

奇萊山區台灣水鹿之活動模式與空間 使用

受委託者：中華民國國家公園學會

研究主持人：王穎

研究人員：顏士清、林子揚、陳匡洵

廖昱銓、賴冠榮

太魯閣國家公園管理處專題研究報告

中華民國 99 年 12 月

目次

目次	I
表次	III
圖次	V
摘要	VII
Abstract.....	IX
第一章 前言	1
一、緣起.....	1
二、預期目標.....	4
第二章 材料與方法	5
第一節 研究地區.....	5
第二節 研究方法.....	5
第三章 結果	9
第一節 水鹿形值資料.....	9
第二節 活動模式.....	9
第三節 空間使用.....	12
第四章 討論	25
第一節 水鹿形值資料.....	25
第二節 活動模式.....	25
第三節 空間使用.....	27
第五章 建議事項	31
附錄一 期中審查會議紀錄	33
附錄二 期末審查會議紀錄	35
參考文獻.....	37

表次

表 3-1 2009 - 2010 年磐石山區捕捉水鹿之個體形值資料及項圈狀況.....14

表 3-2 2009 - 2010 年磐石山區，雌水鹿 CL4 之項圈定位情形及其年、季、月活動範圍(ha)..... 14

表 3-3 2010 年 7 - 9 月磐石山區，雄水鹿 CL6 項圈定位情形及其年、季、月活動範圍..... 15

表 3-4 2009 - 2010 年磐石山區，雌水鹿 CL4 之平均日移動距離及移動距離範圍..... 15

表 3-5 2010 年 7 - 9 月磐石山區，雄水鹿 CL6 之平均日移動距離及移動距離範圍..... 15

圖次

圖 3-1	項圈監測水鹿 CL2 全日及不同時段之活動比例.....	16
圖 3-2	項圈監測水鹿 CL2 之 24 小時活動模式.....	16
圖 3-3	項圈監測水鹿 CL6 全日及不同時段之活動比例.....	17
圖 3-4	項圈監測 CL6 之 24 小時活動模式.....	17
圖 3-5	CL6 每日活動比例與當日最高溫之關係.....	18
圖 3-6	CL6 每日活動比例與當日最低溫之關係.....	18
圖 3-7	CL6 每日活動比例與當日平均溫度之關係.....	19
圖 3-8	相機監測水鹿 24 小時活動模式	19
圖 3-9	相機監測水鹿晨日昏夜活動比例	20
圖 3-10	相機監測不同性別水鹿之 24 小時活動模式	20
圖 3-11	不同季節水鹿活動模式比較	21
圖 3-12	水鹿、山羌、長鬃山羊之活動模式比較	21
圖 3-13	CL4、CL6 活動範圍(95%MCP)	22
圖 3-14	CL4、CL6 活動範圍(Fixed Kernel Method).....	22
圖 3-15	CL4 每日 0:00 之所在地點海拔與溫度變化	23
圖 3-16	CL4 每日 8:00 之所在地點海拔與溫度變化	23
圖 3-17	CL6 每日 12:00 之所在地點海拔與溫度變化	24
圖 3-18	CL6 每日 20:00 之所在地點海拔與溫度變化	24

摘要

關鍵詞：水鹿、活動模式、活動範圍、季節性移動

動物的活動模式與空間使用方式為因應環境所做出的最佳生存策略，了解動物的活動模式與空間使用在動物行為學與保育、經營管理上都是極重要的相關知識。水鹿(*Rusa unicolor*)為台灣陸域體型最大的哺乳動物，也是保育類野生動物，但目前相關研究仍極少，因此本研究捕捉水鹿以無線電、GPS 項圈配合紅外線自動相機對其進行研究。捕捉到的雄鹿平均體重為 121.5 kg(n = 8)，雌鹿平均體重 80.4 kg(n = 6)。自動相機監測活動模式的結果發現水鹿具有晨昏活動高峰，夜間活動的比例超過日間，雌雄的活動模式相近但雌性日間活動較雄性多，夏季時夜間活動比例會明顯上升，此外長鬃山羊(*Naemorhedus swinhoei*)及山羌(*Muntiacus reevesi*)以日間活動較多，與水鹿之活動模式有明顯的不同。項圈監測兩隻水鹿的結果也顯示其晨昏活動量高，其中黃昏又較高(57.0 %、37.8 %)，一日中活動的比例為 35.0 %、31.0 %，每日的活動比例可能與日均溫有關。以 GPS 項圈追蹤結果則顯示雌水鹿 CL4 的年活動範圍為 773.6 ha (MCP95)，核心活動區域為 29.5 ha (MCP50)，春季活動範圍 774.0 ha (MCP95)，冬季活動範圍 492.6 ha (MCP95)，雄水鹿 CL6 的年活動範圍為 1597.2 ha (MCP95)，核心活動區域為 1111.9 ha (MCP50)，夏季活動範圍 1131.7 ha (MCP95)，秋季活動範圍 15.1 ha (MCP95)。關於移動距離的部份，雌鹿 CL4 平均一日移動的距離為 1108 ± 1103 m，春季的移動距離(1396 ± 1327 m)顯著高於冬季的移動距離(809 ± 687 m)($p < 0.001$, t test)，雄鹿 CL6 平均一日移動的距離為 503 ± 810 m。CL4 於冬季 12 月由高海拔棲地下遷到中海拔後，主要待在中海拔的棲地，中間偶會回到高海拔棲地，此後於五月又再回到高海拔棲地棲息，移動的原因可能與氣溫有關。目前的資料已對水鹿空間使用行為有了初步的了解，未來須持續增加監測時間及增加樣本數，讓研究更為完整。

Abstract

Keywords: sambar, activity pattern, home range, seasonal movement

Understanding a species' activity pattern and space use is important in the studies of ethology, conservation, and management. Sambar (*Rusa unicolor*) listed as protected species, is the biggest terrestrial mammal in Taiwan. However, its space use and activity pattern are not known. In this study, we used radio collar, GPS collar (CL4, 6), and scouting camera to investigate sambar's activity pattern and space use. Sixteen sambar were captured from 2009 to 2010. The average weight of male was 121.5 kg (n = 8), and that of female was 80.4 kg (n = 6). From camera trapping, we found that sambar was crepuscular and had higher activity in the night than in the daytime. The activity patterns were similar between the male and the female, but the female had slightly higher activity in the daytime. The proportion of night activity in summer was higher than that in the other seasons. The activity patterns of serow (*Naemorhedus swinhoei*) and muntjac (*Muntiacus reevesi*) were different from sambar. They were more active in the daytime than in the night. The results from two collared deer also suggested that sambar was crepuscular. Their active ratios of a day were 35.0 % and 31.0 % respectively. During a day, they had the highest active ratio in the dawn (57.0 % and 37.8 % respectively). The active ratio of a day may be related to the temperature. In terms of space use, the annual home range of the female CL4 was 773.6 ha (MCP95), the core area was 29.5 ha (MCP50), the home range in spring was 774.0 ha (MCP95), and the home range in winter was 492.6 ha (MCP95). The annual home range of the male CL6 was 1597.2 ha (MCP95), the core area was 1111.9 ha (MCP50), the home range in summer was 1131.7 ha (MCP95), and the home range in fall was 15.1 ha (MCP95). Daily travel distance of the female CL4 was 1108 ± 1103 m and its daily travel distance in spring

(1396 ± 1327 m) was significantly higher than that in winter (809 ± 687 m) ($p < 0.001$, t test). The daily travel distance of the male CL6 was 503 ± 810 m. CL4 moved from high altitude habitat to the medium altitude habitat in December, and moved back to the high altitude habitat in May. The movements might result from the temperature change. This study has preliminary success on learning sambar activity pattern and space use. However, it was not complete due to limited time and sample size. To learn more about sambar activity pattern and space use, more studies will be needed in the future.

