

合歡山農場人造林與天然林紅外線自動 相機動物相調查

Animal community survey using infrared camera trap in man-made and natural forests at Hehuanshan Farm

姚正得¹ 張秉元^{1*} 江欣盈¹

Cheng-Te Yao, Ping-Yuan Chang*, and Xin-Ying Jiang

行政院農業委員會特有生物研究保育中心

Endemic Species Research Institute

* 通訊作者: commonkestrel@yahoo.com.tw

* Corresponding author: commonkestrel@yahoo.com.tw

摘要

由 2012 年起，合歡山農場逐漸停耕開始進行人工造林，完成造林至今已歷 10 年。為了解還地於林 10 年後，人造林與鄰近天然林內哺乳動物相之差異，自 2019 年 3 月至 2021 年 6 月，於合歡山農場人造林及鄰近天然林內各選 6 處樣點，架設紅外線自動相機進行哺乳動物相監測。期間共記錄哺乳動物 4 目 11 科 19 種，鳥類 3 目 15 科 29 種，及爬蟲類 1 目 1 科 1 種。分析發現人造林與天然林記錄物種數沒有差異，但以天然林拍到動物有效照片數較多。除總豐富度指數外，天然林的辛普森指數、香農多樣性指數、皮盧均勻度指數三項指數均低於人造林，可能是天然林中記錄到明顯數量優勢的山羌 (*Muntiacus reevesi micrurus*) 所致。針

對記錄物種中有效照片數較高的種類分析其在人造林與天然林間及季節間的活動頻率，僅山羌在天然林有較高活動量。各季節間高山白腹鼠 (*Niviventer culturalus*) 在春夏季的活動高於秋冬；臺灣森鼠 (*Apodemus semotus*) 活動高峰出現在夏季；臺灣水鹿 (*Rusa unicolor swinhoei*) 的春季活動高於秋冬二季，且夏季活動也高於秋季；而臺灣野豬 (*Sus scrofa taivanus*) 則是春季的活動低於夏秋二季，且冬季活動低於夏季；黑長尾雉 (*Syrnaticus mikado*)、臺灣噪眉 (*Trochalopteron morrisonianum*) 及臺灣紫嘯鶇 (*Myophonus insularis*) 春夏季的活動高於秋冬；黃胸藪眉 (*Liocichla steerii*) 夏季的活動高於秋冬季；白氏地鶇 (*Zoothera aurea*) 則在春冬季活動較高。2019 與 2020 年間，則有臺灣森鼠、臺灣田鼠 (*Microtus kikuchii*)、山羌、臺灣野豬、黃鼠狼 (*Mustela sibirica taivana*) 等在兩年間活動頻率有差異。

關鍵字：高海拔、人造林、紅外線自動相機、還地於林

Abstract

We set up infrared camera traps at six sampling points in the man-made forest and adjacent natural forest of Hehuanshan Farm, respectively, to investigate the animal communities from March 2019 to June 2021. During the study period, 19 mammal species of 11 families and four orders, 29 bird species of 15 families and three orders, and one reptile species of one family and one order were recorded. Analysis revealed no difference in the number of species recorded in the man-made forest and natural forest, but there were significantly more animals in the natural forest. Except for the Margalef's richness index, the Simpson's index, Shannon-Weiner diversity index, and Pielou's evenness index of the natural forest were all lower in the natural man-made forest, which may be due to the obvious quantitative advantage of the Formosan Reeve's muntjac (*Muntiacus reevesi micrurus*). Analysis of activity frequency between the man-made forest and natural forest and between seasons showed that only the Formosan Reeve's muntjac had a significantly higher activity rate in the natural forest. The Formosan white-bellied rat (*Niviventer culturatus*) was more active in the spring and summer than in the autumn and winter; the activity peak of the Formosan wood mice (*Apodemus semotus*) occurred in the summer; the Formosan sambar deer (*Rusa unicolor swinhoei*) was significantly more active in the spring than in the autumn and winter, and significantly more active in the summer than in the autumn; the Formosan wild boar (*Sus scrofa taivanus*) was less active in the spring than in the summer and autumn, and significantly less active in the winter than in the summer. The Mikado pheasant (*Syrnaticus mikado*), white-whiskered Laughingthrush (*Trochalopteron morrisonianum*), and Taiwan whistling-thrush (*Myophonus insularis*) were more active in the spring and summer than in the autumn and winter; the Steere's Liocichla (*Liocichla steerii*) was more active in the summer than in the autumn and winter; and the White's thrush (*Zoothera aurea*) was more active in

the spring and winter. Between 2019 and 2020, there were significant differences in the activity frequency of the Formosan wood mice, Taiwan vole (*Microtus kikuchii*), Formosan Reeve's muntjac, Formosan wild boar, and Formosan weasel (*Mustela sibirica taivana*).

Keyword: high altitude, man-made forest, infrared camera trap, plantation

前言

近年台灣經歷桃芝颱風、莫拉克颱風等風災重創，以及生態保育思維的興起，山林政策經歷「開發利用」、「森林保育」而漸轉向為「國土復育」（陳 2012）。高山農業逐漸退場，許多高山農場轉而進行造林工作。合歡山農場位在座標北緯 24.167970、東經 121.299793 處，屬太魯閣國家公園範圍內，海拔約介於 2,400~2,800m 間，為高海拔地區。農場面積近 43ha，原本生產高冷蔬菜，但自 2012 年後，也隨著政策轉變而逐步停止耕作轉為造林。目前造林工作已全部完成，原本農耕地頻繁的人類活動干擾，也完全停止，還地於林已達 10 年之久。農場位於立霧溪上游集水區，北倚合歡山群峰，南望奇萊連峰，鄰近區域除了人造林地外，周圍環繞天然針葉林，以及開闊的崩塌地和經過演替的草地，在地景上形成多樣化的棲地。

通常天然林比起人造林能提供更多原生森林性物種的合適棲地，但研究證據指出人造林對於某些受威脅物種也能提供珍貴的棲地，並且透過許

多機制而對於生物多樣性保育有所貢獻（Brockerhoff et al. 2008）。且雖然有許多研究指出人造林的物種多樣性及密度比原始林低，但作為廢耕農地或林業砍伐後的替代方案，仍可對於生物多樣性有正面的影響（葛等 2014；葛等 2019；Stephens and Wagner 2007）。

國內有許多針對人造林與天然林的物種研究，但多是在低至中海拔進行（謝等 2006；葛等 2014；葉等 2015；郭等 2017），較缺少針對高海拔地區農地造林的研究，在合歡山農場的人造林物種調查，正好可以補足一般平地及中低海拔山區造林相關研究的不足，提供高海拔地區農地造林後物種監測的資料。

經整理前人研究，在合歡山地區有 6 目 14 科 44 種哺乳動物紀錄（鄭等 2013；吳等 2004；裴等 2000），扣除在空中快速飛行的翼手目，以及習於夜間活動且體型偏小難以有效辨識的鼯鼠科物種，有 4 目 9 科 22 種哺乳動物。歷年於合歡山農場進行的鳥類繫放，則累積有 1 目 14 科 27

種鳥類紀錄（許 2012；許 2013；許 2014；許 2015；許 2016）。

材料與方法

調查區域

本研究自動相機設置於花蓮縣秀林鄉合歡山農場，農場位於太魯閣國家公園範圍內，北起北緯 24.17324°，南至北緯 24.16296°，東自東經 121.30191°，西至東經 121.29541°。屬花蓮林區管理處立霧溪事業區第 67、68 林班，介於海拔 2,400~2,800 公尺。參考鄰近的大禹嶺測站近五年的氣象資料，月均溫約在 4.3-14.7 °C，年雨量約 1900 mm。

合歡山農場原本種植高冷蔬菜，2012 年起隨著農林業政策轉變，高山農業轉型，開始逐步轉為造林地，目前已完成全區造林，造林面積約 26ha，原本農場區轉為造林地後，人類活動干擾降低。造林樹種以雲杉、紅檜為主，隨種植年份及生長位置不同而略有高度差，從 5 至 6 公尺高到 10m 左右不等。地表植被多為濃密的咬人貓、薔薇科灌叢及芒草叢等。農

場地處合歡北峰東面，為立霧溪源頭集水區，隔著立霧溪谷與奇萊連峰相望，鄰近為天然針葉林地環繞，還有開闊的崩塌河床以及裸露後經演替的草生地，在地景上組成多樣化的棲地。天然林樹種以二葉松為主，地表因二葉松針覆蓋而植被覆蓋度較低，多為箭竹叢、杜鵑科灌叢及莎草科植物等。

調查方法

本研究於 2019 年 3 月至 2021 年 6 月間，在樣區內選擇天然林與人造林各 6 個樣點，共架設 12 台被動式紅外線自動相機。根據裴（2005）建議，針對物種普查或棲地選擇方面之研究，樣點間距應至少 100m，本研究所設置樣點間距最小為 130m，海拔高度介於 2,470~2,750 公尺間（圖 1）。

由於同品牌相機數量不足，因此使用自動相機型號為 4 台 Bushnell Trophy Cam HD Max 及 8 台 Reconyx HC500，架設高度約 0.5 公尺，俯角 15°-60°，感應敏感度調為高，每次觸發連續拍攝 3 張照片。以 2 個月為週期更換電池與記憶卡，回收之照片

