

GRB 編號：PG10002-0633

代表性生態系經營研究— 霧林帶指標物種建立監測第三期

受委託者：國立東華大學

研究主持人：許育誠

研究助理：洪美珠

太魯閣國家公園管理處委託研究報告

中華民國 100 年 12

本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見

目次

表次	III
圖次	V
摘要	VII
第一章 緒論	1
第一節 研究緣起與背景	1
第二節 蒐集之資料、文獻分析	3
第二章 研究方法及過程	9
第一節 果園環境的鳥類相調查	9
第二節 森林與果園環境的鳥類相調查	11
第三節 血液寄生蟲的檢測	12
第三章 研究成果	15
第一節 鳥類繫放	15
第二節 農地環境的鳥類相調查	16
第三節 禽瘧疾病原蟲的檢測	24
第四章 結果與建議	33
第一節 討論與結論	33
第二節 建議	36
附錄一 「代表性生態系經營研究－霧林帶指標物種建立 監測第三期」期中簡報會議紀錄	39
附錄二 「代表性生態系經營研究－霧林帶指標物種建立 監測第三期」期末簡報會議紀錄	41

參考書目 43

表次

表 1. 2011 年 1 至 4 月，西寶農地每月以固定努力量所捕獲 的鳥類名錄 · · · · ·	17
表 2. 慈恩樣區以固定努力量，每月繫放所捕獲的鳥類 ·	19
表 3. 慈恩地區繫放名錄 · · · · ·	20
表 4. 西寶和慈恩二農地各月所採集的鳥類樣本感染禽瘧疾 的情況 · · · · ·	25
表 5. 畫眉科鳥類禽瘧疾檢測結果 · · · · ·	27
表 6. 各種畫眉科鳥類感染的禽瘧疾病原蟲的基因單型 ·	28
表 7. 太魯閣地區鳥類禽瘧疾在各鳥種間的盛行率 · · ·	32

圖次

- 圖 1. 2009 年 12 月至 2011 年 4 月間，利用固定努力量，各月份在西寶農場所繫放的鳥類種數和隻次數 . . . 16
- 圖 2. 2011 年 3-11 月慈恩地區各月份繫放的鳥類種數和數量 18
- 圖 3. 慈恩地區森林、果園邊緣和果園內各月份所紀錄的鳥類種數 22
- 圖 4. 慈恩果園各月果樹成長情形 23
- 圖 5. 各種畫眉禽瘧疾寄生蟲基因單型的親源關係圖 . . 30

摘要

關鍵詞：鳥類、繫放、農地、禽瘧疾

一、研究緣起

太魯閣國家公園中海拔的霧林帶地區許多面積受到不同程度的農業活動利用。根據 2010 年的研究顯示，在農田地區活動的鳥類，感染血液寄生蟲的機率較在森林地區活動的鳥類略高。鑲嵌在森林中農地的農業活動所帶來的干擾，可能影響森林性鳥類對農地的使用；但農地也可能提供新的食物來源而有利於鳥類生活。本計畫擬探討在中海拔地區，鳥類對森林和農田二種棲地利用的季節性變化，瞭解在園區中的農業活動，是否對鳥類帶來任何衝擊？並檢測鳥類血液寄生蟲在區內盛行的差異。

二、研究方法及過程

在中海拔的農地進行每月一次、固定努力量的鳥類繫放，並調查農地周遭森林環境出現的鳥類種類、觀察在果園中活動的鳥類種類及活動情形。血液寄生蟲的篩檢則檢測農地環境整年禽瘧疾的盛行率，並分析感染鳥類的血液寄生蟲類型。

三、重要發現

本研究發現不論是以種植蔬菜為主的西寶，或是以種植溫帶水果為主的慈

恩，在農作施做的期間都很少鳥類進入活動，並沒有因為作物收成而吸引鳥類前來啄食，反而是在農作結束後才開始有較多鳥類進入農地中活動。禽瘧疾的篩檢則發現在農地中捕獲的鳥類，其感染率並無明顯變化。只出現在較高海拔的鳥種，不會感染禽瘧疾，但是低海拔的疾病盛行率卻遠低於中高海拔。病原蟲和宿主間具有很強的專一性，推測應該是長期共演化的結果。

四、主要建議事項

根據本年度研究成果及研究過程中的發現和心得，提出以下二項建議：(一) 關注農業區域內農民使用鳥網對鳥類的影響、(二) 進行太魯閣國家公園鳥類的長期繫放。

建議一：立即可行之建議

關注農業區域內農民使用鳥網對鳥類的影響：立即可行之建議

主辦單位：太魯閣國家公園

協辦單位：警察單位、各研究單位、保育團體

在本研究期間，發現在作物將收成時，農民會開始架設鳥網，保護農作物免於被鳥類啄食。但在我們調查這段時間，並沒有發現大量的鳥類在果園中活動，觀察果園中的水果也未見有被啄食的痕跡。這些鳥網大多架設在果園邊緣，經常會捕獲到一些森林性鳥類，且在水果收成後這些鳥網仍然繼續保留，造成更多鳥類無辜死亡。建議未來針對水果收成時鳥類在農地的活動進行更深入的

調查，以確定因鳥類所造成的損失量。並設法透過當地的社區團體，宣導鳥網對鳥類所造成的威脅，並在農作收成後將鳥網撤除。

建議二：中長期建議

進行太魯閣國家公園鳥類的長期繫放

主辦機關：太魯閣國家公園管理處

協辦機關：具鳥類繫放經驗的研究單位或民間團體

建立一地區的物種名錄，是生物多樣性保育最基本的一項工作。我們在2009年迄今的繫放中，一共增加了九種園區內新紀錄鳥種的繫放紀錄，這些鳥類大多偏好在隱密的植被中活動，不易藉由停留時間較短的傳統觀察法察覺。而繫放作業每次會在同一地點中停留較久，相對比較容易偵測（捕捉）到這些鳥種。除增加物種名錄外，藉由繫放可以近距離觀察鳥類，同時可收集許多鳥類的生理樣本，提供許多科學研究所需的材料。而候鳥繫放個體的異地回收，未來更可建立不同研究團隊間的跨國合作，瞭解鳥類遷移的可能路線。

Abstract

Keywords: Bird, Banding, Agricultural land, Avian malaria

1. Introduction

In the Taroko National Park, there are many agricultural lands at the mid-elevation area. According to the previous study, the prevalence of avian malaria in birds was higher for birds found in the agricultural lands than birds found in the forest. Agricultural practices produce a lot of disturbances which may reduce the birds' usage of such habitat. However, the farm land may provide new food for birds, In this study, we aim to investigate how the birds use farmland in the park and the monthly prevalence of avian malaria in the farm land.

2. Materials and methods

We conducted constant bird banding every month in the agricultural land, and investigate the avifauna both in the farm land and surrounding forest. We also collected blood from banded individuals to examine the infection of avian malaria.

3. Main findings

We found that during the farming season, there were very few birds entering the farm, no matter the type of crops of the farms. On the contrary, in winter when the farms were in fallow, more birds started entering the farm and foraging. As to the prevalence of avian malaria, there was no general trend of the monthly prevalence. We found a strong host-parasite specificity, which may be formed as a result of long-term co-evolution.

4. Suggestions

(1) Proposing solutions to the use of mist nets to catch birds in the agricultural areas.

In this study, we found that there were many mist nets set up by the local farmers when the fruit of vegetable were about to harvest. They used these nets to prevent birds from feeding on their crops. Many of these nets were close to the edge of forest which killed many forest birds. Since we found few birds feeding on their crops in this study, we suggest more detailed researches to quantify to loss caused by wild birds. Before that, we can at least ask the farmers remove their nets after the harvest.

(2) Conducting long-term bird band

From 2009 to 2011, we have added nine new records of bird to the species list of the Taroko National Park, all of them were collected by the bird banding program. The bird banding is a very effective way in detecting cryptic birds. In addition, we can collect the physiological data and tissue materials during bird banding, which provide materials for other scientific researchers. The recovery data of migratory birds will also contribute to the understanding of bird migration.

第一章 緒論

第一節 研究緣起與背景

太魯閣國家公園海拔高度相差 3000 公尺，其中中海拔的霧林帶地區除保留有大面積的天然林外，也有許多面積受到不同程度的農業活動利用，近年來有些地區已停止農耕活動，呈現草地等不同森林演替階段，多類型的棲地環境使此區成為探討天然及人為等各種棲地類型對生物影響的適合場域。根據 2010 年的研究顯示，在農田地區活動的鳥類，感染血液寄生蟲的機率較在森林地區活動的鳥類略高（許育誠 2010）。對於鳥類而言，鑲嵌在森林中的農地可能造成森林環境的破碎化，減少森林性鳥類的活動空間。農業活動所帶來的干擾，例如交通運輸、耕種整地、農藥和肥料的施用等，也可能影響森林性鳥類對農地的使用；但另一方面，農地也可能提供水果或是昆蟲等新的食物來源，而有利於鳥類生活（O'Connor and Shrubbs 1986）。本計畫擬探討在太魯閣國家公園中海拔地區，鳥類對森林和農田二種棲地利用的季節性變化，瞭解在園區中的農業活動，是否提供此區森林性鳥類新的棲地環境？農業活動的干擾，是否對鳥類帶來任何負面的衝擊？我們在中海拔地區，選定相鄰的森林和果園樣區，同時利用繫放和觀察法調查此區域鳥類利用農地的狀況，並分析此區域的果樹耕種對鳥類行為生態可能產生的影響，探討不同環境經營方式對於鳥類生存的可能影響。具體的研究目的和工作項目包括以下幾項：

