行政院農業委員會林務局主管自訂計畫

113 林發-09.3-保-27

推動台灣蝶類監測網與公民科學計畫(1/2)

計畫期末報告

國立成功大學

中華民國 114 年 1 月

一、前言

全球昆蟲數量與多樣性正因人類活動急遽減少，尤以鱗翅目昆蟲尤為顯著(Sánchez-Bayo & Wyckhuys 2019)。台灣因地貌複雜且位於生物地理區的交界帶，造就豐富的蝶類多樣性，然而在過往數十年間，歷經棲地開發與氣候變遷，蝶相經歷極大變化，規劃台灣蝴蝶長期監測網至為急迫。

為了解台灣蝶類的現況並支援保育政策，本研究團隊在林保署的支持下已於108 年至 110 年間完成「台灣昆蟲紅皮書資訊彙整與評估-蝶類篇」，依據 IUCN 紅皮書標準(IUCN, 2012)首次評估台灣蝶類保育現狀。結果顯示，名列國家極危(Nationally Critical)之蝶類有 2 種、國家瀕危(Nationally Endangered)有 5 種、國家易危(Nationally Vulnerable)有 20 種、國家接近受脅(Nationally Near-threatened)有 171 種、暫無危機(Least Concern)類別有 150 種與資料缺乏(Data Deficient)類別共 11 種。本次評估已盡可能蒐羅現有台灣蝶類資料，包括系統性重複調查、博物館典藏、公民科學資料與非政府組織之長期調查，但仍有約30%的蝶種因特定棲地、寄主植物、行為特性及調查方法等原因，可能資料代表性不足，凸顯進一步規劃與監測的重要性。

為補充上述不足，本團隊於 111 年至 112 年間進行了「規劃台灣蝴蝶長期監測網-建立標準化調查方法」計畫。本計畫參考國際監測手冊為基礎，建立標準化的蝶類監測方法，並進行方法穩健性的驗證。結果指出，原有方法能涵蓋多數物種，適合作為未來長期監測的基礎，但仍需新增高海拔樣點及人為開發區域，以擴大調查範圍並提升資料代表性。同時，建議透過公民科學的方式，強化社群參與，建立一個長期穩定的監測網絡。

紅皮書每隔數年會依據資料的更新再次進行評估，為了建立台灣蝶類長期持續的全台監測計畫，並補足資料限制，本計畫將延續上述成果，規劃以下重點方向：(1) 為提升監測的全面性，將重點新增高海拔樣點與人為開發區域樣點。紅皮書評估中發現，目前樣點佈設主要集中於中低海拔(約佔 89%)以及森林棲地(約佔 75%)。高海拔地區和人為開發區域(如都市與農田)的物種分布未被充分監測，而這些區域的物種可能正經歷顯著變化。新增這些樣點將改善調查覆蓋範圍，為紅皮書評估與生態保育提供更全面的資料支持；(2) 根據既有的樣點佈設，全面啟動第三輪重複調查，針對分布區域與族群動態進行系統性記錄，累積時間序列數據，為紅皮書評估提供更新與對比的基礎；(3) 為累積更完整的監測資料，我們將透過與非政府組織合作的方式，訓練對蝶類生態有興趣的民眾成為調查主力。此舉不僅能提升調查量能，並且透過長期穩定的社群參與，確保監測網絡能持續運作，為未來紅皮書評估提供高質量且全面的數據支持。

二、調查樣點規劃

過去用於紅皮書評估的蝴蝶群聚調查，基於特有生物研究保育中心(現為農業部生物多樣性研究所)於 1993 年至 2008 年間執行的全台蝶類普查。該普查採用了蝴蝶穿越線標準調查法(Pollard, 1993; 台灣昆蟲學會，2009)，在樣點設置約 1.5 公里的穿越線，由三位專業調查員透過掃網與目擊方式記錄蝶種與數量。調查集中於每年 3 月至 10 月，涵蓋低至高海拔的 216 個樣點，逐步建立了台灣蝶類群聚的基線資料。自 2013 年起智 2021 年，為獲得可比較的長期資料，我們與特有生物研究保育中心及台灣蝴蝶保育學會合作，從全台蝶類普查中選出 164 個樣點，採用相同的調查方法、時間與努力量，完成了第一次重複調查。