第一章 前言

一、緣起

動物的活動模式可能受到很多因子影響，例如光週期、月相、生物時鐘、溫度變化、覓食行為、天敵風險等(Aschoff 1964; Daan and Aschoff 1982)，導致動物在一日中的不同時段，或是不同季節氣候下，因應這些環境因子的差異調整時間與能量的支出以達到最適的活動支出(Verner 1965)。很多研究則指出鹿科動物的活動模式呈晨昏雙峰型，但這樣的活動模式常起因於人類活動的干擾(狩獵壓力及遊憩壓力)(Jeppesen 1987)，在缺乏人類干擾與掠食者風險的地區此現象則可能不明顯(Kamler et al. 2007)。

奇萊與磐石山區人為干擾程度低(王穎 et al. 2008)，台灣水鹿(*Rusa unicolor swinhoii*)亦缺乏天敵的威脅，其活動模式受非生物因子影響的可能性較大。由於此區地形多變涵蓋中高海拔，季節性的氣候變化極明顯，導致溫度、降雨及食物資源均隨季節明顯變化，這樣的氣候環境與熱帶(水鹿天然分布範圍的主要環境)截然不同，我們預期水鹿可能會依季節調整其活動模式以適應環境。

除氣候環境可能影響水鹿行為模式外，台灣水鹿為一種性別二型性的物種，雄鹿體型明顯大於雌鹿，雌雄調整能量收支的方式可能不同，其活動模式亦可能不同，過去部分研究更假設偶蹄目動物常依性別分群活動，其原因是因不同性別之活動模式不同所致(Conradt 1998; Ruckstuhl and Neuhaus 2002)。目前學界對水鹿的社會行為所知極為有限，進行活動模式研究也可能有助於相關的行為生態學研究。

奇萊山區除了水鹿以外，也有許多長鬃山羊(*Naemorhedus swinhoei*)及山羌(*Muntiacus reevesi micrurus*)在此出沒，三種動物俱為草食性，其中以水鹿體型最大，食性範圍亦最廣泛。過去許多研究指出，共域而食性相似的動物常需要產生

空間或時間上的分隔以利彼此之生存(e. g. Di Bitetti et al. 2009; Lucherini et al. 2009)，在本區的三種主要草食獸中，我們預測水鹿可能較具競爭優勢，導致另兩種動物之活動需與其分隔。由於空間上的分隔暫時難以進行研究，我們欲藉三種動物的活動模式探討其是否有活動時間上的區隔。

活動模式的研究傳統上主要利用發報器進行(Hwang and Garshelis 2007; Ozoga and Verme 1975)，發報器能夠直接得知每隻個體的活動狀況，但近年來則有許多研究改用自動相機評估活動模式(Di Bitetti et al. 2009; Lucherini et al. 2009; Van Schaik and Griffiths 1996)，其優點在於節省人力，且不需捕捉動物，減少對動物的直接影響，缺點則在於獲得資料的方式較被動，且推估活動模式的方法較間接。目前國內雖已有許多研究報告採用自動相機法推估哺乳動物活動模式(e. g. 王穎 et al. 2009; 翁國精 et al. 2009; 裴家騏 et al. 2002; 裴家騏 and 姜博仁 2004)，但利用發報器直接從哺乳動物身上收得活動模式的研究相對很少。因此我們欲同時收集發報器資料與自動相機資料，藉兩種不同的方法推估台灣水鹿的活動模式，可得到更全面性的資料以進行後續比較，也可嘗試比較兩種方法得到的活動模式是否相近，作為研究方法的參考。

而了解動物的空間使用是對於動物生活史最基礎且重要的研究，最常被用來評估空間使用的方式是計算其活動範圍，即劃出一隻個體進行覓食、休息、交配或其他行為的區域，藉活動範圍的各種性質(如大小變化、植被組成等)評估動物如何因應環境來調整、選擇其生活方式與生活空間。研究者可藉此由活動範圍與動物出現位置了解動物的分布方式(Galanti et al. 2006)、棲地選擇(Klar et al. 2008)，進一步更可了解其覓食行為(Safi et al. 2007)、社會群聚方式(Zhang et al. 2010)、與其他物種間的衝突(Boisjoly et al. 2010)與輔助族群估算(Hewison et al. 2007)等。關於水鹿的空間使用在過去僅Shea et al. (1990)曾捕捉野生水鹿並設置發報器追蹤，但此研究在美國進行，在水鹿原產國家中仍未曾有人利用發報器對其空間使用作深入的了解，僅有部分以穿越線調查法得到的研究結果(Kushwaha

et al. 2004; Steinmetz et al. 2009)。

空間使用的研究可以為經營管理帶來許多助益，例如了解動物遷徙的方式可以提供保護區劃定的參考(Zeng et al. 2008)，了解其分布方式可以幫助瀕危物種建立族群間的交流(Kuemmerle et al. 2010)，了解其棲地選擇方式可讓管理單位能將有限的資源投在更需要被關注的區域，或是知道如何改善棲地環境(Boisjoly et al. 2010; Klar et al. 2008)。此外，台灣水鹿常與長鬃山羊及山羌共域，共域的草食獸之間由於生活空間、食性等的重疊而產生競爭關係(Ager et al. 2003; Brunjes et al. 2006)，因此對水鹿空間使用的研究也將有助於未來對其他中大型草食獸的後續研究。

許多哺乳動物會依季節變化進行垂直遷徙(e. g. Jacques et al. 2009; Zeng et al. 2008)，台灣處在亞熱帶，氣候變化相對於溫帶、寒帶較不明顯，而島嶼面積小，動物缺乏空間進行長距離的遷徙。然而過去研究發現台灣高海拔地區的水鹿在冬天時出現機率明顯下降(王穎 et al. 2009; 郭正彥 2005)，推測水鹿可能會遷移到中海拔避冬，由於台灣山區海拔變化劇烈，短距離的遷徙即可到達環境很不一樣的棲地，因此我們也欲在空間使用的研究中對此進行驗證，若屬實將有助於野生動物保護區劃設與管理策略上的參考。

水鹿分布於南亞及東南亞地區，此外亦被引進到美國、紐西蘭、澳洲等地，在其原產國家對其之相關研究仍很少，而台灣目前對台灣水鹿的研究多半限於養殖族群，對野生族群的生態學研究頗為缺乏，近年才漸漸有關於行為觀察(郭正彥 2005)、食性(李玲玲 et al. 2006)、族群估算(李玲玲 et al. 2007)等研究，另有部分研究根據自動相機資料推論其活動模式(翁國精 et al. 2009; 裴家騏 and 姜博仁 2004)，但直至 2009 年方有研究人員成功捕捉野生水鹿並設置發報器進行追蹤(王穎 et al. 2009)。以發報器追蹤野生動物能獲得關於動物活動更直接而詳盡的資料，但台灣相關研究亦少，尤其在中大型哺乳動物僅台灣黑熊(*Ursus thibetanus formosanus*)(Hwang and Garshelis 2007)、山羌(McCullough et al. 2000)等曾有完整研究發表，而王等(2009)曾捕捉 5 隻台灣水鹿分別設置 GPS 項圈與

VHF 項圈，目前有 3 隻個體仍在持續追蹤當中，對於水鹿的活動模式與移動情形已有初步的了解(顏士清及王穎，未發表資料)，並發現台灣水鹿的活動範圍明顯大於引進至美國的水鹿(Shea et al. 1990)，但目前資料仍很少，亟需增加樣本數並持續追蹤獲得更多資料。

本研究利用自動相機及無線電遙測技術，了解野生水鹿的活動模式與空間使用情形，比較不同季節、性別在活動模式與空間使用上是否有區別，以及比較其他兩種中大型共域草食獸之活動模式。這些資料未來除可作為野生台灣水鹿行為生態學上的基礎資訊，未來並可應用在野生水鹿的分布、數量、棲地選擇、社會群聚方式等研究上，作為保育與經營管理上的重要參考資料。

二、預期目標

1. 了解台灣水鹿活動模式。
2. 比較水鹿活動模式在不同性別、不同季節之差異。
3. 了解水鹿與共域之山羊、山羌是否在活動模式產生分隔。
4. 了解台灣水鹿之空間使用方式，包括活動範圍、日移動距離及季節性移動。

第二章 材料與方法

第一節 研究地區

太魯閣國家公園位於花蓮、臺中及南投三縣境內，其範圍以立霧河流域、中部東西橫貫公路沿線及其外圍山區為主，包括合歡山區、奇萊連峰(中央山脈北三段北段)、南湖中央尖山區(中央山脈北一段)、中央山脈北二段、陶塞河流域、清水山及三棧河流域等，面積共約 92,000 ha。本研究主要在奇萊山區進行，此處位於中央山脈主稜及向東延伸之奇萊東稜上，海拔大多在 3000 m 以上，年均溫為 7.7°C，冬季一、二月間溫度常在 0°C 以下，年雨量在 2,000 mm 以上，夏季多雨，冬季較乾。此區植物相以高山針葉林、玉山箭竹矮灌叢等類群為主，林線以上具有大面積的高山草原。針葉林組成以雲杉、鐵杉、冷杉、二葉松等為主，玉山箭竹矮灌叢除玉山箭竹為優勢種外，亦常有圓柏及杜鵑花科植物(楊及徐，2004)，海拔 2000-3000 m 的地區則多為針闊葉混合林。

第二節 研究方法

一、捕捉方法

本研究在磐石山區進行野生水鹿捕捉工作，捕捉到的水鹿設置 GPS 項圈以進行追蹤，捕捉過程由獸醫師全程監控水鹿生理狀況，以避免造成水鹿之傷亡。

捕捉時先選擇適當地形架設圍網，在網前放置誘餌吸引水鹿前來舔食，待水鹿進入圍網中，研究人員靠近驅趕使其撞上圍網受縛，再由獸醫師以吹箭注射麻醉藥，麻醉藥使用 Xylazine HCl 1.2 mg/kg 及 Ketamine HCl 2.0 mg/kg 混合劑量(董光中 et al. 1993)，等待約 5 分鐘水鹿安靜不再掙扎後，研究人員再上前壓制，並解開網子及網綁四肢確保人員安全。接著注射抗緊迫藥物 dexamethasone 5 ml，防止水鹿過度緊迫，再以 TScale DR-300 電子吊秤測定重量，秤重後設置項圈發報器，再測量水鹿之頸圍、肩高、體長，同時注射辨識晶片。最後注射解劑

