

陽明山國家公園鳥類資源調查公民
科學計畫

Citizen science project for bird
survey in the Yangmingshan
National Park

成果報告書

陽明山國家公園管理處委託辦理報告

中華民國 112 年 12 月

(本報告內容及建議純係研究小組觀點，不應引申為本機關之意見)

陽明山國家公園鳥類資源調查公民
科學計畫

Citizen science project for bird
survey in the Yangmingshan
National Park

成果報告書

受委託單位：農業部生物多樣性研究所

研究主持人：林大利副研究員

協同主持人：范孟雯副研究員

研究期程：中華民國 111 年 1 月至 112 年 12 月

研究經費：新臺幣 149 萬 5,000 元

陽明山國家公園管理處委託辦理報告

中華民國 112 年 12 月

(本報告內容及建議純係研究小組觀點，不應引申為本機關之意見)

摘要

複合物種指標(multi-species indicator)是能有效反應目標物種及生物類群之生存現況及變化趨勢，藉此反映環境狀況和保育策略成效的重要工具。目前已經廣泛應用於全球、區域及國家等層級。同時，建立複合物種指標所需要的資料，系統性公民科學機制(systematic citizen science)為最有效率的資料蒐集方法。然而，針對特定保護區範圍進行長期監測，藉此瞭解保護區保育成效的複合物種指標卻相當缺乏，亦少有長期穩定蒐集資料的公民科學計畫。為此，本計畫目標於陽明山國家公園轄區內，透過系統性公民科學機制及臺灣繁殖鳥類大調查(Taiwan Breeding Bird Survey, BBS Taiwan)的運作模式，建立國家公園專屬的長期監測機制，並運用蒐集之資料建立單一鳥種趨勢及複合鳥種指標。同時與過往之鳥類調查紀錄比較，瞭解近年國家公園轄區內之鳥類多樣性變化趨勢。我們於國家公園範圍內之步道系統，選出 16 段路線，執行鳥類調查。每年於鳥類繁殖季及鳥類非繁殖季各進行 2 次調查，共 4 次。於每個調查點位執行 6 分鐘(繁殖季)及 8 分鐘(非繁殖季)的鳥類調查。

鳥類調查方面，分別於 111 年至 112 年間，每季完成 16 條路線 112 個調查點之鳥類調查；共記錄鳥類 81 種 6,963 隻次。鳥類數量分析方面，北區(北區為陽金公路以西、巴拉卡公路以北之地區)顯著較低($p < 0.05$)，西區(西區為陽金公路以西、巴拉卡公路以南之地區)與東區(東區為陽金公路以東地區)則無顯著差異($p = 0.741$)。草生地和森林之間無顯著差異($p = 0.126$)。第一季之鳥類數量顯著高於其他季別(all $p < 0.001$)。鳥種豐富度方面，北區顯著低於東區和西區($p < 0.05$)。草生地與森林無顯著差異($p = 0.655$)；第一季和第二季顯著高於第三季($p < 0.001$)和第四季($p < 0.01$)。

單一鳥種族群趨勢方面，共有 22 種鳥可建立族群趨勢。2010 年至 2023 年間僅有繡眼畫眉(*Alcippe morrisonia*)的族群顯著減少($P_{2.5} = -63.88$, $P_{50} = -39.48$, $P_{97.5} = -0.45$)，其餘 21 種鳥類(95.4%)的族群趨勢穩定，無顯著變化。包含 16 種森林鳥類之複合物種指標「陽明山國家公園森林鳥類指標」於 2010 年至 2023 年間無顯著變化($P_{2.5} = -12.29$, $P_{50} = -10.62$, $P_{97.5} = 36.04$)。親緣關係迴歸分析(phylogenetic comparative analysis)結果顯示，陽明山國家公園內鳥類中，偏好森林環境的鳥種，其族群量增加的幅度越高($P_{2.5} = 26.01$, $P_{50} = 77.53$, $P_{97.5} = 110.65$)。

相關鳥類調查資料依循全球生物多樣性機構(Global Biodiversity Information Facility, GBIF)的達爾文核心集檔案(Darwin Core Archive)格式，編撰開放資料及詮釋資料，目前共計 3,443 筆紀錄已上傳至 GBIF 之整合式資料發布工具(Integrated Publishing Toolkit, IPT，圖 17)，待 112 年第四季調查資料蒐集齊全後，再一併更新發布。

公民科學家培訓方面，共舉辦 4 場訓練班，包括 2 場初階訓練班、2 場精緻導師班。學員前後測測驗的分析結果顯示，成績有顯著提升($n = 27, p < 0.05$)，且多數鳥種在視覺及聽覺的鑑定正確性都有提升。2023 年在辦理完 2 年的訓練班之後後，參與的 59 位學員，在 2023 年有 45 位學員認養共 32 個樣區加入臺灣繁殖鳥類大調查(BBS Taiwan)，將訓練班所學實際運用在鳥類調查上。在認養樣區、執行調查的過程中，持續熟悉和精進調查的方式和鳥類辨識技巧，能夠為未來執行陽管處轄區內的樣區做準備。

本計畫順利完成鳥類調查、族群趨勢分析、建置陽明山國家公園內專屬之鳥類複合物種指標，並同時培訓人員做為未來以公民科學方式長期監測的主要調查員。我們建議各類保護區可以此機制作為長期生態監測的指標，能有效檢視保育成效。本研究結果顯示，透過系統性調查建立鳥監測系統，包括鳥類調查、族群趨勢分析、建置複合物種指標，並同時培訓人員，可長期監測保護區內鳥類多樣性的變化。未來由受訓志工執行調查，轉為系統性公民科學計畫，將可依此流程運作，作為長期監測機制。建置系統的過程中，也順利完成亞洲第一個保護區專屬的複合物種指標。整體而言，民眾參與鳥類調查公民科學計畫是一個重要的機制，可以為保護區的管理和監測提供有價值的資料。我們將繼續與民間合作，提供更多的訓練和支持，以建立更完善的鳥類監測計畫，並為未來的生態研究和保育工作做出貢獻。在認養樣區、執行調查的過程中，持續熟悉和精進調查的方式和鳥類辨識技巧，能夠增進未來的資料品質。

關鍵詞：鳥類、複合性生物多樣性指標、國家公園、保護區、臺灣

Abstract

A multi-species indicator (MSI) is an essential tool for evaluating the status and trends of target species and taxa, environmental health, and conservation effectiveness. It has been widely used at local, regional, and global scales. Citizen science mechanisms provide an effective means of collecting observations for building multi-species indicators. However, there is a lack of multi-species indicators that evaluate conservation efficiency through long-term monitoring in protected areas using citizen science projects. This project aims to establish a long-term monitoring mechanism based on the systematic citizen science protocol of the Taiwan Breeding Bird Survey in Yangmingshan National Park. It uses the survey data to identify population trajectories of individual bird species and multi-species indicators. We selected 16 survey transects containing at least six survey points from the park's trail system and conducted bird surveys twice in both the breeding and non-breeding seasons.

Between 2022 and 2023, we recorded 6,962 individual birds from 81 species at 112 survey points across the 16 transects in March, May, September, and November. The northern region had significantly lower bird abundance than the western and eastern regions ($p < 0.05$), with no significant difference between the western and eastern regions. There was no significant difference between grasslands and forests ($p = 0.108$). The first quarter had significantly higher bird abundance than the rest of the quarters (all $p < 0.001$). For bird species richness, the northern region had significantly lower richness than the western and eastern regions ($p < 0.05$). There was no significant difference between grasslands and forests ($p = 0.218$). The first and second quarters had significantly higher richness than the third and fourth quarters ($p < 0.001$; $p < 0.01$).

For the population trajectories of individual species, only that of Morrison's Fulvetta *Alcippe morrisonia* shows significant decline ($P_{2.5} = -63.88$, $P_{50} = -39.48$, $P_{97.5} = -0.45$), that of 17 species (77.3%) have non-significant changes. The multi-species indicator "Forest bird indicator of Yangmingshan National Park", which includes 15 forest birds, has no significant change ($P_{2.5} = -12.29$, $P_{50} = -10.62$, $P_{97.5} = 36.04$) during the same period. The results of the phylogenetic comparative analysis show that the

birds which prefer forest as habitat present higher degree of population growth ($P_{2.5} = 26.01$, $P_{50} = 77.53$, $P_{97.5} = 110.65$).

The bird observation dataset follows the format of the Darwin Core Archive of the Global Biodiversity Information Facility (GBIF) to edit open data and its metadata. We have uploaded 3,443 observations to the Integrated Publishing Toolkit of GBIF with the Darwin Core format. We are now conducting the bird survey of final quarter, so the observations will be uploaded after the surveys.

For the training workshops, we launched four bird survey workshops, including one for beginners and three for advance learners. We have launched 10 workshops in total so far. According to the results of before-after test for training, the score of participants was significantly raised, and most species could be identified correctly by sight or sound after training. After joining the workshops, 22 participants adopted 19 survey transects. It shows the effect of training, the participants could improve their bird survey and identification skills through the field work and being the professional surveyors of the National Park in the near future.

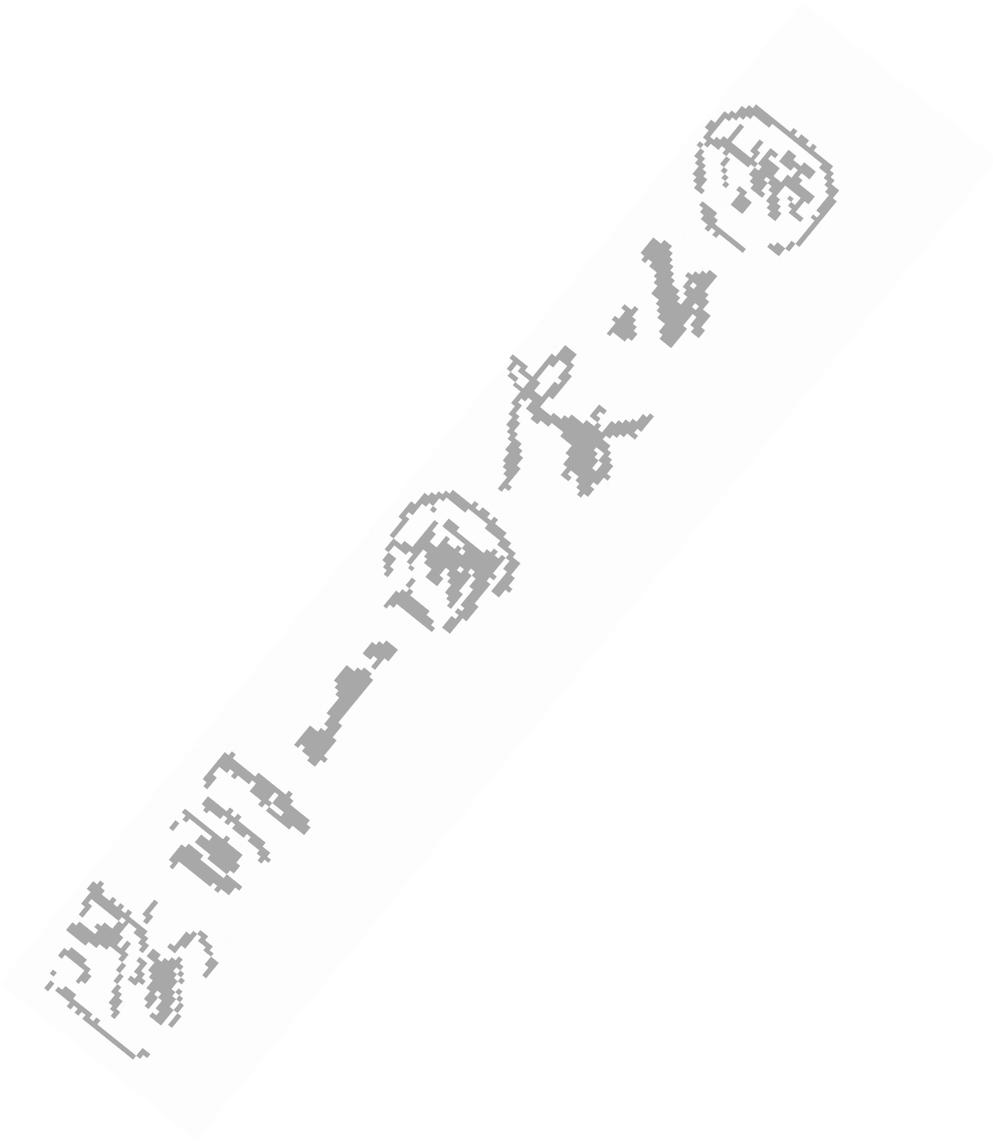
This project successfully completed bird surveys, population trend analyses, and the establishment of a bird MSI exclusive to Yangmingshan National Park. It also provided training for personnel who will serve as the primary surveyors for long-term monitoring through citizen science in the future. We recommend that various types of protected areas use this mechanism as an indicator for long-term ecological monitoring, which can effectively evaluate conservation efforts.

The results of this study demonstrate that by systematically establishing a bird monitoring system through citizen science, including bird surveys, population trend analyses, and the establishment of composite species indices, while simultaneously training personnel, we can monitor changes in bird diversity within protected areas in the long term. This system can reflect environmental changes and the effectiveness of conservation efforts. Throughout the process of building this system, we successfully established the first protected area MSI in Asia.

Overall, citizen participation in bird survey citizen science projects is an essential mechanism that provides valuable data for the management and monitoring of protected areas. We will continue to collaborate with the public, providing more training and support to develop a more comprehensive bird monitoring program,

contributing to future ecological research and conservation efforts. By adopting sampling areas and conducting surveys, continued familiarity with survey methods and bird identification techniques will enhance the quality of future data.

Key words: aves, composite indicators, national park, protected areas, Taiwan



目錄

摘要.....	3
Abstract.....	5
目錄.....	8
第一章、緒論.....	9
第二章、方法.....	14
一、鳥類調查及其多樣性分析比較.....	14
二、單一鳥種族群趨勢.....	20
三、複合鳥種指標變化趨勢.....	22
四、親緣關係迴歸分析(phylogenetic comparative analysis).....	23
五、民眾參與鳥類調查活動.....	26
六、資料開放.....	28
第三章、研究成果.....	29
一、鳥類調查及其多樣性分析比較.....	29
二、單一鳥種族群趨勢.....	34
三、複合物種指標建立.....	40
四、親緣關係迴歸分析.....	41
五、民眾參與鳥類調查活動.....	43
六、資料開放.....	51
第四章、結論與建議.....	52
一、結論.....	52
二、建議.....	54
參考文獻.....	58
評選會議委員意見及回覆.....	63
附錄.....	76
附錄 1、陽明山國家公園鳥類名錄.....	76
附錄 2、單一物種族群趨勢 R 語言程式碼.....	85
附錄 3、複合物種指標趨勢 R 語言程式碼.....	87
附錄 4、親緣關係迴歸分析 R 語言程式碼.....	91
附錄 5、鳥類名錄及數量.....	92
附錄 6、各鳥種(含物種以上階層)於各季別、區域、及棲地之數量。.....	95
附錄 7、鳥類資源調查初階訓練班簡章.....	97
附錄 8、鳥類資源調查進階班-精緻導師班簡章.....	99
附錄 9、本計畫鳥類調查樣點表.....	101
附錄 10、後續執行公民科學長期監測之簡易流程.....	105

第一章、緒論

生物多樣性流失是人類世的迫切挑戰(Pimm *et al.* 2014; Ceballos *et al.* 2015; 2020)，並且各項嚴重威脅的嚴重程度已經清楚排序(Maxwell *et al.* 2016)。在生物多樣性公約(Convention of Biological Diversity, CBD)締約方大會宣布愛知生物多樣性目標(Aichi Biodiversity Targets)的20項目標中，只有6項部分實現之後(Secretariat of the Convention on Biological Diversity 2020)，必須為全球生物多樣性綱要(Global Biodiversity Framework)制定更具體的目標和指標(Díaz *et al.* 2020)，確保能在2030年實現「自然正成長(Nature-Positive)」。因為，缺乏適當的參數和指標，是愛知生物多樣性目標失敗的主要原因之一(Tittensor *et al.* 2014)。這也顯示，一套明確的目標和指標是幫助締約方的主管機關妥善執行保育行動並阻止生物多樣性流失的必要關鍵(Gregory *et al.* 2005; Nicholson *et al.* 2021)。

2022年12月，聯合國生物多樣性公約(Convention on Biological Diversity)秘書處於加拿大蒙特婁召開第15屆締約方大會，確立了「全球生物多樣性綱要(Global Biodiversity Framework, GBF)」，其中最重要的短期目標是在2030年之前實現「自然正成長(Nature-Positive)」。各締約方為了瞭解國家生物多樣性現況與變化，必須針對各項目標設計許多生物多樣性指標(biodiversity indicators)，作為評估保育策略和規劃經營管理計畫的觀察工具。

其中一種常見的生物多樣性指標，是野生動物的數量變化，也就是「族群趨勢(population trends)」。野生動物的數量增加和減少，是環境品質現況、生存條件是否改善的重要依據。也就是說，野生動物數量的增減，告訴我們這種動物在野外活得好不好？生得多不多？最後反映在整體數量上。例如麻雀(*Passer montanus*)的數量增加，表示都市和農田環境中具備他們生存所需的資源，符合其生存條件。反之，鉛色水鶉(*Phoenicurus fuliginosus*)的數量減少，則暗示溪流環境的品質劣化，可能是河川水泥護岸或水域受汙染所致。然而，族群趨勢的分析，目的在於檢視野生動物數量的增加或減少，至於數量增減的原因為何，尚須進一步研究探討。

複合物種指標 (Multi-Species Indicator, MSI; or composite indicator) 將許多具有相似自然資源需求的物種組合成單一指標，藉由長期追蹤族群變化趨勢來反映環境品質(Buckland *et al.* 2005; Gregory *et al.* 2005)。MSI 已廣泛於全球(Pereira & Cooper 2006)、洲域 (Smith & Edwards 2020) 和國家 (Fraixedas *et al.* 2015) 層級，用以反映生物多樣性動態，檢視保育行動的有效性(Gregory *et al.* 2003; Collen *et al.* 2009)。例如「英國農地鳥類指標(British Farmland Bird Index)」或「歐洲常見森林鳥類指標(European Common Forest Bird Indicator)」，都是典型的複合物種指標。另外，紅皮書指數(Red Species Index, RLI, Butchart *et al.* 2004; 2007)已有許多國家用來反映其國家保育政策和行動的效果，且 RLI 已成為永續發展目標中(Sustainable Development Goals, SDGs)，目標 15 的主要指標(United Nations 2015)。

然而，複合物種指標的分布在時間、空間和生物類群上，都有明顯的偏差(Fraixedas *et al.* 2020)。Fraixedas *et al.* (2020) 回顧了全世界 254 項複合物種指標，除了 13 項世界級指標，其他有 211 項指標 (83%)分布在歐洲，接著是 18 項在大洋洲、11 項在美洲、以及 1 項在歐洲；而亞洲沒有任何複合物種指標。直到 2020 年，印度於其首次發表之國家鳥類報告中，發布其國家鳥類之複合物種指標(SoIB 2020)，成為亞洲第一項國家級複合物種指標。2023 年，臺灣則運用「臺灣繁殖鳥類大調查(Taiwan Breeding Bird Survey, BBS Taiwan; Ko *et al.* 2017)」的資料，分析 107 種繁殖鳥類於 2011 年至 2019 年間的族群變化趨勢，並建立森林鳥類指標(含 52 種鳥，無顯著變化)、農地鳥類指標(含 20 種鳥，無顯著變化)及外來鳥類指標(含 7 種鳥，顯著增加)共三項複合物種指標(Lin *et al.* 2023)，成為亞洲第二個建立國家級複合物種指標的國家。此外，許多複合物種指標都以鳥類為研究對象，遠遠多於其他生物類群，而且資料幾乎都是在繁殖季期間蒐集(Fraixedas *et al.* 2020)。這些現象都顯示，即使世界各地已經有許多複合物種指標的案例，這些偏差可能會造成我們對於全球生物多樣性保育成效判斷失誤的風險。

目前地球上的陸域保護區已經超過 20 萬個，總面積超過 2 千萬平方公里，將近佔地球表面的 15%。然而，全球大約有三分之一的保護區(約 600 萬平方公里)內部，正受到強度的人為開發(Watson *et al.* 2018)。這些開發行為，包括開闢

道路、採礦、工業化伐木、集約農業活動、發展鄉鎮甚至大城市，都對保護區內的野生動物造成劇烈的影響。舉例來說，肯亞的東察沃國家公園(Tsavo East National Park)和西察沃國家公園(Tsavo West National Park)被鐵路貫穿，且沿著鐵路正在規劃一條六線道的高速公路。蘇門答臘的南巴里桑山脈國家公園(Bukit Barisan Selatan National Park)，同時也是聯合國教科文組織認定的世界襲產(UNESCO World Heritage)，目前有超過 10 萬人非法居住，且開墾的咖啡園佔了國家公園面積的 15% (Jones *et al.* 2018)。許多國家的政府在締約方大會上聲稱自己的保護區做得很好，但其實根本禁不起事實的檢驗，保護區內部正遭受嚴重的威脅。這也是為什麼，這幾年全球保護區的數量和覆蓋面積都明顯增加，但是生物多樣性流失的速度卻絲毫沒有減緩(Jones *et al.* 2018)。

為瞭解大範圍的生物多樣性現況及變化趨勢，必須在廣空間尺度下長期監測指標的變化，蒐集大量的資料，並且有效的整合與運用。公民科學是指由科學家為民眾量身打造適合的長期監測方法，由參與民眾蒐集可供科學分析的數據資料，再由研究人員進一步分析探討(Mckinley *et al.* 2017; Bonney 2021)。就自然現象的觀察與監測而言，透過公民科學容易獲得大量廣時空尺度及同步性高的資料，亦能提昇參與者的科學知識與素養，兼具科學研究及推廣教育的價值(Mckinley *et al.* 2017; Bonney 2021)。以公民科學為機制所執行的計畫已經廣泛應用於生物多樣性監測。目前法國(Julliard *et al.* 2003)、英國(Noble & Stevens 2011)及荷蘭(Van Strien *et al.* 2013)，都有運用公民科學機制蒐集資料以建立複合物種指標，監測保育區動態的案例。以上這些案例都顯示出，複合物種指標可以提供有用的鳥類族群趨勢資訊，並且可以用來評估不同保護區之間的生物多樣性。此外，這些研究也提供了保育實務基礎，可以讓未來的研究者繼續探索如何更好地利用複合物種指標來評估鳥類族群趨勢。

公民科學是建置複合物種指標和許多其他生物多樣性指標的新興資料來源(Fritz *et al.* 2019; Fraisl *et al.* 2020)。近年來，許多主管機關、權益關係人和非政府組織推動了諸多公民科學計畫，透過許多參與者投入，累積了大量的生物時空分布資料(Theobald *et al.* 2015)。相較於國家主計機關(statistical institute)傳統的資料蒐集方式，公民科學不僅提供了涵蓋大面積和長時間的資料，還能夠執

行高頻度地重複調查。舉例來說，eBird (Sullivan *et al.* 2014) 已經在全球生物多樣性資訊機構 (Global Biodiversity Information Facility, GBIF; <https://www.gbif.org/dataset/4fa7b334-ce0d-4e88-aaae-2e0c138d049e>, accessed on 2022 August 9) 累積了 10 億 6 千萬筆的鳥類觀察紀錄，成為評估成效的重要工具 (Sullivan *et al.* 2017)。此外，Danielsen *et al.* (2014) 指出，公民科學資料能供應 12 項國際公約中的 186 項指標，包括 2020 生物多樣性公約的指標。這些都顯示以公民科學作為媒介的案例正在快速成長，而且改善了生物多樣性保育狀況，也幫助權益關係人實踐保育目標 (Mckinley *et al.* 2017; Bonney 2021)。

自願參與的業餘愛好者，或稱「公民科學家(citizen scientists)」，是執行公民科學的核心，也是蒐集資料的主要成員。因此，在規劃公民科學計畫，許多細節都需要為參與者量身打造。業餘愛好者參與公民科學的過程，也是一種自由選擇學習 (free choice learning)。隨著參與的經驗累積、從培訓課程學習相關知識與技術，參與者的偵測及辨識能力都會進步 (Kelling *et al.* 2015)。在理想的狀況下，由同一位參與者長期穩定的執行，是維繫資料品質的關鍵。因此，讓參與者願意長期參與，也成為公民科學規劃者的重要課題 (Uychiaoco *et al.* 2005; Edgar & Stuart-Smith 2009)。由於參與者並非受聘僱而來，而是基於自身的興趣，使其瞭解參與公民科學的重要性與貢獻、能與同好交流競爭、獲得研究者的肯定、回饋與感謝，都是維繫志工參與動機及意願的重要工作 (Rotman *et al.* 2012)。如果調查方法設計得太複雜困難，很容易降低參與者的參與意願 (Delaney *et al.* 2008)。然而，過於簡單的方法反而會降低資料品質，因此公民科學調查方法的規劃，必須在參與者參加意願的現實考量與科學方法之間做權衡，既能讓參與者願意執行，也能客觀的呈現生物多樣性的狀況 (Dickinson *et al.* 2010)。因此，透過舉辦訓練班，不僅能加強參與者的調查能力，也能讓調查資料契合科學分析需求，同時也能讓參與者學習相關科學知識。

為了解並追蹤自然保護區的保育成效，並且建立可長期執行的監測方法，本計畫於陽明山國家公園範圍內，以公民科學方式建立系統化的調查方法，並以此做為建立鳥類複合物種指標的基礎。同時，將過往陽明山國家公園調查之資料納入整合分析。目前於國家公園範圍內之步道系統，經分層逢機取樣取出

16 路線，於內部執行鳥類調查。鳥類調查方法依循臺灣繁殖鳥類大調查的方法，每年鳥類繁殖季和鳥類非繁殖季，分別執行 2 次鳥類調查。調查結果以平滑階層模型(smoothed hierarchical model)建立單一物種指標及複合物種指標，作為監測鳥類族群狀況的指標。本計畫的執行成果，除了反映國家公園的保育成效及環境品質，也可做為保護區內建立複合物種指標的示範案例，有機會成為亞洲第一項保護區專屬的複合物種指標。

本項計畫目標如下：

- 於陽明山國家公園範圍內建立適於長期監測鳥類的公民科學機制，包含樣區及樣線規劃、調查頻度與調查方法。
- 整合陽明山國家公園資源調查計畫之資料，建立陽明山國家公園常見鳥類之單一鳥種趨勢及複合鳥種指標，用以反應鳥類族群趨勢的生物多樣性指標。
- 將公民科學監測資料開放於全球生物多樣性資訊機構。
- 建立一般民眾參與陽明山國家公園鳥類長期監測模式，並辦理 4 場民眾參與鳥類資源調查活動。

第二章、方法

一、鳥類調查及其多樣性分析比較

本計畫地點為陽明山國家公園。我們整合「臺灣繁殖鳥類大調查」、「陽明山國家公園資源調查 II-陽金公路以東地區」及「陽明山國家公園資源調查 II-陽金公路以西地區」之鳥類調查路線及步道系統，經過植被類型及土地利用類型，經分層逢機取樣取出 16 段路線，於內部執行鳥類調查。

取樣條件包括：

- (1) 樣點必須位於步道或車道系統上；
- (2) 必須位於陽明山國家公園範圍內；
- (3) 排除軍事管制區及步道路況不佳之路線。

抽樣之路線及調查位置如圖 1a，植被及土地利用類型如圖 1b。

分層逢機取樣條件包括：

- (1) 調查路線屬於森林樣區及草生地樣區(包括農地及草生地)的面積比例相當；
- (2) 調查路線數與東區、北區及西區的面積比例相當。東區為陽金公路以東地區，北區為陽金公路以西、巴拉卡公路以北之地區，西區為陽金公路以西、巴拉卡公路以南之地區。

每一個 1 x 1 公里網格規劃一條長度約 1 公里的穿越線，每條穿越線設置至少 6 個記錄點位(表 1)。若選取之網格內有臺灣繁殖鳥類大調查或陽明山國家公園既有之鳥類調查路線，則優先採用。由於人耳聽到鳥音且能判別位置的極限大約為 100 公尺，因此點位與點位之間的直線距離至少 200 公尺(圖 2)。鳥類調查方法依循「臺灣繁殖鳥類大調查(Taiwan Breeding Bird Survey, BBS Taiwan; Ko *et al.* 2017; Ko 2020)」，這是由行政院農業委員會特有生物研究保育中心、國立臺灣大學生態與演化研究所以及社團法人中華民國野鳥學會於 2009 年共同推出的鳥類公民科學計畫，目標在於長期監測臺灣繁殖鳥類的族群動態趨勢。本計

畫於每年 3 月和 5 月(鳥類繁殖季)和 9 月及 11 月(鳥類非繁殖季)，以定點計數法(point count) 分別執行 1 次鳥類調查，共 4 次。調查時間必須在日出前 15 分鐘至日出後 3 小時之間，並且於天候良好，無強風下雨的狀況下進行。繁殖季期間，調查者須於調查點位觀察鳥類 6 分鐘，非繁殖季期間則調查 8 分鐘。調查時記錄所有聽到及看到的鳥類種類及數量，並估算鳥類個體與調查員之間的距離。每次調查之間必須間隔至少 4 星期。透過 eBird Taiwan 彙整之陽明山國家公園鳥類名錄如附錄 1 (<https://ppt.cc/fxFsGx>; accessed on 2021 Oct 26)。

為瞭解調查期間之鳥類多樣性，本計畫於每階段期中報告時，皆將既有之調查資料整理並分析，比較不同區域(東區、北區及西區)、棲地環境(森林及草地；中華民國內政部國土測繪中心，2015)、以及季別(第一季[3 月，如 111 年 3 月標示為 111.3])、第二季[5 月(標示為 111.5)]、第三季[9 月(標示為 111.9)]、第四季[11 月(標示為 111.11)]之間，鳥種豐富度(bird species richness)和鳥類數量(abundance)之差異。分析方法採用廣義線性模型(generalized linear mixed model, GLMM)搭配卜瓦松分布(Poisson distribution)，區域別、棲地環境和季別為獨立變數(explanatory variables)，鳥種豐富度及鳥類數量分別為應變數(response variable)，調查穿越線名稱和年度別為隨機變數(random factor)。分析工具採用 R 語言 4.0.2 版(R core team 2020)套件 glmmTMB (Brooks et al. 2022)進行分析。