雖然樣點選擇基於地理位置、海拔及棲地類型的均勻分布原則，但受原始樣點設計的限制，現有樣點分布仍以低海拔和自然棲地為主。為更全面地涵蓋台灣蝶類群聚的多樣性，我們將台灣的海拔高度劃分為三個區段(低：1000m 以下；中：1000m~2000m；高：2000m 以上)，並將棲地類型分為森林、農地與建物三種類型(Chen, 2019)。基於此分類，我們計算了台灣整體背景值與現有樣點分布比例(表一)，並以此為基準規劃新增樣點，力求海拔與棲地分布比例盡可能接近台灣環境的整體分布，縮小現有樣點與台灣環境多樣性之間的差距。目前初步規劃新增中海拔樣點 9 個、高海拔樣點 6 個，以及農地類型樣點 16 個，並考量地理分布的均勻性與調查可行性。

另外，我們將開啟第二次重複調查，優先選擇第一次重複調查於 2017 年以前完成的樣點進行，以確保調查時間間隔足夠長，能顯示族群動態變化趨勢。調查方法、時間與努力量保持一致，並對物種進行存證標本採集，以確保資料的品質與一致性。

考量調查時程安排與人力，本年度將會以第二次重複調查為主，一共規劃完成 51 個樣點、80 旅次的蝴蝶群聚調查(圖一及附錄一)，海拔區段與棲地類型的樣點新增將在明年度進行更詳盡的規劃後執行。

表 一、海拔區段與棲地類型的台灣整體極限有樣點分佈比例。

	背景值比例	現有樣點數(比例)
高海拔	11.8%	9 (5.5%)
中海拔	20.1%	17 (10.4%)
低海拔	68.1%	138 (84.1%)
森林	58.6%	93 (67.4%)
農地	20.7%	20 (14.5%)
建物	20.7%	25 (18.1%)