- 一、比較太魯閣中海拔地區果園農地與鄰近森林區各月份鳥類相的差異：紀錄二種環境中每月的鳥類，並紀錄各月份農地的利用情況。
- 二、調查鳥類利用果園農地的情況。進行果園區鳥類行為觀察，紀錄各種鳥類在果園區中的活動情況，例如覓食、繁殖等。

- 三、比較在不同類型農地中活動的鳥類，血液寄生蟲盛行率的月間變化：利用先前使用的技術（許育誠 2010），比較在一年內地景變動較小的農地（果園）和變動程度很大的農地（高麗菜園，使用 2010 年在西寶農場所採集的樣本）等二種環境中活動的鳥類，其對疾病（血液寄生蟲）的感受性是否有差別。
- 四、綜合分析不同季節與農地利用方式對於鳥類利用農耕地的影響。

第二節 蒐集之資料、文獻分析

太魯閣國家公園轄區大多位於中央山脈東側，地勢起伏極大，區內有中部橫貫公路貫穿全區。園區有相當大面積位於中海拔霧林帶，根據許皓捷（2006，2007）在太魯閣國家公園的調查結果顯示，此區鳥類的物種多樣性高於國家公園區內其他地區：繁殖季鳥類物種多樣性於 2000 公尺地區最高，非繁殖季則以 1000 公尺地區最高。雖然中海拔地區的鳥類多樣性最高，但在太魯閣國家公園內，這地區也是受到農業開發壓力最大的地區。因為農業活動，將原本是森林的地區轉變成農田或是廢耕後的灌叢，對森林性鳥類可能產生不利的影響，例如造成森林棲地破碎化、農業或化學肥料的污染、森林覆蓋度的降低等；但另一方面，農田雖然減少了森林面積，但農作物的栽種，可能吸引許多昆蟲，或是果樹本身在結果時，也提供了鳥類可利用的食物資源；果樹本身也可能作為鳥類繁殖的巢樹，吸引了對農地環境適應較佳的鳥類（Rotenberry 1985）。國外已有許多文獻在探討農地對於鳥類相的影響，唯這些研究大多針對大面積的農地（O'Connor and Shrubbs 1986，Fuller et al. 2001，Vanhinsbergh et al. 2002）。太魯閣地區由於地形的限制，開墾地的面積相對比較小，對以森林活動為主的鳥類，影響的情況可能不盡相同。

在 2010 年的研究中，我們探討園區內鳥類血液寄生蟲的盛行率，發現在園區內，鳥類感染血液寄生蟲的比例很高（30.96%），且農地捕獲的鳥，感染血液寄生蟲的比率略高於捕自森林的鳥類（許育誠 2010）。顯示中海拔的農業活動可能增加這地區鳥類受到疾病感染的威脅。此外，在過去二年，我們在太魯閣國家公園園區內，進行密集的鳥類的繫放作業，主要的目的是藉由繫放，收集鳥類的形值資料和遺傳樣本，探討不同地區海拔地區鳥類體型和遺傳的差異，以

及血液寄生蟲在園區內的盛行率等（許育誠 2009，2010）。其中自 2009 年 12 月起，我們在海拔 900 公尺的西寶農場，進行每月一次的鳥類繫放作業，發現在以高麗菜園為主的西寶農場農耕地中，鳥類相的季節變動極大，不論種類和數量，都是以冬季最多，此時農田處於休耕狀態，人類活動的干擾較少，同時地表植被因為農業活動停止，形成小灌叢而使得覆蓋度增加，因而吸引較多鳥類前來覓食。然而此時會在區內活動的鳥類在數量上以冬候鳥為大宗，其間共繫放的 30 種、317 隻次鳥中，有 14 種為冬候鳥或過境鳥（46.67%），共計 224 隻次，佔所有繫放鳥數的 70.67%。夏季（五至十月）種植高麗菜時，一方面候鳥已經離開，一方面人類活動的干擾大，此時會使用菜園的鳥類極少，顯示這些農地雖然周圍被森林包圍，但森林性鳥類全年都極少使用這類環境，但是在冬季卻提供小型候鳥在山區重要的度冬環境。但另一方面，在海拔 2000 公尺、以果園為主的慈恩地區，在夏季仍有許多鳥類會使用。例如在 2009 年 5 月和 9 月二次繫放中，我們共繫放了 11 種 51 隻鳥，均為留棲性鳥類，顯示留棲性鳥類對果園的利用情形可能要高於高麗菜園。除了在果園中覓食外，我們也觀察到冠羽畫眉在果園中孤立的樹木中繁殖的紀錄。上述結果顯示不同型態的農耕地，對鳥類的利用程度和利用情形會有明顯的差異。

國內關於山區農業對森林鳥類相影響的文獻極少。顧芝寧（2004）曾比較武陵農場的農田和森林環境鳥類相的差異，發現森林環境不論是在鳥種數和鳥類密度上，都高於各類型的開墾環境。在太魯閣國家公園內的鳥類研究中，則尚未有針對農業活動對鳥類的影響進行探討。若利用我們過去的繫放資料，比較海拔相近、但棲地不同的地區的繫放資料，發現農耕地區的鳥種組成和數量，未必低於森林地區。例如在海拔 2000-2200 公尺，環境為果園的慈恩地區，我們在

二次繫放中，一共繫放了 11 種、51 隻鳥類；而在直線距離約僅 2 公里的森林地區（碧綠神木），二次的繫放作業共捕捉 12 種、53 隻鳥類。二者的鳥種數和數量相近，果園區的鳥類並未少於在森林所紀錄的數量。不過在所繫放的鳥中，只有 6 種是在二樣區中同時被捕捉到，顯示二地的鳥種相似度很低（Jaccard's 相似性指數 = 0.35）（整理自許育誠 2009、2010），森林環境中數量最多的繡眼畫眉，在果園中則完全沒有繫放紀錄；而山紅頭則在二種環境中，都有不少的繫放紀錄。根據前述初步的繫放資料顯示太魯閣國家公園園區內，山區鳥類對農地的利用情況，在不同農作類型和鳥種間可能有很大差異。

禽瘧疾（avian malaria）是鳥類常見的血液寄生蟲疾病，它是一種需要透過吸血昆蟲（如蚊、蠓）作為病媒，經由叮咬傳播的疾病。廣義的禽瘧疾是指由血液變形蟲（*Haemoproteus*）和瘧原蟲（*Plasmodium*）等二屬原蟲所傳播的疾病。由於需要以病媒昆蟲為媒介，故在較溫暖地區常有很高的盛行率（許育誠 2010。表 11）。禽瘧疾過去曾經造成島嶼特有種生物的大量滅絕（Warner 1968），但在病原-宿主（鳥）長期共演化的情況下，此疾病雖會降低鳥類的適存度（fitness）（Hörak et al. 2001, Tomás et al. 2007），但大部分的情況下已不會造成宿主鳥種的滅絕。然而，人類活動所造成的棲地環境改變，可能改變了宿主-寄生蟲間的生態和演化關係，加速寄生蟲疾病的傳播（Patz et al. 2000, Chasar et al. 2009）。此外，隨著全球氣候變遷的加速發生，疾病分佈的形式正在逐漸改變中（Harvell et al. 2002）。隨著全球溫度逐漸上升，原本分佈侷限於熱帶地區的昆蟲傳播性疾病的分佈範圍將逐漸擴展。數學模式的推估也預測溫度上升將導致蚊蟲增加，進而擴張瘧疾發生的範圍（Massad and Forattini 2008）。

在 2010 年的研究中，我們檢測了太魯閣國家公園內共 19 科 46 種、759 隻鳥感染血液寄生蟲的狀況，發現整體的感染率為 30.96%，其中畫眉科鳥類的感染特別高（共 382 隻，185 隻檢測為陽性，整體感染率 48.43%），但只出現在高海拔地區的畫眉則完全沒有感染（許育誠 2010），顯示高海拔山區的低溫環境，似乎對禽瘧疾往高海拔的擴張構成阻礙。

畫眉科鳥類是台灣山區極具代表性的鳥種，因為：(1)牠們特有性高。根據 Clements 等人(2009)以及 2010 年台灣鳥類名錄（中華民國野鳥學會 <http://www.bird.org.tw/index.php?block=contents/5-1.php>），台灣本島一共有 19 種畫眉科鳥類，其中 15 種為台灣特有種或特有亞種。而劉小如等人（2010）則將台灣的畫眉科鳥類分為 18 種，其中 17 種為台灣特有種或特有亞種。(2)數量普遍，易採得樣本。(3)畫眉科鳥類的分佈範圍廣泛，自海平面至 3000 公尺的山區都有不同種類的畫眉棲息，有些種類分佈僅侷限在特定高度範圍，而有些種類則分佈範圍極廣，是用來探討分佈高度和範圍對疾病盛行率影響的適當種類。

在去年的研究中，我們已針對園區內血液寄生蟲的感染現況進行普查。本研究擬針對下列二項議題，進行更詳細的探討：(1)比較在不同類型農地中活動的鳥類，血液寄生蟲盛行率的月間變化。檢測在一年內地景變動較小的農地（果園）和變動程度很大的農地（高麗菜園，使用 2010 年在西寶農場所採集的樣本）等二種環境中活動的鳥類，其對血液寄生蟲的感受性是否不同。(2)探討畫眉科鳥類感染血液寄生蟲的狀況，分析分佈高度和範圍對疾病盛行率影響。同時分析感染個體內血液寄生蟲的 DNA 序列，確認所感染的血液寄生蟲種類，據此建構血液寄生蟲的親源關係，瞭解不同類型的血液寄生蟲是否只在特定區域盛行？不同海拔間血液寄生蟲的感染率和病原蟲種類是否不同？不同宿主鳥種是否對不