Yohimbine 0.12-0.175 mg/kg，解開繩索原地釋放。從動物受縛至釋放，均在 30 分鐘內完成。

二、活動模式

(一)、發報器

VHF項圈上具有活動感應器，當動物活動時無線電的脈衝頻率會加快，因此可藉脈衝頻率的數量判斷動物是否在活動。動物完全不活動時的無線電脈衝頻率為55 pulse/min，劇烈活動時則可達約150 pulse/min。我們將55-59 pulse/min定義為動物不活動，>60 pulse/min定義為動物活動中。

活動模式的測量方式為24小時連續監測，每半小時記錄無線電訊號5分鐘，因此每小時有10分鐘的記錄，藉此取樣代表動物在該小時內的活動情形。

GPS項圈也具有加速器，記錄動物活動時產生的加速度，藉數值大小可推測動物是否在活動。我們於捕捉水鹿前，先至高雄種畜繁殖場商借養殖水鹿進行項圈測試與行為觀察，了解在水鹿各種行為時項圈可能產生的活動數值，以利資料分析。此活動模式資料會儲存在項圈內，與定位資料一同經由接收器下載。

資料分析時，我們將水鹿的活動分成不同的時間層級進行計算，第一個層級計算水鹿在一整日的記錄中有多少時間處於活動狀態，第二個層級計算晨(5:00-6:59)昏(17:00-18:59)日(7:00-16:59)夜(19:00-04:59)四個時段之活動比例，第三個層級則以小時為單位，計算每個小時記錄到之活動比例。

GPS項圈還具有溫度計，定位時除記錄定位點、活動指數外，還會記錄環境溫度，為了解水鹿的活動是否跟溫度有關，我們取每日的最高溫、最低溫、及平均溫度與該日的活動比例做比較。

(二)、自動相機

我們在奇萊山區架設10台自動相機(包括底片型與數位型)，其中1台海拔約2800 m，其餘海拔均在3000 m 以上。架設環境包括箭竹草原與森林，選擇適當獸徑或水池邊，架設於樹幹上，離地約1 - 1.5 m，每1-2月更換底片(或記憶卡)及

電池一次。

計算各時段之照片數佔總照片數的比例，藉此評估動物在各小時之相對活動量，以此為指標建立水鹿、山羊、山羌的活動模式。除了以一小時為間隔計算外，亦把一日分為晨(5:00-6:59)昏(17:00-18:59)日(7:00-16:59)夜(19:00-04:59)四段，計算各段之相對活動比例。

由於需長期監測才能得到可靠的結果，我們合併王等(2008, 2009)在此區的相機監測資料進行分析。

我們將照片資料產生的24小時活動模式分成幾種不同的資料集合進行比較，以Pearson's Correlation測試兩組之間之關聯性，用以推測其活動模式是否類似或有分化。第一個分類是比較不同性別水鹿之活動模式是否存在差異，我們將所有水鹿的照片資料分為雌、雄兩組進行比較；第二個分類是比較水鹿在不同季節間的活動模式差異，我們將水鹿的照片資料分成春(3-5月)、夏(6-8月)、秋(9-11月)三組進行比較，冬季因照片資料過少不納入比較；第三個分類是為了了解水鹿與長鬃山羊、山羌間是否產生活動時間的分隔，以三個物種之活動模式進行比較。

三、空間使用

本研究採用GPS項圈發報器，GPS項圈定位間隔為1-4小時不等，定位點儲存於項圈上，研究人員可持接收器以UHF radio下載。

以軟體ArcView 3.3 (ESRI Inc., Redlands CA)之Home Range Extension計算動物移動距離、活動範圍及其他後續分析。

關於日移動距離的計算，以每日0:00的座標位置代表該日，計算兩日間的距離，即為動物一日之移動距離。除計算平均移動距離外，亦將資料分為季節、月份進行比較。

活動範圍的分析分為年活動範圍、季活動範圍及月活動範圍，其中季活動範圍之季節分法為春(3-5月)、夏(6-8月)、秋(9-11月)、冬(12-2月)四季，分別以最小凸多邊形法(minimum convex polygon, MCP)及Fixed Kernel Method計算，

奇萊山區台灣水鹿之活動模式與空間使用

95%MCP代表其活動範圍，50%MCP代表其核心區域。

此外亦分析水鹿所在位置之海拔變化，以了解其在不同海拔棲地環境遷移的狀況。並結合溫度資料，了解溫度與其垂直移動是否有關。

第三章 結果

第一節 水鹿形值資料

2010年7月及9月各進行一次水鹿捕捉工作，共捕捉到水鹿11隻，包括7雄4雌，合併2009年7月及12月的捕捉資料，共捕捉到水鹿16隻，包含10雄6雌，皆為成體。

雄鹿平均體重為121.5 kg (n = 8)，雌鹿平均體重為80.4 kg (n = 6)。雄鹿平均體長為140.2 cm (n = 10)，雌鹿平均體長為136.0 cm (n = 6)。雄鹿平均頸圍為71.2 cm (n = 10)，雌鹿平均頸圍為42.5 cm (n = 6)。雄鹿平均肩高為100.9 cm (n = 10)，雌鹿平均肩高為88.8 cm (n = 6)。檢查體外寄生蟲結果發現69%的個體具有體外寄生蟲(表3-1)。

第二節 活動模式

一、發報器監測之水鹿活動模式

目前已針對CL2進行4次24小時活動模式監聽，分別在2010年4月及6月各進行2次，屬於春季及夏初。結果顯示CL2一日中有35.0%的時間為活動狀態，清晨(38.9%)、日間(32.7%)、夜間(32.3%)的平均活動比例也與此相若，而黃昏時的活動比例最高(57%)(圖3-1)。每小時的活動情形則顯示CL2在2:00、7:00、17:00有三個活動高峰，日間保持活動量較低的狀態，夜間則明顯有活動高峰及休息狀態輪流出現(圖3-2)。

CL6所掛的GPS項圈有56天的活動模式記錄，時間在7到9月，為夏季的活動記錄，結果顯示CL6一日有31.0%的時間在活動，晨間活動比例為31.2%，日間活動比例為30.1%，黃昏活動比例為37.8%，夜間活動比例為34.3%(圖3-3)。每小時活動情形則顯示其在6:00-8:59及16:00-17:59有活動高峰，上半

夜 20:00 – 0:00 亦為活動高峰，下半夜及日間活動比例較低，然大多仍在 20% - 30%，12:00 為一日活動比例最低的時間(圖 3-4)。

二、 日活動比例與溫度之關係

分析 CL6 每日活動比例與當日最高溫的關係，發現當最高溫低於攝氏 20 度時，當日的活動比例通常會低於平均日活動比例 (31.0%)(圖 3-5)；而每日活動比例與當日的最低溫沒有明顯關聯 (圖 3-6)；而分析每日活動比例與當日平均溫度則發現，日均溫小於攝氏 14 度時，當日活動比例多半會小於平均日活動比例 (31.0%)，日活動比例較高的時候多半是日均溫介於攝氏 14 – 20 度之間(圖 3-7)。

三、 自動相機監測之水鹿活動模式

今年在奇萊與磐石山區共架設 10 個自動相機站，2009 年 12 月至 2010 年 11 月共工作 24163 小時，拍攝到 193 張水鹿照片，合併王等(2008)及王等(2009)之相機監測結果，2008 年 7 月至 2010 年 11 月我們共在本區架設 25 個自動相機站，總工作時數為 43734 小時，拍攝到 340 張水鹿照片。

分析水鹿照片在各時段出現的比例發現，18:00 及 19:00 兩個時段為水鹿的活動高峰期，夜間也持續在活動，早晨 5:00 及 6:00 再一個活動小高峰後，活動量明顯下降，日間的活動比例相對較低(圖 3-8)。

若把一日分為晨昏日夜四個時段進行分析，結果發現 52% 的照片均在夜間攝得，日間所拍到的數量佔 25%，晨昏分別有 2 個小時，分別為一日 24 小時的 8.3%，但拍到的照片量清晨及黃昏各為高於平均的 11% 及 12%(圖 3-9)，顯示水鹿有晨昏活動高峰，並以夜間活動量較多，統計上也顯示此活動比例顯著異於隨機分配(Chi-Square test, $\chi^2 = 11.699$, $P = 0.008$)。

