

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

受委託者：國立東華大學

計畫主持人：許育誠

研究助理：徐中琪

太魯閣國家公園管理處委辦計畫報告

中華民國 99 年 12 月

## 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	2
第二章 研究方法及過程	5
第一節 鳥類繫放、血液樣本採集與形值測量	5
第二節 血液寄生蟲的檢測	6
第三節 資料整理與分析	8
第三章 研究成果	9
第一節 鳥類繫放、血液樣本採集與形值測量	9
第二節 血液寄生蟲的檢測	10
第四章 結論與建議	29
第一節 討論與結論	29
第二節 建議	34
致謝	37
附錄一 太魯閣國家公園99年度委託辦理「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)」期中報告會議紀錄	39
附錄二 太魯閣國家公園99年度委託辦理「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) 期末報告會議紀錄	41
附錄三 東華大學粉紅鸚嘴血液寄生蟲盛行率篩檢	43
參考書目	45

## 表次

表 1. 本研究檢測血液寄生蟲的鳥種、數量和感染率 . . .	12
表 2. 各採集地點的名稱、海拔高度、環境、檢測樣本數及 血液寄生蟲感染率 . . . . .	14
表 3. 不同海拔範圍鳥類血液寄生蟲盛行率 . . . . .	14
表 4. 不同棲地環境鳥類血液寄生蟲盛行率 . . . . .	15
表 5. 不同季節鳥類血液寄生蟲的感染率 . . . . .	15
表 6. 不同鳥種血液寄生蟲的感染率 . . . . .	17
表 7. 粉紅鸚嘴和山紅頭在西寶和蓮花池的血液寄生蟲盛行 率 . . . . .	19
表 8. 血液寄生蟲各基因單型在鳥類宿主的感染數 . . .	23
表 9. 各地點檢測的鳥種、數量、及檢測出的血液寄生蟲種 類 . . . . .	24
表 10. 有、無感染血液寄生蟲的山紅頭體重 . . . . .	27
表 11. 世界各地鳥類血液寄生蟲的盛行率 . . . . .	33



圖次

圖 1. 利用巢式聚合酶連鎖反應 (nested PCR) 增幅血液寄生蟲所得的結果 . . . . . 7

圖 2. 血液寄生蟲的親源關係樹 . . . . . 22

圖 3. 各血液寄生蟲基因單型的採集地點 . . . . . 25

圖 4. 鳥類羽毛上的外寄生蟲及被啃噬的羽毛 . . . . . 28



## 摘要

關鍵詞：鳥類、血液寄生蟲盛行率、血液變形蟲、瘧原蟲

### 一、研究緣起

太魯閣國家公園園區內除海拔落差極大外，區內的中海拔地區除保留有大面積的天然林外，也有許多不同開發程度的農業用地。多類棲地環境使本區成為探討各種棲地類型對生物影響的適合場域。對於需要媒介傳播的疾病而言，不同海拔高度可能藉由限制病媒生物的分佈而在動物中有不同的盛行率；土地的使用類型也可能產生適合不同病媒生物或病原菌的環境。本研究以太魯閣國家公園中海拔霧林帶為中心，探討海拔高度、農業活動等因子對於鳥類疾病感受性的影響。

### 二、研究方法及過程

我們在太魯閣國家公園內進行鳥類繫放，收集鳥類的組織樣本，並從中萃取 DNA。再利用對血液寄生蟲 DNA 具專一性的引子，增幅其粒線體 DNA 片段，以判斷所採得的鳥類血液樣本中，是否感染血液寄生蟲。同時定序部分血液寄生蟲樣本的 DNA 序列，建構其親源關係樹。分析在不同鳥種、海拔高度、採集季節、棲地環境中，鳥類血液寄生蟲的盛行率。

### 三、重要發現

本研究發現在太魯閣國家公園內鳥類血液寄生蟲的盛行率，整體的感染率達 30.96 %。春夏季的感染率高於冬季。高海拔地區的盛行率較中、低海拔低，分布侷限在海拔較高的種類（包括酒紅朱雀、深山鶯、台灣噪眉、灰頭花翼等）都未檢測出感染血液寄生蟲。不同棲地類型（包括森林、廢棄農礦地和農耕地等）的鳥類，感染的程度沒有差異，但在農田中捕獲得個體感染血液寄生蟲的

機率較高。畫眉科鳥類血液寄生蟲的感染率特別高，其中冠羽畫眉的感染率甚至高達 88.46 %。活動環境高度重疊的山紅頭和粉紅鸚嘴，二者在血液寄生蟲的感染率有顯著的差異。血液寄生蟲序列分析的結果，共篩選出血液變形蟲 (*Haemoproteus*)、瘧原蟲 (*Plasmodium*) 和住白細胞原蟲 (*Leucocytozoon*) 等三種血液寄生蟲，血液寄生蟲的遺傳多樣性很高，但各基因單型在不同鳥種間共享的情況並不普遍。未來若能在台灣其他地區進行山區鳥類的血液寄生蟲篩檢，將有助於瞭解此在鳥類普遍的傳染性疾病在台灣全島的流行狀況。

#### 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) 持續進行太魯閣國家公園園區內鳥類血液寄生蟲的後續研究、(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

持續進行太魯閣國家公園園區內鳥類血液寄生蟲的後續研究

主辦機關：太魯閣國家公園管理處

協辦機關：國立東華大學自然資源與環境學系

本研究發現在太魯閣國家公園中，血液寄生蟲的遺傳多樣性極高。後續若能進行禽瘧疾寄生蟲的親源關係研究，瞭解不同基因單型的寄生蟲是否對宿主具有物種專一性、各種血液寄生蟲在園區內的盛行率是否有差異、探討禽瘧疾在園區內的擴散情形等。結果不僅具有保育醫學上的重要性，在生物多樣性和親源地理研究中也有重要的學術研究價值。除了在國家公園園區內的調查外，若能在園區外也進行相同的調查研究，將有助於瞭解本研究在太魯閣國家公園園區內所發現的現象是否為台灣地區的普遍現象。

建議二：長期性建議

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：國立東華大學自然資源與環境學系

藉由繫放可以瞭解鳥類的遷移路徑和時間、族群數量的長期變動、觀察個體的行為、收集鳥類的生理資料（包括形值、遺傳樣本、寄生蟲）等，是鳥類研究的一項重要工作。長期且固定努力量的鳥類繫放資料，更是目前探討氣候變遷對生物影響的重要資料來源。建議未來能持續在太魯閣地區進行鳥類繫放工作，同時在高、中、低海拔地區都展開固定努力量的長期繫放工作，收集園區不同海拔高度的鳥類繫放資料。這些資料將更能增進對園區鳥類多樣性的瞭解，並提供各項鳥類研究所需的材料。

## Abstract

Keywords: birds, prevalence of avian blood parasite, *Haemoproteus*,  
*Plasmodium*

Taroko National Park is characterized by its mountainous topology and large elevation gradient. A great deal of virgin forest is well preserved in the Park's mid-elevation range, though there are also lots of orchards, some abandoned and others still in use, scattered within this area. Various habitat types make it a suitable place to study the effect of habitat variation on wildlife. For vector-borne disease, its prevalence may be affected by factors that limit the distribution of vectors. In this study, we surveyed the prevalence of avian blood parasite in the Taroko National Park, with the aim to understand the prevalence of this disease in different elevation and habitat types. In addition, we also conducted a preliminary phylogenetic analysis of the blood parasites.

We collected avian blood samples in the Park area and used polymerase chain reaction to amplify a fragment of blood parasite mitochondrial cytochrome *b* gene. We also sequenced some infected samples to construct a phylogenetic tree for the blood parasites. In total, the prevalence of the blood parasite was 30.96 %, with higher prevalence in spring and summer than in winter. Samples from high elevation area had lower infection rate. The prevalence among various habitats was not significantly different. The Babblers (Family Timalidae) had higher prevalence than other species, with the highest prevalence occurring in *Yuhina brunneiceps* (88.46 %). DNA sequences analysis revealed that three genus of blood parasite were

detected (*Haemoproteus*, *Plasmodium* and *Leucocytozoon*). Haplotype diversity was high but haplotype sharing among species was uncommon. From the result of this study, we propose two suggestions for future research. For the immediate strategy, we suggest further research on the population genetics of the avian blood parasites, not only for the contribution to the conservation medicine, but also providing scientific information on the biodiversity and species coevolution. For the long-term strategy, we suggest to conduct a long-term bird banding project in the Taroko National Park. With the banding practice, we can collect valuable information on the population trend of birds, as well as collecting biological samples for other scientific researches.



## 第一章 緒論

### 第一節 研究緣起與背景

為因應全球暖化及環境變遷等趨勢，暨爭取太魯閣國家公園加入世界襲產，提升國家國際地位等目的，藉由長期生態研究及群體整合型研究，調查釐清衝擊對象與程度，期共同保護台灣珍貴稀有物種襲產等，爰辦理「代表性生態系經營管理」等計畫。

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，也有許多不同開發程度的農業用地，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本園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。例如對於需要媒介傳播的疾病而言，不同海拔高度可能藉由限制病媒生物的分佈而在動物中有不同的盛行率；土地的使用類型也可能產生適合不同病媒生物或病原菌的環境。

根據 2009 年的研究顯示，園區內的海拔梯度的垂直變化，已造成鳥類形質的變異；山區的人類活動也造成一些持久性污染物的累積。本研究擬以太魯閣國家公園中海拔霧林帶為中心，探討海拔高度、人類活動等因子對於鳥類疾病感受性的影響。所得結果除提供園區內動物保育醫學與微生物多樣性的基礎監測資料外，藉由探討不同環境經營策略或生態因子對於鳥類生存的可能影響，瞭解此區鳥類受到疾病可能產生的威脅程度。

## 第二節 蒐集之資料、文獻分析

台灣地處熱帶亞熱帶交會處，本島多山地，一千公尺以上的山地佔全島面積約 32%。大氣自海洋攜帶來的充沛水氣，在迎風面的山區極易形成雲霧，而形成山區的霧林帶。太魯閣國家公園轄區多位於花蓮縣秀林鄉境，內有中橫公路貫穿，由平地至最高的南湖大山約有 3700 公尺的落差。全區除中央山脈主稜西側少部分地區外，主要是由立霧溪、砂卡礑溪及三棧溪三個流域所構成。區內有相當大的面積位於霧林帶內。除雲霧外，園區內有些氣象條件隨海拔變化而產生差異，例如 2009 年一月花蓮地區的平均氣溫為 17.8 °C，海拔 3000 公尺以上的合歡山平均氣溫僅為 9.3 °C；2008 年八月花蓮地區的平均氣溫為 28.3 °C，而合歡山平均氣溫僅為 19.4 °C（資料來源：整理自中央氣象局網站、特有生物保育研究中心高海拔試驗站）。園區內的海拔梯度變化、溫度差異、特殊氣候以及區內不同程度的農業和遊憩等人類活動，對於生存在區內的生物而言，應扮演了不同程度的選汰壓力。

在台灣的脊椎動物中，鳥類是最容易被觀察到的一個類群。根據 2007 年在太魯閣國家公園園區內的調查，共計錄到 114 種鳥類，其中包括 14 種台灣特有種（許皓捷 2007）。而中海拔霧林帶地區是區內鳥類物種多樣性最高的地區。根據許皓捷（2006，2007）在太魯閣國家公園的調查結果顯示，中海拔地區鳥類的物種多樣性高於其他地區：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。生活在山區的鳥類，面對多種不同的環境變化，會演化出不同的適應策略。例如許多種類的鳥都發展出降遷的行為，即在冬季會移動到海拔較低的地區度冬，俟春季回暖後再回到較高海拔地區（許皓捷 2003）。但對於分佈範圍廣且終年留居山區、沒有明顯降遷行為的鳥種而言，高海拔的低溫環境應是一股和低海拔環境極為不同的生存壓力。在去年的研究中，我們發現生活在中海拔地區的山紅頭（*Stachyris ruficeps*）和粉紅鸚嘴（*Paradoxornis webbianus*），其型態上已經產生和棲息在低海拔的同種鳥類不同的變化；除型態上的改變外，我們也發現鳥類溝通的重要工具—鳴唱聲—也有隨高度而改變的現象（許育誠 2009）。這些結果意味著分佈在不同高度的同一種鳥類，即使沒有明顯的地理隔離，也可能因為受到環境因子的影響而產生適應

性的變異。

氣候、雨量等環境因子所造成的選汰壓力，除直接影響鳥類的體型和聲音外，也可能影響鳥類面對疾病的反應能力。此外，人類活動所造成的棲地環境改變，也可能改變了宿主—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)。許多需要中間寄主傳播的疾病會因為中間寄主對環境的特殊需求而有分佈的侷限性，但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 (Harvell *et al.* 2002)。在野生鳥類中，禽瘧疾 (avian malaria) 是最常見的血液寄生蟲疾病，它是一種需要透過病媒叮咬傳播的疾病，其病原菌寄生在鳥類的紅血球中，造成鳥類血液的溶氧量降低，因而影響鳥類的活動力，造成覓食量減少、體重下降，甚至死亡 (Atkinson *et al.* 2000)。廣義的禽瘧疾是指由血液變形蟲 (*Haemoproteus*) 和瘧原蟲 (*Plasmodium*) 這二屬原蟲所傳播的疾病。關於禽瘧疾對鳥類影響最著名的案例來自夏威夷鳥類的研究。在西方人拓殖到夏威夷之前，雖然瘧原蟲已經隨著候鳥定期來到夏威夷，但因為島上缺少做為中間宿主的蚊子，所以島上原生鳥類不會受到禽瘧疾的威脅；自從家蚊 (*Culex quinquefasciatus*) 在 1826 年意外被引入夏威夷後，已經造成島上低海拔地區原生鳥類的大量死亡，並造成半數以上特有種鳥類的消失 (Warner 1968)，目前倖存的特有種鳥類，多半分佈在海拔較高的山區，這些地區因為溫度較低，病媒蚊無法侵入，使得鳥類免於禽瘧疾的威脅；而現今夏威夷中海拔地區因為是特有種鳥類和病媒蚊分佈重疊最多的地區，因此疾病的盛行率特別嚴重 (Harvell *et al.* 2002)。隨著全球溫度逐漸上升，將導致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)。除了溫度的影響外，Chasar 等人 (2009) 也指出人類活動所造成的棲地改變也會影響鳥類對血液寄生蟲的感受性，唯其影響的形式會隨病媒蚊和宿主的種類而異。

關於血液寄生蟲在台灣地區野生鳥類的相關研究並不多，Manwell 等人曾在 1976 年檢測台灣地區鳥類血液寄生蟲的盛行率，發現整體感染率為 13% (Manwell *et al.* 1976)。王齡敏 (2006) 檢測特有生物保育研究中心所收容 263 隻傷鳥檢體、與採自彰濱工業區的 232 隻候鳥的血液樣本後，發現共有 43 隻 (8.69%) 個體呈現血液寄生蟲的陽性反應，感染比例並不高。李岱芬 (2007) 檢測 139 隻來自西部地區，不同海拔高度 (200 至 2200 公尺) 的繡眼畫眉 (*Alcippe*

*morrisonia*) 樣本，發現平均感染率為 14.4%，且感染的比率在不同海拔地區間有顯著的差異：高海拔區（1940 - 2200 公尺）的個體完全沒有感染禽瘧疾；中海拔區（1000 - 1200 公尺）個體的感染率最高，達 30.4%；低海拔區個體的感染率則為 10.7%。此二份研究的結果都顯示台灣低海拔地區鳥類感染禽瘧疾的比率大約為 8-10%。而中海拔繡眼畫眉的高感染率推測可能和採樣點的開發程度有關（李岱芬 2007）。繡眼畫眉的活動範圍多在森林地區，太魯閣國家公園中海拔地區目前有許多的農業活動，這些人類造成的棲地環境是否會導致鳥類有更高的疾病感染率將是本研究想探討的重點。

傳統上對於血液寄生蟲的檢測是製作血液抹片，並於顯微鏡下觀察（例如：王齡敏 2007, Caser *et al.* 2009）。此法雖然花費較少，但需要製作抹片及辨識寄生蟲種類的訓練，且在野外不易立即將血液樣本進行固定和染色。從血液中萃取病原菌的 DNA，並藉由對病原菌具專一性的引子（*primer*）增幅特定片段的病原菌 DNA 序列，使鳥類研究人員能夠由採自野外、並保存於酒精中的血液樣本進行禽瘧疾的篩檢（Walendenström *et al.* 2004, Valkiūnas *et al.* 2008）。

本研究擬以太魯閣國家公園中海拔霧林帶為中心，探討海拔高度、道路、人類活動等因子對於鳥類疾病感受性的影響。除提供園區內動物保育醫學與微生物多樣性的基礎監測資料外，主要目的在於探討在不同環境下生存的鳥類，所受到的疾病這項天擇壓力是否有所不同。特別是中海拔山區因為聚落、農墾等各項人類開發行為，是否會影響鳥類對傳染性疾病的感受性。

## 第二章 研究方法及過程

### 第一節 鳥類繫放、血液樣本採集與形值測量

在 2009 年的調查研究中，我們已經在國家公園園區中採集許多鳥類的組織樣本（許育誠 2009），採集地的海拔高度自海平面至 2668 公尺。本年度的鳥類繫放工作，除持續增加樣本數外，也增加在森林環境中進行樣本採集。採集的對象以數量較多的非保育類鳥類為主。繫放以霧網捕捉。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)在跗蹠骨套上有編號的金屬腳環；(3)進行各項形值測量，並檢視羽毛磨損狀況及是否有羽蝨等外寄生蟲；(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 萃取與分析用。完成下列操作的個體立即於原地野放。

