

臺灣森鼠與赤背條鼠

於太魯閣國家公園及鄰近立霧溪口之棲地適合度預測

Habitat suitability of *Apodemus semotus* and *A. agrarius* in

Taroko National Park and Liwu area

太魯閣國家公園管理處研究生研究報告

中華民國 102 年 12 月

臺灣森鼠與赤背條鼠

於太魯閣國家公園及鄰近立霧溪口之棲地適合度預測

Habitat suitability of *Apodemus semotus* and *A. agrarius* in

Taroko National Park and Liwu area

國立臺灣師範大學生命科學系

研究生：李苡柔

指導教授：李佩珍

太魯閣國家公園管理處研究生研究報告

中華民國 102 年 12 月

本報告內容及建議，純屬研究生意見，不代表本機關意見

目次

| | |
|---------------------------------|-----|
| 表次----- | II |
| 圖次----- | III |
| 摘要----- | IV |
| 第壹章 緒論----- | 1 |
| 第一節 研究緣起與背景----- | 1 |
| 第二節 研究目的----- | 3 |
| 第貳章 文獻探討----- | 5 |
| 第一節 小型哺乳動物在保育上的重要性----- | 5 |
| 第二節 生態棲位模擬----- | 6 |
| 第參章 研究方法----- | 11 |
| 第一節 物種分佈資料----- | 11 |
| 第二節 環境圖層----- | 12 |
| 第三節 棲地適合度分佈圖----- | 12 |
| 第肆章 研究結果----- | 15 |
| 第一節 近代(1950-2000)棲地適合度分佈預測----- | 15 |
| 第二節 氣候變遷影響下的潛在棲地變化----- | 16 |
| 第伍章 討論與建議----- | 19 |
| 第一節 研究結果與討論----- | 19 |
| 第二節 建議----- | 21 |
| 附錄 1----- | 35 |
| 附錄 2----- | 38 |
| 附錄 3----- | 40 |
| 附錄 4----- | 41 |
| 附錄 5----- | 43 |
| 附錄 6----- | 45 |
| 附錄 7----- | 51 |
| 參考文獻----- | 57 |

表次

| | |
|------------------------------------|----|
| 表 1、建立近代棲地適合度分佈圖所使用的 19 個環境因子----- | 23 |
| 表 2、建立未來棲地適合度分佈圖所使用的 24 個環境因子----- | 24 |
| 表 3、2050 年臺灣森鼠及赤背條鼠潛在分佈範圍變化----- | 25 |

圖次

| | |
|------------------------------------|----|
| 圖 1、臺灣森鼠及赤背條鼠點位分佈圖----- | 26 |
| 圖 2、臺灣森鼠潛在分佈範圍----- | 27 |
| 圖 3、赤背條鼠潛在分佈範圍----- | 28 |
| 圖 4、建立近代棲地適合度分佈圖環境因子之影響力----- | 29 |
| 圖 5、以 19 個環境圖層與環境溫度所預測之潛在分佈比較----- | 30 |
| 圖 6、臺灣森鼠於 2050 年之潛在分佈預測圖----- | 31 |
| 圖 7、赤背條鼠於 2050 年之潛在分佈預測圖----- | 32 |
| 圖 8、建立 2050 年棲地適合度分佈圖環境因子之影響力----- | 33 |

摘要

關鍵字:生態棲位模擬(ecological niche modeling)、氣候變遷(climate change)、臺灣森鼠(*Apodemus semotus*)、赤背條鼠(*Apodemus agrarius*)

一、研究緣起

太魯閣國家公園境內海拔分佈高度差異大，造就了豐富的氣候區，呈現棲地與生物相的高度多樣性。太魯閣國家公園境內之啮齒目動物多樣性極高，其中臺灣森鼠(*Apodemus semotus*)為中高海拔地區之優勢種，但由於中高海拔地勢崎嶇，導致缺乏完整的分佈資料；赤背條鼠(*A. agrarius*)過去在臺灣全島皆有調查記錄，但是近年來臺灣低海拔棲地受人為破壞甚鉅恐威脅其生存與繁殖。為能深入了解兩物種，本研究擬利用生態棲位模擬(ecological niche modeling, ENM)預測其潛在棲息地，了解其分佈狀況，同時，利用生態棲位模擬預測氣候變遷影響下物種分佈範圍之變化。有效增加對兩物種分佈範圍的理解，有助於評估物種滅絕的風險，並做為經營管理策略制定的參考。最後，本研究期望能提供太魯閣國家公園未來針對其他物種進行生態棲位模擬相關研究時的一個參考。

二、研究方法

本研究主要是利用生態棲位模擬的方法來評估臺灣森鼠以及赤背條鼠兩物種的近代與未來分佈範圍。生態棲位模擬是利用物種的已知位置，並結合該棲息地的環境因子進行分析運算，以評估物種的棲地適合度。臺灣森鼠以及赤背條鼠的已知位置，本研究結合文獻回顧與野外採集兩種方法收集，環境因子

臺灣森鼠與赤背條鼠於太魯閣國家公園及鄰近立霧溪口之棲地適合度預測

則採全球氣象資料資料庫(WorldClim)所提供的氣象圖層，預測太魯閣國家公園境內以及鄰近立霧溪口範圍內，兩物種的棲地適合度。

三、結果與討論

本研究總共取得符合標準的資料包含：臺灣森鼠 56 筆及赤背條鼠 51 筆，在太魯閣國家公園境內包含 11 筆臺灣森鼠的資料。利用生態棲位模擬所預測之臺灣森鼠及赤背條鼠於全臺灣近代及未來的棲地適合度分佈圖，臺灣森鼠之潛在分佈範圍集中於中央山脈中高海拔地區，於海岸山脈有零星適合棲地；赤背條鼠則在臺灣低海拔平地有較高的棲地適合度。於太魯閣國家公園境內，臺灣森鼠具有高達 88% 的潛在分佈範圍，與過去調查紀錄中臺灣森鼠為太魯閣國家公園境內小型哺乳動物的優勢種結果一致；赤背條鼠於國家公園境內潛在分佈範圍雖不大，但鄰近立霧溪口及三棧溪口亦為潛在分佈範圍，並與太魯閣境內之潛在分佈範圍皆相連。利用 2050 年預測氣溫所建立臺灣森鼠及赤背條鼠的潛在分佈結果中，兩物種的棲地適合度分佈圖與近代結果相似，但是分佈範圍有所變動，其中以赤背條鼠受到氣候變遷的影響反應較為劇烈，此分佈範圍的變化在臺灣全區及太魯閣國家公園境內的趨勢些許不同。整體而言，兩物種不管在何種狀況下在太魯閣境內的潛在分佈範圍皆減少，顯示相較於臺灣全區而言，太魯閣國家公園在面臨環境變遷的影響下衝擊較為強烈，且反應在物種分佈的變化上，又低海拔地區所受到的影響相較高海拔地區更為劇烈，低海拔地區的生物面臨環境變遷下可能產生較大的改變。

四、建議

高海拔地區物種的潛在分佈範圍與生態保護區相符，且受環境變遷影響較小，相對的，低海拔地區物種可能受到人為的干擾較多，且受環境變遷影響較為劇烈，建議加強低海拔地區的環境及物種監測。此外，建議能建立並整合完整的空間資料庫，若能就各研究計畫所蒐集之物種及地理位置等資料，建置成地理資訊系統相容檔案格式，將來進行相關研究或是長期整合的研究室會更有效率。

第壹章 緒論

第一節 研究緣起與背景

物種分佈長久以來受到許多科學家的關注與探討，其與全球生物多樣性及生物相等議題息息相關，生物的分佈受到許多因子影響，包括生物因子、非生物因子、物種遷移能力及棲地可及性等，其中生物因子與非生物因子最廣為討論，生物因子如：物種間的競爭關係、獵物或食草的分佈範圍等，非生物因子則包括溫度、濕度、及氣壓等。各種因素交互影響造就我們所觀察到的生物分佈情形。而我們可以觀察到許多物種在地理上沿著緯度分佈，例如兩種同為 *Poecile* 屬的黑頭山雀 (*Poecile atricapillus*) 及卡羅來納山雀 (*P. carolinensis*) 在北美的分佈大致呈帶狀之緯度分佈情形；此外，小棕蝠 (*Myotis lucifugus*) 亦在美洲呈帶狀緯度分佈。深入探究這些物種沿緯度分佈的現象，發現環境溫度是影響物種分佈的重要因子，例如 Olson 等人(2010)發現黑頭山雀及卡羅來納山雀兩物種分佈範圍的邊界與當地冬季平均低溫的等溫線大致符合，顯示環境溫度為影響兩物種分佈範圍重要的限制因子。Humphries 等人(2002)利用小棕蝠 (*M. lucifugus*) 度冬所需要的能量多寡與冬季溫度及長度等環境因子建立模型預測其分佈，以小棕蝠所能承載之脂肪量換算其能量多寡，以冬季溫度及長度評估度冬所需能量多寡，計算小棕蝠能順利過冬的地理範圍，成功預測出小棕蝠緯度分佈的北界，證實環境溫度以及生物體本身對於溫度的承受力交互影響了生物的地理分佈。

緯度愈低之地區由於陽光入射角度較垂直，故環境溫度較高，隨著緯度增加則溫度愈低，因此物種沿緯度分佈的現象可能是反應出物種分佈受限於環境溫度的情況，溫度的變化在海拔高度與緯度變化間呈相似趨勢，溫度隨著海拔高度的增加逐漸降低，與隨著緯度愈高溫度愈低的情形一致 (Montgomery,

2006)。在許多地區可以觀察到物種沿著海拔分佈的現象，例如菲律賓地區的井鼠(*Crunomys melanius*)僅分佈於 1600 公尺以下的低海拔地區，而標家鼠(*Apomys insignis*)則分佈於海拔 1600 至 2250 公尺的地區(Heaney,2001)。此外，臺灣地區亦有許多小型哺乳動物呈海拔梯度分佈，例如條紋松鼠(*Tamias muritimus*)僅分佈於海拔 2000 公尺以上的地區；臺灣森鼠(*Apodemus semotus*)普遍分佈於 1400 至 3700 公尺間；同屬的赤背條鼠(*A. agrarius*)在臺灣則僅分佈於 1000 公尺以下的低海拔地區(Yu, 1994)。影響物種海拔分佈的原因還有待釐清，其中環境溫度可能為重要的限制因子，如同影響許多生物的緯度分佈，環境溫度亦是造成許多物種呈現海拔梯度分佈的限制因子。

太魯閣國家公園境內海拔分佈高度從海平面至 3742 公尺之高山，造就了從亞熱帶漸進到寒帶的各種氣候區，呈現高度多樣性的棲地與生物相。根據過去調查記錄顯示，太魯閣國家公園境內之啮齒目動物高達十三種，占臺灣地區二十種中的百分之六十五，多樣性極高。姬鼠屬(*Apodemus*)廣泛分佈於歐亞大陸及鄰近島嶼，臺灣地區的姬鼠屬物種有兩種：棲息於中高海拔的臺灣森鼠，以及僅分佈於低海拔的赤背條鼠。臺灣森鼠為臺灣特有種，李玲玲(1992)指出，臺灣森鼠不但適應森林、草地等各種棲地類型，同時也為中、高海拔最優勢的種類，但也由於中高海拔地區地形崎嶇，故棲息於此的物種常缺少完整的調查資料，因此對於臺灣森鼠在臺灣地區的空間分佈不甚了解。同屬的赤背條鼠廣泛分佈於歐亞大陸及鄰近島嶼，過去在臺灣全島皆有調查記錄，而在太魯閣國家公園境內尚未有捕獲記錄，但是最後一次的啮齒目動物調查是於 1992 年，已事隔 21 年，近期的調查並更新資訊是必須的，且近年來低海拔環境變遷快速，許多棲地遭到人為破壞，對於現有族群的了解有限，根據本研究團隊的前期調查資料顯示，臺灣西部的赤背條鼠族群數量有下降的趨勢，且低海拔地區適合棲地開發破壞情況日益嚴重，目前所知的穩定族群可能僅存於花蓮地區(吳海音，私人通訊)，現階段對於赤背條鼠分佈的調查非常急迫。

物種的空間分佈乃眾多因子交互影響下的結果，近年來發展出生態棲位模擬(Ecological niche modeling, ENM)的方法，對於分佈資料不易取得之物種(例如夜行性動物、活動範圍大的動物)的分佈範圍預測是為一有利工具。生態棲位模擬是利用物種已知分佈的經緯度資料，以及其所出現位置的環境因子間之關聯性，透過相關性的運算分析技術並結合地理資訊系統(Geographic information system, GIS)，據此在地圖上呈現物種出現機率的結果。生態棲位模擬除了可用來預測物種的潛在棲息範圍，亦可用於預測環境變遷影響下物種分佈範圍的變化情形，用以評估物種滅絕的風險。此外，生態棲位模擬也可用來分析影響物種分佈之各種環境因子(例如溫度)的重要性，或是預測入侵物種的擴散等，在生態保育與自然資源經營管理上的應用很廣。

利用生態棲位模擬預測物種分佈，有助於了解太魯閣國家公園境內適合臺灣森鼠以及赤背條鼠棲息的棲地範圍與空間分佈。若能取得物種分佈位置及棲地之環境因子的資料，即可分析限制其分佈的因子並預測兩物種的潛在棲息地，有助於物種的保育並做為國家公園經營管理策略之參考。

第二節 研究目的

1. 預測臺灣森鼠及赤背條鼠在國家公園境內及鄰近立霧溪口的棲地適合度分佈圖，以建立兩物種在研究範圍內的潛在棲息地。
2. 評估影響臺灣森鼠及赤背條鼠在國家公園境內棲地適合度的重要氣候因子。
3. 預測氣候變遷影響下，臺灣森鼠及赤背條鼠在國家公園境內分佈範圍的變化。
4. 比較在氣候變遷影響下，物種分佈在國家公園境內與臺灣全區間變化的差異，並探討太魯閣國家公園在臺灣因應氣候變遷上可能扮演的角色。

