

# 自動照相機應用於中大型野生動物 族群監測之研究

內政部營建署雪霸國家公園管理處  
委託研究報告

中華民國九十三年十二月

(計畫年度—單位代碼—流水號)  
(三碼) (十碼) (三碼)  
093-301020500G-015

# 自動照相機應用於中大型野生動物 族群監測之研究

受委託者：屏東科技大學

研究主持人：黃美秀

協同主持人：裴家騏

研究助理：陳美汀、張星雯

梁又仁、孫敬閔

內政部營建署雪霸國家公園管理處  
委託研究報告

中華民國九十三年十二月

# 目次

表次	III
圖次	V
摘要	VII
英文摘要	IX
第一章 緒論	1
第一節 研究緣起	1
第二節 文獻回顧	2
第二章 研究目標與方法	5
第一節 研究目標	5
第二節 研究方法	6
第三章 結果與討論	9
第一節 結果	9
第二節 討論	24
第三節 建議	26
附錄一	33
附錄二	35
參考書目	37

## 表次

表 3-1 雪霸國家公園內次集水區第一區 (司馬限林道) 內自動相機樣點基本資料	12
表 3-2 雪霸國家公園內次集水區第一區 (司馬限林道) 自動相機的有效工作時、各物種照片數和出現指數 [ $OI = (\text{照片張數} / \text{工作小時}) \times 1,000$ ]	13
表 3-3 雪霸國家公園內次集水區第一區 (司馬限林道) 內各自動相機樣點所拍攝到的哺乳動物和雉科鳥類的有效工作時、各物種照片數和出現指數	14
表 3-4 雪霸國家公園次集水區第一區 (司馬限林道)、第二區 (觀霧大鹿林道東線)和第九區 (大雪山 200 林道三錐山支線) 內自動相機所拍攝的各種哺乳動物出現指數 [ $OI = (\text{照片張數} / \text{工作小時}) \times 1,000$ ]	27

## 圖次

圖 1-1 雪霸國家公園範圍及其分區計畫圖	2
圖 2-1 雪霸國家公園內次集水區之分區圖	5
圖 3-1 雪霸國家公園內次集水區第一區 (司馬限林道)內自動相機樣點分布圖	11
圖 3-2 雪霸國家公園內次集水區第一區 (司馬限林道) 內自動相機所拍攝到的台灣獼猴 (n = 53) 日活動模式	20
圖 3-3 雪霸國家公園內次集水區第一區 (司馬限林道) 內自動相機所拍攝到的刺鼠 (n = 501) 日活動模式	20
圖 3-4 雪霸國家公園內次集水區第一區 (司馬限林道) 內自動相機所拍攝到的鼬獾 (n = 107) 日活動模	21
圖 3-5 雪霸國家公園內次集水區第一區 (司馬限林道) 內自動相機所拍攝到的山羌 (n = 192) 日活動模式	21
圖 3-6 雪霸國家公園內次集水區第一區 (司馬限林道) 各海拔高範圍 (<1600m & > 1600m) 內，自動相機所拍攝到各種哺乳動物出現指數之比較	22
圖 3-7 雪霸國家公園內次集水區第一區 (司馬限林道) 內各種林相，自動相機所拍攝到各種哺乳動物出現指數之比較	23
圖 3-8 雪霸國家公園次集水區第一區、第二區和第九區內，台灣獼猴的相對數量分布圖	28
圖 3-9 雪霸國家公園次集水區第一區、第二區和第九區內，鼬獾的相對數量分布圖	29
圖 3-10 雪霸國家公園次集水區第一區、第二區和第九區內，食蟹獾的相對數量分布圖	30
圖 3-11 雪霸國家公園次集水區第一區、第二區和第九區內，野豬的相對數	

量分布圖 . . . . . 31

圖 3-12 雪霸國家公園次集水區第一區、第二區和第九區內，山羌的相對數

量分布圖 . . . . . 32

## 摘要

關鍵詞：雪霸國家公園、哺乳類動物、出現頻度、空間分佈、活動模式、自動照相機系統

### 一、研究緣起

任何自然生態的保護均應進行持續且全面性的生態系統經營與管理，而詳細且持續的生物族群資料，則為經營與管理之重要參考依據，其中野生動物族群的監測和分族群的分布現況及豐富程度（abundance）即為重要的資料。各物種在受保護區內分布現況及豐富程度的建立，除有助於確認區域內野生動物歧異度高的重要環境，並可了解各物種對棲息地的選擇性，或影響分布的環境因子，亦可進一步評估環境變遷對族群分布和數量之影響。

由於在地形地貌複雜的地方，行進困難，根據近年之研究，以自動照相設備進行森林野生動物之調查研究，或收集其活動及習性之資料，具備諸多優點。因此，自動照相設備之使用，不但將可協助吾人在野外，進行長期野生動物族群之監測，亦將有助於吾人進行生態系統之經營與管理。本研究乃藉自動照相技術，建立園區內中、大型哺乳動物資料庫，以及長期監測的可行性及效益評估。

### 二、研究方法

本研究利用 20 台自動照相設備進行資料收集。在每一選擇具代表性的植被型環境，放置自動照相設備一組（5-10 台），依穿越線之方式架設，間隔距離以海拔 100 公尺的變化梯度為原則，樣點的選擇則將儘量涵蓋不同的微環境條件。研究期間，每月一次至各樣點收集已拍攝完畢之底片卷、更換底片及照相機或紅外線感應器之電池。前述資料將提供各物種出現頻度和相對數量、各物種在次集水區內空間分布模式和各物種之日活動模式。

### 三、研究結果

2004年3月至12月期間，在雪霸國家公園內次集水區第一區（司馬限林道）陸續架設20台自動相機。總計19台有效工作相機，共進行了42,890.13個工作小時，拍攝1,099張有效照片，包括19種哺乳動物和9種鳥類，其中鼯鼠和蝙蝠尚未能辨認種類；若加入資料收集期間所目擊到的動物個體、排遺、痕跡和叫聲，則總共發現20種哺乳動物和12種鳥類。區內哺乳動物的照片資料較多的物種依次為刺鼠、山羌、鼬獾、和台灣獼猴；依據各小時照片數換算所得的日活動模式顯示，台灣獼猴呈現日行性的活動模式，刺鼠和鼬獾為夜行性動物，而山羌的活動則以晨昏時段為主。



## 英文摘要

Keywords : Shei-Pa National Park, mammals, frequency of occurrence, spatial distribution, daily activity, camera trapping

### **1. Introduction**

Effective protection of natural ecosystems requires long-term and large-scale monitoring of wildlife populations, including their distribution and abundance. The basic information is important not only for identifying critical locations with high wildlife diversities, and examining habitat selection and distribution patterns of animals, but also critical for evaluating the long-term effects of environmental changes on wildlife populations. The recent studies in difficult landscapes have shown that the use of auto-trigger camera device is very helpful in long-term data collection for wildlife population monitoring and management throughout large areas. Therefore, our study objective was to monitor the population and distribution patterns of larger mammals in the Shei-Pa National Park.

### **2. Study method**

We installed 20 auto-trigger cameras during March-December 2004 in the Shi-Ma-Shian sub-watershed of the Shei-Pa National Park. Cameras were set up along transect lines in the major vegetation types of our study areas with an interval of approximately 100 meters in elevation. We attempted to collect films and change batteries once per month during the study period. Data analyses were conducted according to (1) the frequency of occurrence and relative abundance for different species, (2) the spatial distribution pattern of species within the study area, and (3) the daily activity pattern for dominant species.

### **3. Results**

A total of 1,099 pictures were made during 42,890.13 camera working hours during the study period. These included 19 mammalian species and 9 avian species. Together with direct observation by researchers, 20 mammals, including unidentified shrews and bats, and 12 birds were recorded in the study.

*Niviventer coxingi*, *Muntiacus reevesi*, *Melogale moschat* and *Macaca cyclopis* were the most recorded species. *Niviventer coxingi* and *Melogale moschata* were nocturnal; *Macaca cyclopis* was diurnal, while *Muntiacus reevesi* was mainly crepuscular.

## 第一章 緒 論

### 第一節 研究緣起

雪霸國家公園座落於台灣中北部，橫跨新竹、苗栗及臺中三個縣；園區範圍東起羅葉尾山，西迄東洗水山，南至宇羅尾山，北抵境界山，總面積達 76,850 公頃，海拔範圍則由大安溪河谷的海拔 760 公尺至雪山主峰的 3886 公尺(圖 1-1)。雪霸國家公園內的野生動物資源豐富，根據目前的資料，園區內至少記錄有 32 種哺乳類、97 種鳥類、14 種爬行類、6 種兩棲類、16 種淡水魚與 89 種蝴蝶（雪霸國家公園全球資訊網，2003）。

任何自然生態的保護均應進行持續且全面性的生態系統經營與管理，而詳細且持續的生物族群資料則為經營與管理之重要參考依據；其中，野生動物族群的監測和分族群的分布現況及豐富程度（abundance）即為重要的資料。各物種在受保護區內分布現況及豐富程度的建立，除有助於確認區域內野生動物歧異度高的重要環境，並可了解各物種對棲息地的選擇性，或影響分布的環境因子，亦可進一步評估環境變遷對族群分布和數量之影響。

在台灣，現今許多較大型的哺乳動物多集中於在人為干擾較少的偏遠山區，雪霸國家公園便是一例。然而，這些地區大多地處地形崎嶇、地貌複雜、植被茂密、交通不便，因此野生動物之生態習性及族群之調查進行十分困難。若以目擊、耳聞、誘捕及搜尋痕跡（包括：巢穴、足跡、抓痕、掘痕、食痕、糞便和屍體）等直接或間接之觀察、或是捕捉標記的方式，來進行哺乳動物相關之研究，不僅耗時費力、適用之物種有限，也因為此方法學上的限制，調查結果在動物實際之數量和時空分佈的代表性上，常有所偏差（Moruzzi et al. 2002; Silveira et al. 2003）。