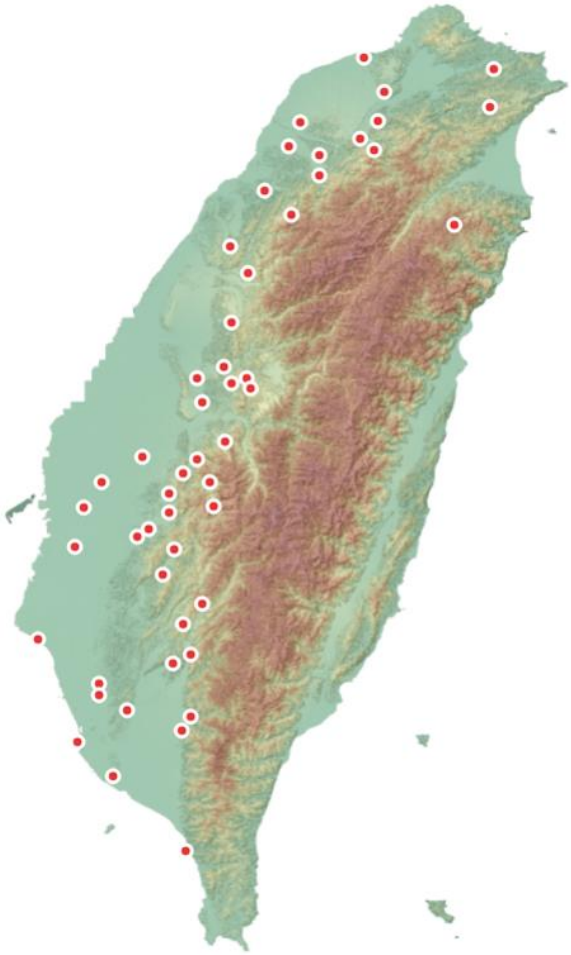

圖 一、本年度蝶類調查之 51 個樣點分布

三、期初專家會議

本次期初專家會議旨在就全台蝶類長期監測樣點的規劃標準進行討論，並根據紅皮書評估中的不足補充調查物種的相關需求。同時，會議希望透過專家意見，結合地理與生態特徵，優化樣點分布，使其更具代表性與可操作性。此外，會議也針對公民科學參與的未來模式提出建議，以確保蝶類長期監測的持續性與資料品質。會議於 113 年 4 月 18 日以 google meet 線上會議的形式舉辦，共有 11 人參加(圖二)

會議首先討論樣點選擇標準。專家們建議以全台網格化分布為基礎，結合林保署綠網軸帶、自然保留區及國有林地的範圍，進一步細化樣點佈設的空間均勻性。同時，考慮樣點的可行性與穩定性，例如山區地震影響通行的路段應避免劃設為樣點，並補充中央山脈南段如浸水營古道等具代表性的調查點。針對農地與人為開發區域，專家建議整合相關背景資料，例如壽山的植被信息或農糧署提供的農地作物分布，進一步盤點紅皮書評估中需特別調查的物種及地點。

此外，會議討論了公民科學的角色與參與模式。專家建議今年度參與者應以具有基礎蝶類辨識能力的群體為主，並透過工作坊提供訓練機會，提升參與者對監測的認識與技能。同時，建議將工作坊申請為學習時數課程，並邀請相關主管機關(如林保署)參與說明保育政策，增強參與者的使命感與責任感。

完整會議記錄見附錄二。

圖 二、期初專家會議簡報範例與線上會議記錄截圖。

四、蝴蝶調查結果

根據規劃的 51 個樣點 80 旅次調查，我們與台灣蝴蝶保育學會合作，在 4 月至 9 月間依循標準化調查方法，完成了所有調查，共記錄到蝶類 196 種，總數量達 14,684 隻次。本次第二次重複調查的主要目的是提供可比較的資料，協助分析蝶類族群的長期變化趨勢。若將本年度調查結果與過去全台蝶類普查及第一次重複調查中對應的樣點進行初步比較，可觀察到近 30 年間蝶類族群在個體數與物種數上皆呈現明顯增長趨勢(圖三)。然而，真正的長期變化趨勢與原因仍需依賴未來資料的持續累積與深入分析。

