

利用紅外線自動相機探討合歡山區哺乳動物活動模式

姚正得 林宏儒 張淑萍 姚牧君 許雅玟 曾建偉 *

行政院農業委員會特有生物研究保育中心 55244 南投縣集集镇民生東路 1 號

* 通訊作者: strixallnight@gmail.com

收件日期: 2018 年 10 月 22 日; 接受日期: 2019 年 5 月 15 日

摘要

本研究於 2015 年 11 月至 2017 年 8 月, 於合歡山區架設紅外線自動相機進行哺乳動物活動模式與動物相監測, 期間記錄 5 目 9 科 15 種哺乳類, 其中拍得有效照片張數較多的物種有台灣高山田鼠 (*Microtus kikuchii*, OI=1.729)、台灣森鼠 (*Apodemus semotus*, OI=0.910)、山羌 (*Muntiacus reevesi micrurus*, OI=0.713)、長吻松鼠 (*Dremomys pernyi owstoni*, OI=0.508)、高山白腹鼠 (*Niviventer culturatus*, OI=0.276) 及黃鼠狼 (*Mustela sibirica taivana*, OI=0.210); 對上述物種進行棲地類型、季節、日週期活動模式分析發現, 長吻松鼠與山羌主要活動於針葉林中; 而季節間之活動量以長吻松鼠、台灣森鼠及山羌具顯著差異; 日週期部分, 長吻松鼠與山羌主要於日間活動, 台灣高山田鼠、台灣森鼠主要於夜間活動, 高山白腹鼠則完全於夜間活動。此外, 近年山羌等物種數量有增加趨勢, 可作為後續定期進行監測之哺乳動物指標物種, 以了解其族群動態變化情形。扣除自動相機不易偵測的翼手目類群, 綜觀合歡山及鄰近地區海拔 3,000 m 以上曾記錄的哺乳動物有 5 目 9 科 18 種。後續若欲進行哺乳動物相通盤調查, 仍須透過其他調查方法進行輔助。

關鍵詞: 關鍵字: 出現指數、棲地類型、日週期、季節、活動模式、哺乳動物相

Using infrared camera traps to survey activity patterns of mammals in the Hehuan Mountain area

Cheng-Te Yao, Hung-Ju Lin, Shu-Ping Chang, Mu-Chun Yao, Ya-Wen Hsu and Chien-Wei Tseng *

Endemic Species Research Institute, Jiji, Nantou, Taiwan

* Corresponding author: strixallnight@gmail.com

Received: October 22, 2018; Accepted: May 15, 2019

Abstract

We used infrared camera traps to investigate mammalian activity patterns and community in the Hehuan Mountain area from November 2015 to August 2017. During the study period, we recorded five orders, nine families, and 15 species of mammals. Six species had a relatively high detection rate: Taiwan vole (*Microtus kikuchii*)(OI=1.729), Formosan field mouse (*Apodemus semotus*)(OI=0.910), Formosan Reeve's muntjac (*Muntiacus reevesi micrurus*)(OI=0.713), long-nosed squirrel (*Dremomys pernyi*)(OI=0.508), Formosan white-bellied rat (*Niviventer culturatus*)(OI=0.276), and Formosan weasel (*Mustela sibirica*)(OI=0.210). The results of our analyses of habitat type and seasonal and daily activity patterns showed that Formosan Reeve's muntjac and long-nosed squirrel mainly appeared in coniferous forest. There were differences in the seasonal activity patterns of long-nosed squirrel, Formosan field mouse, and Formosan Reeve's muntjac. Long-nosed squirrel and Formosan Reeve's muntjac were more active during the day, while Taiwan vole and Formosan field mouse were more active at night, and Formosan white-bellied rat was completely nocturnal. The detecting rate of some species (e.g., Formosan Reeve's muntjac) was increasing in recent years in the Hehuan mountain area. Our survey of the region up to 3,000 m in the Hehuan Mountain area had recorded five orders, nine families, and 18 species of mammals, except for Chiroptera species which are not detected by infrared camera trap.

Key words: occurrence index, habitat type, seasonal, daily, activity pattern, mammal fauna

緒言

台灣位處於亞熱帶地區，國內超過 3,000 m 以上的高山有 200 多座，使得台灣高山地區涵蓋溫帶及亞熱帶氣候。合歡山山系為中央山脈中段之一，位於太魯閣國家公園境內，主要由合歡山主峰 (3,417 m)、合歡山東峰 (3,421 m)、合歡尖山 (3,217 m)、石門山 (3,237 m)、北合歡山 (3,422 m)、西合歡山 (3,145 m) 等群峰組合而成。根據中央氣象局資料顯示，2015 年至 2017 年合歡山年均溫約 6.3 °C，年雨量約 4,178 mm，全年氣候潮濕，冬季有時會降雪，在此得天獨厚的環境下，造就了獨特的高山生態系。

物種之棲地選擇具有其限制因子，例如食物資源的競爭或天敵壓力，此類因子可能受時間或空間之影響 (Goulart *et al.* 2009; Kelly and Holub 2008; Potvin *et al.* 2000)，並具有不同尺度上的差異，例如季節與日週期 (Rettie and Messier 2000)。自動相機這類被動調查工具，也成為分析不同時空尺度棲地選擇的工具之一 (Goulart *et al.* 2009; Kelly and Holub 2008)。

利用自動相機調查當地野生動物相，具有節省人力、時間成本、資料規格標準化及有較高機率偵測習性較隱密物種等優 (Bondi *et al.* 2010; 裴 2005)，裴 (2000) 於合歡山區透