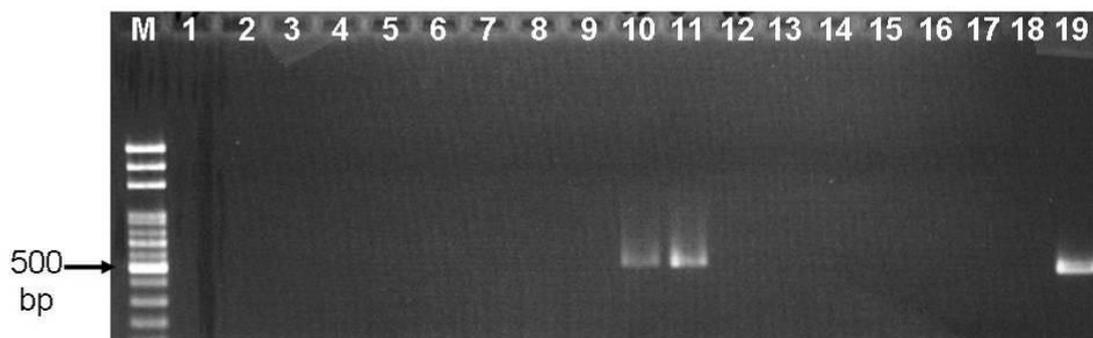
除繫放作業外，我們於繫放時同時紀錄繫放地點的環境，包括附近主要的棲地類型和架設鳥網地點的環境等。

## 第二節 血液寄生蟲的檢測

將採得的鳥類血液樣本攜回實驗室後，進行 DNA 的萃取。先以 Gemmell and Akiyama (1996) 所發展的方法萃取 DNA。血液寄生蟲檢測的主要對象為造成鳥類禽瘧疾的血液變形蟲 (*Haemoproteus*) 和瘧原蟲 (*Plasmodium*) 等二個屬的血液寄生蟲。若鳥類感染血液寄生蟲，則萃取自鳥血的 DNA，也將含有該寄生蟲的 DNA。我們利用 Walendenström 等人 (2004) 所發展出的巢式聚合酶連鎖反應 (nested polymerase chain reaction, nested PCR) 增幅血液寄生蟲粒線體 DNA 細胞色素 *b* (cytochrome *b*, *cyt b*) 基因的部分片段。首先將萃取自鳥血的 DNA 以 1% 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。根據電泳結果先確定所萃取 DNA 的品質和濃度。再將所萃取的 DNA 進行第一次的 PCR, 所使用的引子名稱及序列分別為 HAEMNF (5'-CATATATTAAGAGAATTATGGAG-3') 和 HAEMNR2 (5'-AGAGGTGTAGCATATCTATCTAC-3')。每次反應的總體積為 10  $\mu$ l, 其中含有約 25 ng 的 DNA、2.0 mM MgCl<sub>2</sub>、1 X PCR buffer、400 mM dNTP、0.6 mM 的引子、0.625 U ProTaq DNA polymerase (Protech)。反應的溫度控制程式為先在 94°C 中反應 3 分鐘, 之後再進行 20 次的溫度升降循環, 每一循環週期為 94°C 30 秒、50°C 30 秒、72°C 45 秒, 之後再於 72°C 反應 10 分鐘。此次 PCR 的產物, 再進行第二次的 PCR 增幅。取 0.4  $\mu$ l 的 PCR 產物做為第二次增幅的 DNA 樣本, 分別加入和第一次反應相同的各項試劑, 進行第二次的增幅反應。第二次 PCR 使用的二條引子分別為 HAEMF (5'-ATGGTGCTTTTCGATATATGCATG-3') 和 HAEMR2 (5'-GCATTATCTGGATGTGATAATGGT-3')。PCR 的溫度控制和第一次反應相同, 只有將溫度升降循環次數由原先的 20 次增加至 35 次。所有的 PCR 都使用

iCycler 溫度循環控制儀 (BioRad) 進行。

經過 nested PCR 增幅作用後的 DNA 產物以 1.5 % 的瓊脂糖凝膠進行電泳 (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 524 bp 的 DNA 片段者, 則判定為感染禽瘧疾的個體 (圖 1)。為確認所增幅出的 DNA 片段的確是血液寄生蟲的 *cyt b* 基因片段, 我們將部分增幅成功的樣本進行 DNA 定序, 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, 確認所得的序列確實為禽瘧疾寄生蟲的粒線體 DNA *cyt b* 基因。前人的研究已經確認此法可應用於台灣地區禽瘧疾的偵測 (王齡敏 2006、李岱芬 2007)。我們利用 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。再採用 MEGA 5 軟體 (Tamura et al. 2007), 以 Kimura-2-parameter 法計算遺傳距離, 並用 neighbor-joining 法繪製這些血液寄生蟲的親源關係圖。



**圖 1：利用巢式聚合酶連鎖反應 (nested PCR) 增幅血液寄生蟲所得的結果**  
圖中的數字代表樣本編號, M 為 DNA 片段長度的標記 (Bio100 size ladder)。每一樣本若可被增幅出長度約 524bp 的 DNA 片段 (如本例中編號第 10、11 和 19 號的樣本), 即表示該樣本含有血液寄生蟲的 DNA, 亦即為感染血液寄生蟲的個體。(資料來源: 本研究)

### 第三節 資料整理與分析

本研究所使用的鳥類分類系統、中文名稱與學名，是採用中華民國野鳥學會 2010 年台灣鳥類名錄 (<http://www.bird.org.tw/index.php?block=contents/5-1.php>)，其分類系統主要是採用 Clements 世界鳥類名錄 6.4 版 (Clements *et al.* 2009)。園區內鳥種海拔分布下限，是依照許皓捷 (2007) 的研究報告，但部分種類在該報告中沒有列出分布範圍，我們改以本團隊採集到該種鳥的最低海拔高度作為分布下限。

## 第三章 研究成果

### 第一節 鳥類繫放、血液樣本採集與形值測量

自一月起，我們即在太魯閣地區進行鳥類繫放作業，今年度共進行 38 次的繫放作業，每次進行 2-3 天，一共繫放了 54 種、902 隻鳥，另有 282 筆的繫放回收紀錄。每次捕獲的個體，除少數於操作過程中逃脫外，均已完成形值測量和血液樣本採集。連同 2009 年所採得的樣本，目前共採得有 66 種、1654 隻鳥的血液樣本。

## 第二節 血液寄生蟲的檢測

### 一、太魯閣地區鳥類血液寄生蟲的盛行率

本研究共完成 19 科 46 種、共 759 隻鳥的血液寄生蟲檢測工作，其中有 548 隻為 2009 年採集的樣本，211 隻為 2010 年採集的樣本。一共有 12 科 24 種、共 235 隻鳥被檢定出感染血液寄生蟲，整體的感染率為 30.96 %。表 1 為本次篩檢血液寄生蟲的各鳥種樣本數及感染個體數。表 2 則是各採集地點所檢測的樣本數和感染個體數。由表 2 的結果顯示：各地點血液寄生蟲的盛行率有很大的差異：例如來自匯源礦區的 35 個樣本，全被檢測出感染血液寄生蟲；而海拔較高的合歡山區、大禹嶺和關原等地的樣本，感染血液寄生蟲的機率則較低。若將所有樣本依採集地點的海拔高度區分成高、中、低三處，則高海拔區鳥類感染率較低（6.93 %）的結果更加顯著（ $\chi^2=32.61, P<0.01$ ），而中、低海拔樣本的感染率（33.78 %和 33.47 %）則沒有明顯差別（表 3）。

所有樣本採集地的主要棲地類型可以分成森林、農耕地（包括菜園和果園）、以及廢棄農礦地等三大類，三種棲地類型所採得樣本的血液寄生蟲盛行率沒有顯著差異（分別為 29.73 %、31.25 %和 30.85 %。 $\chi^2=0.04, P=0.98$ 。表 4a）；但若以鳥網架設地點的環境區分，則可分成農田、草叢和森林下層三類，其中農田地區鳥類的血液寄生蟲盛行率（39.13 %）顯著高於採自草叢（22.77 %）和森林下層（29.73 %）樣本的盛行率（ $\chi^2=8.95, P=0.011$ ）（表 4b）。

在季節性的感染率差異方面，我們比較在溫度較高的繁殖季（3 至 8 月）和溫度較低的非繁殖季（11 至 2 月），鳥類血液寄生蟲盛行率的差異（表 5）。整體而言，繁殖季的盛行率（35.76 %）高於非繁殖季的盛行率（21.79 %）（ $\chi^2=15.31, P<0.001$ ）。由於低海拔和高海拔地區的非繁殖季的樣本極少，無法比較這二地樣本感染率的季節間差異。若只考慮樣本較多的中海拔地區樣本間

感染率的季節差異，則中海拔樣本在繁殖季和非繁殖季血液寄生蟲的盛行率差異更加明顯（繁殖季的感染率：47.00 %，非繁殖季的感染率：22.22 %。 $\chi^2=32.68, P < 0.001$ ）。

表 1. 本研究檢測血液寄生蟲的鳥種、數量和感染率

中文名*	學名*	檢測隻數	感染隻數	感染率
<b>三趾鶉科</b>	<b>TURNICIDAE</b>			
棕三趾鶉	<i>Turnix suscitator</i>	1	0	0.00
<b>鳩鴿科</b>	<b>COLUMBIDAE</b>			
金背鳩	<i>Streptopelia orientalis</i>	1	1	100.00
翠翼鳩	<i>Chalcophaps indica</i>	1	1	100.00
<b>啄木鳥科</b>	<b>PICIDAE</b>			
小啄木	<i>Dendrocopos canicapillus</i>	1	1	100.00
<b>卷尾科</b>	<b>DICRURIDAE</b>			
小卷尾	<i>Dicrurus aeneus</i>	4	2	50.00
<b>王鶉科</b>	<b>MONARCHIDAE</b>			
黑枕藍鶉	<i>Hypothymis azurea</i>	14	7	50.00
<b>樹鶯科</b>	<b>Cettiidae</b>			
短翅樹鶯	<i>Cettia diphone</i>	8	0	0.00
小鶯	<i>Cettia fortipes</i>	2	0	0.00
深山鶯	<i>Cettia acanthizoides</i>	12	0	0.00
棕面鶯	<i>Abroscopus albogularis</i>	7	1	14.29
<b>長尾山雀科</b>	<b>AEGITHALIDAE</b>			
紅頭山雀	<i>Aegithalos concinnus</i>	9	0	0.00
<b>鶇科</b>	<b>PYCNONOTIDAE</b>			
白環鸚嘴鶇	<i>Spizixos semitorques</i>	2	0	0.00
<b>大尾鶯科</b>	<b>MEGALURIDAE</b>			
台灣叢樹鶯 (褐色叢樹鶯)	<i>Bradypterus alishanensis</i>	1	0	0.00
<b>扇尾鶯科</b>	<b>CISTICOLIDAE</b>			
灰頭鷓鶯	<i>Prinia flaviventris</i>	9	0	0.00
<b>鶯科</b>	<b>SYLVIIDAE</b>			
粉紅鸚嘴	<i>Paradoxornis webbianus</i>	158	16	10.13
<b>鶇科</b>	<b>MUSCICAPIDAE</b>			
紅尾鶇	<i>Muscicapa ferruginea</i>	2	0	0.00
黃胸青鶇	<i>Ficedula hyperythra</i>	3	0	0.00
野鶇	<i>Luscinia calliope</i>	11	3	27.27
藍尾鶇	<i>Phoenicurus cyanura</i>	2	0	0.00
栗背林鶇	<i>Luscinia johnstoniae</i>	6	0	0.00
黃尾鶇	<i>Phoenicurus aureus</i>	5	3	60.00

中文名*	學名*	檢測隻數	感染隻數	感染率
<b>鶇科</b>	<b>TERDIDAE</b>			
赤腹鶇	<i>Turdus chrysolaus</i>	1	1	100.00
斑點鶇	<i>Turdus eumomus</i>	1	1	100.00
<b>畫眉科</b>	<b>TIMALIIDAE</b>			
台灣噪眉 (金翼白眉)	<i>Garrulax morrisonianus</i>	11	0	0.00
黃胸藪眉 (藪鳥)	<i>Liocichla steerii</i>	26	13	50.00
大彎嘴	<i>Pomatorhinus erythrogenys</i>	1	0	0.00
小彎嘴	<i>Pomatorhinus ruficollis</i>	22	9	40.91
鱗胸鷓鴣 (鱗胸鷓鴣)	<i>Pnoepyga albiventer</i>	1	0	0.00
山紅頭	<i>Stachyris ruficeps</i>	141	75	53.19
灰頭花翼	<i>Alcippe cinereiceps</i>	20	0	0.00
頭烏線	<i>Alcippe brunnea</i>	15	8	53.33
繡眼畫眉	<i>Alcippe morrisonia</i>	76	35	46.05
白耳畫眉	<i>Heterophasia auricularis</i>	4	3	75.00
冠羽畫眉	<i>Yuhina brunneiceps</i>	26	23	88.46
綠畫眉	<i>Erpornis zantholeuca</i>	9	6	66.67
綠繡眼	<i>Zosterops japonicus</i>	31	13	41.94
<b>鶇鶇科</b>	<b>MOTACILLIDAE</b>			
樹鶇	<i>Anthus hodgsoni</i>	5	2	40.00
<b>鷓鴣科</b>	<b>EMBERIZIDAE</b>			
白眉鷓	<i>Emberiza tristrami</i>	2	0	0.00
小鷓	<i>Emberiza pusilla</i>	2	0	0.00
黃喉鷓	<i>Emberiza elegans</i>	2	0	0.00
金鷓	<i>Emberiza aureola</i>	1	1	100.00
黑臉鷓	<i>Emberiza spodocephala</i>	50	9	18.00
<b>雀科</b>	<b>FRINGILLIDAE</b>			
酒紅朱雀	<i>Carpodacus vinaceus</i>	23	0	0.00
褐鶯	<i>Pyrrhula nipalensis</i>	1	0	0.00
<b>麻雀科</b>	<b>PASSERIDAE</b>			
麻雀	<i>Passer montanus</i>	2	0	0.00
<b>梅花雀科</b>	<b>ESTRILDIDAE</b>			
白腰文鳥	<i>Lonchura striata</i>	27	1	3.70
<b>合計</b>		<b>759</b>	<b>235</b>	<b>30.96</b>

\* 分類、學名及中文名參考「中華民國野鳥學會 2010 年版台灣鳥類名錄」(資料來源：本研究)

**表 2. 各採集地點的名稱、海拔高度、環境、檢測樣本數及血液寄生蟲感染率**

地點	海拔高度 (公尺)	主要棲地 類型	繫放地點 環境	樣本數	感染數	感染率 (%)
合歡山區	2668	農耕地	草叢	70	2	2.86
大禹嶺	2540	廢棄農地	草叢	26	5	19.23
關原	2433	森林	森林下層	5	0	0
碧綠神木	2186	森林	森林下層	32	11	34.38
慈恩	1986	農耕地	農田	31	23	74.19
蓮花池	1154	廢棄農地	草叢	244	71	29.1
洛韶	1140	農耕地	農田	42	17	40.48
西寶	979	農耕地	農田	129	38	29.46
大禮	762	農耕地	草叢	43	17	39.53
谷園	685	農耕地	農田	5	3	60.00
匯源礦道	98	廢棄礦路	草叢	35	35	100
崇德	20	廢棄農地	草叢	97	13	13.4
合計				759	235	30.96

(資料來源：本研究)

**表 3. 不同海拔範圍的鳥類血液寄生蟲的盛行率**

海拔範圍	樣本數	感染數	感染率%
低 (<800 公尺)	180	68	33.78
中 (800-2300 公尺)	478	160	33.47
高 (>2300 公尺)	101	7	6.93
合計	759	235	30.96

(資料來源：本研究)

表 4. 不同棲地環境鳥類血液寄生蟲盛行率

a. 主要棲地類型	樣本數	感染數	感染率 (%)
森林	37	11	29.73
農耕地	320	100	31.25
廢棄農礦地	402	124	30.85
b. 鳥網架設環境			
森林下層	37	11	29.73
農田	207	81	39.13
草叢	515	143	27.77

(資料來源：本研究)

表 5. 不同季節鳥類血液寄生蟲的感染率

季節/樣區海拔高度	樣本數	感染數	感染率 (%)
<b>繁殖季 (3-8 月)</b>	<b>495</b>	<b>177</b>	<b>35.76</b>
低海拔 (<800 公尺)	179	68	33.99
中海拔 (800-2300 公尺)	217	102	47.00
高海拔 (>2300 公尺)	99	7	7.07
<b>非繁殖季 (11-2 月)</b>	<b>264</b>	<b>58</b>	<b>21.79</b>
低海拔 (<800 公尺)	1	0	0
中海拔 (800-2300 公尺)	261	58	22.22
高海拔 (>2300 公尺)	2	0	0

(資料來源：本研究)

## 二、血液寄生蟲在不同鳥種的盛行率

為比較各鳥種血液寄生蟲感染率的差異，我們挑選樣本數較多（10 隻以上）的種類進行探討。表 6 為 16 種鳥類血液寄生蟲感染率的差異。其中冠羽畫眉的感染率高達 88.46 %。鳥種分布的海拔下限似乎是影響血液寄生蟲盛行率的重要限制因子。海拔分布下限在 2300 公尺以上的鳥種（包括酒紅朱雀、深山鶯、台灣噪眉和灰頭花翼等四種鳥）完全未被檢測出血液寄生蟲。其他鳥種雖然也會出現在海拔 2300 公尺以上，但分布範圍可廣至 800 公尺以下的地區，或許因此增加了被感染的機會。