臺灣森鼠與赤背條鼠於太魯閣國家公園及鄰近立霧溪口之棲地適合度預測

第貳章 文獻探討

第一節 小型哺乳動物在保育上的重要性

小型哺乳動物為陸域生態系食物網中重要的部分，其扮演著生產者、初級消費者與高級消費者之間能量流動、物質傳遞的關鍵角色，雖然小型哺乳動物鮮少為保育的對象，但其族群數量與動態會連帶影響食物網中其他營養階層的生物(Ostfeld & Keesing, 2000)。例如南美洲智利地區葉耳鼠(*Phyllotis darwini*)的族群波動連帶著影響當地兩種鴟鵂科的族群量，當葉耳鼠的族群數量上升後，兩種鴟鵂科的族群數量亦會跟著上升，反之，當葉耳鼠數量下降，則鴟鵂科的族群數量亦跟著下降(Lima *et al.*, 2002)。顯示小型哺乳動物的族群數量直接影響其上位階掠食者的族群數量。此外，荷蘭研究顯示，小型哺乳動物的密度降低將造成食物網結構改變，小型哺乳動物的減少導致上位階掠食者的食物減少，進而改變所獵捕之獵物的比例。例如荷蘭地區為進行水鳥保育而將棲地改變成為適合水鳥繁殖的類型，但此類型棲地減少了當地小型哺乳動物棲息與躲藏的區域，因此造成小型哺乳動物族群量下降，於是上位階消費者紅狐的食性結構被迫改變，轉而增加對保育目標物種水鳥的掠食，導致繁殖期水鳥的捕食壓力升高，間接對水鳥族群產生負面影響(Beintema & Muskens, 1987)。

臺灣地區許多猛禽以小型哺乳動物為主要食物來源，例如秋冬期間出現在臺灣的短耳鴞(*Asio flammeus*)，觀察其食繭內小型哺乳動物的生物量高達90%以上(曾昇碩, 2007)；臺灣中高海拔的灰林鴞(*Strix aluco*)以鳥類及小型哺乳動類為食，其食繭中小型哺乳類生物量更達60%以上(林文隆, 2007)；此外，鳳頭蒼鷹(*Accipiter trivirgatus*)亦被發現以鳥類(51.4%)及哺乳類(45.4%)為主要食物來源，上述數種以小型哺乳動物為食的鳥類皆為珍貴稀有甚至瀕臨絕種之保育類物種，顯示小型哺乳動物的族群消長可能會連帶影響其他保育類物種的族群數量。此外，根據吳海音等人研究證實，田鼯鼠(*Mus caroli*)及赤背條鼠會主動覓食叢

臺灣森鼠與赤背條鼠於太魯閣國家公園及鄰近立霧溪口之棲地適合度預測

枝菌根菌孢子，且在消化道中發現孢子的頻度高且數量也多，排遺中殘留的孢子仍具有可萌發之活性，老鼠攝食菌根菌孢子，且排出具有活性孢子的排遺中，可能在土壤間傳播菌根菌，進而影響植物群落的建立(洪麗慧, 2002；林宛青, 2004)

臺灣啮齒目共有三科十三屬二十種，根據過去太魯閣國家公園研究調查報告，太魯閣國家公園內所發現的啮齒目，共有三科十一屬十三種，臺灣中、高海拔之啮齒目在園區內均有記錄。而臺灣森鼠更為臺灣中海拔山區的優勢種(裴家騏, 1996；李玲玲, 1992)，根據李玲玲等人於 1992 年在太魯閣國家公園所進行之啮齒目的調查報告中，臺灣森鼠捕獲率達所有捕獲鼠類之 48.9 % 之高，且在各種棲地類型，如闊葉林、針葉林及農耕地等皆有捕獲記錄，顯示其適應各種棲地類型且族群數量多。赤背條鼠廣泛分佈於歐亞大陸及鄰近島嶼，過去在臺灣全島除台東外皆有調查記錄，但低海拔地區開發迅速，人為干擾極大，加上棲地破壞情形較嚴重，族群數量令人擔憂。根據前期調查顯示，近年臺灣西部地區赤背條鼠捕捉資料不多，顯示近年來其族群量甚不穩定，數量恐怕已減少許多。目前可能僅存臺灣東部地區還有穩定的族群，且其族群量亦有逐漸下降的趨勢(吳海音，私人通訊)。

第二節 生態棲位模擬

保育工作與經營管理策略的制定，需要對物種分佈範圍有正確的了解(Boitani *et al.*, 2008)，但是臺灣中、高海拔面積廣大且地形崎嶇，物種的野外調查資料取得困難，無法對於其分佈有全面性的了解，此外，許多物種分佈廣泛，要進行地毯式的調查耗費資源及人力，不易獲得完整的分佈資料。近年來利用生態區位模擬來預測物種分佈可能性的技術快速發展，生態棲位模擬係利用物種的已知位置，並結合該棲息地的環境因子進行分析與電腦運算，以預測

物種的棲地適合度圖型。近年來已發展出許多利用生態棲位模擬為基礎的軟體，如：BIOCLIM、BRT、DK-GARP、DOMAIN、GAM、GDM、GLM、MARS、MaxEnt等(Elith *et al.*, 2006)。眾多的軟體當中，其中人工智慧演算法如最大熵物種分佈模式(maximum entropy method, MaxEnt)及基因演算法 (genetic algorithm, GARP)是為近代預測物種的分佈的主流。最大熵物種分佈模式能依據只有物種出現點位(presence-only)的不完整資料型式做出的預測，且相較於傳統的統計模式有較佳的結果，且能利用正則化 (regularization)，避免產生過度配適的結果(Phillips *et al.*, 2006; Phillips & Dudik 2008)，適合用來評估物種在難以獲得調查資料之區域的分佈狀況。

一、 預測物種分佈

生態棲位模擬近來來廣泛應用於評估物種的可能分佈情形，例如 Peterson等人利用生態棲位模擬精確預測墨西哥25種鳥類的分佈範圍，高達九成的模型能進行有效的預測(Peterson *et al.*, 2002)。在臺灣，曾利用生態棲位模擬來預測珍貴稀有保育類八色鳥的分佈模式，準確度高達85%，顯示生態棲位模擬在物種分佈的預測上有不錯的成效(李培芬等，2005)。對於生物分佈的了解有助於保育政策的參考與制定，例如Andres(2006)利用生態棲位模擬來預測墨西哥地區的兩棲爬蟲分佈，結果發現兩棲爬蟲生物多樣性高的熱點與保育區並不相符。此外，Robert等人(2004)預測棘小囊鼠(*Heteromys*) 在厄瓜多的分佈發現，物種現行分佈較過去大幅減少，且其分佈範圍大多落在保護區外，僅約2-3%的潛在棲地落在保護區內。上述例子顯示，物種分佈的資料可做為保育政策制定的重要參考，若能進一步了解物種的分佈範圍

與生物多樣性的落點，則保育的實施可事半功倍。

二、探討競爭關係

進一步利用生態棲位模擬的技術來探討兩物種間競爭關係的議題也相當豐富，例如Anderson等人預測親緣關係相近的兩物種:*Heteromys australis*及*H. anomalus*的潛在分佈，結果顯示在兩物種的潛在共域區內僅發現*H. australis*的實際分佈，顯示競爭排除現象的發生(Anderson *et al.*, 2002)。此外，美國奧克拉荷馬州的六對兩棲爬蟲類，也被發現其中有一對展現競爭排除的狀況，以生態棲位模擬預測兩者的潛在棲地，發現兩物種的潛在共域區內僅有一物種存在，顯示競爭排除的現象發生在此對物種間(Costa *et al.*, 2008)。物種之競爭關係不易研究，利用生態棲位模擬可探討物種在潛在共域區的情況，有利於研究物種間競爭排除的現象。

三、評估擴散趨勢

生態棲位模擬亦可應用於入侵外來種的可能擴散趨勢評估及氣候變遷對物種分佈的影響等(Peterson *et al.*, 2007)，例如Pyron等人以生態棲位模擬預測氣候變遷的影響之下，外來種緬甸蟒在美國的擴散趨勢，結果顯示在全球暖化的影響下，適合緬甸蟒的棲地範圍增加，可能導致其分佈範圍增加的結果(Pyron *et al.*, 2008)。環境變遷可能影響物種的分佈範圍，由於生物的棲位具有保守性，因此生態棲位模擬常以生物在近代的分佈位置來預測過去或未來的分佈狀況，例如以現存的23種哺乳動物來進行更新世與近代間的跨時期預測，其中18種物種可以成功的以更新世的分佈位置來成功預測近代的分

佈位置(Martinez-Meyer *et al.*, 2004)，由上述例子，若能獲得未來氣候的資訊，即可模擬環境變遷對物種分佈的影響(Bomhard *et al.*, 2005; Martínez-Meyer *et al.*, 2006; Virkkala *et al.*, 2008)。利用生態棲位模擬可預測不同環境氣候下，物種分佈範圍的變化，透過檢視分佈範圍的變化情況，可用來評估物種滅絕的風險(Thomas *et al.*, 2004)，做為制定保育政策的參考。

第叁章 研究方法

本研究擬利用生態棲位模擬的方法預測赤背條鼠與臺灣森鼠在太魯閣國家公園境內及鄰近立霧溪口的棲地適合度，並參考政府間氣候變遷小組（Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC）所預測之未來氣候，來評估氣候變遷的影響下，臺灣森鼠與赤背條鼠分佈範圍的變化。生態棲位模擬是利用已知的物種分佈位置，擷取這些分佈地點的環境因子，來進行相關性的模擬分析，因此要進行生態棲位模擬需先取得預分析之物種的分佈，以及適當的環境因子，最後獲得針對研究對象在研究範圍內的棲地適合度預測圖。

第一節 物種分佈資料

本研究將以臺灣森鼠及赤背條鼠為主要研究對象，於本計畫執行期間搜集臺灣地區兩姬鼠屬物種的調查記錄，物種資料的搜集方法包含文獻回顧以及藉由實地野外調查來取得物種有/無(presence/absence)的資料，用以預測更符合實際分佈狀況的棲地適合度預測圖。為提高生態棲位模擬結果的效力，增加已知物種的點位資料非常重要，因此物種已知分佈點位的收集並非侷限於太魯閣國家公園境內，而是以臺灣地區做為目標範圍，之後用以預測太魯閣國家公園境內及立霧溪口之兩種姬鼠屬物種的棲地適合度。文獻回顧以文獻中有記錄物種採集地之經緯度的資料為優先選擇，若文獻所提供之採集地點為可轉換至解析度1Km × 1Km以內之經緯度的地名亦列入採用，最後將所搜集到的物種點位資料統一轉換成座標格式TWD97經緯座標的資料。

臺灣森鼠與赤背條鼠於太魯閣國家公園及鄰近立霧溪口之棲地適合度預測

野外調查部分使用薛門式活捉器，以地瓜沾花生醬及穀物為餌，於適合的棲地類型進行捕捉，將陷阱留置一晚後於隔日清晨檢查。每個樣點進行一至二個捕捉夜，所有捕獲之個體記錄其物種名、性別、年齡(成體或幼體)、體重及性徵等資訊，完成記錄之個體在當日於原地釋放。

所有取得的點位資料統一轉換成TWD97座標格式後，隨機挑選1/4的資料做為驗證資料，另外3/4則用來建立模型。

第二節 環境圖層

利用全球氣象資料庫(WorldClim; Hijmans *et al.*, 2005)，下載近代(1950-2000)、空間解析度30 seconds(約為1Km × 1Km)的全球環境因子圖層，包含月均溫、月均高溫、月均低溫、降雨量以及綜合環境因子(19個環境因子)等圖層，切割出臺灣的部分做為研究範圍。未來氣候之圖層則使用 IPCC / CMIP5所建構之未來環境圖層中，空間解析度30 seconds，Community Climate System Model (CCSM4)所預測之溫室氣體狀況(Greenhouse gas scenarios) RCP85及RCP26的未來氣候，選擇西元2050年的預測氣候，預測臺灣兩種姬鼠屬物種在研究範圍的棲地適合度分佈圖。

第三節 棲地適合度分佈圖

使用 MaxEnt 建立臺灣森鼠及赤背條鼠的棲地適合度分佈圖，於所有已知的分佈點位中隨機選取 1/4 點位做為驗證資料，其餘用以建立模型，使用溫度和雨量相關的綜合環境因子做為預測近代棲地適合度的參數；未來(2050)的棲地適合度預測則使用月均高溫及月均低溫為模擬的參數。每次模擬重複 5 次，其餘設定則以 MaxEnt 之預設參數進行模擬，並以分佈點位的最小值(minimum training presence threshold)作為切割潛在分佈的閾值(threshold)。模型的

AUC(Area Under the Curve)值為模型的評估指標，其介於 0 至 1 之間，AUC 值愈接近 1 則表示模型的預測品質愈高，一般認為模型 AUC 值大於 0.7 即達可接受的預測品質，故本研究皆就 AUC 值大於 0.7 之結果做討論，以確保模型的預測品質。臺灣森鼠與赤背條鼠的棲地適合度在全臺灣的預測結果中，另外切割出太魯閣國家公園及鄰近立霧溪口的部分以進行討論。

第肆章 研究結果

本研究總共取得符合標準的資料包含：臺灣森鼠 56 筆及赤背條鼠 51 筆，在太魯閣國家公園境內具臺灣森鼠 11 筆資料(圖 1)，赤背條鼠雖無在太魯閣國家公園境內的捕捉紀錄，但是在鄰近地區如吉安、和仁皆有紀錄。所有資料皆用來建立棲地適合度分佈圖。

第一節 近代(1950-2000)棲地適合度分佈預測

以溫度及降雨相關的 19 個環境因子為參數所建立的棲地適合度分佈度，兩物種的預測模式 AUC 直接達到可接受的水準。

臺灣森鼠棲地適合度分佈預測的 AUC 值為 0.911。切割出的二元分佈預測圖中，臺灣森鼠的潛在分佈約佔臺灣全區的 29.6%，而在太魯閣國家公園境內，其潛在分佈範圍更高達全區的 88.2%之多(圖 2)，潛在棲地主要分佈在中央山脈海拔約 1000 公尺以上的山區。

赤背條鼠的棲地適合度分佈預測 AUC 值為 0.850。所切割出的二元分佈之結果中，赤背條鼠在臺灣全區的潛在棲地約佔 48.1%，而在太魯閣國家公園境內則佔約 7.9%，其潛在棲地主要分佈在海拔 600 公尺以下的低海拔地區，但不包含台灣北部及南部地區(圖 3)。

影響臺灣森鼠棲地適合度的主要前三項環境因子為：最暖月最高溫(Max Temperature of Warmest Month)、最暖季月均溫(Mean Temperature of Warmest Quarter)及最濕季月均溫(Mean Temperature of Wettest Quarter) (圖