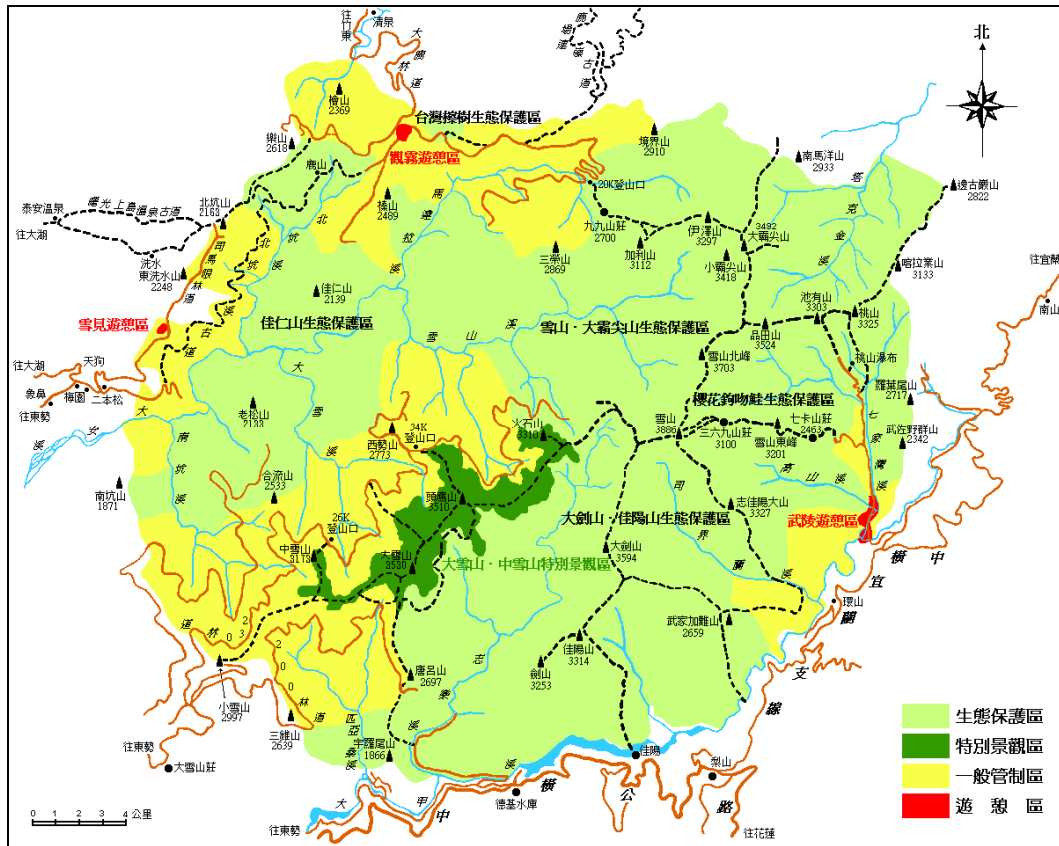


圖 1-1、雪霸國家公園範圍及其分區計畫圖（資料來源：雪霸國家公園全球資訊網）

## 第二節 文獻回顧

根據近年之研究，利用自動照相設備進行台灣森林野生動物之族群及活動習性之研究調查結果（林宗穎，1996；裴家騏，1993, 1994, 1997, 1998, 2000, 2001a, 2001b, 2001c, 2002a, 2003；裴家騏、姜博仁，2002；裴家騏、孫元勳，1997, 1998a, 1998b, 1999；裴家騏等，1997；Pei, 1995, 1999；McCullough et al., 2000；Suen *et al.*, 2002）顯示，此調查技術具有克服上述傳統調查方法限制的諸多優點。此法乃在不侵犯或干擾動物的情況下，（1）可確認物種之存在，

## 第一章緒論

及收集其棲息活動之位置和環境特徵資料，此資料可進一步反映出動物對棲地之選擇性；（2）可用來研究野生動物的活動及行爲模式；（3）可較有效地偵測到稀有或不易見到之物種，強化對瀕危物種之瞭解和保育；（4）可同時收集多種共域物種之相對數量資料，有利哺乳動物群聚之生態學之探討；（5）可結合自動照相機及地理資訊系統之技術，研究野生動物族群之時間及空間分布型式，增強對族群模擬監測的能力；（6）可在人員不易到達之研究地區，進行長期、連續的資料收集；（7）可較有效率地收集資料，因為調查所費之經費及人力較少；及（8）可增加資料間的均質性等。因此，自動照相技術之使用，不但將可協助吾人有效率地進行長期野生動物族群動態之監測，亦將有助於吾人進行生態系統之經營與管理。

根據資料，在雪霸國家公園內有記錄的較大型的哺乳動物計有：赤腹松鼠、長吻松鼠、小鼯鼠、大赤鼯鼠、白面鼯鼠、台灣獼猴、臺灣野兔、穿山甲、臺灣黑熊、黃喉貂、黃鼠狼、鼬獾、白鼻心、食蟹獾、石虎、山羌、水鹿、長鬃山羊和臺灣野豬等17種（雪霸國家公園全球資訊網，2003），至於麝香貓、水獺和雲豹等3種台灣本土的食肉目動物則尚沒有記錄。因此，本研究以自動照相設備為主要的研究調查工具，於雪霸國家公園司馬限林道地區進行中、大型野生動物的族群監測，以提供該地詳盡的動物習性和族群資料，助益國家公園進行長期之生態系統經營管理。



## 第二章 目標與方法

### 第一節 研究目標

為強化雪霸國家公園內較大型陸域哺乳動物之保育及經營管理，本研究為擬以自動照相技術，建立園區內中、大型哺乳動長期監測的可行性及效益的整合計畫中的一子計畫。該計畫擬以次集水區（三級河以上）為單位，將雪霸國家公園分成 12 個區域（圖 2-1）。本計畫乃針對其中的次集水區第一區（司馬限林道）進行調查。

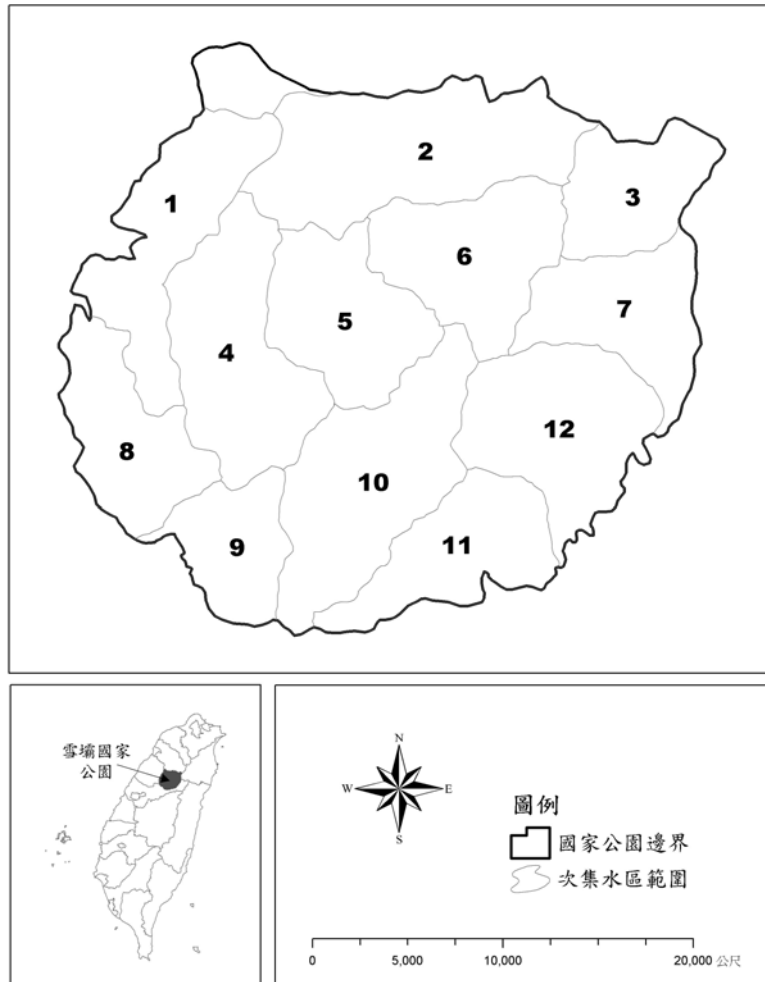


圖 2-1、雪霸國家公園內次集水區之分區圖

## 第二節 研究方法

本研究利用 20 台自動照相設備進行資料收集。在每一選擇具代表性的植被型環境，放置自動照相設備一組（5-10 台），依穿越線之方式架設，間隔距離以海拔 100 公尺的變化梯度為原則，樣點的選擇則將儘量涵蓋不同的微環境條件。樣點的挑選為遠離人為活動的小徑，並挑選獸徑交會點附近作為相機樣點，增加可能拍攝到動物的機會。受自動照相機操作原理的限制，相機必須設置於茂密的樹冠層底下，以降低相機因光照變化所造成的空拍機率。自動照相機之主要架設方式，乃將相機置於離地約 1.5 至 2 公尺的樹幹上，以約 45 度俯角架設。

所使用之自動照相設備係採用被動式紅外線感應系統，連接一台自動對焦照相機。研究期間，每月一次至各樣點收集已拍攝完畢之底片卷、更換底片及照相機或紅外線感應器之電池。這些照片經物種鑑定之後，提供分析該地區的出現動物的種類、相對數量，以及活動時間。

### 一、物種出現頻度、相對數量

物種在各區密度的高低，係以各小樣區中的自動照相設備在每 1,000 個工作小時中所拍得的個體數（或群體數）【=出現指數（Occurrence Index；OI；裴家騏等 1997）】來估計，其假設前提為：在族群數量越多的地區中，該物種在單位實踐內被自動照相設備拍攝到的機會也越高。群體 OI 值的計算僅適用於台灣獼猴（*Macaca cyclopis*），因其為明顯的群居性動物。每一個動物將再依照其在各小樣區中的出現指數（即 OI 值）大小，分別產生最可能的分布現況圖，以進一步探討環境對物種相對豐富度的影響。



### 二、物種之空間分布模式

物種分佈模式之建立將採用 Lai et al. (2003)之方法。該方法先以自動照相設備或捕捉法獲得動物在各樣點之出現頻度，再以多變數分析的方法分析出現頻度與各環境因子（例如：海拔高、坡度、坡向、全天空光域值）間之相關函數，並進一步利用所得之函數，結合 GIS 的環境資料庫，推測動物族群在各次集水區內之分布模式。

### 三、日活動模式

部份常見物種所獲得的自動照相資料較多，本研究因此將這些物種所獲得照片 ( $n > 50$ ) 的拍攝時間整理後，得到各個小時的出現指數 (= Hourly OI)，再以每小時的出現指數在一天 24 個小時的分佈來產生在各動物的日活動模式。以各小時的出現指數來架構動物的日活動模式，乃根據以下之假設：在自動照相機於一天中的每一時段的有效工作時數均相等的前提下，動物若在某一時段的活動（或移動）程度越高，則該時段中被自動照相機拍攝到的個體（或照片）數也會越多（裴家騏，1998）。同樣的，台灣獼猴則以猴群為分析其活動模式的單位。



## 第三章 結果與討論

### 第一節 結果

2004年3月至12月期間，我們陸續在雪霸國家公園內次集水區第一區(司馬限林道)架設20台自動相機(圖3-1)，各相機樣點的架設日期和架設位置的基本資料如表3-1所示。總計19台相機共進行了42,890.13個工作小時，共拍攝19種哺乳動物和9種鳥類，共1,099張有效照片，其中鼯鼠和蝙蝠尚未能辨認種類。

其中北坑駐在所上方附近的自動相機(SMB7)於第一次收集資料時便發現僅剩感應器與相機外殼，內部的相機則無法尋獲。由於在該現場架設相機的樹上，發現新鮮的台灣黑熊(*Selenarctos thibetanus formosanus*)爪痕，因此研判相機應為台灣黑熊所破壞。另外2台分別架設於雪見樣線，位於北坑溪古道下方的相機(SMA1)，以及北坑駐在所樣線上的相機(SMB9)，則分別於7月和5月收集資料時，發現相機被偷。由於樣區活動收集資料時，研究人員經常發現非雪見森林遊憩區施工的人員於司馬限林道上活動，甚至於北坑溪古道上亦可發現獵人所遺留的狩獵吊子和火堆餘燼，本研究建議相關單位加強人員進出該地區的管制或巡邏。