除了海拔外，鳥種間的感染率也有很大的差異。表 6 所列的 16 種鳥中，有 9 種屬於畫眉科的鳥類（冠羽畫眉、頭烏線、山紅頭、黃胸藪眉、繡眼畫眉、綠繡眼、小彎嘴、台灣噪眉和灰頭花翼）。感染率最高的前 8 種鳥中，僅黑枕藍鶇不屬於畫眉科。畫眉科鳥類的整體感染率為 45.6 %，遠高於其他非畫眉科鳥類的感染率（12.2 %）（ $\chi^2=95.53, P < 0.001$ ）。若扣除四種沒有感染的高海拔鳥類，則畫眉科鳥類的感染率更高達 52.22 %，與非畫眉科鳥類感染率（13.85 %）的差異更大（ $\chi^2=94.40, P < 0.001$ ）。

表 6. 不同鳥種血液寄生蟲的感染率（只計算樣本數大於 10 隻的鳥種）

感染率		分布海拔下限			
排名	鳥種	(公尺)*	樣本數	感染數	感染率
1	冠羽畫眉	200	26	23	88.46
2	頭烏線	0	15	8	53.33
3	山紅頭	0	141	75	53.19
4	黃胸藪眉（藪鳥）	800	26	13	50.00
5	黑枕藍鶺鴒	0	14	7	50.00
6	繡眼畫眉	100	76	35	46.05
7	綠繡眼	0	31	13	41.94
8	小彎嘴	0	22	9	40.91
9	野鴿	18	11	3	27.27
10	黑臉鵒	28	50	9	18.00
11	粉紅鸚嘴	20	158	16	10.13
12	白腰文鳥	51	27	1	3.70
13	酒紅朱雀	2800	23	0	0.00
14	深山鶯	2300	12	0	0.00
15	台灣噪眉（金翼白眉）	2400	11	0	0.00
16	灰頭花翼	2300	20	0	0.00
合計			663	212	33.98

\*各鳥種的海拔下限是依據許皓捷（2007）。而野鴿、黑臉鵒、粉紅鸚嘴、白腰文鳥等四種鳥的海拔下限在該報告中並未列出，故此處所列的高度係指本研究採集到樣本的最低高度。（資料來源：本研究）

### 三、山紅頭和粉紅鸚嘴血液寄生蟲盛行率的比較

前述各項結果顯示不同採集地、海拔高度、季節等，都會影響鳥類血液寄生蟲的盛行率，因此，若要比較共域鳥類在血液寄生蟲感染率的差異，應選用同一地點採得的樣本比較較為合適。我們選用採自西寶和蓮花池，且樣本數較多的山紅頭和粉紅鸚嘴樣本為對象，進行單一鳥種感染率差異的比較。此二種鳥均為活動在草叢中的鳥種，在繫放過程中在二地都經常同時被捕獲。雖然活動範圍高度重疊，然而二者感染血液寄生蟲的情形卻有很大的差異：不論在西寶或是蓮花池，山紅頭的感染率都顯著高於粉紅鸚嘴(西寶： $\chi^2=6.09$ ,  $P=0.01$ ；蓮花池： $\chi^2=40.35$ ,  $P<0.001$ 。表 7a)，顯示即使是共域的鳥，對血液寄生蟲的感受性也有很大的差異。在不同季節感染率方面，不論在西寶或蓮花池，粉紅鸚嘴在繁殖季血液寄生蟲的盛行率都高於非繁殖季(西寶： $\chi^2=3.54$ ,  $P=0.06$ ；蓮花池： $\chi^2=13.05$ ,  $P<0.001$ 。表 7b)；然而，山紅頭在這二處的血液寄生蟲盛行率則沒有顯著的季節性差異(西寶： $\chi^2=1.78$ ,  $P=0.18$ ；蓮花池： $\chi^2=0.25$ ,  $P=0.62$ 。表 7b)。這些結果似乎顯示血液寄生蟲對鳥類宿主的感染具有專一性，或是二者在夜間休息的環境不同，致被病媒叮咬的機率不同。

表 7. 粉紅鸚嘴和山紅頭在西寶和蓮花池的血液寄生蟲盛行率

## a. 整體感染率

地點	鳥種	樣本數	感染數	感染率(%)
西寶	粉紅鸚嘴	21	3	14.29
	山紅頭	27	13	48.15
蓮花池	粉紅鸚嘴	103	12	11.65
	山紅頭	33	22	66.67

## b. 不同季節的感染率

鳥種	地點	繁殖季 (3-8 月)			非繁殖季 (11-2 月)		
		樣本數	感染數	感染率(%)	樣本數	感染數	感染率(%)
粉紅鸚嘴	西寶	5	2	40	16	1	6.25
	蓮花池	53	12	22.64	50	0	0
山紅頭	西寶	11	7	63.64	16	6	37.5
	蓮花池	14	10	71.43	19	12	63.16

(資料來源：本研究)

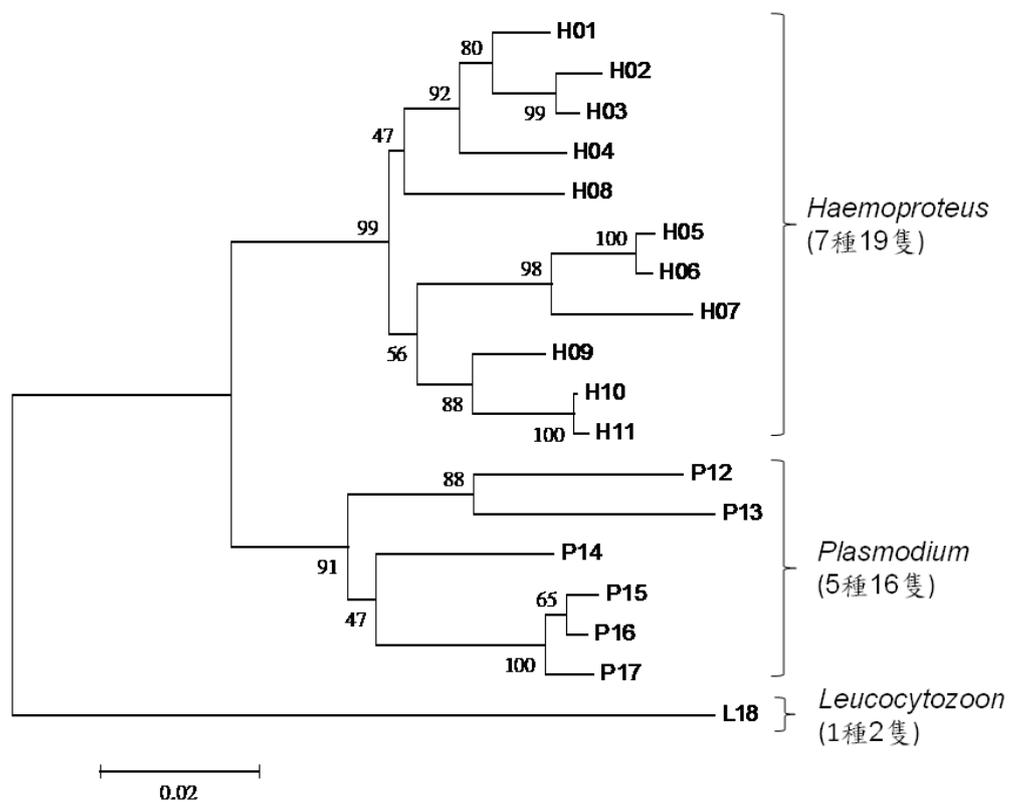
#### 四、血液寄生蟲的種類鑑定與親源關係

我們從檢測結果判定為感染的樣本中，選取來自 12 種鳥類宿主的 39 個樣本，將 PCR 所增幅的 DNA 片段進行定序反應。除確認此法所增幅的 DNA 片段確實為血液寄生蟲的基因外，並利用所得的序列資料建構太魯閣地區血液寄生蟲的親源關係。

定序結果共獲得 459 bp 的血液寄生蟲粒線體 DNA *cyt b* 基因的序列片段，其中有二隻來自冠羽畫眉的樣本有同一個體感染多型血液變形蟲 (*Haemoproteus*) 的現象，其 DNA 序列在許多位點都有核苷酸重疊的現象。因為無法確認這二隻鳥感染的次數，因此將這二份序列自後續的分析中移除，故一共有 37 個樣本的序列資料，分別來自 10 個地點、12 種鳥。459 bp 的序列中有 127 個位點為多型性點位 (polymorphic site)。所有樣本可區分出 18 種基因單型，基因單型多樣性 (haplotype diversity, *Hd*) 為 0.903，核苷酸多樣性 (nucleotide diversity,  $\pi$ ) 為 0.071。所有序列與 NCBI GenBank 比對的結果，均顯示為鳥類的血液寄生蟲無誤。除檢測出包含造成禽瘧疾的血液變形蟲 (*Haemoproteus*) 和瘧原蟲 (*Plasmodium*) 二屬的血液寄生蟲外，我們還增幅出住白細胞原蟲 (*Leucocytozoon*) 的 DNA。18 種基因單型中，有 11 型屬於血液變形蟲 (*Haemoproteus spp.*) (基因單型 H01-H11)，6 型屬於瘧原蟲 (*Plasmodium spp.*) (基因單型 P12-P17)，1 型屬於住白細胞原蟲 (*Leucocytozoon spp.*) (基因單型 L18)，各基因單型間的親源關係樹如圖 2 所示。表 8 為各基因單型的宿主鳥種和感染數量、表 9 則為各地點檢測的鳥種、數量、及檢測出的血液寄生蟲種類。

所有樣本中，有 19 個樣本感染血液變形蟲、16 個樣本感染瘧原蟲、2 個樣本感染白細胞原蟲。10 個採樣點中，慈恩、蓮花池、西寶和崇德等四地同時檢測到二屬的血液寄生蟲，其他各地點則只檢測到一屬的血液寄生蟲 (圖 3。表 9)。血液寄生蟲對宿主鳥種似乎具有專一性：除粉紅鸚嘴被檢驗出感染瘧原

蟲和住白細胞原蟲外，其他鳥種都只檢測出感染一種血液寄生蟲。此外，除 P17 基因單型在三種鳥中出現外，每種單型都只出現在一種鳥中（表 8）



**圖 2. 血液寄生蟲的親源關係樹**

(資料來源：本研究)

表 8. 血液寄生蟲各基因單型在鳥類宿主的感染數

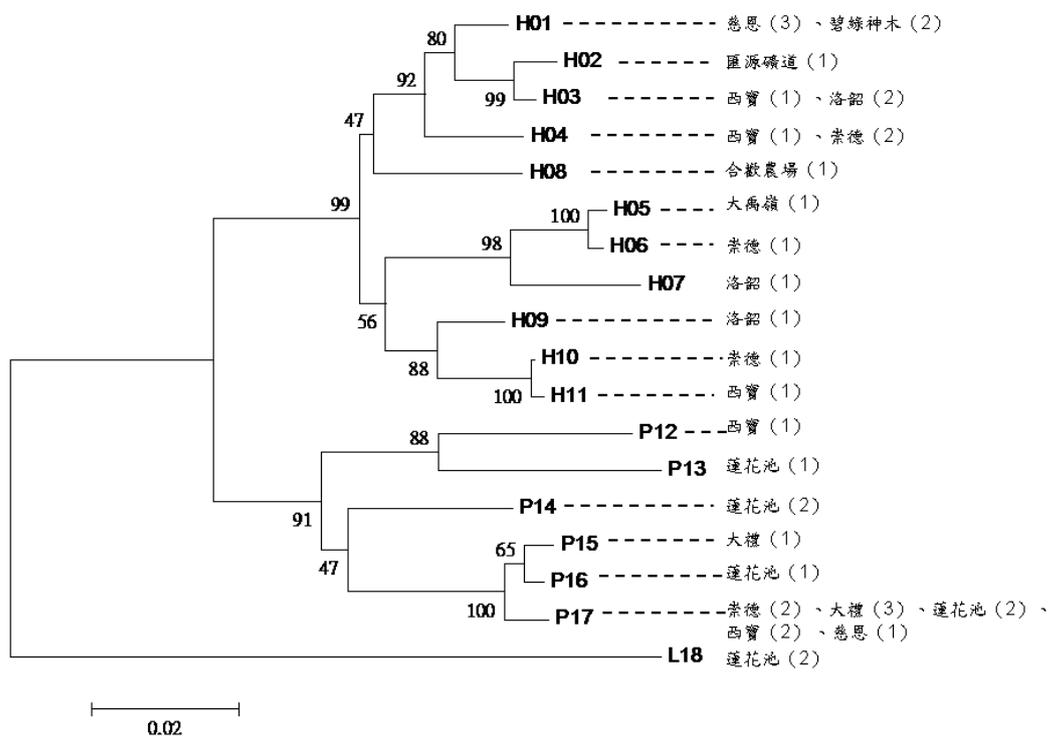
宿主鳥種	樣本數	基因單型																		
		H01	H02	H03	H04	H05	H06	H07	H08	H09	H10	H11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	L18	
黃胸藪眉	5	5																		
繡眼畫眉	4		1	3																
綠繡眼	3				3															
冠羽畫眉	3					1		1	1											
綠繡眼	1						1													
綠畫眉	1								1											
小彎嘴	2									1	1									
頭烏線	3											1			1	1				
黑臉鵑	3												1	2						
山紅頭	6																		6	
棕面鶯	1																		1	
粉紅鸚嘴	5																		3	2
合計	37	5	1	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	10	2	

(資料來源：本研究)

表 9. 各地點檢測的鳥種、數量、及檢測出的血液寄生蟲種類

地區	樣 本 數	感染各種血液寄生蟲的鳥種與數量		
		<i>Haemoproteus spp.</i>	<i>Plasmodium spp.</i>	<i>Leucocytozoon spp.</i>
合歡山區	1	冠羽畫眉 1		
大禹嶺	1	冠羽畫眉 1		
碧綠神木	2	黃胸藪眉 2		
慈恩	4	黃胸藪眉 3	棕面鶯 1	
蓮花池	8		粉紅鸚嘴 1	粉紅鸚嘴 2
			黑臉鴉 3	
			山紅頭 1	
			頭烏線 1	
洛韶	4	繡眼畫眉 2		
		冠羽畫眉 1		
		綠畫眉 1		
西寶	6	冠羽畫眉 1	山紅頭 1	
		綠繡眼 1	粉紅鸚嘴 1	
		小彎嘴 1	頭烏線 1	
大禮	4		山紅頭 3	
			頭烏線 1	
匯源礦道	1	繡眼畫眉 1		
崇德	6	綠繡眼 3	山紅頭 1	
		小彎嘴 1	粉紅鸚嘴 1	
合計	37	19	16	2

(資料來源：本研究)



**圖 3. 各血液寄生蟲基因單型的採集地點。括號中的數字為定序的樣本數**

(資料來源：本研究)

## 五、感染血液寄生蟲對鳥類可能產生的影響

我們以檢測樣本和感染樣本都較多的山紅頭為對象，探討感染血液寄生蟲對鳥類可能產生的影響。不論是考慮全部樣本，或是只考慮樣本較多的蓮花池地區，沒有感染血液寄生蟲的雌鳥和雄鳥，平均體重都略高於感染個體，但二者的差異並不顯著，亦即感染血液寄生蟲並不會影響山紅頭的體重（表 10）。

另一項感染血液寄生蟲的可能影響為造成免疫力降低，致使羽毛易受外寄生蟲啃噬，而使羽毛品質降低。圖 4 為遭受外寄生蟲寄生而嚴重磨損的羽毛。若扣除未檢視羽毛狀況和正在換羽的個體，122 個檢視的山紅頭樣本中，有 19.67% 的個體（24 隻）的羽毛品質較差（包括有發現外寄生蟲或是羽毛有被啃噬的痕跡）。其中感染血液寄生蟲的 64 隻個體，有 17 隻（26.56%）羽毛品質較差；沒有感染血液寄生蟲的 58 隻個體中，只有 7 隻（12.07%）羽毛品質較差（ $\chi^2 = 4.04$ ,  $P = 0.04$ ）。換言之，24 隻羽毛狀況較差的個體中，有 17 隻（70.83%）來自感染血液寄生蟲的個體，只有 7 隻（12.07%）沒有感染血液寄生蟲。顯示感染血液寄生蟲的個體，羽毛未必遭受較高的寄生蟲危害，但羽毛品質較差的個體，大部分都是受到感染的個體。

表 10. 有、無感染血液寄生蟲的山紅頭體重

	體 重 (公克) *		P 值 (t-test)
	有感染	無感染	
<b>全部樣本</b>			
雌鳥	9.64 ± 0.73 (30)	9.77 ± 0.95 (26)	0.29
雄鳥	10.65 ± 0.82 (42)	10.74 ± 0.68 (29)	0.30
<b>蓮花池樣本</b>			
雌鳥	9.70 ± 0.64 (9)	9.90 ± 1.14 (5)	0.37
雄鳥	10.67 ± 1.00 (13)	11.11 ± 1.25 (5)	0.45

\*：平均 ± 標準差。括號內的數字為樣本數

(資料來源：本研究)



**圖 4. 鳥類羽毛上的外寄生蟲及被啃噬的羽毛**

(資料來源：本研究)

