒的葉片，並未取食馬鞍藤，是本計畫額外的發現。

3. 長縱條瓢蟲 *Brumoides ohtai* Miyatake, 1970

本種為體型約 2.7-2.9 mm 的小型瓢蟲，過去的標本紀錄極少，只有一筆 1970 年採自臺北的標本，已知嘉義、新北市也有目擊紀錄。今年的 3 到 5 月，我們在安南區多次以掃網的方式在大花咸豐草、鹽地鼠尾粟、海雀稗上採獲，並順利採獲幼蟲，並以蚜蟲飼養至成蟲，是首次幼生期的紀錄。確定成蟲、幼蟲皆會取食蚜蟲。

4. 蓬萊沙蜂 *Bembix formosana* Bischoff, 1913

發表於 1913 年，標本來自漢斯·紹德的採集品，模式產地為安平，在百年後首次又重新被發現。本種五到九月會出現在四草一帶的海邊，成蟲會在欖仁及木麻黃林上訪花。特別的是，我們觀察到牠們會捕捉海邊棄置蚵殼上常見的大頭金蠅，曾經目睹到成群的蓬萊沙蜂圍繞著蚵殼活動，而且大頭金蠅會躲在蚵殼縫隙間以逃避沙蜂。沙蜂會在空中攔截、捕捉大頭金蠅等雙翅目昆蟲，除了自身會吸食大頭金蠅的體液外，還會帶著獵物飛至附近沙地

上挖掘洞穴，並產卵於大頭金蠅身上，供其幼蟲取食。在這過程中稍有不慎大頭金蠅就會掙脫或是被其他沙蜂搶走。

由於台江地區的養蚵業已有兩百多年的歷史，蓬萊沙蜂、大頭金蠅、養蚵業之間的關係可能自當時就一直存在著，是養蚵業的間接受益者。

5. 蟻蜂 Mutillidae spp.

臺灣物種名錄中有 58 種蟻蜂科的成員，由於國內並未有人專門研究這類群的昆蟲且模式標本多散佚海外，相關資料相當缺乏。在漢斯·紹德的標本中，只有 *Chrysotilla analis* (Olsoufieff, 1938) 記錄於安平。根據 Terayama *et al.* (2011)，我們將台江地區記錄到的兩種蟻蜂鑑定為 *Eotrogaspidia auroguttata* (Smith, 1855) 跟 *Nemka wotani* (Zavattari, 1913) 兩種，且都有記錄到兩性個體，特別收錄於圖鑑中。

蟻蜂科有許多成員是其他蜂類幼蟲的擬寄生者，雌蟲會在地面上尋找於地下的蜂巢。我們觀察到 *Nemka wotani* 與蓬萊沙蜂會在同一片沙灘上活動，可能為蓬萊沙蜂的重要寄主，需要未來更進一步的觀察。

6. 長角蛉 Ascalaphidae spp.

臺灣物種名錄上共記錄了 8 種長角蛉。結合本年度及前期研究的成果，在台江共記錄了刺蝶角蛉 (*Acheron trux*)、褐胸蝶角蛉 (*Ascalaphus placidus*)、褐頂蝶角蛉 (*Ascalohybris subjacens*) 三種長角蛉，能同時在一地記錄到這麼多種長角蛉十分難得，我們還進一步的記錄了刺蝶角蛉、褐胸蝶角蛉的兩性成蟲、卵、幼生期，一併收錄於圖鑑中。

根據紹德的標本紀錄，當時在安平記錄了大量的褐胸蝶角蛉，是此地的普遍種類。然而長期以來長角蛉也同樣因為乏人研究，相關資料不明，國內各地的調查報告皆未記錄到本種，研判本種在臺灣的分布可能侷限於台江一帶，是此地非常特別的昆蟲。

7. 蟻蛉 Myrmeleontidae spp.

台江地區屬於砂質地形，海灘、荒地上棲息著許多蟻獅。調查期間我們採集了許多蟻獅帶回實驗室飼養至成蟲，結果發現這裡棲息著土阱蟻蛉 (*Cueta sauteri*)、胸紋蟻蛉 (*Myrmeleon littoralis*)、臀腋蟻蛉 (*Myrmeleon persimilis*)、沙阱蟻蛉 (*Myrmeleon punctinervis*)及一新記錄種，共發現了五種蟻蛉，我們也將前四種的成蟲、幼蟲生態照片收錄於圖鑑中，是市面上圖鑑所少有的。

由於蟻蛉飛行能力較差，對棲地的要求嚴苛，調查到的五種蟻蛉都有著完全不同的棲地偏好，非常容易受到海岸地開發、人為活動所干擾。而蟻獅則是沙地上十分重要的掠食者，對於螞蟻族群的控制扮演重要的角色，特別的捕食行為則是生態教育、行為研究上極好的教材，是台江沙地上最具代表性的昆蟲。

8. 虎甲蟲 Cicindelinae

結合本年度及過去的研究成果，台江地區共記錄了臺灣八星虎甲蟲 (*Cosmodela batesi*)、暗色白緣虎甲蟲 (*Callytron inspeculare inspecular*)、深山小虎甲蟲 (*Cylindera kaleea angulimaculata*)、錨紋虎甲蟲 (*Abroscelis*

anchoralis punctatissima) 四種虎甲蟲，其中暗色白緣虎甲蟲為魚塭地、泥灘地最為普遍的種類，數量極多，是台江地區極具代表性的地面掠食者。此外，本區域可能還有白緣虎甲蟲 (*Callytron yuasai okinawenes*) 分布，值得後續的研究調查。

9. 紹德布里隱翅蟲 *Bledius sauteri* Bernhauer, 1922

本種於臺南大學七股校區的掉落式陷阱採獲，同樣也是紹德於安平採集品種類之一。這屬的隱翅蟲棲息於海岸環境，為亞社會性昆蟲，會在沙地下建築巢穴，為幼蟲建造獨立的巢室，成蟲不僅會保護幼蟲免除寄生蜂的危害，還會儲備海藻供幼蟲取食，具有十分完整的育幼行為，是昆蟲行為學的經典。

10. 黃斑海黽 *Asclepios apicalis* (Esaki, 1924)

本種為江崎悌三 (Teiso Esaki) 於 1921 年在安平採集，為國內已知唯二會在海邊活動的水黽，也是唯一一種只棲息於紅樹林環境的種類，普遍分布於台江境內的紅樹林中，喜歡在樹林遮蔭、流速緩慢的感潮溝中活動，是紅樹林昆蟲相中的代表昆蟲之一。由於國內濱海地區長期缺乏昆蟲相調查，本種在過去百年間皆未有記錄，特別將本種收錄於圖鑑之中，希望能向國人介紹這種有趣的昆蟲。

表二十一、台江地區各種棲地的代表性昆蟲。

棲地類型	學名	中文名
防風林	<i>Gynacantha hyalina</i> Selys, 1882	長鈇晏蜓
	<i>Pycnoscelus</i> sp.	潛蠊屬
	<i>Cryptotympana atrata</i> (Fabricius, 1775)	紅脈熊蟬
	<i>Taiwanosemia hopppoensis</i> (Matsumura, 1907)	臺灣暗蟬
	<i>Cyclopelta parva</i> (Distant, 1900)	小皺椿象
	<i>Pyrocoelia analis</i> Fabricius, 1801	大陸窗螢
	<i>Chlorophorus anticemaculatus</i> Schwarzer, 1925	菊紋虎天牛
	<i>Eumeta pryeri</i> (Leech, 1888)	大蓑蛾
	<i>Melanitis leda leda</i> (Linnaeus, 1758)	暮眼蝶
	Scoliidae spp.	土蜂科
	<i>Myrmeleon littoralis</i> Miller & Stange, 1999	胸紋蟻蛉
紅樹林	<i>Macrodiplax cora</i> (Kaup in Brauer, 1867)	高翔蜻蜓
	<i>Pantala flavescens</i> (Fabricius, 1798)	薄翅蜻蜓
	<i>Rhyothemis variegata arria</i> (Drury, 1773)	彩裳蜻蜓
	<i>Asclepios apicalis</i> (Esaki, 1924)	黃斑海黽
濕草地	<i>Anax guttatus</i> (Burmeister, 1839)	烏點晏蜓
	<i>Agriocnemis pygmaea</i> (Rambur, 1842)	橙尾細蟴
	<i>Ischnura senegalensis</i> (Rambur, 1842)	青紋細蟴
	<i>Brachythemis contaminata</i> (Fabricius, 1793)	褐斑蜻蜓
	<i>Macrodiplax cora</i> (Kaup in Brauer, 1867)	高翔蜻蜓
	<i>Micraspis discolor</i> (Fabricius, 1798)	橙瓢蟲
	<i>Berosus tayouanus</i> Ueng, Wang & Wang, 2007	大員牙蟲
乾草地	<i>Acrida</i> sp.	長頭蝗屬
	<i>Chondracris rosea</i> (De Geer, 1773)	臺灣大蝗
	<i>Callytron inspeculare inspeculare</i> (Horn, 1904)	暗色白緣虎甲蟲
	<i>Pheropsophus javanus</i> (Dejean, 1825)	黃紋炮步行蟲
	<i>Ascalaphus placidus</i> (Gerstaecker, 1894)	褐胸蝶角蛉
	<i>Cueta sauteri</i> Esben-Petersen, 1913	土阱蟻蛉
溪溝水塘	<i>Ischnura senegalensis</i> (Rambur, 1842)	青紋細蟴
	<i>Brachythemis contaminata</i> (Fabricius, 1793)	褐斑蜻蜓
	<i>Tholymis tillarga</i> (Fabricius, 1798)	夜遊蜻蜓
	<i>Diplonychus esakii</i> Miyamoto & Lee, 1966	負子蟲
	<i>Aquarius paludum</i> (Fabricius, 1794)	圓臀大黽
	<i>Limnogonus fossarum</i> (Fabricius, 1775)	暗條澤背黽
	<i>Berosus tayouanus</i> Ueng, Wang & Wang, 2007	大員牙蟲
	<i>Cybister tripunctatus</i> (Olivier, 1795)	點刻三線大龍蝨

(六) 臺灣暗蟬分布、合唱季、晨昏合唱模式與繁殖季族群數量估計

臺灣暗蟬分布調查

臺灣暗蟬分佈調查於 2014 年進行。調查分兩階段進行，第 1 次為 4 月 15 日至 6 月 18 日期間，第 2 次從 7 月 1 日開始至 7 月 25 日。於清晨(4:00 至 8:00)及傍晚(16:00 至 20:00)時，利用開車或騎摩托車的方式，沿著道路進行調查，並以 GPS (GPSmap 60CSx, Garmin, Lenexa, Kansas, US)紀錄下所有聽到鳴叫聲或目擊到成蟲與蟬蛻的位置。回到實驗室後再將 GPS 記錄下的位置點繪於 google earth 上。

另外，為了將資料簡化，更清楚呈現臺灣暗蟬的分布狀況，以 500m×500m 為 1 個單位網格的大小，將台江國家公園劃成 159 個網格。接著再將 GPS 記錄下的臺灣暗蟬的位置套疊在網格上，以作為該網格有無臺灣暗蟬分佈的判別之用。此外，我們也以目視估計的方式，並配合 Google Earth 空照圖，估算每個 500m×500m 的網格的棲地組成。將兩次調查有無臺灣暗蟬的出現，配合各網格的棲地組成資料，再利用棲地佔據模式(occupancy model)來估算臺灣暗蟬在台江國家範圍內的棲地佔有率(occupancy rate)。我們將棲地分為樹林、紅樹林、魚塭、荒地、開發地及其他等類別 (表二十二)，並估計各調查樣框中各棲地類型所佔的比例，另外，建立 8 個各自代表不同假說的競爭模式 (表二十三)，配合兩次臺灣暗蟬在各樣框有無被發現的調查結果，以棲地佔據模式估算臺灣暗蟬在台江國家公園區域內的棲地佔有率。此棲地佔有率可以用來代表臺灣暗蟬目前的族群狀態，作為族群長期監測的基礎。

表二十二、棲地類型的類別、代號及說明。

棲地類型	代號	說明
樹林	Fo	海岸林、木麻黃林或雜木林
紅樹林	Ma	潮溝、魚塭邊或河口灘地等感潮區域的紅樹林
魚塭	FF	包括潮溝
荒地	WL	無人為管理利用，且植被稀疏或裸露的區域
開發地	AL	有道路(柏油或水泥)、房舍或其他人為建構物的區域
其他	Ot	瀉湖、海域、河域、沙灘等其他無法歸類於上述類別中者