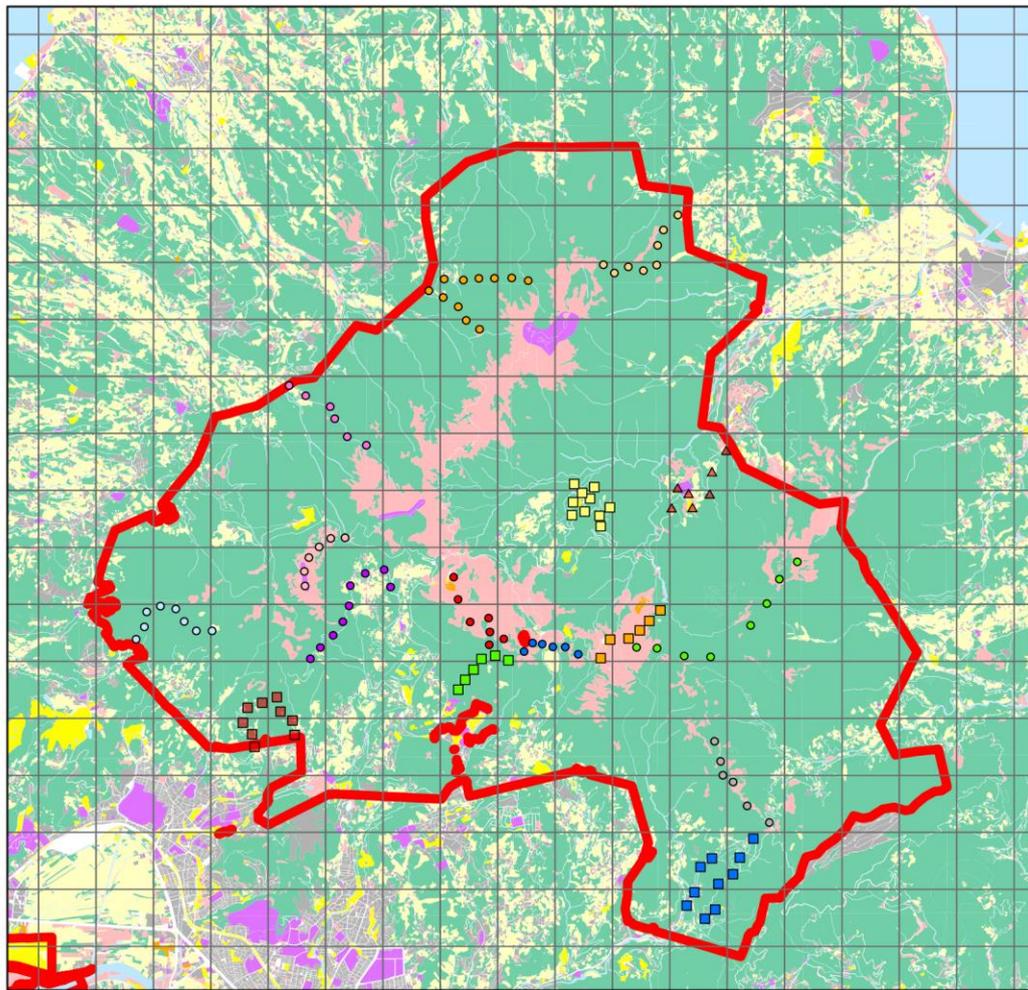


圖 1a、陽明山國家公園鳥類調查點位分布圖。另包含國家公園範圍、土地利用型態、以及 1 平方公里網格。

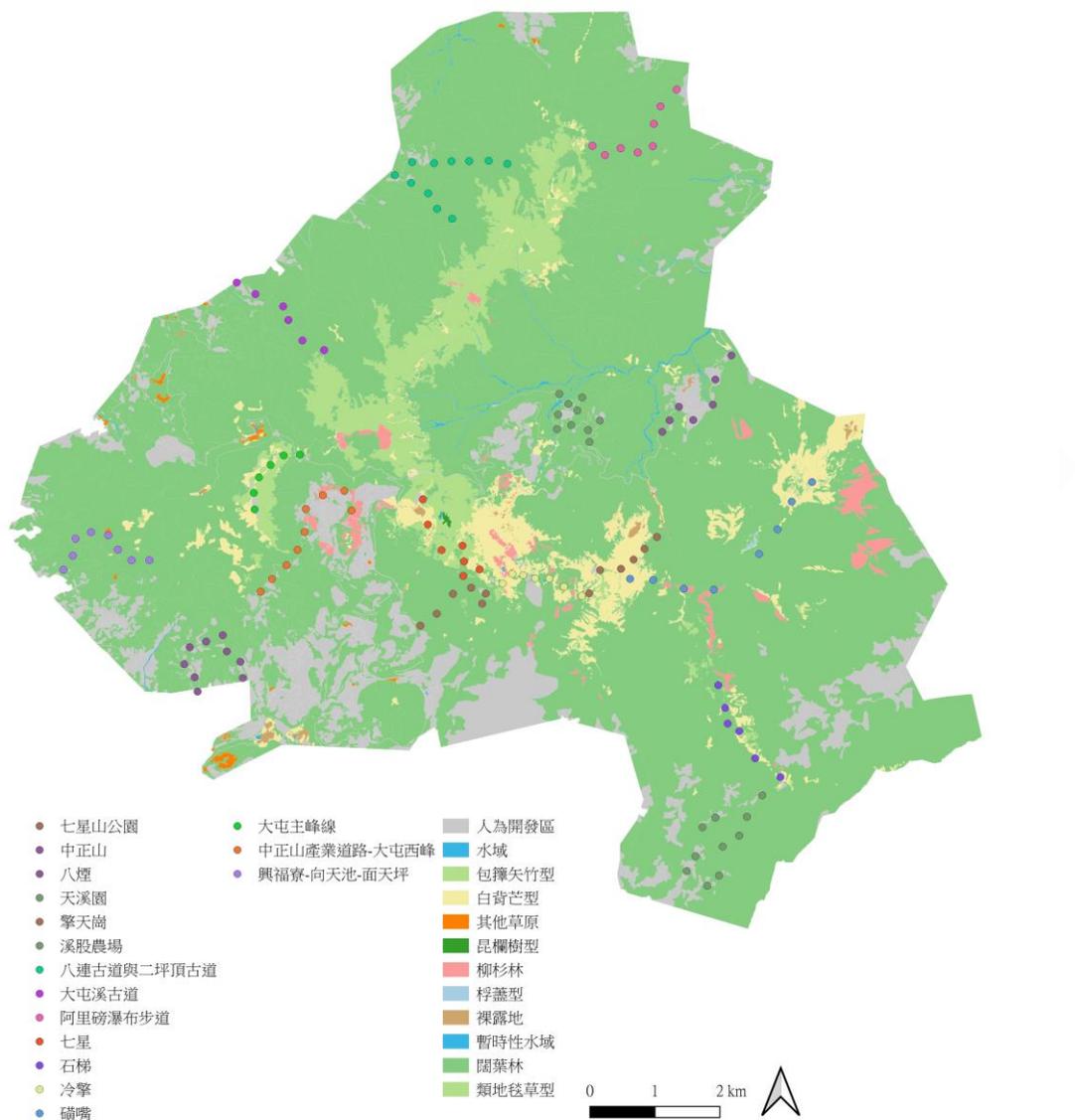


圖 2b、陽明山國家公園鳥類調查點位分布圖、植被類型及土地利用型態。

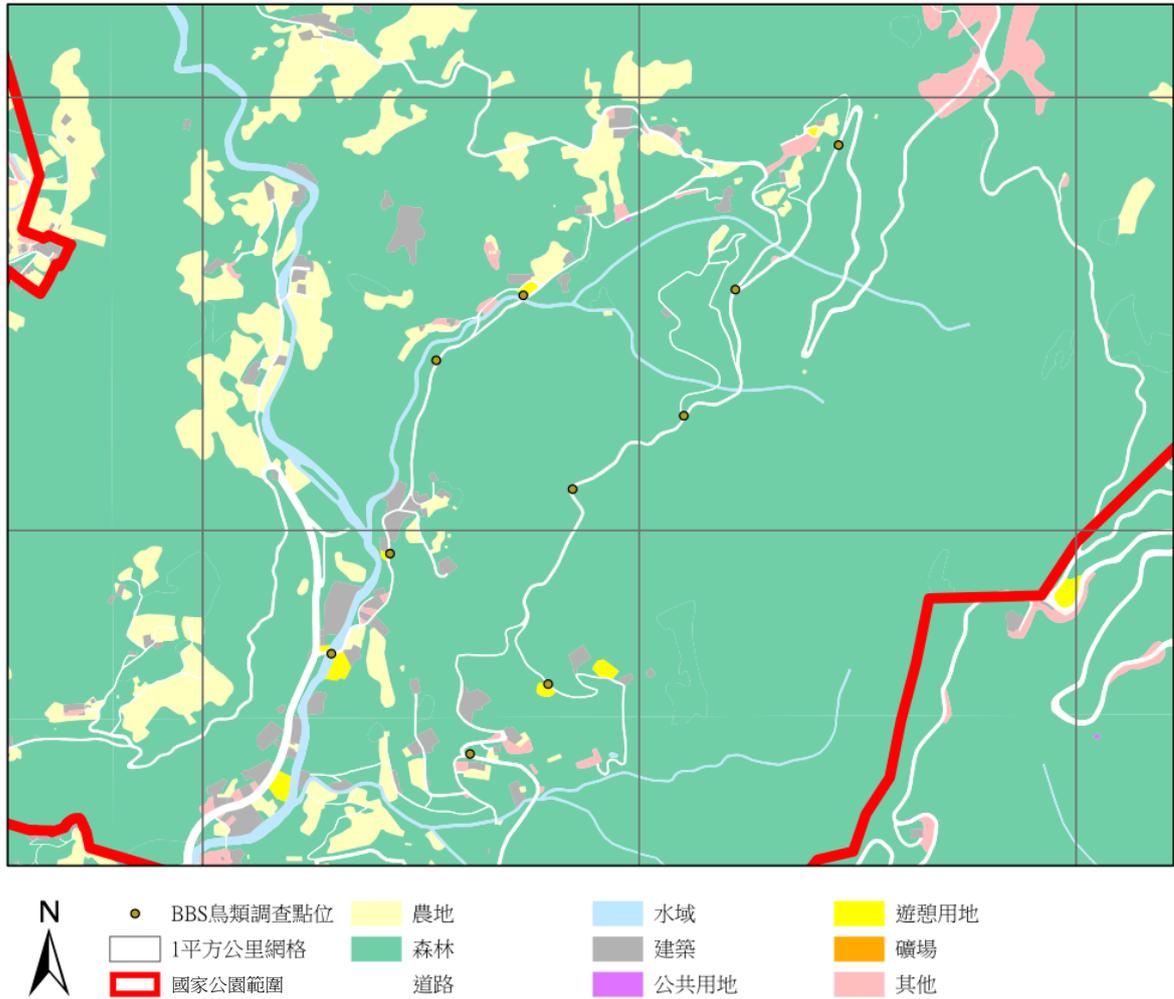


圖 3、鳥類調查點位範例。每一條路線長約 1 公里(沿白色道路規劃)，每條穿越線內含 6- 10 個調查點位(黃綠色點)。調查點位之間的直線距離必須超過 200 公尺，以避免重複調查鳥類個體。

表 1、鳥類調查路線及調查點位數。

區域	路線名稱	調查點位數	小計	總計
東區：陽 金公路以 東	七星	7	49	122
	七星山公園 A04-05	6		
	天溪園 A04-06	10		
	石梯	6		
	冷擎	7		
	擎天崗 A01-11	6		
	磺嘴	7		
北區：陽 金公路以 西、巴拉 卡公路以 北	八連古道與二坪頂古道	10	41	122
	八煙	7		
	大屯溪古道	6		
	阿里磅瀑布步道	8		
	溪股農場 A01-02	10		
西區：陽 金公路以 西、巴拉 卡公路以 南	大屯主峰線	6	32	122
	中正山 A04-17	9		
	中正山產業道路-大屯西峰	9		
	興福寮-向天池-面天坪	8		

二、單一鳥種族群趨勢

計算每一條穿越線各鳥種的平均個體數，以此數值建立各鳥種的時空矩陣 (site-year matrix)。為避免調查樣點及調查時間本身的變異影響，各鳥種的族群變化趨勢以 R 語言套件「rjags (Plummer *et al.* 2019)」及套件「MCMCvis (Youngflesh 2018)」以平滑階層模型進行分析，分析過程運用馬可夫鍊蒙地卡羅 (Markov Chain Monte Carlo method, MCMC) 及貝氏階層模型 (Bayesian hierarchical model, Plummer *et al.* 2019) 進行運算，適用於大尺度的長期監測分析，同時也減少極端值對分析造成的影響 (Amano *et al.* 2012; Fraixedas *et al.* 2020)。本計畫以第一次調查為起始時間，指標值設定為 100。MCMC 運算以三條起始值不同的運算鍊進行 20,000 次的分析。R-hat 值 (Gelman *et al.* 2003) 用來確認收斂狀況 (Spiegelhalter *et al.* 2003)。趨勢結果呈現中位數、2.5 百分位及 97.5 百分位。如果 2.5 百分位及 97.5 百分位之間不包含起始值標準化後值為 0 者視為族群有顯著變化，包含則視為族群無顯著變化。如果 2.5 百分位、50 百分位 (中位數) 及 97.5 百分位皆為正值，則視為族群顯著增加；如果 2.5 百分位、50 百分位 (中位數) 及 97.5 百分位皆為負值，則視為族群顯著減少。範例圖如圖 3，R 語言程式碼如附錄 2。

平滑階層模型是目前用來估算族群趨勢最理想的方法 (Amano *et al.* 2012)，唯樣區必須以分層逢機取樣或逢機取樣來決定，相較之下皆優於卜瓦松分布的廣義線性模型 (generalised linear mixed model with Poisson distribution; ter Braak *et al.* 1994) 和廣義加成模型 (generalised additive mixed model, GAMM; Fewster *et al.* 2000; Amano *et al.* 2012)。廣義線性混合模型已廣泛用於估算各生物類群的族群趨勢 (Lin *et al.* 2023)，但是這樣的分析方式容易受到不同調查旅次本身狀況的影響，導致族群趨勢的信賴度降低 (Fewster *et al.* 2000)，平滑階層模型則能克服這個問題 (Amano *et al.* 2012)。

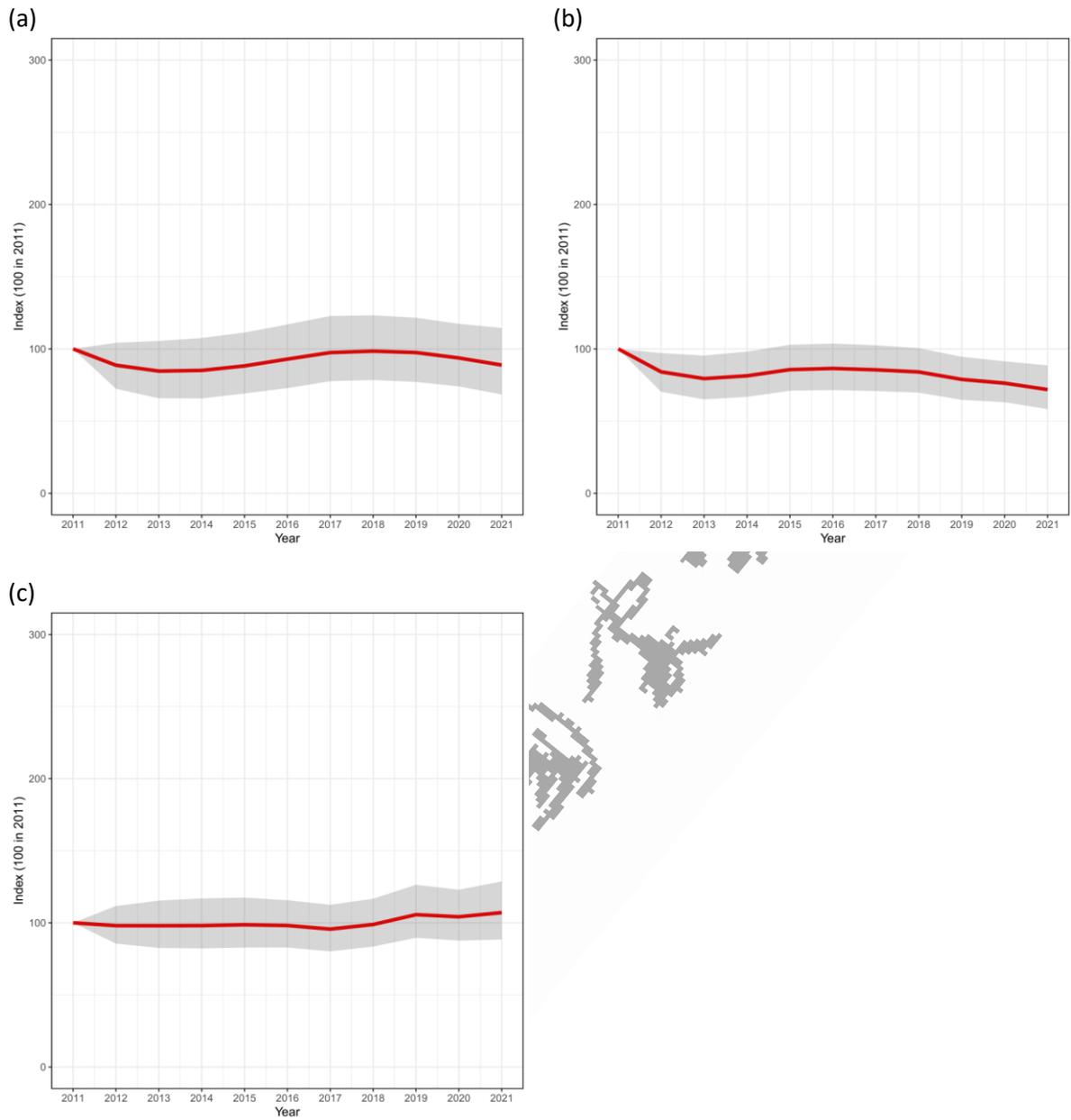


圖 4、單一鳥種趨勢分析範例圖：臺灣本島之大冠鷲(a, *Spilornis cheela*，顯著增加)、繡眼畫眉(b, *Alcipe morrisonia*，顯著減少)、珠頸斑鳩(c, *Streptopelia tranquebarica*，穩定無顯著變化)於 2011 年至 2021 年間之族群變化趨勢(取自 Lin et al. 未發表資料)。紅色粗線為中位數(P₅₀)，灰色信賴區間上界為 97.5 百分位(P_{97.5})、下界為 2.5 百分位(P_{2.5})。

三、複合鳥種指標變化趨勢

複合物種指標是檢視生物長期監測的重要指標(Buckland *et al.* 2005; Loh *et al.* 2005)。選定鳥種的族群變化趨勢，以幾何平均方式結合，藉此建立複合物種指標(Buckland *et al.* 2005)。複合物種指標的項目包括(1)森林繁殖鳥類指標、(2)草地繁殖鳥類指標、及(3)外來鳥類指標。族群變動值從 7,500 個 MCMC 孤寂值中重複隨機取 10,000 次，用來估算複合物種指標的信賴區間。同樣以第一次調查為起始時間，指標值設定為 100。趨勢結果呈現中位數、2.5 百分位及 97.5 百分位。如果 2.5 百分位及 97.5 百分位之間不包含起始值標準化後值為 0 者視為顯著，包含則視為不顯著。如果 2.5 百分位、50 百分位(中位數)及 97.5 百分位皆為正值，則視為族群顯著增加；如果 2.5 百分位、50 百分位(中位數)及 97.5 百分位皆為負值，則視為族群顯著減少。範例圖如圖 4；R 語言程式碼如附錄 3。

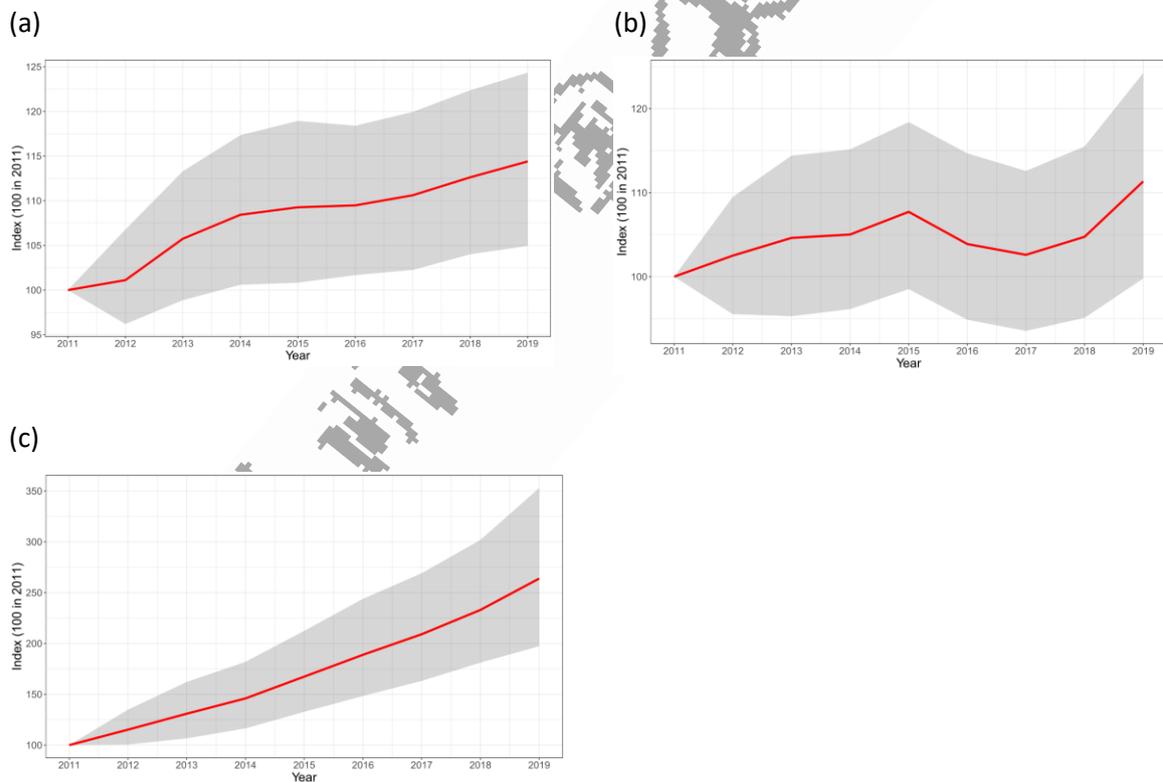


圖 5、複合鳥種指標變化趨勢範例圖：臺灣本島之 (a) 森林鳥類指標(含 52 種鳥類)、(b) 農地鳥類指標(含 20 種鳥類)、及 (c) 外來鳥種指標(含 7 種鳥類)等三項複合鳥種指標於 2011 年至 2019 年間之族群變化趨勢(取自 Lin *et al.* 2023)。紅色粗線為中位數(P_{50})，灰色信賴區間上界為 97.5 百分位($P_{97.5}$)、下界為 2.5 百分位($P_{2.5}$)。

四、親緣關係迴歸分析(phylogenetic comparative analysis)

在進行包含許多物種的群聚分析時，由於親緣關係的相近程度會影響迴歸分析的結果。因此，在探討各物種族群增減的因素時，必須將親緣關係納入分析中，並執行廣義最小平方迴歸模型(phylogenetic generalized least squares regression models; Hillis 1997; Martins & Hansen 1997)以確定族群趨勢與各獨立變數之間的關係。

本研究的獨立變數以鳥類各項生活史特徵(characteristics of life history)為主，包含特有性、原生性、受威脅程度、森林偏好度、平均體重(mean body mass)、海拔分布範圍和平均每次繁殖子代數(mean clutch size)。針對每個物種，特有性和原生種資訊依據「2023 臺灣鳥類名錄(丁宗蘇等，2023)」。鳥種受威脅程度則依據「2016 臺灣鳥類紅皮書名錄(林瑞興等，2016)」的評估結果。鳥類的棲地偏好則依據 Lin *et al.* (2022) 的分析結果。平均體重、海拔分布範圍和每次繁殖子代數則依據 Tsai *et al.* (2020)。各獨立變數的定義及資訊來源如表 2。海拔是影響臺灣鳥類分布的最重要因素之一 (Ding *et al.* 2005)，不同海拔分布範圍的物種繁殖可能受到不同威脅的影響(Wang 2019)。分布在海拔較高地區的物種可能更容易受到氣候變化的影響(Wang 2019)，偏好不同土地利用類型的物種可能面臨土地利用變化的影響(Tu *et al.* 2020)。此外，生活史特徵也是決定物種生存和滅絕風險的關鍵因素，是評估物種保育和保育成效的重要資訊(Chichorro *et al.* 2019)。為了避免多重共線性(multi-collinearity) 的影響，我們採用 R 套件「car (Fox & Weisberg 2021)」來計算變異數膨脹因子(Variance Inflation Factors, VIF) 評估獨立數值變數之間的多重共線性影響。VIF 值若小於 5 表示共線性的影響較低；若大於 5 則表示共線性的影響較高，必須再調整變數。

為了處理系統親緣樹的不確定性，我們從 BirdTree 網站(Jetz *et al.* 2012; <https://birdtree.org>)以 Ericson backbone (Ericson *et al.* 2006) 為主要分類依據，下載 100 支系統親緣樹。分析採用 R 語言套件「caper (Orme *et al.* 2018)」執行。採用調查期間之鳥類族群變化的中位數作為非獨立變數。為了結合 100 支系統親緣樹的分析結果，將計算平均值與 2.5 百分位及 97.5 百分位的信賴區間。針

對每個獨立變數，我們依據 100 支系統親緣樹的估計平均值和標準誤差建立了 100 個族群變化率的估計值。最後，每個獨立變數將獲得了 10,000 個族群變化率之估計值(100 個估計值 x 100 支親緣樹)，並計算 2.5 百分位、50 百分位(中位數)和 97.5 百分位，以確認每個獨立變數的顯著性。如果 2.5 百分位及 97.5 百分位之間不包含 0 視為顯著，包含 0 則視為不顯著。範例圖如圖 5 及圖 6，R 語言程式碼如附錄 4。

表 2、廣義最小平方迴歸模型中，各獨立變數的定義及資訊來源。

變數名稱	定義	資料型式	單位	文獻依據
特有性	特有種或特有亞種 = 1；其他 = 0。	1, 0	無	Ding <i>et al.</i> 2020
原生性	原生種 = 1；外來種 = 0。	1, 0	無	Ding <i>et al.</i> 2020
受威脅程度	嚴重瀕危(critically endangered, CR) = 5；瀕危 (endangered, EN) = 4；易危(vulnerable, VU) = 3；近危(near threatened, NT) = 2；暫無威脅(least concern, LC) = 1。	1-5	無	Lin <i>et al.</i> 2016
森林偏好度	偏好森林 = 1；偏好農地或開闢地 = -1；偏好其他棲地 = 0。	1, 0, -1	無	Lin <i>et al.</i> 2022
體重(body mass)	平均體重	數值資料	g	Tsai <i>et al.</i> 2020
海拔分布範圍	海拔分布範圍，為海拔分布上限減海拔分布下限之差值。	數值資料	m	Tsai <i>et al.</i> 2020
每次繁殖子代數(clutch size)	平均每次繁殖子代數	數值資料	無	Tsai <i>et al.</i> 2020

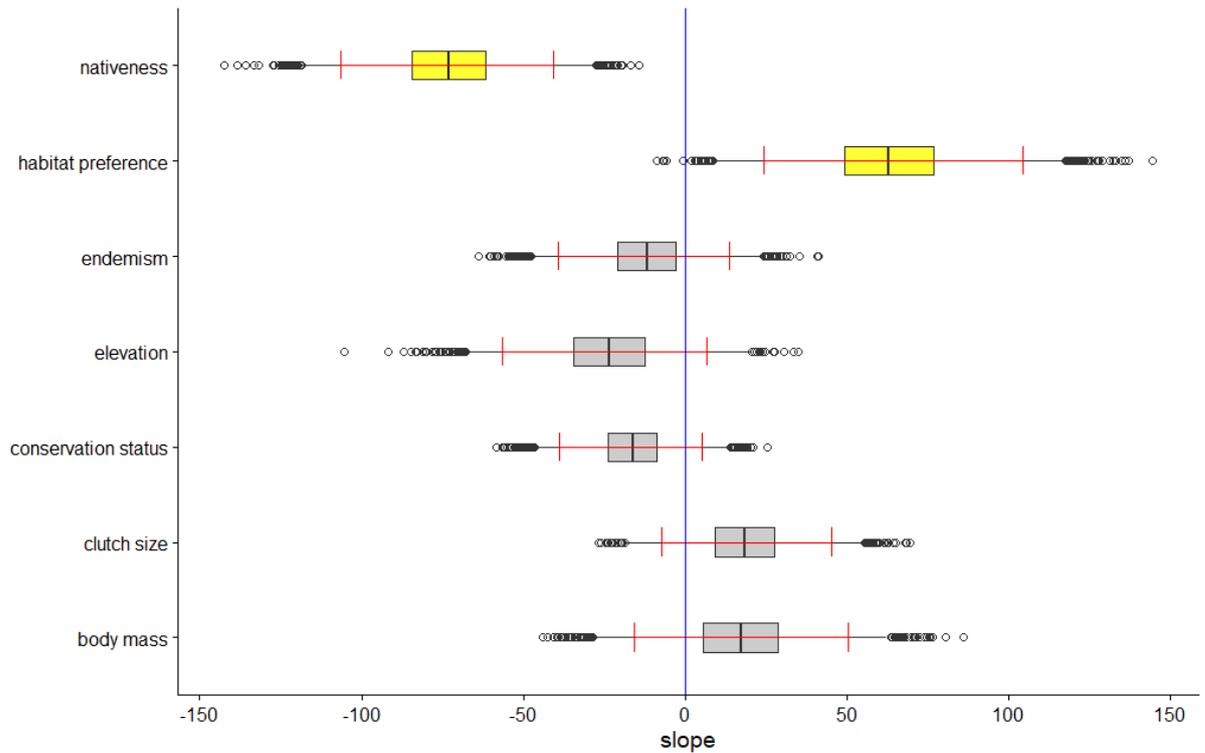


圖 6、廣義最小平方迴歸模型結果之示範圖，此結果顯示森林偏好度和原生性為影響鳥類族群變化的重要因子(取自 Lin *et al.* 2023)。

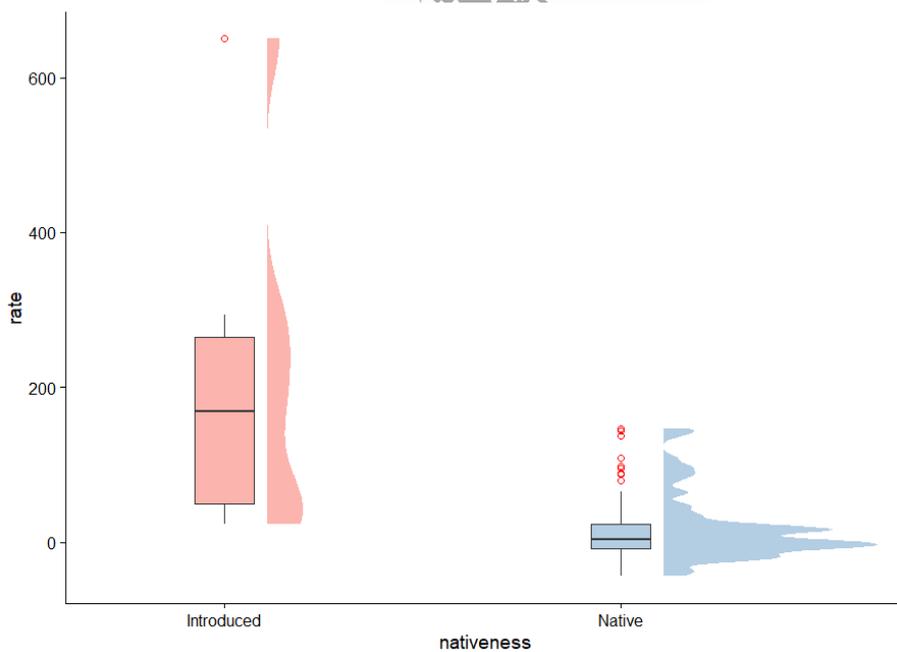


圖 7、廣義最小平方迴歸模型結果之示範圖，此結果顯示原生性中，原生種及外來種之間族群變化的差異(取自 Lin *et al.* 2023)。

五、民眾參與鳥類調查活動

民眾參與公民科學往往需要規劃訓練班，使民眾可以瞭解調查工作的目的及後續的應用，並且能從中學習相關科學方法與知識。臺灣繁殖鳥類大調查的訓練班課程，分為初階班及進階班。初階班主要目標在於使參與者瞭解計畫目的與執行細節，並能於野外以正確的方法執行鳥類調查，能有效察覺多數常見的鳥種。進階班主要目標在於使參與者能於野外以正確的方法執行鳥類調查，能有效察覺多數鳥種，並且能帶領新手執行鳥類調查，說明初階班的相關知識。為了讓參與公民科學的民眾瞭解調查工作的目的及後續之應用、運用標準化的方法正確地蒐集資料以及從中學習相關科學方法與知識，往往需要規劃訓練班。由於此訓練班具有明確的鳥類調查目標導向，為了讓有限的資源獲得最大效益，在訓練班的規劃上，設計了以下幾項流程。此外亦追蹤參與學員後續的鳥類調查參與狀況，說明如下。