## 第四章 結論與建議

### 第一節 討論與結論

本研究發現在太魯閣國家公園內，以禽瘧疾為主的血液寄生蟲在鳥類的盛行率為 30.96 %。此感染率高於其他在台灣野生鳥類的調查結果。例如 Manwell (1976) 針對台灣鳥類的檢測結果，發現血液變形蟲的盛行率為 13.41 %，瘧原蟲的盛行率為 5.21 %；王齡敏 (2006) 在救傷野鳥和候鳥中所偵測的盛行率為 8.69 %；李岱芬 (2007) 針對台灣西部繡眼畫眉所測得的血液寄生蟲盛行率為 14.4 %，但中海拔樣本的盛行率達 30.4 %，與本研究的結果相近。相較於國外其他地區的研究，太魯閣地區的血液寄生蟲盛行率並未明顯偏高 (表 12)。唯前述三篇台灣地區野鳥盛行率的研究，都並未針對山區鳥類進行普查，故此盛行率是否反應台灣島內山區鳥類的感染情形，仍有待更廣泛的檢測研究。

本研究採用分子生物的技术進行血液寄生蟲的篩檢，所使用的 PCR 引子，主要是針對血液變形蟲 (*Haemoproteus*) 和瘧原蟲 (*Plasmodium*) 二屬的血液寄生蟲 (Walendenström *et al.* 2004)，但本研究除檢測出這二屬的血液寄生蟲外，另檢測出 2 隻粉紅鸚嘴感染住白細胞原蟲 (*Leucocytozoon*)，感染率為 5.4 %。Cosgrove 等人 (2006) 在英國進行藍山雀的 (*Cyanistes caeruleus*) 的研究中也曾發現相同的結果，並提醒在血液寄生蟲的研究中，應注意此結果所導致對禽瘧疾盛行率的高估。因此，本研究所測得的盛行率，或許無法代表禽瘧疾在太魯閣地區的盛行率，但仍足以呈現血液寄生蟲在當地的盛行狀況。此外，傳統的檢測方法是製作血液抹片，並於顯微鏡下觀察。鏡檢法和 PCR 法的偵測率靈敏度在不同研究中有不同的結果，Valkiūnas 等人 (2006) 認為，這二種方法都會略微低估實際的感染率，並建議使實際應用上最好同時採用二

種方式。

在森林、廢棄農礦地和農耕地等三種不同棲地類型中的鳥類血液寄生蟲盛行率沒有顯著差異，但在農田中捕捉到的個體，其血液寄生蟲感染率顯著高於捕自森林下層和草叢的個體。此現象和其他研究的結果有所不同：Loiseau 等人（2010）和 Chasar 等人（2009）的研究都顯示血液寄生蟲在天然林中的盛行率要高於受干擾的環境，主要的原因可能是和傳播寄生蟲的病媒生態習性有關，不過 Chasar 等人（2009）的研究中也發現在感染瘧原蟲的綠花蜜鳥

（*Cyanomitra olivacea*）中，有一瘧原蟲支系（lineage）在干擾地的出現率較高，但另一瘧原蟲支系的出現率在干擾地區反而較低。他們認為棲地環境的變動會改變宿主-寄生蟲間的共演化關係，對不同血液寄生蟲的盛行率產生不同的影響。除了棲地環境外，海拔高度也是限制血液寄生蟲傳播的重要因素，我們發現分布侷限在 2300 公尺以上的高海拔鳥種（包括酒紅朱雀、深山鶯、台灣噪眉、灰頭花翼等），不會感染血液寄生蟲。Latta 等人（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，是造成低感染率的主要原因。在夏威夷的研究發現：隨著全球氣溫逐漸暖化，夏威夷 1900 公尺山區鳥類感染禽瘧疾的機率在 10 年內增加一倍，隨著山區鳥類感染率增加，開始出現具有抵抗力的帶原者，這些帶原鳥在冬季溫度過低，不利病媒蚊存活的季節，仍保留病原蟲在當地，反而更增加了日後禽瘧疾在中海拔山區的盛行機率。

關於盛行率的季節性變動，我們發現春夏季（3-8 月）血液寄生蟲的盛行率高於冬季（11-2 月）。在夏威夷特有種鳥類白臀蜜雀（*Himatione sanguinea*）的研究也發現瘧原蟲感染率有季節性變動，在中海拔樣區的盛行率在秋季最高，原因可能是秋季的天候環境適合病媒蚊的滋生（Atkinson and Samuel 2010）。

太魯閣地區血液寄生蟲的遺傳多樣性很高，但基因單型共享的情形在本研

究中出現的頻度很低，18種基因單型中，只有一種分別在三種鳥中出現；相對地，同一種鳥感染的基因單型大多相同，顯示在太魯閣地區血液寄生蟲對宿主似乎具有專一性。Szymanski and Lovette (2005) 在美國紐約州的研究也發現同一地區內血液寄生蟲的遺傳多樣性極高，但是同一基因型的血液寄生蟲在不同宿主中出現的機率很高，意味這些病原蟲可以在一地區內感染多種不同鳥類。此現象與本研究的發現不符，唯我們目前完成定序的樣本有限，若能增加定序的樣本數，基因單型共享的頻度可能會再增加。

禽瘧疾等血液寄生蟲疾病在鳥類中為普遍存在的疾病，除少數如夏威夷等海洋性島嶼的鳥類外，通常不會致死。儘管如此，許多文獻也發現感染血液寄生蟲對鳥類的適存度 (fitness) 會有重要的影響，對野生鳥類是一個重要的選汰壓力。在藍山雀 (*Cyanistes caeruleus*) 的研究中發現，當感染瘧原蟲的個體投以抗瘧原蟲藥物後，母鳥的免疫球蛋白數量會大量減少，而未投藥的控制組則維持不變 (Tomás et al. 2007)；經藥物治療過的母鳥，其孵蛋的成功率較高、投入餵食的數量明顯增加、同窩幼鳥彼此間體型的差異較小、幼鳥離巢成功率較高。而由控制組母鳥所餵養的幼鳥，身上外寄生蟲的數量較高。推測是因為免疫球蛋白數降低，使母鳥能分配較多的資源在親代照顧 (parental care) (Tomás et al. 2007, Knowles et al. 2010)。在野生的白帶冠鵒 (*Zonotrichia leucophrys oriantha*) 研究中，Gilman 等人 (2007) 利用回播試驗，探討感染血液寄生蟲對鳴唱行為的影響，發現感染住白細胞原蟲或瘧原蟲的鳥，其鳴唱聲的一致性 (consistency) 會變低、感染瘧原蟲的雄鳥，聽到回播後較不會回應，而感染血液變形蟲的鳥，其鳴唱聲則沒有受到任何明顯的影響。另外，感染血液變形蟲的白頰山雀 (*Parus major*)，其羽毛顯色的鮮豔程度明顯不如未感染的個體 (Hörak et al. 2001)。本研究也發現在羽毛品質較差的山紅頭中，絕大部分都是感染血液寄生蟲的個體。由於羽毛和聲音都是鳥類求偶的重要特徵，因此感染血液寄生蟲可能連帶地影響鳥類的繁殖成功率。

總之，在本研究中，我們檢測了太魯閣山區鳥類血液寄生蟲的盛行率，整體的感染率達 30.96 %。春夏季的感染率高於冬季、高海拔地區的盛行率較中、低海拔低，分布侷限在海拔較高的種類都未檢測出感染血液寄生蟲。不同棲地類型的鳥類，感染的程度沒有差異，但在農田中捕獲得個體感染血液寄生蟲的機率較高。畫眉科鳥類血液寄生蟲的感染率特別高，其中冠羽畫眉的感染率甚至高達 88.46 %。活動環境高度重疊的山紅頭和粉紅鸚嘴，二者在血液寄生蟲的感染率有顯著的差異。血液寄生蟲序列分析的初步結果，共篩選出血液變形蟲、瘧原蟲和住白細胞原蟲等三種血液寄生蟲，血液寄生蟲的遺傳多樣性很高，但各基因單型在不同鳥種間共享的情況並不普遍。未來若能在台灣其他地區進行山區鳥類的血液寄生蟲篩檢，將有助於瞭解此在鳥類普遍的傳染性疾病在台灣全島的流行狀況；針對特定物種的生物學研究，則有助於瞭解此疾病對於台灣地區鳥類的存活和繁殖的影響程度。

表 11. 世界各地鳥類血液寄生蟲的盛行率

地區	病原蟲種類	感染鳥種	檢測數	感染數	盛行率	方法*	出處
<b>亞洲</b>							
台灣	<i>Haemoproteus, Plasmodium</i>	71, 39	1477	198, 77	13.41, 5.21	1	Manwell <i>et al.</i> (1976)
台灣	<i>Haemoproteus</i> and <i>Plasmodium</i>	18	495	43	8.69	1	王齡敏 (2006)
日本	<i>Haemoproteus, Plasmodium</i>	13, 5	701	36, 12	5.1, 1.7	1	Murata (2002)
南韓	<i>Haemoproteus</i> and <i>Plasmodium</i>	34	181	76	41.99	2	Ishtiaq (2007)
緬甸	<i>Haemoproteus</i> and <i>Plasmodium</i>	42	335	122	36.42	2	Ishtiaq (2007)
印度	<i>Haemoproteus</i> and <i>Plasmodium</i>	33	183	84	45.9	2	Ishtiaq (2007)
<b>美洲</b>							
多明尼加	<i>Haemoproteus</i> and <i>Plasmodium</i>	37	1166	481	41.25	2	Latta and Ricklefs (2010)
小安地列斯	<i>Haemoproteus</i> and <i>Plasmodium</i>	39	1975	545	27.6	2	Fallon <i>et al.</i> (2005)
蓋亞那	<i>Haemoproteus, Plasmodium</i> 及其他	54	195	82	42.1	2	Durrant <i>et al.</i> (2006)
烏拉圭	<i>Haemoproteus, Plasmodium</i> 及其他	111	141-322	4-78	2.84-24.2	1, 2	Durrant <i>et al.</i> (2006)
<b>大洋洲</b>							
薩摩亞	<i>Plasmodium</i>	0-6	153-857	0-111	0-59.04	1, 2, 3	Jarvi <i>et al.</i> (2003)
巴布亞新幾內亞	<i>Haemoproteus, Plasmodium</i>	33, 13	209	64, 20	30.62, 9.57	2	Beadell <i>et al.</i> (2004)
澳洲	<i>Haemoproteus, Plasmodium</i>	18, 14	219	62, 30	28.31, 13.7	2	Beadell <i>et al.</i> (2004)
歐洲	<i>Haemoproteus, Plasmodium, Leucocytozoon</i> and <i>Trypanosoma</i>	-	14812	4232	28.57	-	Schheuerlein and Ricklefs (2004)

\*檢測方法: 1.鏡檢, 2. PCR, 3.血清免疫

## 第二節 建議

### 建議一

持續進行太魯閣國家公園園區內鳥類血液寄生蟲的後續研究：中長期建議

主辦機關：太魯閣國家公園管理處

協辦機關：國立東華大學自然資源與環境學系

本研究目前所定序的37份血液寄生蟲DNA的序列中，共鑑定出18種基因單型，顯示在太魯閣國家公園中，此寄生蟲的遺傳多樣性極高。限於研究經費，我們無法在本研究中進行更多樣本的序列判讀。若能將更多感染個體的血液寄生蟲DNA進行定序，將可進行血液寄生蟲的親源關係研究，瞭解不同基因單型的寄生蟲是否對宿主具有物種專一性、不同基因單型的盛行率是否有差異、二屬血液寄生蟲在太魯閣國家公園園區內的盛行率是否有差異、探討禽瘧疾在園區內的擴散情形等。結果不僅具有保育醫學上的重要性，在生物多樣性和親源地理研究中也有重要的學術研究價值。

除了在國家公園園區內的調查外，建議在園區外也進行相同的調查研究。例如比較有大規模農業活動的梨山地區血液寄生蟲的感染現況、進行其他地區畫眉科鳥類血液寄生蟲的盛行率調查等。所得的結果有助於瞭解本研究在太魯閣國家公園園區內所發現的現象是否為台灣地區的普遍現象。

### 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：國立東華大學自然資源與環境學系

鳥類繫放在歐洲和美國已有100多年的歷史，藉由繫放可以瞭解鳥類的遷移路徑和時間、族群數量的長期變動、觀察個體的行為、收集鳥類的生理資料（包括形值、遺傳樣本、寄生蟲）等。是鳥類研究的一項重要工作。長期且固定努力

量的鳥類繫放資料，更是目前探討氣候變遷對生物影響的重要資料來源。隨著全球暖化的發生，鳥類的海拔分佈範圍也可能產生變動，進而影響山區鳥類相的組成，以及相關疾病的垂直分佈狀況。鳥類數量變動雖然可以藉由實地調查累積資料，但不同年代的研究受限於研究目的、調查區域和方法、調查人員的辨識能力等可能有很大的差異，致使跨研究的成果比較受到很大的限制。鳥類繫放雖然需要經過事前的訓練，但俟方法確定後將可持續以相同的努力量進行調查。而繫放過程中所收集的血液、羽毛、外寄生蟲等資料還可提供其他研究所需的材料，是極值得進行的長期調查工作。

我們自 2009 年四月起，開始在太魯閣國家公園園區內進行鳥類繫放工作，經過將近二年的繫放工作，目前已經累積了 355 筆的回收記錄，另外還包括回收到俄羅斯繫放的候鳥，以及回收 25 隻由其他團隊在太魯閣園區內繫放的個體，顯示在太魯閣地區非常適合利用繫放來進行鳥類的個體或族群的變動、棲地選擇、活動範圍、生活史等研究。建議國家公園未來能持續在太魯閣地區進行鳥類繫放工作，同時在高、中、低海拔地區都展開固定努力量的長期繫放工作，收集園區不同海拔高度的鳥類繫放資料。這些資料將更能增進對園區鳥類多樣性的瞭解，並提供各項鳥類研究所需的材料。



## 致謝

本研究感謝太魯閣國家公園補助研究經費。研究期間西寶國小師生和附近居民提供我們許多協助。鳥類繫放作業主要由徐中琪、王維辰二位執行，並感謝鄭舜仁、施佩君、沈恕忻、鍾坤燕、鄭勝文、黃俊賓、施金德、陳皇奇、涂志昀、何紋靈、林祐竹、宮茜茜、楊宗運、葉佳芬、洪心怡、李佩珍、金宣安、柯伶樺、李佩蓉、蔡佩芳、曾美萍、侯嘉雯、陳筱尹、白兆梅、徐晨安、陳勁宇、連傑、陳嘉宏、姚牧君等諸位協助繫放作業。分子性別鑑定主要由徐中琪執行、鄭舜仁和施佩君二位協助進行。血液寄生蟲篩檢由徐中琪進行。涂志昀協助各項行政事宜。以上各位的協助，是本研究能順利完成的最重要助力。感謝太魯閣國家公園管理處保育課朱何宗先生、蔡佩芳和林佩蓉小姐在各行政作業的支援。





## 六、討論：

- （一）本研究已完成 31 種 291 隻鳥類禽瘧疾檢測工作，發現整體感染率為 14.78%，若以慈恩山區來看，30 隻檢測樣本中陽性個體有 23 隻，陽性率達 76.6%，本處是否有必要進行投藥或其他預警系統。
- （二）疾病向來都是野生動物族群限制的一項因子，因此野生動物疾病的問題應該視為生態問題來處理，而不是單純的疾病治療。況且禽瘧疾有數種不同血清型與抗藥性，在投藥的實務上也有困難。目前國家公園可以做的是持續監測疾病的分布、陽性率、鳥類的族群數量等，進一步釐清本疾病與人為活動是否有關聯。
- （三）本計劃亦配合管理處一併採取檢體樣本進行禽流感監測，98、99 年度累計已完成 566 個樣本檢測，檢驗結果均為陰性。
- （四）本調查如經費許可，應可增加採樣地點及次數，以更精確掌握禽瘧疾發生的地點及季節。

## 七、結論：

- （一）與會人員相關意見請納入參考。

本期中簡報審查通過，准予備查。請受託單位依合約規定備妥相關資料請領第二期款。

附錄二

太魯閣國家公園管理處 99 年度委託辦理計畫

「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」期末簡報會議記錄

一、時間：99 年 11 月 22 日 下午 14 時 30 分

二、地點：本處會議室

三、主持人：游處長登良

記錄：朱何宗

四、報告人：許育誠教授

五、出席人員

張副處長登文	
許祕書英文	許英文
企劃經理課	陳建
解說教育課	黃志強 連翹琳
遊憩服務課	林志祥
環境維護課	
保育研究課	陳俊山 朱何宗 蔡佩芬
天祥管理站	
布洛灣管理站	
合歡山管理站	
蘇花管理站	
	徐中琪
	林展興

## 六、討論：

- （一）受託單位已於會議前提送期末報告書面資料15份，內容進度符合合約規定。
- （二）本研究已完成46種759隻鳥類禽瘧疾檢測工作，發現整體感染率為30.96%，資料顯示海拔分佈下限是影響血液寄生蟲盛行率的重要因子，針對本問題本處是否有必要擬定預警系統或其他因應措施。
- （三）疾病是生物演化適應選汰壓力的一種，因此野生動物疾病的問題應該視為生態問題來處理，而不是單純的疾病治療。本調查結果與國外相關研究比較陽性率並非特別高。目前國家公園可以做的是持續監測疾病的分布、陽性率、鳥類的族群數量等，以進一步釐清本疾病與人為活動是否有關聯。未來亦可與台灣其他區域之研究團隊聯繫，以比較其它地區之陽性率狀況。
- （四）建議壽豐地區（東華大學）的鳥類樣本可納入檢驗比較。