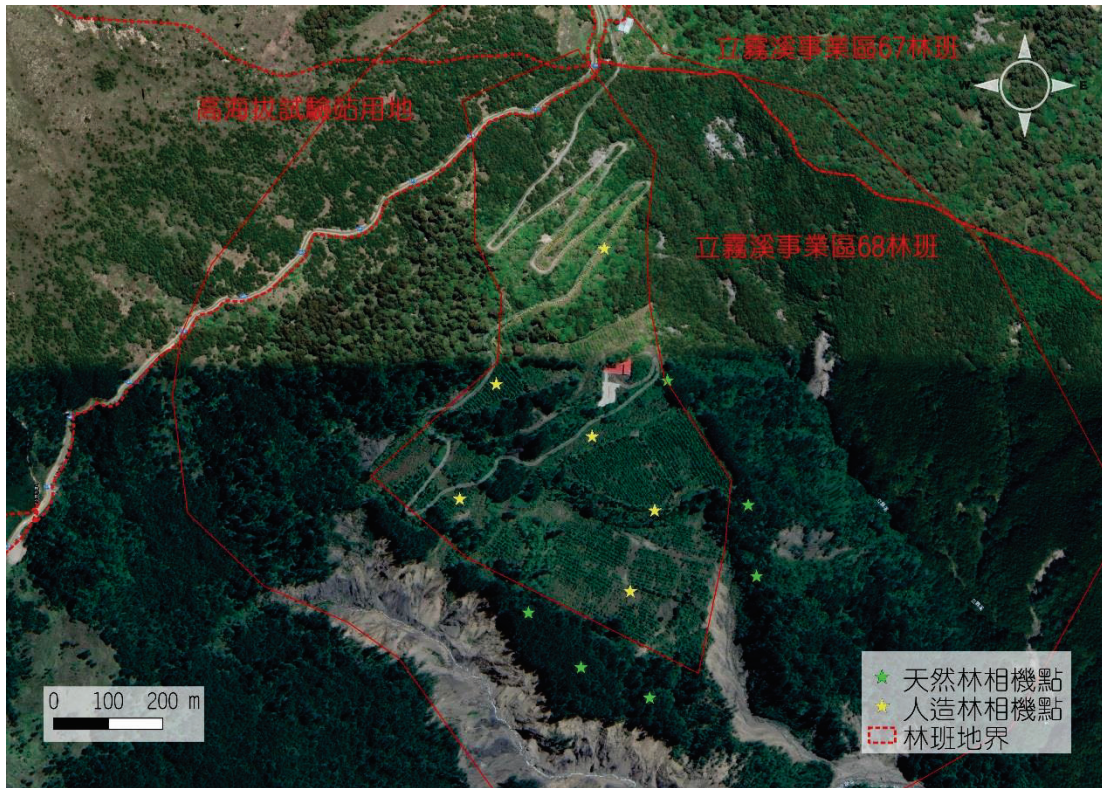


圖 1 合歡山農場自動相機點位。

以人工進行物種判讀，並計算各物種之有效照片數及採用出現頻率 OI 值 (Occurrence Index) 評估野生動物豐富度 (裴 2000)，其計算方式為：

(某物種在該樣點的有效照片數 / 該樣點的總工作時數) * 1,000 小時。

即 1,000 小時內此物種在該地點出現的次數。

資料分析

照片每拍攝到 1 隻可辨識物種的

動物，計為 1 張有效照片；拍攝到 2 隻，則計為 2 張有效照片，以此類推。但若同一動物在相機前徘徊，造成連續拍攝，則僅以第一張照片記錄為有效照片，若間隔 1 小時後出現，則記錄為有效照片。其中群居性的臺灣獼猴 (*Macaca cyclopis*)，則採用群體 OI 值計算，即 3 隻以上個體出現視為群體活動，計為 1 張有效照片。考慮到後續分析活動模式所需的樣本數，選擇有效照片數超過 50 以上的哺乳動物

(裴 2005)，進行後續的不同棲地類型出現頻率、各季節活動模式之分析。

計算各樣點的豐富度及多樣性指數等，各樣點之物種組成數值。以 Mann-Whitney U test 檢定比較天然林與人造林間，各樣點物種數及 OI 值是否具有差異。使用出現頻率 OI 值 (Amin et al. 2019) 分別計算各樣點之總豐富度指數 (Margalef index)、

計算公式如下：

$$dMa = \frac{S - 1}{\ln n}$$

其中 S 是總物種數，n 是總個體數，的數值較大表示該族群具有較高物種數。

和辛普森指數 $1-\lambda$ (Simpson's index $1-\lambda$)、

計算公式如下：

$$D = 1 - \frac{\sum n(n-1)}{N(N-1)}$$

其中 n 是各物種的個體數，N 是所有物種的總個體數

公式所代表意義為在群體內隨機取到兩個個體為不同物種的機率 (齊等 2003)，因而此指數會隨群體內物

種數增加而上升，但會因優勢物種越強勢而降低。

香農多樣性指數 (Shannon index)、

計算公式如下：

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

其中 S 為總物種數，是第 i 種占總數的比例

指數可反應群聚內生物種類的豐富程度及個體數在種間分配是否均勻，受種數及個體數影響，指數值越高表示物種數越多，種間個體數量越平均。

及皮盧均勻度指數 (Pielou index)、

計算公式如下：

$$J = \frac{H'}{H'_{max}}$$

其中 H' 為香農指數， H'_{max} 為 H' 的最大值。

各物種的季節活動量，計算方式為：

某季節活動量 = (該物種於該季

節內之有效照片數 / 該物種全部有效照片數) *100%

季節劃分採用北半球慣用的天文季節劃分，即 3~5 月為春季、6~8 月為夏季，以此類推。由於本研究各相機於各季節的工作時數可能各不相同，但活動量的計算與比較，需要時段長度相同，因此參考姚 (2019) 於計算時先將各相機於各季節的有效照片數除以該季節的有效工作日數，將時段長度標準化後，導入上述公式計算各種動物於各相機的季節活動量百分比。為避免過分放大單一季節的活動量，僅將有在兩個以上季節拍攝到某物種的相機納入後續的活動量分析。

各物種的季節活動量使用 Kruskal-Wallis 檢定進行分析，若有顯著性則進行 Dunn 事後檢定。

結果與討論

自動相機拍攝結果

2019 年 3 月至 2021 年 6 月間，人造林與天然林各 6 台合計 12 台自動相機總共拍攝時數為 180,374 小時，

可辨識物種的有效照片張數為 20,194 張。共記錄動物 48 種，包含哺乳動物 4 目 11 科 19 種 (表 1)，鳥類 3 目 15 科 29 種 (表 2)，及爬蟲類 1 目 1 科 1 種。其中包括臺灣獼猴 (*Macaca cyclopis*) 等臺灣特有種 15 種，及山羌 (*Muntiacus reevesi micrurus*) 等臺灣特有亞種 17 種。保育類部分則有 1 種珍貴稀有野生動物黑長尾雉 (*Syrnaticus mikado*)，及其他應予保育野生動物食蟹獾 (*Herpestes urva formosanus*) 等 11 種。(表 3)

哺乳動物部分，自動相機對於除翼手目與鼯形目以外的大多數物種多能掌握，前人記錄中小鼯鼠 (*Belomys pearsonii*)、大赤鼯鼠 (*Petaurista philippensis grandis*)、巢鼠 (*Micromys minutus*)、刺鼠 (*Niviventer coxingi*) 等物種分布海拔偏低，至本研究樣區之海拔高度應族群數量稀少難以發現。另外本研究記錄到食蟹獾及家貓 (*Felis catus*) 兩種先前研究中未記錄的物種，其中食蟹獾同樣多分布於低至中海拔 (陳等 2021)，在本研究中卻於多個樣點數次記錄到食蟹獾，是

表 1、本研究及前人研究中合歡山地區哺乳動物名錄

作者 發表年份			本研究 2021	鄭等 2013	吳等 2004	裴 2000		
目	科	中文名						
齧形目	鼯鼠科	鹿野氏鼯鼠		+	+*			
		尖鼠鼯		+	+			
	細尾長尾鼯	細尾長尾鼯		+				
		臺灣長尾鼯		+	+	+		
翼手目	蹄鼻蝠科	臺灣大蹄鼻蝠		+				
		臺灣小蹄鼻蝠		+	+			
	蝙蝠科	東方寬耳蝠		+				
		堀川氏棕蝠		+				
		金芒管鼻蝠		+				
		東亞褶翅蝠		+				
		黃胸管鼻蝠		+				
		姬管鼻蝠		+				
		臺灣管鼻蝠		+				
		寬吻鼠耳蝠		+				
		白腹鼠耳蝠		+				
		長趾鼠耳蝠		+				
		長尾鼠耳蝠		+				
		絨山蝠		+				
		山家蝠		+				
		臺灣家蝠		+				
		臺灣長耳蝠		+				
		游離尾蝠科	東亞游離尾蝠		+			
		靈長目	獼猴科	臺灣獼猴	+	+	+	+
		嚙齒目	松鼠科	小鼯鼠		+		
白面鼯鼠	+			+	+	+		
大赤鼯鼠				+	+			
赤腹松鼠	+			+				
長吻松鼠	+			+	+	+		

		條紋松鼠	+	+	+	+
	鼠科	臺灣森鼠	+	+	+	+
		巢鼠		+		
		刺鼠		+		
		高山白腹鼠	+	+	+	+
	倉鼠科	黑腹絨鼠	+	+	+	+
		臺灣田鼠	+	+	+	+
食肉目	貂科	黃喉貂	+	+	+	
		臺灣小黃鼠狼		+	+	
		黃鼠狼	+	+	+	+
		鼬獾	+	+	+	+
	靈貓科	白鼻心	+	+		
	獾科	食蟹獾	+			
	貓科	家貓	+			
偶蹄目	牛科	臺灣野山羊	+	+	+	+
	鹿科	山羌	+	+	+	+
		臺灣水鹿	+		+	+
	豬科	臺灣野豬	+	+		
物種數			19	43	20	14

* 原文記錄為臺灣鼯鼠 *Mogera insularis insularis*，根據 Kawada et al. 2007 應為鹿野氏鼯鼠 *Mogera kanoana*