4)。影響赤背條鼠的棲地適合度的主要前三項環境因子為：最暖月最高溫 (Max Temperature of Warmest Month)、氣溫季節性(Temperature Seasonality) 以及等溫性(Isothermality) (圖 4)。雖然前人研究顯示臺灣森鼠與赤背條鼠的熱生理有些不同(陳祐哲，2005)，他們的分佈似乎同時受到夏季高溫的影響。

第二節 氣候變遷影響下的潛在棲地變化

由於 2050 年的氣象圖層目前僅有月均高溫及月均低溫(表 2)，因此無法使用與現代同樣的 19 個圖層進行生態棲位模擬。不過 2050 年的氣象圖層的氣象因子皆涵蓋現代主要影響臺灣森鼠與赤背條鼠棲地適合度的因子，且利用 19 個圖層所模擬的現代分佈與僅使用溫度所模擬出的結果十分接近(圖 5)，因此利用較少圖層所預測的未來分佈仍應具有一定的可信度。就 2050 年所預測之環境溫度來推估臺灣森鼠及赤背條鼠的潛在分佈變化，所有預測模式之 AUC 皆達標準以上。

臺灣森鼠在 2050 年以 RCP26 狀況下的環境溫度之分佈預測 AUC 值為 0.916，棲地適合度較高的地區依舊集中於臺灣山區(圖 6a)，此外在臺灣東部海岸山脈南端有狹小的合適棲地。臺灣森鼠在臺灣全區的潛在棲地約佔 31.4%，較近代預測結果略為增加 1.7%，主要變化為台灣北部及東南部山區的潛在棲地範圍增加，而中央山脈東南方的潛在棲地面積則略為減少。在太魯閣國家公園境內，臺灣森鼠於 2050 年的潛在棲地約佔全區之 88.0%。

臺灣森鼠於 2050 年 RCP85 狀況下所預測分佈的 AUC 值為 0.898，以中央山脈有較高的棲地適合度(圖 6b)。其潛在棲地約佔臺灣全區的 28.7%，與

近代分佈範圍差異不大，僅略減少約 0.9%，主要變化為中央山脈西側較低海拔地區的潛在分佈範圍減少，而中央山脈東北側及西南側較低海拔地區的潛在分佈範圍略為擴增(圖 6c)。而在太魯閣國家公園境內，潛在棲地約佔 84.1%，較近代所預測之結果減少了 4.1%之合適棲地(圖 6d)。

赤背條鼠於 2050 年以 RCP26 情況之環境溫度所預測分佈 AUC 值為 0.852，以低海拔平原地區有較高的棲地適合度，其中臺灣西側低海拔地區、蘭陽平原與花東縱谷有較為連續的潛在棲地分佈(圖 7a)。RCP26 情況所預測之 2050 年赤背條鼠的潛在棲地約佔臺灣全區之 52.1%，相較於近代所模擬之潛在分佈範圍略增加了約 4.0%，主要是受到臺灣南部平原的棲地適合度增高所導致。而赤背條鼠於太魯閣國家公園境內的潛在分佈範圍約為 3.1%，相較近代模擬的分佈範圍減少約 4.8%。

赤背條鼠在 RCP85 情況下所預測之 2050 年分佈的 AUC 值為 0.846，以臺灣西側台南以北以及東側低海拔平原地區有較高的棲地適合度(圖 7b)。在此氣候狀況下所預測之赤背條鼠的潛在分佈佔臺灣全區的 35.3%，相較於近代所模擬之潛在棲地範圍減少了 12.8%，主要變化發生於臺灣西南側低海拔地區之棲地適合度下降，潛在棲地範圍縮小所導致(圖 7c)。而在太魯閣國家公園境內的潛在分佈範圍約佔 1.4%，相較於近代所預測之分佈範圍減少了 6.5%，主要是由於近代預測為潛在分佈中較高海拔地區的棲地適合度降低所造成(圖 7d)。

兩物種在 2050 年的模擬中，皆以 7 月平均日高溫為影響其棲地適合度的最重要氣象因子(圖 8)。因 7 月為臺灣的夏季，這個結果與現代棲地適合

臺灣森鼠與赤背條鼠於太魯閣國家公園及鄰近立霧溪口之棲地適合度預測

度的預測相符(圖 4)，夏季的高溫將持續是限制這兩個物種分佈的重要環境因子。

第五章 討論與建議

第一節 研究結果與討論

本研究利用生態棲位模擬成功預測臺灣森鼠及赤背條鼠於研究範圍內近代及未來的棲地適合度分佈圖，臺灣森鼠之潛在分佈範圍集中於中央山脈中高海拔地區，於海岸山脈有零星適合棲地；赤背條鼠則在臺灣低海拔平原有較高的棲地適合度。於太魯閣國家公園境內，臺灣森鼠具有大面積之潛在分佈範圍，而在過去調查紀錄中亦顯示臺灣森鼠為太魯閣國家公園的優勢小型哺乳動物(李玲玲等，1992)；赤背條鼠於國家公園境內潛在分佈範圍雖不大，但棲地範圍集中且連續。利用 2050 年預測氣溫亦成功建立臺灣森鼠及赤背條鼠的棲地適合度分佈圖，所建立的潛在分佈結果中，兩物種有較高棲地適合度的地區並無太大變動，僅範圍有所變動，其中以赤背條鼠的變動較為劇烈(表 3)。以下將就影響兩物種棲地適合度預測結果的主要因子、兩物種於未來氣候下之分佈範圍的變化及赤背條鼠棲地干擾問題進行進一步的討論。

本研究中所建立之兩物種棲地適合度分佈圖，不論是臺灣森鼠或赤背條鼠在近代及未來(2050 年)的預測中，最熱月(7 月)的平均最高溫皆為最具影響力的環境因子(圖 8)，且影響力皆超過 50% 以上。聯合國跨政府間氣候變遷專家委員會 (IPCC) 於 2013 年所提出最新的 5 次評估報告指出，在 2100 年時，地球之溫度可能上升高達 4.8°C，且極端氣候事件的增加意味著最高

溫及最低溫的出現可能更頻繁且幅度更大，因此，對兩個物種而言，全球暖化所造成的氣候變遷可能透過環境溫度進而影響兩物種的分佈狀況。

全球氣候變遷影響下，臺灣森鼠與赤背條鼠的潛在分佈範圍均受到影響(表 3)，而此分佈範圍的變化在臺灣全區及太魯閣國家公園境內的趨勢些許不同，以臺灣森鼠為例，RCP26 環境下所預測的潛在分佈範圍於臺灣全區略為增加，但在太魯閣國家公園境內的潛在分佈範圍則幾乎不受影響，此外，RCP85 情況下臺灣全區的潛在分佈範圍略為縮小，而在太魯閣國家公園則減少達4%以上。赤背條鼠在RCP26情況下潛在分佈範圍在臺灣全區為增加，但在太魯閣國家公園境內則大幅減少。整體而言，兩物種不管在何種狀況下在太魯閣國家公園境內的潛在分佈範圍皆為減少，顯示相較於臺灣全區而言，太魯閣國家公園在面臨環境變遷的影響下衝擊較為強烈，且反應在物種分佈的變化上，低海拔地區所受到的影響相較高海拔地區又更為劇烈，低海拔地區的生物面臨環境變遷下可能產生較大的改變。本研究中，高海拔地區雖然看似受到的影響較小，但已有文獻證實，暖化可能導致物種往更高海拔的地區遷移(Penuelas & Boada, 2003)，而高海拔地區的生物由於棲地範圍退縮，則有滅絕的可能(Hilbert *et al.*, 2004)，顯示高海拔物種在面臨環境變動時可能產生諸多可能的影響。

本次研究中赤背條鼠於太魯閣國家公園境內的潛在分佈範圍不大，可能肇因於太魯閣境內海拔梯度差異大，低海拔平地面積所佔比例較少所導致。本次研究於太魯閣境內低海拔地區及鄰近溪口進行野外調查採樣，雖沒有赤背條鼠的捕獲記錄，但太魯閣鄰近立霧溪及山棧溪口皆為赤背條鼠的潛在分佈範圍，與太魯閣國家公園境內之潛在分佈範圍相連，顯示太魯閣低海拔地

區及鄰近溪口的棲地品質良好，為鄰近族群遷移及擴張的潛在棲地。本次調查中亦發現，臺灣地區赤背條鼠族群量不穩定，可能有正在下降的趨勢，調查期間除了於花蓮縣壽豐地區有捕獲紀錄，其餘地點皆無捕獲，其中包含過往曾有採集紀錄的地區亦無捕獲，且在壽豐地區的族群也有逐漸減少的趨勢。在本次調查過程中發現，低海拔由於人類活動頻繁，棲地受到干擾或破壞的狀況較為嚴重，適合赤背條鼠生存的棲地變得十分狹小且破碎化，推測棲地破壞可能是近年來赤背條鼠族群調查紀錄減少的原因之一。

第二節 建議

由本研究發現，臺灣森鼠於太魯閣國家公園之潛在分佈範圍高達 88%，且其潛在分佈大多落在生態保護區之內；赤背條鼠在國家公園內的潛在分佈範圍較小，且多落在一般管制區及特別景觀區之內，受到人為干擾的情形可能較為頻繁。此外，在環境變遷的影響下，臺灣森鼠所受到的影響輕微，相較之下，赤背條鼠受到的影響幅度較大，可能反應出低海拔地區在環境變遷的影響下可能會產生較大的變動，進而反應到物種的分佈之上。

雖然本次研究僅利用兩個物種，且在有限的實地調查中尚未發現太魯閣國家公園境內的赤背條鼠記錄，但這兩個親緣關係相近的同屬物種，已可反應出現今海拔分佈不同的物種，將來在氣候變遷下的地理分佈變化可能有所不同，因此可進一步適用到其他呈海拔分佈的物種上。例如，本研究發現高海拔地區的物種（臺灣森鼠）潛在分佈範圍與生態保護區大致相符，而低海拔地區的物種（赤背條鼠）潛在分佈範圍多在生態保護區外，可能受到較為劇烈的人為活動干擾或環境變遷影響，這些現象是否也發生在其他呈海拔

分佈的植物、鳥類或中大型哺乳動物呢？如果是的話，或許應考量增加低海拔地區的環境及物種監測。因此，未來如能針對各類群物種或是國家公園的重點保育物種進行類似的研究，應能逐漸勾繪出氣候變遷對太魯閣地區各物種分佈的整體影響。

此外，若能建立並整合完整的空間資料庫，將各研究計畫所調查到的物種紀錄及位置統一資料格式，並將資料整合為地理資訊系統可用之格式，對於將來進行相關類型或長期性、整合性之研究皆有相當大的助益。

表

表 1、建立近代棲地適合度分佈圖所使用的 19 個環境因子

| 編號 | 環境因子 | |
|---------------|-------------------------------------|-------------------|
| bio_1 | Annual Mean Temperature | 年均溫 |
| bio_2 | Mean Diurnal Range | 月平均氣溫日較差 |
| bio_3 | Isothermality | 等溫性 (bio_2/bio_7) |
| bio_4 | Temperature Seasonality | 氣溫季節性 |
| bio_5 | Max Temperature of Warmest Month | 最暖月最高溫 |
| bio_6 | Min Temperature of Coldest Month | 最冷月最低溫 |
| bio_7 | Temperature Annual Range | 年溫差 (bio_5-bio_6) |
| bio_8 | Mean Temperature of Wettest Quarter | 最濕季均溫 |
| bio_9 | Mean Temperature of Driest Quarter | 最乾季均溫 |
| bio_10 | Mean Temperature of Warmest Quarter | 最暖季均溫 |
| bio_11 | Mean Temperature of Coldest Quarter | 最冷季均溫 |
| bio_12 | Annual Precipitation | 年降水量 |
| bio_13 | Precipitation of Wettest Month | 最濕月降水量 |
| bio_14 | Precipitation of Driest Month | 最乾月降水量 |
| bio_15 | Precipitation Seasonality | 降水量季節性 |
| bio_16 | Precipitation of Wettest Quarter | 最濕季降水量 |
| bio_17 | Precipitation of Driest Quarter | 最乾季降水量 |
| bio_18 | Precipitation of Warmest Quarter | 最暖季降水量 |
| bio_19 | Precipitation of Coldest Quarter | 最冷季降水量 |

表 2、建立未來棲地適合度分佈圖所使用的 24 個環境因子

| 編號 | 環境因子 | |
|--------|---------|--------------|
| tmax1 | 1 月均高溫 | 1 月每日最高溫之平均 |
| tmax2 | 2 月均高溫 | 2 月每日最高溫之平均 |
| tmax3 | 3 月均高溫 | 3 月每日最高溫之平均 |
| tmax4 | 4 月均高溫 | 4 月每日最高溫之平均 |
| tmax5 | 5 月均高溫 | 5 月每日最高溫之平均 |
| tmax6 | 6 月均高溫 | 6 月每日最高溫之平均 |
| tmax7 | 7 月均高溫 | 7 月每日最高溫之平均 |
| tmax8 | 8 月均高溫 | 8 月每日最高溫之平均 |
| tmax9 | 9 月均高溫 | 9 月每日最高溫之平均 |
| tmax10 | 10 月均高溫 | 10 月每日最高溫之平均 |
| tmax11 | 11 月均高溫 | 11 月每日最高溫之平均 |
| tmax12 | 12 月均高溫 | 12 月每日最高溫之平均 |
| tmin 1 | 1 月均低溫 | 1 月每日最低溫之平均 |
| tmin2 | 2 月均低溫 | 2 月每日最低溫之平均 |
| tmin3 | 3 月均低溫 | 3 月每日最低溫之平均 |
| tmin4 | 4 月均低溫 | 4 月每日最低溫之平均 |
| tmin5 | 5 月均低溫 | 5 月每日最低溫之平均 |
| tmin6 | 6 月均低溫 | 6 月每日最低溫之平均 |
| tmin7 | 7 月均低溫 | 7 月每日最低溫之平均 |
| tmin8 | 8 月均低溫 | 8 月每日最低溫之平均 |
| tmin9 | 9 月均低溫 | 9 月每日最低溫之平均 |
| tmin10 | 10 月均低溫 | 10 月每日最低溫之平均 |
| tmin11 | 11 月均低溫 | 11 月每日最低溫之平均 |
| tmin12 | 12 月均低溫 | 12 月每日最低溫之平均 |