## 七、結論：

- （一）與會人員相關意見，請受託單位納入參考。
- （二）期末報告撰寫格式請依內政部委託研究作業規定辦理。
- （三）本期末簡報審查通過，准予備查。請受託單位依會議結論修正書面報告，俟完成驗收後，依合約規定備妥相關資料請領第三期款。

## 附錄三

### 東華大學粉紅鸚嘴血液寄生蟲盛行率篩檢

本計畫於期末簡報時，處長建議可增加其他地區的樣本進行比較。因此我們從在東華大學所採得的鳥類血液樣本中，取出 47 隻粉紅鸚嘴的血液樣本，進行血液寄生蟲的篩檢。檢測的方式和文中所述方法相同，各月份的樣本數分別為：二月 22 隻、六月 6 隻、九月 10 隻、十月 6 隻、十一月 2 隻。檢測結果只有一隻在二月採得的樣本被檢測出感染血液寄生蟲，整體感染率為 2.17%，低於太魯閣國家公園區內粉紅鸚嘴的感染率。此結果顯示園區內粉紅鸚嘴血液寄生蟲的盛行率高於東華大學校園粉紅鸚嘴血液寄生蟲的盛行率。



## 參考書目

- 王齡敏。2006。台灣地區野鳥之血液寄生蟲疫情與利用聚合酶鏈鎖反應方法檢測禽瘧疾。國立中興大學獸醫學系碩士論文。台中。
- 李岱芬。2007。天擇作用於台灣繡眼畫眉族群MHC class I基因上的證據。國立台灣師範大學生命科學系碩士論文。台北。
- 許皓捷。2003。台灣山區鳥類群聚的空間及季節變異。國立台灣大學動物學研究所博士論文。台北。
- 許皓捷。2006。太魯閣國家公園鳥類群聚之研究（一）。內政部營建署太魯閣國家公園管理處。
- 許皓捷。2007。太魯閣國家公園鳥類群聚之研究（一）。內政部營建署太魯閣國家公園管理處。
- 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。內政部營建署太魯閣國家公園管理處。
- Atkinson, C. T., R. J. Dusek, K. L. Woods and W. M. Iko 2000. Pathogenicity of avian malaria in experimentally-infected Hawaii Amakihi. *Journal of Wildlife Disease* 36: 197-204.
- Atkinson, C. T. and M. D. Samuel 2010. Avian malaria *Plasmodium relictum* in native Hawaiian forest birds: epizootiology and demographic impacts on 'apapane *Himatione sanguinea*. *Journal of Avian Biology* 41: 357-366.
- Beadell, J. S., E. Gering, J. Austin, J. P. Dumbacher, M. A. Peirce, T. K. Pratt, C. T. Atkinson and R. C. Fleischer 2004. Prevalence and differential host-specificity of two avian blood parasite genera in the Australo-Papuan region. *Molecular Ecology* 13: 3829-3844.
- 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>.

- Cosgrove, C. L., K. P. Day and B. S. Sheldon 2006. Coamplification of *Leucocytozoon* by PCR diagnostic tests for avian malaria: a cautionary note. *Journal of Parasitology* 92: 1362-1365.
- Durrant, K. L., J. S. Beadell, F. Ishtiaq, G. R. Graves, S. L. Olson, E. Gering, M. A. Peirce, C. M. Milensky, B. K. Schmidt, C. Gebhard and R. C. Fleischer 2006. Avian hematozoa in South America: a comparison of temperate and tropical zones. *Ornithological Monographs* 60: 98-111.
- Fallon, S. M., E. Bermingham and R. E. Ricklefs 2005. Host specialization and geographic localization of avian malaria parasites: A regional analysis in the Lesser Antilles. *American Naturalist* 165: 466-480.
- Freed, L. A., R. L. Cann, M. L. Goff, W. A. Kuntz and G. R. Bodner 2005. Increase in avian malaria at upper elevation In Hawai'i. *Condor* 107: 753-762.
- Gemmell, N. J. and S. Akiyama 1996. An efficient method for the extraction of DNA from vertebrate tissues. *Trends in Genetics* 12:338-339.
- Gilman, S., D. T. Blumstein, and J. Foufopoulos 2007. The effect of hemosporidian infections on White-Crowned Sparrow singing behavior. *Ethology* 13: 437-445.
- 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.

- Ishtiaq, F., E. Gering, J. H. Rappole, A. R. Rahmani, Y. V. Jhala, C. J. Dove, C. Milensky, S. L. Olson and M. A. Peirce, R. C. Fleischer 2007. Prevalence and diversity of avian Hematozoan prarsites in Asia: a regional survey. *Journal of Wildlife Diseases* 43: 392-398.
- Jarvi, S. I., M. E. M. Farias, H. Baker, H. B. Freifeld, P. E. Baker, E. Van Gelder, J. G. Massey and C. T. Atkinso 2003. Detection of avian malaria (*Plasmodium spp.*) in native land birds of American Samoa. *Conservation Genetics* 4: 629-637.
- Knowles, S. C. L., V. Palinauskas, and B. C. Sheldon 2010. Chronic malaria infections increase family inequalities and reduce parental fitness: experimental evidence from a wild bird population. *Journal of Evolutionary Biology* 23: 557-569.
- 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.
- Loiseau, C., T. Iezhova, G. Valkiūnas, A. Chaser, A. Hutchinson, W. Buermann, T. B. Smith and R. N. M. Sehgal 2010. Spatial variation of Haemosporidian parasite infection in African rainforest bird species. *Journal of Parasitology* 96: 21-29.
- Manwell, R. D., C. S. Allen and R. K. Kuntz 1976. Blood parasites of Taiwan birds. *Journal of Parasitology* 23: 571-576.
- Massad, E. and O. P. Forattini 2008. Modelling the temperature sensitivity of some physiological parameters of epidemiologic significance. *Ecosystem Health* 4: 119-129.
- Murata, K. 2002. Prevalence of blood parasites in Japanese wild birds. *Journal of Veterinary Medical Science* 64: 785-790.
- 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.
- Scheuerlein, A. and R. E. Ricklefs 2004. Prevalence of blood parasites in European Passeriform birds. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 271: 1363-1370.

- Szymanski, M. M. and I. J. Lovette 2005. High lineage diversity and host sharing of malarial parasites in a local avian assemblage. *Journal of Parasitology* 91: 768-774.
- Tamura, K., J. Dudley, M. Nei and S. Kumar S 2007. *MEGA4*: 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.
- Valkiūnas, G., T. A. Iezhova, K. A. Križanauskienė, V. Palinauskas, N. M. Ravinder and S. Bensch 2008. A Comparative analysis of microscopy and PCR-based detection methods for blood parasites *Journal of Parasitology* 94: 418-422.
- Walendenström, 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.

# 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）－鳥類於不同環境的生存適應

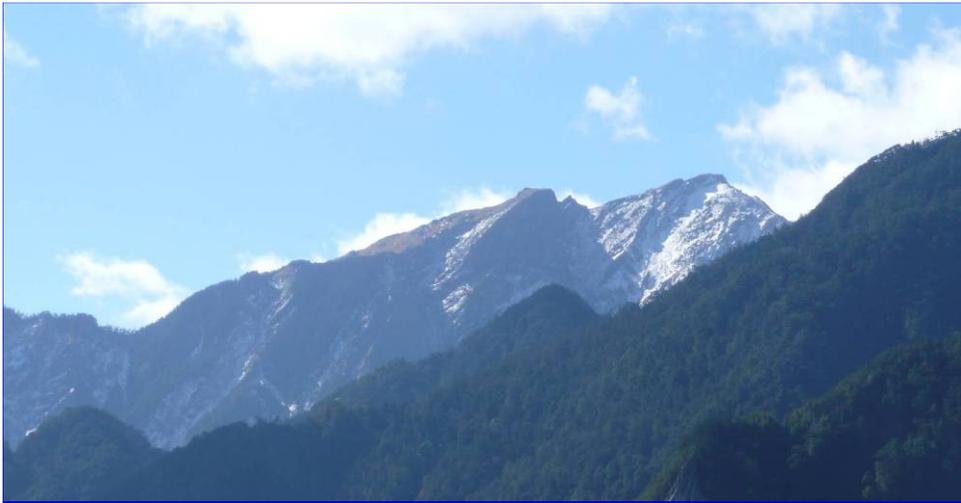
計畫主持人：許育誠

國立東華大學自然資源管理研究所

中華民國99年11月22日

# 前言

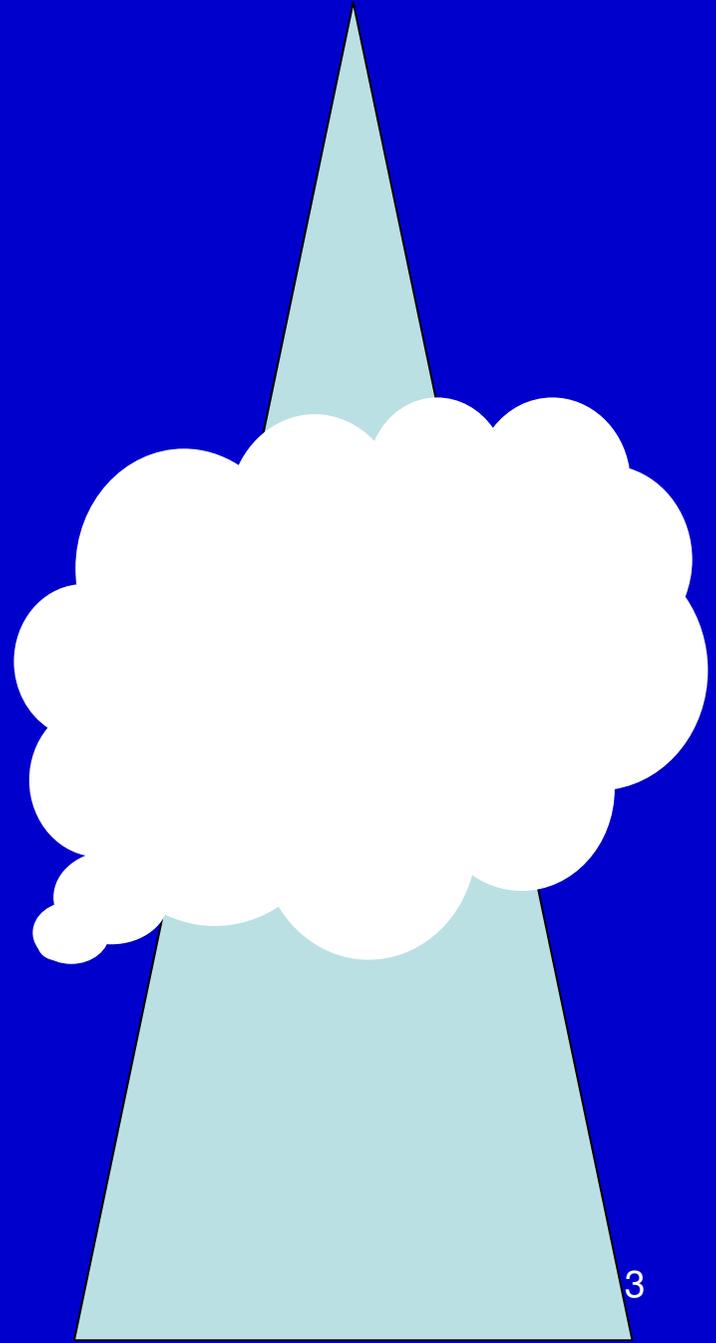




高

海拔高度

低



3

高

海拔高度

低

## 第一期研究重點

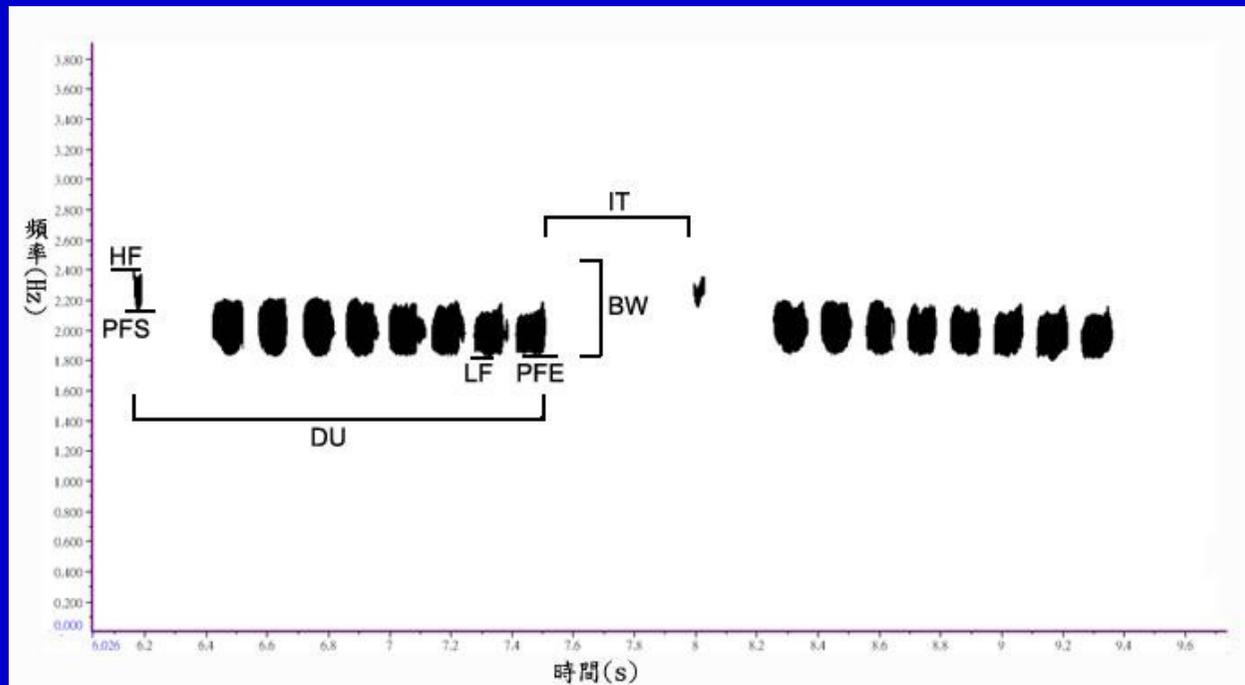
探討太魯閣國家公園內，同一種鳥類在不同海拔地區的變異



# 山紅頭



※海拔越高，鳴唱聲的頻率越低



高

東勢

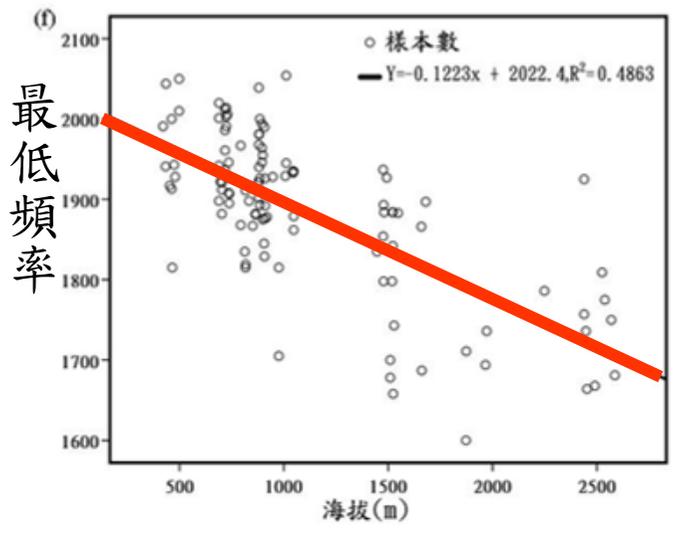
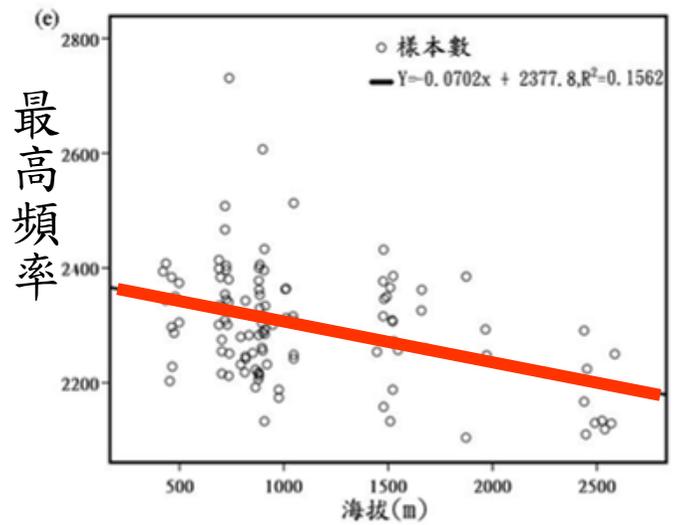
大禹嶺