表 2、本研究及前人研究中合歡山農場鳥類繫放名錄

目	科	作者 發表年份	中文名	本研究	許	許	許	許	許
				2021	2012	2013	2014	2015	2016
雞形目	雉科		臺灣山鷓鴣	+					
			黑長尾雉	+					
鴿形目	鴿科		山鴿	+					
			田鴿	+					
雀形目	山雀科		煤山雀	+					
			青背山雀	+					+
	蝗鶯科		臺灣叢樹鶯		+	+	+	+	+
	鷓眉科		臺灣鷓眉	+	+		+	+	
	柳鶯科		極北柳鶯		+				
		褐色柳鶯						+	
	樹鶯科		棕面鶯		+				
		深山鶯	+	+	+	+	+	+	+
	長尾山雀科		紅頭山雀	+	+	+	+	+	+
	鶯科		褐頭花翼	+	+	+	+	+	+
		粉紅鸚嘴			+	+		+	
			黃羽鸚嘴			+			+
	繡眼科		冠羽畫眉		+	+	+	+	+
	畫眉科		山紅頭	+	+	+	+	+	+
	噪眉科		臺灣噪眉	+	+	+	+	+	+
		黃胸藪眉	+	+	+	+	+	+	+
			紋翼畫眉						+
	鷓鴣科		鷓鴣	+				+	+
	鶉科		白氏地鶉	+					
			虎斑地鶉	+					
			寶興歌鶉	+					
			白眉鶉	+					
			赤腹鶉	+					
			白腹鶉	+					

鵲科	紅尾鵲		+	+	+	+	+
	小翼鵲		+	+		+	
	臺灣紫嘯鵲	+				+	
	白尾鵲	+					
	白眉林鵲	+					+
	黃胸青鵲		+	+			
鵲鴿科	樹鵲	+					
雀科	花雀	+					
	褐鵲			+			
	灰鵲		+	+		+	
	臺灣朱雀	+	+	+	+	+	+
鵲科	黑臉鵲	+			+		
	白眉鵲	+					
物種數		29	18	17	13	18	16

表 3、2019-2021 年於合歡山農場以紅外線自動相機調查到之動物名錄

目	科	中文名	學名	特有性*	保育等級
齧齒目	松鼠科	長吻松鼠	<i>Dremomys pernyi owstoni</i>	ESS	
		赤腹松鼠	<i>Callosciurus erythraeus taiwanensis</i>	ESS	
		條紋松鼠	<i>Tamiops maritimus formosanus</i>	ESS	
		白面鼯鼠	<i>Petaurista alborufus lena</i>	ES	
	鼠科	高山白腹鼠	<i>Niviventer culturatus</i>	ES	
		臺灣森鼠	<i>Apodemus semotus</i>	ES	
	倉鼠科	黑腹絨鼠	<i>Eothenomys melanogaster</i>		
		臺灣田鼠	<i>Microtus kikuchii</i>	ES	
偶蹄目	豬科	臺灣野豬	<i>Capricornis swinhoei taiwanus</i>	ESS	
	鹿科	山羌	<i>Muntiacus reevesi micrurus</i>	ESS	
		臺灣水鹿	<i>Rusa unicolor swinhoei</i>	ESS	III
	牛科	臺灣野山羊	<i>Sus scrofa taiwanus</i>	ES	III
食肉目	貂科	黃喉貂	<i>Martes flavigula chrysoaspila</i>	ESS	III
		黃鼠狼	<i>Mustela sibirica taiwana</i>	ESS	
		鼬獾	<i>Melogale moschata subaurantiaca</i>	ESS	
	靈貓科	白鼻心	<i>Paguma larvata taiwana</i>	ESS	
	獾科	食蟹獾	<i>Herpestes urva formosanus</i>	ESS	III
	貓科	家貓	<i>Felis catus</i>		
靈長目	獼猴科	臺灣獼猴	<i>Macaca cyclopis</i>	ES	
雞形目	雉科	臺灣山鷓鴣	<i>Arborophila crudigularis</i>	ES	III
		黑長尾雉	<i>Syrnaticus mikado</i>	ES	II
鴿形目	鴿科	山鴿	<i>Scolopax rusticola</i>		
		田鴿	<i>Gallinago gallinago</i>		
雀形目	山雀科	煤山雀	<i>Periparus ater ptilosus</i>	ESS	III
		青背山雀	<i>Parus monticolus insperatus</i>	ESS	III
	鷓眉科	臺灣鷓眉	<i>Pnoepyga formosana</i>	ES	
	樹鶯科	深山鶯	<i>Horornis acanthizoides concolor</i>	ESS	
	長尾山雀科	紅頭山雀	<i>Aegithalos concinnus</i>		
	鶯科	褐頭花翼	<i>Fulvetta formosana</i>	ES	
	畫眉科	山紅頭	<i>Cyanoderma ruficeps praecognitum</i>	ESS	
	噪眉科	臺灣噪眉	<i>Trochalopteron morrisonianum</i>	ES	
		黃胸藪眉	<i>Liocichla steerii</i>	ES	III
	鷓鴣科	鷓鴣	<i>Troglodytes troglodytes taiwanus</i>	ESS	
	鶇科	白氏地鶇	<i>Zoothera aurea</i>		
		虎斑地鶇	<i>Zoothera dauma</i>		
		寶興歌鶇	<i>Otocichla mupinensis</i>		
		白眉鶇	<i>Turdus obscurus</i>		
			赤腹鶇	<i>Turdus chrysolaus</i>	

目	科	中文名	學名	特有性* 保育等級	
	鶇科	白腹鶇	<i>Turdus pallidus</i>		
		臺灣紫嘯鶇	<i>Myophonus insularis</i>		
		白尾鶇	<i>Myiomela leucura montium</i>	ESS	III
		白眉林鶇	<i>Tarsiger indicus formosanus</i>	ESS	III
		栗背林鶇	<i>Tarsiger johnstoniae</i>	ES	III
	鶇鶇科	樹鶇	<i>Anthus hodgsoni</i>		
	雀科	花雀	<i>Fringilla montifringilla</i>		
		臺灣朱雀	<i>Carpodacus formosanus</i>	ES	III
	鶇科	黑臉鶇	<i>Emberiza spodocephala</i>		
		白眉鶇	<i>Emberiza tristrami</i>		
有鱗目	黃頷蛇科	臭青公	<i>Elaphe carinata</i>		

* 特有性：ES 表示特有種 (Endemic Species)，ESS 表示特有亞種 (Endemic Subspecies)。

否顯示食蟹獾的海拔分布有上升的情形，未來可以繼續觀察。家貓則是在一處人造林樣點記錄到兩次，時間間隔約一星期左右，顯示可能並沒有長久停留在當地，但由於樣區位於太魯閣國家公園範圍內，對於此可能對小型動物造成獵捕壓力的外來物種，仍應多加注意。

鳥類部分，由於本研究的自動相機架設於接近地面處，因此記錄到的鳥種以地面或樹林底層活動的鳥類為主，與鳥類繫放所能捕獲的鳥種組成有所不同，如雉科的臺灣山鷓鴣 (*Arborophila crudigularis*)、黑長尾雉及鷓鴣科的山鷓鴣 (*Scolopax rusticola*)、田鷓鴣 (*Gallinago gallinago*) 等便是繫放方式較少捕獲的種類。雀形目的鶉科鳥類因為習慣於地面覓食，在本研究中也拍攝到。其中 2021 年 6 月拍攝到的鶉科鳥類，在繁殖季中出現，判定為近年確定於臺灣繁殖的稀有留鳥虎斑地鶉 (*Zoothera dauma*)。另外，2021 年 3 月 4 次拍到在臺灣為迷鳥的寶興歌鶉 (*Otocichla mupinensis*)，在樣區停留的時間約 3 週，為稀有鳥

種的一筆紀錄。

人造林與天然林之物種多樣性

人造林 6 樣點合計工作時數 83,002 小時，共拍得物種 43 種，有效照片數共 7,735 張，平均 $1,289.17 \pm 569.45$ 張；天然林 6 樣點合計工作時數 97,372 小時，共拍得物種 36 種，有效照片數共 12,459 張，平均 $2,076.5 \pm 542.60$ 張，天然林拍到較多張 ($p=0.033$)。

其中人造林樣區的有效照片張數最多的前五個哺乳動物物種是以山羌為最多，有 525.17 ± 317.06 張，其次依序為高山白腹鼠 106.67 ± 105.53 張、臺灣森鼠 83.0 ± 80.55 張、臺灣田鼠 73.83 ± 74.32 張、臺灣獼猴 68.17 ± 77.35 張；鳥類則以臺灣噪眉 (*Trochalopteron morrisonianum*) 為最多，平均有 139.17 ± 118.04 張，其次依序為黃胸藪眉 (*Liocichla steerii*) 83.17 ± 123.84 張、黑長尾雉 52.00 ± 45.22 張、栗背林鴿 (*Tarsiger johnstoniae*) 43.67 ± 32.09 張、白氏地鶉 (*Zoothera aurea*) 15.67 ± 14.22 張。天然林樣區則哺乳動物同樣以山