過自動相機記錄 14 種哺乳類，建立合歡山區之哺乳動物相之基礎資料。行政院農業委員會特有生物研究保育中心（後簡稱特生中心）於合歡山小風口設有高海拔試驗站，可就近進行合歡山當地之生態資料蒐集。

扣除不易以自動相機偵測之翼手目類群，前人研究資料顯示合歡山含鄰近地區（以合歡山主峰、東峰、北峰、石門山、及大禹嶺等地區）哺乳動物至少有 5 目 8 科 15 種（裴 2000；吳等 2004）（表 1）；裴（2000）的研究中僅台灣獼猴、鼬獾、山羌、台灣野山羊四種廣布種同時出現在高海拔與低海拔樣區，顯示了物種在不同海拔的分布差異；吳等（2004）的研究範圍則包含太魯閣中高海拔山區，並發現黃喉貂與鼬獾的數量較以前（裴 2000；陳等 1996；陳等 1997）增加，分布亦更廣，偶蹄目則相對稀少。

合歡山區多屬於中高海拔範圍，海拔跨幅甚大，自 2,300 m 的翠峰地區直至標高 3,422 m 的合歡北峰，除了缺乏部分侷限分布於低海拔及平原地區之物種外，幾乎涵蓋所有台灣現生之陸域哺乳動物物種。合歡山區之哺乳動物種類以翼手目及齧齒目占種類大多數，其中如黃胸管鼻蝠 (*Murina bicolor*) 更是長年於合歡山區之人工坑道度冬（鄭等 2013）；台灣高山田鼠為合歡山地區數量最多的齧齒目（裴 2000），主要活動於箭竹草原與森林邊緣（鄭等 2013）。台灣獼猴在合歡山地區則主要活動於森林，偶爾亦出現在農墾地與果園（鄭等 2013）。合歡山及鄰近地區有紀錄之食肉目種類包括黃鼠狼 (*Mustela sibirica*)、黃喉貂 (*Martes flavigula chrysospila*)、鼬獾 (*Melogale moschata subaurantiaca*)、白鼻心 (*Paguma larvata tavivana*) 及台灣小黃鼠狼 (*Mustela nivalis*) 等，其中習性隱密、數量稀少的台灣

小黃鼠狼，可說是合歡山區最難以捉摸的食肉目動物。台灣小黃鼠狼最早的紀錄即來自合歡山區（林 1999），然而目前對於其生態習性尚有許多未解之處。黃鼠狼則相對普遍，馬（1990）發現高山草原為其主要棲地，且在步道附近活動頻繁。黃喉貂在裴（2000）的研究中，無論合歡山或鄰近較低海拔的樣區，皆沒有記錄到；吳等（2004）於研究範圍雖未目擊黃喉貂，然而發現不少排遺，因此推測前人研究並未有黃喉貂紀錄可能原因包括：黃喉貂排遺不易辨識，或者黃喉貂可能於近年才拓展分布至合歡山區；鄭等（2013）雖有記錄到黃喉貂，然而其研究樣區屬於包含中低海拔的泛合歡山區，因此黃喉貂近年來在合歡山地區的存在狀況與是否已建立穩定族群，值得深入探究。

鑑於上述，本研究欲使用自動相機於合歡山地區進行哺乳類資料收集，以期對此地區之物種族群動態有更確切的掌握，特別是黃喉貂等高階掠食者在合歡山高海拔地區的出現情形？族群量是否增加？同時藉由架設地點的規劃，進一步分析哺乳動物的棲地使用、日週期之活動模式及活動量的季節性差異。

表 1、本研究及文獻紀錄於合歡山區發現之哺乳動物名錄 (扣除不易以自動相機偵測之翼手目類群)
 Table 1. The mammal list of the Hehuan mountain area from this study and additional literature review

Order	Family	Species	Chinese name	Reference		E ^a	CI ^b	
				This study	吳等 2004			
		OI value		This study		裴 2000		
Rodentia	Sciuridae	<i>Dremomys pernyi owstoni</i>	長吻松鼠	V	V	0.508	1.34	ESS
		<i>Petaurista alborufus lena</i>	白面鼯鼠	V	V	0.175	0.40	ESS
		<i>Tamiops maritimus formosanus</i>	條紋松鼠	V	V	0.013	0.27	ESS
	Muridae	<i>Apodemus semotus</i>	台灣森鼠	V	V	0.910	0.40	ES
		<i>Niviventer culturatus</i>	高山白腹鼠	V	V	0.276	8.41	ES
Soricomorpha	Cricetidae	<i>Eothenomys melanogaster</i>	黑腹絨鼠	V	V	0.13		
		<i>Microtus kikuchii</i>	台灣高山田鼠	V	V	1.729	11.08	ES
	Soricidae	<i>Anourosorex yamashinai</i>	台灣短尾鼯	V		0.026		ES
		<i>Episoriculus fumidus</i>	台灣長尾鼯	V	V	3.20		ES
		<i>Muntiacus reevesi icturus</i>	山羌	V	V	0.713	0.27	ESS
Artiodactyla	Cervidae	<i>Rusa unicolor swinhoei</i>	台灣水鹿	V	V	0.079	0.13	ESS
		<i>Capricornis swinhoei</i>	台灣野山羊	V	V	0.079	0.27	ES
	Bovidae	<i>Sus scrofa taivanus</i>	台灣野豬	V		0.044		ESS
		<i>Mustela sibirica taivana</i>	黃鼠狼	V	V	0.210	0.80	ESS
		<i>Martes flavigula chrysoipila</i>	黃喉貂	V	V	0.092		ESS
Carnivora	Suidae	<i>Melogale moschata subaurantiaca</i>	鼬獾	V	V	0.039	0.13	ESS
		<i>Mustela nivalis formosana</i>	台灣小黃鼠狼	V		0.004		ESS
	Mustelidae	<i>Macaca cyclopis</i>	台灣獼猴	V	V	0.088	0.27	ES

^aE 表示特有性 (Endemism), ES 表示特有種 (Endemic Species), ESS 表示特有亞種 (Endemic Subspecies)。

E means Endemism, ES means Endemic Species, ESS means Endemic Subspecies.