一、學員篩選機制

(一)、初階訓練班：在初階訓練班課程的報名階段，除了請報名的志工填寫參與動機之外，更參考陽明山國家公園管理處轄區內常見鳥種清單(如附錄 1)，設計了線上測驗題目(包括鳥類外形辨識 10 題、鳥音辨識 10 題以及各含括 5 種鳥音的綜合鳥音測驗 2 題)讓報名的志工填答，並依此測驗分數作為錄取之參考。希望初步篩選出有鳥類辨識能力或潛力的學員，以符合此訓練課程辦理之目的。

(二)、進階訓練班：為了鼓勵參與初階培訓的學員認養臺灣繁殖鳥類大調查樣區，在參與和執行的調查過程中，持續熟悉調查方法和精進鳥類辨識能力。因此在進階訓練班，僅錄取有認養樣區的初階班學員。並將此規則在初階訓練班時宣布，以激勵學員認養的意願。

二、訓練課程規劃

(一)、初階訓練班：主要目的是讓參與的學員瞭解調查的目的和成果的應用、學習正確的執行標準化的調查方式以及鳥類辨識技巧與輔助資源，讓學員在上完課程之後，引起其參與調查的動機和能夠正確的收集到分析所需的資料。課程

內容包括：此調查計畫的目的和成果應用，增進志工參與的動機；調查方法介紹和實習，讓學員能夠學習此標準化的調查方法，並透過室內和戶外實習的課程，讓學員實際演練調查方法並能夠正確的執行調查步驟；運用鳥類辨識工具介紹和鳥音辨識課程，教授學員鳥類辨識的技巧以及可運用的紙本圖鑑、數位影音圖鑑和鳥類辨識 APP 等工具。

(二)、進階訓練班：為了讓學員熟悉調查的步驟和情境，以建立其可執行調查的自信心，採用精緻小班制(每次至多 8 人)由資深鳥類調查員為導師，帶領學員至調查樣區現場實際演練調查流程、指導現場聆聽到的鳥音和辨識要點與研討調查時的注意事項。在觀察學員調查的過程中，研討調查時的注意事項並給予修正建議，希望能加強學員熟悉標準化的鳥類調查方法與鳥類鳴唱聲音，增進學員鳥類調查能力與自信心並提升資料正確性。圖 7 為 2016 年台南場之初階班室內課程及戶外實作訓練班執行狀況之示範圖。

我們在受訓期間，同時針對學員進行前後測測驗，比對培訓前後的成績差異。在 112 年 2 月的初階班，設計了調查方法、鳥類外形辨識、鳥音辨識各 10 題以及 2 題各包含 5 種鳥音的綜合題，所組成的測驗題目，對受訓學員進行前、後測。前後測結果分析方法採用廣義線性模型搭配常態分布(normal distribution)，前後測、年齡、性別為獨立變數，測驗總成績為應變數，志工姓名代碼為隨機變數。分析工具採用 R 語言 4.0.2 版(R core team 2020)套件 glmmTMB (Brooks et al. 2022)進行分析。



圖 8、室內課程及戶外實作訓練班執行狀況。

六、資料開放

調查執行完畢後，相關資料上傳國家公園生多資料庫 (<https://npgis.cpami.gov.tw/newpublic/>)，並依循 GBIF 的達爾文核心集檔案 (Darwin Core Archive) 格式，將資料透過 GBIF 於臺灣的節點「臺灣生物多樣性資訊機構 (Taiwan Biodiversity Information Facility, TaiBIF)」的平台開放，並以中英文雙語描述相關關聯資料 (metadata)。資料開放後於 GBIF 的範例網頁如圖 8。

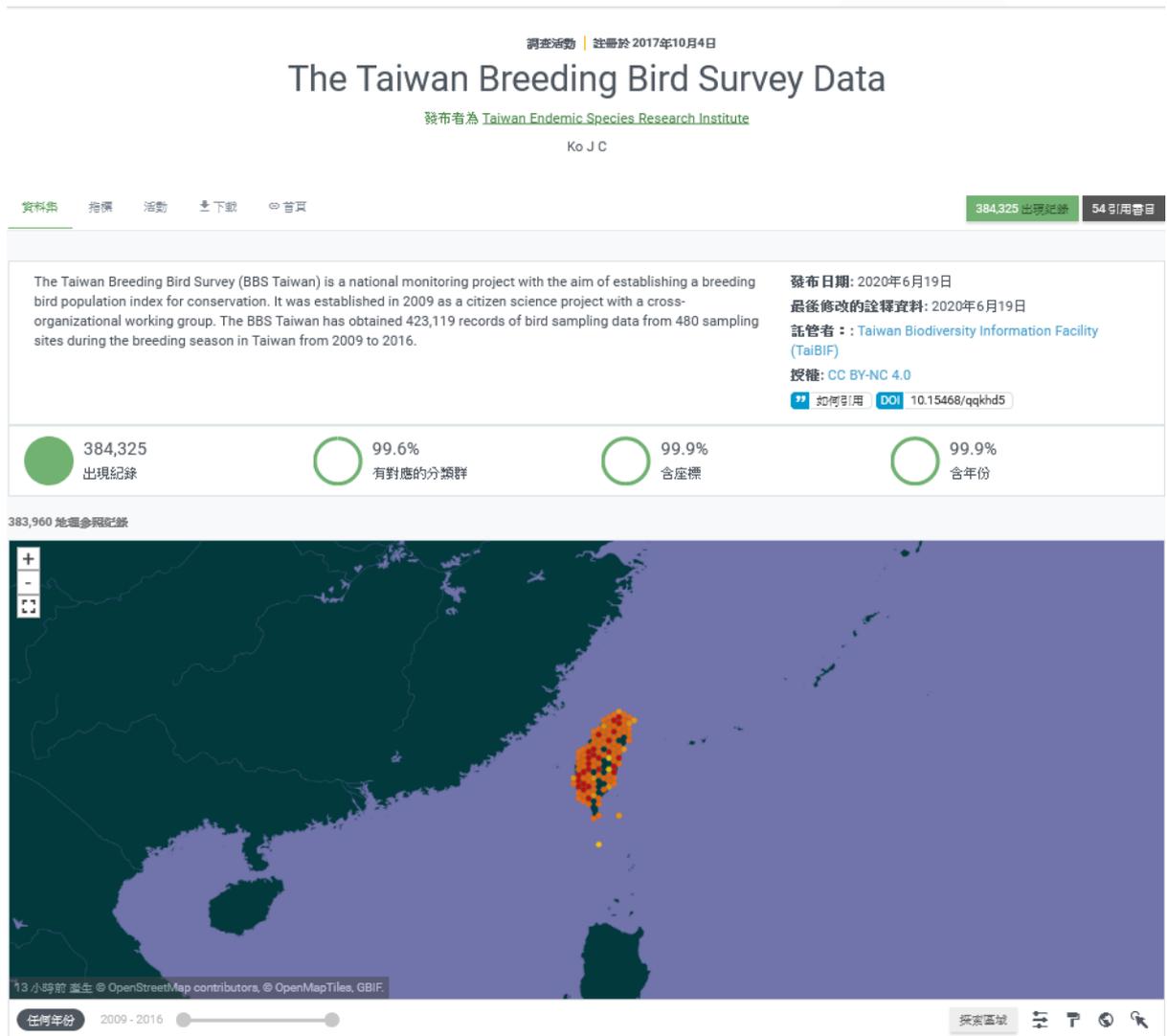


圖 9、範例圖，為臺灣繁殖鳥類大調查於全球生物多樣性資訊機構開放之網頁。

第三章、研究成果

一、鳥類調查及其多樣性分析比較

本計畫自 111 年 1 月 1 日至 112 年 9 月 30 日，針對 16 條鳥類調查穿越線，完成 7 次調查，共計 112 次；共記錄 81 種鳥，6,963 隻次的鳥類個體，另有 64 筆紀錄無法辨識至物種層級而排除，約佔所有資料之 0.9%。調查成果之鳥類名錄列於附錄 5，各鳥種(含物種以上階層)於各季別、區域、及棲地之數量列於附錄 6。

鳥類數量分析方面(Akaike information criterion, AIC = 5421.7)，三區域之間存在顯著差異：北區的鳥類數量顯著較低($z = -2.466$; $p < 0.05$ ，圖 9a)，西區與東區之間則無顯著差異($z = 0.331$; $p = 0.741$ ，圖 9a)。棲地類型之間則無顯著差異：草生地環境之鳥類數量和森林環境之間無顯著差異($z = 1.530$; $p = 0.126$ ，圖 9b)。四季之間則具顯著差異：第一季之鳥類數量顯著高於第二季($z = -3.190$; $p < 0.01$ ，圖 9c)、第三季($z = -5.933$; $p < 0.001$ ，圖 9c)和第四季($z = -4.353$; $p < 0.001$ ，圖 9c)。

鳥種豐富度分析方面(AIC = 2988.8)，三區域之間存在顯著差異：北區的鳥種豐富度顯著較低($z = -2.107$; $p < 0.05$ ，圖 10a)，西區與東區的鳥種豐富度之間則無顯著差異($z = 0.446$; $p = 0.655$ ，圖 10a)。棲地類型之間，草生地環境與森林環境之鳥種豐富度無顯著差異($z = 1.212$; $p = 0.226$ ，圖 11b)。四季之間的鳥種豐富度具顯著差異：第一季和第二季之鳥種豐富度顯著高於第三季($z = -4.884$; $p < 0.001$ ，圖 10c)和第四季($z = -2.918$; $p < 0.01$ ，圖 10c)之鳥種豐富度。第一季和第二季之鳥種豐富度則無顯著差異($z = -0.116$; $p = 0.907$ ，圖 10c)。

陽明山北區的鳥種豐富度及鳥類數量皆顯著較低，包括八連古道與二坪頂古道、八煙、大屯溪古道、阿里磅瀑布步道、及溪股農場 A01-02。相較於東區和西區，北區未記錄灰頭鷓鴣(*Prinia flaviventris*)、粉紅鸚嘴(*Sinosuthora webbiana*)、洋燕(*Hirundo tahitica*)、紅鳩(*Streptopelia tranquebarica*)和小白鷺(*Egretta garzetta*)等鳥種，可能與其環境內農耕地較少有關。第一季的鳥種豐富

度和鳥類數量皆顯著高於第三季和第四季，可能是因為第一季尚有諸多冬候鳥及過境鳥，而第三季及第四季調查時大多數候鳥尚未從北方抵達臺灣度冬，因此多樣性較低。

值得注意的是，彙整陽明山國家公園的鳥類資料，發現有幾項特色：

- (1) 園區內的外來種鳥類數量非常少，即便是大台北地區的常見外來鳥種亦是如此，例如野鴿(*Columba livia*)、白尾八哥(*Acridotheres javanicus*)和家八哥(*Acridotheres tristis*)。陽明山國家公園的經營管理可能有助於防範外來種鳥類擴張至園區內。
- (2) 園區內偏好農地的鳥類不多，例如紅鳩、大卷尾(*Dicrurus macrocercus*)、中白鷺(*Ardea intermedia*)、麻雀(*Passer montanus*)、斑文鳥(*Lonchura punctulata*)等。可能上述鳥種尚須棲息於人類活動及擾動較高的農業環境。
- (3) 園區內的天然芒草草生地仍是許多草生地鳥類的重要棲地，例如灰頭鷓鴣和粉紅鸚嘴，尤其粉紅鸚嘴在北部平地並不常見。此外，時常與灰頭鷓鴣共域棲息的褐頭鷓鴣(*Prinia inornata*)，在園區內沒有任何紀錄，也是值得注意的現象。
- (4) 園區是許多稀有候鳥的過境棲地和度冬棲地，例如日本歌鴿(*Larvivora akahige*)、短尾鶯(*Urosphena squameiceps*)、朱連雀(*Bombycilla japonica*)和黃連雀(*Bombycilla garrulus*)等。

表 3、2022 年至 2023 年各區域及路線調查之鳥種豐富度(鳥種數)。

區域	路線	2022 年	2023 年	總鳥種數
東區	七星	21	15	21
	七星山公園	17	18	17
	台北市天溪園	31	30	31
	石梯	25	15	25
	冷擎	22	13	22
	擎天崗 A01-11	24	15	24
	磺嘴	30	19	30
北區	八連古道與二坪頂古道	27	14	27
	八煙	24	15	24
	大屯溪古道	17	16	17
	阿里磅瀑布步道	23	14	23
	溪股農場	29	22	29
西區	大屯主峰	23	16	23
	中正山 A04-17	23	19	23
	中正山產業道路	20	22	23
	興福寮_向天池_面天坪	25	26	28
總計	77	43	81	

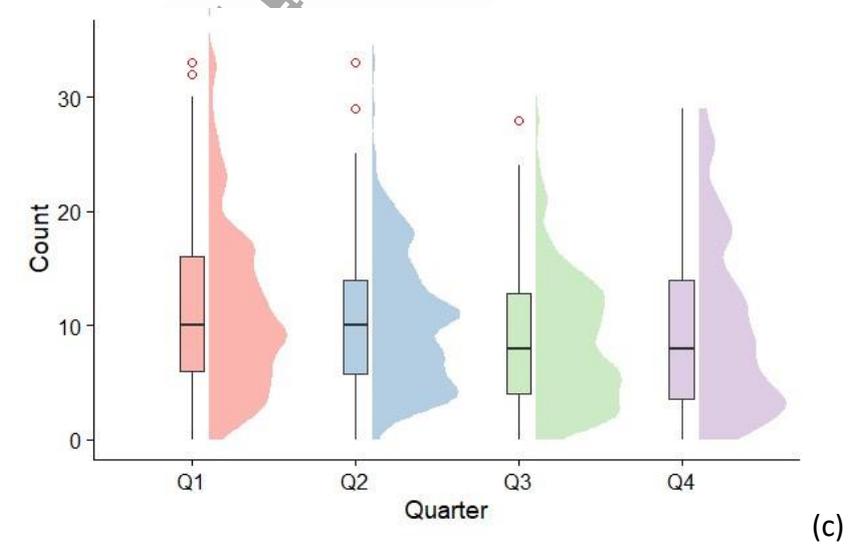
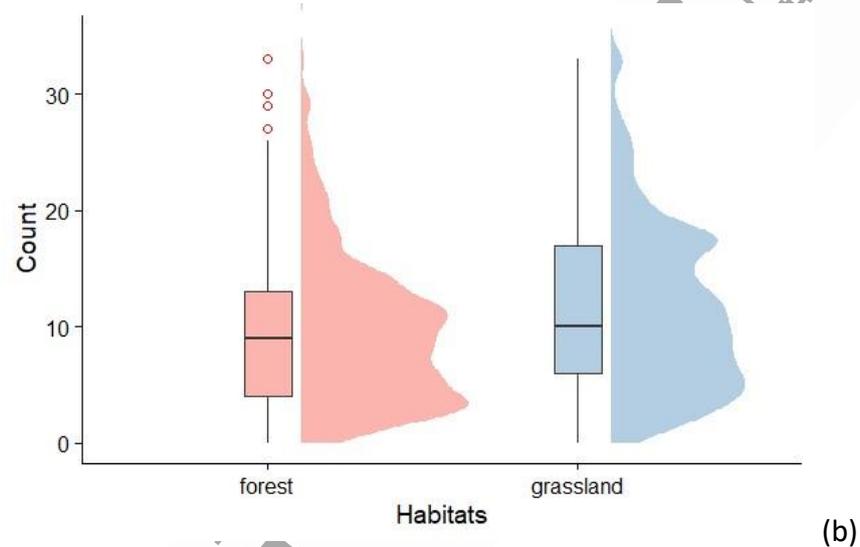
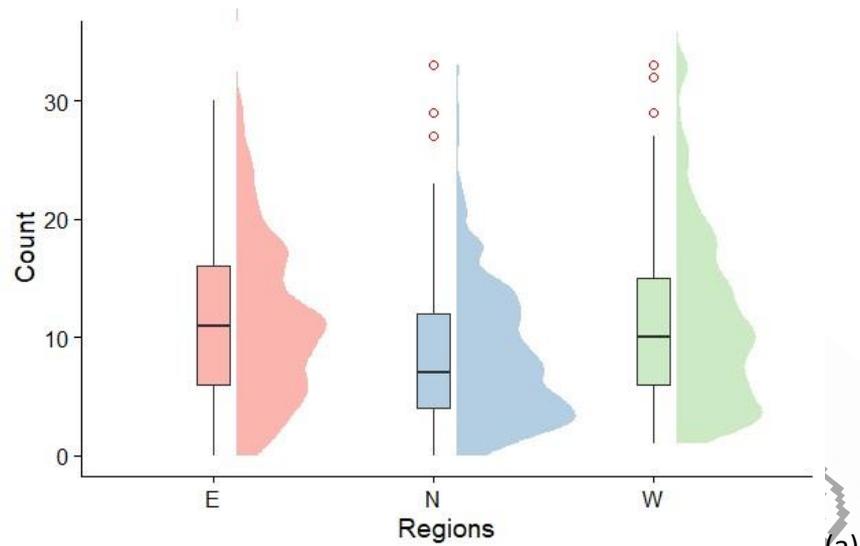


圖 9、鳥類數量(count)於區域(region, a; E: 東區, W: 西區, N: 北區)、棲地環境 (habitat, b)及季別(quarter, c; Q1-Q4 分別代表第一季至第四季)之分析比較。

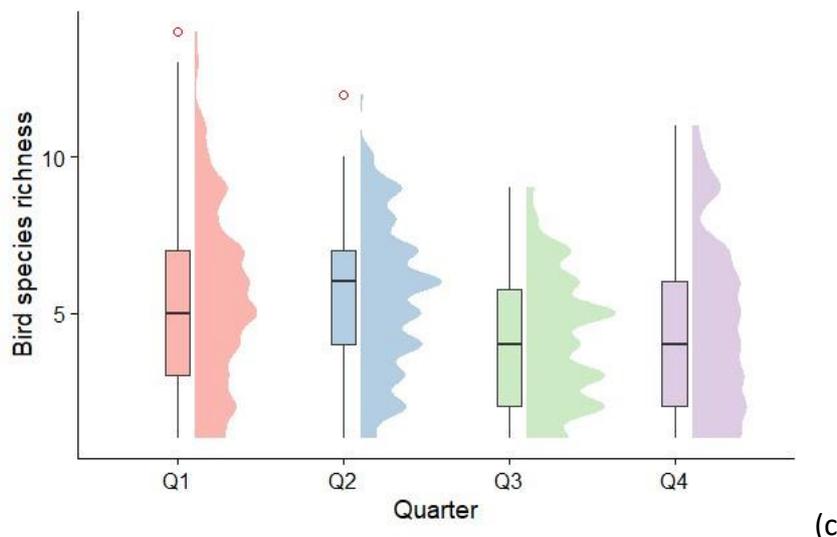
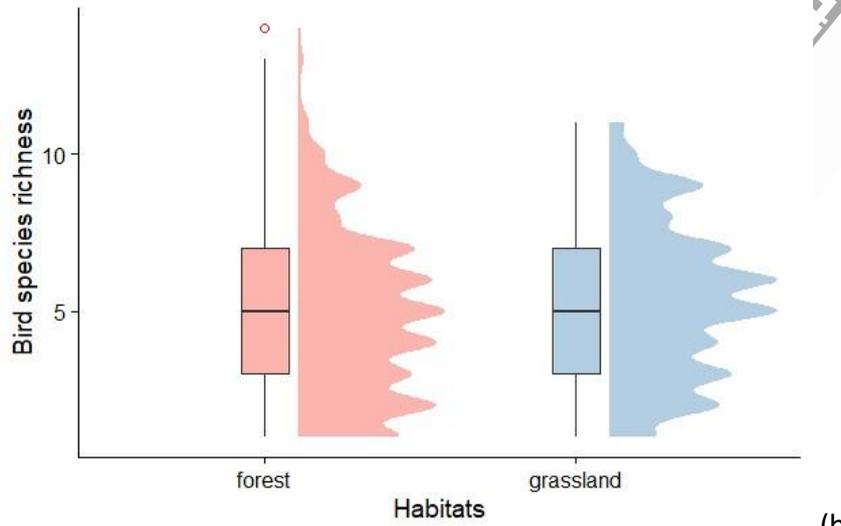
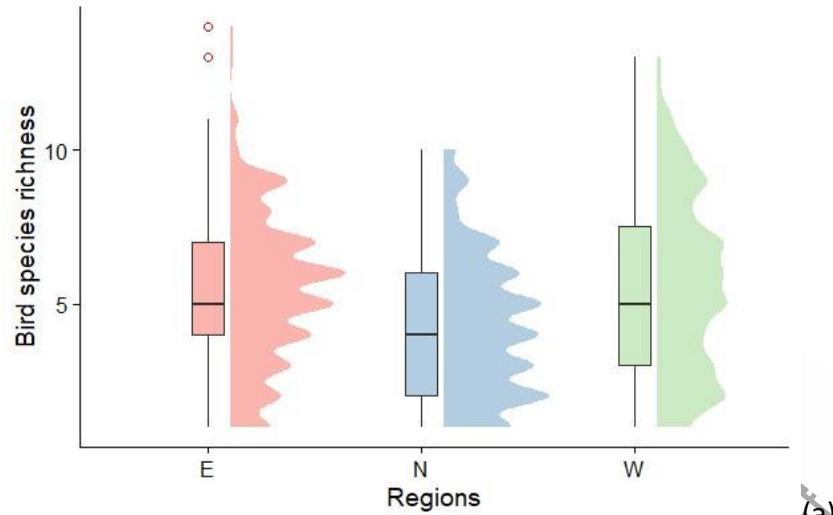


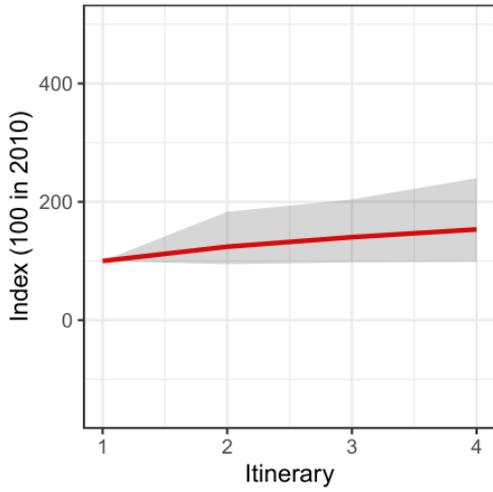
圖 10、鳥種豐富度(bird species richness)於區域(region, a; E: 東區, W: 西區, N: 北區)、棲地環境(habitat, b)及季別(quarter, c Q1-Q4 分別代表第一季至第四季)之分析比較。

二、單一鳥種族群趨勢

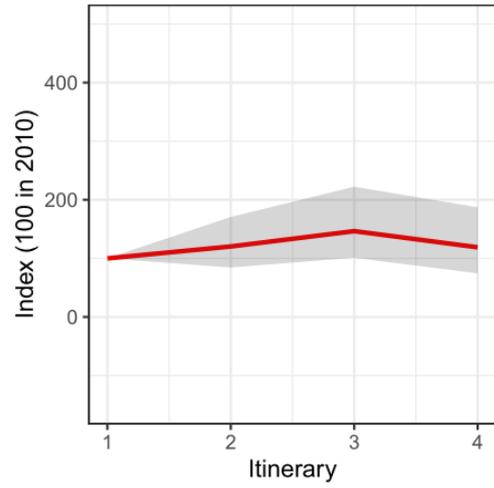
經整合第一次十年大調查(2010 年至 2012 年)、第二次十年大調查(2020 年至 2021 年)、本計畫第一年(2022 年)、及本計畫第二年(2023 年)調查所記錄之 81 種鳥，其中 22 種的資料足以運用平滑階層模型建立族群數量變化趨勢(表 4)。依據 Lin et al. (2022) 對於臺灣常見鳥種的主要棲地偏好分類，建立趨勢的 22 種鳥類當中，共有 16 種(72.72%)偏好森林的鳥種、3 種(13.63%)偏好草生地的鳥種、3 種(13.63%)於森林及草地皆可棲息的鳥種(表 4、圖 12)。整體而言，2010 年至 2023 年間，除了繡眼畫眉的族群呈顯著減少的趨勢($P_{2.5} = -63.88$, $P_{50} = -39.48$, $P_{97.5} = -0.45$ ，圖 11)，其餘 21 種鳥類的族群趨勢均呈現穩定的趨勢(表 4、圖 11)。本次分析可見陽明山國家公園內鳥類族群狀態維持穩定，唯獨繡眼畫眉的數量顯著減少。Lin et al. (2023) 亦於發現臺灣全島的範圍內，繡眼畫眉的族群呈現顯著減少的趨勢。繡眼畫眉過往普遍認為是能適應小面積林地或森林邊緣的鳥類，目前相關研究所發現之族群減少的現象，尚無法直接判斷其因素。繡眼畫眉為臺灣特有種鳥類，臺灣具備有完全的國家保育責任(national conservation responsibility)。關於全島繡眼畫眉數量減少的原因，仍須進一步研究探討。此外，有關鳥類多樣性與園區內植群變化的關係，依據 2010 年至 2020 年間的植被變遷與推移資訊，顯示整體植被變動並不大。僅有部分相思樹(*Acacia confusa*)林轉變為紅楠(*Machilus thunbergii*)林，而森林與草原之間的變化也不明顯，僅在邊界上互有推移。因此，配合鳥類族群趨勢的變化來看，鳥類族群和植被變化皆無明顯變化，期間內的零星的植被變化，不至於影響鳥類族群變動。

表 4、陽明山國家公園內 22 種常見鳥類之棲地偏好及族群趨勢。

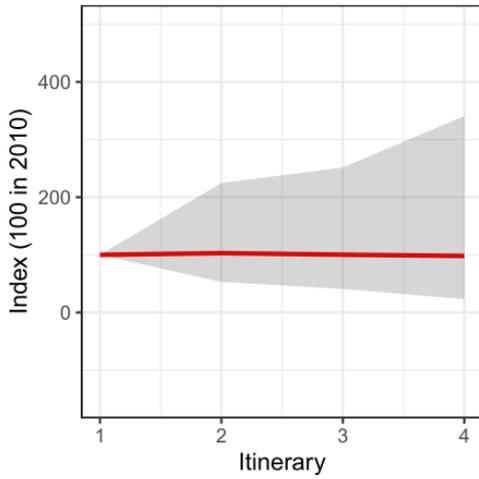
指標/物種	棲地	2.5 百分位	50 百分位	97.5 百分位	趨勢
森林鳥類指標	--	-12.29	10.62	36.94	穩定
臺灣竹雞	森林	-1.39	53.37	139.90	穩定
五色鳥	森林	-25.48	18.85	87.08	穩定
臺灣松雀鷹	森林	-84.96	-2.03	434.71	穩定
紅嘴黑鵯	森林	-21.24	40.04	151.69	穩定
臺灣藍鵲	森林	-37.67	2.79	65.57	穩定
野鴿	草地	-31.63	8.75	72.90	穩定
大彎嘴	森林	-6.96	54.96	150.07	穩定
頭烏線	森林	-53.55	4.51	134.68	穩定
綠畫眉	森林	-29.16	38.08	193.55	穩定
白頭翁	皆可	-31.63	8.75	72.90	穩定
黑枕藍鶺鴒	森林	-79.72	19.54	596.01	穩定
繡眼畫眉	森林	-63.88	-39.48	-0.45	減少
臺灣畫眉	皆可	-61.61	-2.48	146.68	穩定
粉紅鸚嘴	草地	-76.73	-33.68	126.23	穩定
山紅頭	森林	-42.32	-5.16	59.24	穩定
大冠鷲	森林	-70.41	-13.45	130.53	穩定
小彎嘴	森林	-1.51	47.37	116.77	穩定
赤腹山雀	森林	-68.69	-17.57	141.56	穩定
樹鵲	森林	-18.08	40.43	136.64	穩定
臺灣紫嘯鶇	森林	-65.63	-9.94	116.26	穩定
灰頭鷓鴣	草地	-2.49	91.43	268.75	穩定
綠繡眼	皆可	-12.93	39.63	188.86	穩定