表 4、2019-2021 年於合歡山農場以紅外線自動相機調查到之各物種有效照片數及 OI 值

目	科	中文名	平均有效照片數		OI 值
			人造林	天然林	
嚙齒目	松鼠科	長吻松鼠	1.00 ± 1.55	2.83 ± 2.40	0.125
		赤腹松鼠	2.67 ± 4.18	3.83 ± 8.45	0.213
		條紋松鼠	5.00 ± 6.16	1.83 ± 3.60	0.224
		白面鼯鼠	0.33 ± 0.82	0.17 ± 0.41	0.016
	鼠科	高山白腹鼠	106.67 ± 105.53	60.50 ± 52.77	5.468
		臺灣森鼠	83.00 ± 80.55	78.67 ± 76.68	5.288
	倉鼠科	黑腹絨鼠	1.17 ± 1.83	0	0.038
		臺灣田鼠	73.83 ± 73.32	44.50 ± 40.50	3.871
偶蹄目	豬科	臺灣野豬	6.83 ± 6.46	9.17 ± 8.73	0.523
	鹿科	山羌	525.17 ± 317.06	1,535.67 ± 566.80	67.411
		臺灣水鹿	9.00 ± 7.82	18.67 ± 12.72	0.905
	牛科	臺灣野山羊	18.17 ± 13.85	33.67 ± 34.23	1.696
食肉目	貂科	黃喉貂	1.83 ± 2.14	3.67 ± 3.72	0.180
		黃鼠狼	8.17 ± 8.47	6.17 ± 4.40	0.469
		鼬獾	6.00 ± 8.88	10.83 ± 20.28	0.551
	靈貓科	白鼻心	0	0.50 ± 0.84	0.016
	獾科	食蟹獾	1.83 ± 1.94	1.33 ± 2.80	0.104
	貓科	家貓	0.33 ± 0.82	0	0.011
	靈長目	獼猴科	臺灣獼猴	119.83 ± 142.48	139.17 ± 171.34
雞形目	雉科	臺灣山鷓鴣	0.33 ± 0.52	0	0.011
		黑長尾雉	52.00 ± 46.17	73.50 ± 69.00	4.105
鴿形目	鴿科	山鴿	0.83 ± 1.60	0.83 ± 2.04	0.055
		田鴿	0.17 ± 0.41	0	0.005
雀形目	山雀科	煤山雀	0	0.33 ± 0.52	0.011
		青背山雀	0	0.83 ± 1.17	0.027
	鷓眉科	臺灣鷓眉	0.33 ± 0.82	0.17 ± 0.41	0.016
	樹鶯科	深山鶯	0.83 ± 2.04	0	0.027
	長尾山雀科	紅頭山雀	0.17 ± 0.41	0	0.005
	鶯科	褐頭花翼	0.50 ± 0.84	0.17 ± 0.41	0.022
	畫眉科	山紅頭	0.67 ± 1.63	0.17 ± 0.41	0.027
	噪眉科	臺灣噪眉	141.83 ± 120.18	46.00 ± 40.89	6.144
		黃胸藪眉	86.17 ± 117.92	38.67 ± 64.89	4.083

鷓鴣科	鷓鴣	0.17 ± 0.41	0	0.005	
鷓鴣科	白氏地鷓	15.83 ± 14.44	17.17 ± 17.21	1.079	
	寶興歌鷓	0.67 ± 1.63	0	0.022	
	白眉鷓	0	0.17 ± 0.41	0.005	
	赤腹鷓	0	0.50 ± 1.22	0.016	
	白腹鷓	0.67 ± 0.82	0.67 ± 0.82	0.044	
鷓鴣科	臺灣紫嘯鷓	0.67 ± 1.03	17.17 ± 24.67	0.583	
	白尾鷓	13.33 ± 26.10	0	0.436	
	白眉林鷓	8.50 ± 13.37	1.17 ± 2.04	0.316	
	栗背林鷓	45.67 ± 34.83	10.00 ± 9.72	1.821	
鷓鴣科	樹鷓	0.17 ± 0.41	0.17 ± 0.41	0.011	
雀科	花雀	0.17 ± 0.41	1.33 ± 2.80	0.049	
	臺灣朱雀	8.00 ± 9.27	4.50 ± 5.79	0.409	
鷓鴣科	黑臉鷓	0.67 ± 1.21	0	0.022	
	白眉鷓	0.17 ± 0.41	0	0.005	
有鱗目	黃頷蛇科	臭青公	0.17 ± 0.41	0	0.005

羌為最多，有 $1,535.67 \pm 566.80$ 張，其次依序為臺灣森鼠 78.67 ± 78.68 張、臺灣獼猴 61.0 ± 59.49 張、高山白腹鼠 60.50 ± 52.77 張、臺灣田鼠 44.50 ± 40.50 張；鳥類則以黑長尾雉為最多，平均有 71.67 ± 67.98 張，其次依序是臺灣噪眉 44.33 ± 38.54 張、黃胸藪眉 36.50 ± 60.13 張、臺灣紫嘯鶇 17.17 ± 24.67 張、白氏地鶇 13.83 ± 13.83 張。（表 4）

各生物多樣性指數經計算，人造林的總豐富度指數為 9.26、辛普森指數 0.81、香農多樣性指數 2.19、皮盧均勻度指數 0.58；天然林各樣點總豐富度指數為 7.42、辛普森指數 0.45、香農多樣性指數 1.26、皮盧均勻度指數 0.35。其中除總豐富度指數外，其餘三種指數均達顯著差異（辛普森指數 $p=0.02$ 、香農多樣性指數 $p=0.02$ 、皮盧均勻度指數 $p=0.01$ ）。

呈現顯著差異的三種指數，皆有隨著物種數增加或各物種個體數接近，而呈現較高數值的特性，當出現個體數量優勢的物種，則會使得指數值下降。無論是天然林或人造林，山

羌都是數量最多的種類，尤其是在天然林中，平均 $1,535.67$ 張遠超過其他物種的總和，單獨將山羌的資料排除，會使人造林各項指數值轉為較天然林的指數值低，但均未達顯著差異。顯示山羌在出現頻度上的絕對優勢，及山羌本身在人造林與天然林間的差異，造成指數的差異。

前人研究中，多指出天然林有較人造林更高的物種多樣性（謝等 2006；葛等 2014；郭等 2017）。本研究在排除山羌的影響後，天然林與人造林間各項物種多樣性指數的數值則並未呈現顯著差異，可能代表人造林仍有機會在生物多樣性上提供與天然林相近的功能。但山羌的出現頻度相對其他物種有絕對優勢，甚至足以影響生物多樣性指數的數值的情形，未在其他研究中見到，此情形的原因及可能造成的影響，可能需要進一步的研究。

各物種結果

有效照片張數超過 50 張，用於後續分析的動物包括高山白腹鼠（1,003

張)、臺灣森鼠(970張)、臺灣田鼠(710張)、山羌(12,365張)、臺灣水鹿(166張)、臺灣野山羊(311張)、臺灣野豬(96張)、鼬獾(101張)、黃鼠狼(86張)、臺灣獼猴(775張)、黑長尾雉(742張)、臺灣噪眉(1,101張)、黃胸薺眉(718張)、白氏地鵝(177張)、臺灣紫嘯鵝(107張)、栗背林鵰(322張)、白尾鵰(79張)、白眉林鵰(55張)、臺灣朱雀(67張)。

1. 嚙齒目

(1) 高山白腹鼠

本研究拍到嚙齒目動物的有效照片中，以高山白腹鼠最多，共 1,003 張，人造林 OI 值 6.89 ± 6.92 、天然林 OI 值 4.04 ± 3.79 (表 5)。在人造林與天然林的出現頻率無顯著差異，且不同季節的活動量有顯著的不同，春、夏季的活動高於秋、冬兩季 ($p=0.002$) (圖 2-a)。2019 與 2020 兩年度間的出現頻率則沒有顯著差異。根據前人研究，高山白腹鼠全年皆可繁殖 (Yu 1993)，沒有明顯的繁殖季區分，因此這個活動量的差異可

能並非來自於繁殖活動。葉 (2012) 的研究指出，高山白腹鼠在植物生長季 (春、夏季) 與非生長季 (秋、冬季) 間有季節性的取食取向差異，這個季節上的活動量差異，是否與食性取向有關，有待進一步釐清。

(2) 臺灣森鼠

臺灣森鼠共拍到 970 張有效照片，人造林 OI 值 5.84 ± 5.63 、天然林 OI 值 5.10 ± 5.02 (表 5)。天然林與人造林中的出現頻率之間無顯著差異，夏季活動高於其他三季 ($p=0.005$) (圖 2-b)。2019 與 2020 兩年度間的出現頻率則有顯著差異 ($p=0.003$)。

先前研究中，臺灣森鼠可能隨春、秋兩個生殖季高峰 (黃 1986)，而在秋季呈現活動量的高峰 (姚等 2019)。在本研究中，高峰出現在夏季，與先前研究有所不同。

(3) 臺灣田鼠

臺灣田鼠共拍到有效照片 710 張，人造林 OI 值 5.44 ± 5.33 、天然林 OI 值 2.83 ± 2.73 (表 5)。在天然林與人造林的出現頻率沒有顯著差異，各季節間的活動量無顯著不同 (圖 2-c)。

表 5、各物種於人造林與天然林之 OI 值

中文名	人造林	天然林	Mann-Whitney U	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
	OI	OI			
高山白腹鼠	7.35±7.18	4.04±3.79	11	1.041	0.298
臺灣森鼠	5.84±5.63	5.10±5.02	17	0.080	0.936
臺灣田鼠	5.44±5.33	2.83±2.73	14	0.560	0.575
山羌	39.09±25.82	94.10±35.22	4	2.162	0.031*
臺灣水鹿	0.72±0.68	1.29±0.92	9	1.361	0.173
臺灣野山羊	1.41±1.14	2.39±2.71	13	0.721	0.471
臺灣野豬	0.52±0.47	0.66±0.78	17	0.080	0.936
鼬獾	0.42±0.62	0.57±0.67	16	0.242	0.809
黃鼠狼	0.57±0.59	0.44±0.36	16.5	0.160	0.872
臺灣獼猴	9.86±12.74	10.48±14.24	15	0.400	0.689
黑長尾雉	3.69±3.17	5.18±5.33	16	0.240	0.810
臺灣噪眉	9.88±8.14	2.76±2.46	6	1.841	0.066
黃胸薺眉	5.77±7.82	2.27±3.75	11	1.041	0.298
白氏地鸚	1.21±1.18	0.96±1.03	17	0.080	0.936
臺灣紫嘯鸚	0.05±0.07	1.34±2.12	6	1.875	0.061
栗背林鴿	3.0±2.19	0.66±0.70	6	1.841	0.066
白尾鴿	0.91±1.79	0	9	1.787	0.074
白眉林鴿	0.57±0.89	0.07±0.12	10	1.282	0.200
臺灣朱雀	0.53±0.58	0.21±0.26	13	0.721	0.471

*人造林與天然林樣區各 6 個樣點，每樣點架設 1 台紅外線自動相機(共計 12 台)

2019 與 2020 兩年度間的出現頻率有顯著差異 ($p=0.02$)。

在呂 (1991) 的研究中指出，臺灣田鼠於 4~10 月間繁殖，夏、秋兩季有較高的族群密度，姚等 (2019) 的研究裡臺灣田鼠的季節間活動量雖未達顯著差異，但仍呈現以夏、秋兩季活動量較高的型態。本研究中則只在夏季有呈現未達顯著差異的較高活動量，並未出現秋季活動較高的情形。