^bCI 表示保育等級 (Conservation level)

CI means Conservation level

材料與方法

一、調查區域

本研究之紅外線自動相機架設位置主要包含三個區域－石門山北峰沿線、合歡北峰沿線，以及特生中心高海拔試驗站小風口周圍。石門山北峰沿線，海拔介於 3,100 m-3,300 m，主要植被由玉山箭竹 (*Yushania niitakayamensis*)、玉山圓柏 (*Juniperus squamata*)、龍柏 (*J. chinensis*)、刺柏 (*J. formosana*)、玉山杜鵑 (*Rhododendron pseudochrysanthum*) 等植物組成，樣區內玉山箭竹覆蓋度超過 75%；合歡北峰沿線，海拔約介於 2,900 m-3,300 m 之間，主要為玉山箭竹、刺柏及台灣高山杜鵑 (*R. rubropilosum*) 之灌叢為主，周邊小面積森林則主要為台灣二葉松 (*Pinus taiwanensis*)，台灣池周邊則以台灣冷杉林 (*Abies kawakamii*) 為主；特生中心高海拔試驗站周圍地區，海拔介於 2,900 m-3,100 m，主要植物為刺柏、台灣冷杉、台灣二葉松、台灣鐵杉 (*Tsuga chinensis*)、苗栗冬青 (*Ilex bitoritensis*)、台灣小檗 (*Berberis kawakamii*)、樺葉莢蕨 (*Viburnum betulifolium*)、玉山

杜鵑、台灣高山杜鵑、台灣稠李 (*Prunus obtusata*)、變大花楸 (*Sorbus randaiensis*)、台灣茶藨子 (*Ribes formosanum*) 及厚葉柃木 (*Eurya glaberrima*) 等 (楊 2011)。

二、調查方法

本研究共架設 16 台被動式紅外線自動相機，其中針葉林棲地架設 7 台，箭竹草原棲地架設 9 台，任兩台相機最少距離 40 m (圖 1)。由於同品牌相機數量不足，因此相機配置包含 5 台 Bushnell Essential E2、8 台 Keep Guard 760 及 3 台 Reconyx HC500；裝置 32G 記憶卡，可以拍攝超過 10,000 張照片或 4 小時的影片，連續工作時間可達半年以上，架設區域主要以有獸徑或是動物排遺的樣點為主。研究人員以月為週期更換記憶卡並檢視相機狀況，並依相機狀況更換電池或進行檢修。Keep Guard 相機設定為錄影模式，錄製 10 秒間隔 10 秒；Bushnell 相機設定為混和模式，先連拍 2 張再錄製 10 秒影片，間隔 10 秒；Reconyx 相機僅能拍照，設定拍攝模式為一次連拍 3 張，間隔 1 分鐘。因在合歡山區溫度較低，為了減少環境溫差造成盲拍情形，自動相機之感應敏感度均調至中等 (medium)。

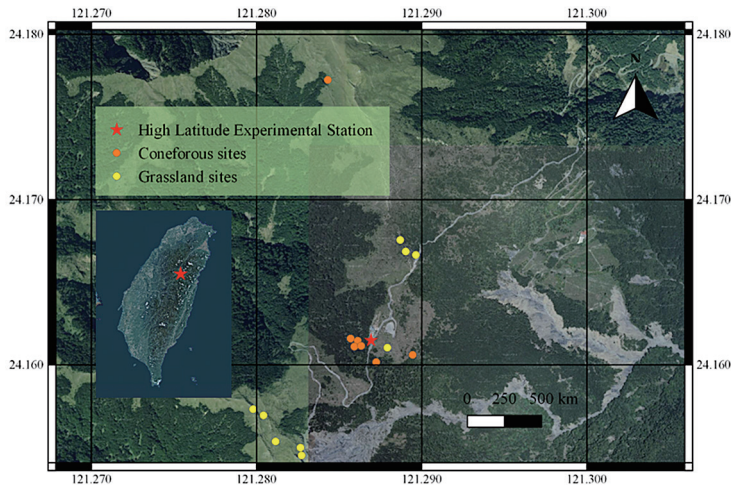


圖 1、本研究於合歡山自動相機架設位置圖。

Figure 1. The locations of infrared camera traps of this study

三、資料分析

採用出現頻率 OI 值 (Occurrence Index) 做為評估野生動物相對豐富度的基準 (裴 2000)，出現頻率 OI 值為：根據自動相機資料計算各種動物在各個樣點出現的次數，計算方式為：