表二十三、各競爭模式所代表的假說。

競爭模式	假說
$\psi(\cdot), p(\cdot)$	棲地佔有率不受任何因子影響，且兩次調查的偵測率固定。
$\psi(\cdot), p(t)$	棲地佔有率不受任何因子影響，而兩次調查的偵測率有不同。
$\psi(\text{Fo}), p(t)$	棲地佔有率受樹林的比例影響，且兩次調查的偵測率有不同。
$\psi(\text{Ma}), p(t)$	棲地佔有率受紅樹林的比例影響，且兩次調查的偵測率有不同。
$\psi(\text{FF}), p(t)$	棲地佔有率受魚塭的比例影響，且兩次調查的偵測率有不同。
$\psi(\text{WL}), p(t)$	棲地佔有率受荒地的比例影響，且兩次調查的偵測率有不同。
$\psi(\text{AL}), p(t)$	棲地佔有率受開發地的比例影響，且兩次調查的偵測率有不同。
$\psi(\text{Ot}), p(t)$	棲地佔有率受其他棲地的比例影響，且兩次調查的偵測率有不同。

臺灣暗蟬繁殖季開始的日期與晨昏合唱模式

1. 晨昏合唱紀錄

我們以聽到臺灣暗蟬雄蟬的召喚聲 (calling) 當成繁殖季開始的日期。無論是 2014 年或是 2015 年，我們都是從 4 月中開始，以 1 至 2 天的間隔，於黃昏 6 點左右抵達城西里防風林 (座標: $120^{\circ} 4' 27.74'' \text{ E}$, $23^{\circ} 2' 22.59'' \text{ N}$)，紀錄是否有臺灣暗蟬的召喚聲。

為了瞭解臺灣暗蟬的晨昏合唱模式，我們分別於 2014 年 6 月 9 日以及 2015 年 5 月 1 日開始，在城西里防風林中設置自動錄音機 (Song Meter SM3, Maynard, MA, USA) 記錄臺灣暗蟬的鳴叫聲。錄音資料的分析與判讀皆在實

驗室中進行。我們記錄下每日合唱開始的時間 (第 1 隻個體開始鳴叫且引發族群合唱的時間) 與合唱結束的時間 (最後 1 隻個體結束鳴叫的時間)。

2. 環境因子與氣候因子

過去的研究發現臺灣暗蟬的晨昏合唱和環境照度有關 (陳 2003)。由於黎明或黃昏時的環境照度隨時間變化,所以需要在一個基準時間測量環境照度,以作為該日黎明或黃昏環境照度的指標。因此,我們可以選取太陽在某個固定角度的時間表現出來的環境照度來作為該日黎明或黃昏環境照度的指標。雖然太陽在某個固定角度的時間表現出來的環境照度會受當時大氣狀況的影響,例如雲量 (Nielsen 1963),但一日內黎明或黃昏的短暫時段內 (30-60 分鐘) 大氣狀況不會有太大的變化。本研究參考陳 (2003) 的方式,以城西里防風林的經緯度輸入美國海軍天文臺 (<http://aa.usno.navy.mil/data/>) 所提供的服務運算出 2015 年每日的日出、日落時間 (日輪上緣接觸到地平面的時間) 以及民用曙光始、民用暮光終 (指太陽的中心點在地平面下 6 度的時間) 的環境照度資料。我們在樣區中放置溫度記錄器 (HOBO UA-002-08, Bourne, MA, USA) 長期記錄防風林中的溫度資料。

3. 合唱族群大小指標-蟬蛻數量變化

由於合唱族群大小也是影響臺灣暗蟬晨昏合唱始終時間的重要因子 (陳 2003)。因此我們以防風林中蟬蛻的數量變化來作為間合唱族群大小的指標 (Young 1972, Ellingson and Andersen 2002)。我們在 2015 年選擇 48 棵木麻黃當成計算蟬蛻數量變化的樣樹,在樣樹大約離地 1 到 1.5 公尺的樹幹上綁上

塑膠袋，以防止臺灣暗蟬幼蟲繼續往上爬，以方便蟬蛻的計數。蟬蛻調查於5月初開始進行，每隔7天調查1次，調查時紀錄每個樣樹上蟬蛻的數量與性別。最後我們將調查所得的蟬蛻總數除以距離上次調查的天數，得到兩次調查期間每棵樣樹上的平均每日蟬蛻數量。

4. 統計分析

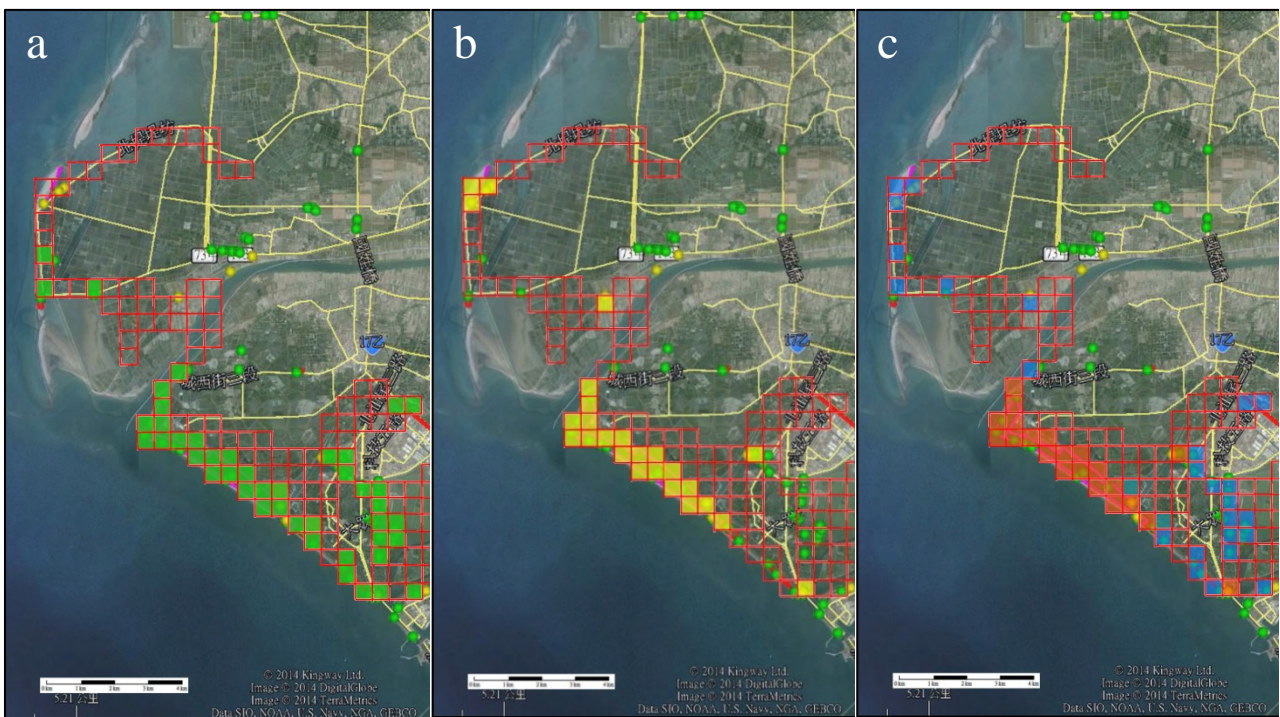
由於2015年的資料完整記錄了整個合唱季，因此針對相關環境因子與生物因子對於合唱的影響的統計分析以2015年的數據為主。公蟬蛻數量、溫度與日出日落時間對臺灣暗蟬繁殖季(2015年5月1日至7月31日)晨昏合唱模式(合唱開始與持續時間)的相關性，以斯皮爾曼等級相關係數(Spearman's rank correlation coefficient)分析。利用主成分分析(Principal components analysis)對臺灣暗蟬繁殖季日期進行排序，統計檢定的日期主要為2015年5至7月的每月1、5、10、15、20、25與30號為主，找出不同繁殖季時期，影響日期間的生物(公蟬蛻數量、蟬開始鳴叫時間與蟬鳴叫總時間)與環境因子(林內氣溫、曙光始與日落)的差異。利用複迴歸分析(Multiple regression analysis)分析臺灣暗蟬繁殖季(2015年5月1日至7月31日)合唱開始-持續時間(應變數)與生物-環境因子(自變數)的相關。

5. 結果

A. 分布

2014年第一次調查發現有臺灣暗蟬的網格為45個(圖五十九a)，第二次調查有發現臺灣暗蟬的網格為25個(圖五十九b)。兩次調查加

總起來，有發現臺灣暗蟬的網格共 49 個，其中兩次皆有調查到臺灣暗蟬的網格為 21 個，一次紀錄的網格為 28 個（圖五十九 c）。臺灣暗蟬所分布的範圍包括了七股北堤一帶、城西里防風林、四草魚塢區及四草大橋附近等，其中以城西里延續至四草大橋附近的防風林為最主要，也是最連續的族群分布區域。



圖五十九、台江國家公園範圍內及週緣地區之臺灣暗蟬分布狀況。圖中紅色方框為 500m×500m 的調查網格，第 1 次調查期間(4/21 至 6/18)，有調查到臺灣暗蟬的網格以綠色表示圖(a)；第 2 次調查期間(7/1 至 7/25)有調查到臺灣暗蟬的網格以黃色表示圖(b)；2 次調查的綜合結果在圖(c)，其中紅色的網格代表只有 1 次調查到臺灣暗蟬，藍色的網格代表兩次調查到臺灣暗蟬。

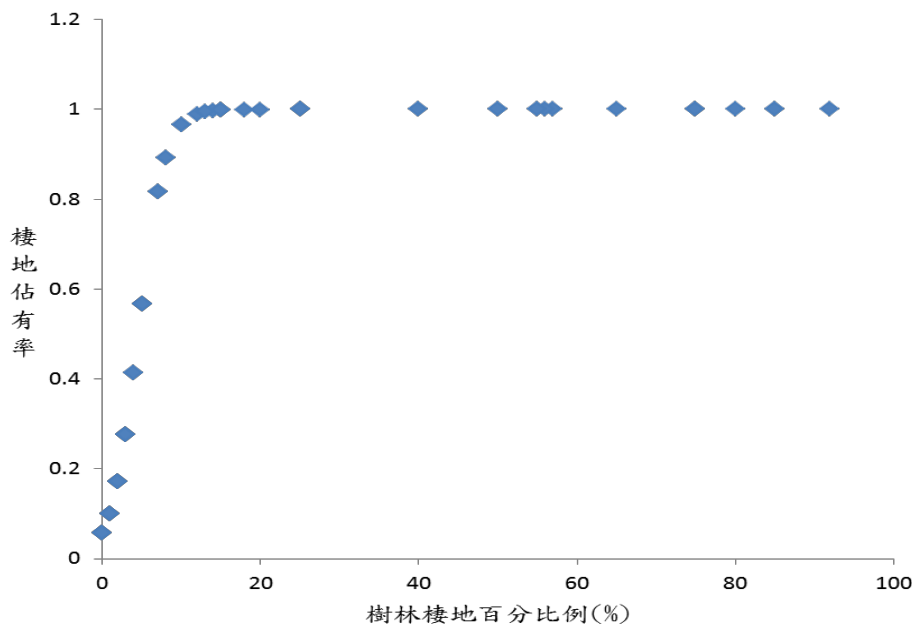
B. 棲地佔有率

棲地佔有率模式選擇的結果顯示，模式 $\psi(F_0)$, $p(t)$ 為最佳的競爭模式（表二十四），在 6 種不同棲地類型之中，樣框內樹林所佔的比例與臺灣暗蟬的棲地佔有率最有關，且樹林所佔的比例只要高於 10%，臺灣

暗蟬的棲地佔有率就幾乎可以達到 1 左右 (圖六十) , 表示臺灣暗蟬的分布與樹林有極高的相依性, 樹林的樹種以木麻黃為最主要樹種。另外, 以最佳模式 ($\psi(\text{Fo}), p(t)$) 所估算臺灣暗蟬的棲地佔有率為 0.345 , 顯示在台江國家公園的調查範圍內約有 34.5% 的棲地範圍是有臺灣暗蟬分布的, 此數值將可以做為未來族群長期監測的基礎。

表二十四、各競爭模式在模式選擇中的結果。

競爭模式	AIC	ΔAIC	AIC 權重	參數數量
$\psi(\text{Fo}), p(t)$	209.25	0	1	4
$\psi(\text{FF}), p(t)$	258.67	49.42	0	4
$\psi(\text{WL}), p(t)$	279.42	70.17	0	4
$\psi(\cdot), p(t)$	292.3	83.05	0	3
$\psi(\text{Ma}), p(t)$	293.64	84.39	0	4
$\psi(\text{AL}), p(t)$	294	84.75	0	4
$\psi(\text{Ot}), p(t)$	294.29	85.04	0	4
$\psi(\cdot), p(\cdot)$	306.15	96.9	0	2



圖六十、臺灣暗蟬的棲地佔有率與樹林棲地百分比的關係

C. 合唱季

臺灣暗蟬合唱季約從 4 月底開始，8 月上中旬結束，持續 3 個月左右。我們分別於 2014 年 4 月 21 日與 2015 年 4 月 30 日於城西里防風林紀錄到第 1 筆黃昏合唱資料。2014 年的最後 1 筆合唱紀錄日期為 8 月 5 日、而 2015 年的最後 1 筆合唱紀錄日期為 8 月 3 日。