表 3、2050 年臺灣森鼠及赤背條鼠潛在分佈範圍變化

| | 臺灣全區 | | 太魯閣國家公園 | |
|-------------|--------|--------|---------|-------|
| | 潛在分佈比例 | 變動比例 | 潛在分佈比例 | 變動比例 |
| 臺灣森鼠 | | | | |
| 近代 | 29.6% | - | 88.2% | - |
| 2050(RCP26) | 31.4% | +1.7% | 88.0% | -0.2% |
| 2050(RCP85) | 28.7% | -0.9% | 84.1% | -4.1% |
| 赤背條鼠 | | | | |
| 近代 | 48.1% | - | 7.9% | - |
| 2050(RCP26) | 52.1% | +4.0% | 3.1% | -4.8% |
| 2050(RCP85) | 35.3% | -12.8% | 1.4% | -6.5% |

圖

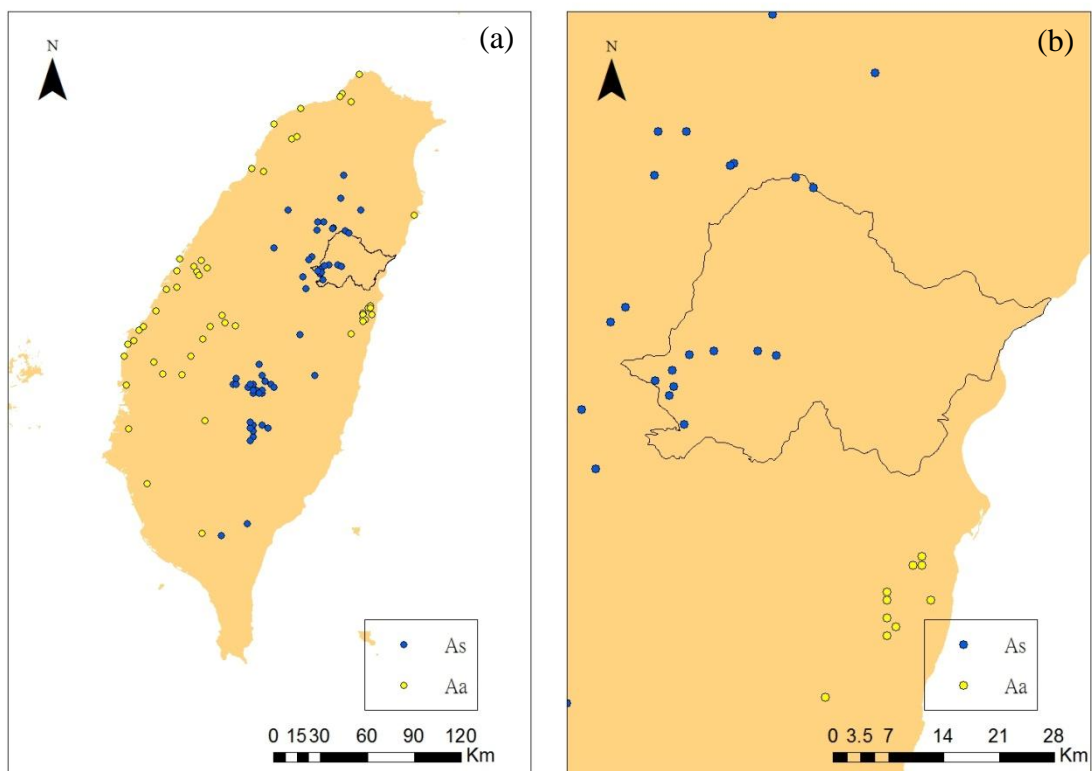


圖 1、臺灣森鼠(As, 藍點)及赤背條鼠(Aa, 黃點)於 (a)臺灣全區及 (b)太魯閣國家公園境內的分佈。

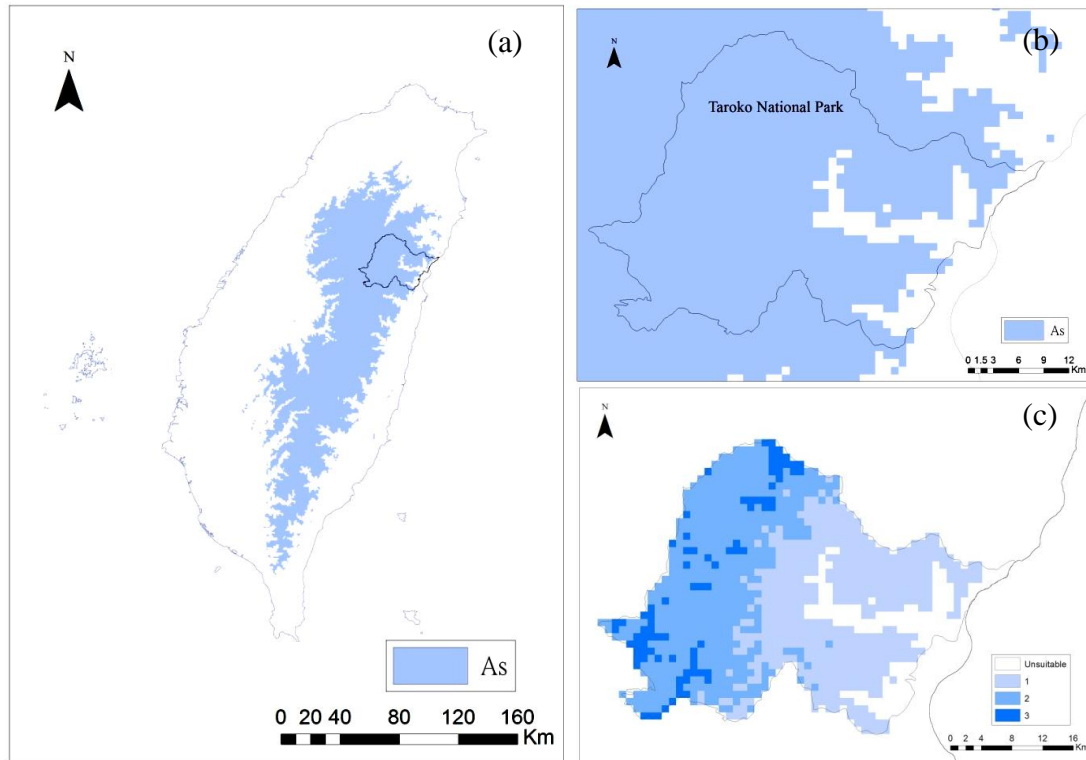


圖 2、臺灣森鼠在(a)臺灣地區及(b)太魯閣國家公園境內的潛在棲地，以臺灣森鼠分佈點位的最小值(minimum training presence threshold = 0.0724)為閾值，將棲地適合度分佈圖繪製為二元分佈預測圖，圖中色塊為適合臺灣森鼠(*Apodemus semotus*, As)棲息的潛在棲地範圍。(c)顏色愈深為棲地適合度高，1 表示棲地適合度最低、3 表示棲地適合度最高之地區。

臺灣森鼠與赤背條鼠於太魯閣國家公園及鄰近立霧溪口之棲地適合度預測

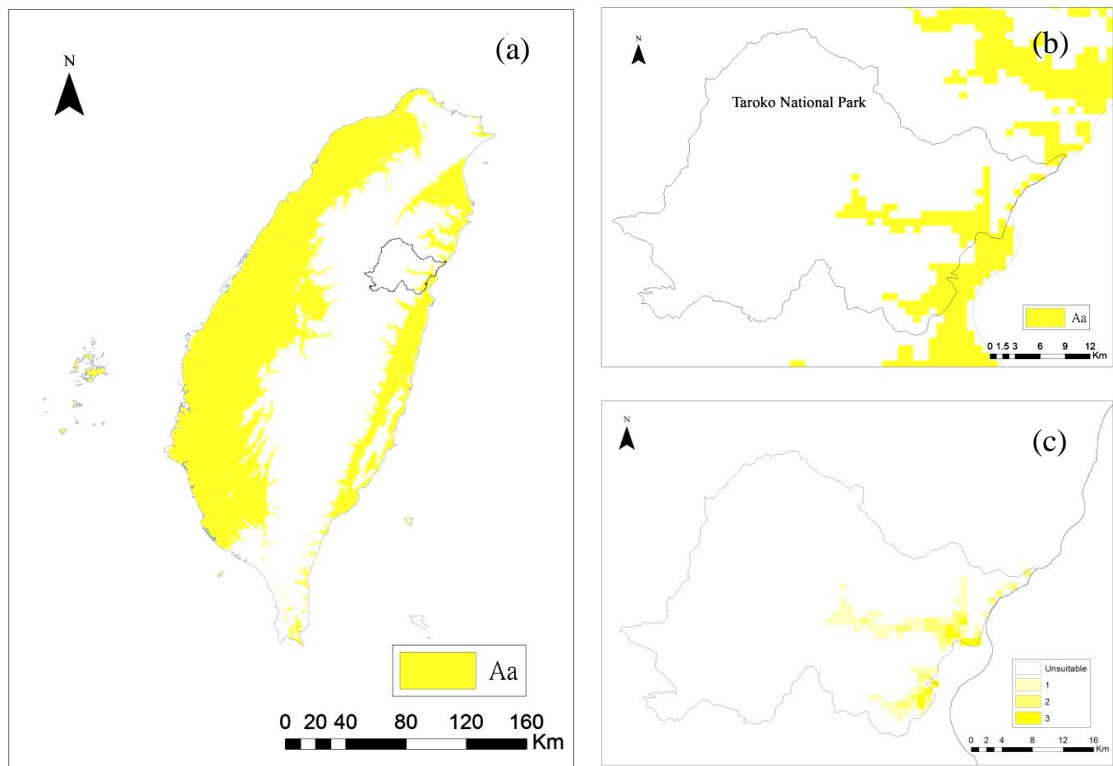


圖 3、赤背條鼠 (a)臺灣地區及 (b)太魯閣國家公園境內的潛在棲地，以赤背條鼠分佈點位的最小值(minimum training presence threshold = 0.0638)為閾值，將棲地適合度分佈圖繪製為二元分佈預測圖，圖中色塊為適合赤背條鼠(*Apodemus agrarius*, Aa)棲息的潛在棲地範圍。(c)顏色愈深為棲地適合度高，1 表示棲地適合度最低、3 表示棲地適合度最高之地區。