(某目標物種在該樣點的有效照片數量 / 該樣點的相機總工作時數) * 1,000

即 1,000 小時內動物在相同地點出現的次數 (若單張照片上有 1 隻動物，則記為 1 隻次；若有 2 隻動物，則記為 2 隻次)；如果單一物種在相機前連續徘徊，僅記錄為一筆資料，如同一物種在間隔 1 小時後再出現，則予以記錄。相機有效照片定義為：能成功判讀物種的照片，照片間隔需在 1 小時以上。相機有效工作時數定義為：相機架設開機後測試照最後一張至最後一張所拍攝的有效照片之間的工作時數 (盡可能減去人為影響因素)，計算單位以小時為主，如果相機中途故障則不予以計算。

考慮到樣本數，僅選擇有效照片張數達 40 張以上的物種，透過自動相機拍攝成果進行不同棲地類型、不同時間尺度之分析與討論。首先，欲比較物種在針葉林與箭竹草原兩種棲地類型的出現頻率，先各別計算每台相機的 OI 值，再以 Mann-Whitney U 檢定來檢視其差異性。欲進一步探討物種於季節及日週期的活動模式，則參考裴 (2005) 採用活動量為單位，其計算方式為：

某時段活動量 = (該物種於某時段之有效照片數 / 該物種全部有效照片數) * 100%

季節的劃分根據中央氣象局對四季的定義，以 3-5 月為春季，並以此類推。由於計算活動量的前提是各時段長度一致，然而本研究各相機四季的有效工作日數未必相同，因此計算時先將單一相機單季節有效照片數除

以該季節有效工作日數，即可將時間一致化，再按照前述公式計算每台相機的季節活動量平均值。有效工作日數的定義為：相機正常拍攝的日子。若某台相機完全沒拍攝到某物種，或僅在單一季節拍攝到，則該台相機不列入該物種的活動量分析，以避免過度拉抬單一季節的活動量。物種之季節活動量採用 Kruskal-Wallis 檢定進行分析，若有顯著性則進行 Dunn 事後檢定。

由於各季節日出日落時間的差異，日週期活動量的比較上，先剔除 5-7 時、17-19 時這些包含日出日落的區間，並將 7-17 時定義為日間、19 時至隔日 5 時定義為夜間，分別計算單一相機在這兩個時段的有效照片數，並進一步計算日夜活動量，再以 Mann-Whitney U 檢定來檢視各相機日間與夜間活動量的差異性，了解該物種是否偏好於日間或夜間活動；若單一相機沒有在分析時段內拍到該物種，則不納入分析。

以上統計方式之顯著標準均訂為 $p < 0.05$ ，使用 SPSS 19 進行統計分析。

結果與討論

一、自動相機拍攝成果

拍攝期間為自 2015 年 11 月 5 日至 2017 年 8 月 31 日，共計拍攝時數達 228,474 小時，可辨識物種之有效照片張數為 1,197 張。共記錄 5 目 9 科 15 種哺乳類，其中包括短尾鼬 (*Anourosorex yamashinai*) 等 6 種台灣特種，及長吻松鼠 (*Dremomys pernyi owstoni*) 等 9 種台灣特有亞種；保育類部分則有台灣野山羊 (*Capricornis swinhoei*)、黃喉貂、台灣小黃鼠狼等 3 種其他應予保育類野生動物 (表 1)。

二、各物種結果描述

有效拍攝照片張數超過 40 張，用於

分析的物種，包括台灣高山田鼠 (*Microtus kikuchii*) (437 張)、台灣森鼠 (*Apodemus semotus*) (214 張)、山羌 (*Muntiacus reevesi micrurus*) (172 張)、長吻松鼠 (126 張)、高山白腹鼠 (*Niviventer culturatus*) (63 張) 及黃鼠狼 (48 張)。

(一) 嚙齒目

本研究中 OI 值相對較高的嚙齒目包括台灣高山田鼠 (OI=1.729)、台灣森鼠 (OI=0.910)、長吻松鼠 (OI=0.508) 及高山白腹鼠 (OI=0.276) (表 1)。在針葉林與箭竹草原之 OI 值比較中，於針葉林環境之 OI 值較高種類包括長吻松鼠、台灣森鼠及高山白腹鼠，其中長吻松鼠之 OI 值達到顯著差異 ($p=0.027$) (表 2)；台灣高山田鼠則於箭竹草原環境之 OI 值較高，但未達顯著差異 (表 2)，顯示長吻松鼠較偏好出沒於針葉林環境。

各季節活動量分析中，僅長吻松鼠、台灣森鼠在 Kruskal-Wallis 檢定中具顯著差異，其中長吻松鼠在春夏季活動量顯著較高，有關長吻松鼠生殖季的資料較少，根據李等 (2003) 的研究，處於繁殖狀態的個體皆捕獲於 2 到 9 月，因此推測春夏季是長吻松鼠的生殖季，可能間接使得其活動量較其他季節來的高；台灣森鼠的活動量則在秋季達高峰 (表 3)，台灣森鼠的生殖季亦有春、秋兩個高峰 (黃 1986)；此外，台灣高山田鼠的季節活動量雖未達顯著差異，然其值位於顯著邊緣 ($p=0.059$, 表 3)，以夏、秋兩季較高，根據前人研究，台灣高山田鼠集中於 4~10 月間繁殖，族群於夏、秋兩季密度較高 (呂 1991)。

日週期活動量的比較中，四種嚙齒目皆在 Mann-Whitney U 檢定中達顯著差異 (表 4)；其中長吻松鼠以日間活動為主，台灣森鼠、高山白腹鼠及台灣高山田鼠皆以夜間活動為主，其中台灣高山田鼠及台灣森鼠偶爾也在日間活動 (表 4) (圖 2)。