同血液寄生蟲具有專一性？這些結果將有助瞭解國家公園園區內的微生物多樣性、並可用於探討鳥類和寄生蟲間的共演化現象。

第二章 研究方法及過程

第一節 果園環境的鳥類相調查

一、研究地點

根據 2010 年在西寶農場的鳥類繫放經驗，我們發現在以蔬菜為主要作物的西寶農地，只有在冬季休耕時會有較多的鳥類使用，且數量上大部分都是度冬的候鳥（王維辰 2011）。為收集完整的候鳥利用狀況，本年度持續在候鳥過境的季節，在西寶樣區進行鳥類繫放。園區中海拔地區內的農業活動，除種植蔬菜外，溫帶水果也是重要的農產品。為探討中海拔地區鳥類利用果園環境的狀況，本研究以果園為調查地點，選定海拔約 2000 公尺慈恩地區的果園作為研究樣區。園區內主要種植水蜜桃，另有少許的李樹。

二、樣本採集

自計畫開始，每月在慈恩果園樣區進行鳥類繫放作業。因為果園內遍佈棚架，無法將鳥網架設在果園內，因此改架設在果園邊緣。繫放以霧網捕捉，每次架設 6 張網，繫放作業的時間為每天日出後約四小時，以及日落前約三小時。每月各進行上、下午各二次繫放，故每月共進行約 14 小時的鳥類繫放作業。捕捉到的個體分別進行以下操作：(1)記錄捕獲日期和地點；(2)在每隻個體的跗蹠骨套上有編號的金屬環及可供野外辨識的彩色腳環；(3)進行各項形值測量，包括體重、喙長、喙深、喙寬、翼長、尾長、跗蹠骨長和寬等形值，並觀察健康狀況；(4)於腋下靜脈採集約 20 ul 的血液，置於 600 ul 的 100 %酒精中保存，供後續 DNA 萃取與遺傳分析用。完成下列操作的個體立即於原地野放。

除在果園的環境作業外，我們於一至四月，持續於西寶地區進行固定努力量的繫放作業，以收集此區完整的候鳥紀錄。為增加血液寄生蟲篩檢的樣本數和來源地點，我們另在國家公園內其他地區進行不定期的繫放作業。

第二節 森林與果園環境的鳥類相調查

每月於繫放過程中，同時紀錄在慈恩果園中和周圍森林活動的鳥類種類。對於不同環境鳥類相的調查結果，我們只進行鳥種數的敘述和比較，主要的原因為：(1)此區活動的鳥類以留鳥為主，在繁殖季鳴唱頻度增加，可能因此增加被偵測的機會；(2)果園和森林的植被高度與枝葉密度有很大差異，二地偵測的鳥類數量不宜直接比較；(3)此項調查是在繫放期間進行，每次在同一地點共進行二天、約七小時的觀察紀錄，此法因為長時間在同一區內觀察，可以較完整掌握此區的鳥類相，但也很可能重複計算，而高估在此活動的鳥類數量。

除了前述固定努力量的繫放和調查外，我們另在果園樣區中進行詳細的觀察，紀錄鳥類利用此區的狀況，例如覓食、展示、繁殖等。若發現有鳥類在果園區中繁殖的跡象，則設法尋找鳥巢，紀錄巢位所在的植物種類、高度、並觀察巢中的繁殖狀況等。此外，在每個月的例行調查和繫放作業中，同時紀錄在果園中活動的鳥類，以及每月農作執行的狀況，例如果樹的成長狀況、農藥的施做情形等。並特別觀察是否有繫放的個體，以收集鳥類在果園區停留的時間資料。

第三節 血液寄生蟲的檢測

這部分為延續 2010 年計畫的工作，目的在比較於不同類型農地中活動的鳥類，血液寄生蟲盛行率的月間變化。比較在一年內地景變動較小的農地（果園）和變動程度很大的農地（菜園，使用 2010 年在西寶農場所採集的樣本）等二種環境中活動的鳥類，其對疾病（血液寄生蟲）的感受性是否有差別。將採得的鳥類血液樣本攜回實驗室後，進行 DNA 的萃取。血液寄生蟲檢測的主要對象為造成鳥類感染禽瘧疾的血液變形蟲和瘧原蟲這二個屬的原蟲。利用 Waldenström 等人(2004)所發展出的巢式聚合 酶連鎖反應(nested polymerase chain reaction, nested PCR) 增幅瘧原蟲粒線體 DNA 細胞色素 *b* (cytochrome *b*) 基因的部分片段（約 580 bp），經過 PCR 增幅作用後的 DNA 產物以 1.2 %的瓊脂糖凝膠（agarose gel）進行電泳（electrophoresis）（電壓：100 V，時間：30 分鐘），電泳後的膠片再以溴化乙菲錠（ethidium bromide）染色，最後於紫外光下進行顯像與拍照。瓊脂糖凝膠電泳的結果若顯示有約 580 bp 的 DNA 片段者，則判定為感染禽瘧疾的個體。詳細的 PCR 流程，包括各作用的溫度和時間，以及各項藥品的使用量等，可見許育誠（2010）。

除了比較在二種農地活動的鳥種外，我們另以畫眉科鳥類為對象，進行血液寄生蟲盛行率與親源地理研究。綜合前述二種分類方法所涵蓋的畫眉科鳥種，從繫放採得的血液樣本中，選取樣本數較多的 10 種畫眉科鳥類做為分析對象，並將樣本依採集的地點分成三個不同的海拔樣區：(1) 低海拔樣區：海拔高度 100 公尺以下，包括閣口和崇德等地區；(2) 中海拔地區：海拔度 600-1200 公尺，包括蓮花池、西寶和洛韶等地；(3) 高海拔地區：海拔 2000 公尺以上，包括慈恩、碧綠神木、大禹嶺、合歡農場等地。為排除有些鳥會在冬季自高海拔地區降

遷至低海拔地區，我們只選用於 3 至 9 月間採得的樣本。除了以前述方法篩檢是否感染血液寄生蟲外，我們更進一步將檢測結果為陽性的個體，進行血液寄生蟲的 DNA 序列判讀，所得的序列以 Sequencher 4.7 軟體 (Gene Codes Corporation) 進行編修，並將所得的序列和 GenBank 資料庫中所收錄的序列進行比對，確認血液寄生蟲的種類，再利用 DNASP V5 (Librado and Rozas 2009) 建構這些樣本的基因單型 (haplotype)，並計算各單型的樣本數。採用 MEGA 5 軟體 (Tamura et al. 2007)，以 TN93+G 為核苷酸的演化模式計算遺傳距離，再用 Maximum likelihood 法繪製這些血液寄生蟲的親源關係圖，並進行 500 次 bootstraps 重複取樣。

第三章 研究成果

第一節 鳥類繫放

本年度至 12 月 4 日止，共在太魯閣地區進行 49 次繫放作業，總共工作天數為 122 天。一共繫放了 67 種、1209 隻鳥類，其中 266 隻鳥有回收紀錄，共回收了 374 次。

總計 2009 年至今，一共於太魯閣地區繫放了 91 種、3183 隻鳥，其中 490 隻鳥有回收紀錄，共回收了 798 次，其中包括一隻俄羅斯繫放的黑臉鵝。另有 6 種鳥因為體型過大或是中途逃逸而未上環，故一共繫放了 97 種鳥。

第二節 農地環境的鳥類相調查

一、西寶農田鳥類相的季節變化

今年一至四月，我們持續進行西寶地區農田的鳥類繫放，主要目的為持續收集度冬鳥類的紀錄。結合自 2009 年 12 月起在此地的每月固定努力量繫放，我們已經收集西寶農田 16 個月的鳥類繫放資料，其中涵蓋二個冬季的鳥類紀錄。各月份鳥類數量和種類的變動情形如圖 1。綜合二年的資料都顯示，在西寶的農田區，鳥類的數量在冬季大幅增加，且增加的種類大多為候鳥，其中以黑臉鵝的數量為大宗。表 1 為 2011 年 1 至 4 月所繫放的鳥類名錄，2010 年的採集紀錄則見王維辰與許育誠（2011）。

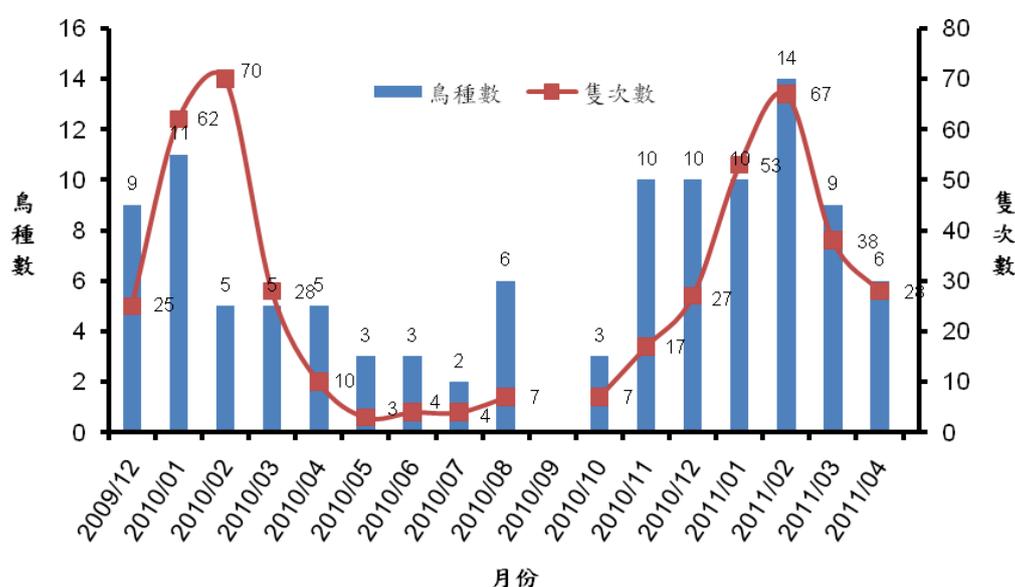


圖 1. 2009 年 12 月至 2011 年 4 月間，利用固定努力量，各月份在西寶農場所繫放的鳥類種數和隻次數。其中 2010 年 9 月因為颱風來襲，無法進行繫放作業。(資料來源：本研究)