崇德

大禹嶺

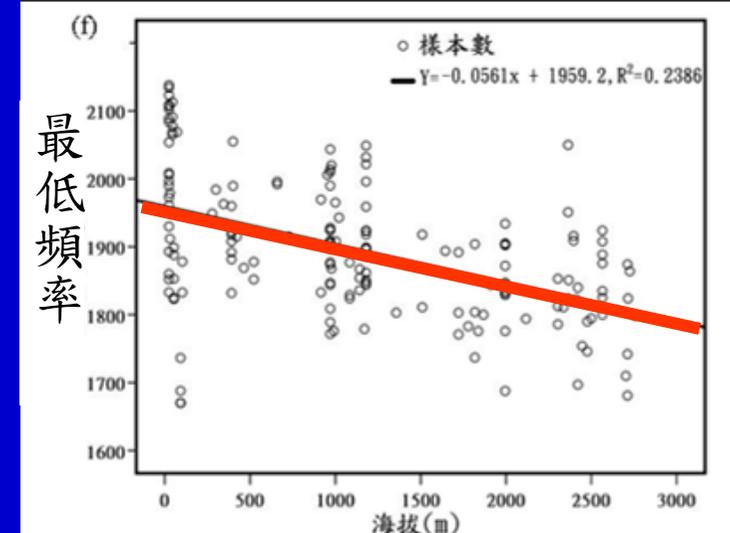
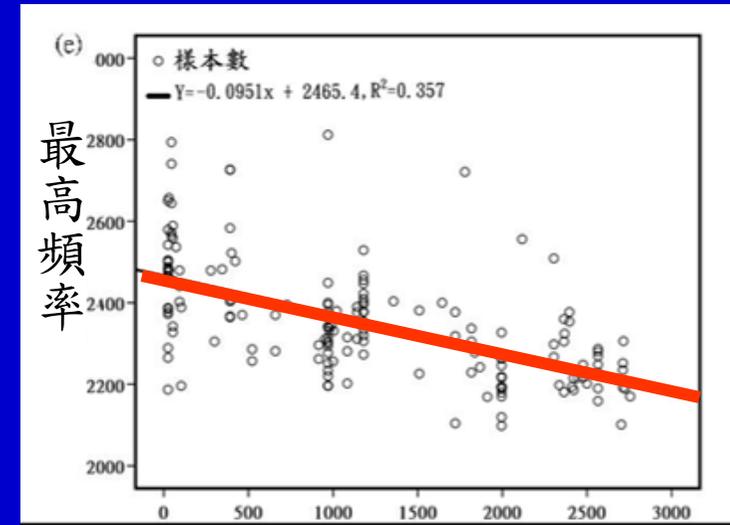
海拔高度

低



500m

2500m



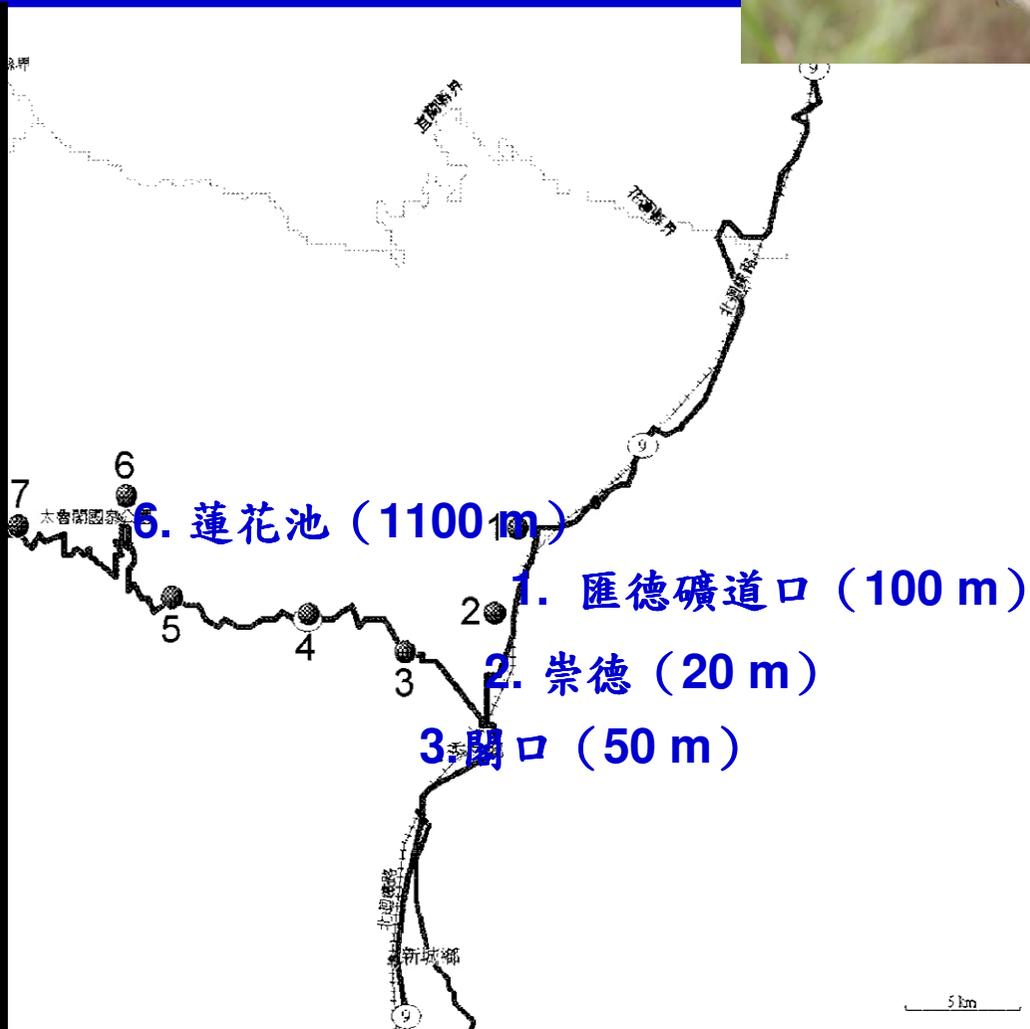
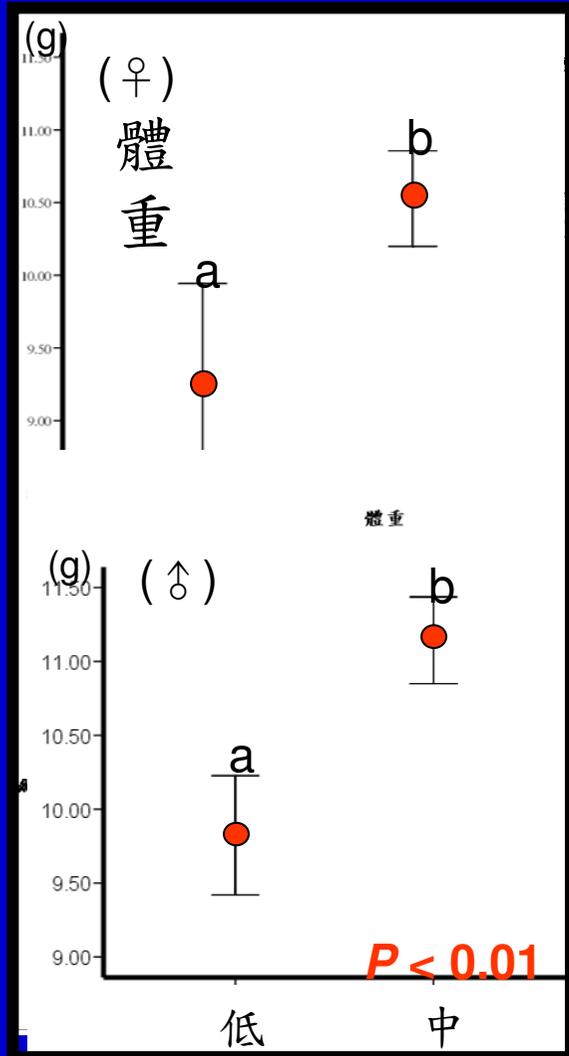
20m

2500m

# 粉紅鸚嘴



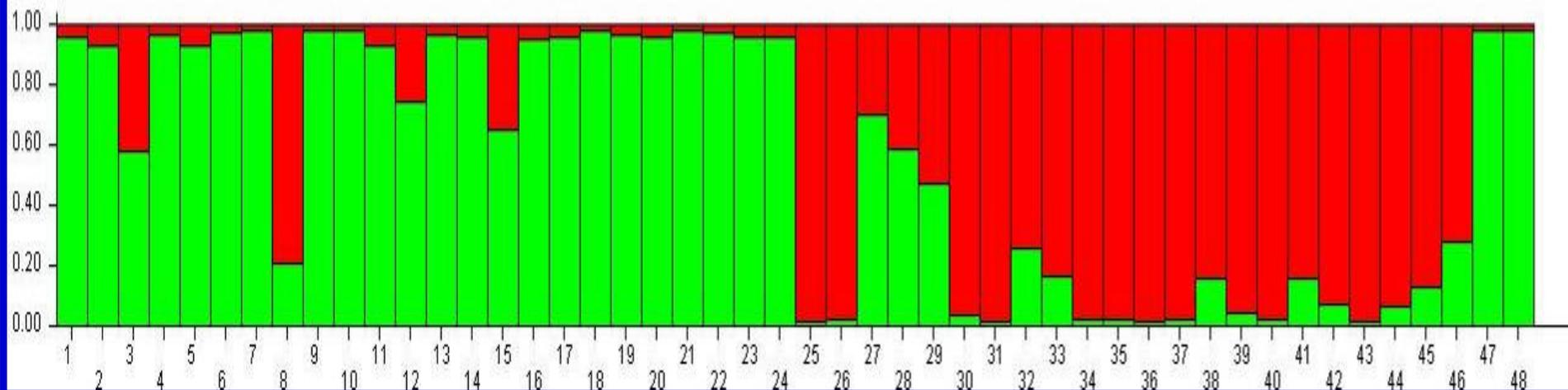
※海拔較高的個體體型較大。



# 粉紅鸚嘴



※不同地點間有遺傳分化的現象。



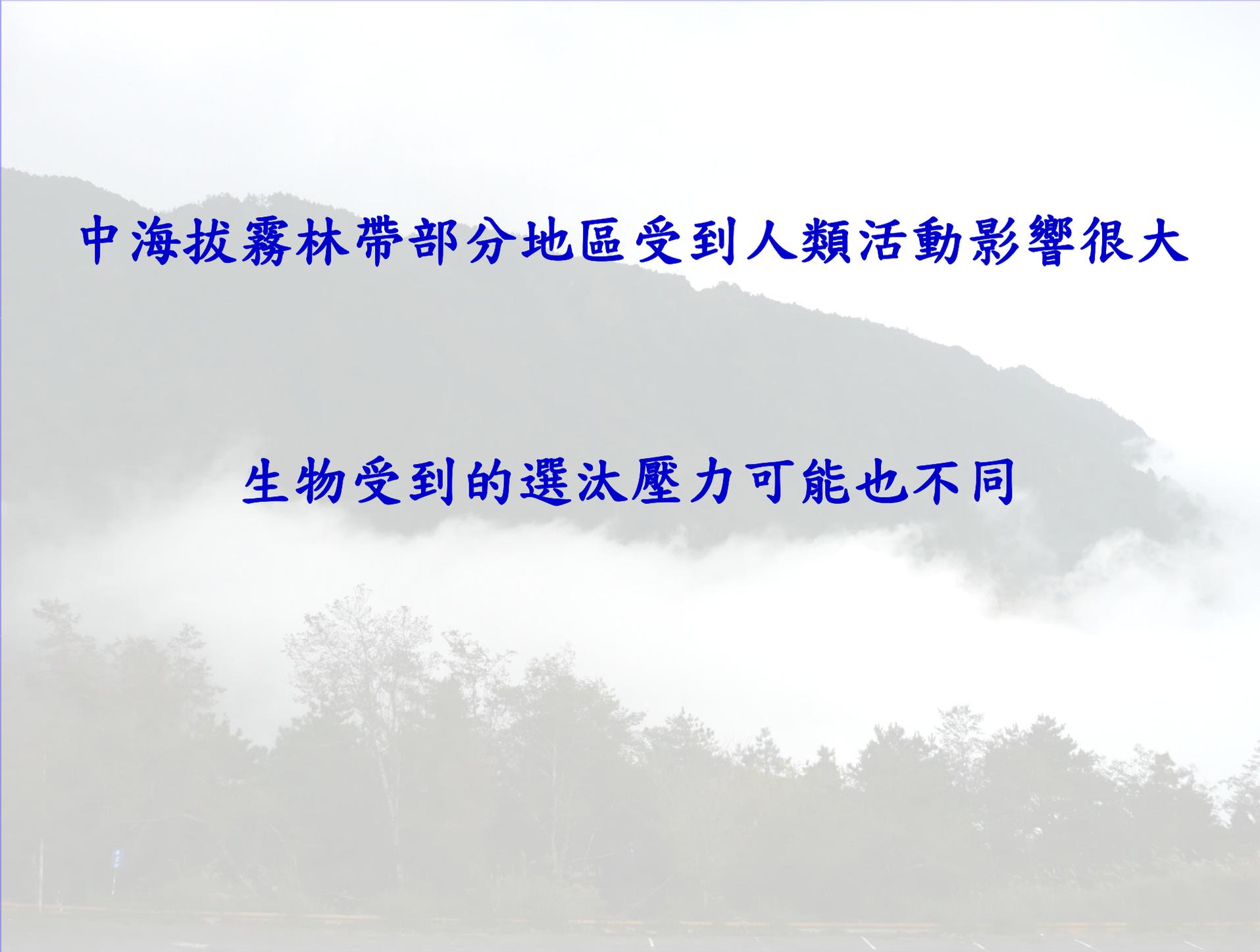
蓮花池樣本

東華大學樣本

中海拔霧林帶地區棲地類型受到人類活動影響很大





A photograph of a mountain landscape with a road and trees in the foreground. The scene is misty, with a road and trees in the foreground and a mountain range in the background. The text is overlaid on the image.

中海拔霧林帶部分地區受到人類活動影響很大

生物受到的選汰壓力可能也不同

## 鳥類的禽瘧疾

- ※野生鳥類常見的血液寄生蟲。
- ※造成許多島嶼地區鳥類滅絕的原因之一。
- ※隨著全球溫度逐漸上升，將導致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，進而擴張瘧疾發生的範圍（Massad and Forattini 2008）。



(Science 2002) <sup>12</sup>

# 研究目的

※探討生活在太魯閣國家公園區內鳥類血液寄生蟲的盛行率。

※提供園區內動物保育醫學與微生物多樣性的基礎監測資料

※探討在不同環境下生存的鳥類，所受到的疾病這項天擇壓力是否有所不同。特別是中海拔山區因為聚落、農墾等各項人類開發行為，是否會影響鳥類對傳染性疾病的感受性。

# 研究方法

## 一、樣本採集

- (一) 2009年所採集的鳥類組織樣本。
- (二) 增加森林環境的鳥類樣本。





## 二、採集地點的環境資料

※記錄各採集地點周圍的環境資料，例如繫放地點海拔高度、主要棲地類型（例如：森林、農耕地、廢棄農礦地）、繫放地點環境（農田、草叢、森林下層）等。

### 三、血液寄生蟲的檢測

※主要檢測的病原蟲：

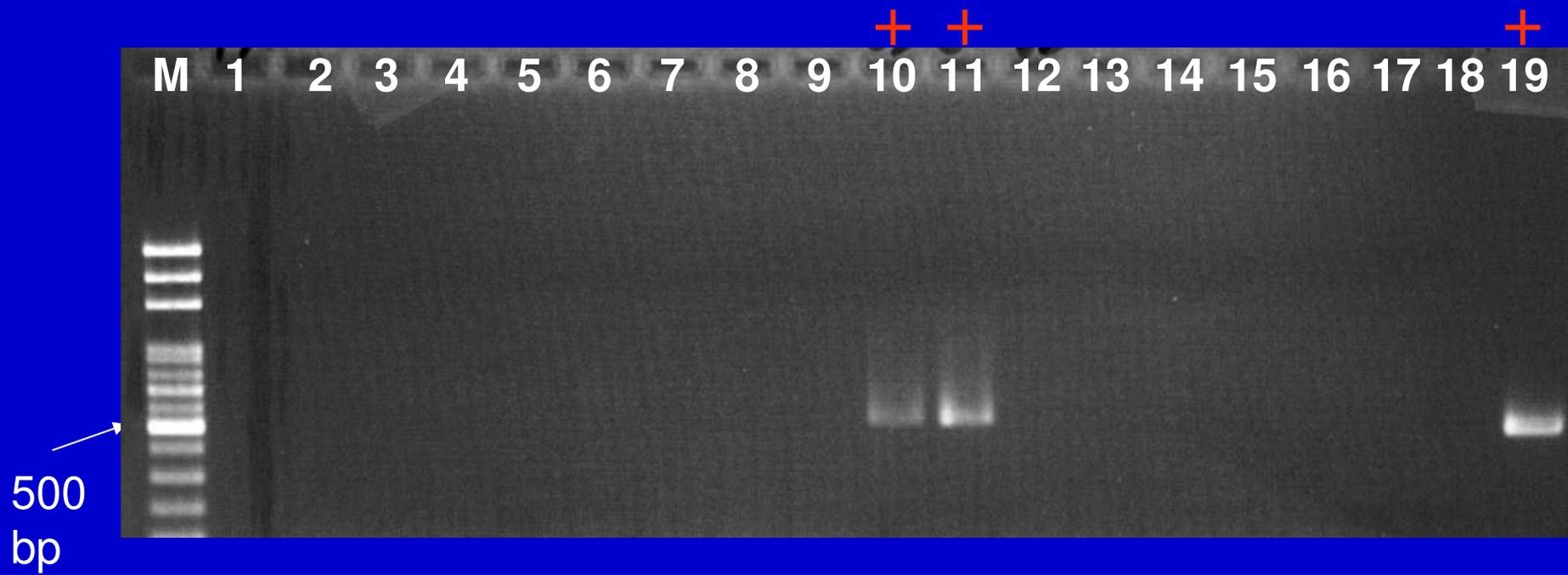
血液變形蟲 (*Haemoproteus*  
*spp.*)、瘧原蟲 (*Plasmodium*  
*spp.*)