本研究中，有紀錄但 OI 值相對較低的嚙齒目包括松鼠科的白面鼯鼠 (*Petaurista alborufus*) (OI=0.175) 及條紋松鼠 (*Tamiops maritimus*) (OI=0.013) (表 1)；此兩種松鼠科物種皆以樹棲性為主，較難被架設接近地面的自動相機偵測到，因此出現頻度有被低估的可能。

(二) 鼬形目

透過自動相機影像大多難以辨識鼬形目種類，本研究中僅有少數照片可明確辨識為台灣短尾鼬 (OI=0.026) (表 1)。先前合歡山與周邊中海拔如瑞岩等地區之鼬形目紀錄除了短尾鼬外，另包括同為尖鼠科的台灣長尾鼬 (*Episoriculus fumidus*)、細尾長尾鼬 (*Chodsigoa sodalis*) 及鼯鼠科的鹿野氏鼯鼠 (*Mogera kanoana*)，其中以台灣長尾鼬較為普遍 (鄭等 2013)。鼬形目由於體型小及大多於夜間活動等因素，使得自動相機較難以捕捉到清晰的影像，因此若欲進行鼬形目調查，建議可使用薛門式陷阱捕捉，來提升調查效率。

(三) 偶蹄目

1. 山羌

先前吳等 (2004) 在合歡山區以徒步進行目視遇測法並未目擊到山羌及其足跡、排遺等，本研究雖有記錄到山羌，且 OI 值 (0.713) 較裴 (2000) 之 OI 值 (0.27) 高，然而間隔十多年，所使用的相機偵測率應有所提升，並不宜直接比較；近年在玉山國家公園玉山地區山羌族群量有增加且向更高海拔地區擴展的現象 (姜等 2011)，合歡山地區較高海拔地區山羌族群是否也有類似的增加趨勢，尚須更多佐證資料加以探究。

山羌於針葉林環境的 OI 值顯著較箭竹草原來的高 ($p=0.004$, 表 2)，顯示山羌主要活動於針葉林中，僅偶爾至箭竹草原。季節活動高峰出現於夏季，而冬季最低，季節間

表 2、2015 年 11 月至 2017 年 8 月不同哺乳類物種於合歡山針葉林與箭竹草原物種 OI 值比較

Table 2. Statistical analysis of OI of mammalian species comparing coniferous and grassland habitats in the Hehuan Mountain area from November 2015 to August 2017

Species	Chinese name	Coniferous		Grassland		Mann-Whitney U	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
		N	Average OI	N	Average OI			
<i>Dremomys pernyi owstoni</i>	長吻松鼠	7	1.03 ± 1.55	9	0.04 ± 0.07	12	-2.205	0.027*
<i>Apodemus semotus</i>	台灣森鼠	7	1.17 ± 1.55	9	0.69 ± 0.84	28	-0.373	0.709
<i>Niviventer culturatus</i>	高山白腹鼠	7	0.38 ± 0.55	9	0.19 ± 0.29	27	-0.497	0.619
<i>Microtus kikuchii</i>	台灣高山田鼠	7	1.09 ± 1.59	9	2.27 ± 2.85	25	-0.688	0.491
<i>Muntiacus reevesi micrurus</i>	山羌	7	1.42 ± 1.64	9	0.13 ± 0.21	5	-2.847	0.004*
<i>Mustela sibirica taivana</i>	黃鼠狼	7	0.24 ± 0.21	9	0.20 ± 0.24	28	-0.372	0.710

* 在 5% 顯著水準下具顯著差異。

* Significant at 5% level.

表 3、2015 年 11 月至 2017 年 8 月不同哺乳類物種於合歡山之季節活動量比較

Table 3. Statistical analysis of the activity ratio of mammalian species within each season in the Hehuan Mountain area from November 2015 to August 2017

Species	Chinese name	Number of cameras	Average Activity				Kruskal-Wallis H	Asymp. Sig. (2-tailed)
			Spring	Summer	Autumn	Winter		
<i>Dremomys pernyi owstoni</i>	長吻松鼠	n = 8	0.375 ± 0.295a	0.412 ± 0.112a	0.177 ± 0.219b	0.036 ± 0.046b	9.974	0.019*
<i>Apodemus semotus</i>	台灣森鼠	n = 12	0.166 ± 0.160a	0.144 ± 0.164a	0.542 ± 0.195b	0.148 ± 0.143a	17.729	0.001*
<i>Niviventer culturatus</i>	高山白腹鼠	n = 9	0.194 ± 0.314	0.305 ± 0.165	0.153 ± 0.184	0.348 ± 0.353	2.662	0.447
<i>Microtus kikuchii</i>	台灣高山田鼠	n = 15	0.196 ± 0.198	0.326 ± 0.215	0.351 ± 0.260	0.128 ± 0.134	7.440	0.059
<i>Muntiacus reevesi micrurus</i>	山羌	n = 11	0.132 ± 0.139a	0.517 ± 0.226b	0.182 ± 0.249a	0.169 ± 0.210a	9.810	0.020*
<i>Mustela sibirica taivana</i>	黃鼠狼	n = 12	0.139 ± 0.194	0.202 ± 0.263	0.411 ± 0.308	0.248 ± 0.248	3.361	0.339

* 在 5% 顯著水準下具顯著差異。

* Significant at 5% level.

表 4、2015 年 11 月至 2017 年 8 月不同哺乳類物種於合歡山之日期活動量比較

Table 4. Statistical analysis of the activity ratio of mammalian species comparing daytime and nighttime in the Hehuan Mountain area from November 2015 to August 2017.