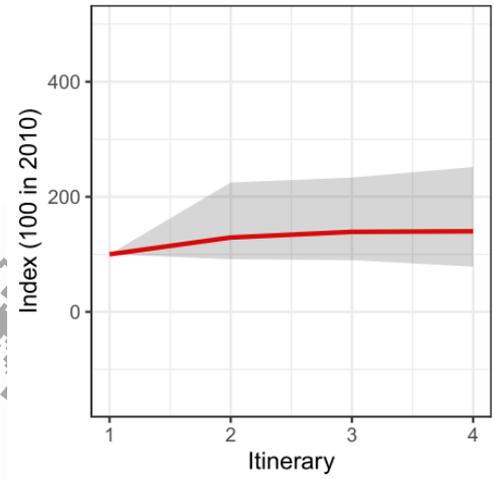
(a) 臺灣竹雞 (森林-穩定)



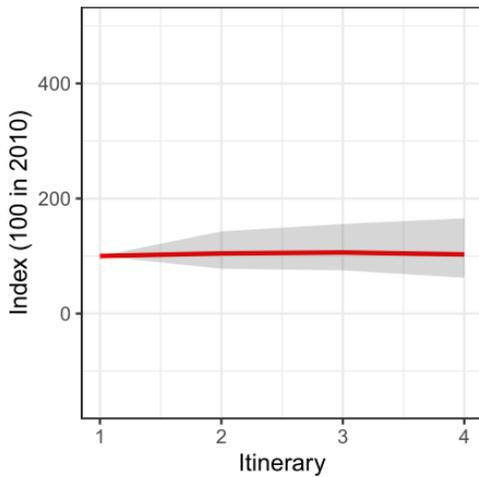
(b) 五色鳥 (森林-穩定)



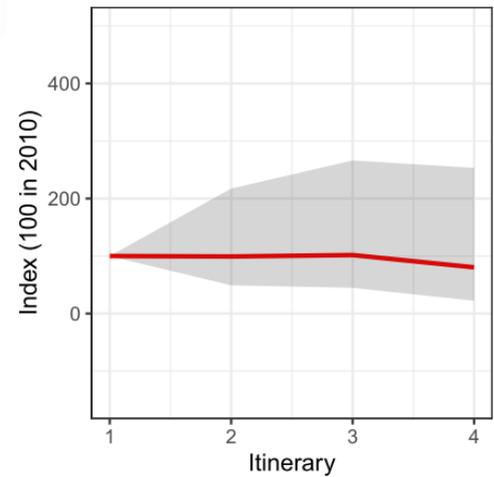
(c) 臺灣松雀鷹 (森林-穩定)



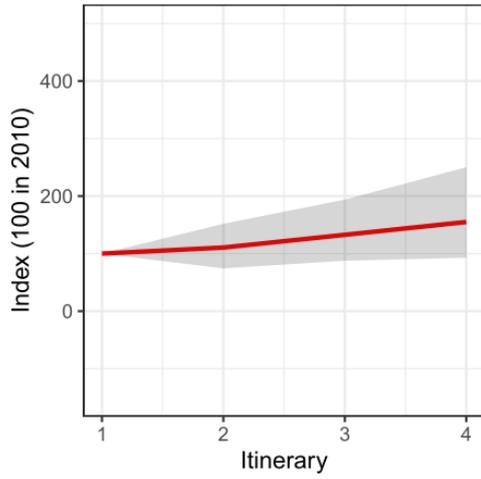
(d) 紅嘴黑鵝 (森林-穩定)



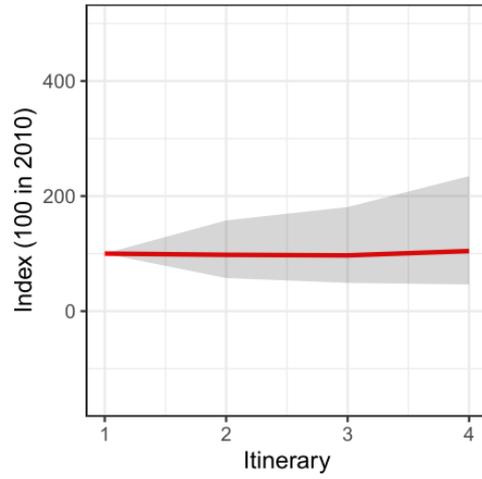
(e) 臺灣藍鵲 (森林-穩定)



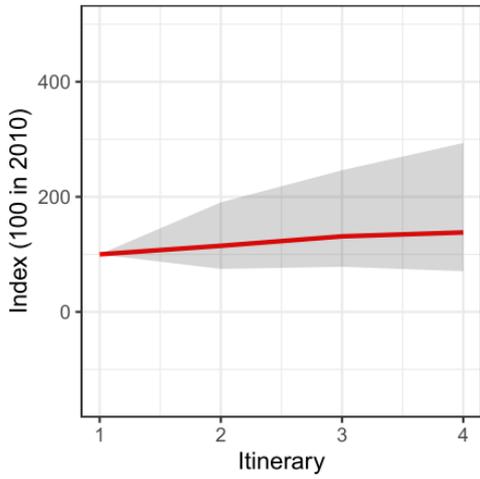
(f) 野鴿 (草地-穩定)



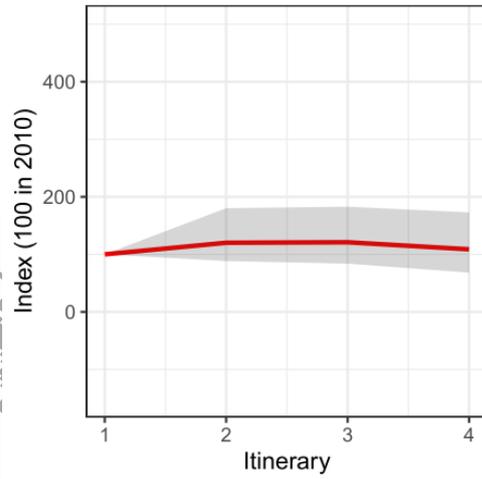
(g)大彎嘴 (森林-穩定)



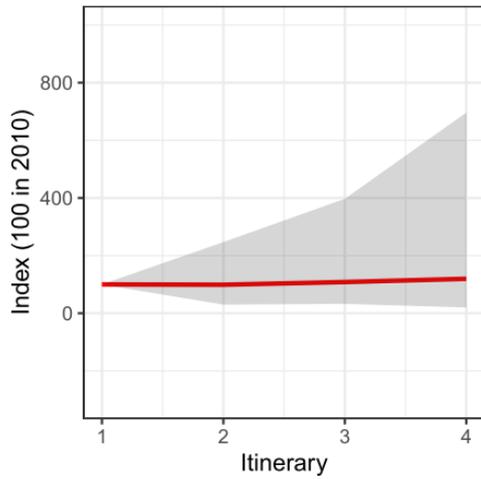
(h)頭烏線 (森林-穩定)



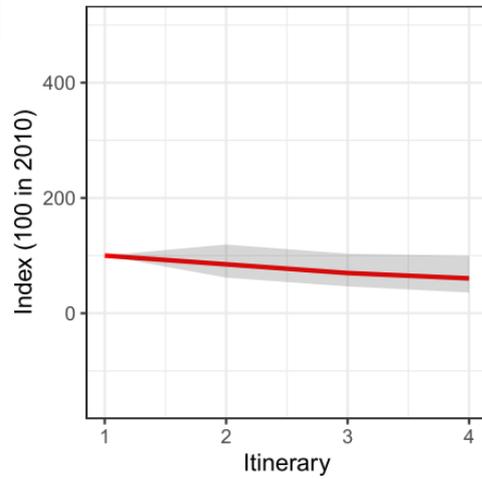
(i)綠畫眉 (森林-穩定)



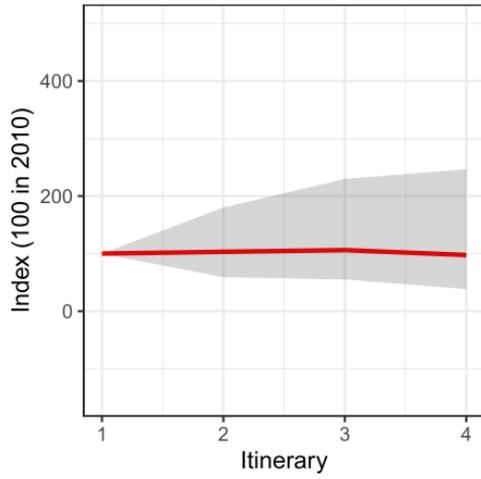
(j)白頭翁 (森林和草生地皆宜-穩定)



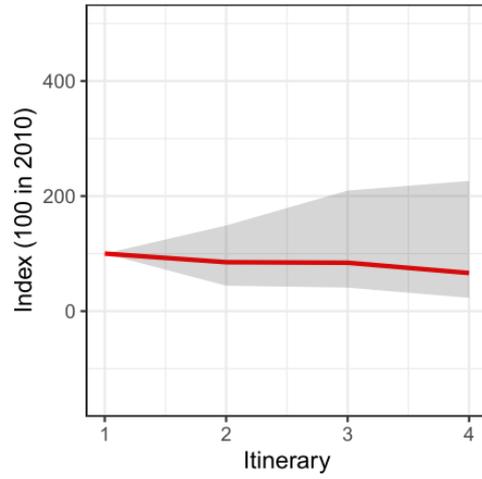
(k)黑枕藍鶇 (森林-穩定)



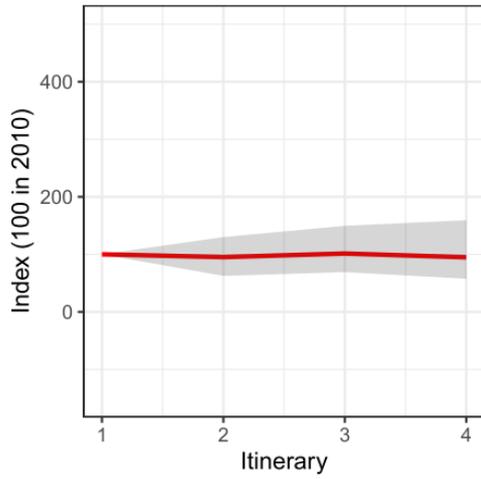
(l)繡眼畫眉 (森林-減少)



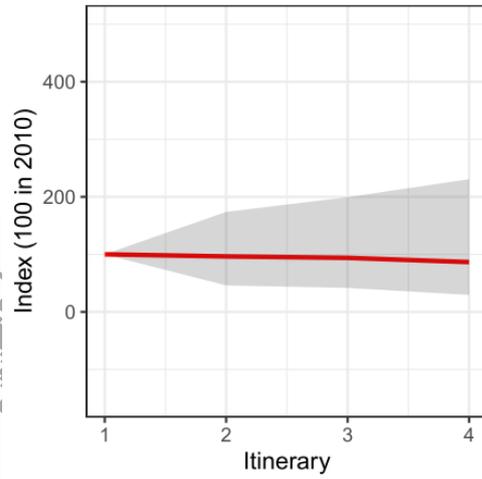
(m) 臺灣畫眉 (皆宜-穩定)



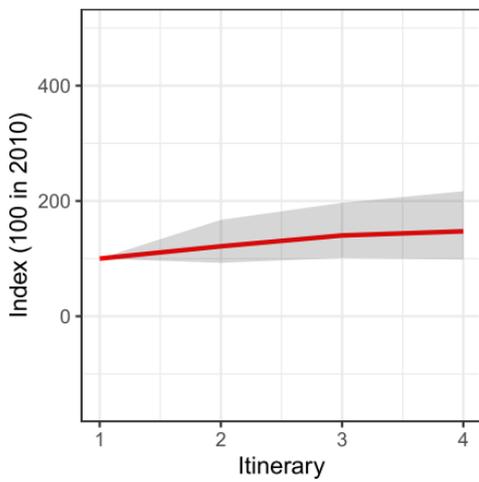
(n) 粉紅鸚嘴 (草地-穩定)



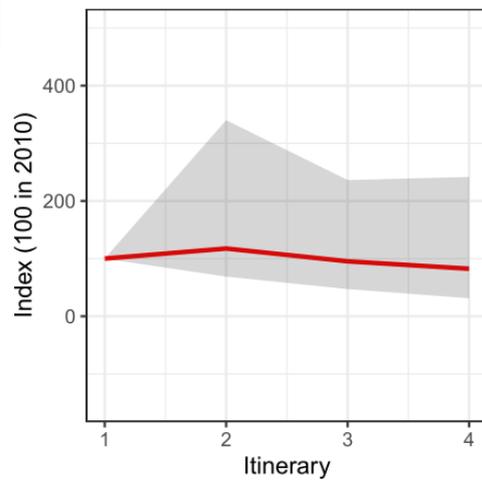
(o) 山紅頭 (森林-穩定)



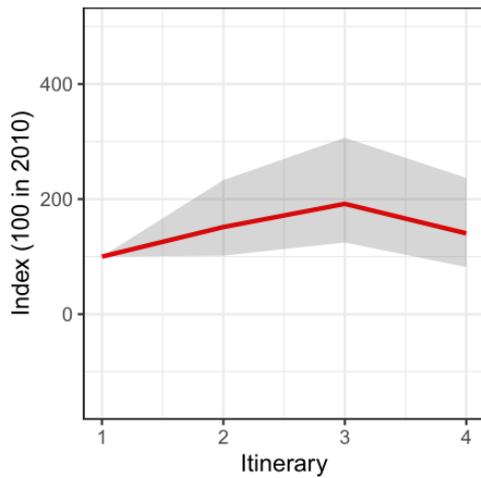
(p) 大冠鷲 (森林-穩定)



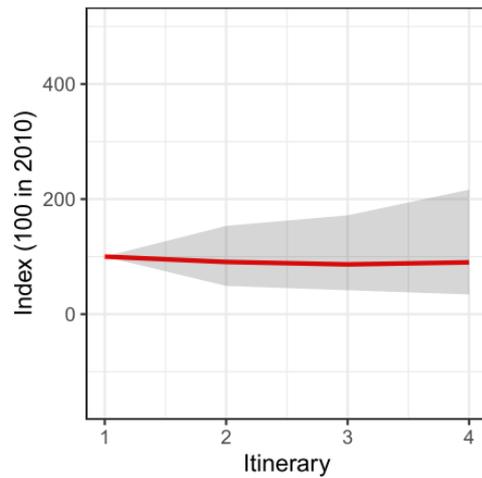
(q) 小彎嘴 (森林-穩定)



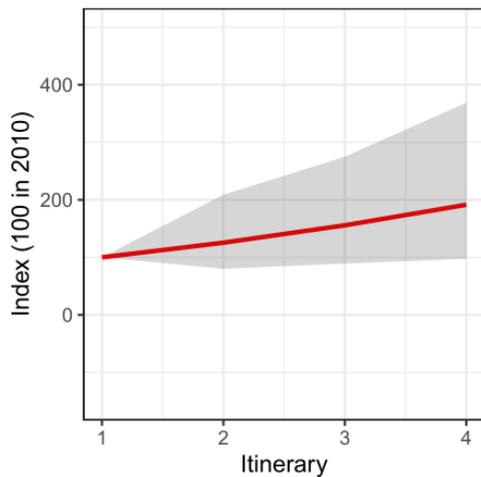
(r) 赤腹山雀 (森林-穩定)



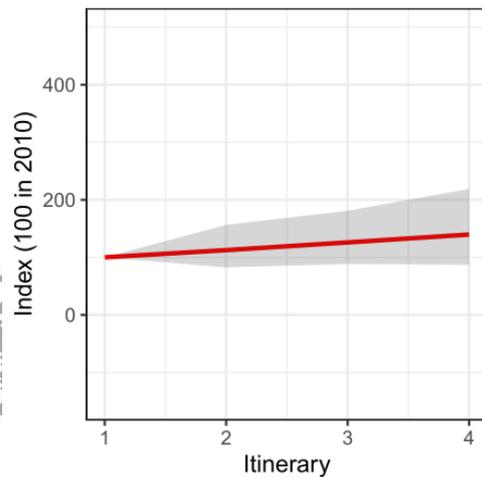
(s)樹鵲(森林-穩定)



(t)臺灣紫嘯鵝(森林-穩定)



(u)灰頭鷓鴣(草生地-穩定)



(u)綠繡眼(森林和草生地皆宜-穩定)

圖 11、陽明山國家公園 22 種常見鳥類於第一次大調查(2010 年至 2012 年間，標註為 1)、第二次大調查(2020 年至 2021 年間，標註為 2)、本計畫第一年調查(2022 年，標註為 3)、以及本計畫第二年調查(2023 年，標註為 4)等 4 次的族群變化趨勢。橫軸為大調查旅次，縱軸為相對指標值，以第一次調查的數量標準化為 100。紅色粗線為中位數(P_{50})，灰色信賴區間上界為 97.5 百分位($P_{97.5}$)、下界為 2.5 百分位($P_{2.5}$)。

三、複合物種指標建立

複合物種指標方面，依據調查結果，由於外來鳥種的資料不足以建立其鳥種族群趨勢，因此亦無法進一步建立複合物種指標。草生地鳥類方面，雖有 3 種鳥類可建立族群趨勢，但野鴿為冬候鳥，另 2 種灰頭鷓鴣和粉紅鸚嘴可直接透過其族群趨勢反映國家公園內的草生環境，無需另外建立複合物種指標。森林鳥類方面，將陽明山國家公園之 16 種常見森林鳥類整合分析後，呈現 2010 年至 2023 年年間之陽明山國家公園森林鳥類指標。指標於此期間內呈現無顯著變化的趨勢(穩定，圖 12、表 5， $P_{2.5} = -12.29$, $P_{50} = 10.62$, $P_{97.5} = 36.94$)。

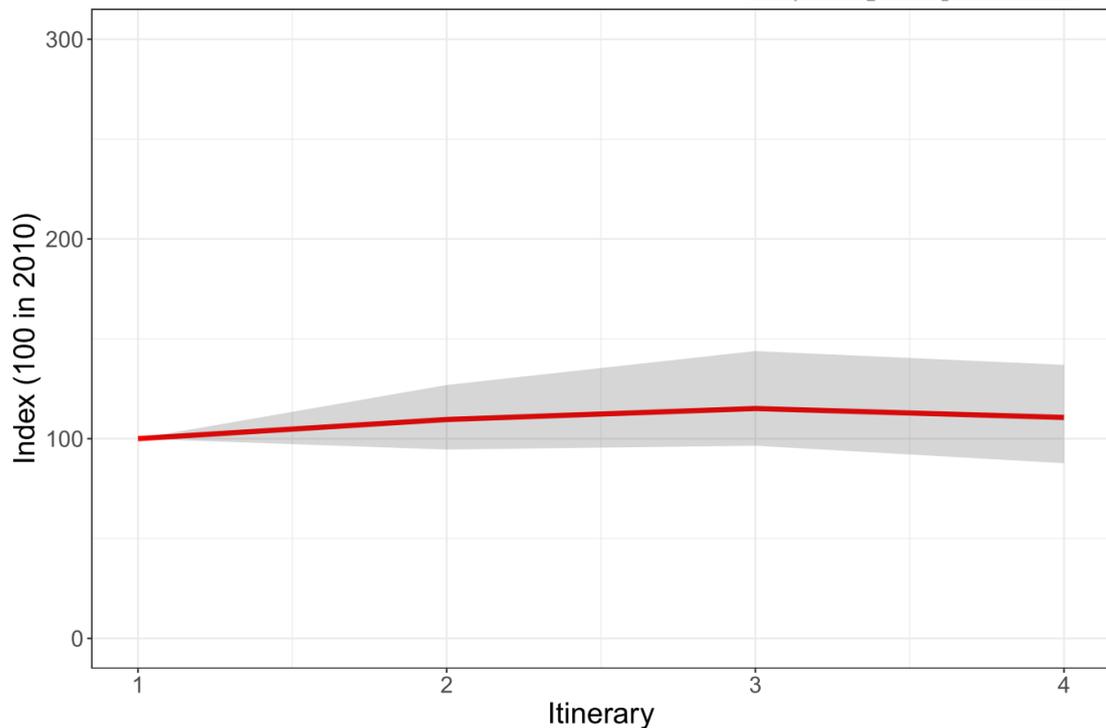


圖 12、陽明山國家公園之森林鳥類指標(含 16 種常見森林鳥類)於第一次大調查(2010 年至 2012 年間，標註為 1)、第二次大調查(2020 年至 2021 年間，標註為 2)、本計畫第一年調查(2022 年，標註為 3)、以及本計畫第二年調查(2023 年，標註為 4)等 4 次的族群變化趨勢。橫軸為大調查旅次，縱軸為相對指標值，以第一次調查的數量標準化為 100。紅色粗線為中位數(P_{50})，灰色信賴區間上界為 97.5 百分位($P_{97.5}$)、下界為 2.5 百分位($P_{2.5}$)。

四、親緣關係迴歸分析

親緣關係迴歸分析矩陣如表 5，成果圖如圖 13。分析結果顯示，陽明山國家公園內鳥類中，偏好森林環境的鳥種，其族群量增加的幅度越高($P_{2.5} = 26.01$, $P_{50} = 77.53$, $P_{97.5} = 110.65$ ，圖 13)。而其受脅程度($P_{2.5} = -40.34$, $P_{50} = -19.23$, $P_{97.5} = 7.65$ ，圖 13)、特有性($P_{2.5} = -40.31$, $P_{50} = -16.34$, $P_{97.5} = 20.61$ ，圖 13)、偏好的海拔範圍($P_{2.5} = -61.27$, $P_{50} = -27.41$, $P_{97.5} = 11.22$ ，圖 13)、子代數($P_{2.5} = -11.22$, $P_{50} = -22.43$, $P_{97.5} = 46.21$ ，圖 13)、體重($P_{2.5} = -20.30$, $P_{50} = 20.38$, $P_{97.5} = 50.69$ ，圖 14)等，對於鳥類的族群趨勢沒有顯著的影響。也就是說，陽明山國家公園內的森林，對偏好森林的鳥類而言，是相當良好的生存環境。

表 5、親緣關係迴歸分析矩陣。

物種	受脅程度	棲地	特有性	海拔範圍	子代數	體重
大冠鷲	1	1	1	1,810.61	1	1,206.50
大彎嘴	1	1	1	1,969.04	3	67.75
小彎嘴	1	1	1	1,557.84	3	39.23
山紅頭	1	1	1	2,447.80	4.5	10.67
五色鳥	1	1	1	1,643.61	3.5	75.86
臺灣紫嘯鶇	1	1	1	2,258.20	3.3	126.61
臺灣竹雞	1	1	1	2,342.12	3.4	234.21
臺灣松雀鷹	1	1	1	1,678.23	3	324.32
臺灣藍鶲	1	1	1	1,215.77	4.5	205.71
白頭翁	1	0	1	1,002.21	4	46.23
灰頭鷓鴣	1	-1	0	432.46	4	7.20
赤腹山雀	2	1	1	2,141.33	5	7.50
粉紅鸚嘴	4	-1	1	743.23	4	32.11
紅嘴黑鶇	1	1	1	1,232.24	3	48.94
黑枕藍鶲	1	1	1	990.69	3	12.09
綠畫眉	1	1	0	1,576.18	2.5	11.05
綠繡眼	1	0	0	1,231.56	4	12.21
樹鶲	1	1	1	1,109.23	3.5	86.31
頭烏線	1	1	1	1,675.88	2.5	18.70
繡眼畫眉	1	1	1	2,352.80	2.5	13.83

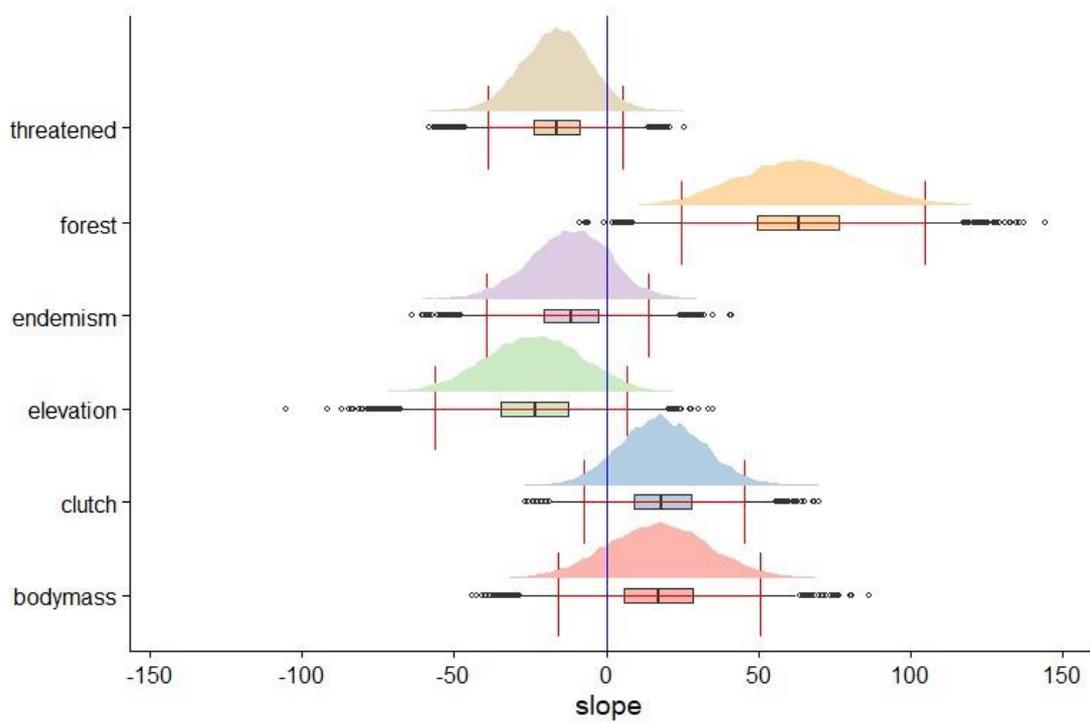


圖 13、親緣關係迴歸分析結果圖。陽明山國家公園內鳥類中，偏好森林環境的鳥種，其族群量增加的幅度越高。而其受脅程度、特有性、偏好的海拔範圍、子代數、體重等，對於鳥類的族群趨勢沒有顯著的影響。

五、民眾參與鳥類調查活動

訓練班辦理方面，本案在公民科學家培訓方面，本團隊於 111 年和 112 年分別舉辦 1 場為期 2 天的初階班課程和 1 場分 4 組(2022 年)及 3 組(2023 年)小班授課的進階班課程。111 年 3 月舉辦一場為期 2 天共計 11.5 小時的「鳥類資源調查初階訓練班」，參加學員人數為 30 人。於 111 年 5-6 月舉辦「鳥類資源調查進階班-精緻導師班」，每場課程為 3 小時，參加學員人數共 24 人。112 年，共舉辦 2 場訓練班，包括於 2 月舉辦一場為期 2 天共計 11.5 小時的初階訓練班，參加學員人數為 29 人；1 場精緻導師班分三次進行(3 月 21 日為 8 人；4 月 11 日為 7 人；4 月 12 日為 7 人)，共計 22 人。學員後續執行調查：112 年辦理完成初階訓練班之後，參與的 29 位學員中有 22 位認養 19 個樣區，加入臺灣繁殖鳥類大調查。參加 111 年訓練班的學員，在 111 年有 25 位認養 16 個樣區，即至 112 年，仍有 23 人持續認養共 13 個樣區，將訓練班所學實際運用在鳥類調查上。

透過 112 年初階班受訓學員的前後測測驗，結果顯示學員的成績有顯著提升($n=27, p<0.05$)，成績中位數自 51 分提升至 78.5 分(圖 14)，而性別($p=0.534$)和年齡($p=0.644$)則無顯著差異。在鳥類辨識方面，學員較擅長從外觀辨識鳥類，較不擅長從聲音辨識鳥類(圖 15)。從外觀辨識來看，白頭翁、小彎嘴、樹鵲、黑枕藍鶇和大冠鷲等是多數志工已經熟悉的鳥類，而金背鳩、繡眼畫眉、斯氏繡眼和白腰文鳥(*Lonchura striata*)等則是經過課程培訓後，辨識就能有所進步的鳥種(圖 15a)。鳥音辨識方面，臺灣竹雞和臺灣紫嘯鶇是多數志工熟悉的鳥音，而頭烏線、大彎嘴、繡眼畫眉和山紅頭等低海拔畫眉科鳥類，則是經過訓練後多數人就能進步並清楚辨識的鳥種(圖 15b)。值得注意的是，黑枕藍鶇的鳥音辨識並不容易改善，部分原因可能是高齡志工無法聽到高頻的聲音。建議在調查前提醒志工多複習和留意黑枕藍鶇的聲音。此外，為了避免志工調查時難免漏掉部分鳥種，我們建議志工在調查時同步錄音，不僅可以於調查結束後重新比對，也可以交給資深調查員複查。

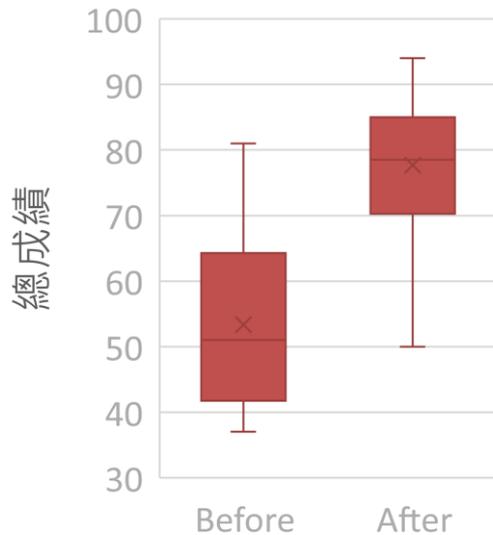


圖 14、受訓學員前後測成績比較，顯示受訓後成績有顯著提升($p < 0.05$)。

民眾參與鳥類調查公民科學計畫是本項研究的核心之一，我們提供了多個調查訓練工作坊(圖 16)，以協助民眾學習如何正確進行鳥類調查。這些工作坊提供了系統性的教育，讓參與者可以學習鳥類的辨識、調查技巧和數據收集等方面的知識，並透過實地調查來加強實務經驗。在訓練過程中，我們也確保民眾收集到的資料的準確性和一致性。我們著重於確保每個調查者都能夠遵守正確的調查流程和標準化的資料收集方法，並提供資料驗證和回饋，以協助調查者改進和提高其調查技能，亦增進資料的品質。

在實際調查演練的過程中，我們發現一些限制和待加強的部分。例如，在某些時段或氣候條件下，鳥類的種類和數量可能會受到影響，導致某些調查結果的不確定性。此外，遇到鳴叫聲相似的鳥種，例如鳳頭蒼鷹和臺灣藍鵲，也需要提醒學員多加留意。整體而言，民眾的鳥類調查公民科學計畫是一個重要的資源，可以為保護區的管理和監測提供有價值的資料。我們將繼續與民間合作，提供更多的訓練和支持，以建立更完善的鳥類監測計畫，並為未來的生態研究和保育工作做出貢獻。在認養樣區、執行調查的過程中，持續熟悉和精進調查的方式和鳥類辨識技巧，能夠為未來執行陽管處轄區內的樣區做準備。