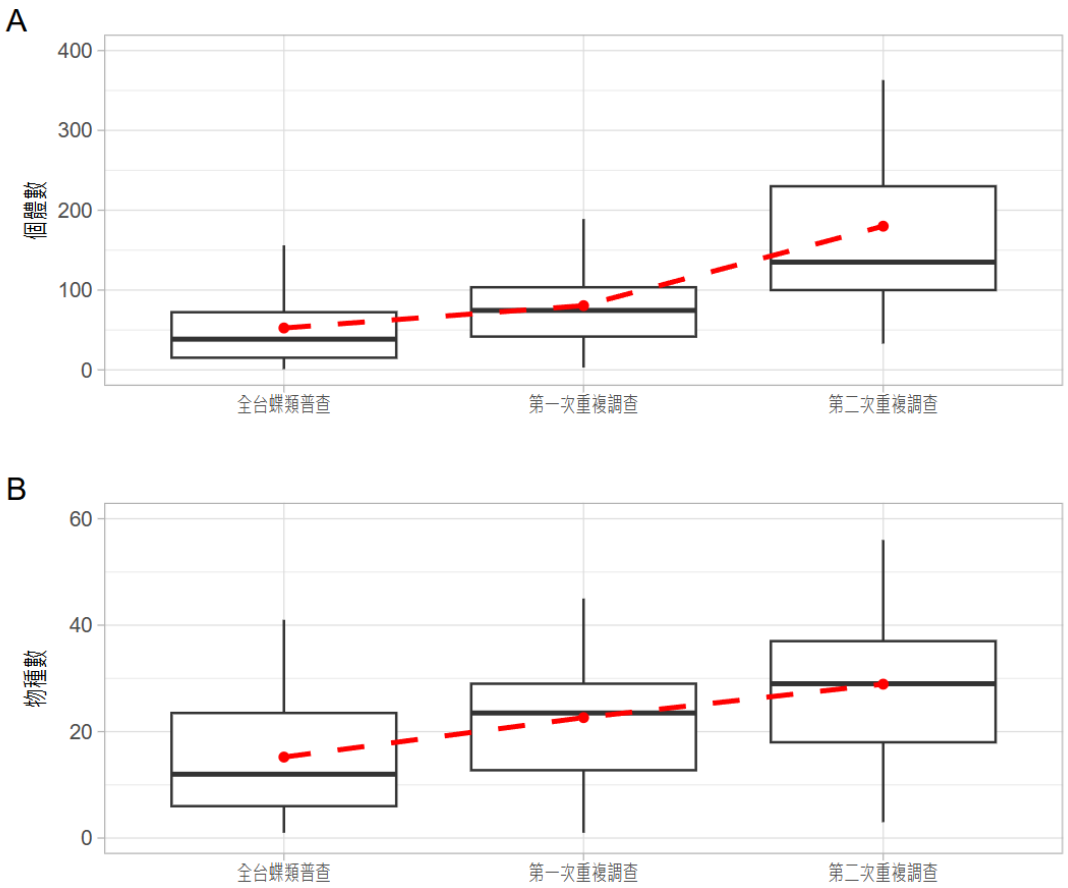

圖 三、全台蝶類普查(1993~2008 年)、第一次重複調查(2013~2021 年)、第二次重複調查(2024 年)的個體數(A)與物種數(B)比較。箱型圖顯示三個時間區段中對應調查樣點的個體數與物種數分布；紅色虛線折線圖表示三個時間區段的平均個體數與物種數變化趨勢。

圖四、蝴蝶調查影像紀錄。A.桃園大古山；B.宜蘭山毛櫸步道；C.苗栗鹿場；D.南投瑞龍瀑布。

五、蝴蝶監測網工作坊

工作坊的主要目的是透過公民科學的力量，推動長期且系統化的蝶類監測，並為建立繁殖季鳥類大調查(Taiwan Breeding Bird Survey, BBS Taiwan)的公民科學調查模式累積經驗與基礎，同時為未來紅皮書評估與生態保育決策提供更具代表性的數據支持。本年度工作坊的舉辦象徵著台灣長期蝶類監測的正式啟動，聚焦於已具有相當賞蝶經驗與興趣的社群，透過專業講師分享台灣公民科學發展過程與案例、傳授標準化調查方法與實作訓練，強化參與者對蝶類監測的認識與能力，並提供一個交流與合作的平台，鼓勵參與者共同討論監測規劃。

此外，工作坊期望將個別觀察資料(如iNaturalist及慕光之城)進一步拓展為系統化的監測數據，提升其科學價值與應用潛力，最終目標是透過串聯全台對蝶類生態有興趣的社群，培育一批具備基礎調查能力的公民科學家，為台灣蝶類的長期監測提供穩定支持，推動系統性監測網的建立，並持續累積資料以支援生物多樣性保育政策的制定。

本年度共舉辦兩場蝴蝶監測工作坊，分別於7月13日至14日及10月12日至13日完成。工作坊主要針對台灣蝴蝶保育學會會員、Facebook蝶類與生態相關社群的成員，以及大專院校生態相關社團的學生進行宣傳。第一場次以工作坊簡章進行宣傳(附件－113年蝶類公民科學監測工作坊報名簡章)，第二場次則建立了專屬報名網頁(https://sites.google.com/view/butterfly-tw-cs/)。此外，為進一步凝聚參與者並建立長期社群，我們成立了臉書社團「飛蝶電台—臺灣蝴蝶長期監測」，作為宣傳平台並初步構建蝶類長期監測的參與基礎。