此外，自7月至9月，由於敏督利(7/2)、康伯斯(7/14)、蘭寧(8/10)、艾利(8/23)等颱風，短期間內相繼襲侵本島，造成樣區多處坍塌、林道受損嚴重，也影響至樣區的進行資料收集。

除了自動照相機所收集的資料之外，若加上資料收集期間所目擊到的動物個體、以及觀察的排遺、痕跡和叫聲等記錄，則共累計20種哺乳動物和12種鳥類。其中哺乳動物分別為台灣獼猴(*Macaca cyclopis*)、台灣野兔(*Lepus sinensis*)、赤腹松鼠(*Callosciurus erythraeus*)、長吻松鼠(*Dremomys pernyi owstoni*)、條紋松鼠(*Tamias maritimus*)、白面鼯鼠(*Petaurista lena*)、

自動相機應用於中大型野生動物族群監測之研究

高山白腹鼠(*Niviventer culturatus*)、刺鼠(*Niviventer coxingi*)、森鼠(*Apodemus semotus*)、台灣黑熊、黃鼠狼(*Mustela sibirica*)、鼬獾(*Melogale moschata*)、白鼻心(*Paguma larvata*)、食蟹獾(*Herpestes urva*)、穿山甲(*Manis pentadactyla*)、台灣野豬(*Sus scrofa*)、山羌(*Muntiacus reevesi*)和長鬃山羊(*Naemorhedus swinhoei*)；鳥類包括深山竹雞(*Arborophila crudigularis*)、竹雞(*Bambusicola thoracica*)、藍腹鵲(*Lophura swinhoii*)、帝雉(*Syrmaticus mikado*)、黃嘴角鴉(*Otus spilocephalus*)、松鴉(*Garrulus glandarius*)、竹鳥(*Garrulax caerulatus*)、藪鳥(*Liocichla steerii*)、紫嘯鶇(*Myiophoneus insularis*)、白尾鶇(*Cinclidium leucurum*)、虎鶇(*Zoothera dauma*)和白腹鶇(*Turdus pallidus*)；表 3-2)。各相機樣點的有效工作時、各物種有效照片數和出現指數，分別如表 3-3 所示。

將目前樣區內哺乳動物的累計照片資料較多的物種，如台灣獼猴、刺鼠、山羌和鼬獾，依據全日各時段內所拍得的照片數計算所獲得的日活動模式顯示，台灣獼猴呈現日行性的活動模式(圖 3-2)，刺鼠和鼬獾為夜行性動物(圖 3-3 和圖 3-4)，而山羌則是日夜均有活動的趨勢，但活動高峰分別出現於以晨、昏時段(圖 3-5)。

依據拍攝動物的出現海拔分布分析發現，除了森鼠、長吻松鼠和黃鼠狼的出現指數，以海拔較高的地區為較高之外，其餘物種則多出現於海拔較低的地區，尤其以刺鼠、鼬獾和食蟹獾較為明顯(圖 3-6)。而依據拍攝動物的出現的林相分析發現，除了台灣獼猴、食蟹獾、野豬和山羌，多數物種於天然林的出現指數最高(圖 3-7)。

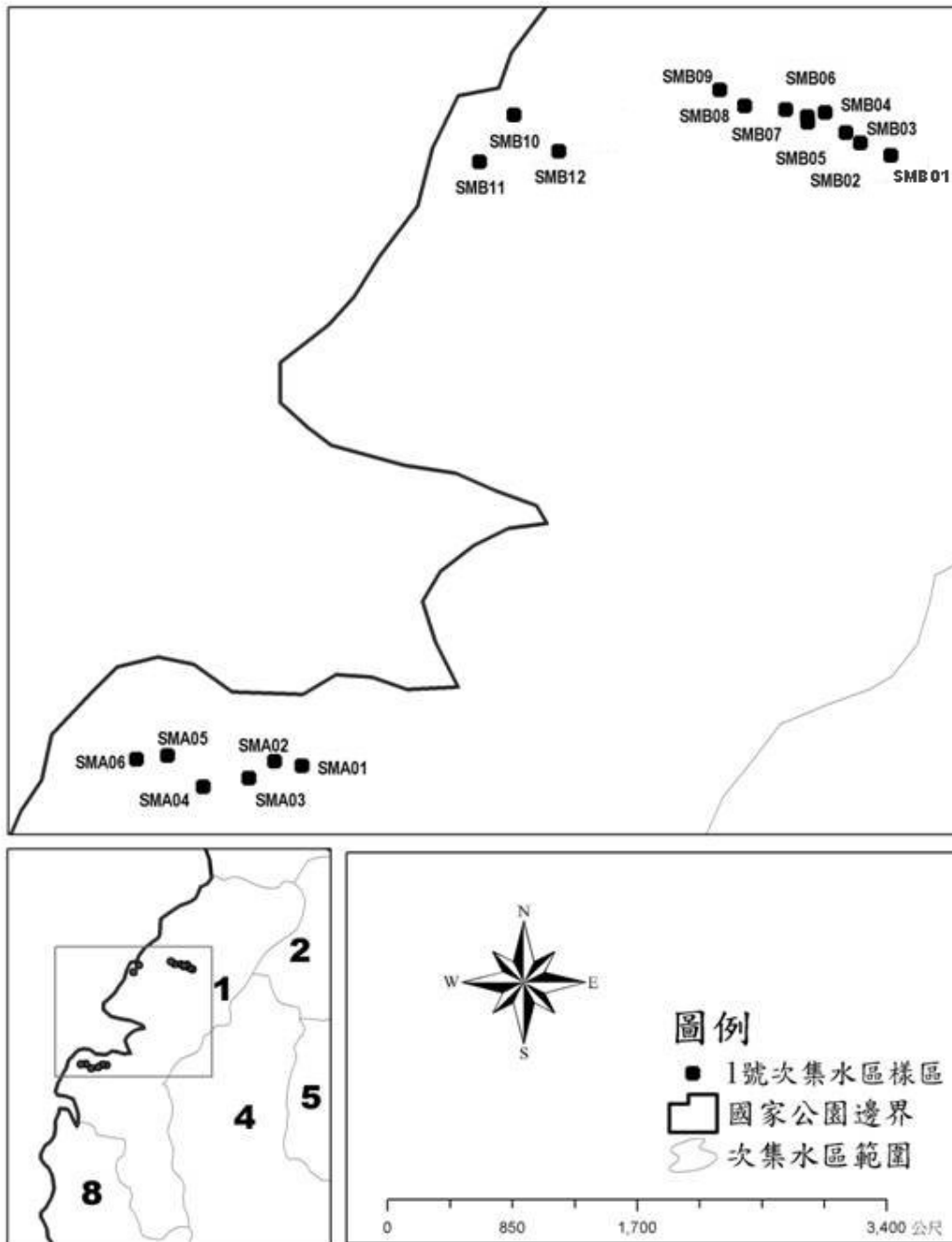


圖 3-1、雪霸國家公園第一次集水區（司馬限林道）之自動相機樣點分布圖

自動相機應用於中大型野生動物族群監測之研究

表 3-1、雪霸國家公園內次集水區第一區（司馬限林道）內自動相機樣點基本資料

樣線	樣點	Eastings	Northing	高度	植被狀況	備註(GPS) UTM 座標 系統 T67
北坑駐在所	SMB1	255646.000	2705759.000	1200	天然林	Garmin
北坑駐在所	SMB2	255395.000	2705705.000	1200	天然林	Garmin
北坑駐在所	SMB3	255388.000	2705848.000	1320	造林跡地	Garmin
北坑駐在所	SMB4	255081.000	2705879.000	1410	造林跡地	Garmin
北坑駐在所	SMB5	254804.000	2705776.000	1510	人造針葉林	Garmin
北坑駐在所	SMB6	254834.000	2705828.000	1510	天然林	Garmin
北坑駐在所	SMB7	254556.000	2706000.000	1610	人造針葉林	估計值
北坑駐在所	SMB8	254278.000	2706342.000	1710	造林跡地	Garmin
北坑駐在所	SMB9	254200.000	2706400.000	1815	人造針葉林	估計值
北坑山	SMB10	253281.000	2706824.000	2110	天然林	Garmin
北坑山	SMB11	253124.000	2706710.000	2020	造林跡地	Garmin
北坑山	SMB12	253542.000	2706200.000	1910	造林跡地	Garmin
雪見	SMA1	251863.268	2702245.462	1330	天然林	Trimble
雪見	SMA2	251729.695	2072244.243	1415	天然林	Trimble
雪見	SMA3	251541.000	2702439.000	1530	天然林	Garmin
雪見	SMA4	251185.000	2702379.000	1605	天然林	Garmin
雪見	SMA5	250947.226	2702316.890	1725	天然林	Trimble
雪見	SMA6	250733.702	2702289.540	1815	天然林	Trimble
曙光	SMC1	254780.000	2707810.000	1780	天然林	估計值
曙光	SMC2	254937.000	2707869.000	1690	天然林	Garmin

表 3-2、雪霸國家公園內次集水區第一區（司馬限林道）自動相機的有效工作時、各物種照片數和出現指數〔 $OI = (\text{照片張數}/\text{工作小時}) \times 1,000$ 〕

		<b>42890.13</b>		
<b>工作時</b>		<b>照片數</b>	<b>OI</b>	
哺乳類	不知名鼬獾	1	0.02	
	不知名蝙蝠	4	0.09	
	臺灣獼猴	54	1.26	
	臺灣野兔	1	0.02	
	赤腹松鼠	20	0.47	
	長吻松鼠	9	0.21	
	條紋松鼠	4	0.09	
	白面鼯鼠	1	0.02	
	高山白腹鼠	1	0.02	
	刺鼠	519	12.10	
	森鼠	22	0.51	
	臺灣黑熊	*	*	
	黃鼠狼	9	0.21	
	鼬獾	108	2.52	
	白鼻心	2	0.05	
	食蟹獾	12	0.28	
	穿山甲	1	0.02	
	臺灣野豬	9	0.21	
	山羌	192	4.48	
	長鬃山羊	6	0.14	
	鳥類	深山竹雞	47	1.10
		竹雞	*	*
藍腹鵲		38	0.89	
帝雉		*	*	
黃嘴角鴉		*	*	
松鴉		1	0.02	
竹鳥		3	0.07	
藪鳥		12	0.28	
紫嘯鶇		5	0.12	
白尾鶇		8	0.24	
虎鶇		4	0.12	
白腹鶇		1	0.02	
<b>總計</b>		<b>1099</b>	<b>25.62</b>	