Species	Chinese name	Daytime		Nighttime		Mann-Whitney U	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
		N	Average Activity	N	Average Activity			
<i>Dremomys pernyi owstoni</i>	長吻松鼠	7	100.0	7	0.0	0.000	-3.606	<0.001*
<i>Apodemus semotus</i>	台灣森鼠	11	1.299 ± 4.307	11	98.701 ± 4.307	0.000	-4.404	<0.001*
<i>Niviventer culturatus</i>	高山白腹鼠	9	0.0	9	100.0	0.000	-4.123	<0.001*
<i>Microtus kikuchii</i>	台灣高山田鼠	15	7.258 ± 12.192	15	92.742 ± 12.192	0.000	-4.796	<0.001*
<i>Muntiacus reevesi micrurus</i>	山羌	11	58.826 ± 36.072	11	41.174 ± 36.072	41.000	-1.296	0.195
<i>Mustela sibirica taivana</i>	黃鼠狼	13	42.265 ± 44.997	13	57.735 ± 44.997	64.000	-1.097	0.273

* 在 5% 顯著水準下具顯著差異。

*Significant at 5% level.

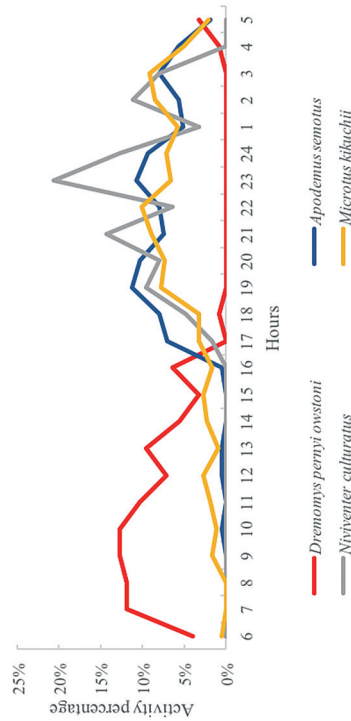


圖 2、2015 年 11 月至 2017 年 8 月於合歡山之四種嚙齒目活動量日週期變化圖。

Figure 2. Activity percentage of four Rodentia species over a 24-hour period in the Hehuan Mountain area from November 2015 to August 2017.

差異具顯著性 ($p=0.02$, 表 3)。大雪山 230 林道及太麻里地區之山羌同樣於夏季有一活動高峰, 但其他季節活動情形較不一致 (蘇等 2008; 劉 2014); 推測冬季時合歡山區氣候條件較嚴苛, 使得山羌可能離開合歡山區往較低海拔地區移動。

日週期活動量部分, 各時段均有活動情形, 並於傍晚 18 點為活動最高峰, 最低點則落於凌晨 3 點 (圖 3), 日週期活動量則不具顯著差異 ($p=0.195$, 表 4)。台灣其他地區之山羌日週期活動高峰主要落在晨昏時段 (裴與姜 2004; 蘇等 2008; 姜等 2011; 劉 2014), 黃昏的高峰與本研究可相對照, 然而本研究之山羌於清晨並未有活動高峰顯現, 推測可能因合歡山區海拔較高、清晨溫度相對較低, 進而影響山羌活動意願。

2. 其他偶蹄目

除了山羌外, 本研究另有記錄到台灣野山羊 (OI=0.079) 及台灣野豬 (*Sus scrofa*) (OI=0.044)(表 1), 但 OI 值相對較低。裴 (2000)

於合歡山區同樣僅記錄到零星的台灣野山羊出沒, 而吳等 (2004) 則並未記錄到台灣野山羊蹤跡。台灣野豬主要分布在台灣 3,000 m 以下山區 (祁 2008), 3,000 m 以上高山地區偶有記錄 (林與吳 2010), 裴 (2000) 與吳等 (2004) 先前在合歡山區均未記錄到台灣野豬的蹤跡。綜合上述, 合歡山區並非台灣野山羊及台灣野豬穩定出沒的地區, 僅有零星個體在此活動。

太魯閣國家公園之高海拔山區, 於奇萊山區及南湖山區均有穩定的台灣水鹿 (*Rusa unicolor*) 族群 (吳等 2004), 然而合歡山區的台灣水鹿紀錄卻尤如鳳毛麟角, 裴 (2000) 曾有一筆自動相機影像紀錄, 此外吳等 (2004)、鄭等 (2013) 及本研究均無台灣水鹿紀錄; 近期於大禹嶺附近開始有零星目擊紀錄 (姚正得未發表資料), 有機會逐漸擴散至合歡山區; 台灣水鹿具有啃食樹皮習性, 日後水鹿若在合歡山區建立穩定族群, 對於當地生態造成的影響值得關注。

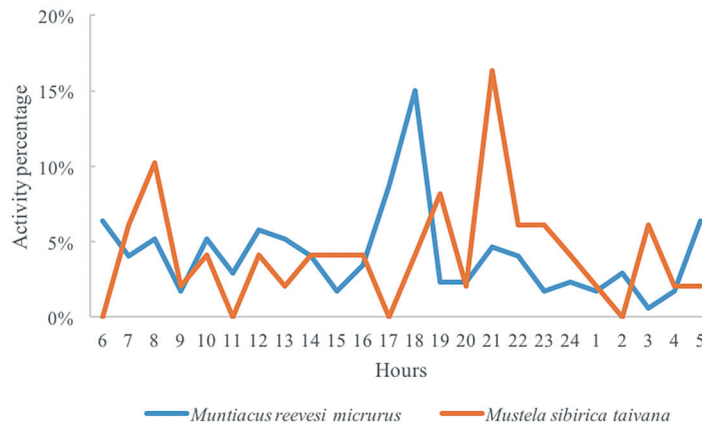


圖 3、2015 年 11 月至 2017 年 8 月於合歡山之山羌與黃鼠狼日週期活動量變化圖。

Figure 3. Activity percentage of Formosan Reeve's muntjac (*Muntiacus reevesi micrurus*) and Formosan weasel (*Mustela sibirica taivana*) over a 24-hour period in the Hehuan Mountain area from November 2015 to August 2017.