表 1. 2011 年 1 至 4 月，西寶農地每月以固定努力量所捕獲的鳥類名錄

鳥種	月 份				合計	備註
	1	2	3	4		
小啄木		1			1	
洋燕		1		1	2	
短翅樹鶯	3	1		1	5	
棕面鶯			1		1	
紅頭山雀		25			25	
白環鸚嘴鵯	8	1	1		10	
烏頭翁	14	1			15	含與白頭翁雜交的個體
粉紅鸚嘴				1	1	
野鳩		1	1	2	4	
黃尾鳩	1	1	1		3	
虎鵯	1				1	
白腹鵯	7	1			8	
斑點鵯	1				1	
黃胸藪眉			4		4	
綠繡眼				6	6	
白鵲鴿		1			1	
樹鵯		2	6		8	
黑臉鵯	16	26	22	17	81	
花雀	1	1			2	
白腰文鳥	1	4	1		6	
合計						
鳥種數	10	14	9	6	20	
隻次數	53	67	38	28	186	

(資料來源：本研究)

二、慈恩果園的鳥類繫放

自 2011 年 3 月至 11 月，共進行了 9 次固定努力量的每月繫放作業。一共捕獲了 21 種、119 隻（135 隻次）鳥。圖 2 則為固定努力量每月所捕獲的鳥類種數和隻次數。各鳥種在每月的捕獲數量則如表 2 所示。此外，我們還在繫放時間外，在樣區附近進行三次的繫放。合計本年度在慈恩地區一共繫放 22 種、164 隻（191 隻次）鳥。表 3 為所繫放的鳥種名錄。

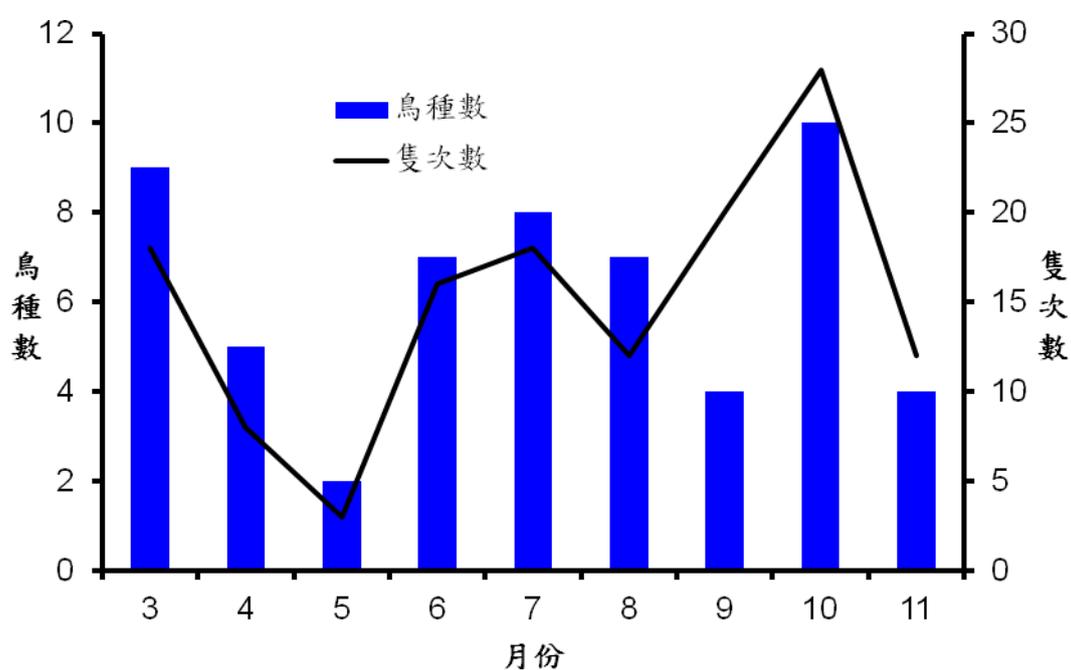


圖 2. 2011 年 3-11 月慈恩地區各月份繫放的鳥類種數和數量（隻次數）。

(資料來源：本研究)

表 2. 慈恩樣區以固定努力量，每月繫放所捕獲的鳥類（隻次）

鳥種	月 份										合計	備註
	3	4	5	6	7	8	9	10	11			
鵲										1	1	未上環
小啄木					1						1	
紅尾伯勞							1				1	未上環
青背山雀	2		2	6	5	1		1			17	
紅頭山雀	2								7	9	18	
茶腹鵝				2		2		1			5	
黃眉柳鶯								1			1	
紅尾鶉				1		1	1				3	
黃腹琉璃		1		2	2				1		6	
藍尾鴿										1	1	
栗背林鴿	1								1	1	3	
白尾鴿					2	1		1			4	
白腹鵝	4										4	
斑點鵝	2										2	
黃胸藪眉		4			1	2		4			11	
山紅頭	3			2	2			1			8	
紋翼畫眉	1										1	
白耳畫眉			1	1	3		2				7	
冠羽畫眉	1	1		2	2	2	16	10			34	
黑臉鵝	2	1									3	
褐鶯		1				3					4	
合計												
鳥種數	9	5	2	7	8	7	4	10	4		21	
隻次數	18	8	3	16	18	12	20	28	12		135	

(資料來源：本研究)

表 3. 慈恩地區繫放名錄

中文名	學名	英文名	隻數	隻次數	備註
鷓鴣科	Strigidae				
鵯鷓	<i>Glauclidium brodiei</i>	Collared Owlet	1	1	未上環
啄木鳥科	Picidae				
小啄木	<i>Dendrocopos canicapillus</i>	Gray-capped Woodpecker	1	1	
伯勞科	Laniidae				
紅尾伯勞	<i>Lanius cristatus</i>	Brown Shrike	1	1	未上環
山雀科	Paridae				
青背山雀	<i>Parus monticolus</i>	Green-backed Tit	18	21	
長尾山雀科	Aegithalidae				
紅頭山雀	<i>Aegithalos concinnus</i>	Black-throated Tit	21	24	
鴉科	Sittidae				
茶腹鴉	<i>Sitta europaea</i>	Eurasian Nuthatch	3	5	
柳鶯科	Phylloscopidae				
黃眉柳鶯	<i>Phylloscopus inornatus</i>	Yellow-browed Warbler	1	1	
鶇科	Muscicapidae				
紅尾鶇	<i>Muscicapa ferruginea</i>	Ferruginous Flycatcher	3	3	
黃腹琉璃	<i>Niltava vivida</i>	Vivid Niltava	6	6	
藍尾鶇	<i>Tarsiger cyanurus</i>	Red-flanked Bluetail	2	2	
栗背林鶇	<i>Tarsiger johnstoniae</i>	Collared Bush-Robin	6	8	
白尾鶇	<i>Cinclidium leucurum</i>	White-tailed Robin	6	7	
鶇科	Turdidae				
白腹鶇	<i>Turdus pallidus</i>	Pale Thrush	5	5	
斑點鶇	<i>Turdus eunomus</i>	Dusky Thrush	2	2	
畫眉科	Timaliidae				
黃胸藪眉	<i>Liocichla steerii</i>	Steere's Liocichla	14	15	
山紅頭	<i>Stachyris ruficeps</i>	Rufous-capped Babbler	13	17	
紋翼畫眉	<i>Actinodura morrisoniana</i>	Taiwan Barwing	1	1	
繡眼畫眉	<i>Alcippe morrisonia</i>	Gray-cheeked Fulvetta	4	4	
白耳畫眉	<i>Heterophasia auricularis</i>	White-eared Sibia	6	6	
冠羽畫眉	<i>Yuhina brunneiceps</i>	Taiwan Yuhina	44	53	
鶇科	Emberizidae				
黑臉鶇	<i>Emberiza spodocephala</i>	Black-faced Bunting	2	4	
雀科	Fringillidae				
褐鶯	<i>Pyrrhula nipalensis</i>	Brown Bullfinch	4	4	
合計 22 種			164	191	

(資料來源：本研究)