在訓練課進行期間與程結束之後，鼓勵學員認養樣區，加入臺灣繁殖鳥類大調查行列，將訓練班所學實際運用在鳥類調查上。透過實際執行調查的過程中，持續練習調查的技巧、增進鳥類辨識的能力和熟悉度。在 111 年受訓的 30 位學員中，有 22 位學員認養並完成 12 個樣區的調查，即至 112 年仍有 20 位學員持續完成了 12 個樣區的調查。此外，在 112 年受訓的 29 位學員中，有 22 位學員認養並完成 19 個樣區的調查。統整 111-112 年，由前述學員認養的調查樣區共計 32 個(表 6)。

學員調查完成之後，會將調查結果輸入後的 Excel 檔案回傳給本團隊進行資料的檢核與彙整工作。資料檢核流程見圖 17，由於各鳥種有其生態地理分布範圍特性，針對出現在自然狀況下合理分布範圍之外的鳥種，則會請調查者再確認該鳥種是否有筆誤或誤認。資料若有不符合檢核之標準者將不納入後續分析。

經檢核 111 年和 112 年受訓學員調查的樣區，其調查資料品質均達到優等，亦即資料均符合臺灣繁殖鳥類大調查的標準，可納入後續全國鳥類族群變動趨勢分析及相關指標運算用。由此結果，本團隊對於這些志工未來接手陽明山國家公園管理處轄區內樣區調查之潛力極為樂觀。

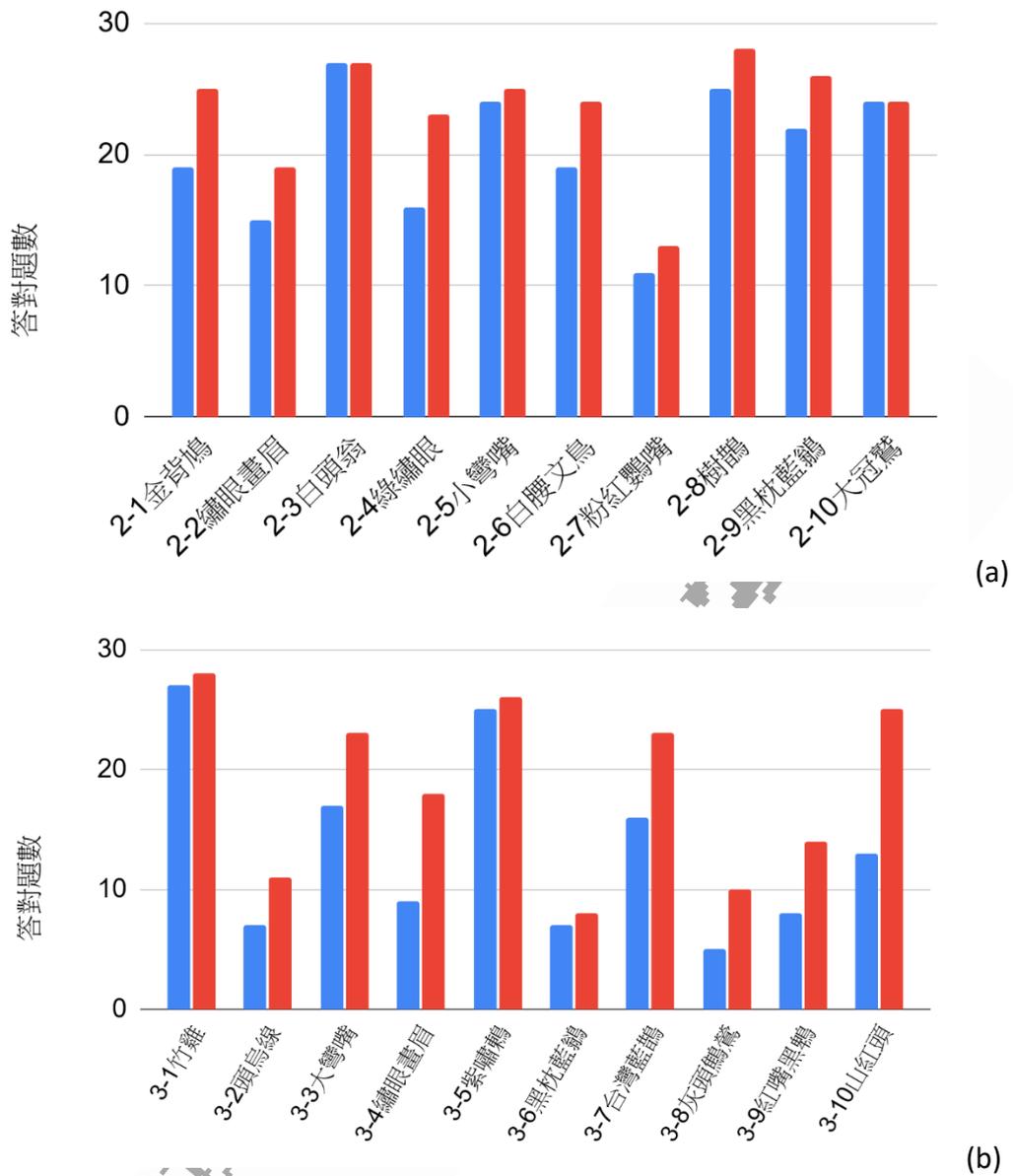


圖 15、學員前後測對於鳥類外觀辨識(a)和聲音辨識(b)上的改善，數字為題號，縱軸為答對題數。藍色為前測、紅色為後測。



圖 16、初階及進階訓練班室內課程及戶外實作情形。

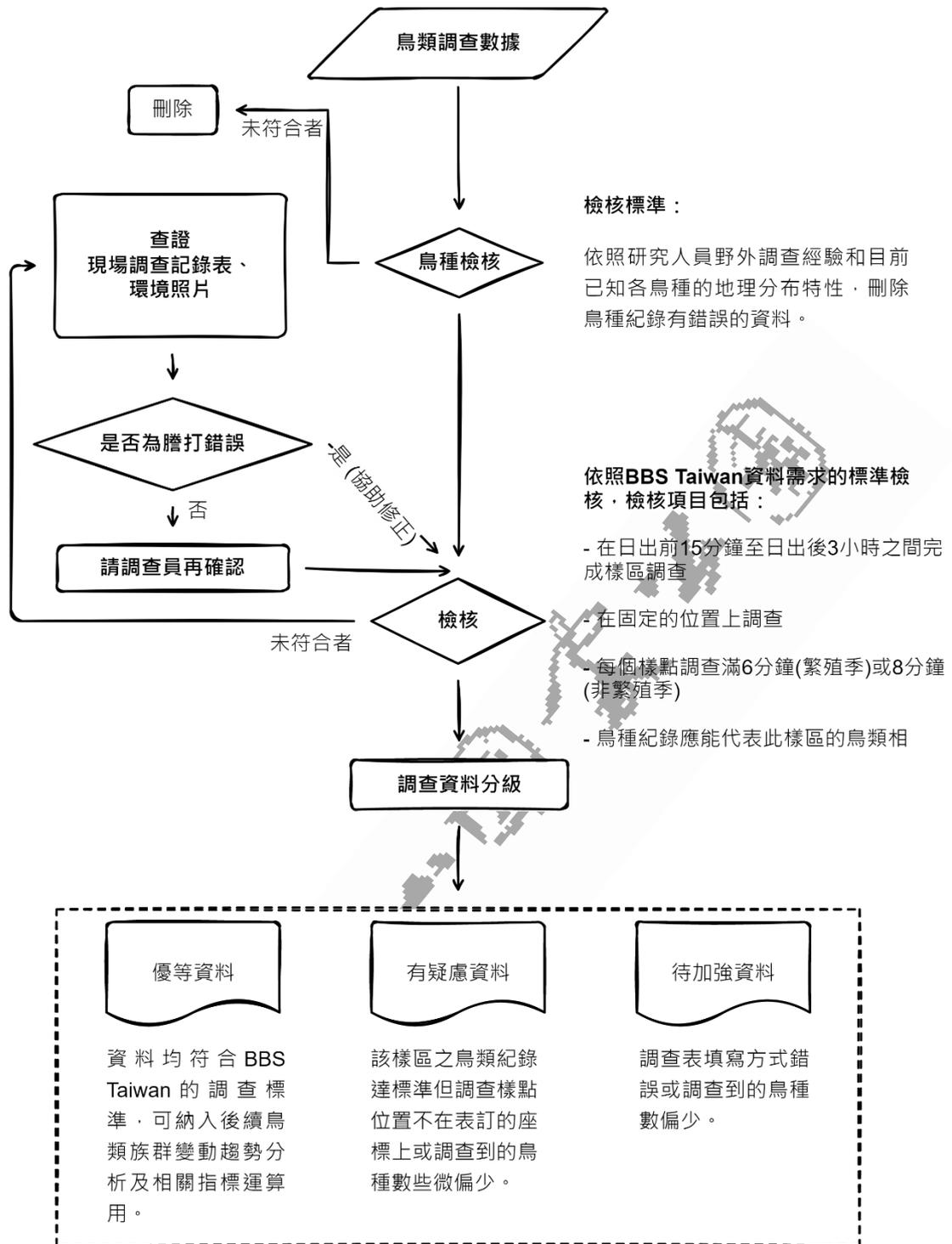


圖 17、鳥類調查資料檢核流程圖。

表 6、111 年受訓之志工在 111-112 年進行臺灣繁殖鳥類大調查的樣區編號、名稱、資料品質和調查者列表

NO.	樣區 編號	樣區名稱	111		112	
			資料分級	調查者(第 1 旅次 // 第 2 旅次)	資料分級	調查者(第 1 旅次 // 第 2 旅次)
1	A04-16	埤腹河濱	優等	王曉慧	優等	王曉慧
2	A04-22	康樂山	優等	李成華、江素蘭、葉麗陵 // X	優等	李成華、葉麗陵、江素蘭
3	A04-27	天母市區	優等	陳永裕、李俊良 // 李俊良、陳永裕、孫守中	優等	孫守中、陳永裕、李俊良 // 陳永裕、孫守中、李俊良
4	A04-57	新北投	優等	李天助、黃世月、王水祥、葉君寧 // X	優等	李天助、黃世月、葉君寧 // 李天助、黃世月、葉君寧、王水祥
5	A09-38	紅柿腳	優等	<u>徐磊</u> 、李天助	優等	<u>徐磊</u> 、李天助
6	A03-25	國父紀念館	優等	劉青英、賴翠林		X // X
7	A04-70	小坑溪文學步道	優等	張志嘉 // X	優等	張志嘉 // X
8	A04-71	大屯自然公園*	優等	羅靜珠、林麗君 // X	優等	羅靜珠、林麗君
9	A04-72	巴拉卡公路人車分道*	優等	楊麗蓉、陳炯堯、江美華 // X	優等	楊麗蓉 // 楊麗蓉、陳炯堯
10	A05-23	綠寶石河濱公園	優等	劉玉成、劉淑貞 // 劉淑貞、劉玉成	優等	劉玉成、劉淑貞
11	A05-24	綠光河岸公園	優等	顏世坤	優等	顏世坤
12	A09-68	五股蘆洲微風運河	優等	江美華、楊麗蓉 // 江美華	優等	江美華
13	A04-05	七星山公園*		BBS Taiwan 志工完成	優等	羅靜珠

註：1. 樣區名稱加註*者，係位在陽明山國家公園範圍內。2. 調查者為 X，表示該旅次未調查。3. 111 年第 2 旅次未調查(X)者，皆是第 1 旅次在 5、6 月調查，故未進行第 2 旅次調查。4. 徐磊非陽管處志工。

表 7、112 年受訓之志工在 112 年進行臺灣繁殖鳥類大調查的樣區編號、名稱、資料品質和調查者列表。

NO.	樣區編號	樣區名稱	2023 資料分級	2023 調查者 (第 1 旅次//第 2 旅次)
14	A04-56	新貓空	優等	張孫燕
15	A01-18	陽明山天籟社區	優等	方瑞凱、羅瓊美
16	A04-73	大溝溪碧湖步道	優等	廖婉伶
17	A04-74	文山森林公園	優等	江凱寧
18	A04-75	陽明書屋*	優等	紀錦玲
19	A04-76	屈尺燕子湖	優等	林慧容
20	A04-77	港華公園	優等	黃文盛
21	A04-78	騰龍御櫻段	優等	藍元鳴
22	A04-80	臺灣師範大學	優等	李薰薰
23	A04-81	汐碇路義聖殿	優等	李雪、李繼瑛 // X
24	A04-82	碧潭和美山	優等	莊素美
25	A04-83	芝山岩	優等	江孟蓉
26	A04-87	淡水天元宮	優等	李景泰
27	A09-69	瓊仔湖山	優等	沈淑端、蔡瑾瑾
28	A09-70	台北藝術大學	優等	陳振華
29	A09-72	淡水公八公園	優等	李東明
30	A09-73	五股陸光新城	優等	蔡孟樺
31	A04-79	美軍宿舍群	優等	劉清煌
32	A09-71	龍潭大池	優等	顏如禎

六、資料開放

相關鳥類調查資料依循 GBIF 的達爾文核心集檔案格式(Darwin Core Format)，編撰開放資料及詮釋資料，目前調查旅次資料(event data)之參數包括旅次 ID (event ID)、上位旅次 ID (parentEventID)、年分(year)、地點 ID (locationID)、國家(country)、縣市(county)、座標系統(geodeticDatum)、十進位緯度值(decimalLatitude)、十進位經度值(decimalLongitude)、樣區面積(sampleSizeValue)、樣區面積單位(sampleSizeUnit)。出現資料(occurrence data)之參數包含物種、數量、時間、日期、座標、年份、類群、單位等。目前共計 3,443 筆紀錄預報上傳至國家公園生物多樣性資料及以及 GBIF 之整合式資料發布工具(Integrated Publishing Toolkit, IPT，圖 18)，待最後一季資料蒐集齊全後，再一併更新發布。

The screenshot shows the GBIF IPT interface for the resource 'Systematic Bird Survey Data of the Yangmingshan National Park'. The interface is divided into two main sections: 'Source Data' and 'Darwin Core Mappings'.
In the 'Source Data' section, there is a dropdown menu for 'Select source type'. Below it, the text reads: 'Your source data files and SQL sources for generating a Darwin Core Archive.' The last modified date is '20-Oct-2023 14:43:20'. A file named 'ymnpbird2022_2023 [file]' is listed with a size of 704.1 KB, 9,316 rows, and 16 columns. The last modified date for this file is '20-Oct-2023 14:42:12'. The 'Readable' status is 'Yes'.
In the 'Darwin Core Mappings' section, there is a dropdown menu for 'Darwin Core Occurrence' and an 'ADD' button. The text reads: 'Your mapping between the source data and Darwin Core terms.' The last modified date is '20-Oct-2023 14:43:35'. A table shows 'Core Darwin Core Occurrence' with '16 terms mapped to ymnpbird2022_2023' and a last modified date of '20-Oct-2023 14:43:35'.

圖 18、本次計畫之調查資料發布於 GBIF IPT 之截圖。

第四章、結論與建議

一、結論

(一)、建立陽明山國家公園鳥類資源調查長期監測方法(含樣區、樣線、頻度與調查方式)

本計畫目的在於建置陽明山國家公園管理處之系統性公民科學之長期監測機制。目前已完成調查樣區設定，且經兩年的測試後，確認調查及分析流程可行，並可有效解釋結果。未來建議每年辦理 1-2 場的調查志工訓練班，作為招募志工的機制。目前培訓人至少可安排 12 名調查志工、4 名臺灣繁殖鳥類大調查志工，以及 10 位預備志工。調查路線建議每年至少完成 12 處，可先聚焦於繁殖季調查，不影響其資料品質。若實務上仍有不足之狀況，亦可調度專業調查員支援調查工作。蒐集完成之調查資料，可彙整至臺灣繁殖鳥類大調查之資料集，逐年更新單一鳥種的族群趨勢和複合物種指標。依據族群趨勢和指標趨勢，亦可作為後續進一步相關保育研究的規畫依據。監測機制簡圖如圖 18。

建議的鳥類調查防誤機制如下：

- 16 處路線：12 處調查志工、4 處臺灣繁殖鳥類大調查資深志工。避免全面更換為新手調查員，降低大幅影響資料的風險。
- 10 位預備志工，若有人員安排之各種突發狀況，10 位志工可替補執行鳥類調查。
- 調查期間同時錄音，可於調查結束後自行重新比對修正，也可以交給資深調查員複查。
- 互換調查樣區，可互補調查志工之間較不擅長的鳥種。
- 定期辦理培訓，持續招募工和培訓新人。
- 定期更新成果，定期呈獻成果有助於維繫志工的參與動機。

系統性公民科學長期監測機制



圖 18、系統性公民科學之長期監測系統示意圖。

(二)、長期監測資料可與公民科學平台資料庫數據介接

本計畫調查方法依循臺灣繁殖鳥類大調查(BBS Taiwan)，未來之調查資料可納入臺灣繁殖鳥類大調查之資料集，隨著資料上傳至全球生物多樣性資訊機構(GBIF)，並且依循全國資料進行分析，以及更新單一鳥種之族群和指標趨勢分析結果。

(三)、民眾參與鳥類調查為可行方針

未來分配樣區時，可先由志工選擇可自行抵達並執行調查的樣區，較偏遠的調查路線(例如位於園區北部須由新北市進入之路線)可尋求鳥會或相關團體協助支援調查工作。由於分析過程及樣區設計可以排除不同調查員所造成的調查偏差，調查人員不一定更換，最重要的是每年完成調查工作。如果人力有限，可減少調查樣區，分析方法可接受「未執行調查的缺值(NA)」，但不宜過多，故每年建議執行至少 12 條路線。另外，須避免減少之樣區集中於特定區域(如都減少北區樣區)或特定棲地(如森林或草生地)。

(四)、111 年至 112 年間鳥類多樣性變化不大，但部分種類與臺北盆地有差異

整體而言，無論從十年的尺度或從本計畫兩年的尺度來看，陽明山國家公園內的鳥類多樣性沒有明顯的變化。分析結果顯示園區內的森林和草原，皆能提供森林性鳥類及草生地鳥類理想的棲息環境，尤其森林能有效防止外來八哥

進駐，而草生環境可作為受脅物種粉紅鸚嘴(目前臺灣族群評估為瀕危級[EN])棲息地。

二、建議

建議一：以公民科學做為鳥類長期監測主要機制

建議性質：立即可行建議

主辦機關：陽明山國家公園管理處

協辦機關：中華民國野鳥學會、台北市野鳥學會、農業部生物多樣性研究所

說明：本計畫呈現了公民科學志工培訓的價值及效果，特別是在鳥類調查和族群趨勢分析方面，導入公民科學機制能建立有效率的調查與分析系統，並且可以逐年更新。陽明山國家公園管理處可以考慮維持系統性公民科學的調查機制，鼓勵更多的民間參與。目前參與志工之年齡確實偏高，未來建議多推廣研究成果，與相關保育團體合作，招募年輕志工參與鳥類調查工作。除了野鳥學會，荒野保護學會、相關科系的學生和大學及高中相關社團，都是很好的調查志工來源。如果管理處資源有限，可藉由小額採購金額委託民間組織協助管理公民科學機制，包括安排合適志工至適當地點，及時遞補調查員至人力不足之樣區，以及有效回收資料供研究人員分析。未來甚至可考慮將這種方法應用於其他生物多樣性監測活動中。建議每年舉辦 1-2 次的初階及進階訓練班，作為招募志工和培訓志工的機制。

公民科學是近年來逐漸受到關注的概念，是指普通民眾參與科學研究的過程，從數據收集到分析，再到結果的分享。這種方式有效地擴大了科學研究的範疇和深度，特別是在生物多樣性調查等需要大量數據和觀察的研究中(Dickson et al. 2010)。本計畫導入公民科學機制，進行鳥類調查和族群趨勢分析。這些調查不僅提供了有關鳥類多樣性的觀察資料，同時將資料上傳至開放資料庫，讓各界都可應用保護區內的觀察紀錄。這類參與不僅增強了民眾的生物多樣性保育意識，也提高了他們的生態學知識和技能。

然而，目前系統性公民科學在陽明山國家公園的應用還處於初期階段。為了充分發揮公民科學的潛力，我們建議陽明山國家公園採取以下幾個策略：

1. 建議嘗試擴大公民科學計畫的範疇，不僅限於鳥類調查，還可以涵蓋其他生物類群，如兩棲類、昆蟲(如蝶類和蜻蜓)和植物等。這樣可以提供更全面的生物多樣性資料，並促使更多的民眾參與。而且如 iNaturalist Taiwan (<https://taiwan.inaturalist.org/>)和 eBird Taiwan (<https://ebird.org/taiwan/home>)等公民科學資料蒐集與展示平台，已經是很便利的系統，也有繁體中文的版本，值得管理處應用於保護區的長期監測系統。
2. 加強公民科學家的培訓。雖然許多民眾對生物多樣性有興趣，但他們可能缺乏相關的知識和技能。透過志工的招募與培訓，可以確保調查員收集的觀察紀錄有一定的品質。同時，也可以加強與民間組織和學術機構的合作，如非政府組織和大專院校。這些團體可以提供技術支持、培訓資源和研究方向，並幫助國家公園管理處更有效地運用公民科學的資料。
3. 加強宣傳和推廣公民科學計畫，透過各種媒體和大眾傳播活動，可以吸引更多的民眾參與，並提高生物多樣性保育意識，落實生物多樣性主流化。尤其本計畫所產出的複合物種指標，是亞洲第一項專為國家公園量身打造的複合物種指標。這樣的成就不僅值得廣為宣傳，也值得亞洲其他國家公園參考和學習，透過公民科學，可以幫助國家公園管理處更有效保護和管理其生物多樣性資源。

建議二：建立森林及草原之複合物種指標，並定期更新

建議性質：立即可行建議

主辦機關：陽明山國家公園管理處

協辦機關：農業部生物多樣性研究所

說明：複合物種指標已是全球廣泛使用的生物多樣性保育工具，最主要的功能在於反映環境狀況和保育策略的成效(Fraixedas et al. 2020)。本計畫完成之族群趨勢及「陽明山森林鳥類指標」，值得定期蒐集資料及更新，確保其反映最及時的生物多樣性保育狀況。此外，未來的規劃當中，亦建議考慮建立針對特定

生態系統(如草生地)或其他生物類群的指標，以提供更全面的保護區成效評估。在當今日益變化的生態環境中，複合物種指標已成為環境學家和生態學家的重要工具。這一類的指標不僅提供了反映特定生物類群或生態系統健康狀態的量化方式，更是一個能夠反映環境狀況和保育策略成效的綜合指標。針對不同的特性或主題，可以將單一物種族群趨勢做不同的搭配組合，製作出更多元的生物多樣性指標系統(e.g., Lin et al. 2023)。

陽明山國家公園作為我國重要的自然保護區，擁有豐富的生物多樣性和獨特的生態系。為更有效管理和保護自然資源，建立和更新複合物種指標顯得尤為重要。我們建議管理處將單一物種的族群趨勢和複合物種指標的建立和更新視為定期業務。並與相關生態學家、統計學家和保護區管理者共同合作，確保複合物種指標的科學性和實用性。接著，如前所述，依據陽明山國家公園的特色，選擇合適的物種和生態系統作為指標的組成部分。除了目前既有的森林和鳥類，可以考慮一些對環境變化特別敏感的物種，或具有代表性的生態系，例如濕地與蜻蜓，便是森林鳥類指標無法顧及的環境和類群。此外，建立複合物種指標時，還應該考慮到其時效性和動態性。隨著時間的推移，野生動物族群和生態系統可能會發生變化，因此複合物種指標也應該定期更新，以反映最新的環境和保育狀況。透過複合物種指標的定期更新，不僅可以更瞭解園區的生態狀況，還可以制定更合理且有效的保育策略，確保園區的生物多樣性和生態系獲得長期和永續的保育，而且使保育資源獲得更有效率的運用。

建議三：加強鳥類監測之數據分析，增加調查頻度，十年大調查逐步退場

建議性質：立即可行建議

主辦機關：陽明山國家公園管理處

協辦機關：農業部生物多樣性研究所

說明：基於目前的研究結果，陽明山國家公園內的鳥類多樣性變化趨勢應該得到更多的關注。建議管理處可考慮加強鳥類監測的頻率和範圍，例如目前軍事管制區域，仍是難以涉及的場域。此外，亦可以考慮將監測量能擴大至國家公

園邊界附近的環境。如此，可以檢視保護區的保育效應，是否擴散至保護區範圍外，這會彰顯保育區的影響力。鳥類作為生態系統中的重要指標物種，其多樣性和數量的變化往往可以反映出生態環境的健全狀態。陽明山國家公園擁有豐富的鳥類資源，對於其多樣性的變化趨勢，能引起管理部門的高度重视。

目前十年一度的大調查工作，或許能夠提供大致的鳥類多樣性變化的概覽，但調查的時間節點不足，難以了解時間節點之間的變化狀況。如果想要深入瞭解鳥類族群的具體變化，則需要更頻繁的監測。本計畫執行的結果，確認鳥類的監測工作值得每年執行，而且透過公民科學方式可以有效降低調查成本。在監測數據蒐集完成後，透過本計畫建立的資料分析流程來瞭解鳥類族群的變化，可以幫助管理處更有效分析數據，發現鳥類多樣性的變化趨勢和其背後的原因。此外，陽明山國家公園應該與學術機構和研究機構合作，尤其是特定物種的數量增減，往往需要更進一步的深入探討。透過族群與指標的分析流程，亦可建構出後續的研究計畫和保育策略。經過長期且穩定的執行，便有機會實現保護區的保護目標，確保生物多樣性得到長期和永續的保育。建議可考量陽明山國家公園之特色，將可執行公民科學之項目，如青斑蝶、路殺、地景變遷之年間監測納入建議事項，但頻度不一定需要每年均執行。

建議四：公眾教育和宣傳

建議性質：立即可行建議

主辦機關：陽明山國家公園管理處

協辦機關：中華民國野鳥學會、台北市野鳥學會

說明：鳥類調查和複合物種指標的建立不僅僅是為了科學研究目的，還可以用於公眾教育和宣傳。管理處值得利用這些資料，辦理公眾教育活動或成果展示，提高民眾的環境意識和保護區的價值。透過舉辦工作坊、講座和展覽，可以吸引更多的遊客和學校參與，從而達到保護和教育的雙重目的。在當前全球生態環境變化的背景下，公眾的環境教育和生物多樣性保育意識變得尤為重要。鳥類調查和複合物種指標的建立，雖然是專業的科學研究工作，但其背後所反映的生物多樣性保育意義，對於普及環境教育和提高公眾的環保意識具有不可忽

視的價值。綜上所述，充分利用其鳥類調查和複合物種指標的研究成果，開展多元化的公眾教育和宣傳活動，提高民眾的環保意識，並推動生物多樣性保育的理念。只有當公眾真正了解和關心生態環境，實現生物多樣性主流化，生物多樣性保育工作才能夠得到更有效的支持和參與。

參考文獻

Amano T et al., 2012. Hierarchical models for smoothed population indices: the importance of considering variations in trends of count data among sites. *Ecological Indicators*, 13: 243-252.

Bonney R. 2021. Expanding the impact of citizen science. *BioScience*, 71(5), 448-451.

Brooks M et al. 2022. glmmTMB: Generalized Linear Mixed Models using Template Model Builder.

<https://CRAN.R-project.org/package=glmmTMB>

Buckland ST *et al.* 2005. Monitoring change in biodiversity through composite indices. *Philosophical Transactions of the Royal Society B – Biological Sciences*, 360, 243-254.

Butchart SHM *et al.* 2004. Measuring global trends in the status of biodiversity: red list indices for birds. *PLOS Biology*, 2(12), e383.
<https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0020383>

Butchart SHM *et al.* 2007. Improvements to the Rest List Index. *PLOS ONE*, 2(1), e140.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0000140>

Ceballos G *et al.* 2015. Accelerated modern human-induced species losses: Entering the sixth mass extinction. *Science Advances* 1, e1400253.
10.1126/sciadv.1400253pmid:26601195

Ceballos G *et al.* 2020. Vertebrates on the brink as indicators of biological annihilation and the sixth mass extinction. *PNAS*, 117(24) 13596-13602.

Chichorro F, Juslén A, Cardoso P. 2019. A review of the relation between species traits and extinction risk. *Biological Conservation*, 237, 220-229.

Collen B *et al.* 2009. Monitoring change in vertebrate abundance: the living planet index. *Conservation Biology*. 23, 317–327.

Danielsen F *et al.* 2013. Linking Public Participation in Scientific Research to the Indicators and Needs of International Environmental Agreements. *Conservation Letters*, 7, 12-24. <https://doi.org/10.1111/conl.12024>

Delaney DG *et al.* 2008. Marine invasive species: validation of citizen science and implications for national monitoring networks. *Biological Invasions*, 10, 117-128.

Díaz S *et al.* 2020. Set ambitious goals for biodiversity and sustainability. *Science* 370: 411-413. doi: 10.1126/science.abe1530

Dickson JL *et al.* 2010. Citizen Science as an Ecological Research Tool: Challenges and Benefits. *Annual Review of Ecology and Systematics* 41(1):149-172.

Ding T-S *et al.* 2005. Energy flux, body size, and density in relation to bird species richness along an elevational gradient in Taiwan. *Global Ecology and Biogeography* 14(4): 299-306.

Edgar GJ, Stuart-Smith RD. 2009. Ecological effects of marine protected areas on rocky reef communities—a continental-scale analysis. *Mar Ecol Prog Ser* 388:51-62. <https://doi.org/10.3354/meps08149>

Ericson PGP *et al.* 2006. Diversification of Neoaves: integration of molecular sequence data and fossils. *Biology Letter*, 2, 543–U54.

Fewster, R.M., Buckland, S.T., Siriwardena, G.M., Baillie, S.R., Wilson, J.D. 2000. Analysis of population trends for farmland birds using generalized additive models. *Ecology* 81, 1970–1984.

Fox J, Weisberg S. 2019. *An R Companion to Applied Regression*, Third edition. Sage, Thousand Oaks CA.

Fraisl D *et al.* 2020. Mapping citizen science contributions to the UN sustainable development goals. *Sustainability Science* 15, 1735-1751. <https://doi.org/10.1007/s11625-020-00833-7>

Fraixedas S *et al.* 2015. Impacts of climate and land-use change on wintering bird populations in Finland. *Journal of Avian Biology*, 46, 63-72.

Fraixedas S *et al.* 2020. A state-of-the-art review on birds as indicators of biodiversity: Advances, challenges, and future directions. *Ecological Indicator*, 118, 106728.

Fritz S *et al.* 2019. Citizen science and the United Nations Sustainable Development Goals. *Nature Sustainability*, 2, 922-930.