2. 偶蹄目

(1) 山羌

山羌是本研究中拍到最多的物種，有效照片有 12,365 張，人造林 OI 值 39.09 ± 25.82 、天然林 OI 值 94.10 ± 35.22 (表 5)。在天然林的出現頻率明顯高於人造林 ($p=0.03$)，各季節的活動量則無顯著差異 (圖 2-d)。2019 與 2020 兩年度間的出現頻率則有顯著差異 ($p=0.004$)。

姚等 (2019) 指出山羌於針葉林與箭竹草原中較偏好針葉林，本研究的實驗樣點雖皆設於林中，但人造林的鬱閉度及林下植被均明顯不如天然林，可能是山羌較多在天然林中活動

的原因。大雪山、太麻里等地區 (蘇等 2008；劉 2014) 及姚等 (2019) 於合歡山地區的研究，均指出山羌於夏季有活動高峰，且於合歡山地區的活動在冬季時降到最低。本研究中山羌雖在夏、秋呈現較高活動量，但與春、冬的活動量並未達到顯著差異。

(2) 臺灣水鹿

本研究拍到臺灣水鹿有效照片 166 張，人造林 OI 值 0.72 ± 0.68 、天然林 OI 值 1.29 ± 0.92 (表 5)。在人造林與天然林間的出現頻率沒有顯著差異，春季的活動顯著高於秋、冬季，夏季活動也高於秋季 ($p=0.02$) (圖 2-e)。2019 與 2020 兩年度間的出現頻率則沒有顯著差異。

郭 (2004) 在磐石山區的研究中，臺灣水鹿的每日目擊率，夏、秋兩季顯著高於春、冬兩季，與本研究中春、夏季高於秋、冬季不同。該研究主要在高地草原進行，與本研究樣區設置於林地內不同，水鹿對於不同棲地類型的利用方式，可能在各季節的活動頻率有所差異，進而造成不同的結果。此外，郭 (2004) 也指出不同性別的

水鹿在春、冬季與夏、秋季有目擊率的差異，由於本研究並未細分水鹿性別，若不同性別水鹿對於林地與草原棲地的利用有所差異，也可能造成本研究中各季節間出現頻度與該研究不同。

太魯閣國家公園內的高海拔山區，如奇萊山區、南湖山區等，都有較多臺灣水鹿族群（吳等 2004），但合歡山區的臺灣水鹿紀錄卻是十分稀少，裴（2000）曾有自動相機紀錄，吳等（2004）、鄭等（2013）及姚等（2019）均未記錄到臺灣水鹿。但姚等（2019）指出於大禹嶺附近有零星目擊紀錄，而顏等（2010）針對臺灣水鹿分布的預測，則認為合歡東峰東方及合歡北峰一帶也是臺灣水鹿可能分布的地點，為具有臺灣水鹿族群擴散潛力的區域。本研究的臺灣水鹿紀錄，可能可作為臺灣水鹿族群擴散至合歡北峰地區的佐證。由於臺灣水鹿的磨角與啃食樹皮的行為，能造成樹木受傷甚至死亡，因此臺灣水鹿族群未來對於合歡山區生態可能造成的影響，仍有待監測。

(3) 臺灣野山羊

臺灣野山羊共拍到有效照片 311 張，人造林 OI 值 1.41 ± 1.14 、天然林 OI 值 2.39 ± 2.71 （表 5）。在人造林與天然林的出現頻率，及各季節的活動量方面皆沒有顯著的不同（圖 2-f）。2019 與 2020 兩年度間的出現頻率沒有顯著差異。

臺灣野山羊在裴（2000）及姚等（2019）的研究中，均只有零星的出現紀錄，在本研究中卻能達到 OI 值 2.39 的程度。由於各研究的樣點設置各有不同，不能單以較高的 OI 值，便認為臺灣野山羊在合歡山地區的數量有提升的情形。本研究樣點完全位於遠離主要幹道已休耕轉作造林的合歡山農場周邊，人類活動的干擾程度應該不高，也可能因此而有較高的活動紀錄。

(4) 臺灣野豬

臺灣野豬主要分布在 3,000 公尺以下山區，本研究樣區已接近分布海拔的上緣，並不是臺灣野豬穩定出沒的地區，但仍拍到有效照片 96 張，人造林 OI 值 0.48 ± 0.45 、天然林 OI

值 0.66 ± 0.78 (表 5)。臺灣野豬在天然林與人造林的出現頻率沒有顯著差異，春季的活動量明顯低於其他三季 ($p=0.02$) (圖 2-g)。2019 與 2020 兩年度間的出現頻率則有顯著差異 ($p=0.01$)。

在姚等 (2019) 的研究中，臺灣野豬的 OI 值比臺灣野山羊更低，在合歡山區與臺灣野山羊相同屬零星出沒。可能與臺灣野山羊相同因本研究樣區較低的人類活動干擾，而呈現較高的活動紀錄。

3. 食肉目

(1) 鼬獾

在本研究中拍到鼬獾有效照片數 101 張，人造林 OI 值 0.42 ± 0.62 、天然林 OI 值 0.57 ± 0.98 (表 5)。人造林與天然林的出現頻率，及各季節的活動量皆沒有顯著差異 (圖 2-h)。且 2019 與 2020 兩年度間的出現頻率也沒有顯著差異。

鼬獾為各海拔廣布的物種，雖然高海拔山區族群相對零星，但過往研究中在合歡山中高海拔地區也有鼬獾記錄 (裴 2000；吳等 2004；姚等

2019)。在姚等 (2019) 的研究中，鼬獾的 OI 值僅 0.039，本研究中則為 0.56，最靠西側的人造林與天然林相鄰近的各一個樣點，甚至達到 1.60 及 2.55，此二樣點的照片就佔了全部有效照片超過 7 成。本研究中鼬獾有相較過往研究更高的 OI 值，且人造林與天然林的各一樣點有相較其他樣點明顯較高的 OI 值，可能顯示有鼬獾偏好的其他環境條件，有待進一步釐清。

(2) 黃鼠狼

本研究拍到黃鼠狼有效照片 86 張，人造林 OI 值 0.57 ± 0.59 、天然林 OI 值 0.44 ± 0.36 (表 5)。黃鼠狼在天然林與人造林的出現頻率，以及各季節間的活動量，均沒有顯著的差異 (圖 2-i)。2019 與 2020 兩年度間的出現頻率則有顯著差異 ($p=0.01$)。

姚等 (2019) 的研究指出黃鼠狼在針葉樹林與箭竹草原的棲地間並沒有活動量的差異，季節的活動量也沒有顯著差異，推測是受其獵物的活動沒有差異所影響。但本研究中出現頻率較高的齧齒類動物中高山白腹鼠及臺灣森鼠，都有明顯的季節活動量差

異，黃鼠狼的季節活動模式可能還有其他的影響因子存在。

4. 靈長目

(1) 臺灣獼猴

臺灣獼猴在臺灣為廣泛分布，從海平面到 3,000 公尺以上高山皆有分布。在本研究中拍到臺灣獼猴有效照片數 1,554 張，人造林 OI 值 9.86 ± 12.74 、天然林 OI 值 10.48 ± 14.24 （表 5），在天然林與人工林的出現頻率沒有明顯不同，各季節的活動量也沒有呈現顯著的差異（圖 2-j）。且 2019 與 2020 兩年度間的出現頻率也沒有顯著差異。

吳等（2004）及姚等（2019）的研究均僅調查到零星的臺灣獼猴活動，且大多為單隻活動。本研究的紀錄中，單隻活動的個體有 482 筆接近總有效照片數的 1/3，三隻以上成群活動的有 156 筆，甚至十隻以上的群體也有 10 筆紀錄，且明顯能看到成幼體皆出現在群中，應是結構完整的猴群，而不是零星單獨活動的孤猴或非社群內的雄猴群。

5. 雞形目

(1) 黑長尾雉

本研究拍到黑長尾雉有效照片 742 張，人造林 OI 值 3.69 ± 3.17 、天然林 OI 值 5.18 ± 5.33 （表 5）。黑長尾雉在天然林與人造林的出現頻率沒有明顯差異，春夏季的活動量明顯高於秋冬季（圖 2-k）。2019 與 2020 兩年度間的出現頻率沒有顯著差異。

黑長尾雉棲息於中、高海拔 1,800~3,800 公尺針、闊葉混生林和針葉林底層灌叢中，並以海拔 2,300~2,550 公尺處最多，冬天有向較低海拔遷移的現象（劉等 2010）。本研究樣區觀察到秋冬季活動量較低的現象，可能是因季節性降遷所造成。

6. 雀形目

(1) 臺灣噪眉

本研究拍到臺灣噪眉有效照片 1,101 張，人造林 OI 值 9.88 ± 8.14 、天然林 OI 值 2.76 ± 2.46 （表 5）。臺灣噪眉在天然林與人造林的出現頻率沒有明顯差異，春夏季的活動量明顯高於秋冬季（圖 4-1）。2019 與 2020 兩年度間的出現頻率沒有顯著差異。

臺灣噪眉棲息於 2,300 公尺以上

的針闊葉混合林至林線以下針葉樹林的底層灌叢，繁殖期為 3 月下旬至 8 月下旬左右（劉等 2010）。本研究中觀察到春夏季活動量高於秋冬季，有可能是繁殖期與非繁殖期間鳥類行為差異所致。此外，臺灣噪眉有在寒冬時向下遷移至海拔 1,500 公尺山區越冬的習性，例如在吳等（2018）的研究中，其位於海拔 1,900~2,682 公尺間的樣區中，7 至 8 月調查到的臺灣噪眉數量最少，可能顯示夏季是在更高海拔處活動。本研究樣區在海拔 2,470~2,750 公尺，較吳等（2018）的研究樣區略高，可能因此呈現出相反的趨勢，春夏季的活動量高於秋冬季。