\*: 為目擊動物個體、排遺、痕跡或叫聲

自動相機應用於中大型野生動物族群監測之研究

表 3-3、雪霸國家公園內第一次水集區（司馬限林道）內各自動相機樣點所拍攝到的哺乳動物和鳥類的有效工作時、各物種有效照片數和出現指數

工作時	SMA1 828.42		SMA2 1251.65		SMA3 1788.07		SMA4 2572.17		SMA5 1730.35		SMA6 2261.85	
	照片	OI	照片	OI	照片	OI	照片	OI	照片	OI	照片	OI
不知名鼯鼠	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
不知名蝙蝠	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.44
臺灣獼猴	0	0.00	1	0.80	6	3.36	8	3.11	8	4.62	2	0.88
臺灣野兔	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
赤腹松鼠	0	0.00	2	1.60	4	2.24	2	0.78	0	0.00	1	0.44
長吻松鼠	0	0.00	1	0.80	0	0.00	2	0.78	1	0.58	3	1.33
條紋松鼠	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.44
白面鼯鼠	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
高山白腹鼠	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
刺鼠	16	19.31	62	49.53	41	22.93	17	6.61	54	31.21	47	20.78
臺灣森鼠	0	0.00	1	0.80	1	0.56	1	0.39	2	1.16	12	5.31
黃鼠狼	0	0.00	0	0.00	1	0.56	0	0.00	1	0.58	4	1.77
鼬獾	4	4.83	3	2.40	9	5.03	16	6.22	3	1.73	2	0.88
白鼻心	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.44
食蟹獾	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
穿山甲	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00



續表 3-3、雪霸國家公園內第一次水集區（司馬限林道）內各自動相機樣點所拍攝到的哺乳動物和鳥類的有效工作時、各物種有效照片數和出現指數

	SMA1		SMA2		SMA3		SMA4		SMA5		SMA6	
工作時	828.42		1251.65		1788.07		2572.17		1730.35		2261.85	
	照片	OI	照片	OI	照片	OI	照片	OI	照片	OI	照片	OI
臺灣野豬	0	0.00	0	0.00	2	1.12	2	0.78	0	0.00	0	0.00
山羌	3	3.62	2	1.60	12	6.71	14	5.44	0	0.00	0	0.00
長鬃山羊	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
深山竹雞	0	0.00	4	3.20	24	13.42	6	2.33	3	1.73	1	0.44
藍腹鵝	0	0.00	4	3.20	9	5.03	8	3.11	6	3.47	1	0.44
松鴉	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
竹鳥	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	2	0.88
藪鳥	0	0.00	1	0.80	0	0.00	0	0.00	0	0.00	6	2.65
紫嘯鶉	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.39	1	0.58	1	0.44
白尾鳩	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	8	3.54
虎鶉	0	0.00	1	0.80	1	0.56	1	0.39	0	0.00	0	0.00
白腹鶉	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00

自動相機應用於中大型野生動物族群監測之研究

續表 3-3、雪霸國家公園內第一次水集區（司馬限林道）內各自動相機樣點所拍攝到的哺乳動物和鳥類的有效工作時、各物種有效照片數和出現指數

	<b>SMB1</b>		<b>SMB10</b>		<b>SMB11</b>		<b>SMB12</b>		<b>SMB2</b>		<b>SMB3</b>		<b>SMB4</b>	
<b>工作時</b>	<b>216.85</b>		<b>2821.28</b>		<b>3686.15</b>		<b>1781.65</b>		<b>2482.77</b>		<b>2760.25</b>		<b>4664.15</b>	
	照片	OI	照片	OI	照片	OI	照片	OI	照片	OI	照片	OI	照片	OI
不知名鼬鼯	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
不知名蝙蝠	0	0.00	0	0.00	0	0.00	2	1.12	1	0.40	0	0.00	0	0.00
臺灣獼猴	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.56	1	0.40	7	2.54	4	0.86
臺灣野兔	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
赤腹松鼠	4	18.45	1	0.35	0	0.00	2	1.12	3	1.21	0	0.00	0	0.00
長吻松鼠	0	0.00	2	0.71	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
條紋松鼠	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	3	1.09	0	0.00
白面鼯鼠	0	0.00	1	0.35	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
高山白腹鼠	0	0.00	0	0.00	1	0.27	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
刺鼠	11	50.73	0	0.00	2	0.54	1	0.56	43	17.32	79	28.62	42	9.00
臺灣森鼠	0	0.00	0	0.00	2	0.54	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
黃鼠狼	0	0.00	1	0.35	0	0.00	1	0.56	1	0.40	0	0.00	0	0.00
鼬獾	0	0.00	4	1.42	7	1.90	6	3.37	12	4.83	9	3.26	20	4.29
白鼻心	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.40	0	0.00	0	0.00
食蟹獾	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	7	2.82	0	0.00	0	0.00
穿山甲	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00

第三章結果與討論

續表 3-3、雪霸國家公園內第一次水集區（司馬限林道）內各自動相機樣點所拍攝到的哺乳動物和鳥類的有效工作時、各物種有效照片數和出現指數

	<b>SMB1</b>		<b>SMB10</b>		<b>SMB11</b>		<b>SMB12</b>		<b>SMB2</b>		<b>SMB3</b>		<b>SMB4</b>	
<b>工作時</b>	<b>216.85</b>		<b>2821.28</b>		<b>3686.15</b>		<b>1781.65</b>		<b>2482.77</b>		<b>2760.25</b>		<b>4664.15</b>	
	照片	OI	照片	OI	照片	OI	照片	OI	照片	OI	照片	OI	照片	OI
臺灣野豬	0	0.00	0	0.00	2	0.54	0	0.00	0	0.00	2	0.72	1	0.21
山羌	0	0.00	8	2.84	22	5.97	9	5.05	15	6.04	14	5.07	30	6.43
長鬃山羊	0	0.00	4	1.42	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	2	0.43
深山竹雞	0	0.00	1	0.35	5	1.36	1	0.56	0	0.00	0	0.00	0	0.00
藍腹鵝	0	0.00	1	0.35	1	0.27	0	0.00	1	0.40	0	0.00	2	0.43
松鴉	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.36	0	0.00
竹鳥	1	4.61	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
藪鳥	1	4.61	0	0.00	2	0.54	2	1.12	0	0.00	0	0.00	0	0.00
紫嘯鶇	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	2	0.81	0	0.00	0	0.00
白尾鳩	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
虎鶇	0	0.00	5	1.77	0	0.00	0	0.00	1	0.40	0	0.00	0	0.00
白腹鶇	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00

自動相機應用於中大型野生動物族群監測之研究

續表 3-3、雪霸國家公園內第一次水集區（司馬限林道）內各自動相機樣點所拍攝到的哺乳動物和鳥類的有效工作時、各物種有效照片數和出現指數

	SMB5		SMB6		SMB8		SMB9		SMC1		SMC2		總計	平均值
工作時	3635.28		4926.22		4036.15		805.25		211.45		430.18		42890.13	42890.13
	照片	OI	照片	OI	照片	OI	照片	OI	照片	OI	照片	OI	照片	OI
不知名鼬獾	0	0.00	0	0.00	1	0.25	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.02
不知名蝙蝠	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	4	0.09
臺灣獼猴	11	3.03	1	0.20	2	0.50	0	0.00	0	0.00	2	4.65	54	1.26
臺灣野兔	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	2.32	1	0.02
赤腹松鼠	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	2.32	20	0.47
長吻松鼠	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	9	0.21
條紋松鼠	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	4	0.09
白面鼯鼠	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.02
高山白腹鼠	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.02
刺鼠	33	9.08	20	4.06	19	4.71	2	2.48	6	28.38	24	55.79	519	12.10
臺灣森鼠	0	0.00	0	0.00	2	0.50	1	1.24	0	0.00	0	0.00	22	0.51
黃鼠狼	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	9	0.21
鼬獾	2	0.55	7	1.42	3	0.74	0	0.00	1	4.73	0	0.00	108	2.52
白鼻心	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	2	0.05
食蟹獾	1	0.28	2	0.41	0	0.00	2	2.48	0	0.00	0	0.00	12	0.28
穿山甲	1	0.28	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.02

第三章結果與討論

續表 3-3、雪霸國家公園內第一次水集區（司馬限林道）內各自動相機樣點所拍攝到的哺乳動物和鳥類的有效工作時、各物種有效照片數和出現指數

	<b>SMB5</b>		<b>SMB6</b>		<b>SMB8</b>		<b>SMB9</b>		<b>SMC1</b>		<b>SMC2</b>		<b>總計</b>	<b>平均值</b>
<b>工作時</b>	<b>3635.28</b>		<b>4926.22</b>		<b>4036.15</b>		<b>805.25</b>		<b>211.45</b>		<b>430.18</b>		<b>42890.13</b>	
	照片	OI	照片	OI	照片	OI	照片	OI	照片	OI	照片	OI	照片	OI
臺灣野豬	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	9	0.21
山羌	6	1.65	23	4.67	30	7.43	1	1.24	3	14.19	0	0.00	192	4.48
長鬃山羊	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	6	0.14
深山竹雞	0	0.00	2	0.41	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	47	1.10
藍腹鵝	2	0.55	1	0.20	2	0.50	0	0.00	0	0.00	0	0.00	38	0.89
松鴉	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.02
竹鳥	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	3	0.07
藪鳥	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	12	0.28
紫嘯鶇	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	5	0.12
白尾鵪	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	8	0.19
虎鶇	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	9	0.21
白腹鶇	0	0.00	0	0.00	1	0.25	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.02