(四) 食肉目

1. 黃鼠狼

黃鼠狼是合歡山區的食肉目中，最常被自動相機拍攝到的物種，在本研究中之 OI 值為 0.210(表 1)。黃鼠狼在兩種棲地環境之 OI 值不具顯著差異 ($p=0.71$, 表 2)。馬 (1990) 研究發現黃鼠狼於夏、秋兩季活動較為頻繁，並與小型哺乳類族群成正相關，本研究黃鼠狼之季節活動量則無顯著差異 ($p=0.339$, 表 3)，由於本研究中齧齒目僅長吻松鼠、台灣森鼠有季節活動量差異，出現率最高的台灣高山田鼠亦沒有季節差異，推測本研究黃鼠狼季節活動亦因小型獵物影響而不具差異性。黃鼠狼之日週期活動高峰落於夜間 21 點，若對照圖 2，則可見此時段同為齧齒目等小型獵物的主要活動高峰，次高峰則於上午 8 點，其餘時段之活動量均未超過 10%(圖 3)，在日週期活動量則未達到顯著差異 ($p=0.273$, 表 4)。姜等 (2013) 於塔塔加地區發現，黃鼠狼與黃喉貂之日週期活動模式有日夜區隔的現象，共域生存而較居弱勢的黃鼠狼，偏向夜間活動來減少與黃喉貂之間的衝突，本研究中並未發現這樣的現象，可能也與此區黃喉貂的豐富度 (OI=0.092) 較低有關 (表 1)。

2. 黃喉貂

在本研究中，黃喉貂之 OI 值 (OI=0.092) 雖不高，但在食肉目中仍僅次於黃鼠狼 (表 1)。裴 (2000) 於合歡山區利用自動相機調查哺乳動物相時，並未記錄到黃喉貂的身影；吳等 (2004) 以徒步進行目視遇測法搜尋哺乳動物排遺或痕跡進行調查，於合歡山區記錄到不少黃喉貂排遺。吳等 (2004) 推測前人研究並未有黃喉貂紀錄可能原因包括：黃喉貂排遺不易辨識及黃喉貂可能於近年才拓展分布至合歡山區。此外，為黃喉貂獵物之一的山羌，近年於合歡山區有族群增加趨勢，因

此黃喉貂族群亦可能受獵物豐富度增加而逐漸進駐合歡山區。黃喉貂為目前合歡山區體型最大的食肉目動物，其族群動態可反映其他生態階層之族群變化，具有做為合歡山區指標物種的潛力。

3. 他食肉目

鼬獾及台灣小黃鼠狼的 OI 值在本研究中均不高，分別為 0.039 及 0.004(表 1)。鼬獾屬於廣布各海拔的物種，在中低海拔地區皆有一定數量 (祁 2008; 吳等 2004)，高海拔山區之族群則相對零星 (姜等 2011)，過去於合歡山中高海拔地區也有鼬獾紀錄 (裴 2000; 吳等 2004)，與本研究結果類似。合歡山區為台灣小黃鼠狼之首次發現地，然而一直以來僅偶有零星紀錄 (林 1999)，相關研究也不多 (林 1999; 蘇 2002)，本研究僅有 1 筆影像紀錄，時間與地點為 2016 年 3 月 4 日上午於鄰近合歡北峰登山口之自動相機所記錄，該樣點環境屬於箭竹草原類型。

(五) 靈長目

台灣唯一的野生靈長類 - 台灣獼猴 (*Macaca cyclopis*)，從海平面到 3,000 m 以上山區皆有分布 (祁 2008)。吳等 (2004) 於合歡山區僅調查到零星的台灣獼猴活動，而本研究亦僅記錄到零星的台灣獼猴活動 (OI=0.088) (表 1)，主要於春、夏季活動於合歡山區，且記錄到的大多為單隻活動的個體，僅少數有拍攝到 2 隻以上個體活動。鄭等 (2013) 描述合歡山及鄰近地區時有猴群危害農作事件發生，推測高海拔地區之台灣獼猴食物較缺乏，因此猴群較有可能進入農作區覓食而造成危害；台灣獼猴已於 2019 年 1 月 9 日起調整為非保育類野生動物，因此台灣獼猴之族群動態宜持續關注，以提供相關單位做為經營管理之依據。

三、自動相機拍攝成效討論

自動相機設定為錄影模式，其優點為可對拍攝物種有較詳細的行為記錄，缺點是影片檔案較占記憶體空間，需比拍照模式更頻繁替換記憶卡，此外研究人員事後檢視影片亦會比照片花較多時間。拍照模式則有節省記憶體空間，檢視時間較短的優點，若欲較詳細記錄個體行為，亦可考慮將拍照模式設定為不間斷的連拍。綜合上述，設定為錄影與單純拍照模式並無絕對好壞，但憑研究者所需而定。