(2) 黃胸藪眉

本研究拍到黃胸藪眉有效照片 718 張，人造林 OI 值 5.77 ± 7.82 、天然林 OI 值 2.27 ± 3.75 （表 5）。黃胸藪眉在天然林與人造林的出現頻率沒有明顯差異，夏季的活動量明顯高於秋冬季，春季活動量也較冬季高（圖 4-m）。2019 與 2020 兩年度間的出現頻率有顯著差異（ $p=0.04$ ）。

黃胸藪眉主要棲息於中海拔山區

1,000~2,800 公尺闊葉樹林和針、闊葉混合林底層的濃密灌叢，或林緣雜草叢生的山溝中，繁殖期在 5 至 7 月（劉等 2010），此外也有隨季節變換而進行垂直遷移的行為（吳等 2018）。季節間活動量的差異，除了繁殖期的行為差異外，降遷行為可能也是造成活動量變化的原因。

(1) 白氏地鵝

本研究拍到白氏地鵝有效照片 177 張，人造林 OI 值 1.21 ± 1.18 、天然林 OI 值 0.96 ± 1.03 （表 5）。白氏地鵝在天然林與人造林的出現頻率沒有明顯差異，春、冬季的活動量明顯高於夏、秋季（圖 4-n）。2019 與 2020 兩年度間的出現頻率沒有顯著差異。

白氏地鵝在臺灣屬冬候鳥，並且在臺灣沒有繁殖紀錄（劉等 2010）。春、冬季度冬期的活動量高於夏、秋季符合其冬候鳥的習性。

(4) 臺灣紫嘯鵝

本研究拍到臺灣紫嘯鵝有效照片 107 張，人造林 OI 值 0.05 ± 0.07 、天然林 OI 值 1.34 ± 2.12 （表 5）。臺灣紫嘯鵝在天然林與人造林的出現頻率

沒有明顯差異，春、夏季的活動量明顯高於秋、冬季（圖 4-o）。2019 與 2020 兩年度間的出現頻率沒有顯著差異。

臺灣紫嘯鵝主要棲息於中、低海拔鄰近溪澗處的森林中，繁殖期在 3 月底至 9 月初（劉等 2010）。葛等（2003）的研究中則發現臺灣紫嘯鵝的分布在 98.8 到 2,622.6 公尺間。臺灣紫嘯鵝春、夏季較高的活動量符合繁殖期的時段，但冬季完全未拍到臺灣紫嘯鵝，可能暗示臺灣紫嘯鵝同樣有冬季降遷的行為存在。

(5) 栗背林鵯

本研究拍到栗背林鵯有效照片 322 張，人造林 OI 值 3.0 ± 2.19 ，天然林 OI 值為 0.66 ± 0.70 （表 5）。栗背林鵯在天然林與人造林的出現頻率沒有明顯不同，各季節的活動量也沒有呈現顯著的差異（圖 4-p）。2019 與 2020 兩年度間的出現頻率沒有顯著差異。

許多研究指出栗背林鵯有冬季降遷的行為，如翟鵬（1997）指出栗背林鵯在冬季時分布由海拔 2,000~3,600

公尺降遷到海拔 1,300~3,100 公尺。劉良力（1991）在塔塔加地區的研究中發現栗背林鵯在冬季（1 月）分布的海拔高度（1,650~2,820 公尺）低於夏季（7 月）的海拔高度（2,605~3,550 公尺）。但本研究中雖然冬季的活動量相較其他三季似有略低，但並未呈現顯著差異。前述研究中，無論是冬季或夏季的栗背林鵯海拔分布範圍，均呈現相當大的海拔跨度，且有重疊的情形。本研究的樣區約在 2,500~2,800 間，落在重疊的範圍內，因此有可能是此區域個體沒有降遷行為，或是此區域原本個體降遷後由更高海拔降遷下來的個體填補其空缺，此疑問需要有鳥類繫放等足以辨識個體的研究方式方得以釐清。

另外值得注意的是，栗背林鵯與白眉林鵯在自動相機的照片中，存在有物種辨識上的困難。栗背林鵯與白眉林鵯的雄成鳥繁殖羽顏色及花紋不同，無論是彩色或黑白照片均可輕易辨識，但雌成鳥及第一、二年非繁殖羽的幼鳥，則羽色十分近似。一般在野外目視或使用長鏡頭相機拍照時，

可使用尾下覆羽的顏色或體覆羽羽軸色斑的形狀來辨識，但在自動相機的照片中，由於黑白照片及照片解析度的限制，會使得大多數栗背林鴝及白眉林鴝的雌成鳥及幼鳥無法辨識確切物種，進而無法納入分析，可能會對於分析結果有所影響。

(6) 白尾鴝

本研究拍到白尾鴝有效照片 79 張，但完全只在人造林中有出現，OI 值 0.91 ± 1.79 ，天然林 OI 值為 0（表 5）。白尾鴝在天然林與人造林的出現頻率沒有明顯不同，各季節的活動量也沒有呈現顯著的差異（圖 4-q）。2019 與 2020 兩年度間的出現頻率沒有顯著差異。

白尾鴝喜棲息於海拔 2,300m 以下陰濕闊葉林中，亦見於茂密的次生林、人工林及林緣的開墾地（劉等 2010）。並且在島內有明顯的垂直遷移現象，在中部海拔 2,000m 的山區，每年 3 月中旬才有白尾鴝出現，至 11 月中旬又不見蹤影（劉等 2010）。本研究中 11 月至隔年 2 月間沒有拍到白尾鴝的照片，符合其冬季降遷的習性，

但因僅 3 處人造林樣點有白尾鴝的紀錄，樣本不足使季節間的活動量難以呈現顯著差異。

(1) 白眉林鴝

本研究拍到白眉林鴝有效照片 55 張，人造林 OI 值 0.57 ± 0.89 ，天然林 OI 值為 0.07 ± 0.12 （表 5）。白眉林鴝在天然林與人造林的出現頻率沒有明顯不同，各季節的活動量也沒有呈現顯著的差異（圖 4-r）。2019 與 2020 兩年度間的出現頻率沒有顯著差異。

白眉林鴝為台灣特有亞種，主要棲息在海拔 2,000 至 3,700m 森林底層的濃密灌叢中，然而因為族群數量稀少且行為隱匿，因此對其生息的資料較少（劉等 2010）。在分布於喜馬拉雅山區的其他白眉林鴝亞種的研究中指出，白眉林鴝也有冬季降遷的行為（DuBay et al. 2020）。本研究中雖然白眉林鴝各季節的活動量並未達到顯著差異，但冬季的活動量仍然顯現出比其他三季較低的情形，

(8) 臺灣朱雀

本研究拍到臺灣朱雀有效照片 67 張，人造林 OI 值 0.53 ± 0.58 ，天然林

OI 值為 0.21 ± 0.26 (表 5)。臺灣朱雀在天然林與人造林的出現頻率沒有明顯不同，各季節的活動量也沒有呈現顯著的差異 (圖 4-s)。2019 與 2020 兩年度間的出現頻率沒有顯著差異。

臺灣朱雀棲息於海拔 2,000m 以上山區，並以 2,600m 以上的針葉林帶較為普遍，冬季時會有海拔垂直降遷的行為 (劉等 2010)。然而在本研究中，活動量並未呈現出顯著的季節性差異。本研究中臺灣朱雀的有效照片數只有 67 張，扣除只有一季有拍到臺灣朱雀的樣點後，一共只有 4 個樣點可進行分析，由於缺少樣本數使得統計難以呈現顯著。

結論與建議

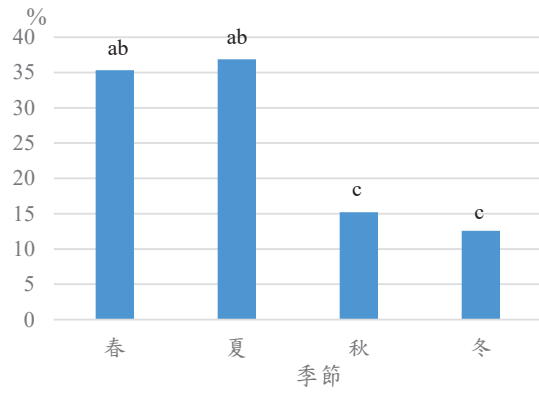
本研究共調查到哺乳動物 4 目 11 科 19 種，其中包括臺灣獼猴等 6 種臺灣特有種及長吻松鼠等 9 種臺灣特有亞種；保育類則有臺灣水鹿、臺灣野山羊、黃喉貂及食蟹獾等 4 種其他應予保育之野生動物。鳥類調查到 3 目 15 科 29 種，包括臺灣山鷓鴣等 8 種臺灣特有種及煤山雀等 7 種臺灣特有

亞種；保育類則有珍貴稀有野生動物 1 種黑長尾雉，以及臺灣山鷓鴣等 7 種其他應予保育之野生動物。

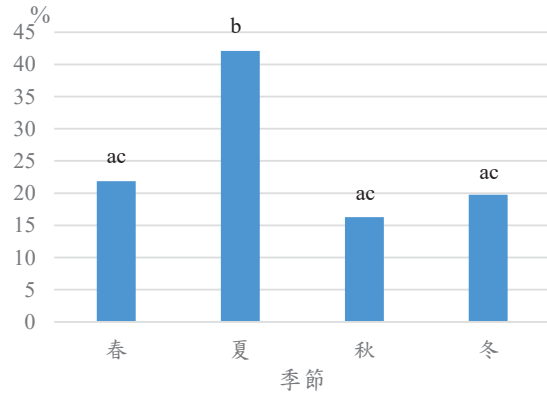
對天然林與人造林的各項生物多樣性指數進行分析，結果顯示天然林與人造林的物種豐富度並無差異，但因山羌在天然林中的活動呈現數量上的絕對優勢，而使得天然林的物種多樣性指數較低。