自動相機應用於中大型野生動物族群監測之研究

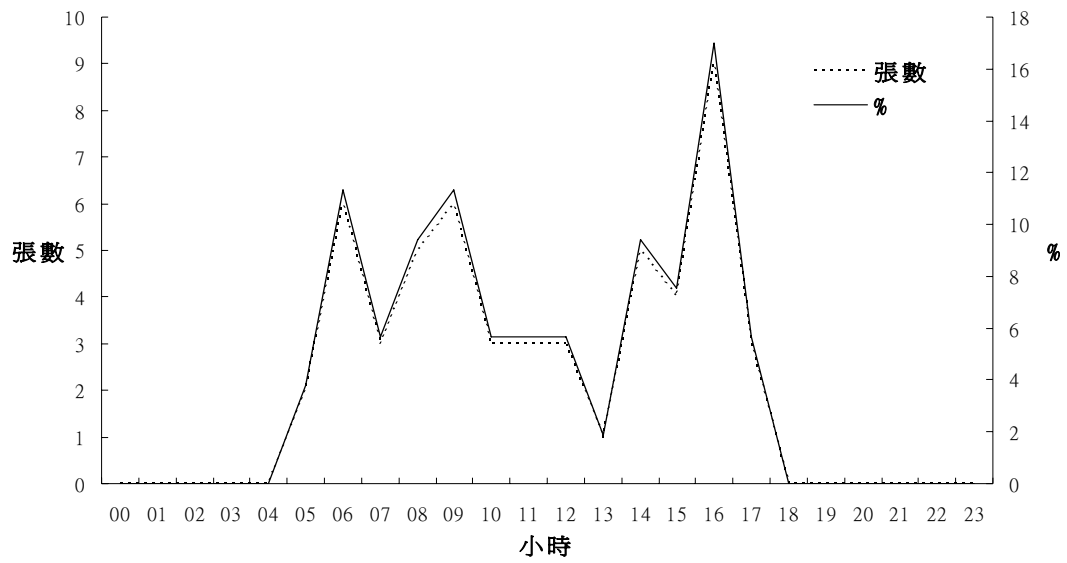


圖 3-2、雪霸國家公園內次集水區第一區 (司馬限林道) 自動相機所拍攝到的台灣獼猴 (n = 53 群) 日活動模式

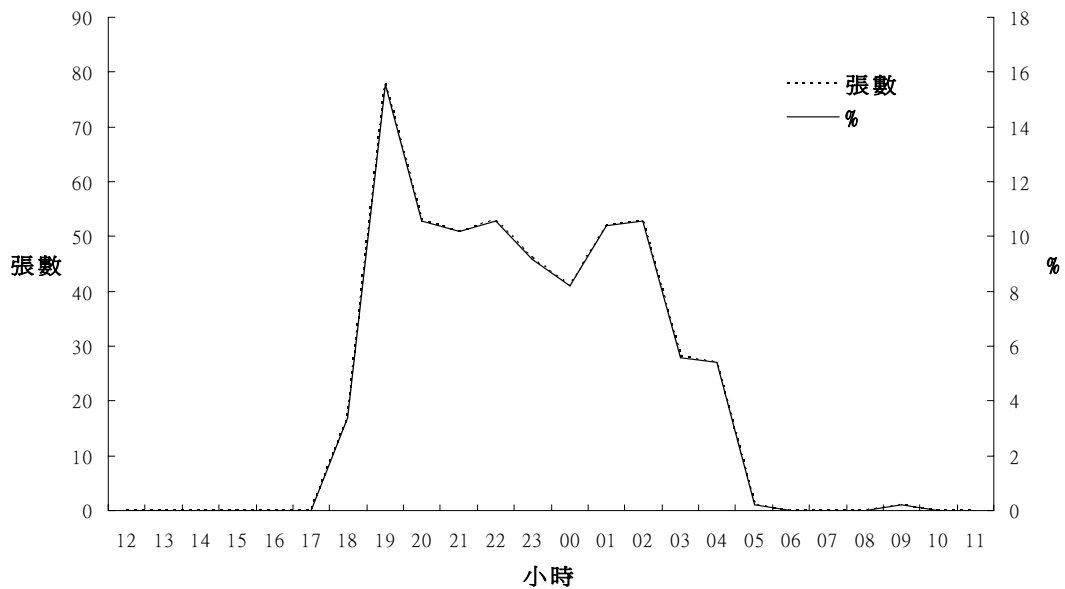


圖 3-3、雪霸國家公園內次集水區第一區 (司馬限林道) 內自動相機所拍攝到的刺鼠 (n = 501) 日活動模式

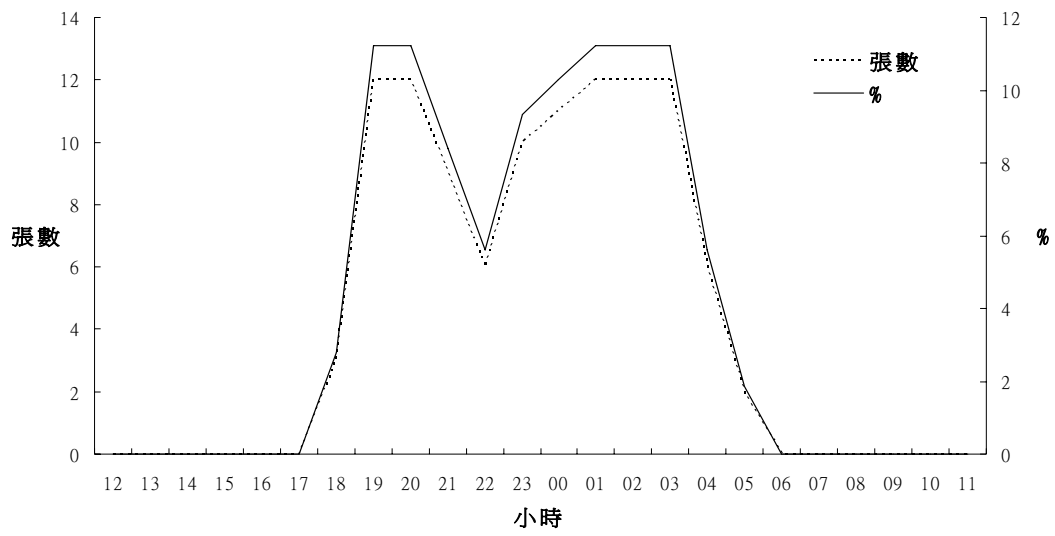


圖 3-4、雪霸國家公園內次集水區第一區 (司馬限林道) 內自動相機所拍攝到的鼬獾 (n = 107) 日活動模式

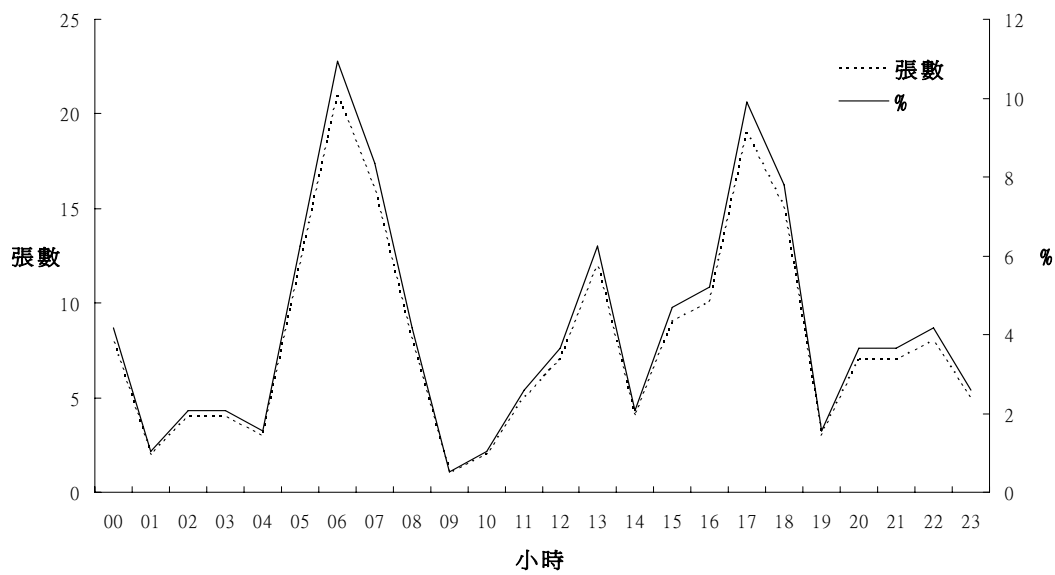


圖 3-5、雪霸國家公園內次集水區第一區 (司馬限林道) 內自動相機所拍攝到的山羌 (n = 192) 日活動模式

自動相機應用於中大型野生動物族群監測之研究

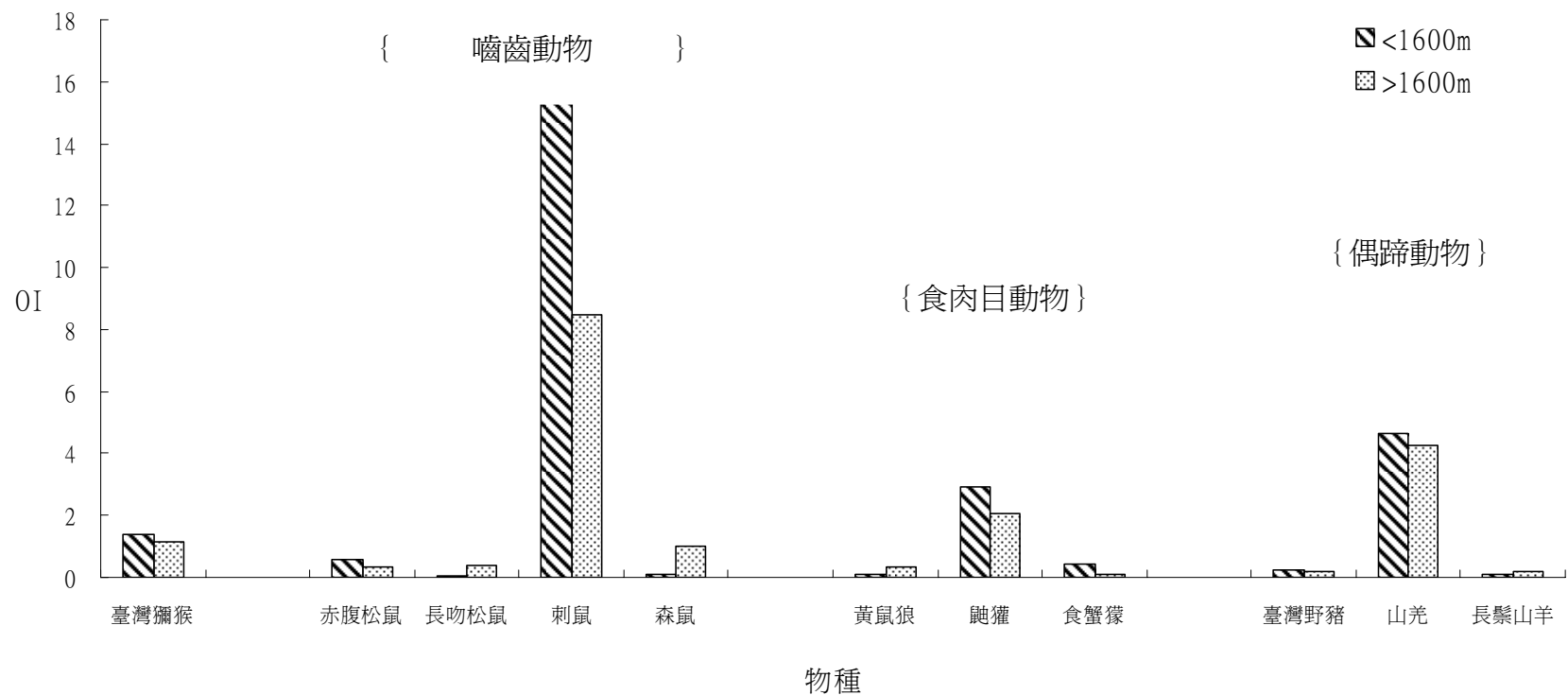


圖 3-6、雪霸國家公園內次集水區第一區 (司馬限林道) 各海拔高範圍 (<1600 m & > 1600 m) 內，自動相機所拍攝到各種哺乳動物出現指數之比較



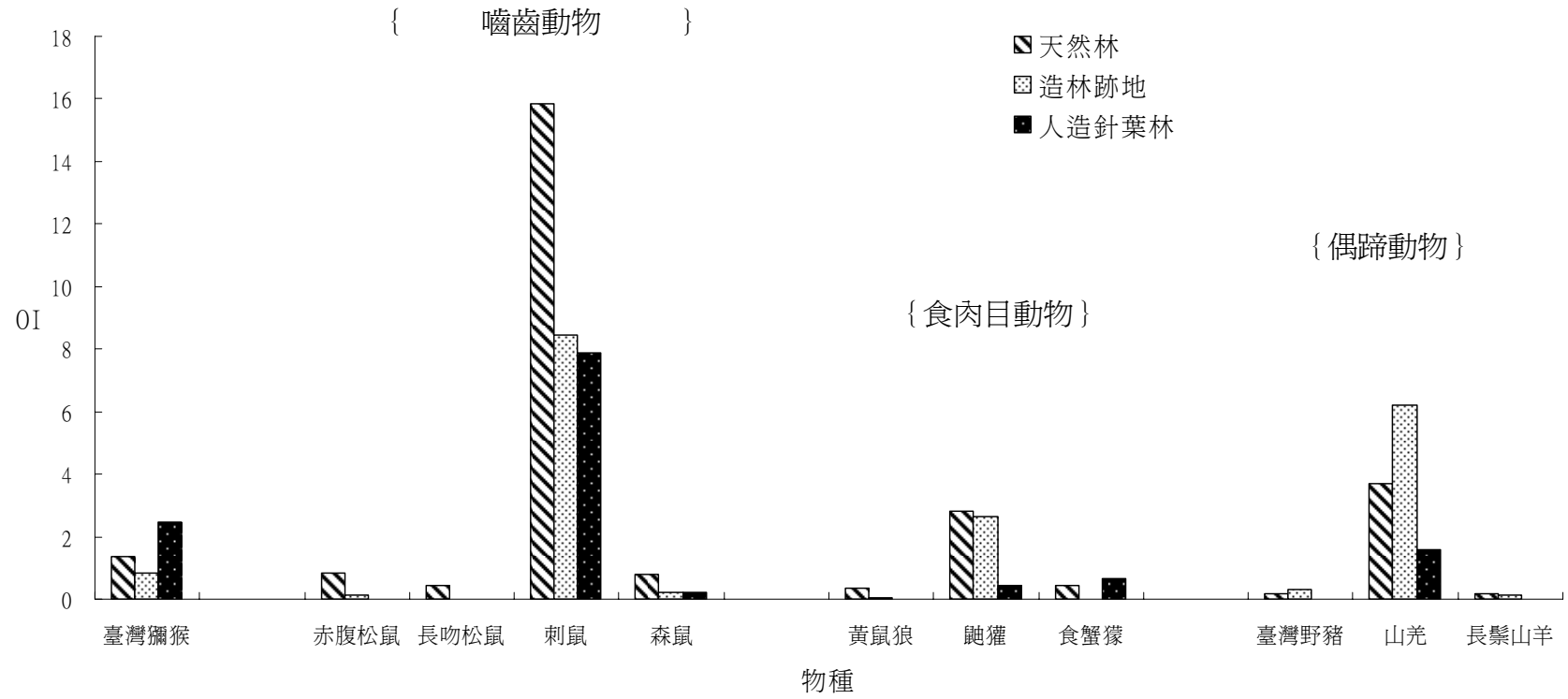


圖 3-7、雪霸國家公園內次集水區第一區 (司馬限林道) 內各種林相，自動相機所拍攝到各種哺乳動物出現指數之比較

## 第二節 討論

就出現的哺乳動物物種而言，刺鼠的出現指數〔 $OI=(\text{有效照片張數}/\text{工作小時})\times 1,000$ 〕最高 (12.1)，其次為山羌 (4.48)、鼬獾 (2.52)和台灣獼猴 (1.26)，顯示刺鼠為本區密度較高的齧齒類動物；山羌為本區族群密度較高的草食性動物；而鼬獾則為本區族群密度較高的食肉動物。

而依據樣點的海拔分布加以分析所發現，刺鼠、鼬獾和食蟹獾的於較低海拔地區 (< 1600 m) 的出現指數較高。由於刺鼠、鼬獾和食蟹獾為普遍分佈於台灣低、中海拔山區的物種，其中刺鼠與分佈於較高海拔的高山白腹鼠，在海拔 1800 公尺到 2000 公尺左右的分佈有所重疊，而本樣區的海拔高度多為 2000 公尺以下，因此刺鼠、鼬獾和食蟹獾的出現指數以低海拔地區較高，應屬正常的情形。

依據樣點的林相分類後發現，除了台灣獼猴、食蟹獾、野豬和山羌之外，多數物種於天然林的出現指數最高；其中食蟹獾和野豬所拍攝出現次數較低，故建議於累積資料較多後再進一步分析比較。台灣獼猴則是於人造林中所拍攝到的出現指數最高，由於本研究所利用之自動相機研究方法，主要拍攝各物種於地面活動之情形，因此針對樹棲型之物種如台灣獼猴，可能因動物習性及其他環境因素有影響調查結果。例如，樣區內的山勢陡峭，人造林多分佈於林道兩側和坡度較緩的地方，故推測台灣獼猴可能較易於坡度較緩的地區於地面上活動，而提高其出現指數；此外，山羌於造林跡地的出現指數較天然林高，此可能與造林跡地的孔隙 (gap) 較高有關，因為 McCullough et al. (2000) 推論植被環境中的孔隙有利於底層植被的生長，提供山羌的食物源，因此增加山羌在此類環境的出現頻率。