Gelman AJ *et al.* 2003. *Bayesian Data Analysis* (second ed.), Chapman & Hall/CRC, Boca Raton, FL, USA (2003)

Gregory RD *et al.* 2003. Using birds as indicators of biodiversity. *Ornis Hungarica*, 12–13, 11-24.

Gregory RD *et al.* 2005. Developing indicators for European birds. *Philos. T. Roy. Soc. B*, 360, 269-288. <https://doi.org/10.1098/rstb.2004.1602>

- Hillis DM. 1997. Phylogenetic analysis. *Current Biology*, 7, PR129-R131.
- Jetz W *et al.* 2012. The global diversity of birds in space and time. *Nature* 491, 444–448.
- Jones M *et al.* 2018. One-third of global protected land is under intense human pressure. *Science*, 360: 788-791.
- Julliard R, Jiguet F, Couvet D & Thuiller W. 2003. Immigration and occurrence models to predict local extinction in a French bird fauna facing regional climate warming. *Oecologia*, 135(2), 409-419.
- Kelling *et al.* 2015. Can Observation Skills of Citizen Scientists Be Estimated Using Species Accumulation Curves? *PLOS ONE*
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0139600>
- Ko JC-J *et al.* 2017. Point count sampling data from the Taiwan Breeding Bird Survey. *Taiwan Journal of Biodiversity* 19(4), 243-254.
- Ko JC-J. 2020. The Taiwan Breeding Bird Survey Data. Version 1.8. Taiwan Endemic Species Research Institute. Sampling event dataset <https://doi.org/10.15468/qqkhd5> accessed via GBIF.org on 2021-09-06.
- Lin, D-L, Maron M, Amano T, Chang A-Y & Fuller RA. 2022. Using empirical data analysis and expert opinion to identify habitat associations in farmland birds. *Ibis*. <https://doi.org/10.1111/ibi.13179>
- Lin D-L, Ko JC-J, Amano T, Hsu C-T, Fuller RA, Maron M, Fan M-W, Pusner S, Wu T-Y, Wu S-H, Chen W-J, Bayraktarov E, Mundkur T, Lin R-S, Ding T-S, Lee Y-J & Lee P-F. 2023. Taiwan's Breeding Bird Survey reveals very few declining species. *Ecological Indicators*, 146, 109839. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.109839>
- Loh J *et al.* 2005. The living planet index: using species population time series to track trends in biodiversity *Philosophical Transactions of the Royal Society B – Biological Sciences*, 360, 289-295.
- Martins EP, Hansen TF. 1997. Phylogenies and the comparative method: a general approach to incorporating phylogenetic information into the analysis of interspecific data. *The American Naturalist* 149: 646–667.
- Maxwell SL *et al.* 2016. Biodiversity: The ravages of guns, nets and bulldozers. *Nature*, 536, 143–145.
- McKinley DC *et al.* 2017. Citizen science can improve conservation science, natural resource management, and environmental protection. *Biological Conservation*, 208, 15–28.

Nicholson E *et al.* 2021. Scientific foundations for an ecosystem goal, milestones and indicators for the post-2020 global biodiversity framework. *Nature Ecology & Evolution*. <https://doi.org/10.1038/s41559-021-01538-5>

Noble DG & Stevens DK. 2011. Estimating national population sizes: 2009 breeding bird survey. Thetford: British Trust for Ornithology.

Orme DR *et al.* 2018. caper: Comparative Analyses of Phylogenetics and Evolution in R. R package version 1.0.1. Website: <https://CRAN.R-project.org/package=caper>.

Pereira HM, Cooper D. 2006. Towards the global monitoring of biodiversity change. *Trends in Ecology Evolution*, 21(3): 123-129.

Pimm SL *et al.* 2014. The biodiversity of species and their rates of extinction, distribution, and protection *Science* 344, 1246752. DOI: 10.1126/sciadv.1400253

Plummer M *et al.* 2021. rjags: Bayesian Graphical Models using MCMC version 4-12. R packages <https://cran.r-project.org/web/packages/rjags/index.html>

R Core Team. 2020. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

Rotman D *et al.* 2012. Dynamic changes in motivation in collaborative citizen-science projects. DBLP DOI: 10.1145/2145204.2145238

Secretariat of the Convention on Biological Diversity. 2020. Global Biodiversity Outlook 5. Montreal.

Smith AC, Edwards BPM. 2020. North American Breeding Bird Survey status and trend estimates to inform a wide range of conservation needs, using a flexible Bayesian hierarchical generalized additive model. *Ornithological Applications*, 123, duaa065.

SoIB 2020. State of India's Birds, 2020: Range, trends and conservation status. The SoIB Partnership. Pp 50

Spiegelhalter DJ *et al.* 2003. WinBUGS Version 1.4 User Manual. MRC Biostatistics Unit, University of Cambridge, Cambridge, UK.

Sullivan BL *et al.* 2014. The eBird enterprise: An integrated approach to development and application of citizen science. *Biological Conservation* 169: 31-40.

Sullivan BL *et al.* 2017. Using open access observational data for conservation action: A case study for birds. *Biological Conservation*, 208, 5-14.

ter Braak CJF, van Strien AJ, Meijer R, Verstrael TJ. 1994. Analysis of monitoring data with many missing values: which method? In: Hagemeyer EJM, Verstrael TJ, (Eds.), *Bird Numbers 1992. Distribution, Monitoring and Ecological Aspects. Proceedings 12th International Conference of IBCC and EOAC, Noordwijkerhout, The Netherlands*. Statistics Netherlands, Voorburg/Heerlen, SOVON, Beek-Ubbergen, pp. 663–673.

Theobald EJ *et al.* 2015. Global change and local solutions: Tapping the unrealized potential of citizen science for biodiversity research. *Biological Conservation*, 181, 236-244.

Tittensor DP *et al.* 2014. A mid-term analysis of progress towards international biodiversity targets. *Science*, 346, 241–244.

Tsai P-Y *et al.* 2020. A trait dataset for Taiwan's breeding birds. *Biodiversity Data Journal* 8: e49735.

Tu H-M *et al.* 2020. Different Habitat Types Affect Bird Richness and Evenness. *Scientific Report*, 10, 1221.

United Nations. 2015. Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015, Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development.

Uychiaoco AJ *et al.* 2005. Monitoring and evaluation of reef protected areas by local fishers in the Philippines: tightening the adaptive management cycle. *Biodiversity & Conservation*, 14, 2775-2794.

Van Strien AJ, Van Swaay CA, Termaat T & Soldaat LL. 2013. Opportunistic citizen science data of animal species produce reliable estimates of distribution trends if analysed with occupancy models. *Journal of Applied Ecology*, 50(6), 1450-1458.

Wang W-C. 2019. Climate Change Vulnerability Assessment of Breeding Birds in Taiwan. Master Thesis, National Cheng Kung University.

Watson JEM *et al.* 2018. Protect the last of the wild. *Nature* (comment on 31 Oct 2018)

Youngflesh C. 2018. "MCMCvis: Tools to visualize, manipulate, and summarize MCMC output." *Journal of Open Source Software*, 3(24), 640. doi: 10.21105/joss.00640.

丁宗蘇、吳森雄、吳建龍、阮錦松、林瑞興、楊玉祥、蔡乙榮。2023。2023 年臺灣鳥類名錄。中華民國野鳥學會。臺北，臺灣。

中華民國內政部國土測繪中心。2015。國土利用現況調查成果資料。內政部。

林瑞興等。2016。2016 臺灣鳥類紅皮書名錄。行政院農業委員會特有生物研究保育中心。南投，臺灣。

評選會議委員意見及回覆

委員意見	本中心回覆
委員 1	
(一) 內政部有國家公園生物多樣性資料庫，本案相關資料請依該資料庫之格式和欄位建立資料檔並上傳。	謝謝委員的建議，全案物種資料會依規定上傳到國家公園生物多樣性資料庫。
(二) 相關網格之選擇請先參考前述資料庫已累積之成果後，再作必要之選擇。	謝謝委員的提醒，將依委員建議辦理。
(三) 本案之調查由誰負責？若採公民來執行，是否有先前之訓練？經過數天的訓練後，是否可以勝任調查工作？其偵測度建議能進行同步之比對。	謝謝委員的建議，本案調查會由專業人員執行，同步辦理公民科學家訓練，並參與調查，比對偵測正確性。
(四) 地點之選擇若採分層逢機取樣，其分層之標準為何？	謝謝委員的建議，分層標準包括土地利用型態、植群型態、交通動線、海拔等，詳細內容會於第1次調查前確立，並補充於工作報告書。
(五) 請補充資料上傳之機制。	謝謝委員的建議，全案物種資料會依規定上傳到國家公園生物多樣性資料庫
委員 2	
(一) 陽明山過去與現在都進行了許多鳥類調查，此計畫要建立長期監測方法，是否先了解之前的調查方法？如何和未來此計畫之間銜接？	謝謝委員的建議，本中心正與委託單位討論瞭解過往資源調查之狀況，並以資源調查所選定的樣區為基礎，規劃後續的長期監測工作，並且視資料整合狀況調整分析方法。前人研究資料和本計畫最大的差異為抽樣方式，如果不能分層逢機取樣就無法套用平滑階層模型分析；既有資料可以用 GAM 的方式分析，但比較無法建立系統性比較。另本團隊目前正研議以錄音機搭配人工智慧辨識來作為輔助。
(二) 公民科學一直有其資料品質的問題，所以有什麼突破性的作法來訓練民眾？或如何有效篩選資料品質？	謝謝委員的建議，本中心辦理公民科學的經驗豐富，強化公民科學資料品質的做法包括：辦理訓練課程、落實資料檢核。另動物調查原即存在偵測度差異，本案會以常見鳥類為調查對象，減少偵測誤差。
(三) 在探討影響因子中，欲尋求環境等因子，但是沒有看到方法中提及較多環境（或遊客）之因子。	謝謝委員的提醒，本案所述之親緣關係迴歸分析將運用各鳥種的特性資料進行分析，探討具備那些特性的鳥種有顯著的變化。而鳥類數量與環境因子之間的關係，需要在瞭解前在因子後再進一步探討。如調查結果發現鳥類變化趨

	勢顯著者，可再去檢視其可能原因，以回饋經營管理需求。
委員 3	
(一) 是否明瞭本案欲解決哪種問題？及計畫成果預期能如何應用？	謝謝委員的建議，本案目的在於建立一套適於以公民科學機制執行之鳥類長期監測工作。同時建立陽明山國家公園常見鳥類之單一鳥種趨勢及複合鳥種指標，用以反應鳥類族群趨勢的生物多樣性指標，相關指標可每年更新。上述指標有機會成為亞洲第一個保護區專屬的複合物種指標，無論對臺灣或亞洲的保護區，在透過複合物種指標建立監測體系上，都會是非常重要的先驅範例。
(二) 分層逢機如何分層？	謝謝委員的建議，分層標準包括土地利用型態、植群型態、交通動線、海拔等，詳細內容會於第 1 次調查前確立，並補充於工作報告書。
(三) 調查品質如何確保？是否考量設立 QA/QC 機制。	謝謝委員的建議，本案每一筆鳥類調查紀錄都會由團隊檢核，如有問題會直接聯繫調查員，以確保資料品質。
(四) 指標分析可得趨勢但關鍵處在於有效解讀，因此事前規劃、收集項目是否有涵蓋非鳥類項目？	謝謝委員的建議，本案聚焦於鳥類，並未包含其他生物類群，但若有需求未來亦可嘗試應用於其他生物類群。
(五) 如何與既有調查體系與成果加以整合？	謝謝委員的建議，本中心正與委託單位討論瞭解過往資源調查之狀況，並以資源調查所選定的樣區為基礎，規劃後續的長期監測工作，並且視資料整合狀況調整分析方法。前人研究資料和本計畫最大的差異為抽樣方式，如果不能用分層逢機取樣就無法套用平滑階層模型分析；既有資料可以用 GAM 的方式分析，但比較無法建立系統性比較。另本團隊目前正研議以錄音機搭配人工智慧辨識來作為輔助。
(六) 公民科學調查設計是否有特別要進行設計處，建議可多予著墨。	謝謝委員的建議，將依意見修正。
委員 4	
(一) 本處過去培力猛禽調查志工多年，但大多數仍無法有獨立執行調查，且調查結果只能建立鳥種名錄，本案是否有突破的方法？	謝謝委員的建議，本案採用之族群趨勢及指標建立方法，為目前科學上最理想的分析方式。目前亞洲尚無保育區有相關案例，本案有潛力作為亞洲第一項保護區鳥類指標成果。
(二) 過去 BBS TAIWAN 累積的資料將如何運用於本案？	謝謝委員的建議，BBS TAIWAN 過往之資料 (2011-2020) 將會納入分析中，未來之資料則與資源調查資料納入分析。

<p>(三) 未來如得標，執行方式與長期監測規劃應與本處全區資源調查案整合。</p>	<p>謝謝委員的建議，本團隊將盡力協助整合兩案之鳥類調查成果。</p>
--	-------------------------------------

第一次期中審查委員意見及回覆

委員意見	本中心回覆
<p>一、邱祈榮副教授</p>	
<p>(一) 調查路線與調查點位建議可檢視與既有調查體系相容程度，是否能有互補之功能，同時亦應詳述目前規劃成果。</p>	<p>謝謝委員的建議。本次調查路線皆以園區過去曾規畫過的調查路線為基礎，除非有必要(如危險性較高)，否則皆盡可能不更動調查地點及路線，以利與過往的資料和相關研究呼應比較。</p>
<p>(二) 可檢視既有長期鳥類調查系統在陽明山地區的既有成果，能否進行初步整合之可能性探討？</p>	<p>謝謝委員的建議。本計畫現階段先完成基礎的調查和資料分析機制，未來將可考慮將陽管處歷年的鳥類調查資料整合並嘗試進行分析。</p>
<p>(三) 資料分析過程宜注意長期趨勢下資料的時空自然與人為變異之分離解釋，提供更精準的分析成果，同時也應能反映地區性的生態意義。</p>	<p>謝謝委員的提醒。部分影響因素有類魚我們對於鳥類的瞭解，例如緯度遷徙和海拔遷徙所帶來的影響。若陽管處有相關保育成效或威脅因素需要透過鳥類族群及指標趨勢來因應，本團隊都非常樂於協助。</p>
<p>(四) 公民科學學員訓練是否有 QA/QC 機制？未來收錄之調查資料有無 QA/QC 機制？</p>	<p>謝謝委員的建議。這個專案在學員訓練的過程中實施質量保證/質量控制 (QA/QC) 機制，以確保資料的準確性和一致性。在訓練工作坊結束後，我們會以評估他們在鳥類調查和辨識方面的能力。如果發現任何問題或錯誤，我們會立即提出鳥類調查辨識上的細節，採取措施進行更正。可以幫助我們確保資料的品質。未來收錄的調查資料將會進行 QA/QC 檢查，以確保資料的品質和精確性。我們會採用標準化的方法來驗證資料，例如檢查資料的完整性、一致性、正確性、重複性和缺失值等。此外，我們將定期進行資料清理和修正，以確保資料庫的最新性和可靠性。此外，為了避免志工調查時難免漏掉部分鳥種，我們建議志工在調查時同時錄音，不僅可以調查結束後重新比對，也可以交給資深調查員複查。</p>

<p>(五) 調查路線與點位規劃使用的土地利用圖取自何處？</p>	<p>謝謝委員的建議，土地利用圖取自 2015 年內政部國土測繪中心發布的資料。已加註於內文及引用文獻中。</p>
<p>(六) 報告中年度表示方式 (民國或西元) 建議應予整合。</p>	<p>謝謝委員的建議，已依意見修正。</p>
<p>(七) 鳥調結果分析採北東西三區，是否為分區 (群) 取樣而非分層取樣？</p>	<p>謝謝委員的建議。此處意指調查路線數量之比例與東區、北區及西區的面積比例相當。</p>
<p>二、 洪崇航博士</p>	
<p>(一) 陽管處自 109 年開始執行的「陽明山國家公園資源調查 II」，預計可在 112 年初產製植群變化圖，屆時可供本案套用。該計畫亦將於 112 年舉辦各類長期監測訓練，鳥類部分或可與本案共同規劃執行。</p>	<p>謝謝委員的建議。若有相關資料及需求皆歡迎共同規畫執行。</p>
<p>(二) 本案 111-112 年係由專業鳥調人員執行調查，113 年起將轉為公民科學家，請說明減少資料品質落差落的措施。</p>	<p>謝謝委員的建議。首先轉換為公民科學家執行鳥類調查，並不一定表示資料品質會下降，須視調查員的鳥類觀察經驗而定。此外，趨勢分析及指標建立之鳥種，大多為常見鳥種，鑑定難度較低且偏差不大。若有調查員對特定鳥種經驗有限，未來可規劃加強訓練班及調整調查樣線等方式因應。</p>
<p>(三) 圖 4 (C) 外來鳥種指標包含哪 7 種鳥種？其顯著上昇趨勢似與陽明山境內情況不符。</p>	<p>謝謝委員的建議。7 種外來種為白尾八哥 (<i>Acridotheres javanicus</i>)、家八哥 (<i>Acridotheres tristis</i>)、喜鵲 (<i>Pica serica</i>)、黑領椋鳥 (<i>Gracupica nigricollis</i>)、白腰鵲鴝 (<i>Copsychus malabaricus</i>)、鵲鴝 (<i>Copsychus saularis</i>)、野鴿 (<i>Columba livia</i>)，圖 4 為全國性資料，本園區內外來種鳥類數量不多。</p>
<p>三、 蕭淑碧課長</p>	
<p>本案二子坪樣線與本處 76 年辦理「設置大屯山區陽明山區賞鳥步道可行性研究計畫」樣線一致，建議可比較當時調查結果，或可分析 30 餘年鳥種變化。</p>	<p>謝謝委員的建議。若有相關資料可嘗試進行相關的資料分析。本團隊具備三種不同的分析技術，因應各種不同資料現況分析族群變化趨勢。</p>
<p>四、 華予菁課長</p>	
<p>(一) 本案調查的 16 段樣線是經過分層逢機取樣所選出，報告中有提到取樣條件，但透過何種方式取得 (人工或電腦揀選或估算公式)，研究方法可補充說明。</p>	<p>謝謝委員的建議。樣區初步以電腦依條件逢機挑選，經現場勘查後再視環境現況做適度調整。例如部分樣點路基不明，容易迷路、選到八煙管制區內容易、或是遇到水牛活動區等。</p>

<p>(二) 關於每季需針對鳥調資料整理分析並比較不同區域及不同棲地環境之豐富度，第二章執行成果鳥類數量分析表 4 直接列東、北、西、森林、草生地進行分析，建議於研究方法中界定(定義)東北西不同區域範圍、面積大小及不同棲地環境與穿越線之間的關聯性。</p>	<p>謝謝委員的建議。本項分析技術採用廣義線性混合模型，各項影響因素包括區域別、棲地類型及穿越線都同步納入分析計算中。另面積的影響則於取樣時將各區樣點數量比例與各區域面積比例相應，以弱化不同面積對於鳥類多樣性造成的影響。</p>
<p>(三) 民眾的鳥類調查公民科學計畫為本案重點執行工作之一，可再詳述訓練過程及實際調查過程的發現、限制及待加強的部分提供管理處後續精進參考。調查表單欄位及課程簡報資料可放附錄。</p>	<p>謝謝委員的建議，已依意見修正。</p>
<p>(四) 另本案重點工作之一，可望透過鳥類複合物種指標，長期反映國家公園之經營管理與保育成效。一般來說，需要累積幾年的調查資料來進行趨勢分析？建議於文獻回顧中可多列舉世界保護區利用本指標來反應鳥類生物多樣性動態之案例，另本案後續是否針對園區屬於高度脆弱或敏感之鳥種或類群，提出相對應的保育行動作為保育政策參考。</p>	<p>謝謝委員的建議。本計畫採用的平滑階層模型，大約需執行四次以上的調查，方可建立族群趨勢及複合物種指標。未來貴處對於保育成效或相關議題之威脅風險等，透過鳥類族群趨勢及複合物種指標作探討。相關文獻已增列於前言中。如果特定鳥種或類群被認為是高度脆弱或敏感，可制定相應保育行動，以確保其生存和繁殖環境得到充分保護。保育行動可能包括限制人類干擾、保護特定棲地、控制入侵種等，以確保高度脆弱或敏感的鳥種或類群得到有效保育。</p>
<p>(五) P17 圖 1 鳥類調查點「位」分布圖，圖例自然保護區範圍請修正名稱為國家公園範圍。</p>	<p>謝謝委員的建議，已依意見修正。</p>
<p>(六) P31 各調查穿越線之鳥種數及鳥類數量圖，X 軸穿越線名稱不完整，請補正。</p>	<p>謝謝委員的建議，已依意見修正，並改以表 3 及表 4 呈現。</p>
<p>(七) 本案為跨年度計畫，P34 起各季別、區域及棲地之數量，第一季請註明為 111.3、第二季 111.5。</p>	<p>謝謝委員的建議，已依意見修正。</p>
<p>(八) 本計畫以建立長期[志工參與]監測機制為目標，建議後續報告書於樣線代表性、監測機制及志工參與模式可多做討論與規劃建議。</p>	<p>謝謝委員的建議。樣線代表性以園區內既有之步道為基礎，亦包含嚴格管理之保護區(如礮嘴)，已是相當理想的樣線規劃。監測機制方面，所採用的是世界各國採用的繁殖鳥類調查方法，包括美國及英國皆採用此方法，作為系統性調查的基礎。志工參與模式與本團隊豐富的公民科學管理經驗相同，最重要的</p>

	是未來如何維繫志工持續參與的動機，以及長期提出成果來回貴志工付出心力的成就感。
(九) 雖僅有 2 次調查，尚無法建立趨勢分析，或亦可比較「陽明山國家公園資源調查 II-陽金公路以東/西地區」鳥種差異，分析樣線和調查方法之影響。	謝謝委員的建議，第二次期中報告預期將累積四次調查資料，可建立 2022 年完整的族群趨勢來呈現該物種的年內變化。
(十) 報告書字形大小建議以 12 或 14 為宜。圖例也請調整大小，以利閱讀。	謝謝委員的建議，已依意見修正。
五、 韓志武秘書	
本案調查結果配合本處「陽明山國家公園資源調查 II」分北東西三大樣區分析，認為北區鳥況較差可能受到東北季風影響，惟北區實受竹子山與小觀山阻隔，而竹子山東北面才是東北季風迎風面，分析時宜更謹慎。	謝謝委員的指導，已依意見修正。
六、 張順發副處長	
請保育課妥為整合本案與「陽明山國家公園資源調查 II」，視需要召開跨團隊工作會議，並提供本處過往相關經營管理措施作為團隊分析參考。	謝謝委員的指示，本團隊將配合保育課的相關規劃辦理。

第二次期中審查委員意見及回覆

委員意見	本中心回覆
一、李培芬教授	
(一) 調查點應補充海拔高度、植被、國家公園使用分區類型等資訊；另，可否增加新的調查點，如生態保護區或遊客量較大的地點，或可看出氣候變遷和遊憩壓力的影響。	謝謝委員的建議，目前調查樣區已有涵蓋部分遊憩熱點和生態保護區，未來將再視管理處需求滾動式調整。
(二) 本案之資料建議可以放在國家公園生物多樣性資料庫，並請各調查者調查時拍攝現場照片上傳到資料庫內，以供後續使用，如何上傳請於報告中敘明，資料之內容格式亦請補充。其中樣區之參數建議	謝謝委員的建議，全案物種資料會依規定上傳到國家公園生物多樣性資料庫。

再增加海拔、植被類型等資訊。	
(三) 除了現有分析外，建議可再提出更多之分析建議內容，如 GIS MAPPING、GIS TREND 等。	謝謝委員的建議，未來若有機會本團隊樂於嘗試規劃此類分析。
(四) 附錄 4 中之 Q1~Q4 何義？東、北、西區又是何種資訊？為何沒有南區？森林之類型有可能細分嗎？	謝謝委員的提醒，Q1~Q4 分別指第一季至第四季，地理分區於方法章節中敘述，依陽金公路及巴拉卡公路將園區分區。園區南部被陽金公路一分為二，故未特別分出南區。森林類型若再細分，鳥類資料會更分散，繼而無足夠資料進行分析。
(五) 資料之分析可納入常見種、外來種數量變遷、分布擴張，以及氣候變遷的探討。	謝謝委員的建議，已依建議標示物種特性。分布擴張和其後變遷影響需長期資料，建議長期執行調查後再進行相關議題分析。
(六) 參考文獻 ter Braak CJF 等之文章為何有 1994 和 1992 之差異？林瑞興《2016 臺灣鳥類紅皮書名錄》，出版地「臺北」是否合理？	謝謝委員的建議，該文章於 1994 年出版，研討會論文集則於 1992 年舉行和發布。餘已依意見修正。
(七) 建議提供後續計畫執行之作法。	謝謝委員的建議，我們建議各類保護區可以此機制作為長期生態監測的指標，能有效檢視保育成效。本研究結果顯示，透過系統性公民科學建立鳥監測系統，包括鳥類調查、族群趨勢分析、建置複合物種指標，並同時培訓人員，可長期監測保護區內鳥類多樣性的變化，並反映環境變化及保育成效。建置系統的過程中，也順利完成亞洲第一個保護區專屬的複合物種指標。整體而言，民眾參與鳥類調查公民科學計畫是一個重要的機制，可以為保護區的管理和監測提供有價值的資料。我們將繼續與民間合作，提供更多的訓練和支持，以建立更完善的鳥類監測計畫，並為未來的生態研究和保育工作做出貢獻。在認養樣區、執行調查的過程中，持續熟悉和精進調查的方式和鳥類辨識技巧，能夠增進未來的資料品質。
二、袁孝維教授	
(一) 訓練班的成效不錯，志工也都有學習成長。目前參訓者的年齡層如何？穩定性如何？未來持續經營這些志工、增能，陽管處可以接手？	謝謝委員的建議，目前參與志工之年齡確實偏高，未來建議多推廣研究成果，與相關保育團體合作，招募年輕志工參與鳥類調查工作。本計畫調查員年齡介於 20-40 歲間。

<p>(二) 本報告指森林性與草原性鳥類差異不大，請補充說明。</p>	<p>謝謝委員的提醒，此處所指為依據本計畫調查，森林性和草原性鳥種數的相對密度差異不大。</p>
<p>(三) 本報告指外來種鳥類不多可能與陽管處的經營管理措施有關，是否能進一步說明？</p>	<p>謝謝委員的建議，外來種八哥偏好開闊環境且人類食物資源較豐富之地區，因為多集中於農地及都會區。園區內由於森林茂密且管理狀況良好，不容易形成外來種八哥偏好的環境。</p>
<p>(四) 部分鳥種增(野鴿)、減(五色鳥、紅嘴黑鵯)的可能原因和親緣關係的關聯是什麼？</p>	<p>謝謝委員的建議，五色鳥和紅嘴黑鵯會隨不同季節食物來源的變化而遷移，因此數量變動較明顯。親緣關係是利用 BirdTree 網站上的 100 支系統親緣樹分析不同鳥種族群增減的因素。用於趨勢分析後，探討趨勢變化的可能原因，本人已有兩篇 SCI 期刊論文應用此方法的經驗。Lin et al. 2023 <i>Ecological Indicators</i> 透過此方法發現森林環境穩定使鳥類增加；Lin et al. 2023 <i>Global Ecology and Conservation</i> 發現水稻田流失是蘭陽平原水鳥減少的主要原因。</p>
<p>三、保育研究課</p>	
<p>(一) P.8 本報告以 2011-2019 臺灣地區繁殖鳥類族群變化趨勢分析，建立森林、農地、外來鳥類指標共 3 種複合物種指標，並指印度發表亞洲第 1 項國家級複合物種指標，請補充印度發布的複合指標涵蓋哪些項目。</p>	<p>謝謝委員的建議，印度的國家指標包括森林、濕地、開闊地、其他等四項指標。</p>
<p>(二) 有關 111 年鳥況分析，請敘明係單純採用本案調查結果，或同時整合「陽明山國家公園資源調查 II-陽金公路以東地區」及「陽明山國家公園資源調查 II-陽金公路以西地區」之數據？</p>	<p>謝謝委員的提醒，本計畫資料分析已整合「臺灣繁殖鳥類大調查」、「陽明山國家公園資源調查 II-陽金公路以東地區」及「陽明山國家公園資源調查 II-陽金公路以西地區」之鳥類調查路線及步道系統。同時，111 年納入坪頂古道、大屯主峰、大屯溪古道、中正山產業道路、阿里磅瀑布步道、興福寮_向天池_面天坪、磺嘴之鳥類調查資料。</p>
<p>(三) P.27 111 年調查發現本園北區的鳥種豐富度及鳥類數量相較其他區域皆顯著較低，雖 1 年的資料尚不足以確認為長期狀況，仍請初步論述可能的原因，並建議後續監測需留意之重點。例如，假設 3-5 年資料均有此情形，應同時參考</p>	<p>謝謝委員的建議，就目前的資料來看，可能是北區在秋冬季期間迎東北季風，導致其區域內鳥類密度較低。但此因素為鳥類於園區活動及候鳥抵達時，會到風勢較弱之區域活動，並非北區之環境較差。</p>

<p>哪些數據，以判斷該區鳥況是確實不佳（及其原因）或是因樣線代表性不足？</p>	
<p>（四）P.27 本調查發現本園外來種鳥類數量非常少，請提供「臺灣繁殖鳥類大調查」於園區以外其他類似棲地之資料對照，並推論可能有助於此現象的經營管理作為，以供本處持續觀察。</p>	<p>謝謝委員的建議，外來種八哥偏好開闊環境且人類食物資源較豐富之地區，因為多集中於農地及都會區。園區內由於森林茂密且管理狀況良好，不容易形成外來種八哥偏好的環境。</p>
<p>（五）P.32 現有鳥種資料足以運用平滑階層模型建立族群數量變化趨勢的條件為何（為什麼只有其中 22 種）？請於方法一節補充說明。</p>	<p>謝謝委員的建議，該方法須有充足資料 30 筆以上且至少 5 處以上地點有紀錄，本計畫目前僅有 22 種鳥達此條件。分析其他鳥種會得到非常寬的信賴區間(>10,000)，獲得之趨勢不確定性太高，探討意義不大。</p>
<p>（六）P.40 親緣關係回歸分析，如何從親緣關係結果來看各物種族群增減？其結果是否可解釋各鳥種棲地、海拔範圍、受威脅程度等在經營管理上的意義？</p>	<p>謝謝委員的建議，親緣關係是利用 BirdTree 網站上的 100 支系統親緣樹來分析不同鳥種族群增減的因素。用於趨勢分析後，探討趨勢變化的可能原因，本人已有兩篇 SCI 期刊論文應用此方法的經驗。Lin et al. 2023 <i>Ecological Indicators</i> 透過此方法發現森林環境穩定使鳥類增加；Lin et al. 2023 <i>Global Ecology and Conservation</i> 發現水稻田流失視蘭陽平原水鳥減少的主要原因。</p>
<p>（七）P.41 本案公民科學家培訓 111 年和 112 年均為 1 場初階（2 天）和 1 場進階（分 3 組小班授課），請修正相關敘述。長期監測人力培養不易，鳥調尤其門檻高，本案設計之篩選培訓機制對其他長期監測人力培訓應有參考價值，請盡量補充於報告書。</p>	<p>謝謝委員的建議，將於期末報告書中呈現。</p>
<p>（八）P.41 有關學員受訓成果係僅為初階結束，目前 2 年度學員均已完成 2-3 次繁殖季調查練習，請於期末一併分析練習情形，並建議後續持續增能之機制與 113 年起自主調查之人力安排。</p>	<p>謝謝委員的建議，將於期末報告書中呈現。</p>
<p>（九）111 和 112 年共計有 45 人符合服勤資格，但能擔任主調者恐怕不逾 10 人，每年 3、5 月需分別完成 16 條樣線之調</p>	<p>謝謝委員的建議，本次培訓人員測驗分數達 75 以上者共有 16 人，可每人執行一條樣線。在安排彈性上，調查能力較佳者可安排兩條以上的調查路線，而調查能力較差者陪</p>