對有效照片數較高的哺乳動物進行不同棲地及季節的出現頻率分析，發現山羌在天然林中的活動高於人造林。高山白腹鼠在春夏季的活動高於秋冬；臺灣森鼠活動高峰出現在夏季；臺灣水鹿在春季的活動高於秋冬，且夏季活動高於秋季；臺灣野豬則在春冬季有活動的低點；黑長尾雉、臺灣噪眉及臺灣紫嘯鶇春夏季的活動高於秋冬；黃胸藪眉在夏季的活動高於秋冬，白氏地鵝則在春冬季活動較高。

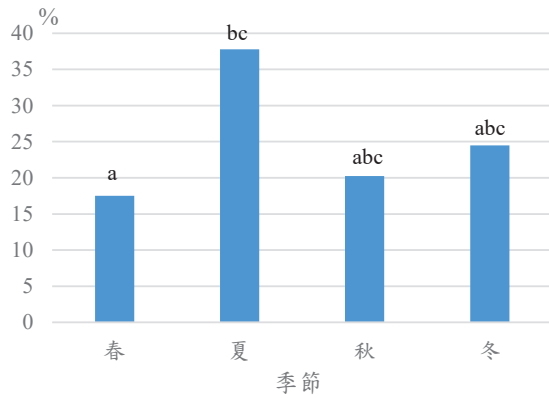
研究期間記錄到相當數量的臺灣水鹿，顯示臺灣水鹿族群可能已擴散至合歡山地區。臺灣水鹿是臺灣最大型的食草動物，且有磨角和啃食樹皮的行為，可能會造成樹木受傷。因此



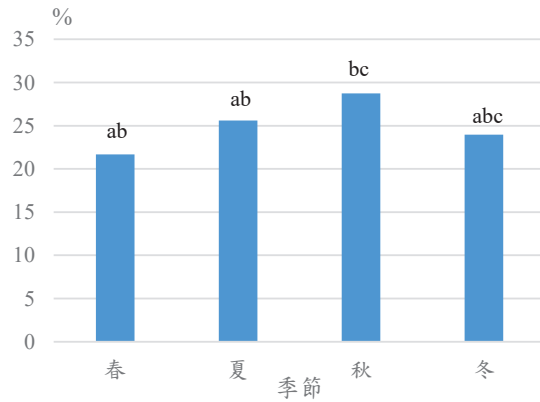
a. 高山白腹鼠 ($p < 0.01^*$)



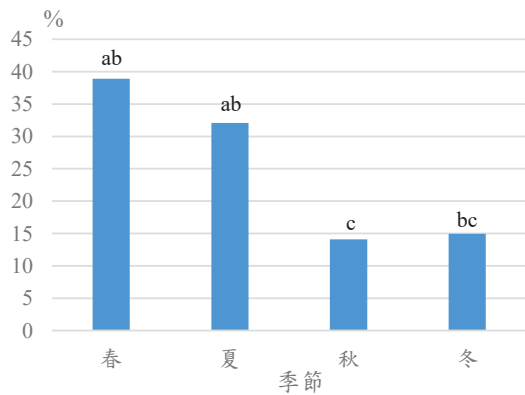
b. 臺灣森鼠 ($p < 0.01^*$)



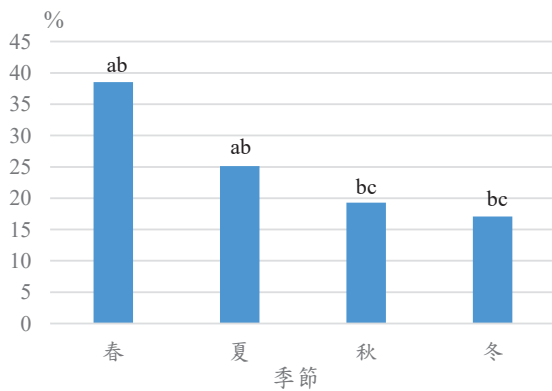
c. 臺灣田鼠 ($p = 0.17$)



d. 山羌 ($p = 0.20$)

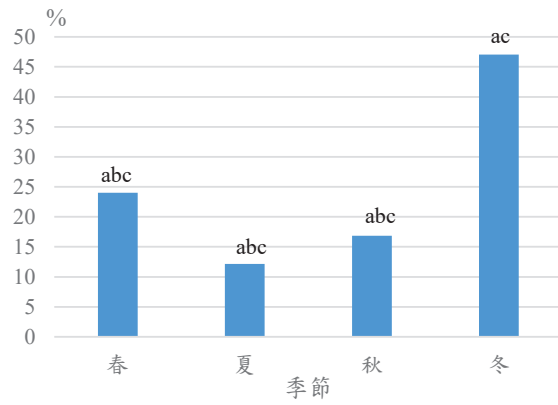
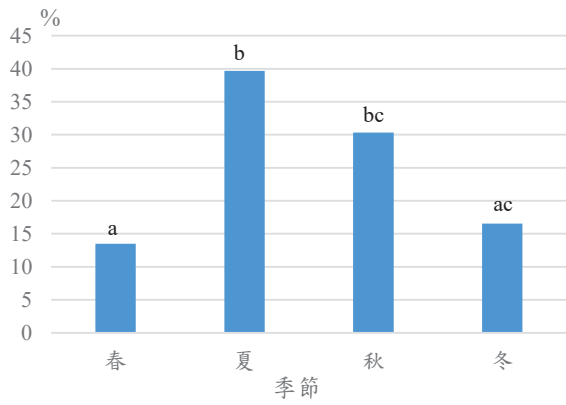


e. 臺灣水鹿 ($p = 0.02^*$)



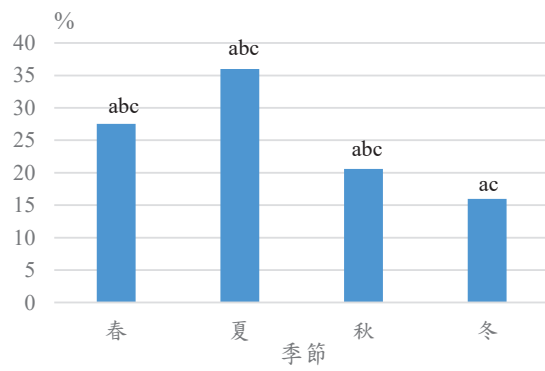
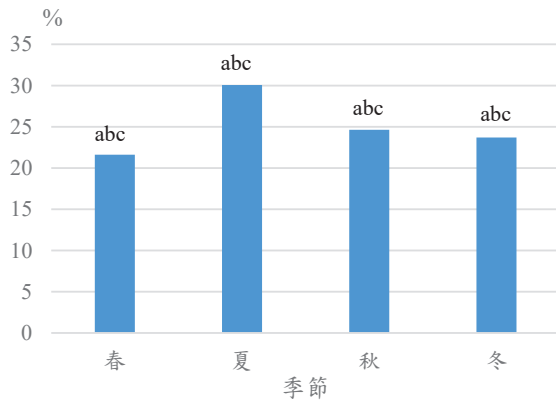
f. 臺灣野山羊 ($p = 0.07$)

圖 2 各物種季節活動頻度百分比。



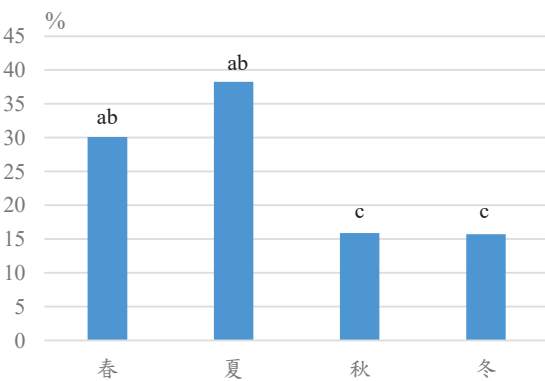
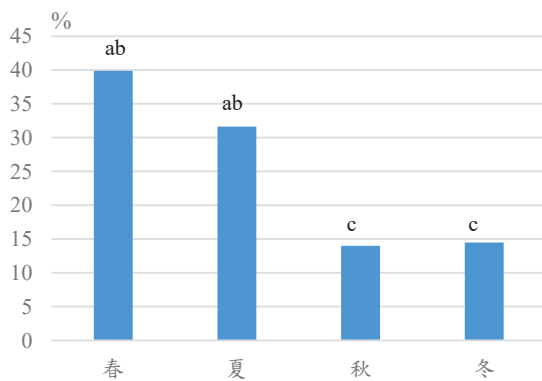
g. 臺灣野豬 (p=0.02*)

h. 鼬獾 (p=0.14)



i. 黃鼠狼 (p=0.85)

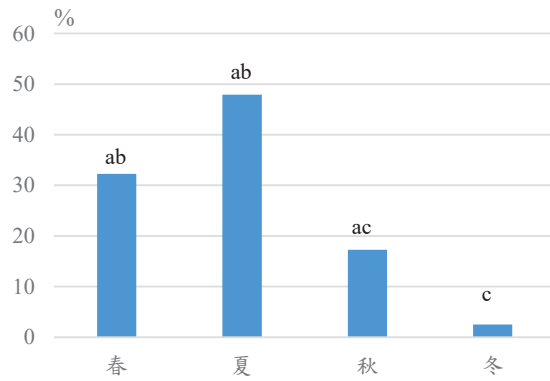
j. 臺灣獼猴 (p=0.06)



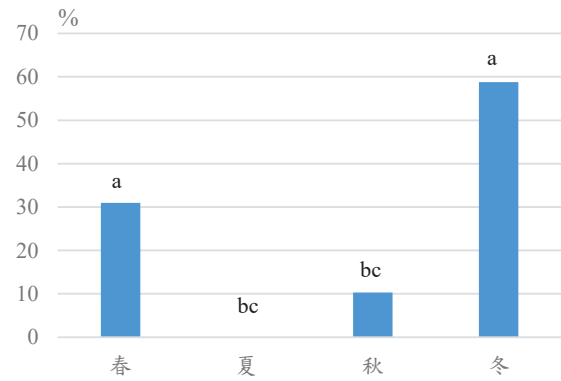
k. 黑長尾雉 (p<0.01*)

l. 臺灣噪眉 (p<0.01*)