D. 晨昏合唱模式

(1) 黎明合唱

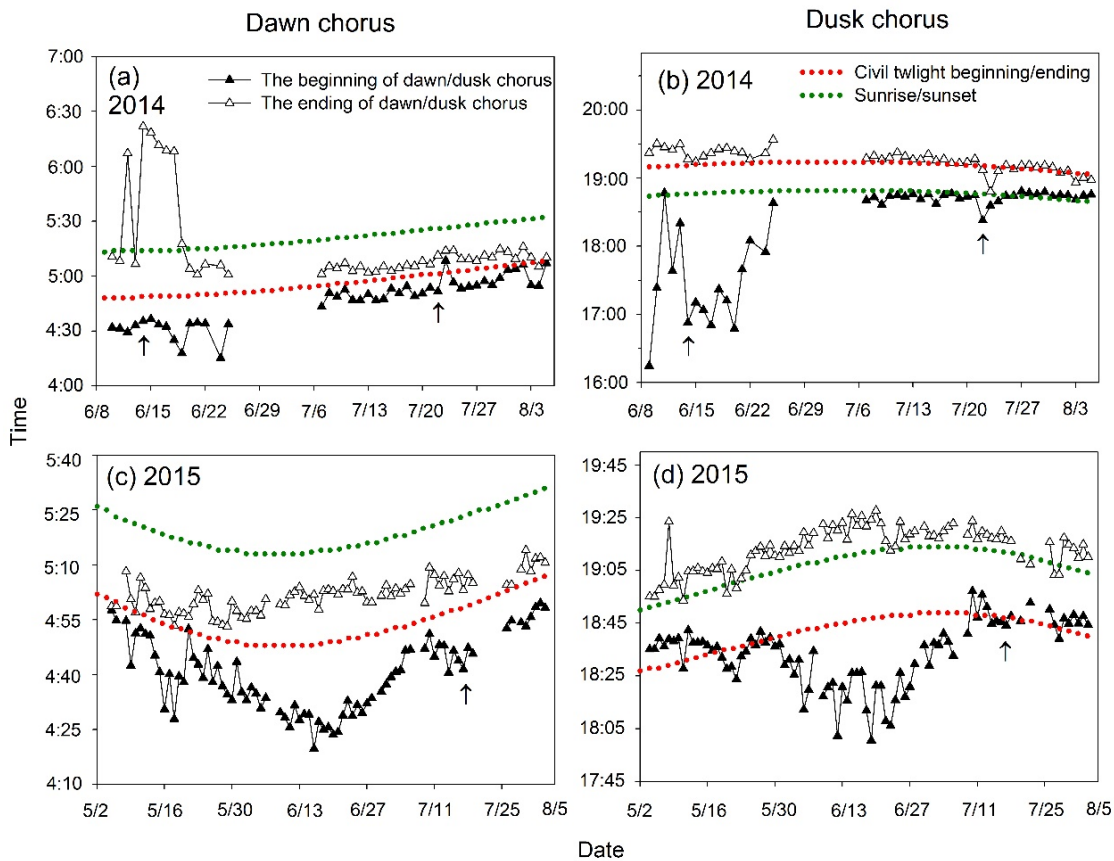
黎明合唱開始於民用曙光始之前，結束於日出前。兩年的資料顯示，黎明合唱開始於 4:17 至 5:08 之間，開始於民用曙光始之前 (圖六十一 a, c)。但還是有極少的例外，2014 年紀錄的 45 筆資料中，有 1 筆 (7 月 23 日) 的黎明合唱在民用曙光始之後開始 (推測可能和颱風過境有關)；2015 年紀錄的 78 筆資料中，亦有 1 筆 (5 月 21 日) 的黎明合唱在民用曙光始之後開始，當天清晨因為有降雨，推測合唱延後可能和降雨有關。2 年的資料顯示，典型的黎明合唱均在日出之前結束，介於 4:53 至 5:17 之間，但 2014 年有 7 筆紀錄顯示合唱延後到日出之後才結束。

黎明合唱的持續時間在 2014 年為 29.4 ± 4.5 分鐘 (mean \pm se, n = 45)，2015 年為 21.26 ± 1.06 分鐘 (mean \pm se, n = 78)，黎明合唱持續時間由繁殖季前期 5 月逐漸增加至繁殖季中期 6 月，6 月逐漸下降至繁殖季末期 7 月 (圖六十一 a, c)。比較陳 (2003) 的資料，黎明合唱持續時間平均為 24.6 ± 0.9 分鐘 (mean \pm se, n = 57)。

(2) 黃昏合唱

黃昏合唱在合唱季初期和末期開始於日落之後，合唱季中期逐漸提早到日落之前；結束於民用暮光終之後。兩年的資料顯示，黃昏合唱大部分開始於 18:00 至 18:57 之間。但是 2014 年有部分黃昏合唱 (6 月 9 日到 6 月 21 日) 提早到 16:14 至 17:39 之間開始 (圖六十一 b, d)。黃昏合唱大部分終於 18:59 至 19:30 之間，在民用暮光終之後 1 至 20 分鐘內結束 ($n = 84$)。只有在合唱季初期和末期有很少的紀錄 (7 筆) 顯示黃昏合唱結束於暮光終之前。

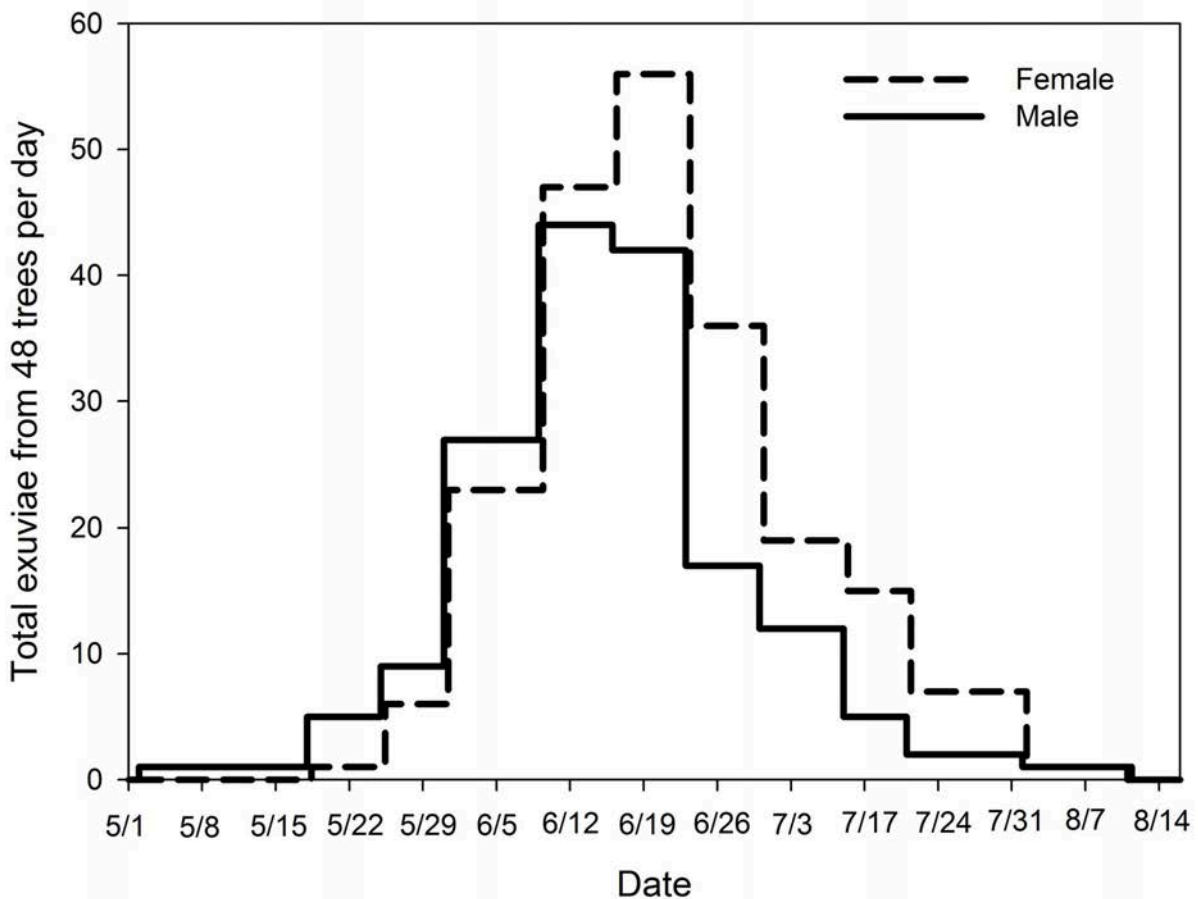
黃昏合唱的持續時間在 2014 年為 57.5 ± 7.0 分鐘 (mean \pm se, $n = 46$)，2015 年為平均為 39.43 ± 1.81 分鐘 (mean \pm se, $n = 84$)，黃昏合唱持續時間由繁殖季前期 5 月逐漸增加至繁殖季中期 6 月，6 月逐漸下降至繁殖季末期 7 月 (圖六十一 b, d)。陳 (2003) 的研究指出臺灣暗蟬黃昏合唱持續時間平均為 37.7 ± 1.3 分鐘 (mean \pm se, $n = 73$)。



圖六十一、城西里臺灣暗蟬族群每日晨昏合唱發生的時間。(a)與(c)分別為2014年與2015年的黎明合唱；(b)與(d)分別為2014年與2015年的黃昏合唱。黑色箭頭處為颱風過境。

E. 合唱季族群數量

樣樹上的蟬蛻在5月中開始記錄到，之後逐漸增加，於6月中下旬達到高峰，接著數量開始下降，7月下旬後未在樣樹發現蟬蛻（圖六十二）。研究期間，在48棵樣樹上共收集到2864個蟬蛻，利用這些蟬蛻估算出來的性別比為1:1.16（公:雌 = 1328:1536）。公蟬羽化數量於6月15日達到50%，雌蟬羽化數量於6月19日達到50%。陳(2003)研究指出臺灣暗蟬蟬蛻性別比為1:1.07。