四、 水鹿活動模式於不同性別之差異

340 張水鹿照片中，有 316 張可以辨識性別，其中 133 隻次為雄鹿，183 隻次為雌鹿，42% 為雄鹿，58% 為雌鹿，雄雌比例約為 3:4。分析不同性別水鹿的

活動模式顯示，雄鹿在黃昏至入夜後(約 18:00-19:00)達到活動高峰，之後在夜間持續都有較高的活動量，直到 2:00、3:00 活動量下降，但 4:00 至 6:00 又有大量活動，日間則均呈現低度活動的狀況。雌鹿在黃昏及上半夜(約 18:00-23:00)為活動高峰，自 0:00 起活動量下降，此後下半夜及日間保持一定的活動程度，下半夜與日間活動量相仿(圖 3-10)。以 Pearson Correlation 檢定結果顯示雌雄水鹿活動模式之相關係數為 0.64 ($P < 0.001$)，顯示不同性別水鹿的活動模式有一定程度的相似。

將一日分為晨昏日夜四個時段來看，雌雄在夜間的照片均佔了約半數，顯示雌雄都是以夜間活動為主，而在日間的活動比例，雌鹿(31%)明顯高於雄鹿(16%)。雄鹿清晨及黃昏照片比例各佔 15%及 13%，雌鹿則為 9%及 11%，顯示雄鹿的晨昏高峰情形可能略較雌鹿明顯。

五、 水鹿活動模式在不同季節之差異

水鹿在春天有明顯的晨昏活動高峰，清晨及黃昏的照片各佔 12.5%，而日間及夜間拍到的照片比例接近，日間為 35%，夜間為 40%。夏季時晨昏活動高峰情形不如春季明顯，清晨照片比例為 8%，黃昏為 11%，日夜差異則較大，日間為 18%，夜間為 63%。秋季的晨昏活動高峰最明顯，清晨照片比例為 15%，黃昏照片比例為 14%，而夜間活動量也如夏季般明顯高過日間活動量，日間照片比例為 26%，夜間照片比例為 45% (圖 3-11)。

以 Pearson Correlation 檢定結果，春季與夏季之相關係數為 0.14 ($P = 0.51$)，夏季與秋季之相關係數為 0.17 ($P = 0.43$)，春季與秋季之相關係數為 0.69 ($P < 0.001$)，顯示春季與秋季活動模式較相似，而夏季與這兩種有較大的不同。

六、 水鹿與長鬃山羊、山羌之活動模式差異

本區共拍攝到 67 隻次的山羌，其在晨昏時沒有明顯的活動高峰，清晨與黃昏照片比例各佔 9%，日間照片比例(54%)高於夜間照片比例(28%)。另拍攝到

78 隻次的山羊，其在清晨的照片比例為 5%，黃昏的照片比例為 14%，可能偏好在黃昏活動而在清晨減少活動，日間的照片比例則佔 54%，夜間照片比例為 27% (圖 3-12)。

以 Pearson Correlation 檢定結果，水鹿與山羌之相關係數為 -0.22 ($P = 0.30$)，水鹿與山羊之相關係數為 -0.16 ($P = 0.44$)，而山羊與山羌之相關係數為 0.53 ($P = 0.007$)，顯示水鹿之活動模式與山羌、山羊有較明顯的差異，而山羌與山羊之間有一定程度的相似性。

第三節 空間使用

CL4 由 2009 年 12 月 6 日開始追蹤，直至 2010 年 6 月 5 日項圈脫落，共計 184 天，期間 GPS 以 4 小時的間隔嘗試定位 1078 次，成功定位 922 次，定位成功率為 85.5%，平均定位時間為 102 sec。

CL6 由 2010 年 7 月 19 日開始追蹤，2010 年 9 月 14 日收回一次資料，共計 57 天，目前仍持續追蹤當中。追蹤期間 GPS 以 1 小時的間隔嘗試定位 1342 次，成功定位 1334 次，定位成功率為 99.4%，平均定位時間為 48 sec。

一、活動範圍

雌鹿 CL4 由 2009 年 12 月至 2010 年 6 月的活動範圍 MCP95 為 773.6 ha (圖 3-3)，核心活動區域 MCP50 為 29.5 ha，Fixed Kernel 計算之活動範圍為 105.4 ha (圖 3-3)。春季之活動範圍 (774.0 ha，MCP95) 大於冬季之活動範圍 (492.6 H，MCP95)，平均月活動範圍為 248 ha，但各月之間差距很大，1 月之活動範圍僅 22.7 ha (MCP95)，4 月也僅 67 ha (MCP95)，但 3 月達 509.5 ha (MCP95)，5 月亦有 382.4 ha (MCP95)。核心區域(MCP50)的部份也是春季(71.3 ha)大於冬季(14.2 ha)(表 3-2)。

雄鹿 CL6 自 2010 年 7 月至 2010 年 9 月的活動範圍 MCP95 為 1597 ha，活動核心區域 MCP50 為 1112 ha，Fixed Kernel 為 108.7 ha。夏季活動範圍(1131.7 ha，

MCP95)大於秋季(15.1 ha, MCP95)，秋季之核心活動範圍為 1.0 ha (MCP50)、1.8 ha (Fixed Kernel 90%)(表 3-3)。

二、日移動距離

CL4 平均一日移動的距離為 1108 ± 1103 m，移動距離最短之日為 73 m，移動距離最長的一日為 7840 m(表 3-4)，而春季的移動距離(1396 ± 1327 m)顯著高於冬季的移動距離(809 ± 687 m)($p < 0.001$, t test)。

CL6 平均一日移動的距離為 503 ± 810 m，移動距離最短之日為 6 m，移動距離最長的一日為 4137 m(表 3-5)，秋季平均日移動距離(333 ± 292 m)短於夏季平均日移動距離(559 ± 916 m)，但兩者並無顯著差異($p = 0.371$, t test)。

三、棲地海拔變化

CL4 在 12 月被捕捉設置發報器後，仍停留於高海拔棲地，海拔多在 3000 m 以上，直到 12 月 21 日降遷至中海拔棲地，海拔主要在 1500–1900 m，5 月 3 號重新回到靠近磐石西峰稜線的高海拔棲地。停留在中海拔棲地的期間，有三次短暫回到高海拔棲地的情形。根據定位資料，CL4 往返其中海拔棲地與高海拔棲地的時間，單程最短可在 8 小時內完成(圖 3-15, 3-16)。

CL6 從 7 月 19 日開始追蹤，7 月 23 日移動到海拔約 2000 m 的中海拔棲地，8 月 11 日又回到 3000 m 以上的高海拔棲地，此後即一直停留在高海拔地區(圖 3-17, 3-18)。

表 3-1 2009-2010 年磐石山區捕捉水鹿之個體形值資料及項圈狀況

編號	項圈類別	放置時間	脫落時間	性別	體重	體長	頸圍	肩高	體外寄生蟲
CL1	GPS	2009/7/17	2009/7	雄	N/A	150	65	100	無
CL2	VHF	2009/7/16		雌	55	120	40	80	無
CL3	GPS	2009/7/16	2009/7	雄	119	123	72	90	有
CL4	GPS	2009/12/6	2010/6	雌	83	138	45	80	無
CL5	VHF	2009/7/15	已無訊號	雄	120	140	73	90	無
CL6	GPS	2010/7/19		雄	125	140	78	103	有
CL7	GPS	2010/7/20		雄	126	144	75	105	有
CL8	GPS	2010/7/21		雄	120	131	71	101	有
CL9	GPS	2010/7/21		雄	N/A	139	73	99	有
CL10	GPS	2010/7/23	2010/7	雄	136	150	61	104	有
CL11	GPS	2010/9/14		雌	75	134	40	85	有
CL12	GPS	2010/9/15		雌	96	145	45	95	有
CL13	GPS	2010/9/15		雄	109	142	63	103	有
CL14	GPS	2010/9/16		雌	76	136	89	49	無
CL15	GPS	2010/9/16		雄	117	143	81	114	有
CL16	GPS	2010/9/16		雌	72	127	52	95	有

表 3-2 2009-2010 年磐石山區，雌水鹿 CL4 之項圈定位情形及其年、季、月活動範圍(ha)

	No. of locations	MCP95 (ha)	MCP50 (ha)	Fixed Kernel (ha)
Total	922	773.6	29.5	105.4
winter	439	492.6	14.2	53.5
12	133	207.5	20.0	52.7
1	167	22.7	9.4	8.9
2	139	299.4	13.7	36.2
Spring	473	774.0	71.3	132.6
3	161	509.5	20.3	91.0
4	155	67.0	33.7	72.1
5	157	382.4	13.7	31.7

表 3-3 2010 年 7 月至 9 月磐石山區，雄水鹿 CL6 項圈定位情形及其年、季、月活動範圍

	No. of locations	MCP95 (ha)	MCP50 (ha)	Fixed Kernel (ha)
Total	1334	1597.2	1111.9	108.7
summer	1029	1131.7	147.9	41.7
7	288	1138.5	156.6	75.3
8	741	871.2	82.3	51.3
fall	305	15.1	1.0	1.8
9	305	15.1	1.0	1.8