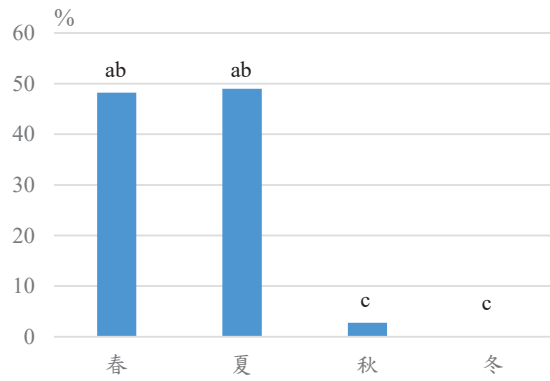
圖 3 各物種季節活動頻度百分比。(續)



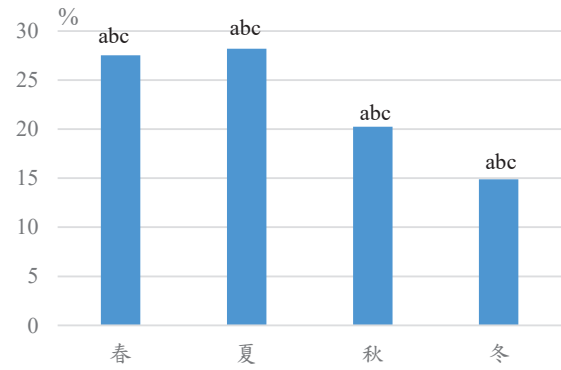
m. 黃胸藪眉 ($p < 0.01^*$)



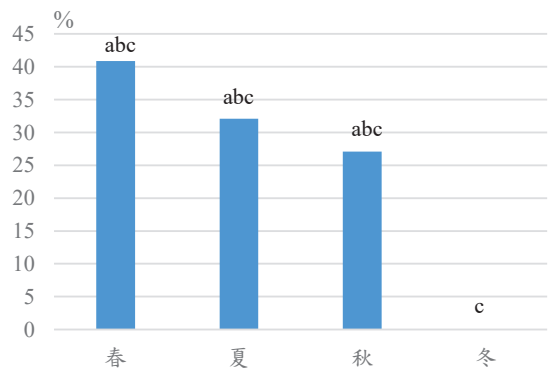
n. 白氏地鸚 ($p < 0.01^*$)



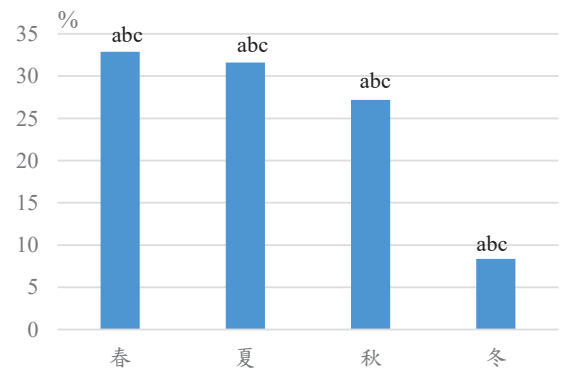
o. 臺灣紫嘯鸚 ($p < 0.01^*$)



p. 栗背林鸚 ($p = 0.21$)

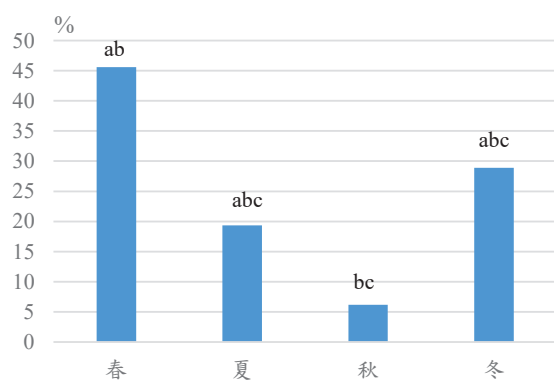


q. 白尾鸚 ($p = 0.08$)



r. 白眉林鸚 ($p = 0.48$)

圖 4 各物種季節活動頻度百分比。(續)



s. 臺灣朱雀 (p=0.18)

圖 5 各物種季節活動頻度百分比。(續)

對於臺灣水鹿於合歡山地區的族群變化，以及對於此地區森林生態的影響，宜持續進行監測。

引用文獻

吳采諭、郭福麟。2018。對高岳紅檜生態保育區預定地鳥類相調查。臺大實驗林研究報告 32(2):89-102。

吳海音、吳世鴻、吳煜慧。2004。太魯閣國家公園高山地區動物資源基礎調查。太魯閣國家公園管理處。

呂孟栖。1991。合歡山地區台灣高山田鼠 (*Microtus kuchii*) 的生態與生殖研究。東海大學生物學研究所碩士論文。

姚正得、林宏儒、張淑萍、姚牧君、許雅玟、曾建偉。2019。利用紅外線自動相機探討合歡山區哺乳動物活動模式。行政院農業委員會特有生物研究保育中心。

許育誠。2012。全球氣候變遷生物監測－太魯閣國家公園鳥類長期監測計畫（一）。太魯閣國家公園

管理處。

許育誠。2013。全球氣候變遷生物監測－太魯閣國家公園鳥類長期監測計畫（二）。太魯閣國家公園管理處。

許育誠。2014。全球氣候變遷生物監測－太魯閣國家公園鳥類長期監測計畫（三）。太魯閣國家公園管理處。

許育誠。2015。全球氣候變遷生物監測－太魯閣國家公園鳥類長期監測計畫（四）。太魯閣國家公園管理處。

許育誠。2016。太魯閣國家公園鳥類族群健康風險監測計畫。太魯閣國家公園管理處。

郭正彥。2004。磐石山區高地草原台灣水鹿之日間行為。臺灣師範大學生物學系學位論文。

郭家和、陳建璋、魏浚紘、陳朝圳。2017。恆春半島銀合歡移除後造林對生物多樣性之影響。中華林學季刊 50(4):341-364。

陳育偉。2012。台灣山林政策之政經分析 (1945-2012)。國立台灣大學

- 政治學系碩士論文。
- 陳相伶、王晴萱。2021。惠蓀森林遊樂區食蟹獐之分布與活動模式。農林學報 68(2):119-126。
- 黃步敏。1986。台灣森鼠之生殖週期。東海大學生物學研究所碩士論文。
- 葉文斌、李蕙宜、蔡正隆、詹毓邦。2015。雪見地區天然林與人工林樹冠層昆蟲組成分析。台灣昆蟲 35:165-183。
- 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。國立臺灣大學生態學與演化生物學研究所碩士論文。
- 葛兆年、李培芬。2003。台灣北部繁殖鳥類之海拔分布型態。台灣林業科學 18(4):349-61。
- 葛兆年、許詩涵、楊懿如、陳一銘。2019。人工林鳥類組成及多樣性的時間變化。台灣林業科學 34(4):275-290。
- 葛兆年、陳一銘、莊鈴木、邱志明。2014。農地造林對鳥類群聚及其多樣性之影響。台灣生物多樣性研究 16(3): 225- 239。
- 翟鵬。1977。臺灣鳥類生態隔離的研究。東海大學生物學研究所碩士論文。
- 裴家騏。2000。太魯閣國家公園野生動物普查計畫 - 哺乳類動物。太魯閣國家公園管理處。
- 裴家騏。2005。自動照相機在動物監測上之應用與成效分析。台灣國家公園研討會 142-157 頁。
- 齊心、黃玉冰、戴佑達、吳宜穎、劉人璋。2003。由國內生物多樣性論文談生物多樣性研究。生態系經營 - 永久樣區理論與實務探討研討會 335-360 頁。
- 劉一新。2014。太麻里研究中心闊葉樹混植造林地內三種草食獸之族群監測。台灣生物多樣性研究 16(4): 323-337。
- 劉小如、丁宗蘇、方偉宏、林文宏、蔡牧起、顏重威。2010。台灣鳥類誌。行政院農業委員會林務局。
- 劉良力。1991。栗背林鴉之生物學研究。國立臺灣師範大學生物學研究所碩士論文。

- 鄭錫奇、張簡琳玟、黃光隆、張嘉顯、張鈞翔。2013。合歡山區的野生哺乳動物。自然保育季刊 82: 21-30。
- 謝欣怡、袁孝維、王力平、丁宗蘇。2006。台灣中部溪頭地區天然林與人工林內之陸域脊椎動物多樣性。中華林學季刊 39(4):421 – 436。
- 顏士清、王穎、歐恒佑。2010。太魯閣國家公園台灣水鹿 (*Rusa unicorn swinhoii*) 分布之預測。生物學報 44(2): 89-96。
- 蘇秀慧、裴家騏、梁又仁。2008。雪霸國家公園陸域野生動物資源整合分析 - 雪見地區。雪霸國家公園管理處。
- Amin, R., T. Wacher, A. E. Bowkett, B. Ogwoka, M. Morris, and B. R. Agwanda. 2019. Africa's forgotten forests: the conservation value of Kenya's northern coastal forests for large mammals. *Journal of East African Natural History*. 107(2): 41-61
- Brockerhoff, E. G., H. Jactel, J. A. Parrotta, C. P. Quine, and J. Sayer. 2008. Plantation forests and biodiversity: oxymoron or opportunity? *Biodiversity Conservation* 17:925–951.
- DuBay, S. G., Y. Wu, G. R. Scott, et al. Life history predicts flight muscle phenotype and function in birds. *J Anim Ecol*. 2020; 89:1262–1276.
- Kawada, S., A. Shinohara, S. Kobayashi, M. Harada, S. Oda, and L. Lin. 2007. Revision of the mole genus *Mogera* (Mammalia: Lipotyphla: Talpidae) from Taiwan. *Syst. Biodiversity* 5: 223–240.
- Stephens, S. S. and M. R. Wagner. 2007. Forest Plantations and Biodiversity: Fresh Perspective. *Journal of Forestry* 105(6): 307-313.
- Yu, H. T. 1993. Natural history of small mammals of subtropical montane areas in central Taiwan. *Journal of Zoology* 231(3): 403-422