※由鳥的血液中萃取血液變形蟲 (*Haemoproteus*) 和瘧原蟲 (*Plasmodium*) 二個屬的禽瘧疾寄生蟲的DNA。

※以巢式聚合酶連鎖反應 (nested polymerase chain reaction, nested PCR) 增幅禽瘧疾寄生蟲粒線體DNA細胞色素*b* (cytochrome *b*) 基因的部分片段 (約580 bp) (Walendenström et al. 2004)。

※將PCR增幅的產物進行電泳，判斷是否含有瘧原蟲DNA。

※為確認所增幅出的DNA片段的確是禽瘧疾寄生蟲的 *cyt b* 基因片段，我們將部分樣本進行DNA定序，並與GenBank資料庫中所收錄的序列進行比對。



巢式PCR結果的電泳圖

## 結果與討論

### 鳥類繫放、血液樣本採集與形值測量

※2010年（1至11月）：共進行**38**次繫放作業，採得**54種902隻**鳥類。

※2009-2010年：共採得**66種1654隻**鳥類。

※除少數於操作過程中逃脫外，均已完成形值測量和血液樣本採集。

# 太魯閣地區鳥類血液寄生蟲的盛行率

## 整體感染率

- ※共完成**19科46種**、**共759隻**鳥的血液寄生蟲的檢測。
- ※其中548隻為2009年採集、211隻為2010年採集的樣本。
- ※共有**12科24種**、**共235隻**鳥被檢定出感染禽瘧疾。
- ※整體的感染率為**30.96 %**（表1, p12）。

# 世界各地鳥類血液寄生蟲的盛行率

地區	病原蟲種類*1	感染鳥種	檢測數	感染數	盛行率	方法*2	出處
<b>亞洲</b>							
台灣	<i>H, P.</i>	71, 39	1477	198, 77	13.41, 5.21	1	Manwell <i>et al.</i> (1976)
台灣	<i>H, P.</i>	18	495	43	8.69	1	王齡敏 (2006)
日本	<i>H, P.</i>	13, 5	701	36, 12	5.1, 1.7	1	Murata (2002)
南韓	<i>H, P.</i>	34	181	76	41.99	2	Ishtiaq (2007)
緬甸	<i>H, P.</i>	42	335	122	36.42	2	Ishtiaq (2007)
印度	<i>H, P.</i>	33	183	84	45.9	2	Ishtiaq (2007)
<b>美洲</b>							
多明尼加	<i>H, P.</i>	37	1166	481	41.25	2	Latta and Ricklefs (2010)
小安地列斯	<i>H, P.</i>	39	1975	545	27.6	2	Fallon <i>et al.</i> (2005)
蓋亞那	<i>H, P.</i> 及其他	54	195	82	42.1	2	Durrant <i>et al.</i> (2006)
烏拉圭	<i>H, P.</i> 及其他	111	141-322	4-78	2.84-24.2	1, 2	Durrant <i>et al.</i> (2006)
<b>大洋洲</b>							
薩摩亞	<i>P.</i>	0-6	153-857	0-111	0-59.04	1, 2, 3	Jarvi <i>et al.</i> (2003)
巴布亞新幾內亞	<i>H, P.</i>	33, 13	209	64, 20	30.62, 9.57	2	Beadell <i>et al.</i> (2004)
<b>澳洲</b>	<i>H, P.</i>	18, 14	219	62, 30	28.31, 13.7	2	Beadell <i>et al.</i> (2004)
<b>歐洲</b>	<i>H, P.</i> 及其他	-	14812	4232	28.57	-	Schheuerlein and Ricklefs (2004)

\*1: H: *Haemoproteus*, P: *Plasmodium*.

\*2: 1. PCR, 2. 鏡檢, 3. 血清反應

## 各採集地點的名稱、海拔高度、環境、檢測樣本數及感染率

地點	海拔高度 (公尺)	主要棲地 類型	繫放地點 環境	樣本數	感染數	感染率 (%)
合歡山區	2668	農耕地	草叢	70	2	2.86
大禹嶺	2540	廢棄農地	草叢	26	5	19.23
關原	2433	森林	森林下層	5	0	0
碧綠神木	2186	森林	森林下層	32	11	34.38
慈恩	1986	農耕地	農田	31	23	74.19
蓮花池	1154	廢棄農地	草叢	244	71	29.1
洛韶	1140	農耕地	農田	42	17	40.48
西寶	979	農耕地	農田	129	38	29.46
大禮	762	農耕地	草叢	43	17	39.53
谷園	685	農耕地	農田	5	3	60.00
匯源礦道	98	廢棄礦路	草叢	35	35	100
崇德	20	廢棄農地	草叢	97	13	13.4
合計				759	235	30.96

## ※各地點血液寄生蟲的盛行率有很大的差

甲

地點	海拔高度 (公尺)	主要棲地 類型	繫放地點 環境	樣本數	感染數	感染率 (%)
合歡山區	2668	農耕地	草叢	70	2	2.86
大禹嶺	2540	廢棄農地	草叢	26	5	19.23
關原	2433	森林	森林下層	5	0	0
碧綠神木	2186	森林	森林下層	32	11	34.38
慈恩	1986	農耕地	農田	31	23	74.19
蓮花池	1154	廢棄農地	草叢	244	71	29.1
洛韶	1140	農耕地	農田	42	17	40.48
西寶	979	農耕地	農田	129	38	29.46
大禮	762	農耕地	草叢	43	17	39.53
谷園	685	農耕地	農田	5	3	60.00
匯源礦道	98	廢棄礦路	草叢	35	35	100
崇德	20	廢棄農地	草叢	97	13	13.4
合計				759	235	30.96

※海拔較高的合歡山區、大禹嶺和關原等地的樣本，感染血液寄生蟲的機率則較低。

地點	海拔高度 (公尺)	主要棲地 類型	繫放地點 環境	樣本數	感染數	感染率 (%)
合歡山區	2668	農耕地	草叢	70	2	2.86
大禹嶺	2540	廢棄農地	草叢	26	5	19.23
關原	2433	森林	森林下層	5	0	0
碧綠神木	2186	森林	森林下層	32	11	34.38
慈恩	1986	農耕地	農田	31	23	74.19
蓮花池	1154	廢棄農地	草叢	244	71	29.1
洛韶	1140	農耕地	農田	42	17	40.48
西寶	979	農耕地	農田	129	38	29.46
大禮	762	農耕地	草叢	43	17	39.53
谷園	685	農耕地	農田	5	3	60.00
匯源礦道	98	廢棄礦路	草叢	35	35	100
崇德	20	廢棄農地	草叢	97	13	13.4
合計				759	235	30.96

## 不同海拔範圍的鳥類血液寄生蟲的盛行率

海拔範圍	樣本數	感染數	感染率%
低 (<800 公尺)	180	68	33.78
中 (800-2300公尺)	478	160	33.47
高 (>2300公尺)	101	7	<b>6.93</b>
合計	759	235	30.96

高海拔區鳥類感染率較中、低海拔區鳥類的感染率低  
( $\chi^2=32.61, P < 0.01$ )

# 三種不同棲地環境

森林



碧綠神木

廢棄農礦地



蓮花池

農耕地



西寶

# 不同棲地環境鳥類血液寄生蟲盛行率

沒有顯著差異

---

主要棲地類型	樣本數	感染數	感染率 (%)
森林	37	11	29.73
農耕地	320	100	31.25
廢棄農礦地	402	124	30.85

---

# 鳥網架設位置的微 棲地環境



森林下層

碧綠神木



農田

西寶



草叢

蓮花池

**農田**地區鳥類的血液寄生蟲盛行率顯著高於採  
自草叢和森林下層的盛行率

( $\chi^2=8.95, P=0.011$ )

---

主要棲地類型	樣本數	感染數	感染率 (%)
森林下層	37	11	29.73
<b>農田</b>	207	81	<b>39.13</b>
草叢	515	143	27.77

---

※繁殖季的盛行率高於非繁殖季的盛行率 ( $\chi^2=15.31, P < 0.001$ )

※中海拔樣本在繁殖季和非繁殖季的盛行率差異更加明顯  
( $\chi^2=32.68, P < 0.001$ )

季節/樣區海拔高度	樣本數	感染數	感 染 率
<b>繁殖季 (3-8月)</b>	<b>495</b>	<b>177</b>	<b>35.76</b>
低海拔 (<800 公尺)	179	68	33.99
中海拔 (800-2300公尺)	217	102	47.00
高海拔 (>2300公尺)	99	7	7.07
<b>非繁殖季 (11-2月)</b>	<b>264</b>	<b>58</b>	<b>21.79</b>
低海拔 (<800 公尺)	1	0	0
中海拔 (800-2300公尺)	261	58	22.22
高海拔 (>2300公尺)	2	0	0

# 血液寄生蟲在不同鳥種的盛行率

(以樣本數較多(10隻以上)的種類進行探討)



感染率排名	鳥種	海拔下限 (公尺)	樣本數	感染數	感染率
1	冠羽畫眉	200	26	23	88.46
2	頭烏線	0	15	8	53.33
3	山紅頭	0	141	75	52.48
4	黃胸藪眉 (藪鳥)	800	26	0	0.00
5	黑枕藍鶲	0	35	16	46.05
			31	13	41.94
		0	22	9	40.91
		18	11	3	27.27
		28	50	9	18.00
11	粉紅鸚嘴	20	158	16	10.13
12	白腰文鳥	51	27	1	3.70
13	酒紅朱雀	2800	23	0	0.00
14	深山鶯	2300	12	0	0.00
15	台灣噪眉 (金翼白眉)	2400	11	0	0.00
16	灰頭花翼	2300	20	0	0.00
合計			663	212	33.98



冠羽畫眉的感染率極高!!!

感染率排名	鳥種	海拔下限 (公尺)	樣本數	感染數	感染率
1	冠羽畫眉	200	26	23	88.46
2	頭烏線	0	15	8	53.33
3	山紅頭	0	141	75	53.19
4	黃胸藪眉 (藪鳥)	800	26	13	50.00
5	黑枕藍鵲	0	14	7	50.00
6	繡眼畫眉	100	76	35	46.05
7	綠繡眼	0	31	13	41.94

## 海拔分布下限在2300公尺以上的鳥種

完全未被檢測出血液寄生蟲。

12	白腰文鳥	51	27	1	3.70
13	酒紅朱雀	2800	23	0	0.00
14	深山鶯	2300	12	0	0.00
15	台灣噪眉 (金翼白眉)	2400	11	0	0.00
16	灰頭花翼	2300	20	0	0.00
合計			663	212	33.98

感染率排名	鳥種	海拔下限 (公尺)	樣本數	感染數	感染率
1	冠羽畫眉	200	26	23	88.46
2	頭烏線	0	15	8	53.33
3	山紅頭	0	141	75	53.19
4	黃胸藪眉 (藪鳥)	800	26	13	50.00
5	黑枕藍鶺鴒	0	14	7	50.00
6	繡眼畫眉	100	76	35	46.05
7		~			
8	<b>畫眉科鳥類的感染率特別高！</b>				
9					
10	黑臉鵙	28	50	9	18.00
11	粉紅鸚嘴	20	158	16	10.13
12	白腰文鳥	51	27	1	3.70
13	酒紅朱雀	2800	23	0	0.00
14	深山鶯	2300	12	0	0.00
15	台灣噪眉 (金翼白眉)	2400	11	0	0.00
16	灰頭花翼	2300	20	0	0.00
合計			663	212	33.98

感染率排名	鳥種	海拔下限 (公尺)	樣本數	感染數	感染率
1	<b>冠羽畫眉</b>	200	26	23	88.46
2	<b>頭烏線</b>	0	15	8	53.33
3	<b>山紅頭</b>	0	141	75	53.19
4	<b>黃胸藪眉 (藪鳥)</b>	800	26	13	50.00
5	黑枕藍鶺鴒	0	14	7	50.00
6	<b>繡眼畫眉</b>	100	76	35	46.05
7	<b>綠繡眼</b>	0	31	13	41.94
8	<b>小彎嘴</b>	0	22	9	40.91
9	野鴿	18	11	3	27.27
10	黑臉鵒	28	50	9	18.00
11	粉紅鸚嘴	20	158	16	10.13
12	白腰文鳥	51	27	1	3.70
13	酒紅朱雀	2800	23	0	0.00
14	深山鶯	2300	12	0	0.00
15	<b>台灣噪眉 (金翼白眉)</b>	2400	11	0	0.00
16	<b>灰頭花翼</b>	2300	20	0	0.00
合計			663	212	33.98

	鳥種數	樣本數	感染數	感染率 (%)
畫眉科	9	368	176	47.82
非畫眉科	7	295	36	12.20
扣除四種沒有感染的高海拔鳥類				
畫眉科	7	337	176	52.22
非畫眉科	5	260	36	13.85

# 山紅頭和粉紅鸚嘴血液寄生蟲盛行率的比較

※活動高度共域，經常同時捕獲。

※樣本數較多

※以西寶和蓮花池二地的樣本分析



# 粉紅鸚嘴和山紅頭在西寶和蓮花池的血液寄生蟲盛行率

## 1. 整體感染率

地點	鳥種	樣本數	感染數	感染率(%)
西寶	粉紅鸚嘴	21	3	14.29
	山紅頭	27	13	48.15
蓮花池	粉紅鸚嘴	103	12	11.65
	山紅頭	33	22	66.67

※山紅頭的感染率都顯著高於粉紅鸚嘴（西寶： $\chi^2=6.09$ ,  $P=0.01$ ；蓮花池： $\chi^2=40.35$ ,  $P<0.001$ 。）

※即使是共域的鳥，對血液寄生蟲的感受性也有很大的差異。

# 粉紅鸚嘴和山紅頭在西寶和蓮花池的血液寄生蟲盛行率

## 2. 不同季節的感染率

鳥種	地點	繁殖季 (3-8月)			非繁殖季 (11-2月)		
		樣本數	感染數	感染率(%)	樣本數	感染數	感染率(%)
粉紅鸚嘴	西寶	5	2	40	16	1	6.25
	蓮花池	53	12	22.64	50	0	0
山紅頭	西寶	11	7	63.64	16	6	37.5
	蓮花池	14	10	71.43	19	12	63.16