三、森林鳥類利用果園的情形

慈恩果園周圍森林的鳥類調查共紀錄到 52 種鳥類，除 7 月（18 種）和 9 月（14 種）外，各月紀錄的鳥種數均介於 20-30 種之間（圖 3）。其中巨嘴鴉、青背山雀、黃胸藪眉（藪鳥）、山紅頭、白耳畫眉、冠羽畫眉等 6 種鳥在各月的調查中都有出現，是此區最易被發現的鳥種。不論是果園邊緣的繫放結果，或是果園中的鳥類調查，都顯示大部分的鳥種並不會利用果園的環境，鳥類利用果園的情況並未隨著果園的農作變化而改變，各月份都僅有很少的鳥會進入果園中活動。3 月份園內的果樹仍在落葉階段，但有少數已開始開花（圖 4a），此時紀錄到成小群活動的白腹鵝、斑點鵝和黃胸藪眉在果園內的地面覓食、冠羽畫眉（約 16 隻）在果樹中覓食，另有一群 10 隻的茶腹鵝在果園中的扁柏中覓食。繫放期間未見農民在園中工作。4 月時果樹正大量開花，且新葉剛長出（圖 4b），繫放期間未見農民在園中工作，但只紀錄二筆褐鶯在果園的樹上和地面覓食，沒有其他鳥類在園中活動。5 月果樹的枝葉已經很茂盛，並開始結果（圖 4c），調查期間果園正在疏果，並噴灑農藥，期間只見到一隻褐鶯飛進果園。6 月調查期間農民正在幫水果套袋（圖 4d），並持續噴灑農藥。期間紀錄到 2 隻白耳畫眉在果園中的扁柏樹上交配、4 隻青背山雀在果樹中覓食以及一隻冠羽畫眉在果樹中短暫停留。7 至 9 月為水果採收的季節。7 月水蜜桃開始採收（圖 4d），果園中農民活動頻繁，尚未採收的區域仍持續噴灑農藥，期間僅紀錄到 3 隻冠羽畫眉在果樹間活動，未見啄食水果的現象，掉落地上的水果也沒有被啄食的痕跡。8 月則有白耳畫眉、冠羽畫眉、青背山雀和紅頭山雀等 4 種鳥被發現進入果園，但僅有 5 隻青背山雀有在果樹中活動，其餘鳥種只在果園中的針葉樹上停棲；9 月則有白耳畫眉、冠羽畫眉、紅頭山雀、茶腹鵝、青背山雀等 5 種鳥類進入果園，但僅有

2 隻白耳畫眉和 12 隻次冠羽畫眉在果樹中活動，但未見啄食水果的情形，其餘鳥種則只在果園中的針葉樹上停棲。10 月水果已全數採收 (圖 4f)，果園內沒有農民活動，開始有較多的鳥在果園中覓食，共紀錄到黃胸藪眉 5 隻次在地面覓食，以及冠羽畫眉 36 隻次、紅頭山雀 15 隻次在果樹間覓食。11 月果園的情況類似 10 月，果園內沒有農民活動，果樹也還沒掉葉，但僅見到各約 20 隻，成小群活動的紅頭山雀和冠羽畫眉進入果園中覓食。

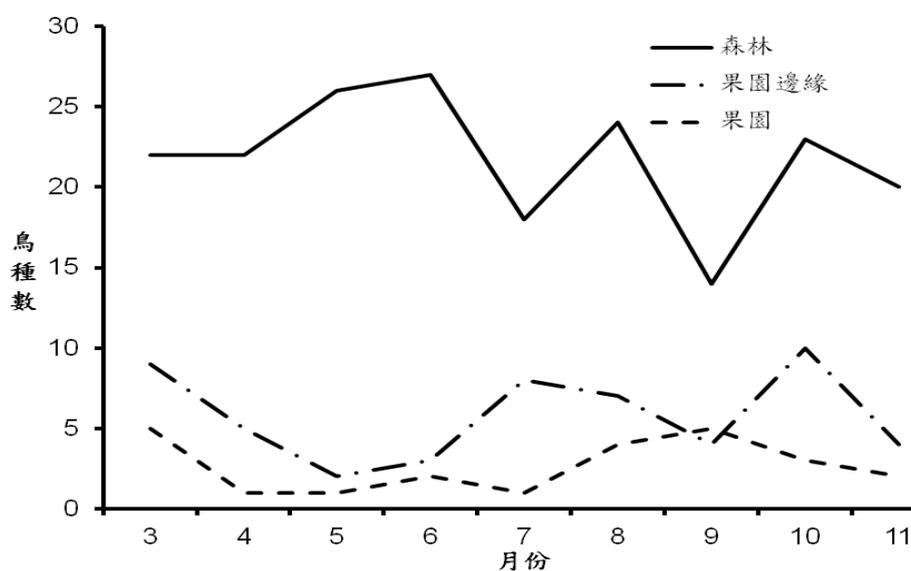


圖 3. 慈恩地區森林、果園邊緣和果園內各月份所紀錄的鳥類種數。

(資料來源：本研究)

(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)



圖 4. 慈恩果園各月果樹成長情形。(a)三月、(b)四月、(c)五月、(d)六月、(e)七月、(f)十月。(資料來源：本研究)

第三節 禽瘧疾病原蟲的檢測

一、農地鳥類的禽瘧疾篩檢

我們以本年度於慈恩地區所採得的血液樣本，以及 2010 年於西寶地區採得的血液樣本，進行禽瘧疾病原蟲的分子檢測，探討此疾病在農地鳥類中的盛行狀況。使用的樣本除每月固定努力量所採得的樣本外，也加入非調查時間所採得的樣本。西寶地區共篩檢 30 種鳥、300 隻次，其中 18 種、97 隻次鳥呈陽性反應，整體盛行率為 32.3 %；慈恩地區則檢測 20 種鳥、164 隻次，其中 11 種、71 隻次鳥呈陽性反應，整體盛行率為 43.3 %。慈恩地區禽瘧疾的盛行率高於西寶地區 ($\chi^2=5.5, P < 0.05$)，但二地各月的盛行率變化則無顯著趨勢 (表 4)。

表 4. 西寶和慈恩二農地各月所採集的鳥類樣本感染禽瘧疾的情況。

月份	西寶*					慈恩*				
	鳥種數	感染鳥種數	隻次	感染隻次	盛行率	鳥種數	感染鳥種數	隻次	感染隻次	盛行率
1	11	6	69	24	34.8					
2	5	2	58	10	17.2					
3	6	2	34	3	9.0	12	4	51	20	39.2
4	5	2	10	3	30.0	5	2	8	3	37.5
5	10	8	35	20	57.1	4	1	4	1	25.0
6	3	0	4	0	0.0	7	3	16	6	37.5
7	2	2	4	2	50.0	7	4	15	7	46.7
8	6	1	7	1	14.3	7	4	12	6	50.0
9	4	3	12	6	50.0	3	2	19	13	68.4
10	3	1	7	1	14.3	10	6	28	15	53.6
11	12	4	23	6	26.1	3	0	11	0	0.0
12	12	8	37	21	56.8					
	30	18	300	97	32.3	20	11	164	71	43.3

*西寶的樣本是以 2010 年所採得的血液樣本，慈恩樣本則是本研究期間所採得。(資料來源：本研究)

二、畫眉科鳥類的禽瘧疾篩檢

共完成 13 種、908 隻採自春夏季（3-9 月）的畫眉科鳥類血液樣本的禽瘧疾檢測，其中 358 隻為 2010 年已檢測的樣本，其餘為本年度新增檢測的樣本。表 5 為檢測的畫眉種類、篩檢數量、採集地海拔高度和禽瘧疾盛行率。整體的盛行率為 33.3 %。但各鳥種間感染率的差異甚大，以白耳畫眉的感染率最高，達 83.3 %。出現在高海拔地區的灰頭花翼和金翼白眉仍沒有發現感染個體，此結果與 2010 年的發現相同，符合低溫地區不利寄生蟲擴散的推測。但低海拔地區畫眉科鳥類整體禽瘧疾的盛行率最低，此與 2010 年的結果不同。在中、低海拔數量較多的山紅頭、繡眼畫眉、小彎嘴等，採自低海拔地區樣本的感染率都低於採自中海拔的樣本。

除了篩檢個體是否感染外，對於呈現陽性反應的個體，我們另外進行定序反應，每份定序樣本共獲得 403 bp 的血液寄生蟲粒線體 DNA 細胞色素 *b* (cytochrome *b*) 基因的部分片段。目前共定序了 215 隻篩檢結果呈陽性反應的個體，扣除定序反應失敗和同時感染數種瘧原蟲、無法判讀序列的個體後，一共得到 172 個感染樣本的 DNA 序列。序列分析的結果共得到 41 種基因單型 (haplotype)，其中 22 種基因單型為血液變形蟲屬、16 種基因單型為瘧原蟲屬，另有 3 種基因單型為住白細胞原蟲屬。表 6 為各種畫眉感染的血液寄生蟲基因單型種類和數量，以及各宿主鳥種體內血液寄生蟲的基因單型多樣性 (haplotype diversity)，圖 5 則是各血液寄生蟲基因單型間的親源關係圖。各種畫眉和所感染的血液寄生蟲間，則具有很高的專一性：只有一種基因型出現在三種鳥中、四種基因單型出現在二種鳥中，其餘各基因單型都只出現在一種宿主鳥種中。

表 5. 畫眉科鳥類禽瘧疾檢測結果

	海拔分佈	低海拔*			中海拔*			高海拔*			全部			定序
		樣本數	感染數	感染率	樣本數	感染數	感染率	樣本數	感染數	感染率	樣本數	感染數	感染率	樣本數
白耳畫眉	中、高	0			2	2	100.0	10	8	80.0	12	10	83.3	2
冠羽畫眉	中、高	0			5	5	100.0	72	47	65.3	77	52	67.5	18
頭烏線	中、低	8	4	50.0	12	6	50.0	0			20	10	50.0	5
綠畫眉	中、低	11	4	36.4	6	4	66.7	0			17	8	47.1	4
山紅頭	廣佈	45	6	13.3	135	74	54.8	49	26	53.1	229	106	46.3	53
繡眼畫眉	中、低	12	2	16.7	65	34	52.3	2	0	0.0	79	36	45.6	31
小彎嘴	中、低	23	6	26.1	21	12	57.1	0			44	18	40.9	11
黃胸藪眉	中、高	0			17	10	58.8	65	22	33.8	82	32	39.0	26
綠繡眼	中、低	42	8	19.0	61	12	19.7	0			103	20	19.4	15
紋翼畫眉	高	0			0			17	1	5.9	17	1	5.9	0
粉紅鸚嘴	廣佈	52	1	1.9	92	8	8.7	10	0	0.0	154	9	5.8	7
灰頭花翼	高	0			0			44	0	0.0	44	0	0.0	
金翼白眉	高	0			0			30	0	0.0	30	0	0.0	
合計		193	31	16.1	416	167	40.1	299	104	34.8	908	302	33.3	172