將本研究結果與在第二區 (觀霧大鹿林道東線) 和第九區 (大雪山 200 林道三錐山支線) 同時進行的研究結果 (裴家騏, 2004) 比較發現，台灣野兔和穿山甲為本區已發現而其他兩區未發現的物種 (表 3-4)。由於其他兩區的海拔分布較本區高，而台灣野兔和穿山甲並非廣

泛分布之物種，在分布上有海拔高度和棲地環境的限制，可能為在其他兩區並未發現之原因。而台灣田鼠則是其他兩區已發現到，而尚未在本區發現的物種，推測可能是海拔高度分布差異的效應所致。

另外，根據各物種在三個樣區（第一區、第二區和第九區）內的出現指數（即 OI 值），建立物種之相對豐富度之分布圖。當某樣區內某物種的出現指數  $>$  (三個樣區的平均值  $+0.5$  SD)，表示其相對豐富度為 ”多”；當某樣區內某物種的出現指數  $<$  (三個樣區的平均值  $-0.5$  SD)，表示其相對豐富度為 ”少”；而介於二者之間表示其相對豐富度為 ”普通”。目前在第一區所拍攝到中大型哺乳動物，如台灣獼猴、鼬獾、食蟹獾、野豬和山羌，於三個次集水區內的相對數量的分布圖，初步結果如圖 3-8、圖 3-9、圖 3-10、圖 3-11 和圖 3-12 所示。至於環境因素對於物種相對豐富度變化的影響，則有待其他次級水區物種資料收集後，方得以作進一步的分析探討。

### 第三節 建議

#### 建議一

加強進入人員的管制，與林道和古道的巡邏：立即可行建議

調查期間於司馬限林道和北坑溪古道上，多次發現疑似盜獵行爲，也由於雪見森林遊憩區正值施工，故建議相關單位加強進入人員的管制，與林道和古道的巡邏。

#### 建議二

建議編制專職巡山員負責野外調查和監測工作：中長期建議

調查期間曾與相關單位聯繫，徵求巡山員和高山義工的協助調查，但是受到相關單位的人員編制和工作分配等因素限制，無法有效合作，建議於編制上能有兼職或專職巡山員，或可訓練當地原住民爲專職或兼職人員，負責野外動物調查和監測工作。

表 3-4、雪霸國家公園次集水區第一區 (司馬限林道)、第二區 (觀霧大鹿林道東線)和第九區 (大雪山 200 林道三錐山支線) 內自動相機所拍攝的各種哺乳動物出現指數〔OI = (照片張數/工作小時) × 1,000〕

	第一區	第二區	第九區
<b>工作時</b>	<b>42890.13</b>	<b>5741.30</b>	<b>41779.98</b>
不知名鼬鼯	0.02	0.17	0.00
不知名蝙蝠	0.09	0.17	0.07
臺灣獼猴	1.26	0.35	0.69
臺灣野兔	0.02	0.00	0.00
赤腹松鼠	0.47	0.00	0.22
長吻松鼠	0.21	0.35	1.75
條紋松鼠	0.09	*	0.05
白面鼯鼠	0.02	1.74	0.79
高山白腹鼠	0.02	0.17	2.39
刺鼠	12.10	0.00	0.84
臺灣森鼠	0.51	1.22	1.63
臺灣田鼠	0.00	0.87	0.00
臺灣黑熊	*	0.00	0.02
黃鼠狼	0.21	2.09	0.19
鼬獾	2.52	0.00	0.45
白鼻心	0.05	0.00	0.05
食蟹獾	0.28	*	0.00
穿山甲	0.02	0.00	0.00
臺灣野豬	0.21	0.00	0.26
山羌	4.48	4.18	7.95
長鬃山羊	0.14	0.70	1.34