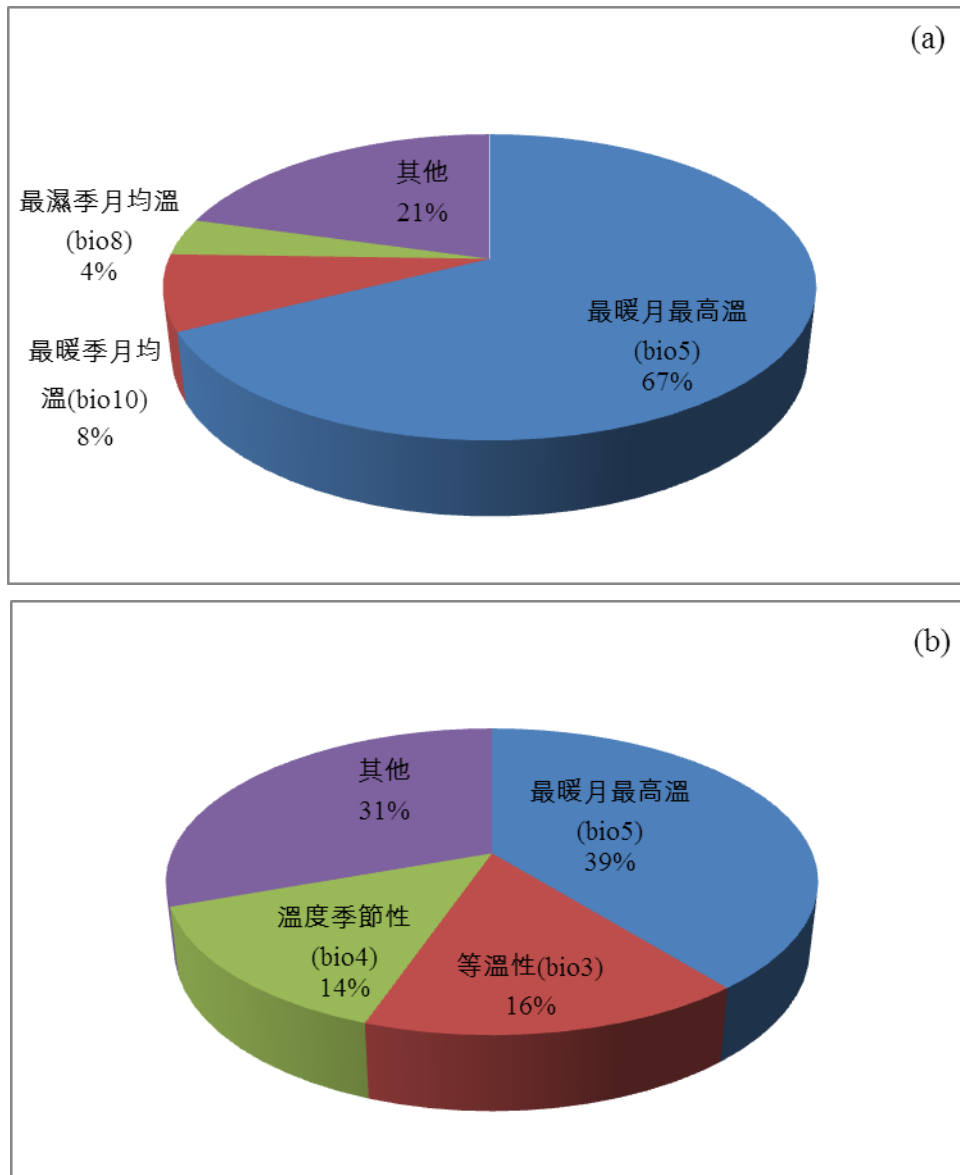


圖 4、臺灣森鼠(a)與赤背條鼠(b)建立近代棲地適合度分佈圖時，各環境因子所佔之影響力。

臺灣森鼠與赤背條鼠於太魯閣國家公園及鄰近立霧溪口之棲地適合度預測

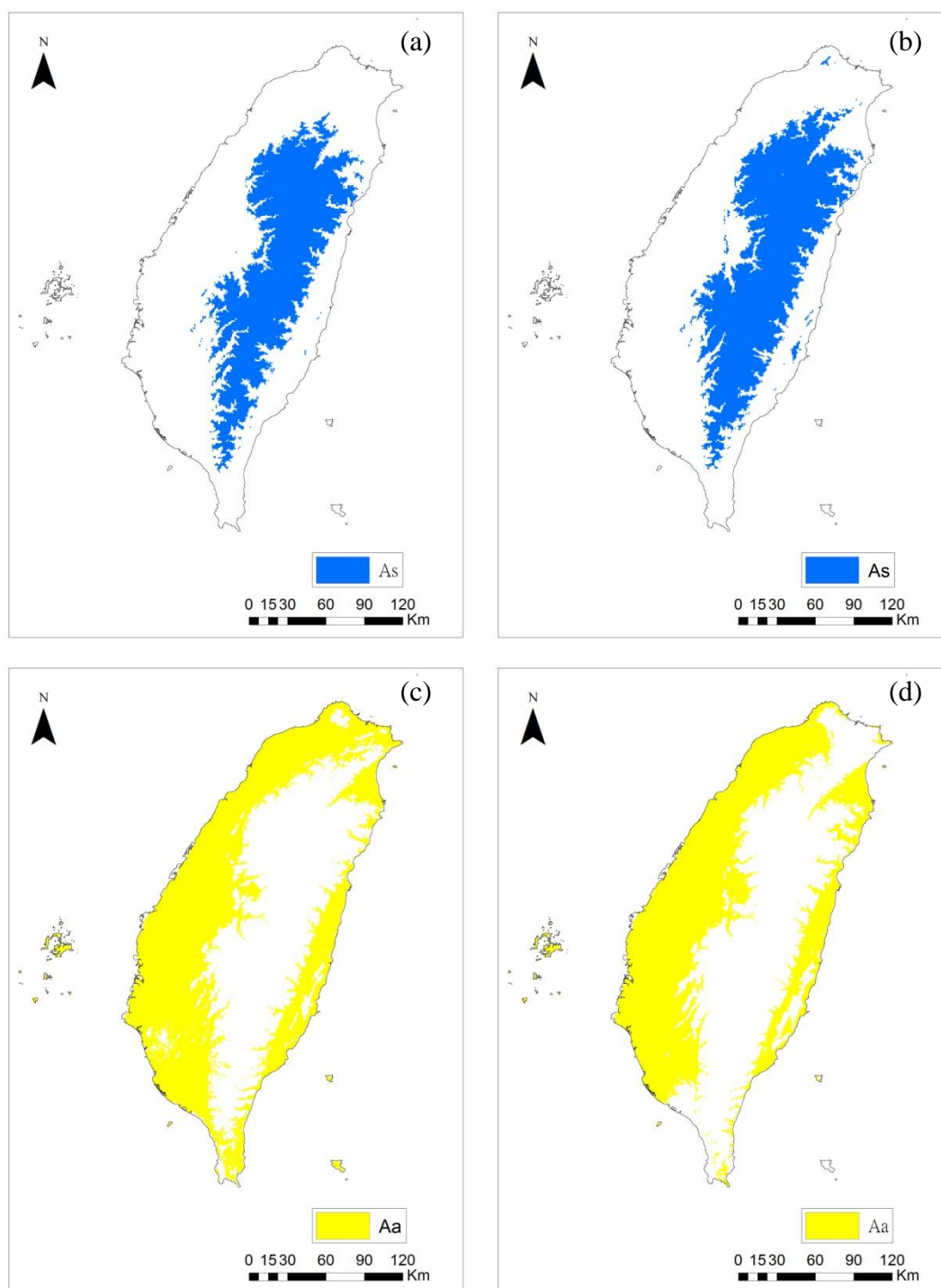


圖 5、利用 19 個環境圖層所預測 (a)臺灣森鼠、(b)赤背條鼠之潛在分佈結果與僅利用 24 個溫度圖層所預測 (c)臺灣森鼠、(d)赤背條鼠之潛在分佈結果差異不大。

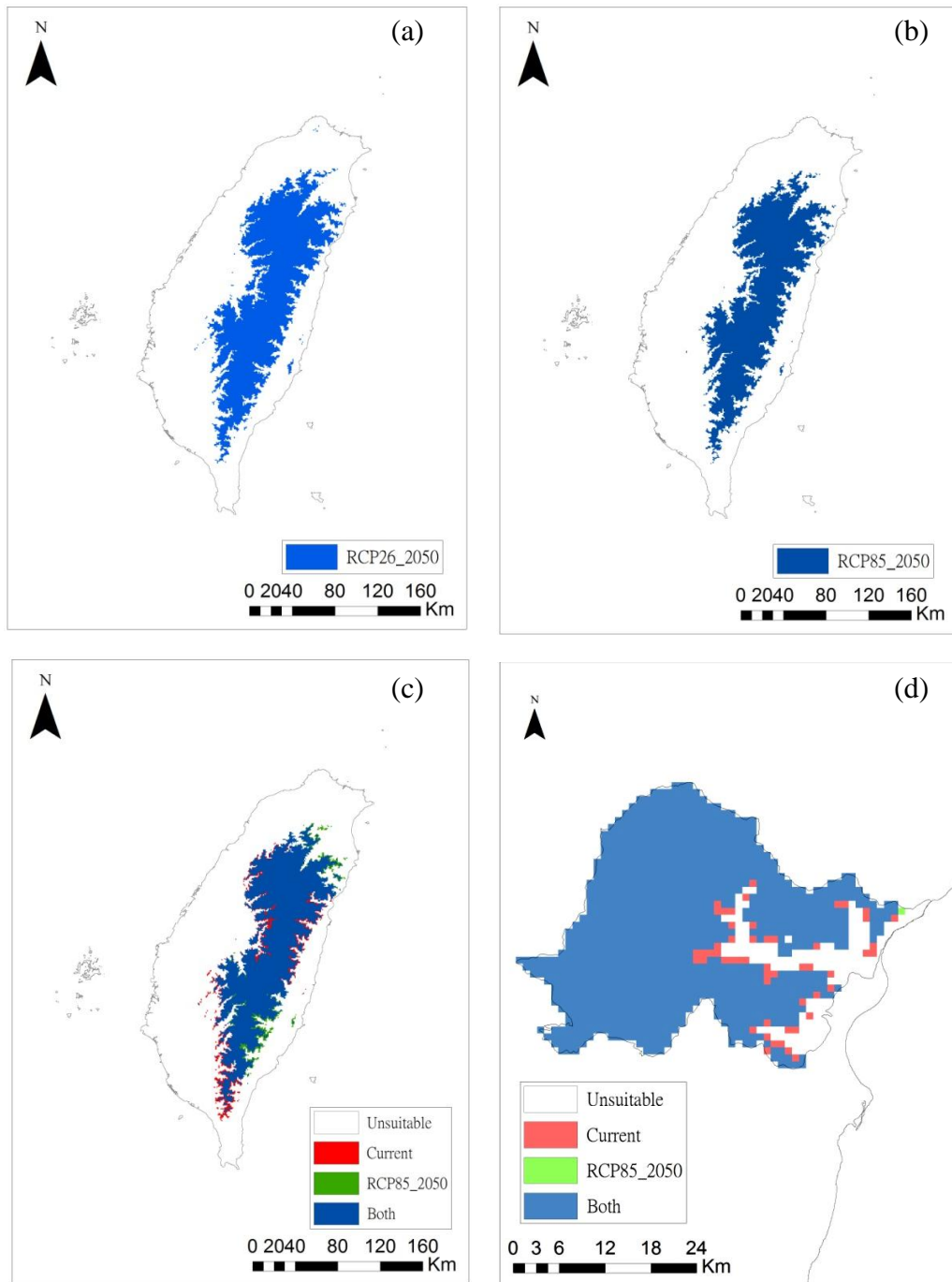


圖 6、臺灣森鼠於 2050 年之潛在分佈預測圖。(a) RCP26 情況下的潛在分佈 (b) RCP85 情況下的潛在分佈 (c) 潛在分佈範圍變化情形，紅色區塊為 2050 年消逝的潛在棲地、綠色區塊為 2050 年新增的潛在分佈範圍、藍色區塊則為近代及 2050 年皆被預測為潛在分佈範圍 (d) 潛在分佈在太魯閣國家公園境內的變化情形，顏色區塊意義同(c)。

臺灣森鼠與赤背條鼠於太魯閣國家公園及鄰近立霧溪口之棲地適合度預測

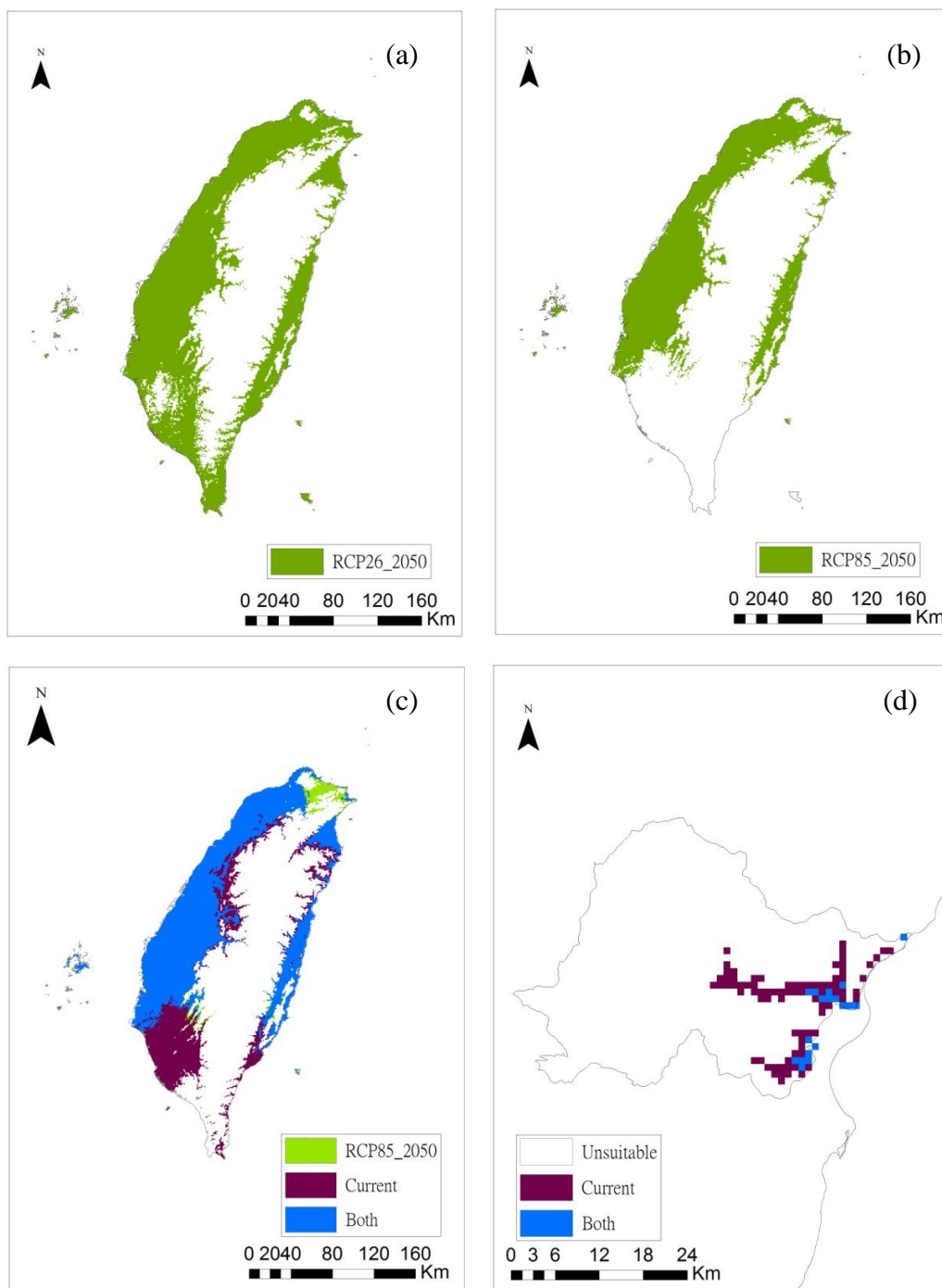


圖 7、赤背條鼠於 2050 年之潛在分佈預測圖。(a) RCP26 情況下的潛在分佈 (b) RCP85 情況下的潛在分佈 (c) 潛在分佈範圍變化情形，紫色區塊為 2050 年消逝的潛在分佈、綠色區塊為 2050 年新增的潛在分佈範圍、藍色區塊則為近代及 2050 年皆被預測為潛在分佈範圍 (d) 潛在分佈在太魯閣國家公園境內的變化情形，顏色區塊意義同(c)。

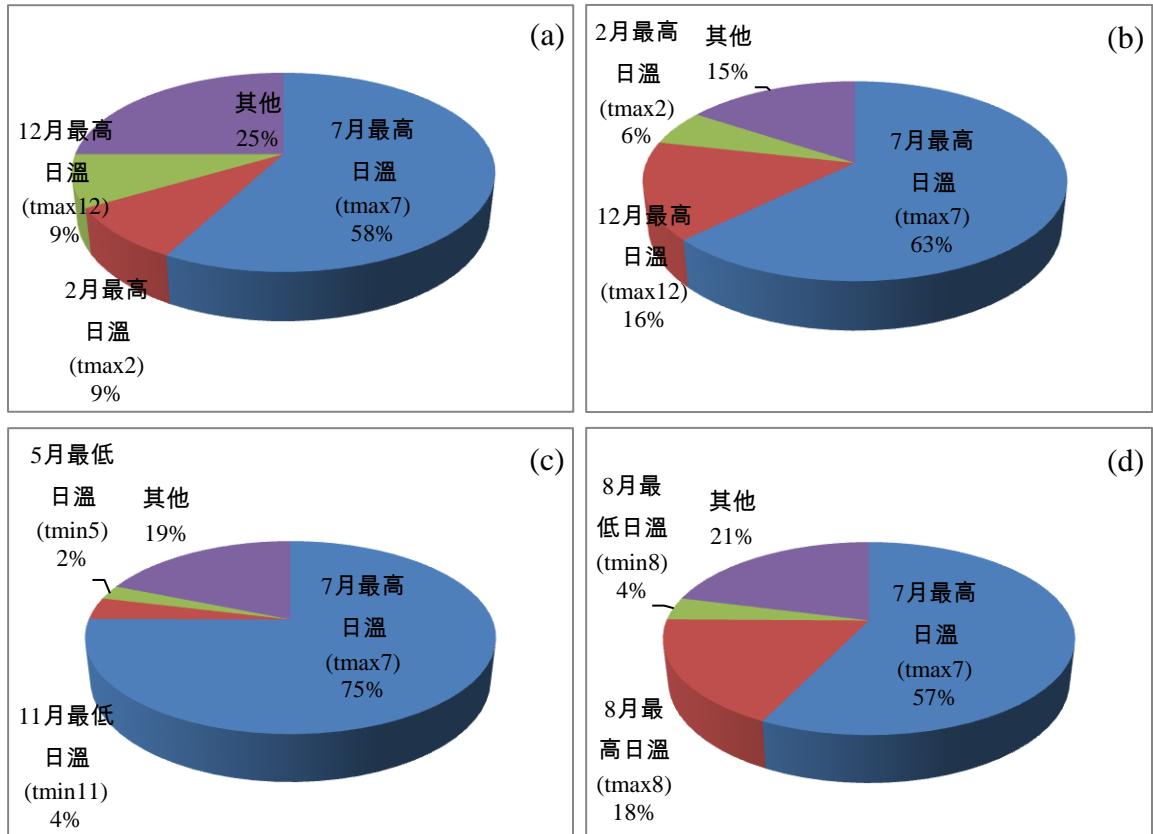


圖 8、赤背條鼠(Aa)於氣候變遷影響 (a) RCP85 情況下及 (b)RCP26 情況下與臺灣森鼠(As)於 (c)RCP85 情況下及 (d)RCP26 情況下建立 2050 年棲地適合度分佈圖時，各環境因子所佔之影