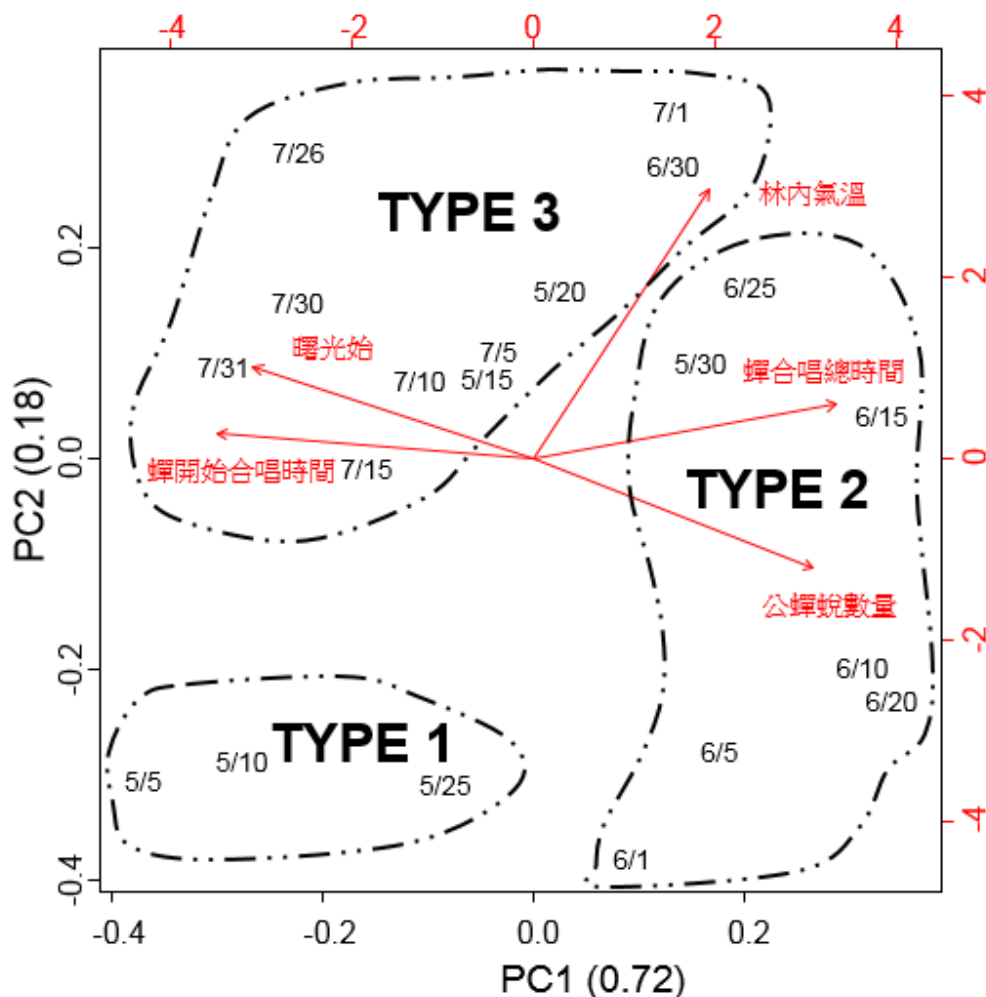


圖六十二、2015 年城西里臺灣暗蟬蟬蛻數量變化。

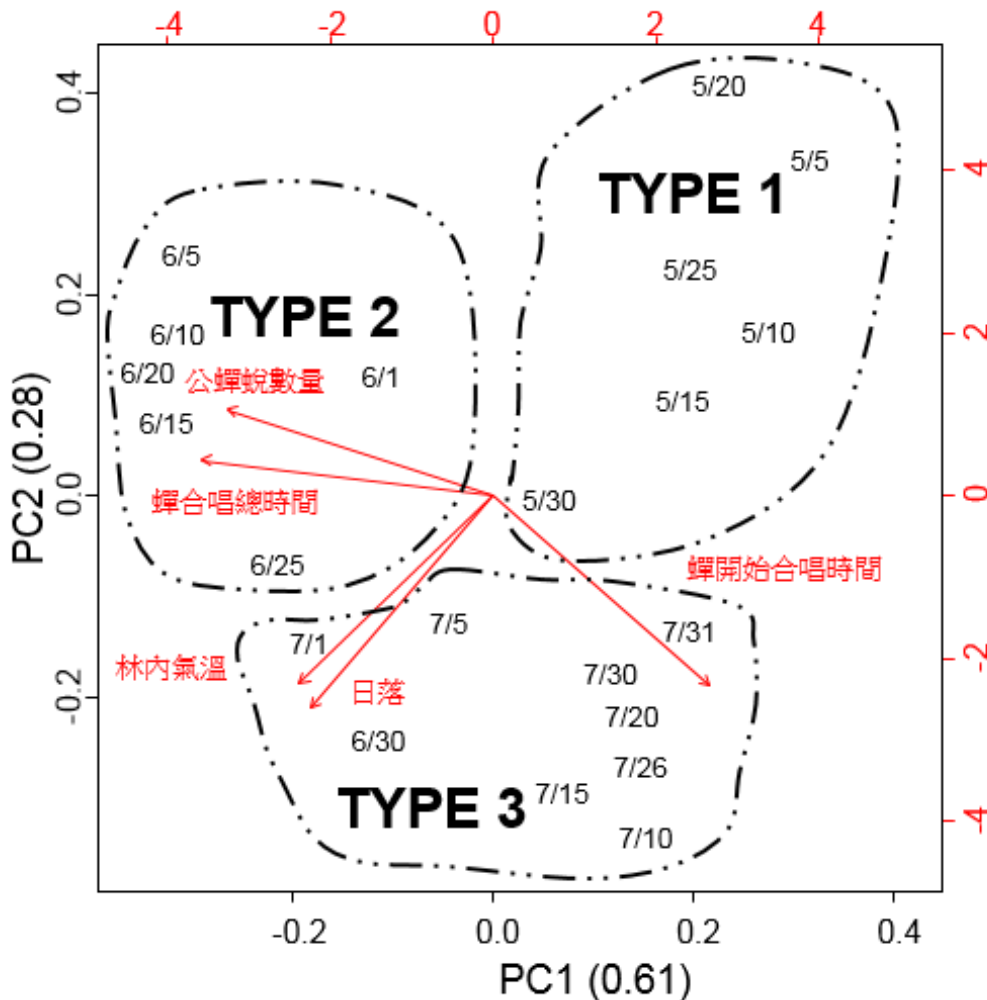
F. 影響合唱的生物與環境因子差異探討

不同日期間黎明合唱的差異可由 PC1 (0.72)與 PC2 (0.18)所解釋，兩軸加起來所累積的總變異量達 0.9 (表二十五)。不同日期間黃昏合唱的的差異亦可由 PC1 (0.61) 與 PC2 (0.28) 軸所解釋，累積的總變異量達 0.89 (表二十六)，大部分日期間的變異可由 PC1 與 PC2 軸所代表 (PC1 至 PC5 累積總變異量為 1.0)。不同日期間的黎明合唱 (圖六十三) 與黃昏合唱 (圖六十四) 可以區分成 3 種模式，TYPE 1 以 5 月份為主 (前期)、TYPE 2 以 6 月份為主 (中期)、TYPE 3 以 7 月份為主 (後期)。

另外，主成分分析的圖也看到以下的趨勢，公蟬蛻數量（代表族群數量）從5月至6月逐漸增加，接著從6月至7月逐漸減少。蟬開始合唱時間亦從5月至6月逐漸提早，接著從6月至7月逐漸延後。蟬合唱總時間從5月至6月逐漸延長，從6月至7月逐漸縮短。林內氣溫隨著5月至6月與7月逐漸升高。曙光始隨著5月至6月逐漸提早，從6月至7月逐漸延後。日落隨著5月至6月與7月逐漸延後。



圖六十三、2015年城西里臺灣暗蟬黎明合唱的主成份分析PC1 - PC2 軸圖。PC 軸旁（數字）為該軸的解釋變異量，黑色座標軸為日期的排序分數座標，紅色座標軸為生物與環境因子的向量座標，黎明合唱可分為3種模式，TYPE 1 以5月日期為主、TYPE 2 以6月日期為主與TYPE 3 以7月日期為主。



圖六十四、2015年城西里臺灣暗蟬黃昏合唱的主成分分析PC1 - PC2 軸圖。PC軸旁(數字)為該軸的解釋變異量,黑色座標軸為日期的排序分數座標,紅色座標軸為生物與環境因子的向量座標,黃昏合唱可分為3種模式,TYPE 1以5月日期為主、TYPE 2以6月日期為主與TYPE 3以7月日期為主。

表二十五、黎明合唱 PCA 解釋變異量。

	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
Standard deviation	1.89	0.95	0.55	0.37	0.23
Proportion of variance	0.72	0.19	0.06	0.02	0.01
Cumulative proportion	0.72	0.90	0.96	0.98	1.00

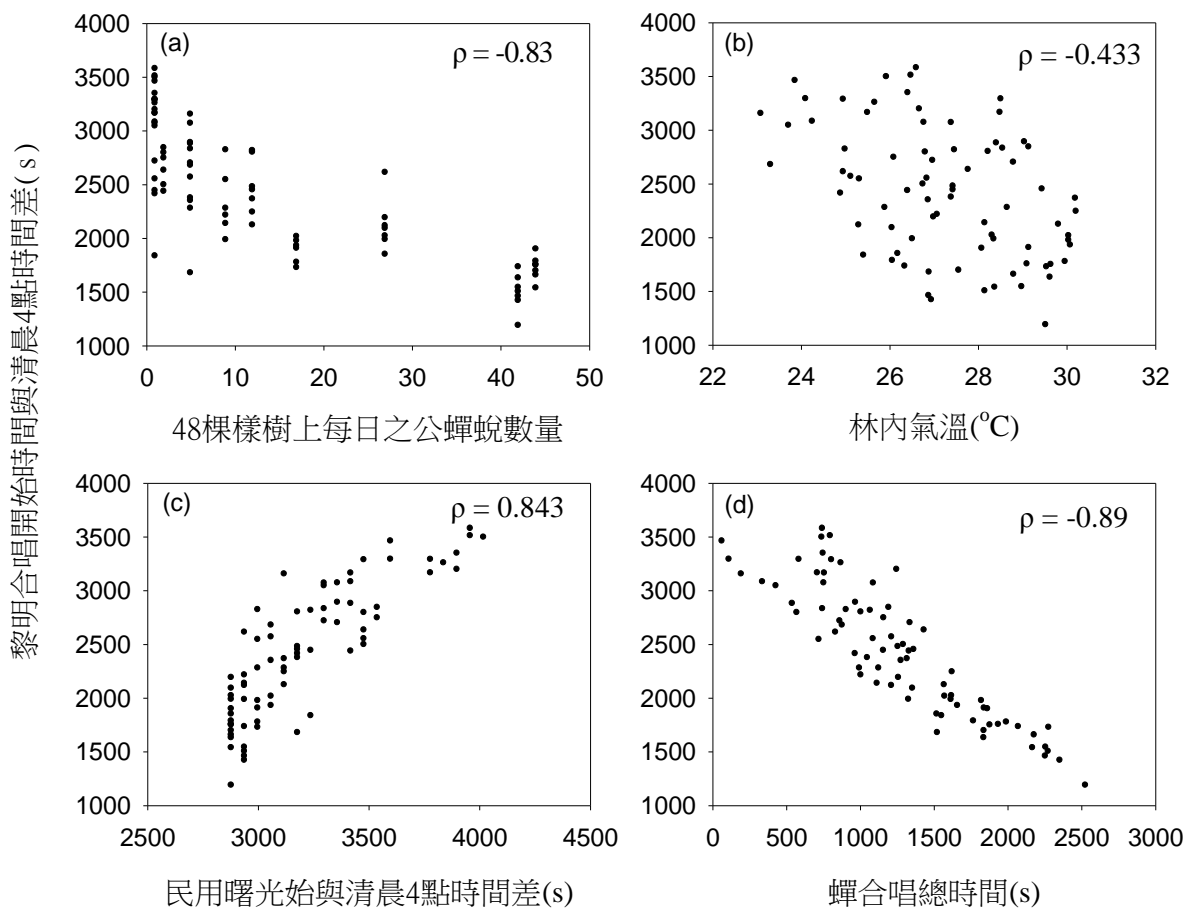
表二十六、黃昏合唱 PCA 解釋變異量。

	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
Standard deviation	1.75	1.19	0.56	0.43	0.16
Proportion of variance	0.61	0.28	0.06	0.04	0.01
Cumulative proportion	0.61	0.89	0.95	0.99	1.00

G. 臺灣暗蟬合唱啟動與持續時間與環境因子的相關

(1) 黎明合唱

臺灣暗蟬開始進行黎明合唱時間與公蟬蛻數量呈現高度負相關 ($\rho = -0.83$)，表示臺灣暗蟬族群數量越大，開始鳴叫時間就越早。蟬開始合唱時間與林內氣溫呈現中度負相關 ($\rho = -0.433$)，變數之間並無強烈相關性。蟬開始合唱時間與民用曙光始呈現高度正相關 ($\rho = 0.843$)，表示民用曙光始越提早，臺灣暗蟬開始合唱時間就越早。蟬開始合唱時間與蟬合唱總時間呈現高度負相關 ($\rho = -0.89$)，表示臺灣暗蟬合唱開始的時間越早，能夠持續合唱時間越長 (圖六十五)。



圖六十五、臺灣暗蟬黎明合唱開始時間與 (a) 公蟬蛻數量、(b) 林內氣溫、(c) 民用曙光始、(d) 黎明合唱總時間相關圖。Y 軸代表黎明合唱開始時間與凌晨 4 點的時間差，以秒數表示。公蟬蛻數量則是每日 48 棵樣樹上的蟬蛻數。林內氣溫為臺灣暗蟬開始合唱時的攝氏氣溫。民用曙光始為民用曙光始時間與清晨 4 點的時間差，秒數表示。蟬合唱總時間為黎明合唱結束時間減去開始時間，以秒數表示。

複迴歸模型結果顯示，蟬開始合唱時間與蟬合唱總時間可以被公蟬蛻數量、林內氣溫與曙光始這三個因子高度解釋（表二十七，蟬開始合唱時間的模型解釋度 $r^2 = 0.82$, $p < 0.001$ ；蟬合唱總時間的模型解釋度 $r^2 = 0.73$, $p < 0.001$ ）。顯示公蟬蛻數量、林內氣溫與曙光始為黎明合唱開始時間與合唱總時間的良好預測因子。