第一次工作坊於南投惠蓀林場舉辦，共23人次參加。本次工作坊聚焦於介紹台灣蝶類監測的緣起與應用，透過專題演講、公民科學案例分享以及戶外實作，幫助參與者熟悉標準化的調查方法與實務操作(議程見附錄三)。

第二次工作坊於臺北市立動物園舉辦，共47人次參加。本次工作坊以除公民科學監測應用的專題演講外，還加入iNaturalist的介紹與實際應用，且讓參與者在戶外實作環節使用iNaturalist記錄並上傳蝶類調查結果，體驗如何利用公民科學平台進行數據管理與共享，進一步提升參與者對於數據科學化應用的理解與能力(議程見附錄三)。

圖 五、工作坊影像紀錄。A.第一次工作坊小組討論；B.第一次工作坊蝴蝶調查實作，蝶類辨認教學；C.第二次工作坊專題演講；D.第二次工作坊專題演講；E.第二次工作坊，蝴蝶調查實作，練習 iNaturalist 紀錄蝶種；F.第二次工作坊合照。

六、參考文獻

IUCN. (2012). *Guidelines for application of IUCN Red List criteria at regional and national levels: Version 4.0*. Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN.

Chen, Y. Y., Huang, W., Wang, W. H., & et al. (2019). Reconstructing Taiwan's land cover changes between 1904 and 2015 from historical maps and satellite images. *Scientific Reports*, 9(1), 3643. https://doi.org/10.1038/s41598-019-40063-1

Pollard, E. (1991). Monitoring butterfly numbers. In F. B. Goldsmith (Ed.), *Monitoring for conservation and ecology* (pp. 87–111). Dordrecht, Netherlands: Springer.

Sánchez-Bayo, F., & Wyckhuys, K. A. G. (2019). Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. *Biological Conservation*, 232, 8–27. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.01.020

台灣昆蟲學會（2009）。*蝴蝶監測標準作業手冊*。台北，台灣：行政院農業委員會林務局。

附錄一、本年度蝶類重複調查時程

樣點	緯度	經度	調查次數	調查月份
南投-鳳凰谷鳥園			2	6, 8
南投-龍鳳瀑布			2	4, 8
屏東-台 24 線 28-30K			2	5, 7
屏東-涼山瀑布			2	4 ,7
高雄-珍藍橋(荖濃)			1	5
高雄-扇平林道 a			2	5, 7
高雄-高中林道			2	5, 7
高雄-黃蝶翠谷			1	5
雲林-樟湖			2	4, 6
嘉義-中埔橋			2	6, 7
嘉義-半天岩			2	5, 6
嘉義-科尾			1	5, 6
嘉義-嘉義農場			2	6, 7
屏東-枋山溪(下)			1	5
嘉義-豐山			1	6
台中-茄冬寮			2	6, 8
南投-九九峰			2	5, 7
南投-中興新村			2	5, 7
南投-北山坑			2	7, 9
南投-白毫禪寺			2	5, 8
南投-瑞龍瀑布			2	5, 8
南投-蓮華池			2	5, 7
北北基-東坑			2	6, 9
北北基-暖東			2	4, 8
桃園-大古山			1	8
桃園-水井			1	4
桃園-灰窯坑			1	8
宜蘭縣山毛櫸步道			1	6
桃園-上奎輝			2	5, 9
桃園-烏塗窟			2	5, 7
雲林-將軍里			1	5
苗栗-大坪林			2	6, 7
苗栗-鹿場			1	4