附錄 1 野外調查樣地類型及工作照



三棧溪南岸加拿大蓬草生地
(24.05287, E121.59933)
捕獲物種：*Suncus murinus*



立霧溪南岸休耕地
(N24.1168, E121.63482)
捕獲物種：*Suncus murinus*



立霧溪南岸玉米田
(N24.11680, E121.63482)
捕獲物種：*Suncus murinus*



立霧溪北岸濱防風雜林
(N24.1524, E121.66137)
捕獲物種：*Suncus murinus*



立霧溪北岸廢耕地
(N24.15164, E121.65263)
捕獲物種：*Suncus murinus*



立霧溪南岸(大魯閣大橋下)雜林
(N24.14117, E121.64452)
捕獲物種：*Mus caroli*、
Suncus murinus、*Rattus losea*

臺灣森鼠與赤背條鼠於太魯閣國家公園及鄰近立霧溪口之棲地適合度預測



三棧溪南岸(蘇花替預定地)防風林
(N24.07367, E121.61049)

捕獲物種：*Mus caroli*、*Suncus murinus*



三棧溪南岸防風林
(N24.09118, E121.61795)

捕獲物種：*Mus caroli*、*Suncus murinus*



花蓮碧綠神木
(N24.17863, E121.40419)

捕獲物種：*Apodemus semotus*、
Niviventer culturatus



花蓮合歡古道
(N24.17964, E121.30615)

捕獲物種：*Apodemus semotus*、*Niviventer culturatus*、*Anourosorex yamashinai*



豁然亭林地
(N24.19032, E121.486)

捕獲物種：無



大禮步道旁雜林
(N24.15992, E121.62104)

捕獲物種：無



陷阱設置方式



陷阱設置方式



小黃腹鼠
Rattus losea



田鼯鼠
Mus caroli



高山白腹鼠
Niviventer culturatus



短尾鼯
Anourosorex yamashinai



臺灣森鼠
Apodemus semotus



赤背條鼠
Apodemus agrarius

臺灣森鼠與赤背條鼠於太魯閣國家公園及鄰近立霧溪口之棲地適合度預測

附錄 2 研究期間的野外調記錄

| 年/月 | 地點 | 棲地類型 | 經緯度 | 總籠次/捕捉夜 | 捕獲物種 | 數量 |
|---------|--|--------------------------------------|--------------------------|---------|-----------------------------|----|
| 2013/04 | 花蓮立霧溪北岸 (下崁地區濱海廢耕地) | 禾本科、小喬木、鬼針之 草地 | N24.15243, E121.65259 | 21/2 | 臭鼩(<i>Suncus murinus</i>) | 2 |
| 2013/04 | 花蓮立霧溪北岸 (下崁地區濱海雜林) | 鬼針、禾本科、芒草、銀 合歡之雜林 | N24.15240, E121.66137 | 32/2 | 臭鼩(<i>Suncus murinus</i>) | 4 |
| 2013/04 | 花蓮立霧溪北岸 (下崁地區濱海雜林) | 草海桐、木麻黃、芒、鬼 針、白水木、月桃、瓊崖 海棠之灌草叢 | N24.15656, E121.66209 | 10/1 | 田鼯鼠(<i>Mus caroli</i>) | 1 |
| 2013/04 | 花蓮立霧溪南岸 (太魯閣大橋下東側樹林) | 鬼針、銀合歡、雞屎藤芒 草之稀樹高草地 | N24.14117, E121.64452 | 35/2 | 小黃腹鼠(<i>Rattus losea</i>) | 1 |
| | | | | | 田鼯鼠(<i>Mus caroli</i>) | 9 |
| 2013/04 | 花蓮立霧溪南岸 (太魯閣大橋下西側樹林) | 豆科、禾本科草地 | N24.13867 E121.64342 | 30/1 | 臭鼩(<i>Suncus murinus</i>) | 4 |
| | | | | | 小黃腹鼠(<i>Rattus losea</i>) | 1 |
| 2013/04 | 花蓮新城立霧溪北岸(新 城火車站南方約 500 公尺 處休耕地) | 鬼針、豆科、倒地鈴為主 之休耕草地 | N24.12358, E121.64180 | 46/2 | 臭鼩(<i>Suncus murinus</i>) | 4 |
| 2013/04 | 花蓮立霧溪南岸 (新城草林區地區農地) | 玉米、野萵、鬼針、豆科 | N24.11680, E121.63482 | 20/1 | 臭鼩(<i>Suncus murinus</i>) | 4 |

| | | | | | | |
|---------|--|---|----------------------------|------|---|----|
| 2013/04 | 花蓮立霧溪北岸 (秀林鄉佳民國小對面廢耕農地) | 加拿大蓬、鬼針草為主之 草生地 | N24.05287, E121.59933 | 30/1 | 臭鼩(<i>Suncus murinus</i>) | 1 |
| 2013/11 | 花蓮碧綠神木 (碧綠神木”碧綠餐飲小 棧”左側，沿步道進入約 200 公尺兩側範圍) | 杉、松科、殼斗科、樟科 之針闊葉混生林 | N24.17863, E121.40419 | 30/1 | 臺灣森鼠(<i>Apodemus semotus</i>) | 5 |
| | | | | | 高山白腹鼠(<i>Niviventer culturatus</i>) | 2 |
| 2013/11 | 花蓮合歡古道 (台 14 甲約 40.3 公里處髮 夾彎右側，沿步道進入約 200 公尺兩側範圍) | 鐵杉、二葉松、箭竹、小 擘、苔、紅檜、矮菊、尖 葉槭之針闊葉混生林 | N 24.17985, E121.305847 | 80/2 | 臺灣森鼠(<i>Apodemus semotus</i>) | 8 |
| | | | | | 高山白腹鼠(<i>Niviventer culturatus</i>) | 4 |
| | | | | | 短尾鼩(<i>Anourosorex squamipes</i>) | 2 |
| 2013/11 | 花蓮(豁然亭) | 殼斗科、樟科、蕨類之闊 葉林 | N 24.19032, E121.48599 | 20/1 | 無 | 0 |
| 2013/11 | 花蓮(大禮步道) | 姑婆芋、杜英、山棕、三 角葉西番蓮、藤蔓之闊葉 林 | N 24.15992, E121.62104 | 27/1 | 無 | 0 |
| 2013/11 | 花蓮新城 (蘇花替預定地) | 樟科、芒、大戟科、飛龍 掌血、構樹之雜林 | N 24.09118, E121.61796 | 49/1 | 田鼯鼠(<i>Mus caroli</i>) | 10 |
| | | | | | 臭鼩(<i>Suncus murinus</i>) | 3 |

臺灣森鼠與赤背條鼠於太魯閣國家公園及鄰近立霧溪口之棲地適合度預測

附錄 3 太魯閣國家公園境內臺灣森鼠分佈點位資訊

| 採集地點 | 經緯度 | 採集時間 | 資料來源 |
|-------|---------------|------|----------------------------|
| 合歡山 | 24.15, 121.27 | 1969 | GBIF |
| 合歡山 | 24.10, 121.30 | 1969 | GBIF |
| 合歡東峰 | 24.13, 121.28 | 2001 | (Hsu <i>et al.</i> , 2001) |
| 碧綠 | 24.18, 121.38 | 2001 | (Hsu <i>et al.</i> , 2001) |
| 關原 | 24.18, 121.33 | 2001 | (Hsu <i>et al.</i> , 2001) |
| 南湖大山 | 24.37, 121.45 | 2010 | (李徵薇, 2001) |
| 南湖大山 | 24.38, 121.43 | 2010 | (李徵薇, 2001) |
| 石門山北峰 | 24.16, 121.29 | 2012 | (葉威廷, 2012) |
| 合歡尖山 | 24.14, 121.29 | 2012 | (葉威廷, 2012) |
| 合歡古道 | 24.18, 121.31 | 2013 | 本次調查 |
| 碧綠神木 | 24.18, 121.40 | 2013 | 本次調查 |
| 慈恩線 | 無經緯度 | 1992 | (李玲玲, 1992) |
| 卡拉堡線 | 無經緯度 | 1992 | (李玲玲, 1992) |
| 石門山線 | 無經緯度 | 1992 | (李玲玲, 1992) |

Global Biodiversity Information Facility (GBIF). <http://www.gbif.org/>

Hsu, FH, Lin, FJ & Lin, YS. 2001. Phylogeographic structure of the Formosan

wood mouse, *Apodemus semotus* Thomas. *Zoological Studies* **40**, 91-102.

李玲玲、張簡琳玫、鄭錫奇、李筠筠。1992。太魯閣國家公園啮齒類動物調查
內政部營建署太魯閣國家公園管理處八十一年度研究報告 (T81-1)。

李徵薇。2010。臺灣中部山區地景因子對台灣高山田鼠和台灣森鼠族群遺傳結構
之影響。國立台灣大學生態學與演化生物學研究所碩士論文。

葉威廷。2012。運用穩定同位素探討合歡山地區兩個小鼠群聚的食物資源區隔。
國立台灣大學生態學與演化生物學研究所碩士論文。

附錄 4 赤背條鼠出現點位之經緯度、海拔及影響力較大之環境因子

| 流水號 | 緯度 | 經度 | 海拔(m) | 等溫性 | 氣溫季節性 | 最暖月最高溫 (°C) | 最暖季均溫 (°C) |
|-----|-------|--------|-------|-----|-------|----------------|---------------|
| 1 | 24.17 | 120.63 | 80 | 37 | 4456 | 31.4 | 27.3 |
| 2 | 24.15 | 120.58 | 247 | 38 | 4297 | 30.4 | 26.3 |
| 3 | 24.04 | 120.40 | 4 | 37 | 4457 | 31.8 | 27.7 |
| 4 | 23.50 | 120.17 | 2 | 40 | 4130 | 31.8 | 27.9 |
| 5 | 22.65 | 120.61 | 60 | 48 | 3179 | 31.3 | 27.5 |
| 6 | 23.25 | 120.18 | 2 | 43 | 3917 | 31.9 | 27.9 |
| 7 | 23.29 | 120.62 | 555 | 47 | 3310 | 28.7 | 24.7 |
| 8 | 23.56 | 120.49 | 126 | 42 | 3872 | 31.1 | 27 |
| 9 | 23.66 | 120.16 | 2 | 38 | 4261 | 31.7 | 27.9 |
| 10 | 23.75 | 120.22 | 1 | 38 | 4289 | 31.7 | 27.8 |
| 11 | 23.81 | 120.24 | 7 | 38 | 4362 | 31.7 | 27.8 |
| 12 | 23.83 | 120.65 | 351 | 41 | 3894 | 30.1 | 26 |
| 13 | 23.84 | 120.80 | 267 | 41 | 3812 | 30.2 | 26.1 |
| 14 | 23.85 | 120.74 | 331 | 41 | 3814 | 29.9 | 25.8 |
| 15 | 23.90 | 120.72 | 135 | 40 | 4044 | 31.2 | 27 |
| 16 | 24.06 | 120.46 | 9 | 37 | 4468 | 31.7 | 27.7 |
| 17 | 24.15 | 120.46 | 3 | 36 | 4556 | 31.7 | 27.7 |
| 18 | 24.18 | 120.56 | 96 | 38 | 4444 | 31 | 27 |
| 19 | 24.13 | 120.59 | 131 | 37 | 4405 | 31.1 | 27 |
| 20 | 24.72 | 120.96 | 56 | 32 | 4762 | 31.5 | 27.4 |
| 21 | 24.74 | 120.89 | 9 | 32 | 4804 | 31.6 | 27.6 |
| 22 | 24.91 | 121.12 | 180 | 32 | 4779 | 30.7 | 26.7 |
| 23 | 24.47 | 121.82 | 206 | 35 | 3963 | 30.2 | 26.3 |
| 24 | 23.56 | 120.38 | 16 | 41 | 4019 | 31.7 | 27.7 |
| 25 | 24.21 | 120.60 | 291 | 38 | 4309 | 30 | 26 |
| 26 | 23.76 | 120.61 | 81 | 40 | 4028 | 31.3 | 27.3 |
| 27 | 23.92 | 120.34 | 5 | 37 | 4372 | 31.8 | 27.8 |
| 28 | 23.66 | 120.54 | 56 | 41 | 3995 | 31.4 | 27.4 |
| 29 | 23.63 | 120.33 | 13 | 40 | 4128 | 31.8 | 27.8 |
| 30 | 23.88 | 121.53 | 36 | 38 | 3654 | 31.3 | 27.1 |
| 31 | 23.91 | 121.53 | 73 | 38 | 3650 | 31.1 | 27 |
| 32 | 23.94 | 121.56 | 53 | 38 | 3654 | 31 | 26.9 |
| 33 | 23.90 | 121.58 | 21 | 38 | 3663 | 31.3 | 27.2 |