表 3-4 2009-2010 年磐石山區，雌水鹿 CL4 之平均日移動距離及移動距離範圍

	Daily travel distance		
	Mean	SD	Range
Total	1108	1103	73-7840
winter	809	687	73-4207
spring	1396	1327	124-7840

表 3-5 2010 年 7 月至 9 月磐石山區，雄水鹿 CL6 之平均日移動距離及移動距離範圍

	Daily travel distance		
	Mean	SD	Range
Total	503	810	6 - 4137
summer	559	916	6 - 4137
fall	333	292	15 - 715

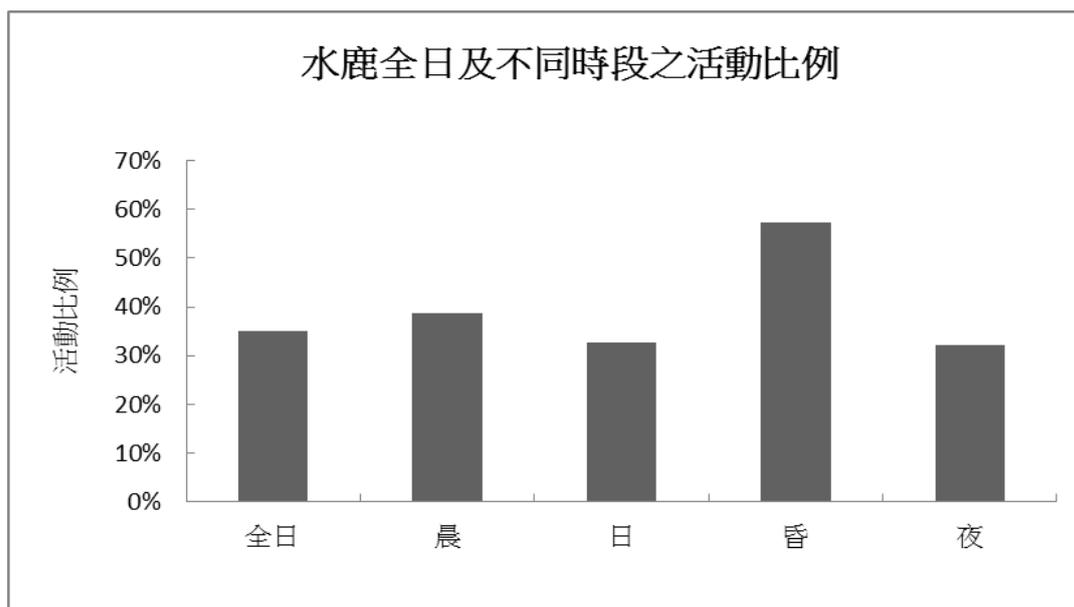


圖 3-1 2010 年 4 月及 6 月磐石山區，以 VHF 項圈監測水鹿 CL2 之活動模式，顯示水鹿 CL2 在晨(5:00-6:59)、日(7:00-16:59)、昏(17:00-18:59)、夜(19:00-04:59)活動的比例。



圖 3-2 2010 年磐石山區 4 月及 6 月，以 VHF 項圈監測水鹿 CL2 之 24 小時活動模式，顯示 CL2 於各時段之活動比例。

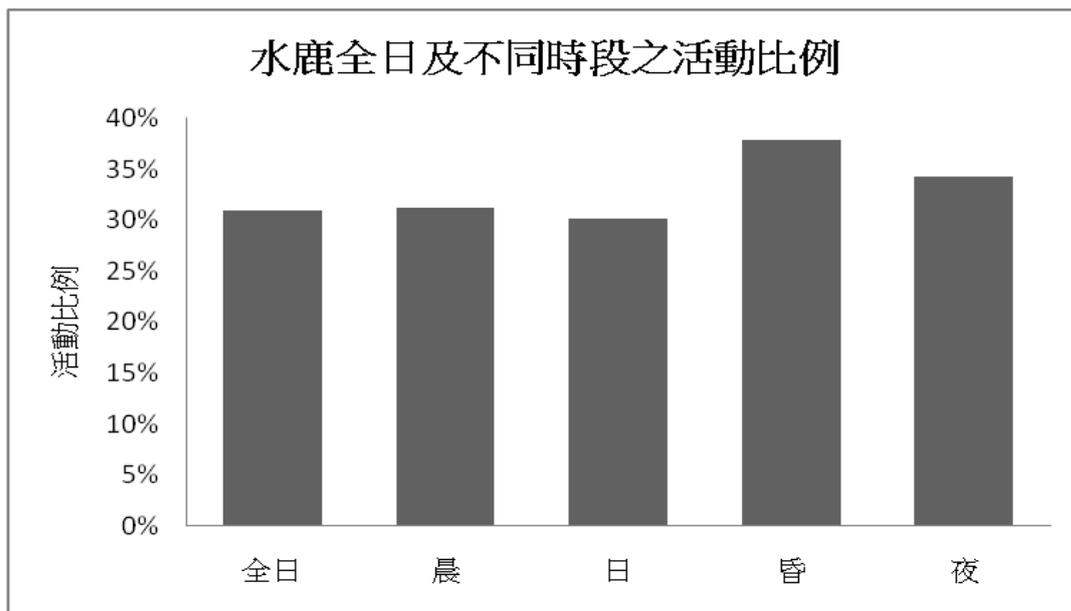


圖 3-3 2010 年 7-9 月磐石山區，以 GPS 項圈監測水鹿 CL6 之 24 小時活動模式，顯示 CL6 晨(5:00-6:59)、日(7:00-16:59)、昏(17:00-18:59)、夜(19:00-04:59)活動的比例。