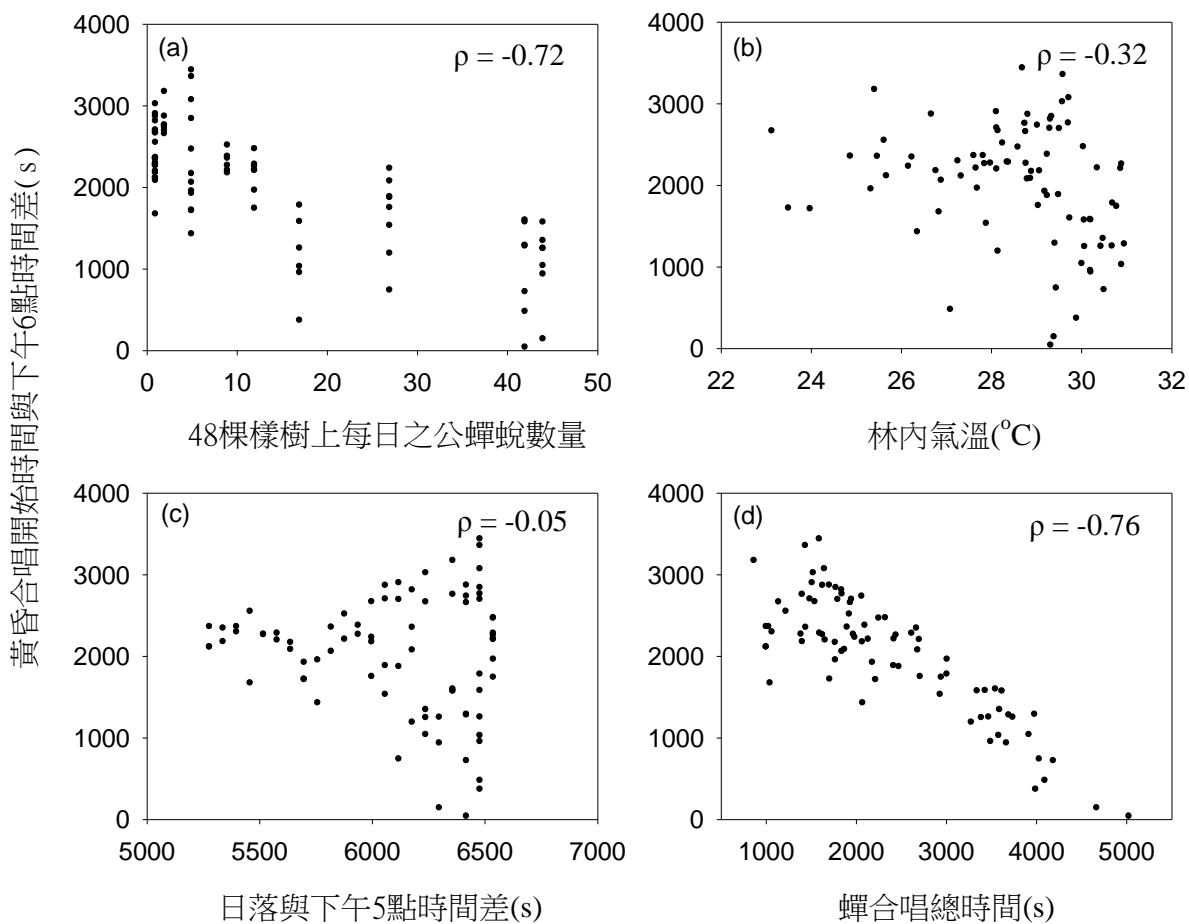
表二十七、臺灣暗蟬晨昏合唱開始鳴叫與總時間的複迴歸分析模型結果。

依變數	自變數	自變數 系數	F / T	R ²	p
黎明合唱 開始時間			111.91	0.82	< 0.001
	公蟬蛻數量	-12.538	-4.444		< 0.001
	林內氣溫	-73.485	-4.213		< 0.001
	曙光始	1.063	7.881		< 0.001
黎明合唱 總時間			68.203	0.73	< 0.001
	公蟬蛻數量	20.379	6.398		< 0.001
	林內氣溫	117.62	5.973		< 0.001
	曙光始	-0.226	-1.482		0.143
黃昏合唱 開始時間			39.518	0.6	< 0.001
	公蟬蛻數量	-39.848	-10.277		< 0.001
	林內氣溫	1.682	0.046		0.963
	日落	0.398	2.417		0.018
黃昏合唱 總時間			102.348	0.8	< 0.001
	公蟬蛻數量	48.301	12.8		< 0.001
	林內氣溫	62.367	1.1752		0.084
	日落	0.415	2.593		0.011

(2) 黃昏合唱

臺灣暗蟬開始進行黃昏合唱時間與公蟬蛻數量呈現高度負相關 ($\rho = -0.72$)。蟬開始合唱時間與林內氣溫呈現低度負相關 ($\rho = -0.32$)。蟬

開始合唱時間與日落呈現低度負相關 ($\rho = -0.05$)。蟬開始合唱時間與蟬合唱總時間呈現高度負相關 ($\rho = -0.76$)。大部分的臺灣暗蟬黃昏合唱模式與生物和環境因子之間的關係並非線性關係，因此相關性大都偏低(圖六十六)。



圖六十六、臺灣暗蟬黃昏合唱開始時間與 (a) 公蟬蛻數量、(b) 林內氣溫、(c) 日落、(d) 黃昏合唱總時間相關圖。Y 軸代表黃昏合唱開始時間與下午 6 點的時間差，以秒數表示。公蟬蛻數量則是每日 48 棵樣樹上的蟬蛻數。林內氣溫為臺灣暗蟬開始合唱時的攝氏溫度。日落為日落時間與下午 5 點的時間差，秒數表示。蟬合唱總時間為黃昏合唱結束時間減去開始時間，以秒數表示。

複迴歸模型結果顯示，蟬開始合唱時間與蟬合唱總時間可以被公蟬蛻數量、林內氣溫與日落這三個因子高度解釋(表二十七，蟬開始合唱

時間的模型解釋度 $r^2 = 0.6$, $p < 0.001$ ；蟬合唱總時間的模型解釋度 $r^2 = 0.8$, $p < 0.001$)。顯示公蟬蛻數量、林內氣溫與日落為黃昏合唱開始時間與合唱總時間的良好預測因子。

(七) 培育昆蟲相長期監測之調查人員教育訓練

本計畫執行所需相關調查人員 (含助理與工讀生) 皆於 1 月 15~22 日陷阱製作與架設期間培訓完成，統一教授網捕與掃網、窗式陷阱、馬氏網、掉落式陷阱、誘餌掉落式陷阱、蝴蝶誘餌陷阱、D 型水生昆蟲網、蟲蛻收集與燈光誘集之調查方法，以保障 12 個月份的量化調查，無人為因素之誤差。

為了解與監測台江地區昆蟲相長期動態，以及資料庫的長期建置，於 2015 年 6 月 3 日 (三) 安排調查人員教育訓練課程，本課程開放台江國家公園工作員工及志工參加，共計 56 人參與。

課程內容：

1. 台江國家公園昆蟲資源的介紹：介紹台江國家公園常見的昆蟲及其出沒的棲地類型。
2. 昆蟲定量調查方法、資料庫的建立與分析：簡述針對各類群的昆蟲及相應棲地所使用的調查方法，以及調查後的資料庫建立與分析。
3. 臺灣暗蟬之介紹：臺灣暗蟬的生活史與生態習性介紹。
4. 調查方法實作：參觀各類型的昆蟲調查陷阱及各調查方法實地操作。

教育訓練課程行程安排及照片如表二十八、圖六十七。

表二十八、教育訓練課程行程安排。

時間	課程內容	講師
08:10~09:10	台江國家公園昆蟲資源的介紹	莊榮州
09:10~09:20	討論	
09:20~09:30	中場休息	
09:30~10:30	昆蟲定量調查方法、資料庫的建立與分析	黃文伯
10:30~10:40	討論	
10:40~10:50	中場休息	
10:50~11:50	臺灣暗蟬之介紹	陳建宏
11:50~12:00	討論	
12:00~13:30	午休	
13:30~15:30	調查方法實作 (I) -溪溝水塘 (焚化爐前水池)	黃文伯、莊榮州
15:30~17:30	調查方法實作 (II) -防風林 (城西保安林)	黃文伯、莊榮州



圖六十七、講師於防風林中實地介紹蝴蝶誘餌陷阱的原理及施作方式。

(八) 後續長期監測標準及近中長程保育研究發展規劃建議

後續長期監測標準

1. 監測方法

在所採用的十種調查方法蝶網網捕、手網掃網、窗式陷阱、馬氏網、掉落式陷阱、誘餌掉落式陷阱、蝴蝶誘餌陷阱、D 型水生昆蟲網、蟲蛻收集、燈光誘集中，在未來長期監測可將方法簡化成蝶網網捕、手網掃網、四向攔截網、掉落式陷阱、誘餌掉落式陷阱、D 型水生昆蟲網與 Robinson light trap 七種方法。在四大植被類型棲地中，蝶網網捕與手網掃網兩方法有其必要性，在濕草地與乾草地無法架設飛行攔截器，手網掃網對於葉棲昆蟲的調查有特別的必要；掉落式陷阱與誘餌掉落式陷阱對於地棲昆蟲的調查，於本計畫中已彰顯成效，故仍可繼續採用；其中將窗式陷阱與馬氏網整併為四頭萬向採集網加底部漏斗，因四頭萬向採集網兼具窗式陷阱攔截掉落與馬氏網攔截爬升兩種功能，唯紅樹林樹冠較低，可以採用插桿懸掛的方式架設；蝴蝶誘餌陷阱的剔除，為台江地區蝴蝶物種與數量並非最優勢，故以蝶網網捕即能發揮調查功能；蟲蛻收集亦可剔除，在未來的調查頻度降低下，蟲蛻無法指出羽化月份，在 D 型水生昆蟲網的使用下，即能補足水生昆蟲所需的調查部分；燈光誘集則改採用 Robinson light trap，無須架設布幕，不受季節風干擾，亦無需人員於布幕上等待採集，為一較有效率的方法。

2. 調查頻度

由於以十種方法採集的昆蟲數量龐大，5 個月份即捕獲近兩萬隻個體，為降低未來長期監測的負擔，建議改使用七種調查方法外，另建議仍以每月調查，或以季為時間單位，一年調查四次，若要比較不同的年度間昆蟲組成的差異與變化趨勢，調查時間點須具一致性，如依一般年度計畫期程的運作，在每季調查的部分則以 2, 5, 8, 11 月為佳，並建議每 3 或 5 年以相同方法調查，以了解環境變遷對昆蟲組成的影響程度。

3. 人力配置

在鑑定上須要聘僱至少一位昆蟲分類專家，以建立昆蟲資料庫，以目前調查的經驗來看，從調查採集、樣本整理、粗分、鑑定至形態種、拍照記錄、標本保存、資料整理一系列的操作程序來看，一位具分類經驗的專家一個工作天平均可處理 150 隻樣本來計算，單以 1-6 月只計算五種方法所採集的 22471 隻昆蟲來計算，即需要約 150 個工作天才能完成；而昆蟲分類鑑定時，尚未鑑定至種名的形態種，或新物種的描述與發表，後續皆須要與國內外專家聯繫與鑑定，此需要鑑定人員對所有的樣本具有一貫的認知，這些都需要額外的時間，才能使調查樣本不會被任意堆放，以避免經時間無法知道出處或損毀，而失去其生態意義上的價值。

4. 近中長程保育研究發展規劃建議

A. 近程規劃建議

I. 昆蟲資源調查標本鑑定與數位化計畫

由於本計畫昆蟲資源調查執行完畢後，龐大的昆蟲採集數量，尚需要後續的分類整理，首要須編列「台江昆蟲資源調查標本鑑定與數位化計畫」所需鑑定人員、標本製作與保存，以及進一步數據分析整理之預算，除延續之外，尚可建立標本影像資料庫，做為後續中程規劃裡所建議之「生態檢索系統」數位圖像的來源，因此在此項近程規劃預算中，須包含昆蟲分類、標本製作保存所需之材料費用、資料整理與影像拍攝建檔所需的軟硬體費用、文獻蒐尋與資料檢索費用，以及包含一位具分類專長專任助理的相關人事費用。預估約需臺幣 100 萬左右之經費。

II. 臺灣暗蟬生活史資料建立

目前初步的研究知道臺灣暗蟬主要活動於木麻黃林，但是對於臺灣暗蟬若蟲與成蟲的食性以及生活史資料依然缺乏。由於臺灣暗蟬是台江國家公園中要的生物資源、亦是解說教育與環境教育的重要題材，實有必要深入了解。這一問題的釐清亦和未來公園針對臺灣暗蟬的棲地營造與棲地維護有關。建議短期內盡速了解臺灣暗蟬若蟲與成蟲可利用的食草與相關的生活史。預估約需臺幣 60 萬左右之經費。

III. 臺灣暗蟬生態旅遊與解說教育規劃

由於臺灣暗蟬鳴叫集中在日出前與日落後，賞蟬遊憩規畫宜考量遊客人身安全與容易停放交通工具為主，建議以定點觀察為主。在定點中規畫步道、且可以在步道旁設計導引燈，以方便遊客在夜間視線不明時活動，步道導引燈設計不宜過量與過亮，燈泡宜選擇不會吸引昆蟲來燈

光下聚集活動的波段。另可於步道上設立解說牌，針對臺灣暗蟬的分類學、行為生態學等內容進行介紹。遊憩觀察的地點宜選擇在族群的邊緣地帶，不宜太過接近核心地帶，以避免對臺灣暗蟬有過多的干擾。以下建議三處可能之地點：新的台江管理處預定地、府城天險與七股第一賞鳥亭。遊憩解說的內容包括聽群體合唱的狀況，羽化過程觀察。預估約需臺幣 60 萬左右之經費。