臺灣森鼠與赤背條鼠於太魯閣國家公園及鄰近立霧溪口之棲地適合度預測

| | | | | | | | |
|----|-------|--------|-----|----|------|------|------|
| 34 | 23.95 | 121.57 | 42 | 38 | 3676 | 31.1 | 27 |
| 35 | 23.94 | 121.57 | 44 | 38 | 3665 | 31.2 | 27 |
| 36 | 23.90 | 121.53 | 49 | 39 | 3634 | 31.1 | 27 |
| 37 | 23.79 | 121.46 | 115 | 40 | 3546 | 30.7 | 26.6 |
| 38 | 23.90 | 121.53 | 49 | 39 | 3634 | 31.1 | 27 |
| 39 | 25.12 | 121.46 | 17 | 30 | 4863 | 31.9 | 27.8 |
| 40 | 23.87 | 121.54 | 31 | 39 | 3597 | 31.2 | 27.1 |
| 41 | 24.92 | 121.15 | 192 | 31 | 4829 | 31 | 26.9 |
| 42 | 23.86 | 121.53 | 35 | 38 | 3609 | 31.3 | 27.1 |
| 43 | 22.93 | 120.29 | 24 | 47 | 3603 | 31.8 | 27.7 |
| 44 | 25.28 | 121.51 | 3 | 29 | 4981 | 31.7 | 27.8 |
| 45 | 25.15 | 121.39 | 3 | 30 | 4900 | 31.8 | 27.9 |
| 46 | 24.99 | 121.02 | 7 | 31 | 4991 | 31.6 | 27.7 |

附錄 5 臺灣森鼠出現點位之經緯度、海拔及影響力較大之環境因子

| 流水號 | 緯度 | 經度 | 海拔(m) | 等溫性 | 氣溫季節性 | 最暖月最高溫 (°C) | 最暖季均溫 (°C) |
|-----|-------|--------|-------|-----|-------|----------------|---------------|
| 1 | 23.48 | 120.90 | 2631 | 50 | 2861 | 16.2 | 12.5 |
| 2 | 24.70 | 121.42 | 1329 | 36 | 3940 | 24.2 | 20.6 |
| 3 | 24.57 | 121.40 | 1848 | 40 | 3626 | 21.1 | 17.6 |
| 4 | 24.50 | 121.10 | 2043 | 42 | 3584 | 19.3 | 15.9 |
| 5 | 24.38 | 121.27 | 2484 | 43 | 3282 | 12.9 | 9.9 |
| 6 | 24.28 | 121.02 | 2391 | 44 | 3394 | 19.1 | 15.6 |
| 7 | 24.50 | 121.52 | 1696 | 40 | 3556 | 22.1 | 18.5 |
| 8 | 24.23 | 121.23 | 2287 | 44 | 3326 | 19.3 | 15.7 |
| 9 | 24.22 | 121.22 | 2106 | 44 | 3314 | 19.5 | 15.9 |
| 10 | 24.18 | 121.33 | 2190 | 45 | 3248 | 16.8 | 13.4 |
| 11 | 24.18 | 121.38 | 2524 | 45 | 3257 | 18 | 14.5 |
| 12 | 24.13 | 121.28 | 3043 | 45 | 3152 | 12.7 | 9.6 |
| 13 | 24.12 | 121.18 | 1547 | 44 | 3246 | 22.1 | 18.4 |
| 14 | 24.05 | 121.20 | 1904 | 45 | 3188 | 22.6 | 18.8 |
| 15 | 23.78 | 121.17 | 2371 | 49 | 2992 | 17.9 | 14.3 |
| 16 | 23.62 | 120.93 | 2467 | 50 | 2975 | 16.8 | 13.1 |
| 17 | 23.55 | 121.25 | 2193 | 50 | 2839 | 19.6 | 15.8 |
| 18 | 23.50 | 120.78 | 1885 | 50 | 2902 | 20.3 | 16.4 |
| 19 | 23.45 | 120.90 | 1904 | 50 | 2863 | 20.8 | 16.9 |
| 20 | 23.27 | 120.90 | 2688 | 51 | 2743 | 17.4 | 13.5 |
| 21 | 23.27 | 120.95 | 2808 | 51 | 2773 | 17.6 | 13.7 |
| 22 | 23.25 | 120.98 | 2463 | 51 | 2763 | 17 | 13.2 |
| 23 | 22.70 | 120.87 | 1609 | 53 | 2618 | 24 | 20.4 |
| 24 | 22.63 | 120.72 | 1557 | 52 | 2651 | 24.7 | 21 |
| 25 | 24.43 | 121.30 | 3070 | 43 | 3372 | 14.1 | 11 |
| 26 | 24.43 | 121.27 | 3316 | 42 | 3369 | 13.7 | 10.6 |
| 27 | 24.40 | 121.36 | 1974 | 43 | 3424 | 19.7 | 16.2 |
| 28 | 24.39 | 121.35 | 1974 | 43 | 3424 | 19.7 | 16.2 |
| 29 | 24.38 | 121.43 | 3172 | 43 | 3310 | 14.1 | 11 |
| 30 | 24.37 | 121.45 | 3476 | 43 | 3214 | 10.9 | 8.1 |
| 31 | 24.16 | 121.29 | 2959 | 46 | 3156 | 14 | 10.8 |
| 32 | 24.14 | 121.29 | 3043 | 45 | 3133 | 13.5 | 10.4 |
| 33 | 24.18 | 121.31 | 2659 | 45 | 3199 | 15.7 | 12.4 |

臺灣森鼠與赤背條鼠於太魯閣國家公園及鄰近立霧溪口之棲地適合度預測

| | | | | | | | |
|----|-------|--------|------|----|------|------|------|
| 34 | 24.18 | 121.40 | 2168 | 45 | 3248 | 17.9 | 14.4 |
| 35 | 23.20 | 120.90 | 2752 | 51 | 2722 | 16.8 | 13.1 |
| 36 | 23.18 | 120.88 | 2120 | 52 | 2709 | 18.9 | 15 |
| 37 | 23.23 | 120.90 | 3203 | 50 | 2711 | 14.2 | 10.7 |
| 38 | 23.47 | 120.92 | 2905 | 50 | 2845 | 15 | 11.5 |
| 39 | 23.45 | 120.95 | 3592 | 48 | 2792 | 12.5 | 9 |
| 40 | 23.47 | 120.95 | 3702 | 49 | 2845 | 12.9 | 9.6 |
| 41 | 23.45 | 120.93 | 2596 | 50 | 2824 | 15.5 | 11.9 |
| 42 | 23.52 | 120.97 | 2153 | 50 | 2896 | 16.6 | 12.9 |
| 43 | 23.25 | 120.88 | 1961 | 51 | 2789 | 19.3 | 15.4 |
| 44 | 23.28 | 120.88 | 2022 | 51 | 2783 | 21.4 | 17.5 |
| 45 | 23.50 | 120.90 | 2044 | 50 | 2905 | 16.7 | 13 |
| 46 | 23.55 | 120.95 | 1726 | 49 | 2900 | 22.5 | 18.7 |
| 47 | 23.48 | 120.87 | 2427 | 50 | 2911 | 19 | 15 |
| 48 | 23.50 | 120.88 | 2009 | 50 | 2880 | 19.8 | 15.9 |
| 49 | 23.53 | 120.80 | 2108 | 50 | 2946 | 17.3 | 13.5 |
| 50 | 23.47 | 120.90 | 2462 | 50 | 2889 | 16.5 | 12.8 |
| 51 | 23.50 | 120.80 | 2165 | 51 | 2910 | 18.1 | 14.2 |
| 52 | 23.53 | 120.80 | 2108 | 50 | 2946 | 17.3 | 13.5 |
| 53 | 23.50 | 121.00 | 2394 | 50 | 2867 | 17.2 | 13.4 |
| 54 | 23.48 | 121.02 | 2998 | 50 | 2818 | 14.2 | 10.7 |
| 55 | 24.10 | 121.30 | 2533 | 45 | 3215 | 17.2 | 13.8 |
| 56 | 24.15 | 121.27 | 2962 | 45 | 3170 | 14.2 | 11 |

附錄 6、期中審查會議建議及回覆

太魯閣國家公園管理處「102 年度研究生研究計畫」案 期中審查會議紀錄

一、時間：102 年 7 月 4 日(星期四)上午 9 時 00 分

二、地點：本處大會議室

三、主持人：林秘書志杉

記錄：江淑敏

四、與會人員：詳如簽名冊

五、主辦課室報告：

本案各研究生已依契約第二條規定於 102 年 6 月 30 日前提出期中報告書，並出席本處排定今日之期中審查會議，5 位研究生依序進行簡報，每場次 30 分鐘，報告時間 20 分鐘，討論時間 10 分鐘。

六、各研究生簡報：(略)

七、討論與建議：

(一)郭靖同學(國立東華大學體育與運動科學系)

計畫名稱：選手級參賽者對太魯閣峽谷馬拉松滿意度研究—以
2012 太魯閣峽谷馬拉松為例

1. 報告書有關第二章文獻探討文字敘述“像似「迎接林冲到梁山泊入夥」般的熱鬧”的形容較不適當，研究報告較不適合以的個人喜好文詞表達，不能只以一篇報導當作結論，可參考多數媒體報導和專家學者認可詞彙用語及文獻資料，以支持研究論述。
2. 本處有近 10 年各大報登載太魯閣馬拉松賽相關新聞報導剪報檔及問卷調查文獻資料，可協助提供已建檔資訊以供參考，彙整資料以充實研究報告內容。
3. 研究進度到文獻收集而各章節內容進度略慢，儘快進行訪談 4 位選手級的選手及問卷調查，請加快研究工作執行進度，並於 11 月 25 日前提出期末報告。
4. 當初評審會議審查委員對於研究只訪問選手級的選手，相較本處有關公共議題與太魯閣國家公園經營管理效益上之期待有落差，可訪問本處辦理活動課室、或參與工作同仁進行訪談，加強研究內容論述並將委員建議事項納入研究報告中，於期末報告呈現。

(二)吳禮軒同學(國立東華大學自然資源與環境學系)

計畫名稱：從整合生態、環境及休閒的面向來探討太魯閣國家公園的經營管理策略-選擇試驗法之應用

1. 選擇試驗法的問卷設計較為複雜，問卷設計有 35 個版本，不同版本有 100 多種可能模式排列組合方法，問卷調查最佳方案選擇是否在分析上操作較困難。
2. 簡報中的 1944 種屬性方案組合的計算式是否文字誤植請再確認，吳同學報告時口語太多的「然後」，請注意改善並多做報告練習。
3. 問卷設計屬性組合很複雜且難度高，問卷調查要做到 700 份有效問卷較不容易，且因組合方案多，需對遊客花相對時間多做說明。
4. 報告提到增加瀕危物種復育計畫，包括維持現況及增加復育計畫，設計選擇不是以「投入生態保育的監測研究增加經費」之選項，因為復育計畫是屬於農委會單一物種的復育，而國家公園較著重於棲地保育，二種概念是有些差異。對於在太魯閣園區內瀕危物種以黑熊代表是否洽當？從目前黃美秀老師的研究調查顯示，確實在太魯閣區域內的黑熊相對於雪霸、玉山，數量是比較少。決定用何種名詞代表較好，請多思考並和指導教授討論後確定。
5. 本研究撰寫架構及論文格式相較完整，但因研究計畫範圍太大、問卷數量多，有信心和企圖心在期程內短時間成完，本處也很支持。有關資料來源出處、年代、作者及頁數要寫清楚，如報告中各遊憩據點的遊客人數，資料來源只寫「太魯閣國家公園管理處」，未註明何年份、何地點的統計資料，請於期末報告時改善。

(三)李苡柔同學(國立台灣師範大學生命科學研究所)

計畫名稱：臺灣森鼠(*Apodemus semotus*)與赤背條鼠(*Apodemus agrarius*)於太魯閣國家公園及鄰近立霧溪口之棲地適合度預測

1. 本研究計畫簡報講解很詳細，但報告書撰寫尚未整理口頭報告之研究調查內容，爰請以文字論述於報告書中。有關所需要的研究調查點位資料，對早期研究者的調查記錄，可連絡訪談當時的研究作者

性是在於遊程的多樣性，如國家公園與社區透過活動互動的過程和現況，最好有實際的遊程活動並能搭配相關的研究探討，所以研究有其必要，請提出對本處經營管理有助益之建議以供參考。

(五)葉川達同學（國立屏東科技大學野生動物保育研究所）

計畫名稱：台灣水鹿對樹皮之啃食偏好與樹皮單寧含量相關性之探討

1. 本研究主要探討水鹿啃食偏好與單寧含量之間的相關性，基本上有4個象限：(1)單寧高之樹喜歡啃；(2)單寧高不喜歡啃；(3)單寧低喜歡啃；(4)單寧低不喜歡啃。如何實驗設計以釐清，請再與指導教授討論。
2. 第參章第一節提出“單寧的含量不會因地而異”，此說法會影響到採集地區的規劃，楠溪林道上所採集的植物樣本單寧含量，如何反映本園區內的情形，如何證明太魯閣區內與楠溪林道採集的植物樣本的單寧量相同，請做不同地域單寧含量的檢測以證明，或提出可供證明的研究報告參考文獻，以做為確認假說成立之證據。
3. 報告中提到“太魯閣目前水鹿族群量不多，若將來族群量成長，本研究希望能提供做為經營管理參考的資料”對此部分請加強具體論述，以符合研究成果對本處有所助益，並對未來規劃經營管理的策略提供合適的建議。

八、結論：

- (一) 研究報告書寫方式請依據碩博士論文格式撰寫，報告書有引述文獻資料請清楚註明年代、出處、作者、頁數。
- (二) 請各研究生確實掌握研究期程工作進度，於契約規定期限內完成研究計畫，依契約規定於11月25日前提出成果期末報告書。
- (三) 有關與會人員相關意見和建議事項，請各研究生參考並納入後續研究計畫中，於期末報告做回應並在報告書補充敘明。
- (四) 本案期中簡報符合本處要求，審查通過，同意備查，請各研究生加強研究報告執行進度，並依契約規定辦理後續作業。