*低海拔：海拔高度 < 100 公尺，中海拔：海拔高度 600-1200 公尺，高海拔：海拔高度 2000 公尺以上。(資料來源：本研究)

表 6. 各種畫眉科鳥類感染的禽瘧疾病原蟲的基因單型

基因單 型編號	病原 蟲種 類*	鳥種										合計	感染鳥 種數	
		小彎 嘴	山紅 頭	白耳 畫眉	冠羽 畫眉	粉紅 鸚嘴	綠畫 眉	綠繡 眼	頭烏 線	繡眼 畫眉	黃胸 藪眉			
Hap01	H.										7	7	1	
Hap02	H.										9	9	1	
Hap03	H.											21	21	1
Hap14	H.	5											5	1
Hap16	H.				2								2	1
Hap17	H.				1								1	1
Hap18	H.				3								3	1
Hap20	H.							1					1	1
Hap21	H.							2					2	1
Hap23	H.							1					1	1
Hap24	H.							1		13			14	2
Hap25	H.				8		1						9	2
Hap26	H.				3								3	1
Hap27	H.							5					5	1
Hap28	H.			1									1	1
Hap29	H.										3		3	1
Hap31	H.			1									1	1
Hap32	H.									1			1	1
Hap33	H.	3											3	1
Hap34	H.							2					2	1
Hap40	H.				1								1	1
Hap41	H.							1					1	1
Hap04	P.									1	1		2	2
HaOp5	P.		42			4	1						4	3
Hap06	P.		1										1	1
Hap07	P.		5										5	1
Hap08	P.		1										1	1
Hap09	P.		1										1	1
Hap10	P.		2										2	1
Hap11	P.		1										1	1
Hap13	P.	1											1	1
Hap22	P.							1					1	1
Hap30	P.										1		1	1

表 6. 各種畫眉科鳥類感染的禽瘧疾病原蟲的基因單型 (續)

基因單 型編號	病原 蟲種 類*	鳥種										合計	感染 鳥種 數
		小彎 嘴	山紅 頭	白耳 畫眉	冠羽 畫眉	粉紅 鸚嘴	綠畫 眉	綠繡 眼	頭烏 線	繡眼 畫眉	黃胸 藪眉		
Hap35	<i>P.</i>								2			2	1
Hap36	<i>P.</i>	1										1	1
Hap37	<i>P.</i>							1				1	1
Hap38	<i>P.</i>							1				1	1
Hap39	<i>P.</i>							1				1	1
Hap12	<i>L.</i>	1				3						4	2
Hap15	<i>L.</i>							2				2	1
Hap19	<i>L.</i>							1				1	1
隻數		11	53	2	18	7	4	15	5	31	26	172	
基因單型數		5	7	2	6	2	3	9	4	5	5	41	
基因單型多樣性		0.8	0.4	1	0.8	0.6	0.8	0.9	0.9	0.7	0.4	0.9	

*病原蟲類型：*H.*: *Haemoproteus*, *P.*: *Plasmodium*, *L.*: *Leucocytozoon*

(資料來源：本研究)

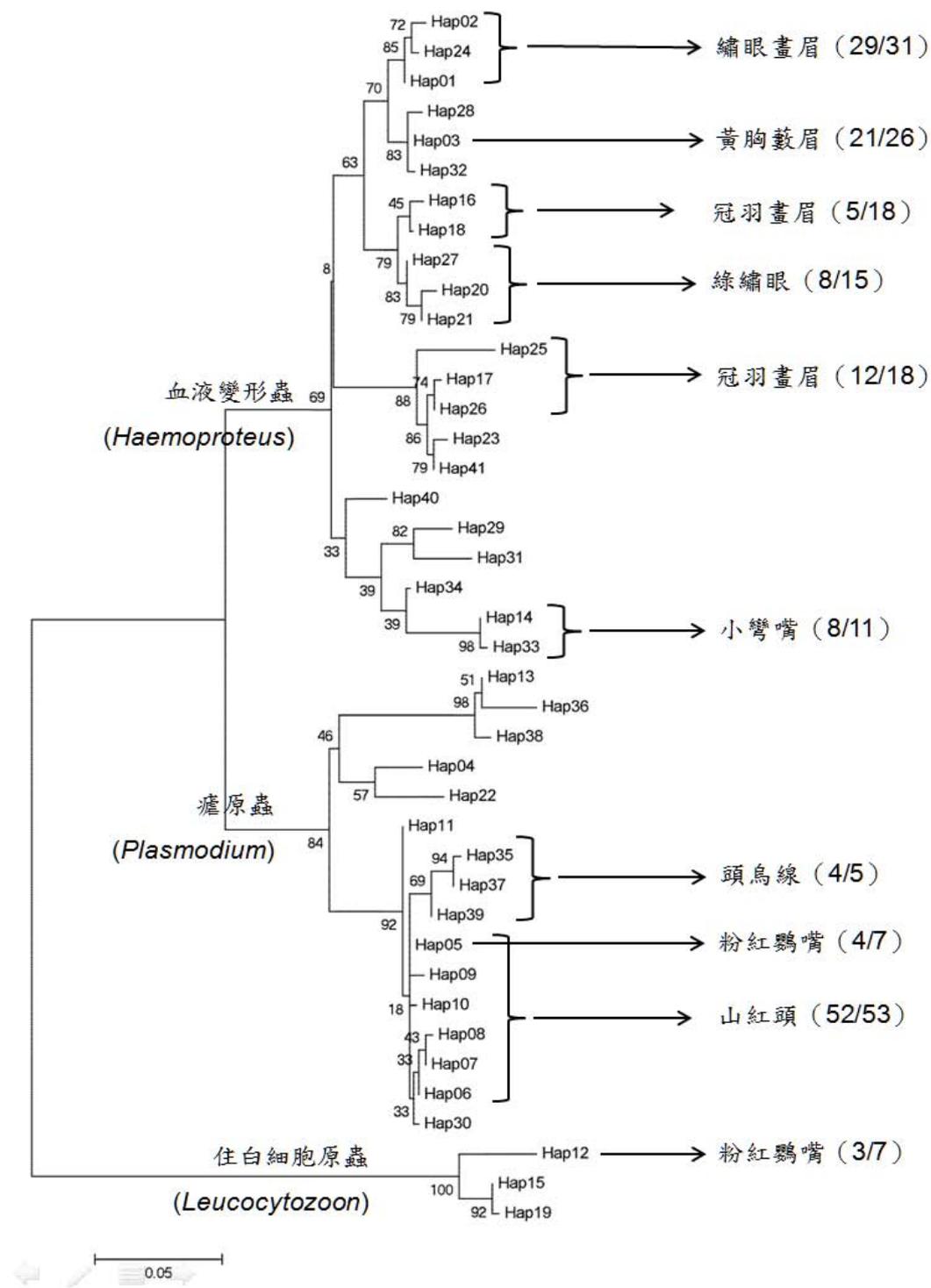


圖 5. 各種畫眉禽瘧疾寄生蟲基因單型的親源關係圖。大多數基因型有特定感染的宿主鳥種。(括號中分子為屬於該基因單型的樣本數，分母為定序樣本數)(資料來源：本研究)

三、太魯閣地區鳥類禽瘧疾盛行率

綜合 2010 和 2011 二年的檢測結果，我們重新整理太魯閣地區鳥類禽瘧疾寄生蟲的盛行狀況。一共檢測了 67 種、1779 隻鳥，其中 503 隻呈陽性反應，整體感染率為 28.3 %。表 7 是檢測樣本數在 10 隻以上的 29 種鳥類的盛行率。未檢測出感染禽瘧疾的 7 種鳥類，都是主要出現在海拔較高地區的鳥類，再次顯示分佈侷限在較高海拔地區的鳥種，較不易禽瘧疾寄生蟲的感染。但是白腰文鳥和黑枕藍鶺鴒等主要出現在低海拔地區的鳥種，其禽瘧疾的感染率也很低，顯示除了溫度外，還有其他因子會影響禽瘧疾寄生蟲在不同鳥種間的盛行率。

表 7. 太魯閣地區鳥類禽瘧疾在各鳥種間的盛行率

排名	鳥種	樣本 感染			排名	鳥種	樣本 感染 感染			
		數	數	感染率			數	數	率	
1	白腹鸕	17	15	88.2	16	烏頭翁	20	4	20.0	
2	白耳畫眉	13	10	76.9	17	綠繡眼	103	20	19.4	
3	冠羽畫眉	99	70	70.7	18	黑枕藍鶺鴒	15	1	6.7	
4	黃尾鸕	12	7	58.3	19	紋翼畫眉	17	1	5.9	
5	山紅頭	317	155	48.9	20	粉紅鸚嘴	247	9	3.6	
6	頭烏線	22	10	45.5	21	青背山雀	30	1	3.3	
7	綠畫眉	18	8	44.4	22	白腰文鳥	35	1	2.9	
8	繡眼畫眉	114	47	41.2	23	灰頭花翼	44	0	0.0	
9	黃腹琉璃	13	5	38.5	24	金翼白眉	30	0	0.0	
10	黃胸薺眉	89	32	36.0	25	紅頭山雀	29	0	0.0	
11	小彎嘴	53	19	35.8	26	酒紅朱雀	23	0	0.0	
12	樹鸚	15	4	26.7	27	栗背林鸕	12	0	0.0	
13	白尾鸕	16	4	25.0	28	深山鶯	12	0	0.0	
14	黑臉鵒	211	52	24.6	29	白眉林鸕	10	0	0.0	
15	野鸕	14	3	21.4	合計			1650	478	29