本研究中，對於嚙齒目與鼬形目等小型哺乳類之拍攝辨識成效較差，由於所使用自動相機從感應到進行拍攝之延遲時間從0.2~0.7秒(姜等 2013)，對於感應體積小且移動速度較快的拍攝對象較為遲鈍，且僅透過紅外線作為輔助光源較難拍攝到清晰的影像，若後續要提升小型哺乳類之辨識成效，可選擇感應速度快、且有閃光燈或其他光照度較佳之自動相機；若欲監測如白面鼯鼠等樹棲性物種，則須將自動相機架設於樹上進行拍攝。此外，自動相機不適合做為翼手目調查工具，進行翼手目調查宜使用網具(如豎琴網或霧網)及蝙蝠偵測器，效率較佳。

結論與建議

- 一、本研究共調查到5目9科15種哺乳類，其中包括短尾鼬等6種台灣特有种及長吻松鼠等9種台灣特有亞種；保育類部分則有台灣野山羊、黃喉貂及台灣小黃鼠狼等3種其他應予保育類。
- 二、對有效拍攝張數較多之物種進行棲地類型、季節與日週期活動模式分析，結果發現山羌與長吻松鼠主要活動於針葉林中；季節活動量中，長吻松鼠，台灣森

鼠的活動在秋季達高峰，山羌的活動高峰則在夏季；日週期活動量分析中，長吻松鼠主要於日間活動，台灣森鼠、高山白腹鼠及台灣高山田鼠則於夜間活動為主。

- 三、調查發現黃喉貂於近年逐漸進駐合歡山區，其獵物之一的山羌族群，在合歡山地區是否有增加，及兩者族群消長是否具有獵物天敵之相關性，宜透過持續監測獲知。對於此類中大型哺乳動物之族群動態，除了期望透過長期監測數據了解物種間之相關性外，亦可探討氣候變化、環境更迭及人為活動對於合歡山生態系影響為何。
- 四、透過自動相機能掌握大部分哺乳動物族群動態，然而若欲通盤監測所有哺乳動物，建議須調整自動相機拍攝模式以增加小型哺乳類辨識成功率，或是搭配使用薛門式陷阱進行捕捉；而翼手目則須使用網具及蝙蝠偵測器等進行調查。

引用文獻

- 祁偉廉。2008。台灣哺乳動物。遠見天下文化出版股份有限公司。臺北市。
- 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。
- 李宗鴻。2003。荷氏松鼠(*Dremomys pernyi*)之繁殖生物學研究。行政院國家科學委員會。

- 林良恭。1999。太魯閣國家公園台灣高山小黃鼠狼之分布與族群特性研究。太魯閣國家公園管理處。
- 林良恭、吳榮笙。2010。雪山地區高山生態系整合研究 - 哺乳類。雪霸國家公園管理處。
- 姜博仁、蔡世超、吳禎祺。2011。玉山地區中大型哺乳動物與生物多樣性之長期監測計畫。玉山國家公園管理處。
- 姜博仁、梁又仁、蔡世超、吳禎祺。2013。玉山國家公園共域性動物族群消長動態變化與監測模式建立 - 以黃鼠狼與黃喉貂為例。玉山國家公園管理處。
- 孫元勳、林惠珊。2010。雪山地區高山生態系整合研究 - 鳥類群聚與生態研究。雪霸國家公園管理處。
- 馬協群。1990。高山草原區華南鼬鼠 (*Mustela sibirica davidiana*) 之生態研究 - 食性、棲息地及族群之基本調查。國立台灣師範大學生物學研究所碩士論文。
- 陳擎霞、李玲玲、李培芬。1996。德基水庫集水區自然生態動植物種源調查計劃 (四) 合歡山地區生態種源庫之調查。德基水庫集水區管理委員會。
- 陳擎霞、李玲玲、李培芬。1997。德基水庫集水區自然生態動植物種源調查計劃 (五) 南湖地區生態種源庫之調查。德基水庫集水區管理委員會。
- 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。
- 楊國禎。2011。合歡山台灣冷杉林永久樣區地被植物組成與長期動態變化之研究。太魯閣國家公園管理處。
- 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、姜博仁。2004。大武山自然保留區和周邊地區雲豹及其他中大型哺乳動物之現況與保育研究 (三)。農業委員會林務局保育研究系列 92-02 號。
- 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。
- 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。
- 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。
- 蘇志峰。2002。玉山國家公園內台灣小黃鼠狼 (*Mustela formosana*) 之棲地環境及活動行為研究。玉山國家公園管理處。
- 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。
- Bondi, N. D., J. G. White, M. Stevens and R. Cooke. 2010. A comparison of the effectiveness of camera trapping and live trapping for sampling terrestrial small-mammal communities. *Wildlife Research* 37(6): 456-465.
- Goulart, F. V. B., N. C. Cáceres, M. E. Graipel, M. A. TortatodIvo, V. R. G. Jr and L. G. R. Oliveira-Santosa. 2009. Habitat selection by large mammals in a southern Brazilian Atlantic Forest. *Mammalian Biology* 74(3): 182-190.

- Kelly, M. J. and E. L. Holub. 2008. Camera trapping of carnivores: trap success among camera types and across species, and habitat selection by species, on Salt Pond Mountain, Giles County, Virginia. *Northeastern Naturalist* 15(2): 249–262.
- Potvin, F., L. Bélanger and K. Lowell. 2000. Marten habitat selection in a clearcut boreal landscape. *Conservation Biology* 14(3): 844-857.
- Rettie, W. J. and F. Messier. 2000. Hierarchical habitat selection by woodland caribou: its relationship to limiting factors. *Ecography* 23: 466-47