九、散會：11時30分。

期中審查會議建議之回覆

| 問題與建議 | 回覆 |
|---|--|
| <p>1. 本研究計畫簡報講解很詳細，但報告書撰寫尚未整理口頭報告之研究調查內容，爰請以文字論述於報告書中。有關所需要的研究調查點位資料，對早期研究者的調查記錄，可連絡訪談當時的研究作者或老師以取得原始資料，因經過長時間變化的對照資料對本研究會很有幫助。</p> | <p>許多資料於期中報告尚未定案，如物種出現資料等上在收集，可能影響生態棲位模擬的結果，故沒有在期中報告中呈現，目前資料以完整收集，故所有內容皆使用文字敘述於期末報告中呈現。</p> <p>另外關於點位資料的收集，每一筆資料都很寶貴，因此能夠連絡到原調查人員的我們都有直接詢問是否有較精細的資料，但是由於過去 GPS 定位技術尚不普及，因此尚有一些地點無法轉換為精確的經緯度以供生態棲位模擬使用，十分可惜。</p> <p>太魯閣國家公園境內臺灣森鼠分佈點位資訊請參考附錄 2。</p> |
| <p>2. 研究計畫從調查臺灣森鼠和赤背條鼠適合分佈的棲地，以了解棲地生態的基礎調查，若只用在國家公園任何小的區塊透過某 1、2 種的物種研究，是否可預測或評估某物種的棲地改變？進而評估影響這個區塊的生態改變。</p> | <p>本研究中雖然只使用兩物種作為研究對象，但是由於小型哺乳動物在食物往中處於中間位階，常會連帶影響到生產者、初級消費者以及高級消費者的族群波動，因此透過小型哺乳動物的變化來評估棲地變化的情形應是可行的。</p> |

| 問題與建議 | 回覆 |
|---|--|
| <p>3. 契約中研究計畫調查方法是於園區內捕捉 2 種鼠類記錄溫度等個體資料，報告若不做捕獲地點當日溫度記錄，而採用圖資判讀方式處理，請與指導教授討論可行之修正預測調查方法，並於期末報告中敘明改變原因。</p> | <p>由於考量到捕捉地點所測得的溫度資料可能會有因測量時間短暫，不同時間點、季節在同一地點測量到的溫度差異大，不易獲得代表性的平均值資料，反而容易造成誤導。WorldClim 所提供的氣象圖層為長期(1950-2000)平均值，且預測未來潛在分佈時須匯入成對的環境因子，包含解析度、研究範圍等條件皆須相同，因此如果研究重點在於比較現代與未來物種分佈的變遷情況，利用圖資方式更能達到比較的公平性，故改為使用 WorldClim 所提供之氣象圖層。</p> |
| <p>4. 研究調查的採樣地點在園區外的草地和田地，園區內的樣點調查較少，並集中於低海拔樣點且都在園區外的三棧溪南北岸等，在本園區內是否能有適合的棲地採樣點，如立霧溪出海口、大同、大禮、西寶、洛韶地區的田地等提供參考。</p> | <p>由於根據前期調查資料顯示，赤背條鼠主要分佈於海拔 500 公尺以下，因此先針對捕獲機率較高的低海拔，包含立霧溪出海口、三棧溪出海口及鄰近區域進行調查。計畫後期有前往立霧溪口、天祥、西寶、大禮地區進行調查與捕捉，但是在合適的棲地內亦無赤背條鼠的捕捉紀錄。</p> |

附錄 7、期末審查會議建議及回覆

太魯閣國家公園管理處「102 年度研究生研究計畫」案

期末審查會議紀錄

一、時間：102 年 11 月 21 日(星期四)上午 9 時 30 分

二、地點：本處會議室

三、主持人：陳俊山課長

記錄：江淑敏

四、與會人員：詳如簽名冊

五、主辦課室報告：

依契約第二條規定應於 102 年 11 月 25 日前提出期末報告書，本案 5 位研究生均於 11 月 15 日送達，並出席本處排定今日之期末審查會議，各場次研究生報告時間 20 分鐘，討論時間 10 分鐘，依序進行簡報。

六、各研究生簡報：(略)

七、討論：(略)

八、建議：

(一)郭靖同學(國立東華大學體育與運動科學系)

計畫名稱：選手級參賽者對太魯閣峽谷馬拉松滿意度研究—以
2012 太魯閣峽谷馬拉松為例

1. 請將本案期中審查會議委員建議事項參酌納入辦理，並加強資料收集，報告中只有整理選手訪談問卷內容，請再增加本處辦理活動課室或參與工作同仁之訪談資料，補充近年來太魯閣馬拉松賽相關新聞報導及問卷調查文獻，以充實研究內容並客觀平衡論述於研究報告中。
2. 有關研究報告封面及內文格式、研究方法及結論建議，請依報告書規定格式修正，並加強文字校對。

(二)吳禮軒同學(國立東華大學自然資源與環境學系)

計畫名稱：從整合生態、環境及休閒的面向來探討太魯閣國家公園的經營管理策略-選擇試驗法之應用

1. 本案研究題目英文名稱大小寫及參考文獻字體拉丁文斜體部分請校正，報告第5頁表2之各步道分類、健行步道及登山步道資料欄位錯置請修正，報告書之文字請再加強校對。
2. 請補充研究摘要及結論建議部份，並依規定之研究報告格式修正內文，補充相關研究過程資料及附錄於研究報告中。

(三)李苡柔同學(國立台灣師範大學生命科學研究所)

計畫名稱：臺灣森鼠(*Apodemus semotus*)與赤背條鼠(*Apodemus agrarius*)於太魯閣國家公園及鄰近立霧溪口之棲地適合度預測

1. 有關研究調查臺灣森鼠和赤背條鼠分布棲地，實地捕捉到的個體所在點位與長期環境背景相關資料，可將逐筆記錄資料敘述或列表說明，並對於野外工作實測與模式的關係之敘述，使研究物種分布之預測更完整。
2. 報告書33頁附錄1野外調查樣地類型及工作照，請補充文字說明，並依研究報告格式修正封面及內文，補充資料及修正附錄於研究報告中。

(四)郭宗豪同學(世新大學觀光學系研究所)

計畫名稱：生態旅遊與工作假期之整合發展-以太魯閣國家公園為例

1. 本案之研究假說及研究方法以問卷訪談為主，對於受訪對象深度訪談資料整理作出摘要，並綜合提出建議，結構較為完整。

2. 請依規定之報告格式修正封面及內文，並補充研究摘要，相關研究資料及附錄請納入研究報告中。

(五)葉川達同學（國立屏東科技大學野生動物保育研究所）

計畫名稱：台灣水鹿對樹皮之啃食偏好與樹皮單寧含量相關性之探討

1. 本研究有關研究方法、研究假說及研究限制說明很清楚，雖然未能檢測太魯閣區內與楠溪林道採集的植物樣本的單寧量會因不同地域，植物之單寧含量會有不同之證明較可惜，但對於研究檢測出假設錯誤之證明，也是很好的研究。
2. 請依規定之研究報告格式修正封面及內文，並補充研究過程相關資料及附錄於研究報告中。

九、結論：

- (一)各研究生研究計畫之期末簡報符合本處要求，原則審查通過，同意備查。
- (二)有關與會人員相關意見和建議事項，請各研究生參酌辦理修正，並納入研究報告書。
- (三)有關研究計畫成果報告繳交及研究經費核銷，請依契約書規定執行，並辦理第三期款項請領程序作業及後續結案事宜。
- (四)本案 102 年度各研究生研究計畫期末簡報電子檔，會後保存於本處網路 15 公用區\業務資料區\07-保育課\102 年度\13_簡報\102 研究生簡報資料夾中，提供本處各業務課、室、站經營管理參考運用。

十、散會：12 時 10 分。

期末審查會議建議與回覆

| 問題與建議 | 回覆 |
|---|---|
| <p>1. 有關研究調查臺灣森鼠和赤背條鼠分布棲地，實地捕捉到的個體所在點位與長期環境背景相關資料，可將逐筆記錄資料敘述或列表說明，並對於野外工作實測與模式的關係之敘述，使研究物種分布之預測更完整。</p> | <p>本次研究中所用之物種點位資料與長期背景環境資訊：經緯度、海拔及長期氣象值已加入於成果報告中，可參考附錄 4、5。</p> |
| <p>2. 報告書33 頁附錄1 野外調查樣地類型及工作照，請補充文字說明，並依研究報告格式修正封面及內文，補充資料及修正附錄於研究報告中。</p> | <p>樣地類型及工作照之說明已於成果報告中補充及修正。</p> |

參考文獻

- 裴家驥。 1996。 南大武山及北大武山動物相調查研究。 行政院農委會林務局八十五年度研究報告。 85-3。
- 李培芬、白梅玲、林瑞興。 2005。 利用遙測與 GIS 探討瀕危物種八色鳥之棲地喜好與分佈。 農委會 94 年度遙測應用計畫成果發表會專刊。
- 李玲玲、張簡琳玟、鄭錫奇、李筠筠。 1992。 太魯閣國家公園啮齒類動物調查內政部營建署太魯閣國家公園管理處八十一年度研究報告 (T81-1)。
- 李徽葳。 2010。 臺灣中部山區地景因子對台灣高山田鼠和台灣森鼠族群遺傳結構之影響。 國立台灣大學生態學與演化生物學研究所碩士論文。
- 林文隆、王穎、曾惠芸。 2007。 台灣中部中高海拔山區道路邊緣灰林鴉(*Strix aluco*) 食性研究。 特有生物研究。 **9**, 13-21。
- 林宛青。 2004。 花蓮地區月鼠 (*Mus caroli*) 與赤背條鼠 (*Apodemus agrarius*) 是叢枝菌根菌傳播者的可能性探討。 國立東華大學國立自然資源管理研究所碩士論文。
- 洪麗惠。 2002。 花蓮地區兩共域鼠種—赤背條鼠與月鼠之食性研究。 國立東華大學國立自然資源管理研究所碩士論文。
- 黃光瀛。 2004。 陽明山四種共域猛禽於繁殖期間之食性研究。 國立台灣大學生態學與演化生物學研究所碩士論文。
- 陳祐哲。 2005。 臺灣中部不同海拔分佈野鼠的溫度調節比較。 私立東海大學生命科學系碩士論文。
- 曾翌碩、林文隆、孫元勳。 2007。 福寶與鰲鼓地區渡冬短耳鴉(*Asio flammeus*) 食性。 臺大實驗林研究報告。 **21**, 275-282。
- 葉威廷。 2012。 運用穩定同位素探討合歡山地區兩個小鼠群聚的食物資源區隔。 國立台灣大學生態學與演化生物學研究所碩士論文。
- Anderson RP, Peterson AT, Gómez-Laverde M. 2002. Using niche-based GIS modeling to test geographic predictions of competitive exclusion and competitive release in South American pocket mice. *Oikos* **98**, 3-16.
- Andre´s G. 2006. Using ecological niche modelling to identify diversity hotspots for

the herpetofauna of Pacific lowlands and adjacent interior valleys of Mexico. *Biological Conservation* **130**, 25-46.

Beintema AJ, Muskens G. 1987. Nesting success of birds breeding in Dutch agricultural grasslands. *Journal of Applied Ecology* **24**, 743-758.

Bomhard B, Richardson DM, Donaldson JS, Hughes GO, Midgley GF, Raimondo DC, Rebelo AG, Rouget M, Thuiller W. 2005. Potential impacts of future land use and climate change on the Red List status of the Proteaceae in the Cape Floristic Region, South Africa. *Global Change Biology* **11**, 1452-1468.

Costa GC, Wolfe C, Shepard DB, Caldwell JP, Vitt LJ. 2008. Detecting the influence of climatic variables on species distributions: a test using GIS niche-based models along a steep longitudinal environmental gradient. *Journal of Biogeography* **35**, 637-646.

Heaney LR. 2001. Small mammal diversity along elevational gradients in the Philippines: an assessment of patterns and hypotheses. *Global Ecology and Biogeography* **10**, 15-39.

Hijmans RJ, Cameron SE, Parra JL, Jones PG, Jarvis A. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* **25**, 1965-1978.

Hilbert DW, Bradford M, Parker T, Westcott DA. 2004. Golden bowerbird (*Prionodura newtonia*) habitat in past, present and future climates: predicted extinction of a vertebrate in tropical highlands due to global warming. *Biological Conservation* **116**, 367-377.

Humphries MM, Thomas DW, Speakman JR. 2002. Climate-mediated energetic constraints on the distribution of hibernating mammals. *Nature* **418**, 313-316.

Hsu FH, Lin FJ, Lin YS. 2001. Phylogeographic structure of the formosan wood

- mouse, *Apodemus semotus* Thomas. *Zoological Studies* **40**, 91-102.
- Lima M, Stenseth NC, Jaksic FM.** 2003. Food web structure and climate effects on the dynamics of small mammals and owls in semi-arid Chile. *Ecology Letters* **5**, 273-284.
- Martínez-Meyer E, Peterson AT, Servín JI, Kiff LF.** 2006. Ecological niche modeling and prioritizing areas for species reintroductions. *Oryx* **40**, 411-418.
- Montgomery K.** 2006. Variation in temperature with altitude and latitude. *Journal of Geography* **105**, 133-36.
- Ostfeld RS, Keesing F.** 2000. Pulsed resources and community dynamics of consumers in terrestrial ecosystems. *Trends in Ecology & Evolution* **15**, 232-237.
- Olson JR, Cooper SJ, Swanson DL, Braun MJ, Williams JB.** 2010. The relationships of metabolic performance and distribution in black-capped and Carolina chickadees. *Physiological and Biochemical Zoology* **82**, 256-75.
- Penuelas J, Boada M.** 2003. A global change-induced biome shift in the Montseny mountains (NE Spain). *Global Change Biology* **9**, 131-140.
- Peterson AT, Ball LG, Cohoon KP.** 2002. Predicting distributions of Mexican birds using ecological niche modeling methods. *Ibis* **144**, E27-E32.
- Peterson AT, Papes M, Eaton M.** 2007. Transferability and model evaluation in ecological niche modeling: a comparison of GARP and MaxEnt. *Ecography* **30**, 550-560.
- Phillips SJ, Dudík M.** 2008. Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography* **31**, 161-175.
- Phillips SJ, Anderson RP, Schapire RE.** 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling* **190**, 231-259.
- Pyron RA, Burbrink FT, Guíher TJ.** 2008. Claims of Potential Expansion throughout the U.S. by Invasive Python Species Are Contradicted by Ecological

Niche Models. *PLoS ONE*, **3(8)**, e2931.

Robert PA, Enrique M. 2004. Modeling species' geographic distributions for preliminary conservation assessments: an implementation with the spiny pocket mice (*Heteromys*) of Ecuador. *Biological Conservation* **116**, 167-179.

Thomas CD, Cameron A, Green RE, Bakkenes M, Beaumont LJ et al. 2004. Extinction risk from climate change. *Nature* **427**, 145-148.

Virkkala R, Heikkinen RK, Leikola N, Luoto M. 2008. Projected large-scale range reductions of northern-boreal land bird species due to climate change. *Biological Conservation* **141**, 1343-1353.

Yu HT. 1994. Distribution and abundance of small mammals along a subtropical elevational gradient in central Taiwan. *Journal of zoology* **234**, 577-600.