查，考量天氣、交通、個人行程安排等因素可能會遭遇不少困難。請於期末報告建議後續如調查人力不足可能因應的作法。	同學習。此外，我們建議志工在調查時同時錄音，不僅可以調查結束後重新比對，也可以交給資深調查員複查。
(十) 如本園鳥類資源能透過本案所設立之機制持續累積，則本處下次全區大調查鳥類部分建議如何規劃？	謝謝委員的提醒，就鳥類部分建議延續本計畫建立之調查機制，且建議增加調查頻率，無需於全區大調查才進行。如此在全區大調查期間，鳥類調查可照常運作，相關資源可運用於其他生物類群。
四、韓志武秘書	
(一) 外來種八哥在本園確實少見，可能原因為何？	謝謝委員的建議，外來種八哥偏好開闊環境且人類食物資源較豐富之地區，因為多集中於農地及都會區。園區內由於森林茂密且管理狀況良好，不容易形成外來種八哥偏好的環境。
(二) 五色鳥於本次報告顯示為下降，推測原因為何？	謝謝委員的建議，五色鳥會隨不同季節食物來源的變化而遷移，因此數量變動較明顯。
五、楊處長模麟	
請補充說明本案目前整合「陽明山國家公園資源調查II-陽金公路以西地區」資料之情形。	謝謝委員的提醒，本計畫資料分析已整合「臺灣繁殖鳥類大調查」、「陽明山國家公園資源調查II-陽金公路以東地區」及「陽明山國家公園資源調查II-陽金公路以西地區」之鳥類調查路線及步道系統。同時，111年納入坪頂古道、大屯主峰、大屯溪古道、中正山產業道路、阿里磅瀑布步道、興福寮_向天池_面天坪、磺嘴之鳥類調查資料。

期末審查委員意見及回覆

委員意見	本中心回覆
一、李培芬教授	
(一) 從圖 1 而言，不同樣線內之樣點，有部分之點位似有太近之問題，請確認各點之距離均大於 200 公尺。	謝謝委員的建議，經確認各點之距離均大於 200 公尺。部分樣線之間距離偏近是因為要整合管理處 10 年大調查的樣線，惟仍建議維持這 16 條樣線，以因應公民科學可能發生調查不穩定的問題。
(二) 建議將各調查點之棲地類型、海拔高度……等資訊建立一個資料庫。	謝謝委員的建議，已更新附錄 9。
(三) 本案已進入期末階段，報告書請勿再使用「將」、「預計」等未來用語撰寫。	謝謝委員的建議，已依意見修正。

<p>(四) 整體趨勢分析較為複雜，不見得適合管理處後續之利用，建議可考慮提出較簡易上手之指標和分析。</p>	<p>謝謝委員的建議，未來管理處採用 BBS Taiwan 的繁殖鳥類調查方法，於每年 3 月和 5 月進行 16 條樣線的鳥類資源調查。調查結果將回傳至 BBS Taiwan 與全國的資料綜合分析，亦可特別針對陽明山國家公園園區內的鳥況獨立分析。</p>
<p>(五) 本案僅有 16 條樣線，後續應盡量固定完成全部樣線調查，惟考量現實之不確定性，本案建議後續需執行至少 12 條樣線，是否可直接依據各樣線之代表性，選定這 12 條線並指定應調查之月份和方法。</p>	<p>謝謝委員的建議，本案建立的 16 條樣線可視為核心樣區，應盡量定期完成調查，由於志工參與調查的突發狀況相當多，因此建議不用限定哪一條是必要的，只須注意同一條樣線不宜一直未做調查。當 16 條樣線可以穩定執行後，可以考慮再增加樣區。</p>
<p>(六) P.55 提及未來可擴大公民科學之項目，但因為有分類上的限制，過去臺灣在林務局階段曾有嘗試，但目前僅餘鳥類和兩棲類。未來或許可以考慮蝴蝶和蜻蜓。</p>	<p>謝謝委員的建議，已依意見修正。</p>
<p>(七) 十年大調查之資料來源，請說明清楚。</p>	<p>謝謝委員的建議，十年大調查之資料來源為管理處及計畫執行團隊提供。</p>
<p>(八) 請補充 P.14 所提分層逢機取樣，請補充說明哪些「層」？</p>	<p>謝謝委員的建議，取樣條件包括：</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 樣點必須位於步道或車道系統上； (2) 必須位於陽明山國家公園範圍內； (3) 排除軍事管制區及步道路況不佳之路線。 <p>抽樣之路線及調查位置如圖 1a、圖 1b。</p> <p>分層逢機取樣條件包括：</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 調查路線屬於森林樣區及草生地樣區(包括農地及草生地)的面積比例相當； (2) 調查路線數與東區、北區及西區的面積比例相當。東區為陽金公路以東地區，北區為陽金公路以西、巴拉卡公路以北之地區，西區為陽金公路以西、巴拉卡公路以南之地區。
<p>(九) 建議將後續管理處之操作方式，以附錄呈現。</p>	<p>謝謝委員的建議，已增列附錄 10。</p>
<p>(十) 建議可考量陽明山國家公園之特色，將可執行公民科學之項目，如青斑蝶、路殺、地景變遷之年間監測納入建議事項，但頻度不一定需要每年均執行。</p>	<p>謝謝委員的建議，已依意見修正。</p>

<p>(十一) 目前在臺北市區大眾關注的麻雀和外來種八哥的課題，這些物種可以納入單一鳥種族群趨勢之分析內容。部份物種分析提及顯著減少的趨勢，如何說明其原因建議可再多加深入探究。</p>	<p>謝謝委員的建議，已建議管理處作為後續研究規劃的參考。</p>
<p>二、陳奕全技士</p>	
<p>(一) 目前資料是否顯示園區內留鳥數量季節間的變化？</p>	<p>謝謝委員的建議，第二次期中分析 111 年的資料，內容即呈現季節間變化。留鳥數量季節性不顯著，鳥種季節性變化原因主要來自冬候鳥加入。</p>
<p>(二) 報告書建議未來每年至少維持 12 條樣線的調查，是否可以明確建議哪 12 條是必要的樣線？</p>	<p>謝謝委員的建議，本案建立的 16 條樣線可視為核心樣區，應盡量定期完成調查，由於志工參與調查的突發狀況相當多，因此建議不用限定哪一條是必要的，只須注意同一條樣線不宜一直未做調查。當 16 條樣線可以穩定執行後，可以考慮再增加樣區。</p>
<p>(三) 本案建立的複合式鳥種指標是否也適用北臺灣低海拔森林？如可適用，則此指標與現有森林環境鳥類指標的使用差異為何？</p>	<p>謝謝委員的建議，國家公園範圍外的干擾太多，國家公園的指標不太適合作為北臺灣低海拔森林指標，北臺灣的整體鳥類指標目前林保署的綠網計畫已有建置。</p>
<p>三、高千雯科員</p>	
<p>(一) P29 共域物種沒有出現代表的可能現象或意義為何？</p>	<p>謝謝委員的建議，可以暗示該物種無法抵達該地區，或無法競爭勝過共域物種。</p>
<p>(二) P34 「單一鳥種族群趨勢」一節比對之過往調查及園區植被變遷資料，請註明資料來源。</p>	<p>謝謝委員的建議，資料來自內政部國土測繪中心 2015 年的調查成果。</p>
<p>(三) P69 回應袁孝維教授意見 (一) 有關招募建議，可再補充於正文建議事項。</p>	<p>謝謝委員的建議，已依建議修正。</p>
<p>(四) P53 (二) 和 (三) 標題文句似未完整。</p>	<p>謝謝委員的建議，已依建議修正。</p>
<p>(五) P98 附錄 9 「鳥類調查樣點表」請依委員意見補充「海拔高度」與「土地覆蓋」。</p>	<p>謝謝委員的建議，已依建議修正。</p>
<p>(六) 錯漏字： 1. P34 L17 森林與草原之「間」的變化也不明顯。 2. P69 (四) 「陽」金公路一分為二。(六) 「於」似為贅</p>	<p>謝謝委員的建議，已依建議修正。</p>

<p>字。二、(一)「參」與志工之年齡確實偏高。</p> <p>3. P70 水稻田流失「是」蘭陽平原水鳥減少的主要原因。</p> <p>4. P71 (五) 30「筆」以上。</p>	
<p>四、華予菁科長</p>	
<p>(一) 10 年 1 次的大調查確實無法反映園區鳥類資源的變化，未來如能透過本案建立的公民科學調查機制持續累積基礎資料，將更有助於長期趨勢的分析與建立。</p>	<p>謝謝委員的建議，期待明年的執行成果</p>
<p>(二) 本案 2 年所培訓的志工認養的樣區是否足夠？是否需要再培力新的志工？</p>	<p>謝謝委員的建議，本案在這兩年培訓的志工皆可有效執行調查。考量長期營運，持續招募和培訓新志工都是必要的工作。</p>
<p>(三) 建議圖 1 可改套疊本處今年完成的植群圖。</p>	<p>謝謝委員的建議，已依意見修正。考量資訊不同，另增列為圖 1b。</p>
<p>(四) 報告書摘要有關分區的敘述請於後方以括號補充說明指涉範圍。</p>	<p>謝謝委員的建議，已依意見修正。</p>
<p>五、韓志武秘書</p>	
<p>(一) 有關鳥種趨勢的文字分析與圖 4 不易互相參照，建議補充說明識讀方法。</p>	<p>謝謝委員的建議，已依意見修正。</p>
<p>(二) P27 圖片建議置換為本案執行照片。</p>	<p>謝謝委員的建議，已依意見修正。</p>
<p>(三) 結論與建議內容稍有混淆，建議調整。</p>	<p>謝謝委員的建議，已依意見修正。</p>

附錄

附錄 1、陽明山國家公園鳥類名錄

中文名	普遍性	學名	科名	特有性	保育等級
琵嘴鴨	罕見	<i>Spatula clypeata</i>	雁鴨科 Anatidae		
赤膀鴨	罕見	<i>Mareca strepera</i>	雁鴨科 Anatidae		
花嘴鴨	罕見	<i>Anas zonorhyncha</i>	雁鴨科 Anatidae		
綠頭鴨	罕見	<i>Anas platyrhynchos</i>	雁鴨科 Anatidae		
小水鴨	罕見	<i>Anas crecca</i>	雁鴨科 Anatidae		
臺灣山鷓鴣	罕見	<i>Arborophila crudigularis</i>	雉科 Phasianidae	特有種	III
臺灣竹雞	常見	<i>Bambusicola sonorivox</i>	雉科 Phasianidae	特有種	
野鴿	常見	<i>Columba livia</i>	鳩鴿科 Columbidae		
灰林鴿	罕見	<i>Columba pulchricollis</i>	鳩鴿科 Columbidae		
金背鳩	常見	<i>Streptopelia orientalis</i>	鳩鴿科 Columbidae	特有亞種	
紅鳩	偶見	<i>Streptopelia tranquebarica</i>	鳩鴿科 Columbidae		
珠頸斑鳩	常見	<i>Streptopelia chinensis</i>	鳩鴿科 Columbidae		
翠翼鳩	罕見	<i>Chalcophaps indica</i>	鳩鴿科 Columbidae		
綠鳩	偶見	<i>Treron sieboldii</i>	鳩鴿科 Columbidae		
番鴉	偶見	<i>Centropus bengalensis</i>	杜鵑科 Cuculidae		
噪鴉	罕見	<i>Eudynamis scolopaceus</i>	杜鵑科 Cuculidae		

中文名	普遍性	學名	科名	特有性	保育等級
小杜鵑	罕見	<i>Cuculus poliocephalus</i>	杜鵑科 Cuculidae		
北方中杜鵑	罕見	<i>Cuculus optatus</i>	杜鵑科 Cuculidae		
叉尾雨燕	罕見	<i>Apus pacificus</i>	雨燕科 Apodidae		
小雨燕	常見	<i>Apus nipalensis</i>	雨燕科 Apodidae	特有亞種	
白腹秧雞	偶見	<i>Amaurornis phoenicurus</i>	秧雞科 Rallidae		
灰腳秧雞	罕見	<i>Rallina eurizonoides</i>	秧雞科 Rallidae	特有亞種	
山鵲	罕見	<i>Scolopax rusticola</i>	鵲科 Scolopacidae		
田鵲	罕見	<i>Gallinago gallinago</i>	鵲科 Scolopacidae		
黑鸛	罕見	<i>Ciconia nigra</i>	鸛科 Ciconiidae		II
東方白鸛	罕見	<i>Ciconia boyciana</i>	鸛科 Ciconiidae		I
蒼鷺	偶見	<i>Ardea cinerea</i>	鷺科 Ardeidae		
大白鷺	偶見	<i>Ardea alba</i>	鷺科 Ardeidae		
小白鷺	常見	<i>Egretta garzetta</i>	鷺科 Ardeidae		
黃頭鷺	常見	<i>Bubulcus ibis</i>	鷺科 Ardeidae		
綠蓑鷺	罕見	<i>Butorides striata</i>	鷺科 Ardeidae		
夜鷺	偶見	<i>Nycticorax nycticorax</i>	鷺科 Ardeidae		
黑冠麻鷺	常見	<i>Gorsachius melanolophus</i>	鷺科 Ardeidae		

中文名	普遍性	學名	科名	特有性	保育等級
埃及聖鵟	罕見	<i>Threskiornis aethiopicus</i>	鵟科 Threskiornithidae		
魚鷹	罕見	<i>Pandion haliaetus</i>	鵟科 Pandionidae		II
東方蜂鷹	偶見	<i>Pernis ptilorhynchus</i>	鷹科 Accipitridae		II
大冠鵟	常見	<i>Spilornis cheela</i>	鷹科 Accipitridae	特有亞種	II
林鵟	罕見	<i>Ictinaetus malaiensis</i>	鷹科 Accipitridae		II
灰面鵟鷹	偶見	<i>Butastur indicus</i>	鷹科 Accipitridae		II
鳳頭蒼鷹	常見	<i>Accipiter trivirgatus</i>	鷹科 Accipitridae	特有亞種	II
赤腹鷹	偶見	<i>Accipiter soloensis</i>	鷹科 Accipitridae		II
松雀鷹	常見	<i>Accipiter virgatus</i>	鷹科 Accipitridae	特有亞種	II
北雀鷹	罕見	<i>Accipiter nisus</i>	鷹科 Accipitridae		II
黑鳶	偶見	<i>Milvus migrans</i>	鷹科 Accipitridae		II
白尾海鵟	罕見	<i>Haliaeetus albicilla</i>	鷹科 Accipitridae		I
東方鵟	罕見	<i>Buteo japonicus</i>	鷹科 Accipitridae		II
黃嘴角鵟	罕見	<i>Otus spilocephalus</i>	鵟鵂科 Strigidae	特有亞種	II
領角鵟	偶見	<i>Otus lettia</i>	鵟鵂科 Strigidae	特有亞種	II
翠鳥	偶見	<i>Alcedo atthis</i>	翠鳥科 Alcedinidae		

中文名	普遍性	學名	科名	特有性	保育等級
佛法僧	罕見	<i>Eurystomus orientalis</i>	佛法僧科 Coraciidae		
五色鳥	常見	<i>Psilopogon nuchalis</i>	鬚鶯科 Megalaimidae	特有種	
小啄木	罕見	<i>Yungipicus canicapillus</i>	啄木鳥科 Picidae		
紅隼	罕見	<i>Falco tinnunculus</i>	隼科 Falconidae		II
遊隼	罕見	<i>Falco peregrinus</i>	隼科 Falconidae		II
灰山椒鳥	罕見	<i>Pericrocotus divaricatus</i>	山椒鳥科 Campephagidae		
綠畫眉	偶見	<i>Erpornis zantholeuca</i>	綠鶇科 Vireonidae		
朱鷓	罕見	<i>Oriolus traillii</i>	黃鷓科 Oriolidae	特有亞種	II
大卷尾	常見	<i>Dicrurus macrocercus</i>	卷尾科 Dicruridae	特有亞種	
小卷尾	偶見	<i>Dicrurus aeneus</i>	卷尾科 Dicruridae	特有亞種	
黑枕藍鶇	常見	<i>Hypothymis azurea</i>	王鷓科 Monarchidae	特有亞種	
紅尾伯勞	偶見	<i>Lanius cristatus</i>	伯勞科 Laniidae		III
臺灣藍鶇	常見	<i>Urocissa caerulea</i>	鶇科 Corvidae	特有種	III
樹鶇	常見	<i>Dendrocitta formosae</i>	鶇科 Corvidae	特有亞種	
喜鶇	罕見	<i>Pica serica</i>	鶇科 Corvidae		
星鴉	罕見	<i>Nucifraga caryocatactes</i>	鶇科 Corvidae	特有亞種	

中文名	普遍性	學名	科名	特有性	保育等級
巨嘴鴉	罕見	<i>Corvus macrorhynchos</i>	鴉科 Corvidae		
黃腹山雀	罕見	<i>Periparus venustulus</i>	山雀科 Paridae		
赤腹山雀	罕見	<i>Sittiparus castaneoventris</i>	山雀科 Paridae	特有種	II
小雲雀	罕見	<i>Alauda gulgula</i>	百靈科 Alaudidae		
灰頭鷓鴣	常見	<i>Prinia flaviventris</i>	扇尾鷓鴣科 Cisticolidae		
褐頭鷓鴣	常見	<i>Prinia inornata</i>	扇尾鷓鴣科 Cisticolidae	特有亞種	
東方大葦鶯	罕見	<i>Acrocephalus orientalis</i>	葦鶯科 Acrocephalidae		
臺灣叢樹鶯	罕見	<i>Locustella alishanensis</i>	蝗鶯科 Locustellidae	特有種	
棕沙燕	罕見	<i>Riparia chinensis</i>	燕科 Hirundinidae		
洋燕	常見	<i>Hirundo tahitica</i>	燕科 Hirundinidae		
金腰燕	常見	<i>Cecropis daurica</i>	燕科 Hirundinidae		
赤腰燕	偶見	<i>Cecropis striolata</i>	燕科 Hirundinidae		
東方毛腳燕	罕見	<i>Delichon dasypus</i>	燕科 Hirundinidae		
白環鸚嘴鶇	偶見	<i>Spizixos semitorques</i>	鶇科 Pycnonotidae	特有亞種	
白頭翁	常見	<i>Pycnonotus sinensis</i>	鶇科 Pycnonotidae	特有亞種	
紅嘴黑鶇	常見	<i>Hypsipetes leucocephalus</i>	鶇科 Pycnonotidae	特有亞種	
黃眉柳鶯	偶見	<i>Phylloscopus inornatus</i>	柳鶯科 Phylloscopidae		

中文名	普遍性	學名	科名	特有性	保育等級
褐色柳鶯	罕見	<i>Phylloscopus fuscatus</i>	柳鶯科 Phylloscopidae		
淡腳柳鶯	罕見	<i>Phylloscopus tenellipes</i>	柳鶯科 Phylloscopidae		
極北柳鶯	偶見	<i>Phylloscopus borealis</i>	柳鶯科 Phylloscopidae		
短尾鶯	罕見	<i>Urosphena squameiceps</i>	樹鶯科 Scotocercidae		
棕面鶯	罕見	<i>Abroscopus albogularis</i>	樹鶯科 Scotocercidae		
遠東樹鶯	偶見	<i>Horornis canturians</i>	樹鶯科 Scotocercidae		
粉紅鸚嘴	常見	<i>Sinosuthora webbiana</i>	鶯科 Sylviidae	特有亞種	
冠羽畫眉	罕見	<i>Yuhina brunneiceps</i>	繡眼科 Zosteropidae	特有種	III
斯氏繡眼	常見	<i>Zosterops simplex</i>	繡眼科 Zosteropidae		
山紅頭	常見	<i>Cyanoderma ruficeps</i>	畫眉科 Timaliidae	特有亞種	
小彎嘴	常見	<i>Pomatorhinus musicus</i>	畫眉科 Timaliidae	特有種	
大彎嘴	常見	<i>Megapomatorhinus erythrocnemis</i>	畫眉科 Timaliidae	特有種	
頭烏線	常見	<i>Schoeniparus brunneus</i>	雀眉科 Pellorneidae	特有亞種	
繡眼畫眉	常見	<i>Alcippe morrisonia</i>	噪眉科 Leiothrichidae	特有種	
大陸畫眉	罕見	<i>Garrulax canorus</i>	噪眉科 Leiothrichidae		II

中文名	普遍性	學名	科名	特有性	保育等級
臺灣畫眉	罕見	<i>Garrulax taewanus</i>	噪眉科 Leiothrichidae	特有種	II
棕噪眉	罕見	<i>Ianthocincla poecilorhyncha</i>	噪眉科 Leiothrichidae	特有種	II
白耳畫眉	罕見	<i>Heterophasia auricularis</i>	噪眉科 Leiothrichidae	特有種	III
鷓鴣	罕見	<i>Troglodytes troglodytes</i>	鷓鴣科 Troglodytidae	特有亞種	
河鳥	罕見	<i>Cinclus pallasii</i>	河鳥科 Cinclidae		
黑領棕鳥	罕見	<i>Gracupica nigricollis</i>	八哥科 Sturnidae		
家八哥	偶見	<i>Acridotheres tristis</i>	八哥科 Sturnidae		
白尾八哥	偶見	<i>Acridotheres javanicus</i>	八哥科 Sturnidae		
白氏地鷓	偶見	<i>Zoothera aurea</i>	鷓科 Turdidae		
白眉鷓	罕見	<i>Turdus obscurus</i>	鷓科 Turdidae		
赤腹鷓	偶見	<i>Turdus chrysolaus</i>	鷓科 Turdidae		
白腹鷓	偶見	<i>Turdus pallidus</i>	鷓科 Turdidae		
斑點鷓	偶見	<i>Turdus eunomus</i>	鷓科 Turdidae		
灰斑鷓	罕見	<i>Muscicapa griseisticta</i>	鷓科 Muscipidae		
烏鷓	罕見	<i>Muscicapa sibirica</i>	鷓科 Muscipidae		
寬嘴鷓	罕見	<i>Muscicapa dauurica</i>	鷓科 Muscipidae		
鵲鷓	罕見	<i>Copsychus saularis</i>	鷓科 Muscipidae		
黃腹琉璃	罕見	<i>Niltava vivida</i>	鷓科 Muscipidae	特有亞種	III

中文名	普遍性	學名	科名	特有性	保育等級
白腹琉璃	罕見	<i>Cyanoptila cyanomelana</i>	鶇科 Muscicapidae		
臺灣紫嘯鶇	常見	<i>Myophonus insularis</i>	鶇科 Muscicapidae	特有種	
小剪尾	罕見	<i>Enicurus scouleri</i>	鶇科 Muscicapidae	特有亞種	II
野鶇	罕見	<i>Calliope calliope</i>	鶇科 Muscicapidae		
藍尾鶇	罕見	<i>Tarsiger cyanurus</i>	鶇科 Muscicapidae		
白眉黃鶇	罕見	<i>Ficedula mugimaki</i>	鶇科 Muscicapidae		
鉛色水鶇	偶見	<i>Phoenicurus fuliginosus</i>	鶇科 Muscicapidae	特有亞種	III
黃尾鶇	常見	<i>Phoenicurus aureus</i>	鶇科 Muscicapidae		
藍磯鶇	罕見	<i>Monticola solitarius</i>	鶇科 Muscicapidae		
朱連雀	罕見	<i>Bombycilla japonica</i>	連雀科 Bombycillidae		
綠啄花	罕見	<i>Dicaeum minullum</i>	啄花科 Dicaeidae	特有亞種	
白腰文鳥	常見	<i>Lonchura striata</i>	梅花雀科 Estrildidae		
斑文鳥	偶見	<i>Lonchura punctulata</i>	梅花雀科 Estrildidae		
黑頭文鳥	罕見	<i>Lonchura atricapilla</i>	梅花雀科 Estrildidae		III
麻雀	常見	<i>Passer montanus</i>	麻雀科 Passeridae		
東方黃鵲鶇	罕見	<i>Motacilla tschutschensis</i>	鵲鶇科 Motacillidae		
白鵲鶇	偶見	<i>Motacilla alba</i>	鵲鶇科 Motacillidae		

中文名	普遍性	學名	科名	特有性	保育等級
樹鵲	偶見	<i>Anthus hodgsoni</i>	鵲鴝科 Motacillidae		
花雀	罕見	<i>Fringilla montifringilla</i>	雀科 Fringillidae		
黃雀	罕見	<i>Spinus spinus</i>	雀科 Fringillidae		
金鵲	罕見	<i>Emberiza aureola</i>	鵲科 Emberizidae		II
小鵲	罕見	<i>Emberiza pusilla</i>	鵲科 Emberizidae		
黑臉鵲	偶見	<i>Emberiza spodocephala</i>	鵲科 Emberizidae		
黃眉鵲	罕見	<i>Emberiza chrysophrys</i>	鵲科 Emberizidae		

附錄 2、單一物種族群趨勢 R 語言程式碼

```
usepackage <- c("reshape2", "R2jags", "MCMCvis", "ggplot2", "tidyverse")
install.packages(usepackage[!(usepackage %in% installed.packages()[,1])])
sapply(usepackage, library, character.only = TRUE)

f_name <- dir(pattern = ".csv")
d_name <- f_name %>% gsub("(^.*).csv$", "\\1", x = .)
sapply(d_name, dir.create)

for (fi_name in f_name) {

  t0 <- Sys.time()

  # load site-year matrix
  data1<-read.csv(fi_name)
  Years<-ncol(data1)-1
  N.site<-nrow(data1)

  # set output directory
  di_name <- fi_name %>% gsub("(^.*).csv$", "\\1", x = .)
  setwd(di_name)

  # convert data into dataframe format
  data2<-data.frame(site=rep(seq_len(N.site), each=(Years)),
                    year=rep(1:Years, N.site),
                    count=NA)
  data.melt <- melt(data1, id.vars="site", measure.vars=colnames(data1)[-1])
  data.melt <- data.melt[order(data.melt$site, data.melt$variable),]
  data2$count <- data.melt$value

  # remove NAs
  data2 <- na.omit(data2)
  data2

  # Setting for running model
  data<-list("Years", "N.site", "N.data", "Y", "SITE", "YEAR")
  parameters<-c("ind", "chg", "yr", "sd", "st")
  inits <- function() {
    list(yr=rnorm(Years, mean = 0, sd = 1),
         tau=rgamma(3, shape=100, scale=0.01),
```

```

        st=rnorm(N.site, mean=0, sd=1)
      )
}

# Run model (this took about 1.5 mins on my laptop with this dataset)
start <- Sys.time()
res <- jags(data = data, inits = inits,
           parameters.to.save = parameters,
           model.file="model.txt",
           n.chains=3, n.iter=20000,
           n.burnin=10000, n.thin=4)

print(Sys.time()-start)

# Save summary result
pdf("summary.pdf")
plot(res)
dev.off()
write.csv(res$BUGSoutput$summary,"summary.csv")
# check r-hat values in this file; r-hat < 1.1 for all parameters indicates model conversion

# Save posterior samples (THIS COULD BE A BIG FILE)
write.csv(MCMCchains(res),"sims.csv")

# check trace plot; three chains well mixed indicate model conversion
MCMCtrace(res, open_pdf = FALSE)
dev.off()

summaryindex <- MCMCsummary(res, params="ind")[,c("2.5%", "50%", "97.5%")]
summaryindex$Year <- 2011:2019
colnames(summaryindex)[1:3] <- c("LowerCI", "Median", "UpperCI")

pdf("index.pdf")
ggplot(summaryindex, aes(Year)) +
  geom_line(aes(y=Median), colour="red", size=1.5) +
  scale_x_continuous(breaks = c(2011:2019)) +
  geom_ribbon(aes(ymin=LowerCI, ymax=UpperCI), alpha=0.2) +
  ylab("Index (100 in 2011)") + theme_bw() +
  theme(text = element_text(size = 18))
dev.off()

```

附錄 3、複合物種指標趨勢 R 語言程式碼

```
## load packages
usepackage <- c("reshape2", "R2jags", "MCMCvis", "ggplot2", "tidyverse", "remotes")
install.packages(usepackage[!(usepackage %in% installed.packages()[,1])])
sapply(usepackage, function(x) library(x, character.only = TRUE))

usepackage_github <- c("choosecolor")
if(!(usepackage_github %in% installed.packages()[,1])){
  remotes::install_github("MarcoDVisser/choosecolor")
}
sapply(usepackage_github, function(x) library(x, character.only = TRUE))

## load data
sp_list <- choose.files()
sp_label <- sp_list %>% gsub("^.*{0-9}{3}_{[A-z]+}_sims\\.csv$", "\\1", x = .)
# assign species data (*.csv) to "sp*" variables
for(i in 1:length(sp_list)){
  assign(
    x = paste0("sp", i),
    value = read_csv(sp_list[i])
  )
}

## input the first AD year
year_start <- 2011

## calculate input number of species and number of indices
n_sp <- length(sp_list)

n_ind <- sp1 %>% colnames() %>% grep("^ind[[0-9]+[[[]]]$", ., value = TRUE) %>% length()

## function: sample index from species data (sort by index number)
sample_ind <- function(sp){
  indi <- paste0("ind[",
    1:(grep("ind", colnames(sp), value = TRUE) %>% length()),
    "]"
  )
}

spi_ind <- matrix(nrow = length(indi), ncol = 1) %>% `rownames`->`(., indi)
spi_indi <- sp %>% select(., indi) %>% slice_sample(., n = 1) %>% t()
```

```

for(i in 1:length(spi_ind)){
  spi_ind[i, ] <- spi_indi[paste0("ind[",i,"]"), ]
}
return(spi_ind %>% as_tibble())
}

## function: sample indices from multiple species
sample_data <- function(sp_list){
  sp_ind <- matrix(nrow = n_ind, ncol = n_sp)
  for(i in 1:n_sp){
    spi_ind <- paste0("sp", i) %>% sym() %>% eval() %>% sample_ind()
    sp_ind[, i] <- spi_ind %>% pull()
    rm(list = c("spi_ind"))
  }
  sp_ind <- sp_ind %>% `colnames`<-`(. , sp_label) %>% as_tibble()
  return(sp_ind)
}

## function: composite index multi-times
# write to *.rds
sample_times <- function(sp_list, times = 10,
  file.name = list(
    paste0("../spInd_", format(Sys.time(), "%Y%m%d"), ".rds"),
    paste0("../comindYr_", format(Sys.time(), "%Y%m%d"), ".rds")
  )
){
  sp_ind.list <- list()
  comind_yr.list <- list()

  for(i in 1:times){
    # sample indies
    sp_ind <- sample_data(sp_list)
    # composite index to AD year
    comind_yr <- sp_ind %>% mutate_all(., log) %>% transmute(CompInd =
exp(rowMeans(.))) %>% mutate(year = seq(from = year_start, length.out = n_ind))
    sp_ind.list[[i]] <- sp_ind
    comind_yr.list[[i]] <- comind_yr
    rm(list = c("sp_ind", "comind_yr"))
  }
}