說明：只列出檢測樣本數在 10 隻以上的鳥種。(資料來源：本研究)

第四章 結論與建議

第一節 討論與結論

一、太魯閣國家公園中海拔地區鳥類利用果園環境的狀況

根據 2010 在西寶整年的調查（王維辰、許育誠 2011），我們發現在以蔬菜為主要作物的農地中，夏天由於密集的農業活動，包括施灑農藥和肥料、除草、收成等，農地在耕作期間地表的覆蓋度極低，也很少有鳥會進入農田活動。直至冬季休耕後，植被覆蓋度才開始增加，而此時抵達太魯閣地區度冬的雀形目候鳥，正好進駐此區，才造成冬季鳥類數量的增加。而以溫帶水果為栽種對象的慈恩農地，雖然在周圍的森林每個月都紀錄到約 20 種鳥類，但極少有鳥會進入果園中。在冬季，雖然果樹的葉片掉落，整體的覆蓋度極低，但仍有部分候鳥如白腹鶇、斑點鶇等會利用這類環境。四月開始，果樹新葉開始生長，果園的植被覆蓋度大量增加，但此時候鳥已經離開，反而造成使用果園的鳥種大為減少。根據我們訪探的農民表示：果園中從未發現有鳥會利用果樹築巢，且各月份鳥類進入果園的情況都很少見，只有當水果成熟時，才会有大批鳥類，特別是白耳畫眉和黃胸薺眉會湧進果園啄食水果，甚至會啄破套袋直接取食水蜜桃。但我們今年的調查在各月都沒有發現大量鳥類在果園中活動，也並沒有觀察到水果遭鳥類啄食的跡象。收成時果園內有許多人在區內工作，且區內水果都有套袋，小型鳥類並不容易啄破。體型較大的白耳畫眉只發現一次在果園中的樹上活動，黃胸薺眉則發現在地上啄食，沒有在果樹中活動。反而是在十月水果採收完畢後，果園中已停止包括噴灑農藥在內的大部分農作，農民也很少進入園中，此時才開始有較多的小型鳥類進入園中覓食。

綜合國家公園區內二種主要農作類型的調查結果，我們發現在農作種植期間，不論農地植物的覆蓋程度如何，都很少有鳥類會進入活動。

二、太魯閣國家公園鳥類感染禽瘧疾的現況

在本研究中我們使用分子生物技術，鑑定鳥類禽瘧疾血液寄生蟲的盛行率，發現園區內鳥類的盛行率約為 30 %。配合感染樣本的 DNA 序列判讀，可以準確判定所感染的病原類群，但過去曾有研究認為此法可能會低估禽瘧疾實際的盛行率 (Jarvi et al. 2002)，因此實際的盛行率還可能更高於此。

各鳥種感染率的變異很大。分佈海拔分佈侷限在較高海拔的鳥種，均未檢測出感染血液寄生蟲。Latta and Ricklefs (2010) 也發現高海拔地區鳥類感染血液寄生蟲的機率較低。Freed 等人 (2005) 認為，高海拔的低溫環境限制病媒蚊的活動和瘧原蟲的增殖，可能是造成低感染率的主要原因。未來隨著全球暖化現象的加劇，高海拔地區溫度若持續上升，將可能造成適合疾病傳播的環境。在夏威夷的研究中已發現山區鳥類感染禽瘧疾的機率在過去 10 年內已經增加一倍 (Freed et al. 2005)。分佈於較高海拔的三種畫眉雖然未檢測出帶原的個體，但隨著全球暖化的持續進行，病原蟲很可能會逐漸適應高海拔的氣候條件。這類畫眉在缺少和病原蟲長期共演化的軍備競賽 (arm race) 下，未來是否會造成臺灣高海拔地區鳥類開始感染禽瘧疾、他們是否會因為疾病盛行而遭受威脅？將是演化生物學研究值得關注的議題。

雖然高海拔鳥種禽瘧疾的盛行率較低，但本研究也發現整體的盛行率在中高海拔都高於低海拔地區。造成此現象可能原因包括特定鳥類對疾病的免疫力

(Sol et al. 2003)，或是低海拔地區夏天的溫度超過病原生存的適合溫度。

西寶和慈恩二處農地中鳥類禽瘧疾的整年感染率略有差異，西寶鳥類的感染率接近整體的平均值，而慈恩地區鳥類的感染率則高於平均值。但二地各月間感染率的變化則變動極大，主要原因應該是二地各月份鳥種組成都有變異，而各種鳥的感染率不同，因而造成每月感染率的劇烈變動。

根據目前完成的春夏季畫眉科鳥類血液寄生蟲檢測，我們發現各種畫眉科鳥類血液寄生蟲的盛行率有很大差異，例如白耳畫眉的感染率高達 83.3%，而只在高海拔地區出現的台灣噪眉、灰頭花翼則都沒有感染案例。此結果與 2010 年的普查結果大致相符。各種畫眉和所感染的血液寄生蟲間，則具有很高的專一性：各基因單型多只出現在一種宿主鳥種中，鳥種大多只有一種主要感染的基因單型，且各鳥種主要感染的基因單型都不相同。國外的研究也發現禽瘧疾寄生蟲和宿主在種間 (Bensch et al. 2000) 和族群間 (Szöllósi et al. 2011) 都有專一性。這些結果反應了病原和宿主共演化後的結果：鳥類的免疫系統可阻擋大多數病原的感染，而病原蟲則針對不同宿主，演化出各種能夠成功寄生的類群。此外，瘧原蟲主要發生在山紅頭、粉紅鸚嘴和頭烏線中，其餘 7 種畫眉則大多感染血液變形蟲屬的寄生蟲。傳播這二屬寄生蟲的病媒昆蟲不同，前者以蚊為傳播媒介，而後者以蠓為主要傳播媒介。山紅頭、粉紅鸚嘴和頭烏線均為在灌叢中活動的鳥種，而其他種類則常在樹林活動，並經常停棲在森林中上層。活動環境的差異可能是導致他們受到不同病媒的叮咬，因而感染不同類型疾病的原因。

第二節 建議

建議一

關注農業區域內農民使用鳥網對鳥類的影響：立即可行之建議

主辦單位：太魯閣國家公園

協辦單位：警察單位、各研究單位、保育團體

在本研究期間，我們發現在作物將收成時，農民會開始架設鳥網，主要目的是保護農作物免於被鳥類啄食。根據我們與農民訪談的結果，他們認為在水果將收成時，會有大批鳥類進入果園中啄食水果，造成農民很大的損失。西寶的鳥網是出現在10月蕃茄成熟時，慈恩的鳥網則是在8月水蜜桃盛產時出現。雖然二地的農民都宣稱鳥類會造成水果的損失，但在調查期間內，並未發現大量的鳥類在果園中活動，觀察果園中的水果也未見有被啄食的痕跡。這些鳥網大多架設在果園邊緣，經常會捕獲到一些森林性鳥類，其中還包括領角鴉、鶇鷓等保育類鳥類。此外，在水果收成後這些鳥網仍然繼續保留，造成更多鳥類無辜死亡。建議未來針對水果收成時鳥類在農地的活動進行更深入的調查，以確定因鳥類所造成的損失量。並設法透過當地的社區團體，宣導鳥網對鳥類所造成的威脅，並在農作收成後將鳥網撤除。

建議二

進行太魯閣國家公園鳥類的長期繫放：中長期建議

主辦機關：太魯閣國家公園管理處

協辦機關：具鳥類繫放經驗的研究單位或民間團體

建立一地區的物種名錄，是生物多樣性保育最基本的一項工作。許皓捷（2007）曾經綜合太魯閣國家公園自1989至2007年、共18份的鳥類調查報告，整理出太魯閣國家公園內共有152種鳥類，其中包含38種候鳥。這是目前國家公園最完整的鳥類名錄。我們在2009年迄今的繫放中，一共增加了中地鷓、黃眉柳鶯、極北柳鶯、大葦鶯、短尾鶯、白眉鷓、黃喉鷓、冠鷓、野鷓、茅斑蝗鶯、褐色鷓等11種園區內新紀錄鳥種的繫放紀錄，另外還目擊了大白鷺、朱連雀和噪林鳥等三種不在名錄上鳥種，顯示園區內小型候鳥的多樣性，過去可能被嚴重低估。這些鳥類大多偏好在隱密的植被中活動，不易藉由停留時間較短的觀察法察覺。而繫放作業每次會在同一地點中停留較久，相對比較容易偵測（捕捉）到這些鳥種。

除了增加物種名錄外，藉由繫放可以近距離觀察鳥類，同時可收集許多鳥類的形值、遺傳、寄生蟲、羽毛等樣本，可提供許多科學研究所需的材料。而候鳥繫放個體的異地回收，未來更可建立不同研究團隊間的跨國合作，瞭解鳥類遷移的可能路線。

附錄一

「代表性生態系經營研究－霧林帶指標物種建立監測第三期」期中簡報會議紀錄

一、時間：100年7月15日上午10時30分正

二、地點：本處會議室

三、主持人：曾處長偉宏

記錄：蔡佩芳

四、出席人員：詳簽名冊（略）。

五、主辦課室報告：

本案已依合約第二條規定(100年7月25日前)於100年7月11日(公文號1000002996)提出期中報告書，並出席本處排定今日之期中審查會議。

六、討論：(略)

七、結論：

(一) 本研究已有國際繫放回收的資料，未來可與國際相關學術單位，進行鳥類繫放之交流活動及合作研究。

(二) 有關代表性生態系經營研究之各項計畫，今年皆進行至第三期，期末審查時應可提三年期程之研究主軸的整體研究成果，有助於本處後續生態經營之參考，並提供最佳的解說素材。