IV. 高翔蜻蜓棲地利用研究

在蝶網網捕的調查中，高翔蜻蜓為防風林、紅樹林、乾草地與溪溝水塘的優勢物種，為台江國家公園最常見、具特色之蜻蜓物種，經觀察雄蟲與雌蟲會依產卵區與覓食區，出現性別上棲地利用的差異，因此在水塘與林地環境的利用上，呈現棲地間互動的現象，因此可透過該物種了解台江陸域中，水體與陸地生態的交互作用。研究的項目包括本物種季節性分布、雌雄蟲出現的棲地環境、交配時間與棲地間交流率等。預估約需臺幣 40 萬左右之經費。

V. 青紋細蟴棲地需求研究

青紋細蟴為蝶網網捕中僅次於高翔蜻蜓的優勢物種，其優勢的棲地環境與高翔蜻蜓不同，主要是在濕草地類型的棲地中活動，因此濕草地周遭植被類型、水質狀況與人為活動的干擾皆可能對青紋細蟴的族群量產生影響。濕地草澤是台江國家公園的特色之一，對於草澤上最優勢的物種的保育，則需要更詳細物種生活習性的相關資料，以促使台江草澤

處處飛蛉飛。對於青紋細螳的研究包括了季節性分布、棲地植被類型、棲地水質分析等。預估約需臺幣 30 萬左右之經費。

VI. 黃紋炮步行蟲棲地利用與形態研究

黃紋炮步行蟲(*Pheropsophus javanus*)為乾草地上的頂端捕食者，最特別的地方在於其獨特的噴液機制，可以針對受到刺激的地方噴射含有化學成分的液體。炮步行蟲每個腺體包含貯存器和反應室，兩個貯存器分別含有氫醌和過氧化氫的水溶液，反應室則存有過氧化氫酶和過氧化物酶混和物溶解於水中，經過貯存器的肌肉推擠氫醌和過氧化氫到反應室中，催化劑以極快的反應將其變成苯醌之後噴射出來，溫度可達攝氏上百度，為台江地區乾草地上相當特別的物種，亦為生態資源上值得代表台江的優勢昆蟲物種之一。在臺灣經常將該物種分為 *Pheropsophus javanus* 與 *Pheropsophus occipitalis* 兩種，但經鑑定兩者是同物異名，牠們棲息在同一個棲地中，但外表有些許不同。從這一點來看，牠們之間的關係很值得討論，但幾乎沒有與牠們相關的文獻，在外觀特徵上，*javanus* 型體長 17~20mm，前胸背板上黃點呈平行的長橢圓狀，但未達體側外緣，頭部黑色斑為「凹」字形，而 *occipitalis* 型體長 13~18mm，頭部黑色斑為「凸」字形，前胸背板兩側黃紋達到邊緣。對於黃紋炮步行蟲可投入的研究，包括了棲地植被類型的選擇、不同形態個體的比例與形值差異。預估約需臺幣 30 萬左右之經費。

VII. 台江地區特殊昆蟲之生態習性研究

在前述「台江地區特殊的昆蟲與生態習性」中，提出了在分類地位、生態習性上皆相當獨特的十種(類)昆蟲，依各物種(類群)待釐清的問題，可投入的研究則包括了：

- i. 華麗筒金花蟲的食性研究
- ii. 黃褐姬艷螢金花蟲的食性研究
- iii. 長縱條瓢蟲的植被棲地選擇與幼蟲食性研究
- iv. 蓬萊沙蜂的繁殖行為研究
- v. 蟻蜂的寄生行為研究
- vi. 長角蛉物種的棲地偏好與生活史研究
- vii. 蟻蛉物種的棲地偏好與捕食行為研究
- viii. 虎甲蟲物種的棲地偏好研究
- ix. 紹德布里隱翅蟲的繁殖行為研究
- x. 黃斑海黽的棲地偏好與生活史研究

上述十項每項預估約需臺幣 30 萬左右之經費。

B. 中程規劃建議

I. 互動式生態檢索系統與物種 GIS 資料庫的建置

互動式解說教育與生態檢索系統為一項手機 APP 軟體開發，目的為服務進入台江國家公園範圍內之民眾，可以及時由手機定位獲得所在生態環境或所見物種的解說資訊。本軟體已在研發中，民眾可使用智慧型手機於網路下載「台江生態檢索系統」(暫名)APP，在開啟使用後，即

可依畫面操作，獲得互動式解說，同時亦可上載民眾所拍攝的物種照片與衛星定位資訊，增加國家公園物種 GIS 資料庫。「台江生態檢索系統」APP 的建置，除了可以減少人力配置外，尚可提供精確的解說資訊，同時民眾亦可以與資料庫互動，只要資料庫端定期將上載之照片比對補充進資料庫中，即等同所有使用 APP 的民眾亦成為生物資源的調查人員，對台江國家公園後端物種 GIS 的建置，可在相當經濟的情況下不斷更新資訊。在此項中程規劃預算中，須包含軟體開發、測試與專任助理的相關人事費用。預估約需臺幣 120 萬左右之經費。

II. 蜻蛉目生態資源與解說教育規劃

蜻蛉目在台江防風林、紅樹林、乾草地、濕草地與溪溝水塘五大類型的棲地中，為最易觀賞到之優勢類群，單以蝶網網捕即多達 14 種，其中最為常見的是高翔蜻蜓、青紋細蟴、褐斑蜻蜓、侏儒蜻蜓與薄翅蜻蜓 5 種，次常見的為彩裳蜻蜓、猩紅蜻蜓、大華蜻蜓與杜松蜻蜓 4 種，在濕地導覽與解說教育上，即須包含蜻蛉目相關生活史、棲地偏好等背景資料的建置，並規畫出適合作為濕地生態旅遊的路線。本項包含了蜻蛉目各物種棲地偏好的的分析研究、生態旅遊的路線規劃與生活史資料的建置。預估約需臺幣 90 萬左右之經費。

III. 培訓蟬類調查志工與成立社群網站

培訓蟬類調查志工進行分布調查研究。在社群網站如 Facebook 上成立社團，招募全國各地對昆蟲與本土生態有興趣的網友共同來調查臺灣

暗蟬的分布地點，以獲得更廣泛的分布資料，除了資料的收集，網路也提供了一個民眾教育的管道，讓更多民眾認識逐漸在平原消失的臺灣暗蟬，藉由這種公民科學家共同參與的方式來實現教育、研究互惠的想法。預估約需臺幣 60 萬左右之經費。

C. 長程規劃建議

I. 定期定量的長期監測

與「台江生態檢索系統」APP 可建立的物種 GIS 不同，台江國家公園面臨環境變遷的評估，則須要定時以可定量的方法進行長期監測，如於「後續長期監測標準」的建議，可在每 5 年的時間間隔下，以所建議使用的七種調查方法，於相同樣點進行調查，可用 Wainstein's 相似性指標 (Kw) 比較每 3-5 年間昆蟲組成結構與多樣性的變化趨勢，搭配具相關性物候因子變化，來進一步預測未來環境變遷時，台江昆蟲多樣性將面臨的處境。預估每次約需臺幣 100 萬左右之經費。

II. 昆蟲標本室的建立

所有昆蟲標本皆是在嚴謹審核與有必要性的情況下調查採集而來，因此為使標本有良好的保存，則須要建置一個恆溫恆濕防蟲防黴、能妥善保存標本，且有專人管理的空間。管理人員須要具備昆蟲分類鑑定的專長，可將於台江各個計劃或研究調查所獲得之標本歸類與數位化，其

工作除管理標本的製作、保存與使用外，亦須將未鑑定至種名的標本，自行或與國內外各類群專家合作分類鑑定，或對新物種描述與發表。

(九) 台江國家公園常見昆蟲圖鑑製作

為推廣環境教育與加深民眾對台江國家公園昆蟲相的認知，圖鑑內容將以台江國家公園各種濕地植被類型與陸地水域為主軸，使讀者了解各類型棲地昆蟲相的組成結構，並使用生態照片與文字介紹台江國家公園較為常見的昆蟲。圖鑑編排內容綱要如下述部分：

A. 台江的歷史足跡：簡述台江地區自 1857 年至今的昆蟲觀察、調查歷史。

B. 台江的棲地環境及各棲地的代表性昆蟲

a、 昆蟲棲地：以照片介紹紅樹林、防風林、各類型草地與溪溝水塘的生態環境。

b、 代表性昆蟲：以照片圖示介紹各棲地中最具代表性的昆蟲，能夠呈現各種棲地的生態系樣貌。

C. 昆蟲簡介：

a、 昆蟲的分類：簡介昆蟲與其他節肢動物間的關係。

b、 昆蟲的外部形態介紹：圖示方式解說昆蟲外部各體區與肢節名稱，使讀者在閱讀圖鑑時，對所描述常見物種的形態特徵，得以對圖文對照，進而能簡易了解。

c、 昆蟲的生活史：簡介昆蟲從卵至成蟲的生命歷程，讓讀者對昆蟲特別的生理變化有初步的認識。

D. 昆蟲觀察前的準備工作：包含行前的衣著、輔助工具的準備、安全守則、有危險性動物的應對方式、緊急聯絡電話。

E. 昆蟲的外觀辨識檢索：以剪影檢索的方式，讓一般人能夠快速的以昆蟲的外部輪廓辨識昆蟲的種類，為國內圖鑑首見。

F. 台江國家公園常見的昆蟲種類：依照目別與科順序，逐一以生態照和文字解說常見昆蟲物種的中名、學名、體長、特徵、生態習性、分布地區、別名，並如下標示相關資料：

- a、棲地：依該物種於各棲地出現的多寡排序，標明該物種主要的棲地類型：防風林、紅樹林、濕草地、乾草地、溪溝水塘。
- b、習性：依調查結果及野外觀察經驗，標明該物種活動的習性，如地棲、葉棲、樹棲、夜間趨光等。
- c、季節：依捕捉的時間，標明該物種活動的月份。

G. 中文檢索

H. 學名檢索

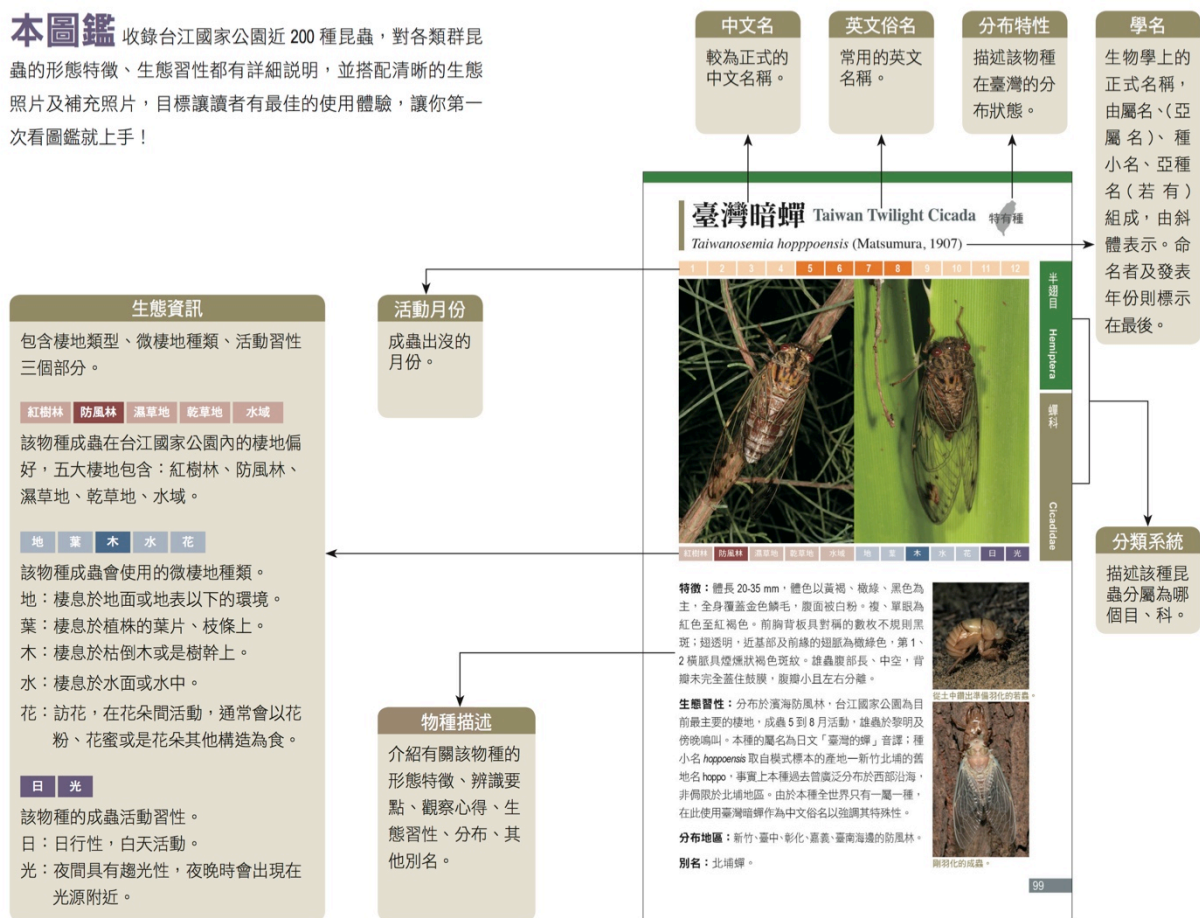
圖鑑之封面設計如圖六十八及圖鑑成品。書名「游黽飛蛉」取自台江別具特色的黃斑海黽及各種蟻蛉。封面以大片濕草地的輪廓為主圖，凸顯台江國家公園的濕地特色。並選擇國家公園境內的黃斑海黽、胸紋蟻蛉剪影作為插圖，標題、圖片邊緣的虛線及水波象徵著海黽在水面上划動的波紋，讓畫面更為動感。封面背面的四張小圖分別是四種國家公園常見的棲地類型，封面正面則選了三種外型、棲地環境各異的昆蟲照片，代表生存在各種不同微棲地的昆蟲。封口內折頁則設計了量尺，讓本書在野地的實際運用上更為方便。封面印刷後製加工規劃，先上霧膜，並於版面上的重點部分，如書名、圖片等，於局部上亮光，提升畫面層次感。