```

```

if(i %% 10 == 0) {
  cat(i, "/", times, "\n")
}

if(i %% 100 == 0 | i == times){
  saveRDS(object = sp_ind.list, file = file.name[[1]])
  saveRDS(object = comind_yr.list, file = file.name[[2]])
  cat("...save the moment...")
}
}
}

## run sample process
t0 <- Sys.time()
sample_times(sp_list, 1000)
Sys.time() - t0

sp_ind.list <- readRDS("../spInd_20210806.rds")
comind_yr.list <- readRDS("../comindYr_20210806.rds")

# reshape sp_ind.list to long-table
sp_ind.list <- lapply(1:length(sp_ind.list), function(i){
  sp_ind.list[[i]] <- sp_ind.list[[i]] %>% melt() %>%
    bind_cols(Ind_name = rep(paste0("ind", 1:n_ind), times = n_sp),
              Sample_times = i, .) %>%
    suppressMessages()
}) %>%
  bind_rows() %>%
  `colnames<-`(., c("Ind_name", "Sample_times", "Sp_name", "Ind_value"))

# reshape comind_yr.list to long-table
comind_yr.list <- lapply(1:length(comind_yr.list), function(i){
  comind_yr.list[[i]] <- comind_yr.list[[i]] %>% bind_cols(Sample_times = i, .) %>%
    suppressMessages()
}) %>%
  bind_rows() %>%
  `colnames<-`(., c("Sample_times", "ComInd", "Year"))

```

```

# extract confident intervals(2.5%, 97.5%)
comind_yr.ci <- comind_yr.list %>%
  group_by(Year) %>%
  summarise(qnt_0025 = quantile(ComInd, prob = 0.025),
            qnt_0500 = quantile(ComInd, prob = 0.500),
            qnt_0975 = quantile(ComInd, prob = 0.975)
  )
# plot
colour <- color.choose()
p_print <- ggplot() +
  scale_x_continuous(breaks = c(year_start:(year_start + n_ind - 1))) +
  geom_ribbon(
    mapping = aes(x = Year,
                  ymin = qnt_0025,
                  ymax = qnt_0975),
    data = comind_yr.ci,
    alpha = 0.2) +
  geom_line(
    mapping = aes(x = Year,
                  y = qnt_0500),
    data = comind_yr.ci,
    colour = "red", size = 1.5) +
  ylab("Index (100 in 2011)") + theme_bw() +
  theme(text = element_text(size = 18))
write.csv(comind_yr.list, "comind_yr_SigIntro.csv")
# geom_line(
# mapping = aes(x = Year,
#               # y = ComInd,
#               # group = Sample_times),
# data = comind_yr.list,
# colour = "#FF0000", alpha = 0.1, size = 0.2) +

```

附錄 4、親緣關係回歸分析 R 語言程式碼

```
library(caper)
library(ggplot2)
library(yaml)
library(dplyr)
library(tidyverse)
library(car)

# checking multicollinearity
all.dat <- read.csv("D:/Ch3_0729/Phylogeny/all_birds_trait_0824standard.csv")
model_forest <- lm(X50.00. ~ endemic + threat_num + Forest + Native + BodyMassMean +
  ElevRange + ClutchSize, all.dat)
car::vif(model_forest)

# phylogenetic comparative methods
setwd("D:/Ch3_0729/Phylogeny/all_birds/")
all.nexus <- read.nexus("D:/Ch3_0729/Phylogeny/output0824.nex")

sink("all_birds_forest.txt")
for(i in 1:length(all.nexus)){
  cdat <- comparative.data(data=all.dat, phy=all.nexus[[i]], names.col="treeID")
  mod_fo <- pgls(X50.00. ~ endemic + threat_num + Forest + Native + BodyMassMean
    + ElevRange + ClutchSize, cdat)
  print(summary(mod_fo))
}
sink()
```



附錄 5、鳥類名錄及數量

中文名	學名	數量
八哥	<i>Acridotheres cristatellus</i>	4
叉尾雨燕		2
大卷尾	<i>Dicrurus macrocercus</i>	6
大冠鷲	<i>Spilornis cheela</i>	18
大陸畫眉	<i>Garrulax canorus</i>	2
大彎嘴	<i>Erythrogonys erythrocnemis</i>	345
小白鷺	<i>Egretta garzetta</i>	2
小雨燕	<i>Apus nipalensis</i>	155
小鷓	<i>Emberiza pusilla</i>	1
小鷲	<i>Horornis fortipes</i>	9
小彎嘴	<i>Pomatorhinus musicus</i>	779
山紅頭	<i>Cyanoderma ruficeps</i>	515
中白鷺	<i>Ardea intermedia</i>	1
五色鳥	<i>Psilopogon nuchalis</i>	808
日本歌鵲	<i>Larvivora akahige</i>	4
北方中杜鵑	<i>Cuculus optatus</i>	1
臺灣/大陸畫眉	<i>Garrulax canorus / taewanus</i>	8
臺灣山鷓鴣	<i>Arborophila crudigularis</i>	6
臺灣竹雞	<i>Bambusicola sonorivox</i>	413
臺灣松雀鷹	<i>Accipiter virgatus</i>	15
臺灣畫眉	<i>Garrulax taewanus</i>	12
臺灣紫嘯鶇	<i>Myophonus insularis</i>	39
臺灣藍鵲	<i>Urocissa caerulea</i>	187
白氏地鶇	<i>Zoothera aurea</i>	2
白尾八哥	<i>Acridotheres javanicus</i>	6
白腹鶇	<i>Turdus pallidus</i>	12
白頭翁	<i>Pycnonotus sinensis</i>	832
朱連雀	<i>Bombycilla japonica</i>	18
灰山椒鳥	<i>Pericrocotus divaricatus</i>	2
灰斑鶇	<i>Muscicapa griseisticta</i>	2
灰頭黑臉鶇	<i>Emberiza spodocephala</i>	27
灰頭鷓鴣	<i>Prinia flaviventris</i>	134
灰鶇鶇	<i>Motacilla cinerea</i>	24
赤腰燕	<i>Cecropis striolata</i>	3

中文名	學名	數量
赤腹山雀	<i>Sittiparus castaneiventris</i>	64
赤腹鶇	<i>Turdus chrysolaus</i>	6
夜鷺	<i>Nycticorax nycticorax</i>	1
東方黃鶇鶇	<i>Motacilla tschutschensis</i>	2
東方蜂鷹	<i>Pernis ptilorhynchus</i>	11
松雀鷹	<i>Accipiter virgatus</i>	2
林鶇	<i>Ictinaetus malaiensis</i>	2
金背鳩	<i>Streptopelia orientalis</i>	41
金腰燕	<i>Cecropis daurica</i>	6
度冬鶇	<i>Turdus sp.</i>	19
柳鶇科	Phylloscopidae	2
洋燕	<i>Hirundo tahitica</i>	3
紅鳩	<i>Streptopelia tranquebarica</i>	2
紅嘴黑鶇	<i>Hypsipetes leucocephalus</i>	432
家燕	<i>Hirundo rustica</i>	71
珠頸斑鳩	<i>Spilopelia chinensis</i>	4
粉紅鸚嘴	<i>Sinosuthora webbiana</i>	140
深山竹雞	<i>Arborophila crudigularis</i>	11
野鳩	<i>Calliope calliope</i>	58
野鴿	<i>Columba livia</i>	2
野鴉	<i>Emberiza sulphurata</i>	2
雀形目	Passeriformes	3
雀鷹屬	<i>Accipiter sp.</i>	1
麻雀	<i>Passer montanus</i>	3
斑文鳥	<i>Lonchura punctulate</i>	4
斯氏繡眼	<i>Zosterops simplex</i>	34
棕面鶇	<i>Abroscopus albogularis</i>	1
番鶇	<i>Centropus bengalensis</i>	15
畫眉	<i>Garrulax canorus / taewanus</i>	9
短尾鶇	<i>Urosphena squameiceps</i>	9
黃尾鶇	<i>Phoenicurus aureus</i>	2
黃眉柳鶇	<i>Phylloscopus inornatus</i>	13
黃連雀	<i>Bombycilla garrulus</i>	1
黃腰柳鶇	<i>Phylloscopus proregulus</i>	2
黃嘴角鶇	<i>Otus spilocephalus</i>	2
黃頭鶇	<i>Bubulcus ibis</i>	18

中文名	學名	數量
黑枕藍鶺	<i>Hypothymis azurea</i>	18
黑冠麻鷺	<i>Gorsachius melanolophus</i>	2
黑喉噪眉	<i>Pterorhinus chinensis</i>	4
極北柳鶯複合群	<i>Phylloscopus borealis / examinandus / xanthodryas</i>	2
鳩鴿科	<i>Columbidae</i>	2
綠畫眉	<i>Erpornis zantholeuca</i>	131
綠簑鷺	<i>Butorides striata</i>	1
綠繡眼	<i>Zosterops simplex</i>	141
翠鳥	<i>Alcedo atthis</i>	3
遠東樹鶯	<i>Horornis canturians</i>	7
遠東樹鶯/日本樹鶯	<i>Horornis canturians / diphone</i>	3
領角鴉	<i>Otus lettia</i>	1
鳳頭蒼鷹	<i>Accipiter trivirgatus</i>	8
樹鵲	<i>Dendrocitta formosae</i>	610
樹鵲	<i>Anthus hodgsoni</i>	5
燕屬	<i>Hirundo sp.</i>	2
頭烏線	<i>Schoeniparus brunneus</i>	51
繡眼畫眉	<i>Alcippe morrisonia</i>	551

附錄 6、各鳥種(含物種以上階層)於各季別、區域、及棲地之數量。

鳥種	Q1	Q2	Q3	Q4	森林	草地	東區	北區	西區
八哥	0	4	0	0	4	0	0	0	4
大卷尾	0	6	0	0	6	0	0	0	6
大冠鷲	6	2	1	4	10	3	2	4	7
大陸畫眉	2	0	0	0	2	0	0	0	2
大彎嘴	44	48	72	75	161	78	96	84	59
小白鷺	1	0	0	1	2	0	2	0	0
小雨燕	5	68	60	2	131	4	62	5	68
小鷓	0	0	1	0	0	1	0	0	1
小鷺	1	3	0	0	0	4	4	0	0
小彎嘴	142	110	162	146	303	257	242	150	168
山紅頭	129	64	77	88	124	234	207	27	124
中白鷺	0	1	0	0	1	0	1	0	0
五色鳥	163	242	123	45	374	199	190	156	227
日本歌鴿	1	0	0	3	2	2	3	1	0
臺灣竹雞	106	62	51	63	171	111	137	61	84
臺灣松雀鷹	2	2	4	7	13	2	6	7	2
臺灣畫眉	3	9	0	0	1	11	0	0	12
臺灣紫嘯鶇	5	9	5	7	18	8	12	11	3
臺灣藍鵲	20	30	55	44	106	43	81	29	39
白氏地鶇	0	0	0	2	0	2	0	1	1
白尾八哥	6	0	0	0	0	6	6	0	0
白腹鶇	5	0	1	6	10	2	1	0	11
白頭翁	179	155	114	154	192	410	361	117	124
灰斑鶇	0	0	0	2	2	0	2	0	0
灰頭黑臉鶇	8	0	0	15	1	22	20	1	2
灰頭鷓鶇	23	32	5	12	13	59	69	0	3
灰鶇鶇	3	0	8	10	11	10	13	6	2
赤腰燕	0	3	0	0	0	3	3	0	0
赤腹山雀	9	12	10	17	43	5	17	18	13
赤腹鶇	5	0	0	1	6	0	0	0	6
夜鶇	0	1	0	0	1	0	1	0	0
東方黃鶇鶇	0	0	0	1	1	0	1	0	0
東方蜂鷹	0	10	0	0	0	10	0	10	0
林鶇	2	0	0	0	1	1	2	0	0
金背鳩	19	3	3	1	13	13	4	10	12
金腰燕	0	0	6	0	3	3	3	3	0
度冬鶇	9	0	0	10	14	5	5	14	0
柳鶇科	2	0	0	0	2	0	2	0	0
洋燕	0	0	0	3	3	0	1	0	2

鳥種	Q1	Q2	Q3	Q4	森林	草地	東區	北區	西區
紅鳩	0	2	0	0	2	0	0	0	2
紅嘴黑鶯	120	100	15	26	172	89	100	89	72
家燕	53	0	18	0	53	18	43	26	2
珠頸斑鳩	4	0	0	0	1	3	0	4	0
粉紅鸚嘴	34	24	15	39	8	104	73	0	39
深山竹雞	2	3	1	5	6	5	5	1	5
野鳩	5	0	2	48	20	35	43	4	8
野鴿	0	2	0	0	0	2	0	2	0
野鴉	0	0	0	2	0	2	2	0	0
雀形目	0	0	3	0	3	0	0	3	0
雀鷹屬	0	1	0	0	0	1	0	1	0
麻雀	0	3	0	0	3	0	0	0	3
斑文鳥	4	0	0	0	4	0	0	0	4
棕面鶯	0	0	0	1	1	0	0	0	1
番鶉	0	7	1	0	3	5	8	0	0
畫眉	1	3	5	0	2	7	7	0	2
短尾鶯	3	0	0	4	5	2	3	1	3
黃眉柳鶯	2	1	1	5	7	2	1	3	5
黃腰柳鶯	1	0	0	0	1	0	0	1	0
黃嘴角鴉	2	0	0	0	2	0	0	0	2
黃頭鶯	0	9	9	0	11	7	13	0	5
黑枕藍鶯	9	1	2	4	10	6	1	6	9
黑冠麻鶯	1	0	0	1	1	1	0	1	1
黑喉噪眉	0	1	0	0	0	1	1	0	0
極北柳鶯群	0	0	1	1	0	2	0	2	0
綠畫眉	31	20	10	23	65	19	35	36	13
綠簔鶯	1	0	0	0	1	0	1	0	0
綠繡眼	43	13	13	72	77	64	65	31	45
翠鳥	1	2	0	0	3	0	3	0	0
遠東樹鶯	6	0	0	1	2	5	2	3	2
遠東樹鶯群	3	0	0	0	1	2	0	3	0
領角鴉	1	0	0	0	1	0	0	0	1
鳳頭蒼鷹	1	3	1	0	4	1	1	1	3
樹鵲	80	88	193	128	297	192	176	204	109
樹鸚	1	0	0	2	1	2	2	1	0
燕屬	1	1	0	0	1	1	2	0	0
頭烏線	9	9	1	9	27	1	11	5	12
繡眼畫眉	138	71	66	111	220	166	154	140	92

附錄 7、鳥類資源調查初階訓練班簡章

2023 年鳥類資源調查初階訓練班簡章

課程目的：長期且在地的定點觀察、是掌握環境變遷的重要線索；而標準化的調查方法，讓觀察紀錄更有應用性。本課程希望能加強學員熟悉標準化的鳥類調查方法與鳥類鳴唱聲音，提升鳥類調查能力與資料正確性，藉以推動陽明山國家公園的鳥類資源調查公民科學。

指導單位：陽明山國家公園管理處

主辦單位：行政院農業委員會特有生物研究保育中心

課程時間及上課地點：

2023 年 2 月 8-9 日(星期三~四)

陽明山國家公園菁山自然中心(台北市士林區菁山路 101 巷 89 號)

講師陣容：

1. **蔡明剛老師**(BBS Taiwan 助理，鳥類觀察約 15 年，賞鳥經驗豐富。鳥類繁殖季時需在各種海拔的樣區進行調查，對臺灣低、中、高海拔的常見鳥音瞭如指掌。是 Ebird 和 Merlin 的重度使用者，熟悉其功能與應用。)
2. **呂翊維老師**(社團法人中華民國野鳥學會秘書長，參與 BBS Taiwan 調查約八年，NYBC Taiwan 主辦人之一，目前致力於 eBird Taiwan 的推廣。12 年以上的野外鳥調經驗，喜歡聽鳥鳴，只要聽到鳥叫聲就會腦海中自動辨識鳥種。近年在鳥會與社大擔任鳥音課程的講師，希望讓更多人認識鳥音的趣味。)
3. **范孟雯老師**(特生中心助理研究員。BBS Taiwan 負責人。)

課程名額：30 人 (因活動需辦理保險，採事先報名制，恕不接受現場報名)

參與對象：陽管處人員及志工



線上報名：請填寫[線上報名表單](#)。

注意事項：1. 本課程採事先報名制，恕不接受現場報名。

2. 報名表單中的賞鳥經歷、參與動機和測驗結果，將為錄取優先順序

之重要參考資料，請仔細填答。

3. 本課程將辦理保險，請參加學員提供相關資料。

4. 戶外調查和賞鳥實習裝備請自理(包括智慧型手機或平板、臺灣野鳥手繪圖鑑和輕便雙筒望遠鏡)。

5. 全程參與的學員，可申請公教人員終身學習時數及環境教育學習時數各 11 小時。

6. 本活動會有攝影需求，凡參加者視同同意現場課程紀錄之照片肖像權，授權往後課程宣傳使用。

7. 為愛護地球、減少垃圾，請自備餐具與水壺。

課程表：

日期 時間	2月8日 課程內容	日期 時間	2月9日 課程內容
08:30-09:00	學員報到	07:00-09:00	鳥類辨識和 調查技巧戶外實習 (120分鐘)
09:00-10:40	繁殖鳥類調查方法 (100分鐘)	09:00-09:20	休息
10:40-10:50	休息	09:20-10:10	野外調查常見問題 解析和研討 (50分鐘)
10:50-11:50	初階鳥音辨識技巧(一) (60分鐘)	10:10-10:30	休息
11:50-13:00	午餐	10:30-11:20	調查實測與解析 (50分鐘)
13:00-14:00	初階鳥音辨識技巧(二) (60分鐘)	11:20-11:30	休息
14:00-14:10	休息	11:30-12:00	BBS Taiwan 成果介紹 (30分鐘)
14:10-15:50	鳥類辨識工具介紹和實作 (100分鐘)		
15:50-16:00	休息		
16:00-17:00	調查實習(室內課) (60分鐘)		

附錄 8、鳥類資源調查進階班-精緻導師班簡章

2023 年鳥類資源調查進階班-精緻導師班簡章

課程目的：長期且在地的定點觀察、是掌握環境變遷的重要線索；而標準化的調查方法，讓觀察紀錄更有應用性。為確保戶外課程品質，本課程以小班方式進行。由資深鳥類調查員為導師，帶領學員至樣區現場練習實作調查流程、指導現場聆聽到的鳥音和辨識要點與研討調查時的注意事項。希望能加強學員熟悉標準化的鳥類調查方法與鳥類鳴唱聲音，增進學員鳥類調查能力與自信心並提升資料正確性，藉以推動陽明山國家公園的鳥類資源調查公民科學。

指導單位：陽明山國家公園管理處

主辦單位：行政院農業委員會特有生物研究保育中心

課程時間：(舉辦三場，每位志工可參與一場課程)：

2023 年 3 月 7 日(星期二)

2023 年 3 月 8 日(星期三)

2023 年 3 月 9 日(星期四)

上課地點：

冷水坑遊客服務站及其周邊步道(台北市士林區菁山路 101 巷 170 號)

講師陣容：

呂翊維老師(社團法人中華民國野鳥學會秘書長，參與 BBS Taiwan 調查近十年，NYBC Taiwan 主辦人之一，目前致力於 eBird Taiwan 的推廣，對陽明山國家公園區內的鳥類非常熟稔。具有 12 年以上的野外鳥調經驗，喜歡聽鳥鳴，只要聽到鳥叫聲就會腦海中自動辨識鳥種。近年在鳥會與社大擔任鳥音課程的講師，希望讓更多人認識鳥音的趣味。

課程名額：每場 10 人，3 場共計 30 人 (因活動需辦理保險，採事先報名制，恕不接受現場報名)

參與對象：陽管處志工

線上報名：請填寫[線上報名表單](#)。



課程表(3場)：

日期 時間	3月7日 課程內容	3月8日 課程內容	3月9日 課程內容
06:00-09:00	鳥類辨識和 調查技巧戶外實習 (180分鐘) 呂翊維講師 3hr*1	鳥類辨識和 調查技巧戶外實習 (180分鐘) 呂翊維講師 3hr*1	鳥類辨識和 調查技巧戶外實習 (180分鐘) 呂翊維講師 3hr*1

- 注意事項：**
- 1.本課程採事先報名制，恕不接受現場報名
 - 2.訓練對象為須參加過初階訓練班且已認養樣區之學員。
 - 3.本課程將辦理保險。
 - 4.本課程為3小時戶外課程，裝備請自理(包括智慧型手機或平板、調查記錄紙、筆、輕便雙筒望遠鏡、防曬裝備、水)。
 - 5.全程參與的學員，可申請公教人員終身學習時數及環境教育學習時數各3小時。
 - 6.本活動會有攝影需求，凡參加者視同同意現場課程紀錄之照片肖像權，授權往後課程宣傳使用。

附錄 9、本計畫鳥類調查樣點表

樣點	緯度	經度	樣線	棲地	海拔(m)	區域
七星 01	25.17684	121.54796	七星	草生地	815	東
七星 02	25.17331	121.5487		草生地	926	東
七星 03	25.16974	121.55078		草生地	1,062	東
七星 04	25.17034	121.55398		草生地	1,097	東
七星 05	25.16813	121.55418		草生地	957	東
七星 06	25.1661	121.55407		草生地	946	東
七星 07	25.16702	121.55658		草生地	961	東
石梯 07	25.15067	121.59295	石梯	草生地	761	東
石梯 08	25.14749	121.59397		草生地	742	東
石梯 09	25.14528	121.59436		草生地	699	東
石梯 10	25.1442	121.59612		草生地	699	東
石梯 11	25.14041	121.59853		草生地	689	東
石梯 12	25.13777	121.60236		草生地	616	東
冷擎 01	25.16502	121.56008	冷擎	草生地	893	東
冷擎 02	25.16636	121.56157		草生地	829	東
冷擎 03	25.16618	121.56323		草生地	741	東
冷擎 04	25.16573	121.56506		草生地	728	東
冷擎 05	25.16569	121.56721		草生地	736	東
冷擎 06	25.16454	121.56944		草生地	732	東
冷擎 07	25.16324	121.57217		草生地	726	東
礮嘴 01	25.1656	121.57954	礮嘴	森林	775	東
礮嘴 02	25.16544	121.58307		森林	772	東
礮嘴 03	25.16419	121.58775		森林	772	東
礮嘴 04	25.16403	121.59233		森林	779	東
礮嘴 05	25.169	121.59927		森林	753	東
礮嘴 06	25.17244	121.60209		森林	803	東
礮嘴 07	25.17631	121.60428		森林	914	東
八連 01	25.22116	121.54636	八連古道與二坪頂古道	森林	622	北
八連 10	25.2242	121.55822		森林	681	北
八連 02	25.21967	121.54895		森林	662	北
八連 03	25.2175	121.55031		森林	704	北
八連 04	25.2161	121.55261		森林	740	北
八連 05	25.22222	121.54388		森林	577	北

樣點	緯度	經度	樣線	棲地	海拔(m)	區域
八連 06	25.22405	121.54653		森林	549	北
八連 07	25.2239	121.54985		森林	550	北
八連 08	25.22415	121.55253		森林	556	北
八連 09	25.22416	121.55523		森林	599	北
大屯溪古道 01	25.20729	121.51965	大屯溪 古道	森林	336	北
大屯溪古道 02	25.20567	121.5225		森林	398	北
大屯溪古道 03	25.20392	121.52673		森林	452	北
大屯溪古道 04	25.20201	121.52752		森林	484	北
大屯溪古道 05	25.19914	121.52966		森林	548	北
大屯溪古道 06	25.19779	121.53297		森林	636	北
阿里磅 07	25.22926	121.58347	阿里磅 瀑布步 道	森林	460	北
阿里磅 09	25.22527	121.58099		森林	600	北
阿里磅 08	25.22614	121.58331		森林	507	北
阿里磅 10	25.22587	121.57839		森林	620	北
阿里磅 11	25.22491	121.57599		森林	620	北
阿里磅 12	25.22622	121.57409		森林	608	北
阿里磅 05	25.23405	121.587		森林	324	北
阿里磅 06	25.23169	121.58451		森林	394	北
大屯主峰線 09	25.18315	121.52921	大屯主 峰線	草生地	835	西
大屯主峰線 10	25.18306	121.52674		草生地	901	西
大屯主峰線 11	25.18172	121.52472		草生地	981	西
大屯主峰線 12	25.18003	121.52295		草生地	1,075	西
大屯主峰線 13	25.17784	121.52214		草生地	1,088	西
大屯主峰線 14	25.17554	121.52225		草生地	840	西
中正山 15	25.17531	121.53705	中正山 產業道 路-大屯 西峰	森林	688	西
中正山 16	25.17807	121.53595		森林	689	西
中正山 17	25.17748	121.53268		森林	688	西
中正山 18	25.17556	121.53009		森林	679	西
中正山 19	25.17236	121.52986		森林	666	西
中正山 20	25.16984	121.52878		森林	659	西
中正山 21	25.1677	121.52709		森林	673	西
中正山 22	25.16578	121.52486		森林	695	西
中正山 23	25.164	121.52314		森林	697	西
興福寮 30	25.16717	121.49302		森林	464	西
興福寮 31	25.16915	121.49446		森林	542	西

樣點	緯度	經度	樣線	棲地	海拔(m)	區域
興福寮 32	25.17152	121.49487	興福寮- 向天池- 面天坪	森林	642	西
興福寮 33	25.17243	121.49725		森林	764	西
興福寮 34	25.17198	121.4999		森林	820	西
興福寮 35	25.16998	121.50135		森林	794	西
興福寮 36	25.16849	121.50343		森林	788	西
興福寮 37	25.16848	121.50616		森林	781	西
溪股農場 A01-02-01	25.18479	121.57343		溪股農 場 A01- 02	草生地	460
溪股農場 A01-02-02	25.18778	121.57504	草生地		389	北
溪股農場 A01-02-03	25.18645	121.57323	草生地		435	北
溪股農場 A01-02-04	25.18715	121.57067	草生地		397	北
溪股農場 A01-02-05	25.18919	121.5716	草生地		387	北
溪股農場 A01-02-06	25.19101	121.57235	草生地		368	北
溪股農場 A01-02-07	25.1901	121.57025	草生地		343	北
溪股農場 A01-02-08	25.19152	121.56886	草生地		344	北
溪股農場 A01-02-09	25.18863	121.56867	草生地		387	北
溪股農場 A01-02-10	25.18659	121.56846	草生地		422	北
擎天崗 A01-11-01	25.1636	121.5733	擎天崗 A01-11	草生地	729	東
擎天崗 A01-11-02	25.16685	121.57497		草生地	760	東
擎天崗 A01-11-03	25.167	121.57816		草生地	742	東
擎天崗 A01-11-04	25.16829	121.5801		草生地	655	東
擎天崗 A01-11-05	25.16979	121.58176		草生地	580	東
擎天崗 A01-11-06	25.17144	121.58367		草生地	545	東
七星山公園 A04-05-01	25.15916	121.5475	七星山 公園 A04-05	森林	583	東
七星山公園 A04-05-02	25.16083	121.55		森林	654	東
七星山公園 A04-05-03	25.16222	121.55694		森林	780	東
七星山公園 A04-05-04	25.16361	121.55249		森林	759	東
七星山公園 A04-05-05	25.16444	121.55527		森林	840	東
七星山公園 A04-05-06	25.16361	121.5575		森林	856	東
中正山 A04-17-01	25.15195	121.52035	中正山 A04-17	森林	411	西
中正山 A04-17-02	25.15423	121.51999		森林	387	西
中正山 A04-17-03	25.15565	121.51793		森林	515	西
中正山 A04-17-04	25.15794	121.51732		森林	601	西
中正山 A04-17-05	25.15706	121.51477		森林	615	西
中正山 A04-17-06	25.15628	121.51226		森林	544	西
中正山 A04-17-07	25.15391	121.561143		森林	367	西

樣點	緯度	經度	樣線	棲地	海拔(m)	區域
中正山 A04-17-08	25.15208	121.513		森林	338	西
中正山 A04-17-09	25.15007	121.51343		森林	286	西
天溪園 A04-06-01	25.12467	121.58801	天溪園 A04-06	森林	222	東
天溪園 A04-06-02	25.12675	121.58936		森林	259	東
天溪園 A04-06-03	25.13078	121.59043		森林	306	東
天溪園 A04-06-04	25.13213	121.59241		森林	425	東
天溪園 A04-06-05	25.13523	121.59957		森林	484	東
天溪園 A04-06-06	25.13222	121.59723		森林	448	東
天溪園 A04-06-07	25.12959	121.59603		森林	429	東
天溪園 A04-06-08	25.12808	121.59351		森林	432	東
天溪園 A04-06-09	25.12402	121.59292		森林	391	東
天溪園 A04-06-10	25.12257	121.59114		森林	298	東
八煙 01	25.19681	121.59516	八煙	草生地	228	北
八煙 02	25.19344	121.59271		草生地	269	北
八煙 03	25.18992	121.5923		草生地	299	北
八煙 04	25.18778	121.58929		草生地	327	北
八煙 05	25.18616	121.58456		草生地	345	北
八煙 06	25.18964	121.58712		草生地	324	北
八煙 07	25.18776	121.58569		草生地	345	北

附錄 10、後續執行公民科學長期監測之簡易流程