苗栗-景山坪林	2	5, 6
苗栗-新雞隆	1	7
新竹-大山背	1	5
新竹-王爺坑	2	4, 8
新竹-柴疏山	1	6
新竹-湖口村	1	7
台南-四草	1	4
台南-鹿寮水庫	1	7
高雄-大岡山	1	6
高雄-阿公店	1	6
高雄-清水巖	1	6
高雄-統領坑	2	4, 7
高雄-壽山	2	5, 7
嘉義-十字路	1	5
嘉義-沙崙橋	2	4, 7
嘉義-角帶圍	2	4, 8
嘉義-崙尾	1	5
嘉義-蒜頭橋	2	5

附錄二、推動台灣蝶類監測與公民科學計畫　期初會議專家意見記錄

會議時間：113 年 4 月 18 日
會議地點：Google Meet 線上會議

規劃新增樣點

<u>顏聖紘 副教授</u>
樣點選擇上要考慮穩定性，日前地震之後有區多山區路段無法進入，這樣的地方劃設樣點也沒辦法調查。需要盤點自然保留區、林遊樂區等等保育主管機關所管理的範圍內有那些類似的調查並進行整合。這邊的樣點增設是依據海拔區段，台灣的森林有南降北降的狀況，蝴蝶的分布也可能會跟著植物分布在南北有不同的海拔分布，資料分析上該如何回應這種狀況？另外，目前的樣點選擇缺乏中央山脈南段，浸水營古道為熱門賞蝶路線，也容易抵達，應該要加入新增樣點。

<u>張榮華 理事長</u>
蝶會的調查會在考量人員安全的狀況下盡量執行。

<u>楊曼妙 教授</u>
浸水營古道應考慮加入樣點。當初紅皮書評估的結果和許多人想像中不同，其中這些調查是為了反映整體蝶類的變化，特殊物種未涵蓋在其中，這部分要說明清楚。

<u>趙榮台 研究員</u>
可參考英國的作法，以網格系統覆蓋後來決定調查樣點的畫設，使樣點能夠較均勻分布。

<u>顏聖紘 副教授</u>
調查結果得到物種與個體數後會如何分析？都市類型受景觀植物影響暫時排除，但農地也同樣會面臨種植作物種類的問題，重點是要如何解釋所得的結果。有些區域已有植物背景資料(例如：壽山)，或是由農糧署農作物調查資料了解農地的作物栽種種類，應該要盤點這些資訊與林保署綠網軸帶範圍、國有林地等區域，再加上樣點穩定性與調查人員熟悉度，來建立樣點選擇的標準。

回覆：接下來先會進行，考慮空間上在全台網格均勻分布來選擇樣點，再

去套疊林保署綠網軸帶、自然保留區、國有林地等圖層，來建立樣點選擇標準。另外，盤點紅皮書評估中需要特別進行調查的物種，那些可以在這次監測計畫中被補充，那些需要另外處理。

蝶類監測工作坊

顏聖紘 副教授

工作坊要解決甚麼樣的問題，如果是培養志工，那蝶會現在已經有志工培訓機制了，且訓練志工到具有調查能力需要多少時間，是否能在本計畫時程內完成？另外，參與者會希望知道這些調查資料在保育上的實際功能，應該邀請林保署等主管機關進行說明，讓志工對調查工作更有使命感。

趙榮台 研究員

重點應該放在蝶類監測，公民科學只是手段。

張榮華 理事長

蝶會的志工培訓對於採樣與辨識能力有一定要求，完成訓練到能夠獨立調查需要數年，本計畫對於蝶會來說是提供更大的平台進行教育推廣工作，會持續配合工作坊的辦理。

高雋 科長

林保署很樂意進行保育政策的說明。公民科學家的重要性是在廣泛的收集資料同時又具有足夠的專業，使資料具有一定的代表性。

顏聖紘 副教授

建議這個工作坊要申請為學習時數的開課單位，並發公文給偏鄉學校，使偏鄉學校能夠成為在地力量。

趙榮台 研究員

建議之後相關會議要找有公民科學經驗專家的參與。

回覆：台灣有蝶類辨識能力並且有在野外賞蝶拍蝶的人不少，只是目前這些能量太發散，這次計畫中工作坊舉辦的目的是向大眾宣告要開始建立台灣的長期蝶類監測，預期參與人員以有相關能力的為主，提供大家對話與交流機會，理想狀況是在未來能達成繁殖季鳥類大調查(Taiwan Breeding Bird Survey, BBS Taiwan)的模式。