圖鑑內容之圖文版型設計如圖六十九及圖鑑成品，除了中英文俗名、學名等必要資訊之外，並結合了本研究的調查結果，將該物種位於哪一類棲地類型、所利用的微棲地及活動習性加入本書，讓讀者更清楚的了解這隻昆蟲會在什麼樣的環境下活動，進而培養尋蟲、認蟲、知蟲的能力。



圖六十八、圖鑑封面設計圖，含封面正面、封面背面、封口內折頁、書背。

本圖鑑 收錄台江國家公園近 200 種昆蟲，對各類群昆蟲的形態特徵、生態習性都有詳細說明，並搭配清晰的生態照片及補充照片，目標讓讀者有最佳的使用體驗，讓你第一次看圖鑑就上手！



圖六十九、圖鑑內容之圖文版型介紹。

完成稿參見附錄一。

四、結論及建議

1. 本計畫使用了 10 種調查方法，為國內生物多樣性調查中所罕見。分析比較發現，不同方法所能調查到的昆蟲相有顯著的不同，顯示完整的昆蟲相調查需要仰賴足夠多的調查方法，以往以單一、少量方法的調查結果可能嚴重的低估該地的昆蟲多樣性。
2. 由於昆蟲具有極高的多樣性及豐富度，昆蟲相的調查十分費時、費力。然而，完整的昆蟲相資料建立仍然有必要，需要大量的前期投資。建立了完整的昆蟲相資料以後，方能選出具有代表性的指標物種，以進行更長期且有效的環境監測，將昆蟲相調查的結果轉化為實質的保育方針。
3. 一般陸域昆蟲相調查的重心大多放在森林、河流、高山等生態系，長期忽略平地、濱海、近郊生態系的重要性。事實上這些區域的昆蟲族群是最容易受到人類活動干擾，也最容易與人類生活有交互作用，是最為脆弱也是最急需投入調查、保育的生態系，未來台江國家公園能以平地、濱海、近郊生態系作為本區的研究重點，善用與人類生活圈接近的特點，發展社區保育與公民科學。
4. 本計畫於台江地區發現了華麗筒金花蟲、長縱條瓢蟲、蓬萊沙蜂、褐胸蝶角蛉、紹德布里隱翅蟲、黃斑海黽、2 種蟻蜂、6 種蟻蛉、黃紋炮步行蟲等極具特色、代表性的昆蟲，這些昆蟲的生活史、生態習性幾乎都未曾被研究，不管是學術研究、解說教育上都是極佳的材料，建議台江國家公園未來能持續投入研究。

5. 本計畫於台江地區記錄了 6 種 (含 1 新紀錄種) 蟻蛉，是國內其他地方所罕見的蟻蛉熱點。同時也於圖鑑中收錄了其中 5 種完整的成蟲、幼蟲生態照與特徵照，可作為解說教育的重要資訊。蟻蛉科的昆蟲飛行能力較差，幼蟲對於棲地十分挑剔，是十分容易受到人為活動干擾的類群，為台江國家公園未來進行棲地營造、保育時需要特別留意的昆蟲。本區蟻蛉幼蟲對棲地的偏好與地區如下：
- a. 土阱蟻蛉：棲息於堅硬的泥沙地，於鹽水溪乾草地、四草混合林、七股乾草地等地區皆有分布，應為台江地區廣布種。
 - b. 胸紋蟻蛉：棲息於有遮蔭的沙地上，本計畫只於城西保安林中發現，推測可能只棲息於防風林中。
 - c. 臀腋蟻蛉：棲息於開闊、無遮蔭的沙地上，於四草至七股的海邊沙灘上皆可見，應該是沙灘上的廣布種。
 - d. 沙阱蟻蛉：棲息旁邊略有遮蔭的沙地上，通常會築陷阱於馬鞍藤枝葉間或是其他草本植物根部附近，常見於防風林林緣的沙地上。
 - e. *Distoleon bistrigatus* (新紀錄種)：本種幼蟲不會築陷阱，棲息環境不明，成蟲發生期極短 (只於 3-4 月有記錄)，目前只發現於城西保安林、臺南大學七股校區，需要後續持續的研究調查。
6. 本研究調查結果與百年前漢斯·紹德 (Hans Sauter) 在臺南採集的昆蟲相比，物種僅約八分之一的再捕獲率，依昆蟲習性來探討，顯示台江地

區的人為利用已造成環境相當大程度改變，開發對棲地的破壞已影響昆蟲物種組成結構。

7. 濕地是台江國家公園的特色，在目視的大型飛蟲上，以蜻蛉目為最易觀賞到之優勢類群，而非鱗翅目的蝴蝶。對於台江地區昆蟲保育，應將蜻蛉目昆蟲列為重點之一，重視陸地上水域環境與草地的景觀生態，規劃各棲地的保護區域與之間的連結性，以免人為對草澤、草地的開發，擴大影響了台江地區的自然生態。
8. 蜻蛉目昆蟲在台江草澤為最易觀賞到、極具優勢與特色之昆蟲類群，可作為濕地保育的指標，因此在保育研究與導覽解說教育上，須投入相關物種生活習性的研究，以了解各物種對棲地物理條件的偏好，以及台江周遭農業與養殖漁業對草澤非生物性因子的影響，方能規劃蜻蛉目棲地的保護與管理，以避免敏感性物種生存條件改變而消失，此外，尚可規畫濕地生態的解說教育路線，以促進民眾的保育認知。
9. 臺灣暗蟬合唱季約從4月底開始，8月上中旬結束，持續3個月左右。晨昏合唱模式的部分發現，黎明合唱開始於民用曙光始之前，結束於日出前，黃昏合唱在合唱季初期和末期開始於日落之後，合唱季中期逐漸提早到日落之前；結束於民用暮光終後。另外，結果也發現臺灣暗蟬無論是黎明合唱或是黃昏合唱的開始合唱時間與蟬合唱總時間可以被蟬蛻數量、氣溫與曙光始/日落這三個因子高度解釋（解釋度達95%以上）。

10. 臺灣暗蟬分布調查的結果，共在 159 個 500 m × 500 m 的網格之中，發現 45 個網格有臺灣暗蟬的分布，其分布的棲地以木麻黃林、海岸林或雜木林為主，進一步以棲地佔據模式估算出其棲地佔有率(ψ)為 0.345，代表在調查範圍內臺灣暗蟬的分布約占了 35% 的面積大小，若以台江國家公園的總陸域面積為 49.05 km² 為基礎，可估算臺灣暗蟬在台江國家公園的陸域範圍內之分布面積約為 24.5 km²，這可能是臺灣暗蟬在臺灣最主要的族群分布；而目前在其他地點雖有零星分布的發現，但其族群分布呈現不連續的狀況，顯示族群彼此之間可能存在嚴重的隔離現象。由於臺灣西部平原的高度開墾，平原地區的低地森林幾乎蕩然無存，未來臺灣暗蟬的分布區域、占有面積或棲地品質也可能遭受到嚴重的威脅。參照 IUCN 物種保育等級的分級標準，建議以分布面積及相關的附加條件之標準，將臺灣暗蟬申列為易受害的(VU, 表六)保育等級，或更高的保育等級，加強對此曾經被認為在臺灣已經滅絕物種之保育；此外，也應該持續進行臺灣暗蟬的相關研究調查，增加其族群分布、生理學、生態學等資料，以利保育行動之規畫。
11. 由於臺灣暗蟬具有晨昏合唱的行為特殊，且目前在臺灣以台江國家公園範圍內以及週緣地區的族群數量最大，是台江國家公園很重要的生物資源。在兼顧國家公園的保育與發展的前提下，並以永續發展為最終目標，可以將臺灣暗蟬用來作為生態旅遊與環境教育的題材，宣導遊客生態觀念、達到生態保育的目的。但由於臺灣暗蟬鳴叫集中在日出前與日落後，

賞蟬遊憩規畫宜考量遊客人身安全與容易停放交通工具為主，建議以定點觀察為主。在定點中規畫步道、且可以在步道旁設計導引燈，以方便遊客在夜間視線不明時活動，步道導引燈設計不宜過量與過亮，燈泡宜選擇不會吸引昆蟲來燈光下聚集活動的波段。另可於步道上設立解說牌，針對臺灣暗蟬的分類學、行為生態學等內容進行介紹。遊憩觀察的地點宜選擇在族群的邊緣地帶，不宜太過接近核心地帶，以避免對臺灣暗蟬有過多的干擾。

五、規劃期程

- ✓ 3~4 月：完成圖冊物種選定
- ✓ 5 月：完成圖冊昆蟲介紹、調查方法概述、棲地介紹與常見的昆蟲種類文字描述
- ✓ 5 月 30 日：提交期中報告及圖冊之圖文初稿
- ✓ 8~9 月：圖冊完稿與修訂
- ✓ 10 月 15 日：提交期末報告、圖冊編排完稿及打樣成品，進行審查
- ✓ 11 月：圖冊印製
- ✓ 12 月 5 日前提提交本案完成工作成果

進度之甘特圖如表二十九。

表二十九、本計劃各項工作預定進度之甘特圖。

工作項目 \ 月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
調查樣區畫設	■											
昆蟲組成調查	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
物候因子調查	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
調查教育培訓					■					■		
昆蟲分類與鑑定		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
資料整理及分析		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
生態保育建議研擬										■	■	■
臺灣暗蟬合唱與數量估計				■	■	■	■	■	■	■	■	■
圖鑑製作初稿	■	■	■	■	■	■						
圖鑑編排完稿及打樣成品						■	■	■	■	■		
期中、期末與結案報告						■				■		■

五、參考文獻

- Butterfield, J., Luff, M. L., Baines, M., & Eyre, M. D. (1995). Carabid beetle communities as indicator of conservation potential in upland forest. *Forest Ecology and Management*, 79, 63-77.
- Ellingson, A. R., & Anderson, D. C. (2002). Spatial correlation of *Diceroprocta apache* and its host plants: evidence for a negative impact from *Tamarix* invasion. *Ecological Entomology*, 27:16-24.
- Engelmann, H. D. (1978). Zur Dominanzklassifizierung von Bodenarthropoden. *Pedobiologia*, 18, 378-380.
- Hansen, J. E. & New, T. R. (2005). Use of barrier pitfall traps to enhance inventory surveys of epigaeic Coleoptera. *Journal of Insect Conservation*, 9, 131-136.
- Heath, J. E. (1967). Temperature responses of the periodical “17-year” cicada, *Magicicada cassini* (Homoptera, Cicadidae). *American Midland Naturalist*, 77, 64-67.
- Hughes, J. H., Daily, G. C., & Ehrlich, P. R. (2000). Conservation of insect diversity : a habitat approach. *Conservation Biology*, 14 (6) , 1788-1797.
- Hwang, W. & Koh, C. N. (2013). Application of necrophilous beetles to long-term monitoring of a forest ecosystem associated with climatic change. *Taiwan Journal of Forest Science*, 28 (2) :83-96.
- Knop, E., Kleijn, E., Herzog, F., & Schmid, B. (2006). Effectiveness of the Swiss agri-environment scheme in promoting biodiversity. *Journal of Applied Ecology*, 43, 120-127.
- Lee, C. F. & Beenen, R. (2012). *Calomicrus jungchangi* Lee and Beenen (Coleoptera: Chrysomelidae: Galerucinae) , a New Species from Taiwan, with Redescription of a Similar Species, *Monolepta rufofulva* Chûjô, 1938. *The Coleopterists Bulletin*, 66, 123-130.
- Noordijk, J., Musters, C. J. M., van Dijk, J. , & de Snoo, G. R. (2010). Invertebrates in field margins: taxonomic group diversity and functional group abundance in relation to age. *Biodiversity and Conservation*, 19, 3255-3268.
- Sanborn A. F., Heath, M. S., Heath, J. E., & Noriega, F. G. (1995). Diurnal activity, temperature responses, and endothermy in three South American cicadas (Homoptera:Cicadidae: *Dorisiana bonaerensis*, *Quesada gigas* and *Fidicina mannifera*). *Journal of Thermal Biology*, 20, 451-460.
- Scherber, C., Eisenhauer, N., Weisser, W. W., Schmid, B., Voigt, W., Fischer, M., Schulze, E. D., Roscher, C., Weigelt, A., Allan, E., Bessler, H., Bonkowski, M., Buchmann, N., Buscot, F., Clement, L. W., Ebeling, A., Engels, C., Halle, S., Kertscher, I., Klein, A. M., Koller, R., König, S.,