(三) 本期中簡報符合本處要求，同意備查，並依合約辦理後續作業。

八、散會：11時20分正。

「代表性生態系經營研究－霧林帶指標物種建立監測第三期」案

期中審查會議出席人員簽名冊

主辦單位：保育研究課

時間	100年7月15日上午10時30分	地點	本處會議室
主持人	曾處長偉宏	記錄	蔡佩芳
出席人員			
機關（單位）		簽名 (請以正楷書寫，以利辨識)	
1	國立東華大學	許育誠, 施金強, 林佩蓉	
2			
3	太魯閣國家公園 副處長	范志強	
4	秘書	林忠於	
5	企劃經理課	夏占平	
6	環境維護課		
7	遊憩服務課		
8	解說教育課	黃志強, 林佩蓉	
9	蘇花管理站		
10	布洛灣管理站		
11	天祥管理站		
12	合歡山管理站		
13	保育研究課	陳俊山, 范志強, 林佩蓉	
14	人事室	范志強, 劉容君	
15			

附錄二

「代表性生態系經營研究－霧林帶指標物種建立監測第三期」期末簡報會議紀錄

一、時間：100年12月09日上午10時00分

二、地點：本處大會議室

三、主持人：曾處長偉宏

記錄：高 欣

四、與會人員：(如簽到簿)

五、主辦課室報告：依合約第二條規定應於100年11月25日前提出期中報告書，本案國立東華大學於100年11月23日送達，符合合約規定，並出席本處排定今日之期末審查會議。

六、討論(略)：

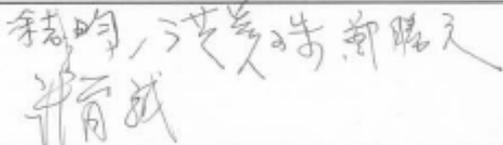
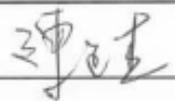
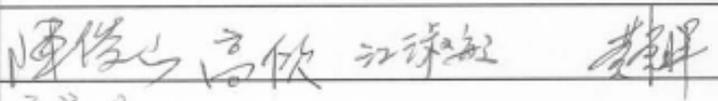
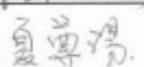
七、結論：

- (四) 本案針對園區農戶使用鳥網防止鳥類啄食成熟之水果造成農作損失之方式，因常造成森林性鳥類損失，本處未來可向園區果農宣導不宜使用鳥網。也請團隊提供相關防止鳥類造成農業損失的相關技巧或其他先進方法之建議。
- (五) 成果報告書請依據內政部委託研究計劃作業規定格式檢核表修正後，經承辦人確認後再行印製。
- (六) 本案期末簡報內容符合本處需求，審核通過，請受託單位依合約規定辦理後續結案相關事宜，並依規登錄國科會GRB系統進度資料及提送登錄內政部研考資訊系統所需報告電子檔。

「代表性生態系經營研究－霧林帶指標物種建立監測第三期」案

期末審查會議出席人員簽名冊

主辦單位：保育研究課

時間	100 年 12 月 9 日上午 10 時正	地點	本處會議室
主持人	曾處長偉宏	記錄	高欣
出席人員			
機關 (單位)		簽名 (請以正楷書寫，以利辨識)	
1	國立東華大學		
2			
3	太魯閣國家公園 副處長		
4	秘書		
5	企劃經理課		
6	環境維護課		
7	遊憩服務課		
8	解說教育課		
9	蘇花管理站		
10	布洛灣管理站		
11	天祥管理站		
12	合歡山管理站		
13	保育研究課		
14			
15			

參考書目

- 王維辰。2011。農地現況與鳥類群聚關係之研究。國立東華大學自然資源與環境學系碩士論文。花蓮。
- 王維辰、許育誠。2011。太魯閣地區農地和廢耕地之鳥類群聚。國家公園學報。21: 9-20.
- 許皓捷。2006。太魯閣國家公園鳥類群聚之研究(一)。太魯閣國家公園管理處。花蓮。
- 許皓捷。2007。太魯閣國家公園鳥類群聚之研究(一)。太魯閣國家公園管理處。花蓮。
- 許育誠。2009。代表性生態系經營管理—霧林帶指標物種棲地問題計畫第一期。太魯閣國家公園管理處。花蓮。
- 許育誠。2010。代表性生態系經營管理之霧林帶指標物種棲地問題計畫(二) 鳥類於不同棲地環境的生存適應。太魯閣國家公園管理處。花蓮。
- 劉小如、丁宗蘇、方偉宏、林文宏、蔡牧起、顏重威。2010。台灣鳥類誌(下)。行政院農業委員會林務局。台北。
- 顧芝寧(2004)。武陵地區鳥類群聚與土地利用類型之關係。國立東華大學自然資源管理研究所碩士論文。花蓮。
- Bensch, S., M. Stjernman, D. Hasselquist, Ö. Örjan, B. Hansson, H. Westerdahl and R T. Pinheiro 2000. Host specificity in avian blood parasites: a study of *Plasmodium* and *Haemoproteus* mitochondrial DNA amplified from birds. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences. 267: 1583-11589.

- Chasar, A., C. Loiseau, G. Calkiūnas, T. Iezhove, T. B. Smith and R. N. M. Sehgal 2009. Prevalence and diversity patterns of avian blood parasites in degraded African rainforest habitats. *Molecular Ecology* 18: 4121-4133.
- Clements, J. F., T. S. Schulenberg, M. J. Iliff, B.L. Sullivan and C. L. Wood. 2009. The Clements checklist of birds of the world: Version 6.4. Downloaded from <http://www.birds.cornell.edu/clementschecklist/Clements%206.4.xls/view>.
- Freed, L. A., R. L. Cann, M. L. Goff, W. A. Kuntz and G. R. Bonder 2005. Increase in avian malaria at upper elevation in Hawaii. *Condor* 107: 753-762.
- Fuller, R. J., D. E. Chamberlain, N. H. K. Burton and S. J. Gough. 2001. Distributions of birds in lowland agricultural landscapes of England and Wales: How distinctive are bird communities of hedgerows and woodland? *Agriculture Ecosystems and Environment* 84 : 79-92.
- Harvell, C. D., C. E. Mitchell, J. R. Ward, S. Altizer, A. P. Dobson, R. S. Ostfeld and M. D. Samuel 2002. Climate warming and disease risks for terrestrial and marine biota. *Science* 296: 2158-2162.
- Hörak, P., I. Ots, H. Vellau, C. Spottiswoode and A. P. Møller 2001. Carotenoid-based plumage coloration reflects hemoparasite infection and local survival in breeding great tits. *Oecologia* 126: 166-173.
- Jarvi, S. I., J. J. Schultz and C. T. Atkinson 2002. PCR diagnostics underestimate the prevalence of avian malaria (*Plasmodium relictum*) in experimentally-infected passerines. *Journal of Parasitology* 88: 153-158.

- Latta, S. C. and R. E. Ricklefs 2010. Prevalence patterns of avian haemosporida on Hispaniola. *Journal of Avian Biology* 41: 25-33.
- Librado, P. and J. Rozas 2009. DnaSP v5: A software for comprehensive analysis of DNA polymorphism data. *Bioinformatics* 25: 1451-1452.
- Massad, E. and O. P. Forattini 2008. Modelling the temperature sensitivity of some physiological parameters of epidemiologic significance. *Ecosystem Health* 4: 119-129.
- O'Connor, R. J. and M. Shrubbs. 1986. *Farming and Birds*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Patz, J. A., T. K. Graczyk, N. Geller and A. Y. Vittor 2000. Effects of environmental change on emerging parasitic diseases. *International Journal of Parasitology* 30: 1395-1405.
- Rotenberry, J. T. 1985. The role of habitat in avian community composition: physiognomy or floristics? *Oecologia* 67: 213-217.
- Sol, D., R. Jovani and J. Torres. 2003. Parasite mediated mortality and host immune response explain age-related differences in blood parasitism in birds. *Oecologia* 135:542-547.
- Szöllősi, E., M. Cichoń, M. Eens, D. Hasselquist, B. Kempenaers, S. Merino, J.-Å. Nilsson, B. Rosvall, S. Rytkönen, J. Török, M. J. Wood and L. Z. Garamszegi. 2011. Determinants of distribution and prevalence of avian malaria in blue tit populations across Europe: separating host and parasite effects. *Journal of Evolutionary Biology* 24: 2014-2024.
- Tamura, K., J. Dudley, M. Nei and S. Kumar S 2007. *MEGA5: Molecular Evolutionary Genetics Analysis (MEGA) software version 4.0*. *Molecular Biology and Evolution* 24:1596-1599.

- Tomás, G., S. Merino, J. Moreno, J. Morales and J. Martínez-De La Puente 2007. Impact of blood parasites on immunoglobulin level and parental effort: a medication field experiment on a wild passerine. *Functional Ecology* 21: 125-133.
- Vanhinsbergh, D., S. Gough, R. J. Fuller and Brierley. 2002. Summer and winter bird communities in recently established farm woodlands in lowland England. *Agriculture Ecosystems and Environment* 92 : 121-136.
- Waldenström, J., S. Bensch, D. Hasselquist and Ö. Östman 2004. A nested polymerase chain reaction method very efficient in detecting *Plasmodium* and *Haemoproteus* infection from avian blood. *Journal of Parasitology* 90: 191-194.
- Warner, R. E. 1968. The role of introduced disease in the extinction of the endemic Hawaiian avifauna. *Condor* 70: 101-120.