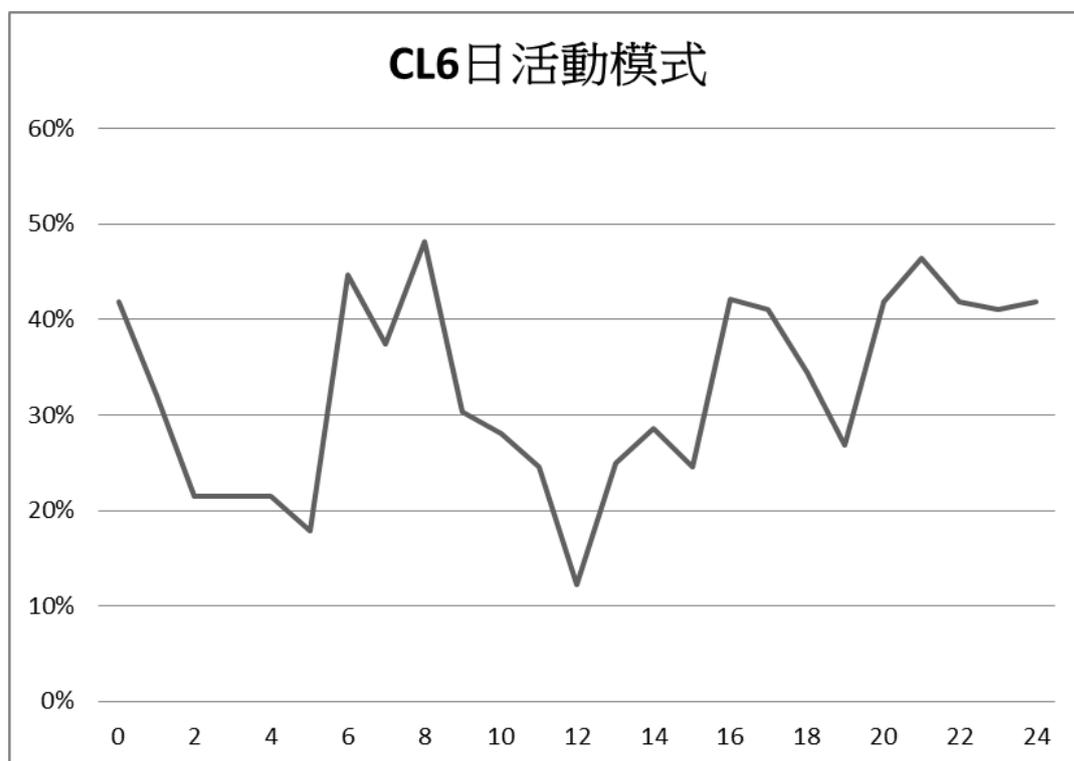


圖 3-4 2010 年 7-9 月磐石山區，以 GPS 項圈監測水鹿 CL6 之 24 小時活動模式，顯示 CL6 於各時段之活動比例。

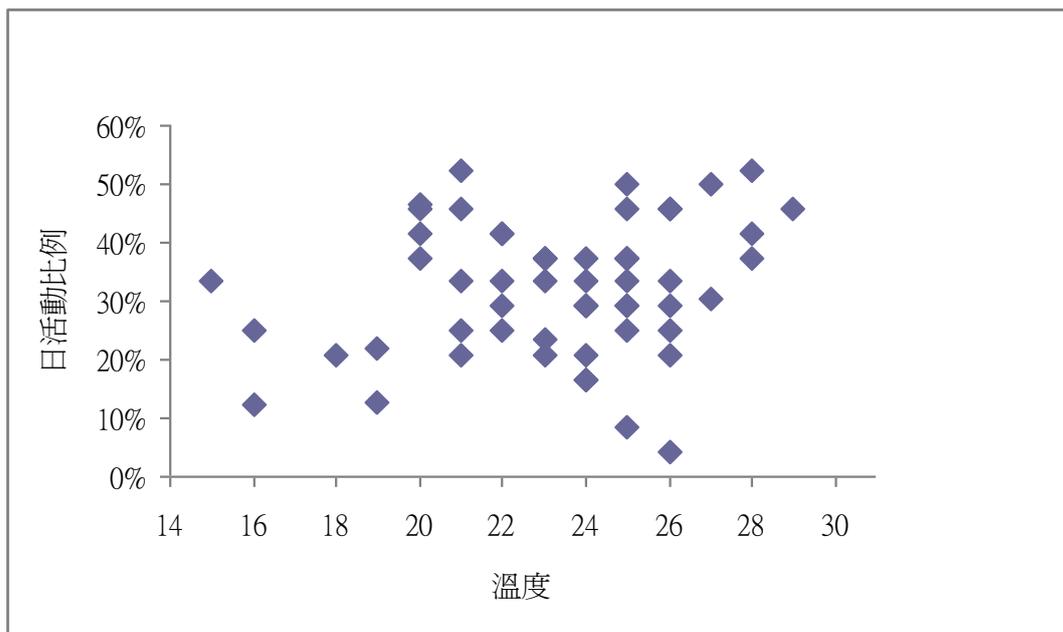


圖 3-5 2010 年 7-9 月，水鹿 CL6 每日活動比例與當日最高溫之關係

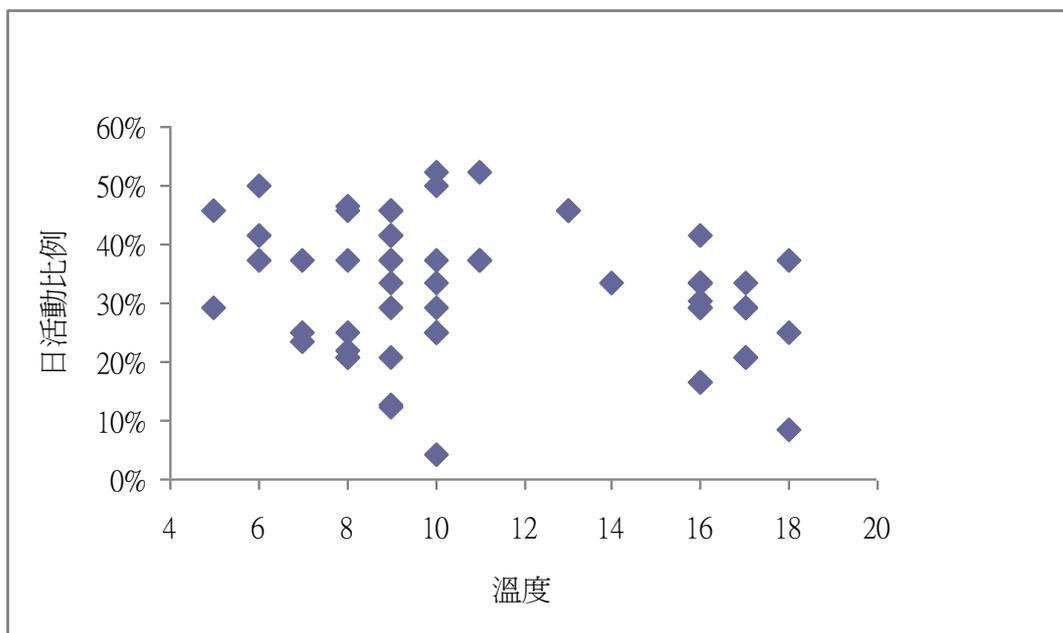


圖 3-6 2010 年 7-9 月，水鹿 CL6 每日活動比例與當日最低溫之關係

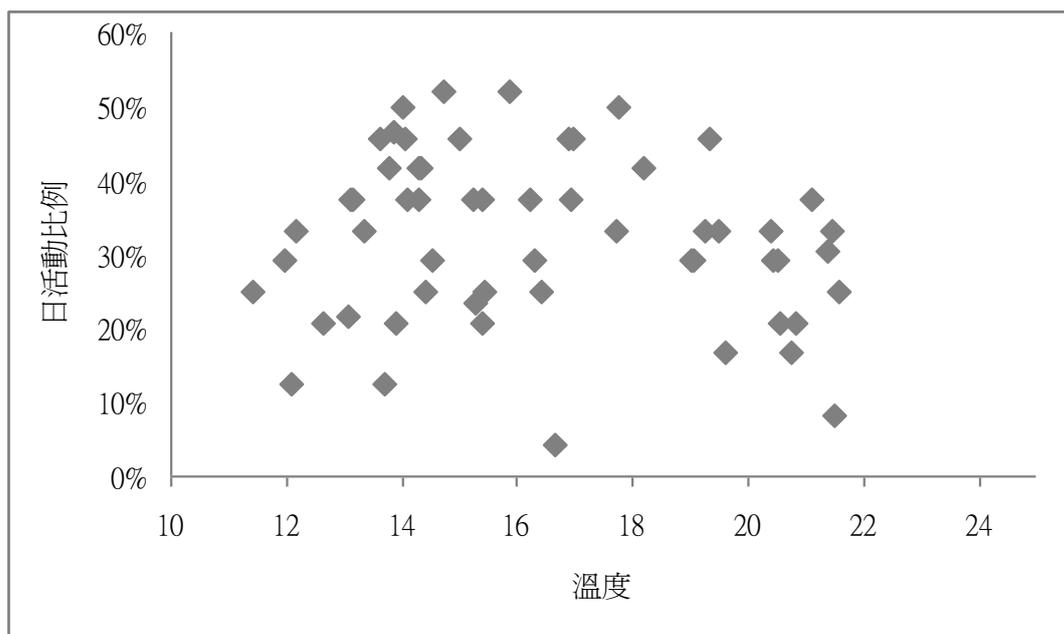


圖 3-7 2010 年 7-9 月，水鹿 CL6 每日活動比例與當日平均溫度之關係

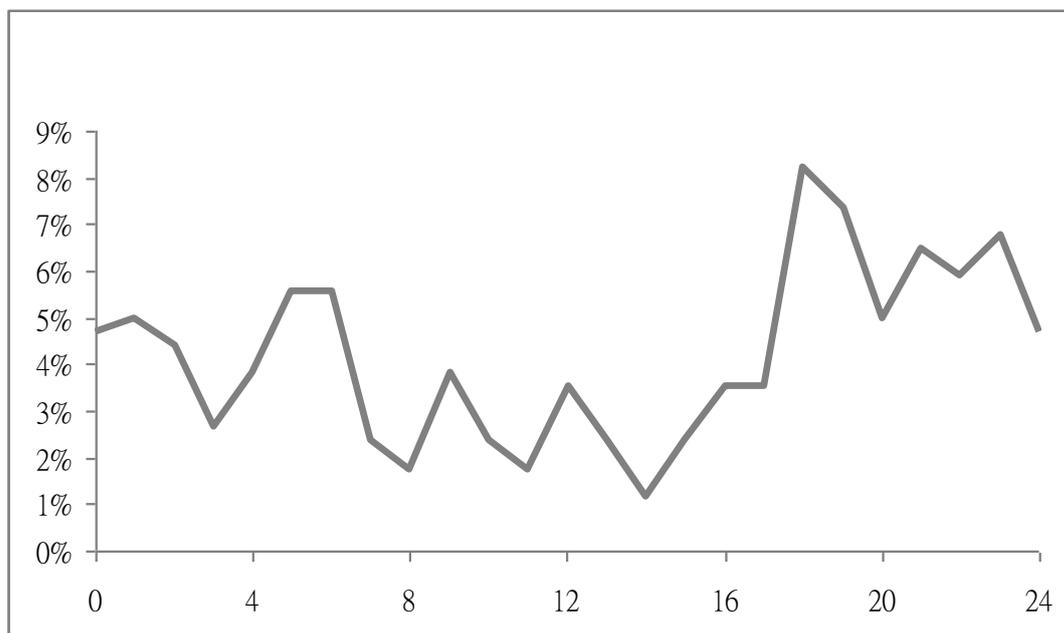


圖 3-8 2008-2010 年奇萊與磐石山區，以紅外線自動相機監測水鹿之 24 小時活動模式，水鹿在各時段被拍到的比例。

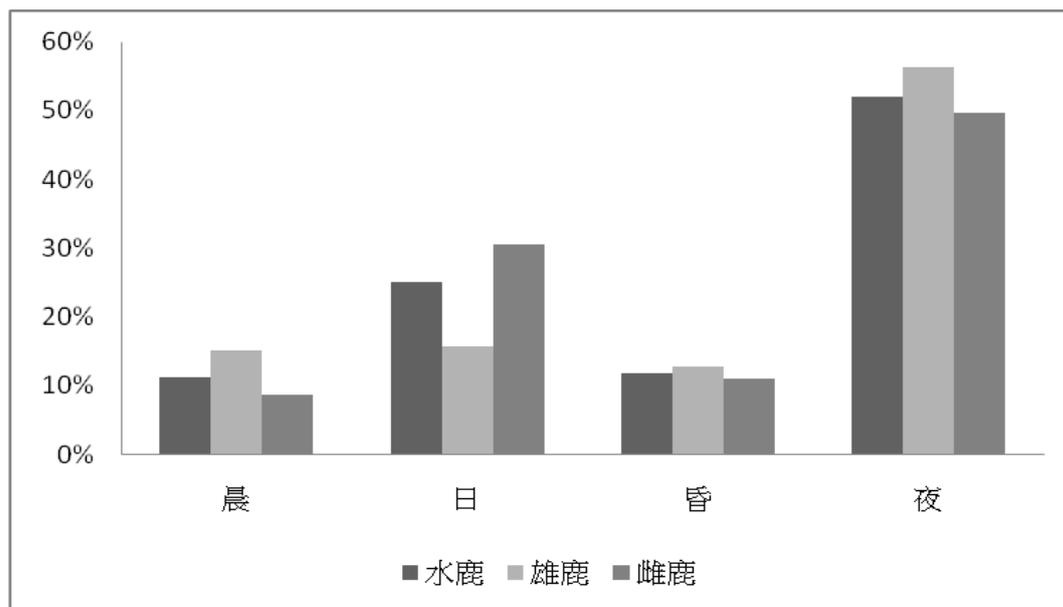