\*：為目擊動物個體、排遺、痕跡或叫聲

圖 3-8、雪霸國家公園次集水區第一區、第二區和第九區內，台灣獼猴的相對數量分布圖

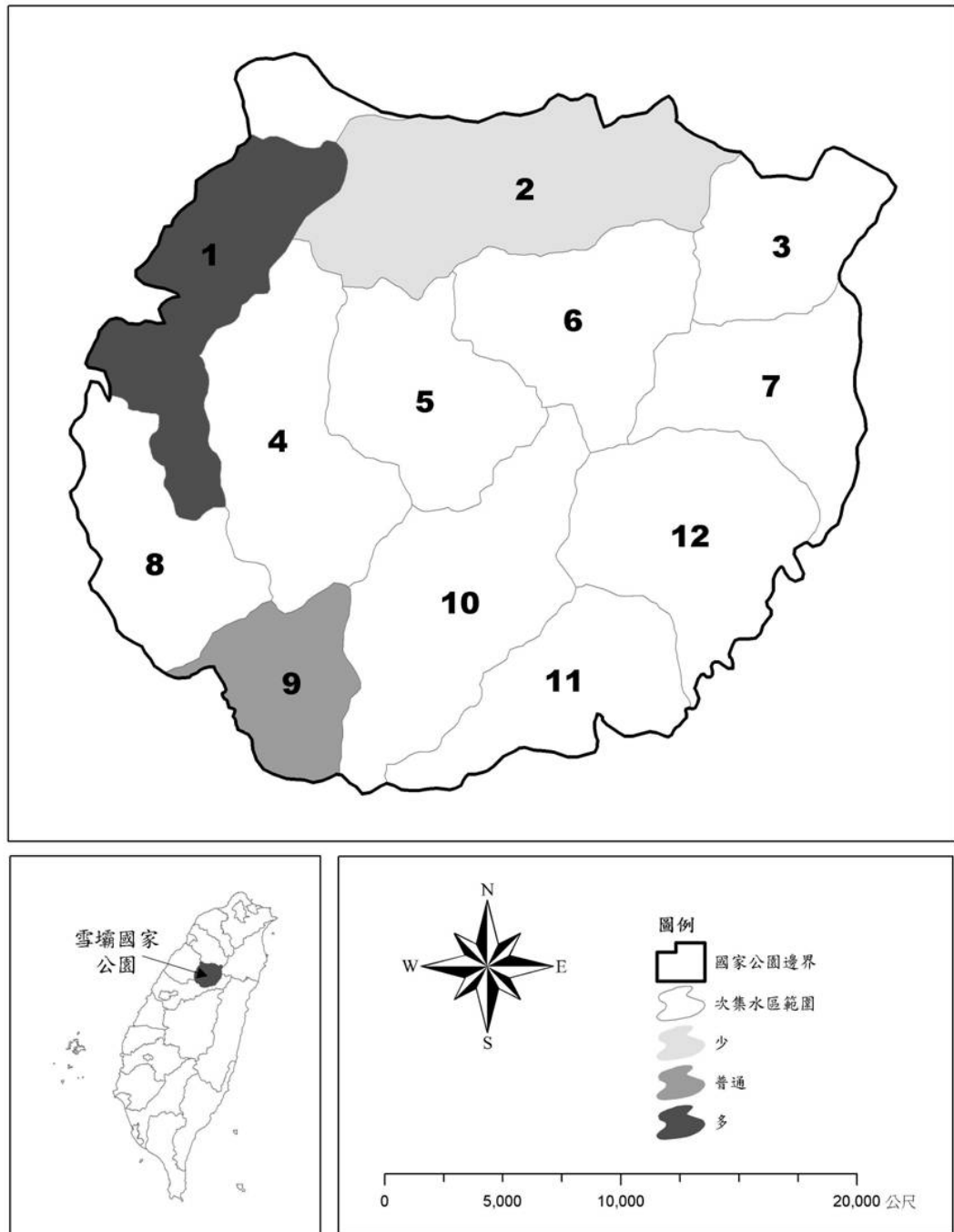


圖 3-9、雪霸國家公園次集水區第一區、第二區和第九區內，鼬獾的相對數量分布圖

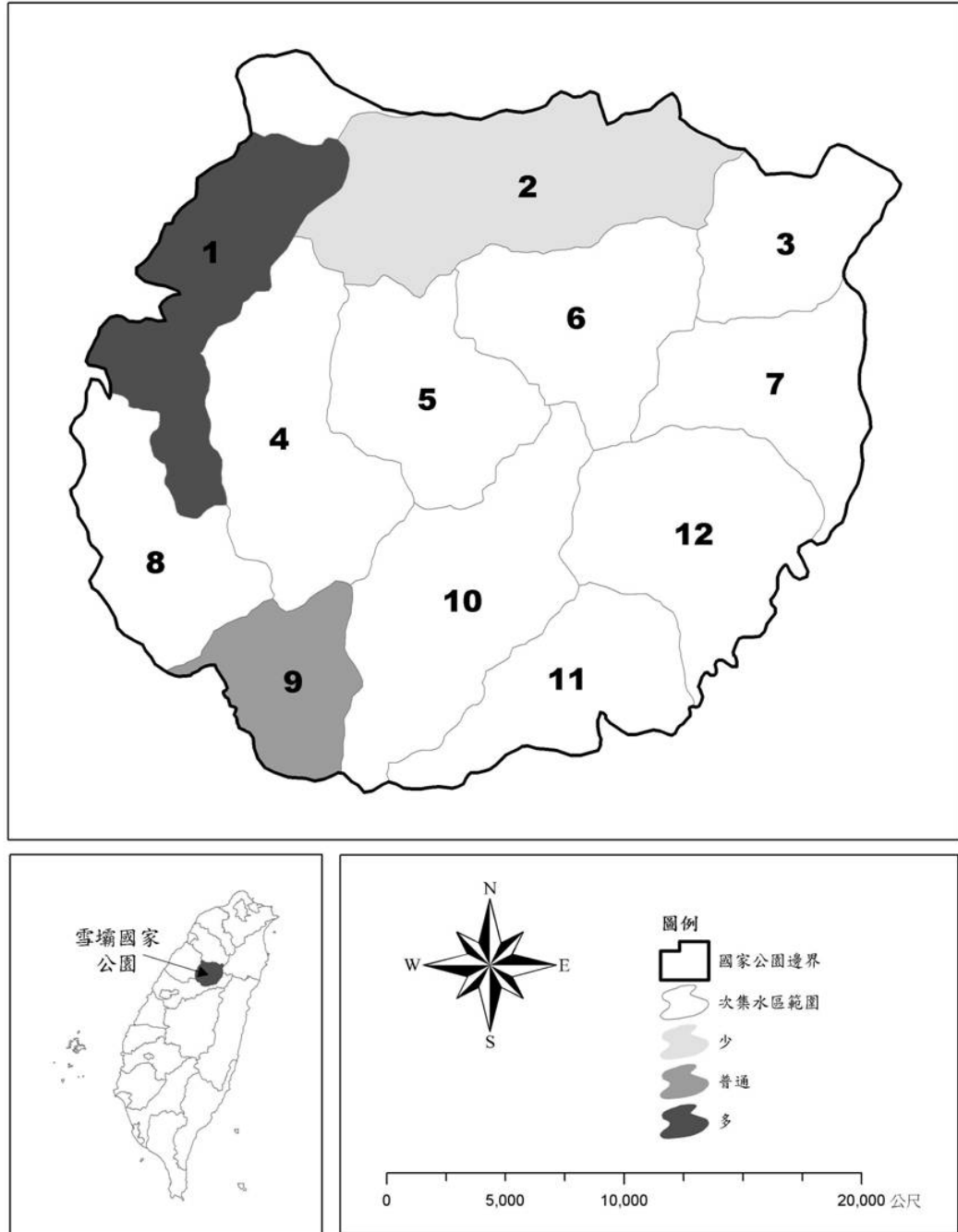


圖 3-10、雪霸國家公園次集水區第一區、第二區和第九區內，食蟹獾的相對數量分布圖

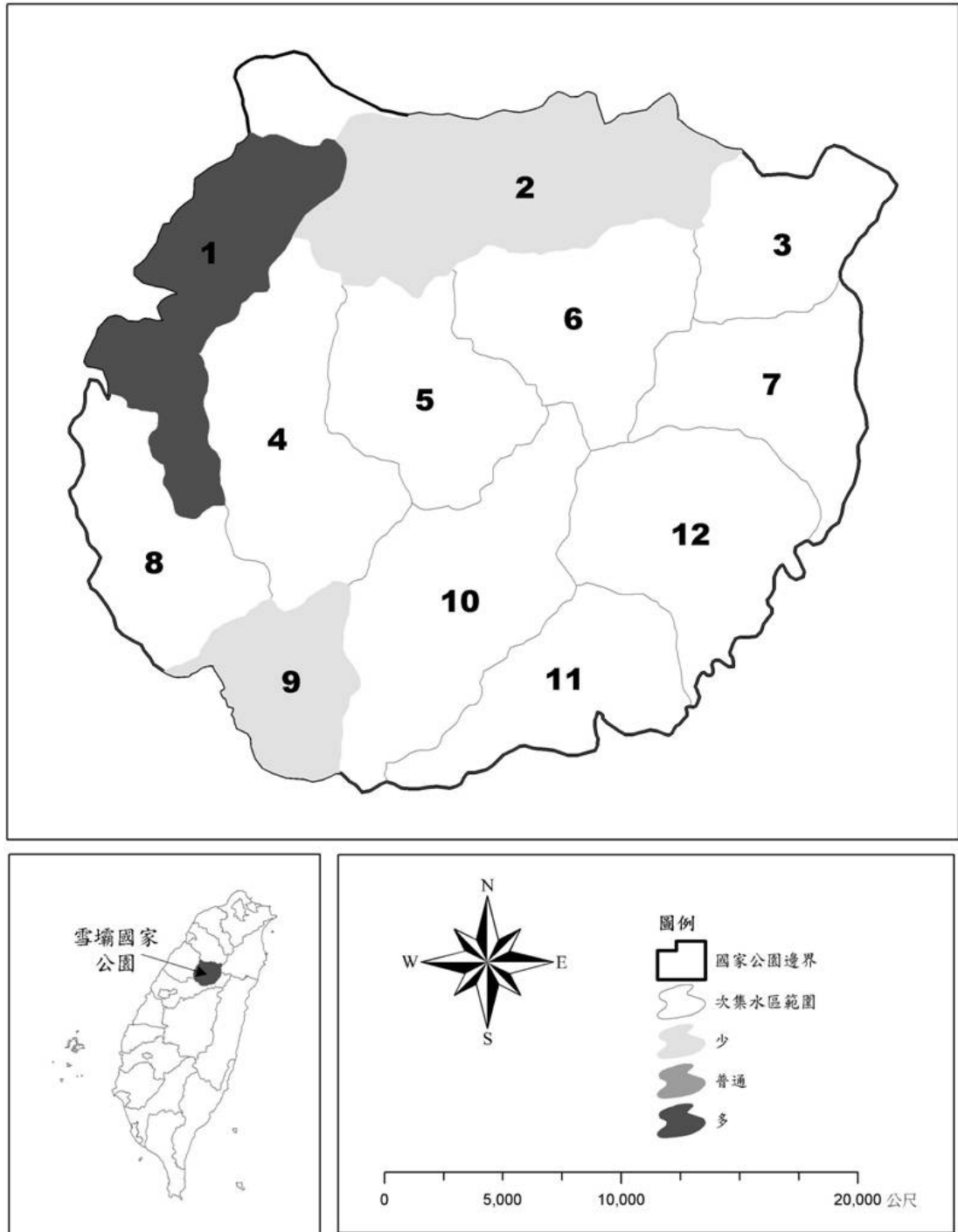




圖 3-11、雪霸國家公園次集水區第一區、第二區和第九區內，野豬的相對數量分布圖

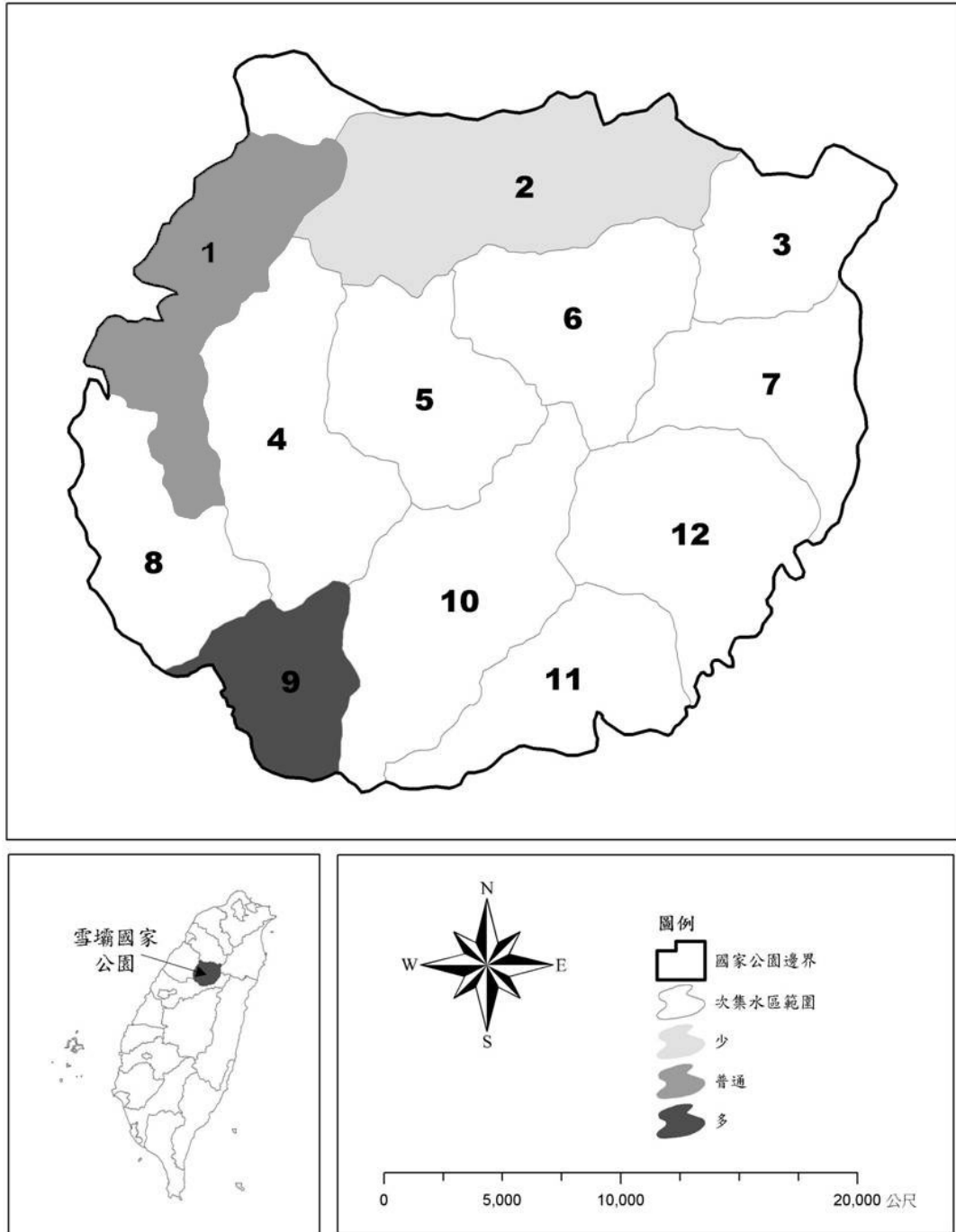
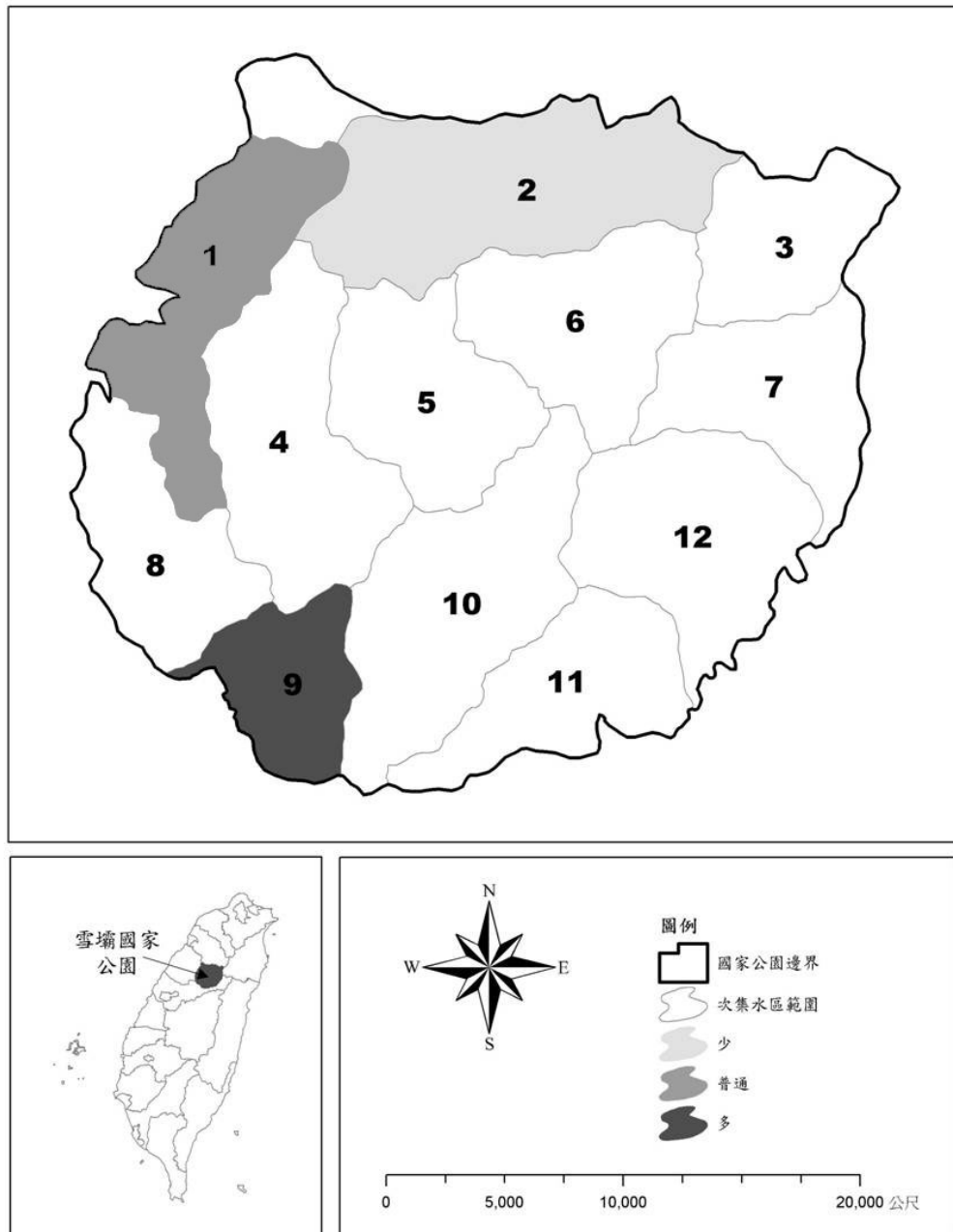


圖 3-12、雪霸國家公園次集水區第一區、第二區和第九區內，山羌的相對數量分布圖



## 附錄一

期末報告審查意見改善表

項次	審查意見	改善內容	於報告書之頁次
1	相機有效照片是否偏少	與其他利用自動照相機系統所進行的的相關研究結果比較，本研究所收集的相機有效照片樣本數並無偏低的趨勢。但由於樣區環境遮蔽度較低，加以且海拔高度較高，則容易導致相機空拍或故障，因此在條件容許的情況下，應可考量加強照相機系統的設計改善，以增加拍攝效率。	第 9 頁
2	請將 93 年 12 月份資料加入本年度成果報告書中	完成 12 月野外資料收集後，已一併納入成果報告書中	9-31 頁

## 附錄二

期末會議記錄:

1. 請將九十三年十二月份資料加入本年度計畫報告書中。
2. 建議日後可與本處有經驗巡查員結合，共同完成相關研究。
3. 同意結案並依合約規定交付成果報告書伍拾份及成果報告書(WORD檔)、原始資料光碟片、動物照片(含照片)及光碟片後撥付第三期款。

## 參考書目

- 林宗穎。1996。霧頭山保護區刺鼠 (*Niviventer coxingi*) 活動模式之研究。國立中山大學生命科學研究所碩士論文。37 頁。
- 裴家騏。1993。臺東海岸山脈闊葉林自然保護區動物相之調查。農林廳林務局保育研究系列 82-05。
- 裴家騏。1994。臺東海岸山脈闊葉林自然保護區動物相之調查(2)。農林廳林務局保育研究系列。
- 裴家騏，1997。臺灣穗花杉 (*Amentotaxus formosana*) 自然保留區之鳥類及哺乳動物相。中華林學季刊 30(2)：131-150。
- 裴家騏。1998。利用自動照相設備記錄野生動物活動模式之評估。台灣林業科學13(4):289-296。
- 裴家騏。2000。太魯閣國家公園陸域野生哺乳類動物調查研究。內政部營建署太魯閣國家公園管理處研究報告。31頁。
- 裴家騏。2001a。香港的非飛行哺乳動物的現況及分布。野生動物保護基金會(編)，『香港野生動植物現況與保育』研習會論文集119-144頁。野生動物保護基金會。
- 裴家騏。2001b。使用現代技術來確認傳統的野生動物知識。裴家騏、楊南聰、李秋芳(編)，把人找回來-在地參與自然資源管理205-216頁。內政部營建署太魯閣國家公園管理處。
- 裴家騏。2001c。墾丁國家公園內野放台灣梅花鹿 (*Cervus nippon taiouanus*) 的現況。中華林學季刊 34(4):427-440。
- 裴家騏。2002。墾丁國家公園陸域野生哺乳類動物調查研究計畫(第二年)。內政部營建署墾丁國家公園管理處保育研究報告第111號。55頁。

- 裴家騏。2003。墾丁國家公園陸域野生哺乳類動物調查研究計畫（第三年）。內政部營建署墾丁國家公園管理處保育研究報告第121號。56頁。