※粉紅鸚嘴在繁殖季血液寄生蟲的盛行率都高於非繁殖季 (西

寶： $\chi^2=3.54, P=0.06$ ；蓮花池： $\chi^2=13.05, P<$

※山紅頭在二處的血液寄生蟲盛行率則沒有顯著的季節性差異

(西寶： $\chi^2=1.78, P=0.18$ ；蓮花池： $\chi^2=0.25, P$

※似乎顯示血液寄生蟲對鳥類宿主的感染具有專一性，或是二者在夜間休息的環境不同，致被病媒叮咬的機率不同。



## 血液寄生蟲的種類鑑定與親源關係

※從判定為感染的樣本中，選取來自12種鳥類的39個樣本，將PCR所增幅的DNA片段進行定序反應。

目的：

※確認此法所增幅的DNA片段確實為血液寄生蟲的基因。

※利用所得的序列資料建構太魯閣地區血液寄生蟲的親源關係。

※共獲得459 bp的血液寄生蟲粒線體DNA cyt *b* 基因的序列片段。

※其中有二隻來自冠羽畫眉的樣本有同一個體感染多型血液變形蟲 (*Haemoproteus*) 的現象，因為無法確認這二隻鳥感染的次數，因此自後續的分析中移除。

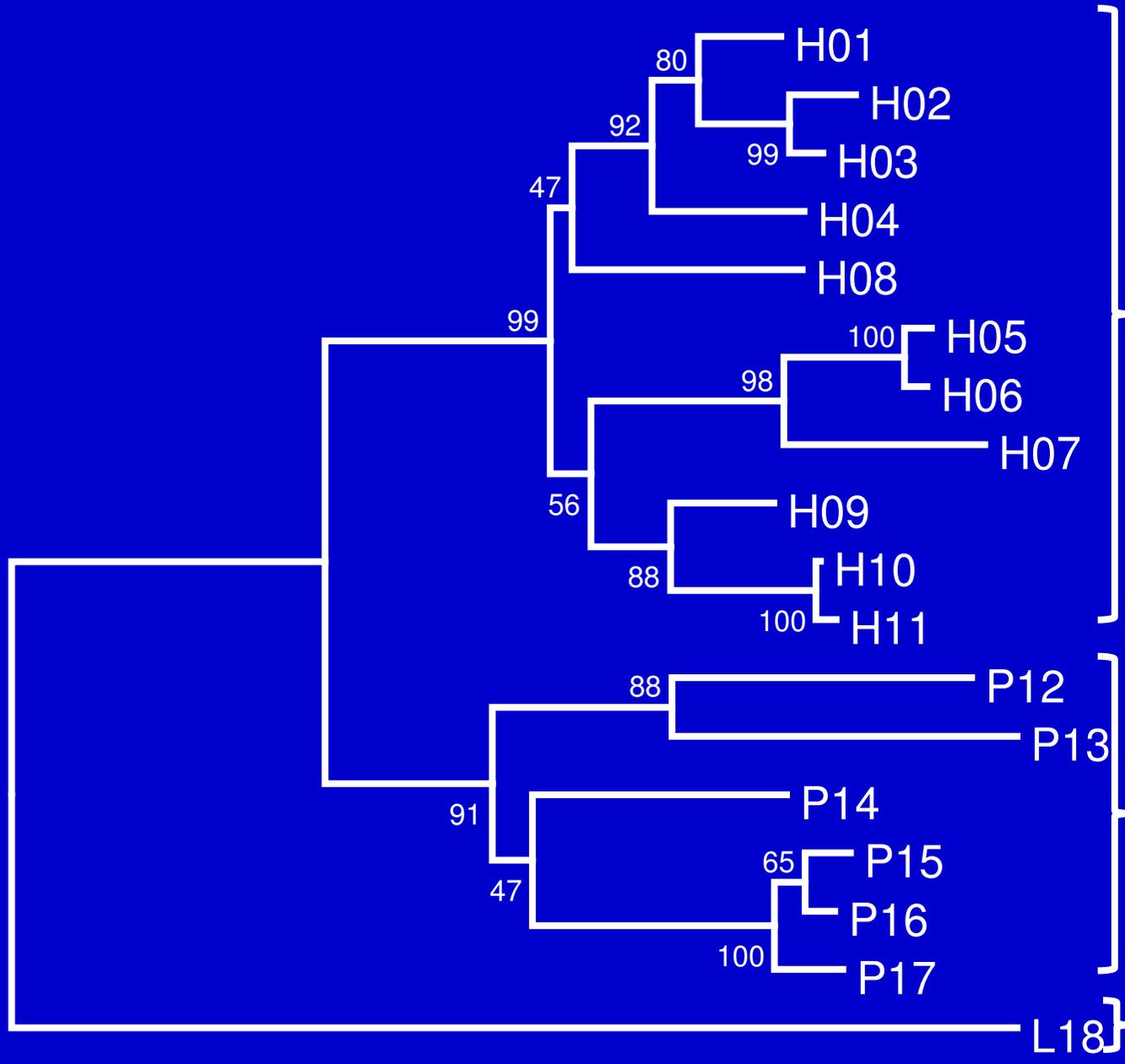
※一共有37個樣本的序列資料，分別來自10個地點、12種鳥。

※共區分出18種基因單型。

※與NCBI GenBank比對的結果，均顯示為鳥類的血液寄生蟲。

※共檢測血液變形蟲 (*Haemoproteus*)、瘧原蟲 (*Plasmodium*) 和住白細胞原蟲 (*Leucocytozoon*) 的DNA。

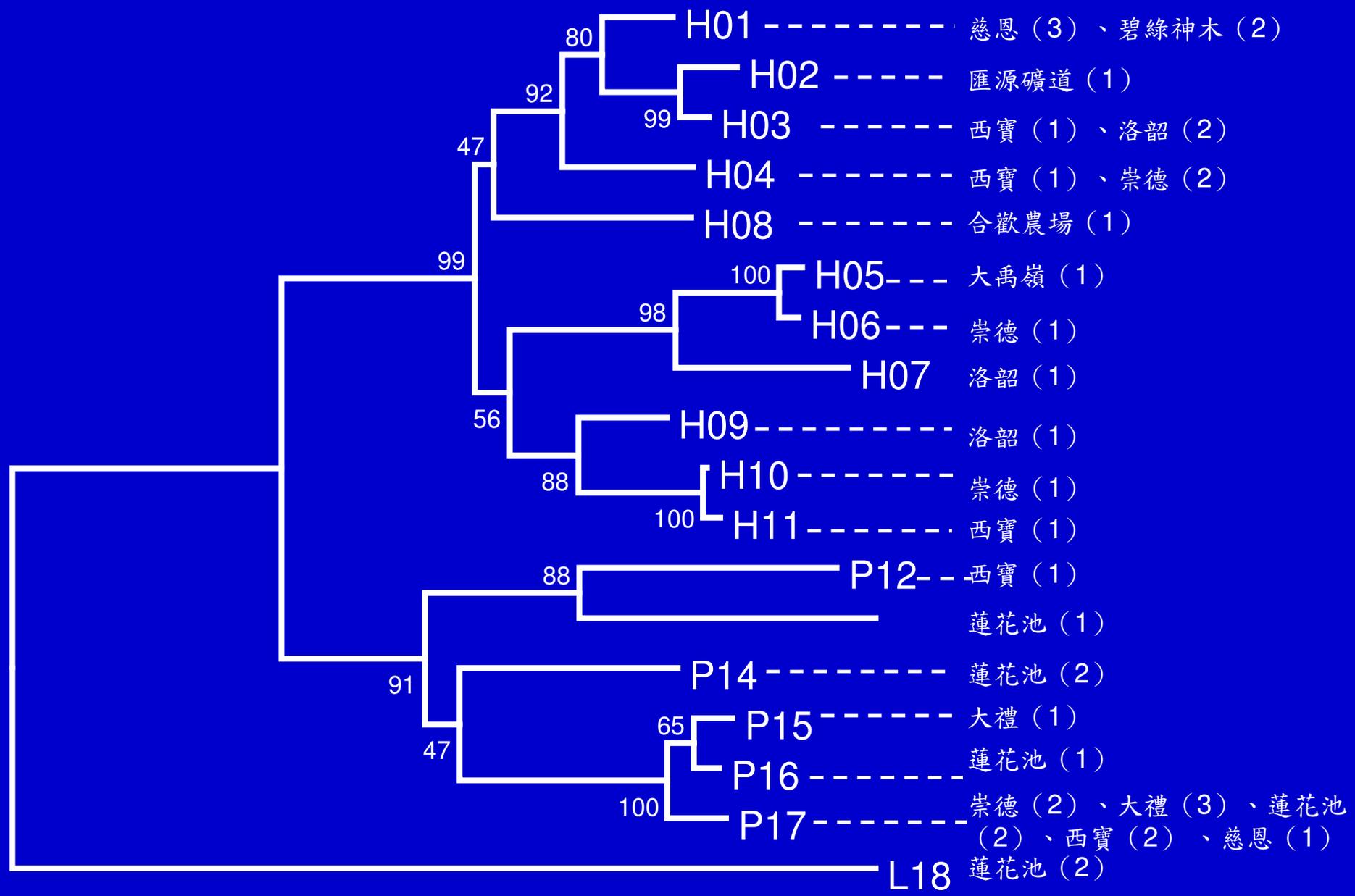
※18種基因單型中，有11型屬於血液變形蟲 (基因單型H01-H11)，6型屬於瘧原蟲 (基因單型P12-P17)，1型屬於住白細胞原蟲 (基因單型L18)



血液變形蟲  
*Haemoproteus*  
(7種19隻)

瘧原蟲  
*Plasmodium*  
(5種16隻)

住白細胞原蟲  
*Leucocytozoon*  
(1種2隻)



# 各地點檢測的鳥種、數量、及檢測出的血液寄生蟲種類

地區	樣本數	感染各種血液寄生蟲的鳥種與數量		
		血液變形蟲 <i>Haemoproteus spp.</i>	瘧原蟲 <i>Plasmodium spp.</i>	住白細胞原蟲 <i>Leucocytozoon spp.</i>
合歡山區	1	冠羽畫眉1		
大禹嶺	1	冠羽畫眉1		
碧綠神木	2	黃胸藪眉2		
慈恩	4	黃胸藪眉3	棕面鶯1	
蓮花池	8		粉紅鸚嘴1、黑臉鷓3、	粉紅鸚嘴2
			山紅頭1、頭烏線1	
洛韶	4	繡眼畫眉2、冠羽畫眉1、 綠畫眉1		
西寶	6	冠羽畫眉1、綠繡眼1、 小彎嘴1	山紅頭1、粉紅鸚嘴1、 頭烏線1	
大禮	4		山紅頭3、頭烏線1	
匯源礦道	1	繡眼畫眉1		
崇德	6	綠繡眼3、小彎嘴1	山紅頭1、粉紅鸚嘴1	
合計	37	19	16	2

同一地點會感染二種血液寄生蟲  
(沒有地區性的專一性)

# 血液寄生蟲對宿主鳥種似乎具有專一性

宿主鳥種	樣本數	基因單型																		
		H01	H02	H03	H04	H05	H06	H07	H08	H09	H10	H11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	L18	
黃胸藪眉	5	5																		
繡眼畫眉	4		1	3																
綠繡眼	3			3																
冠羽畫眉	3				1		1	1												
綠繡眼	1					1														
綠畫眉	1								1											
小彎嘴	2									1	1									
頭烏線	3											1				1	1			
黑臉鵑	3												1	2						
山紅頭	6																		6	
棕面鶯	1																		1	
粉紅鸚嘴	5																		3	2
合計	37	5	1	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	10	2	

※除粉紅鸚嘴被檢驗出感染瘧原蟲和住白細胞原蟲外，其他鳥種都只檢測出感染一種血液寄生蟲。

宿主鳥種	樣本數	基因單型																	
		H01	H02	H03	H04	H05	H06	H07	H08	H09	H10	H11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	L18
黃胸藪眉	5	5																	
繡眼畫眉	4		1	3															
綠繡眼	3			3															
冠羽畫眉	3				1		1	1											
綠繡眼	1					1													
綠畫眉	1								1										
小彎嘴	2									1	1								
頭烏線	3											1			1	1			
黑臉鵑	3												1	2					
山紅頭	6																	6	
棕面鶯	1																	1	
粉紅鸚嘴	5																	3	2
合計	37	5	1	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	10	2

※除P17基因單型在三種鳥中出現外，每種單型都只出現在一種鳥中

樣 本 數	基因單型																	
	H01	H02	H03	H04	H05	H06	H07	H08	H09	H10	H11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	L18
黃胸藪眉	5	5																
繡眼畫眉	4		1	3														
綠繡眼	3				3													
冠羽畫眉	3					1		1	1									
綠繡眼	1						1											
綠畫眉	1									1								
小彎嘴	2										1	1						
頭烏線	3											1			1	1		
黑臉鵙	3												1	2				
山紅頭	6																6	
棕面鶯	1																1	
粉紅鸚嘴	5																3	2
合計	37	5	1	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	10	2

# 感染血液寄生蟲對鳥類可能產生的影響

## 以山紅頭為分析對象

	體 重 (公克) *		P值 (t-test)
	有感染	無感染	
<b>全部樣本</b>			
雌鳥	9.64 ± 0.73 (30)	9.77 ± 0.95 (26)	0.29
雄鳥	10.65 ± 0.82 (42)	10.74 ± 0.68 (29)	0.30
<b>蓮花池樣本</b>			
雌鳥	9.70 ± 0.64 (9)	9.90 ± 1.14 (5)	0.37
雄鳥	10.67 ± 1.00 (13)	11.11 ± 1.25 (5)	0.45

感染血液寄生蟲並不會影響山紅頭的體重

# 對羽毛品質的影響





※共檢視122個檢視的山紅頭樣本（扣除未檢視羽毛狀況和正在換羽的個體）

※有19.67%的個體（24隻）的羽毛品質較差（包括有發現外寄生蟲或是羽毛有被啃噬的痕跡）。其中感染血液寄生蟲的64隻個體，有17隻（26.56%）羽毛品質較差；沒有感染血液寄生蟲的58隻個體中，只有7隻（12.07%）羽毛品質較差（ $\chi^2=4.04, P=0.04$ ）。

※換言之，24隻羽毛狀況較差的個體中，有17隻（70.83%）來自感染血液寄生蟲的個體，只有7隻（12.07%）沒有感染血液寄生蟲。

※感染血液寄生蟲的個體，羽毛未必遭受較高的寄生蟲危害，但羽毛品質較差的個體，大部分都是受到感染的個體。

## 結論

※太魯閣山區鳥類血液寄生蟲的盛行率達30.96 %。

※春夏季的感染率高於冬季

※高海拔地區的盛行率較中、低海拔低，分布侷限在海拔較高的種類都未檢測出感染血液寄生蟲。

※不同棲地類型的鳥類，感染的程度沒有差異，但在農田中捕獲得個體感染血液寄生蟲的機率較高。

※畫眉科鳥類血液寄生蟲的感染率特別高。

※活動環境高度重疊的山紅頭和粉紅鸚嘴，二者在血液寄生蟲的感染率有顯著的差異。

- ※血液寄生蟲序列分析的結果，共篩選出血液變形蟲、瘧原蟲和住白細胞原蟲等三種血液寄生蟲
- ※血液寄生蟲的遺傳多樣性很高，但各基因單型在不同鳥種間共享的情況並不普遍。

# 建議事項

## 一、進行太魯閣國家公園園區內禽瘧疾寄生蟲的親源關係研究

※建議進行禽瘧疾寄生蟲的親源關係研究，瞭解不同基因單型的寄生蟲是否對宿主具有物種專一性、不同基因單型的盛行率是否有差異、探討禽瘧疾在園區內的擴散歷史等。

※在台灣其他地區進行山區鳥類的血液寄生蟲篩檢，將有助於瞭解此在鳥類普遍的傳染性疾病在台灣全島的流行狀況；針對特定物種的生物學研究，則有助於瞭解此疾病對於台灣地區鳥類的存活和繁殖的影響程度。

## 二、進行太魯閣國家公園鳥類的長期繫放

### ※長期、固定努力量的繫放

瞭解鳥類的遷移路徑和時間、族群數量的長期變動、觀察個體的行為、探討氣候變遷對生物影響的重要資料來源。

### 跨國回收記錄



## 跨研究回收記錄

回收地點	種數	隻數	回收鳥種 (數量)
西寶	4	5	粉紅鸚嘴 (2)、綠繡眼、繡眼畫眉、白環鸚嘴鶉
洛韶	3	4	繡眼畫眉 (2)、小彎嘴畫眉、冠羽畫眉
神木	3	5	繡眼畫眉 (4)、白眉林鴿、山紅頭
關原	2	3	山紅頭、灰頭花翼 (2)
820林道	3	3	山紅頭、藪鳥、紅頭山雀
合歡農場	1	1	酒紅朱雀
合計	12	21	<b>本研究回收記錄：355筆</b>

# 健康狀況



斷腳的紫嘯鶇



2009.7.12 中橫溪畔隧道口

眼睛化膿的酒紅朱雀

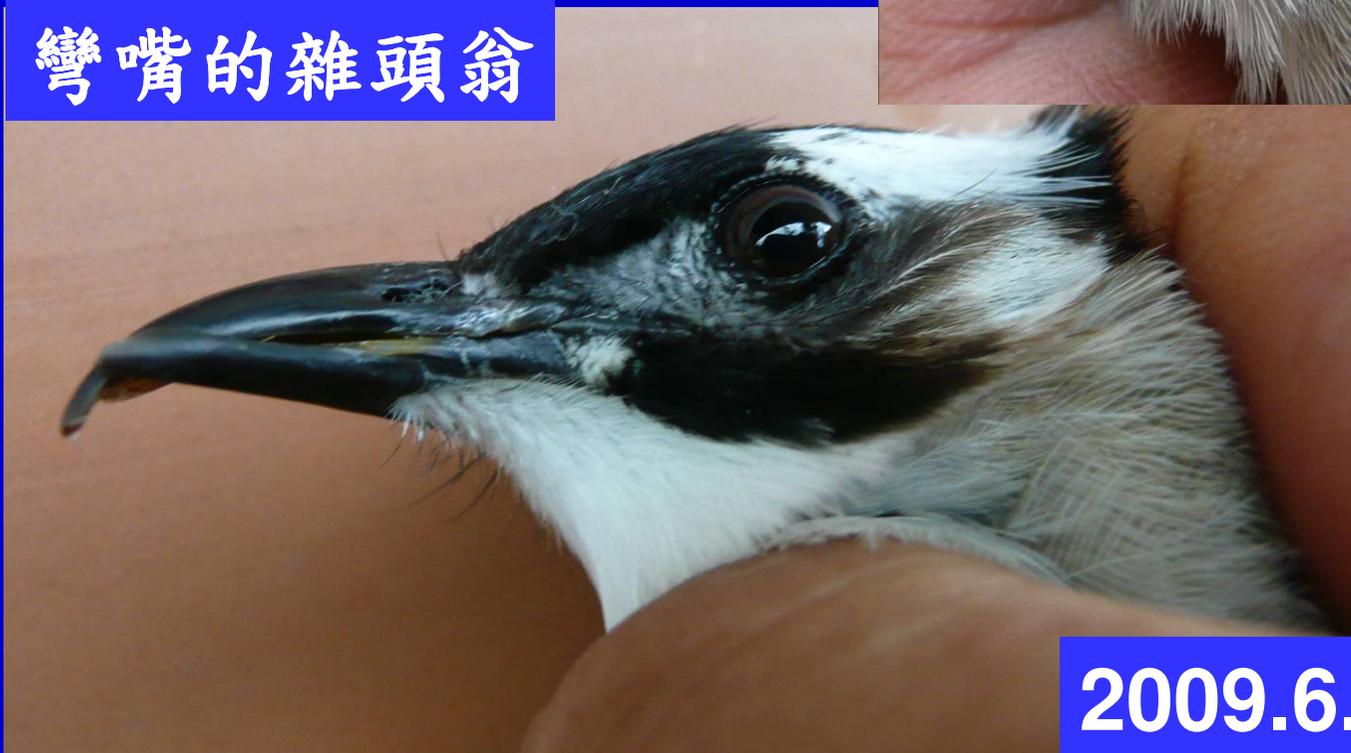


2010.5.3合歡農場

歪嘴的繡眼畫眉



彎嘴的雜頭翁



2009.6.13 蓮花池 64



血液、羽毛和口腔、泄殖腔黏膜樣本的採集

※隨著全球暖化的發生，鳥類的海拔分佈範圍也可能產生變動，進而影響山區鳥類相的組成，以及相關疾病的垂直分佈狀況。

敬請指正