圖 3-9 2008-2010 年奇萊與磐石山區，以紅外線自動相機監測水鹿之活動模式，顯示所有水鹿、雄鹿、雌鹿在晨(5:00-6:59)、日(7:00-16:59)、昏(17:00-18:59)、夜(19:00-04:59)被拍到的比例

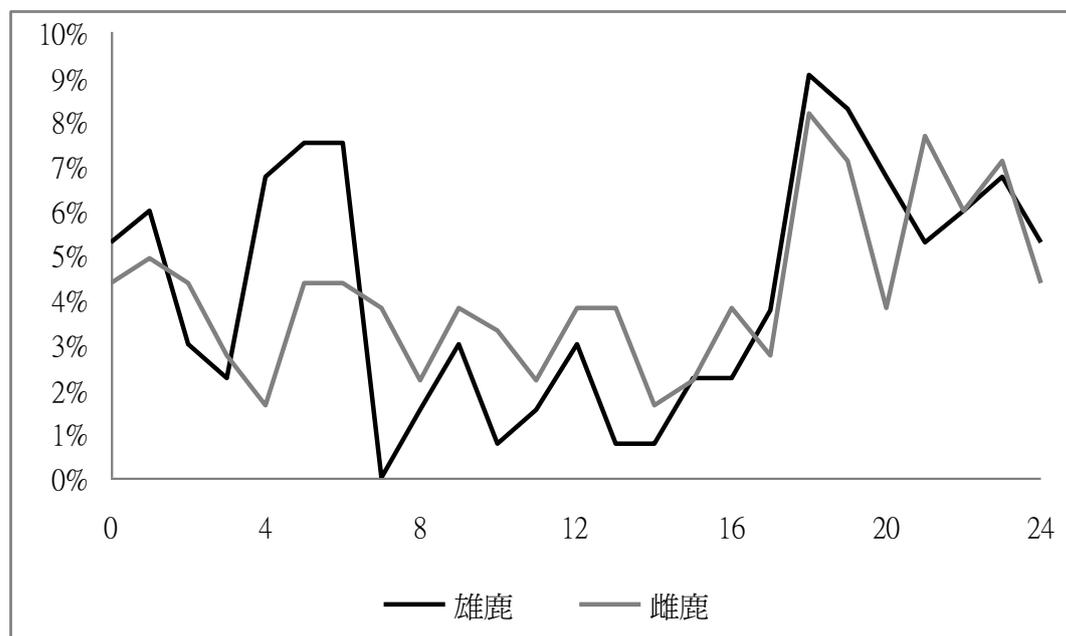


圖 3-10 2008-2010 年奇萊與磐石山區，以紅外線自動相機監測水鹿之 24 小時活動模式，雄鹿與雌鹿在各時段分別被拍到的比例。

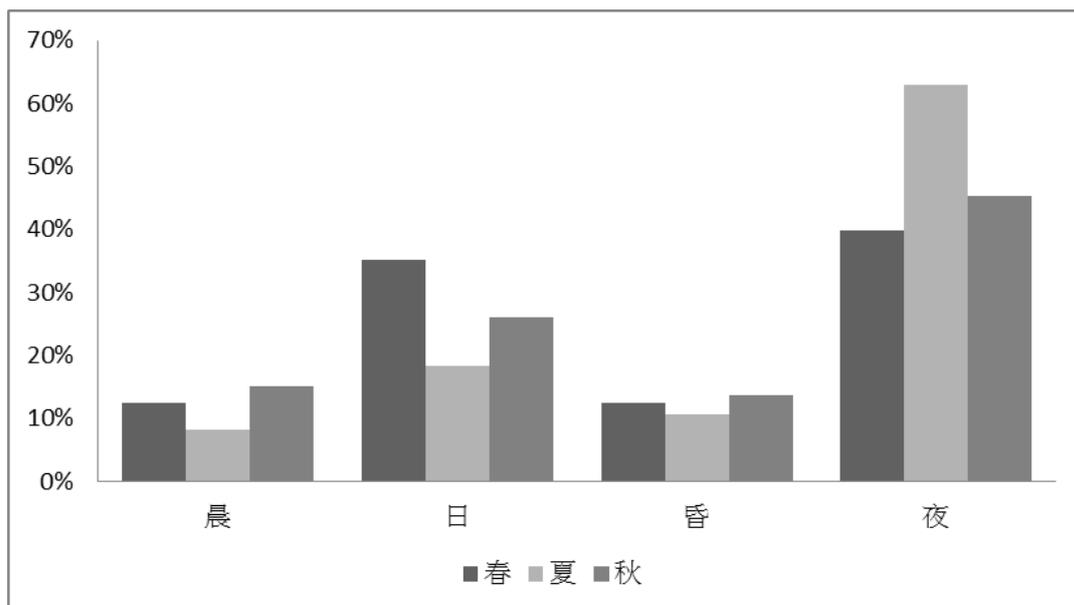


圖 3-11 2008-2010 年奇萊與磐石山區，以紅外線自動相機監測水鹿之活動模式，水鹿在春(3-5月)、夏(6-8月)、秋(9-11月)三季時，晨(5:00-6:59)、日(7:00-16:59)、昏(17:00-18:59)、夜(19:00-04:59)被拍到的比例。

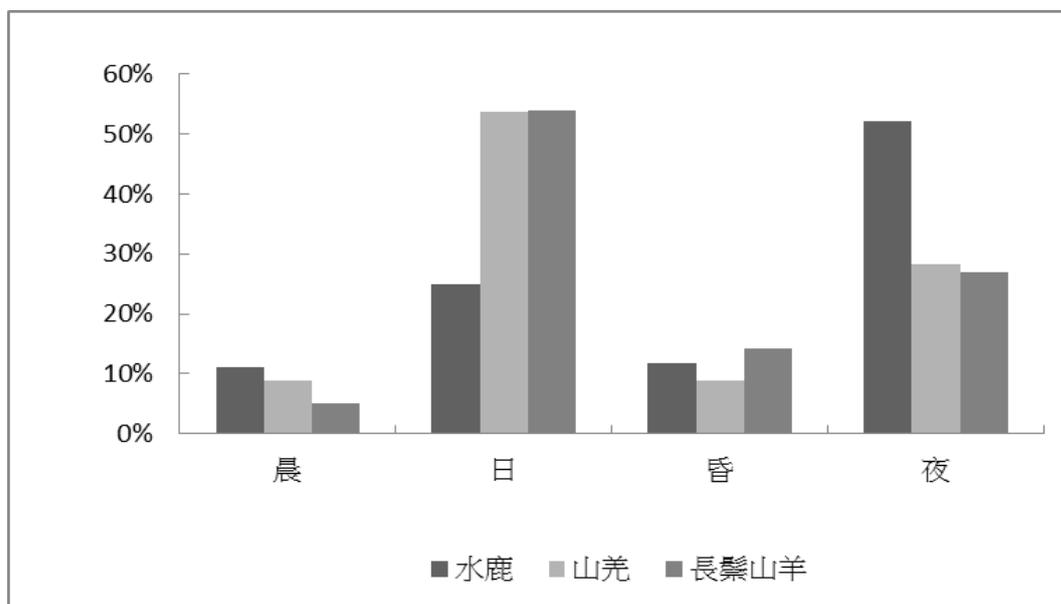


圖 3-12 2008-2010 年奇萊與磐石山區，以紅外線自動相機監測水鹿、山羌、長鬃山羊之活動模式，三者晨(5:00-6:59)、日(7:00-16:59)、昏(17:00-18:59)、夜(19:00-04:59)被拍到的比例