會後書面意見

<u>顏聖紘 副教授</u>

我建議把所有低中高海拔樣點，包含已經做下去的，打算增加的做成一個線上表單，然後列出選這些地方的依據與理由, 再盤點與國土綠網計畫範圍、國家公園、國有林地(含保護留區與國家步道系統)、地方政府山坡保留地與步道、交通部觀光局風景區系統，以及是否具備基礎植被生態資訊。低海拔物份請找農糧署的資訊瞭解作物分布。這樣除了陳老師所說的空間的代表性之外，所挑選的樣點配合可行性(人員與安全程度)後才會是最理想的方案。

恆春半島缺乏雙流有些讓我訝異。因為雙流以南就是狹義恆春半島，而雙流算是水源穩定地區因此是中央山脈南端低海拔最合適的調查點。浸水營大漢山則是中央山脈最南的中海拔容易調查步道，也請考慮進去。

附錄三、工作坊議程

第一次工作坊

時間：113 年 7 月 13 日 至 113 年 7 月 14 日
地點：惠蓀林場

7 月 13 日 週六

時間	內容	講師
10:30~11:00	報到	
11:00~12:00	長期監測計畫緣起與應用	成功大學 生命科學系 陳一菁 副教授
12:10~13:30	午餐	
13:30~14:20	專題分享： 公民科學與開放資料	生物多樣性研究所 林旭宏 組長
14:30~15:20	專題分享： 蛾類公民科學	國立臺灣博物館 典藏組 吳士緯 博士
15:30~16:20	專題分享： BBS Taiwan 經驗分享	生物多樣性研究所 范孟雯 副研究員
16:30~18:00	工作坊： 台灣長期蝶類系統性監測網的建立	主持人 成功大學 生命科學系 陳一菁 副教授
18:00~19:30	晚餐	
19:30~20:30	蝴蝶辨識與調查要點	台灣蝴蝶保育學會

7 月 14 日 週日

時間	內容	講師
09:00~12:00	蝴蝶調查實作	台灣蝴蝶保育學會
12:00~13:00	午餐	
13:00~13:10	結語	
	賦歸	

第二次工作坊

時間：113 年 10 月 12 日 至 113 年 10 月 13 日

地點：臺北市立動物園

10 月 12 日

時間	主題	講者
0930-1005	報到	
1005-1020	台灣蝴蝶公民科學展望	成功大學生命科學系 陳一菁 副教授
1020-1100	主題演講 I 公民的力量: 保育政策的核心是人民	農業部林業及自然保育署 高雋 科長
1100-1110	換場休息	
1110-1150	主題演講 II 臺灣蝴蝶 120 年：在地文化與研究的過去、現在與未來	成功大學生命科學系 韋家軒 博士後研究員
1150-1300	午餐	
1300-1340	主題演講 III 公民科學與開放資料	農業部生物多樣性研究所 野生植物組 林旭宏 組長
1340-1350	換場休息	
1350-1430	主題演講 IV 臺灣《愛自然》平台的公民科學發展與應用	國立台灣大學 森林環境暨資源學系 林政道 副教授
1430-1510	綜合討論與茶敘	
1510-1550	蝴蝶辨識與調查要領	台灣蝴蝶保育學會 呂晟智 講師
1550-1600	換場休息	
1600-1620	主題演講 V 臺灣的保育類昆蟲及動物園保育行動	臺北市立動物園 吳怡欣 副研究員
1620-1640	閉幕	

10 月 13 日

0830-0900	報到	
0900-1200	蝶類辨識與調查實作	台灣蝴蝶保育學會 張榮華 理事長 林葆琛 講師 林為青 講師 黃淑慎 講師