- Kowalski, E., Kummer, V., Kuu, A., Lange, M., Lauterbach, D., Middelhoff, C., Migunova, V. D., Milcu, A., Müller, R., Partsch, S., Petermann, J. S., Renker, C., Rottstock, T., Sabais, A., Scheu, S., Schumacher, J., Temperton, V. M., & Tschardtke, T. 2010. Bottom-up effects of plant diversity on multitrophic interactions in a biodiversity experiment. *Nature*, 468, 553-556.
- Stange, L. A., R. B. Miller, H-Y Wang. 2002. Identification and biology of Myrmeleontidae (Neuroptera) in Taiwan. I-Lan County Museum of Natural History, Taipei, Taiwan. 160 pp.
- Ueng, Y. T., Wang, W. C., & Wang, J. P. (2006a). *Berosus tayouanus* sp. nov. *Journal of the National Taiwan Museum*, 60, 130-131.
- Ueng, Y. T., Wang, W. C., & Wang, J. P. (2006b). A New Species of *Berosus* Leach from Taiwan and China (Coleoptera: Hydrophilidae). *Journal of the National Taiwan Museum*, 59, 61-68.
- Young, A. M. (1972). Cicada ecology in a Costa Rican tropical rain forest. *Biotropica*, 4:152-159.
- 臺南市政府。2009a。臺南市 98 年度國家重要濕地生態環境調查及復育計畫期末報告。臺南市政府。
- 臺南市政府。2009b。98 年度「臺南市四草野生動物保護區經營管理工作」計畫成果報告，臺南市政府。
- 行政院農業委員會。2002。公告「臺南縣曾文溪口黑面琵鷺野生動物重要棲息環境」之類別及範圍。農委會公報 18 (20)。
- 朱本勛。2013。臺南濱海節肢動物群聚組成-功能群與生活史策略群應用。國立成功大學生物多樣性研究所碩士論文，136 頁。
- 何立德、羅柳墀、盧道杰、陳維立、徐嘉鴻。2010。臺南縣曾文溪口北岸黑面琵鷺野生動物保護區經營管理效能評估。許義忠主編：「世界國家公園視野與策略」暨「世界各國國家公園面臨的管理問題」國際研討會論文集(II): 1-26。華立圖書出版，ISBN 978-957-784-353-1。
- 李淑玲。2006。西港鄉聚落的拓墾與開發之研究。國立臺南大學臺灣文化研究所碩士論文，130 頁。
- 林廷翰。2011。曾文溪口不同植被類型對昆蟲群聚的影響。國立臺南大學環境生態研究所碩士班碩士論文，104 頁。
- 林怡君、蘇宏森、陳偉仁、王妙雅、廖明浩。2006。四草保護區棲地改善期間水質與水生動物間之結構方程模式。崑山科技大學學士專題，39 頁。
- 林俊全。2010。台江國家公園資源整合性系統研究發展規劃。台江國家公園。
- 陳明義。2006。海岸及鹽濕地綠化。臺灣林業 32(1):27-29。
- 陳育欽。2004。四草野生動物保護區不同棲地對螞蟻群聚組成之影響。立德管理學院資源環境研究所碩士論文，46 頁。
- 陳建宏。2003。北埔蟬之晨昏合唱模式與光週期對鳴叫活動的影響。國立成

- 功大學生物學系研究所碩士論文，53 頁。
- 陳建宏。2004。臺灣特有蟬種-北埔蟬。自然保育季刊 47:69-73。
- 張原謀、黃文伯、陳清旗。2014。103 年台江國家公園昆蟲相及北埔蟬先期調查。台江國家公園。
- 許皓捷、池文傑、柯智仁、楊曼瑜、周大慶、李培芬。2012。以鳥類資料評估四草溼地水鳥棲地改善工程之成效。國家公園學報 22(1):1-17。
- 黃文伯、林廷翰、葛兆年。2012。四草紅樹林及防風林的飛蟲調查。國家公園學報 22(3): 12-21。
- 黃秀雯。2005。七股野生動物重要棲息地之林地昆蟲相與茄二十八星瓢蟲生命表。國立中興大學昆蟲學系研究所碩士論文，45 頁。
- 楊明雄。2009。環境變遷對底棲生物的影響--以四草生態保護區為例。立德大學資源環境研究所碩士論文，180 頁。
- 葉秋好。2005。臺灣沿海濕地草澤之植群生態研究。國立中山大學生物科學系研究所碩士論文，76 頁。
- 謝宗欣。2009。國立臺南大學七股校區植物圖鑑。國立臺南大學，臺南市。
- 謝國興。2003。台江研究資料與研究導論，台江庄社家族故事：台江歷史文化自然生態資源研究手冊。安東庭園社區管理委員會，臺南市。
- 魏映雪。2003。四草野生動物保護區紅樹林生態系之蝶類與螞蟻多樣性及組成。行政院國家科學委員會專題計畫成果報告。

六、附錄

附錄一、期中審查意見對照表

楊平世委員建議	我方修改結果
肯定台江國家公園對昆蟲資源之重視，並將昆蟲列為重要環境教育對象；也建議可與臺南市政府合作推動中小學昆蟲環境教育活動。	於未來將加強與台江國家公園與臺南市政府環境教育方面的合作。
本計畫使用 10 種方法調查昆蟲，規劃十分周全，未來也請評估各種方法誘蟲之特色和優缺點，探討未來進行不同類群研究最適宜之方法。另外，若非興趣或主要研究類群之採集物，可將標本寄送國內外專家協助鑑定。	在近程保育研究發展規劃裡，已加入後續分類研究的建議。
初期成果值得肯定，希望期末報告能分析本區昆蟲群聚結構，可以的話也嘗試進行功能攝食群(Functional Feeding Group)分析。	於報告中已加入各區昆蟲群聚結構的分析，在功能攝食群上，因形態種的分類，為分至 2 月份，將在獲得更多月份的鑑定資料後，比較各功能群的季節性動態波動。
建議評選出不同棲地之特色昆蟲或指標生物，做為未來監測之參考或依據。	已加入至期末報告中。
本區遷移性鳥類多，請注意鳥類食餌昆蟲之類群；另外，請注意是否有腐食性及肉食性甲蟲類群。	本計畫以誘餌掉落式陷阱誘集腐食性甲蟲類群，但較多為膜翅目蟻科，而捕食性炮步行蟲於乾草地為一特色，已加入報告中說明。
昆蟲為環境教育最佳解說對象，惟存在危險類群，包括有毒蛾類和蜂類等，請提示出現地點、季節及防治方法，並放進解說教材之中。	圖鑑有詳述自然觀察的方法及與昆蟲之間該有的分際，並針對各種可能蜇人的蜂類，描述其習性及安全的觀察方式。
對於特色昆蟲例如臺灣暗蟬，請以保育生物學角度建議台江國家公園後續編列預算，進行長期監測及保育事宜；另外，也建議在期末時針對昆蟲生物多樣性調查、監測或特色昆蟲保育生物學研究，提出中長程保育研究發展規劃。	已於近中長程保育研究發展規劃提出相關建議。
請注意區域內是否存在蝶類等重要昆蟲寄主植物(蜜源或幼蟲食草)，以作為棲地開發、除草時之參考。	棲地介紹中有詳述各棲地類型的環境中有哪些植物是重要蜜源，及不同昆蟲會利用的微棲地，可作為開發、除草時的參考。
顏聖紘委員建議	我方修改結果
建請注意樹棲、葉棲、地棲、水棲和飛行昆蟲之間的重疊性、是否因過度細分而喪失資訊及其細分的意義。	圖鑑內容中的樹棲、葉棲、地棲、水棲和飛行昆蟲的標示，雖有重疊性，不過為了一般民眾觀察需要還是予以標記，並於物種描述中呈現該昆蟲的完整生態習性。

建請評估將 Sauter 當年在安平(Anping)所採集的昆蟲種類納入整理之可行性，因為那可能是最早的採集紀錄。	透過臺灣散佚海外博物珍品數位化計畫、科博館數位典藏計畫、農業試驗所昆蟲標本館數位典藏建立臺南安平地區所採集的昆蟲名錄。
在鑑定困難，生活史所知有限的情況下，應注意對功能群分析的影響、是否會對哪一個功能群特別高估或低估，以及如何解決這個問題。	因形態種的分類，為分至 2 月份，目前尚未比較各功能群的影響，未來若要進行分析，由於同一科物種尚可能存有不同食性，原則上以屬別的食性進行歸類，較能避免高估或低估。
台江地區倍受人為干擾，針對此區昆蟲資源的多樣性，還有所支持的動物與植物群聚結構，應提出能與保育策略結合的長遠規劃為宜。	已於近中長程保育研究發展規劃提出相關建議。
企劃經理課建議	我方修改結果
部分採樣地點位處國家公園範圍外，是否影響代表性宜注意；另，去年先期調查樣區應做整合，俾利長期監測資料之比對。	由於昆蟲活動並不以劃定的範圍為界線，選取樣區皆在國家公園範圍附近，棲地亦具有代表性。先期調查的方法為定性調查，已整合在圖鑑的物種資料中，未來長期監測部分需要以定量的方法執行，已增列在「後續長期監測標準」中。
解說教育課建議	我方修改結果
報告書中臺南、濕地等詞使用「臺」、「溼」等誤字，建請更正；圖鑑之「目次」，建請參照系列叢書例修改為「目錄」；圖鑑第 37 頁之「中文俗名」定義為較正式的中文名稱，似與習慣將俗名視為非正式意涵相違。	已按照甲方意見修改完成。
保育研究課建議	我方修改結果
本處去(103)年度委託貴校辦理台江國家公園昆蟲相先期調查，係為補充跨年度完整昆蟲生物季節資源調查資料，請受託單位務必整合該計畫成果，俾利本案資料更趨周全。	103 年度調查的為定性調查，已整合在本年度圖鑑的物種資料中。
本案昆蟲資源調查包含台江地區歷年相關文獻收集整理分析，建請於物種目錄中增列資料出處及備註(何年紀錄種、同物異名等)欄，估算台江地區昆蟲種類數目，俾利本處昆蟲資源基礎資料更具公信。	台江地區歷年相關文獻較為生態性資料，而非分類性資料，本計畫於圖鑑中同物異名的部分已加入陳述。 為使分類更具效益，已於本報告「後續長期監測標準及近中長程保育研究發展規劃」提出建議。

<p>本案目標之「昆蟲生態保育建議」部分，係以台江國家公園昆蟲資源保育發展規劃為重點，包含如何建立後續長期監測標準及近中長程分年保育研究發展計畫(研究優先次序、內容概要及經費預估等)規劃建議，俾作為本處未來執行昆蟲資源保育研究中長程發展策略的重要參考依據，建請受託單位及早規劃作業。</p>	<p>「後續長期監測標準及近中長程保育研究發展規劃建議」已提出。</p>
<p>有關調查棲地類型分類部分，因本處轄區多為沿岸濕地，魚塭、潮溝、潟湖及溪流密布，惟樣區地點僅列鹽田、水池(廢棄魚塭)及潮溝等3類型，是否應增列河口、潟湖等樣區?另，以「溪溝水塘」類型敘述易遭誤解，建議檢討修正適當名詞。</p>	<p>由於魚塭為人為開發地，於先前的調查經驗並無水棲昆蟲存在，而河口潟湖含鹽分皆較調查區域為高，水生昆蟲亦無法生存，故僅以陸域較淡的水域進行調查。</p>
<p>名稱為台江地區昆蟲「辨識圖鑑」，若增加「辨識」無特殊意涵，則建請參照系列叢書例統一為「圖鑑」即可。</p>	<p>已按照甲方意見修改完成。</p>
<p>各類型棲地的位置部分，僅具代表性，尚缺具體完整之資訊(例如鹽田、廢棄魚塭及潮溝密布，絕非書中數點分布)，請檢討修正適合之表現方式。</p>	<p>將原先的地圖呈現方式刪除，各類型棲地環境、位置皆已圖片與文字描述的方式呈現，避免定義不清造成的困擾。</p>
<p>建議可檢討加註昆蟲之保育瀕危分級、常見區域、外來種(熱帶紅火蟻)、原生種、特有种等資訊，並以附錄形式方便大眾索引利用之可行性。</p>	<p>已按照甲方意見修改完成。</p>