- 裴家騏、姜博仁。2002。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（一）。行政院農委會林務局保育研究系列90-6號。60頁。
- 裴家騏、孫元勳。1997。南大武山及北大武山動物之調查研究。台灣省農林廳林務局保育研究。25頁。
- 裴家騏、孫元勳。1998a。地景對森林鳥類群聚組成影響初探。中華林學季刊 31(4)：209-225。
- 裴家騏、孫元勳。1998b。雙鬼湖自然保護區（台東林管處轄區）動物相調查研究（一）。台灣省農林廳林務局保育研究系列86-1號。36頁。
- 裴家騏、孫元勳。1999。雙鬼湖自然保護區（台東林管處轄區）動物相調查研究（二）。台灣省政府農林廳林務局保育研究系列87-1號。76頁。
- 裴家騏、陳朝圳、吳守從、滕民強。1997。利用自動照相設備與地理資訊系統研究森林野生動物族群之空間分布。中華林學季刊 30(3)：279-289。
- Lai, Y. C., K. J. C. Pei, L. T. Hsu, and P. J. Chiang. 2003. Integrated Geographic Information System and Multivariate Statistical Method to Model Muntjac's Habitat Use in Mountain Area of Southern Taiwan. *J. Photogrammetry and Remote Sensing* (in print).
- McCullough, D. R., K. C. J. Pei, and Y. Wang. 2000. Home range, activity patterns, and habitat relations of Reeves' muntjacs in Taiwan. *Journal Wildlife Management* 64(2):430-441.

- Pei, K. 1995 Activity rhythm of the Spinnous country rat in Taiwan. *Zool. Studies* 34(1):55-58.
- Pei, K. 1998. Spatial Distribution of the red-bellied tree squirrel (*Callosciurus erythraeus*) and Owston's long-nosed tree squirrel (*Dremomys pernyi owstoni*) in the Twin-Ghost-Lake Nature Reserve in Southern Taiwan. Proc. Of the 1998 Sino-Japan Flying Squirrel and Squirrel Conservation and Management Conference: 91.
- Silveira, L., A. T.A. Jacomo, and J. A. F. Diniz-Filho. 2003. Camera trap, line transect and track surveys: a comparative evaluation. *Biological Conservation*. 114:351-355.
- Suen, K. Y., K. J. C. Pei, and Y. C. Lai. 2002. Survey and Long-term Monitoring of Non-flying Terrestrial Mammals in Country Parks of Hong Kong. Final report to the Agriculture and Fisheries and Conservation Department, Hong Kong SAR. 93 pp.