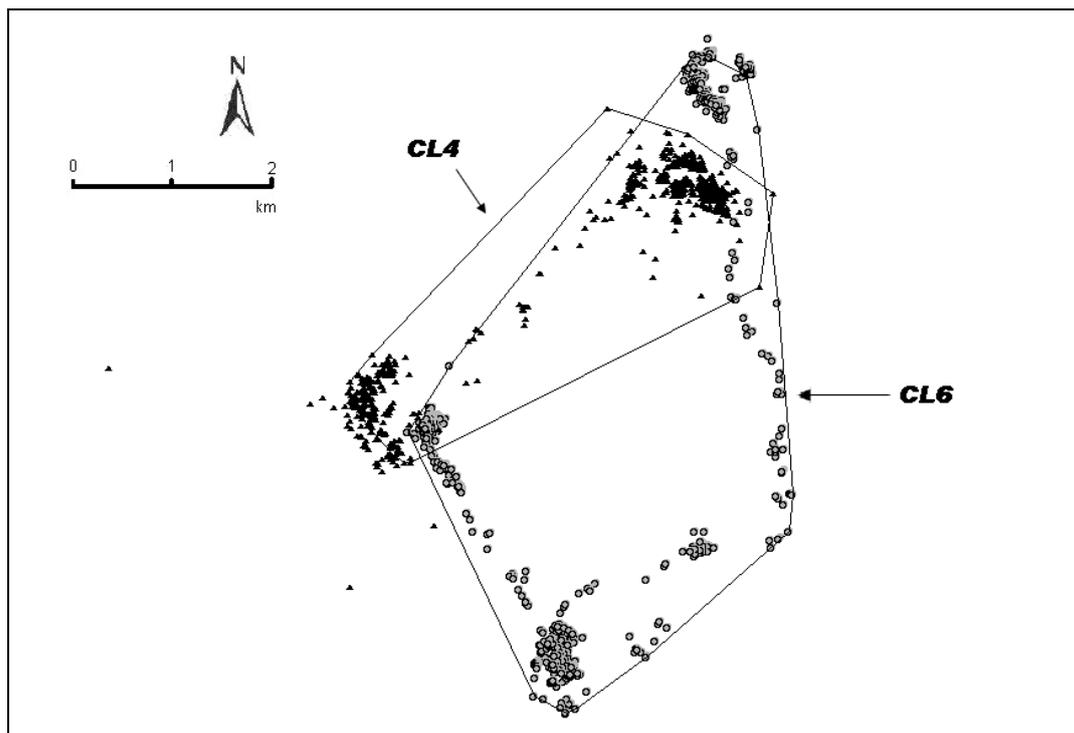


圖 3-13 2009-2010 年磐石山區，雌鹿 CL4 與雄鹿 CL6 之定位點及活動範圍，活動範圍以 95%MCP 計算。

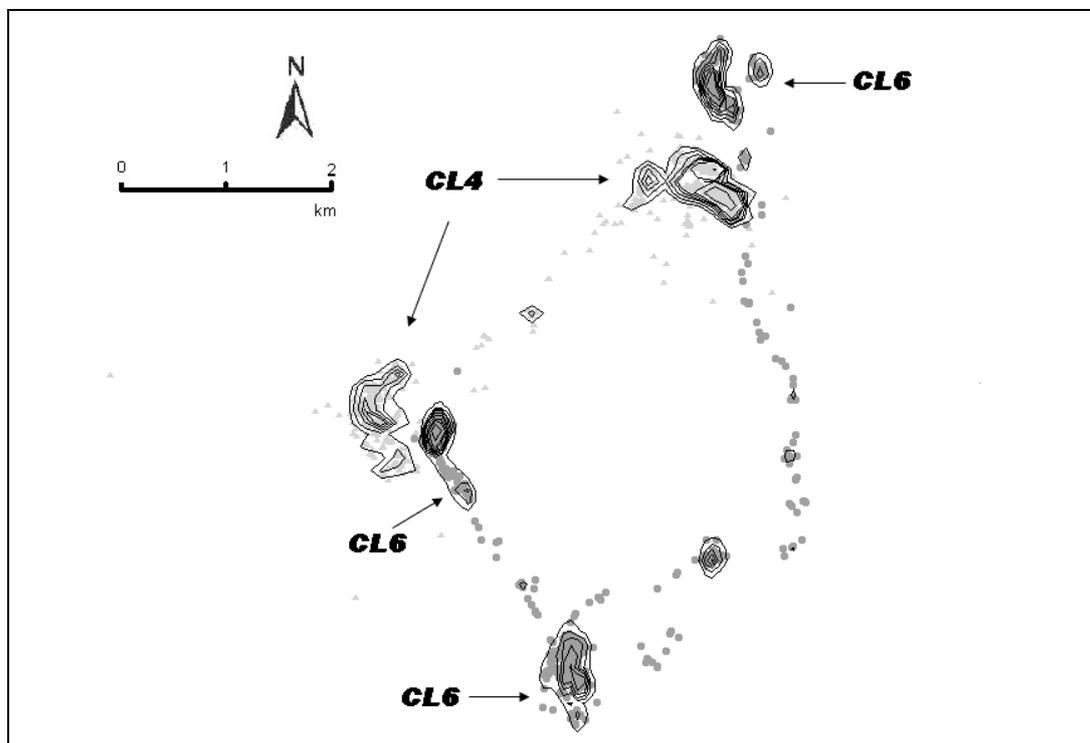


圖 3-14 2009-2010 年磐石山區，雌鹿 CL4 及雄鹿 CL6 之定位點及活動範圍，活動範圍以 Fixed Kernel Method 計算。

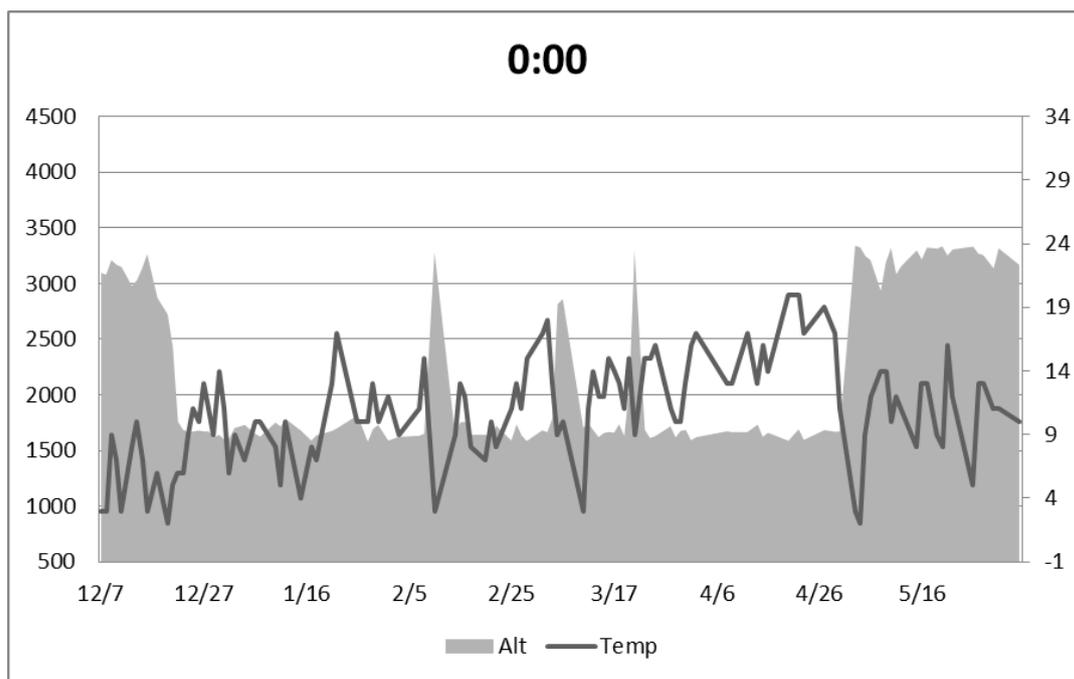


圖 3-15 2009-2010 年磐石山區，雌性水鹿 CL4 每日 0:00 之所在地點海拔與溫度變化

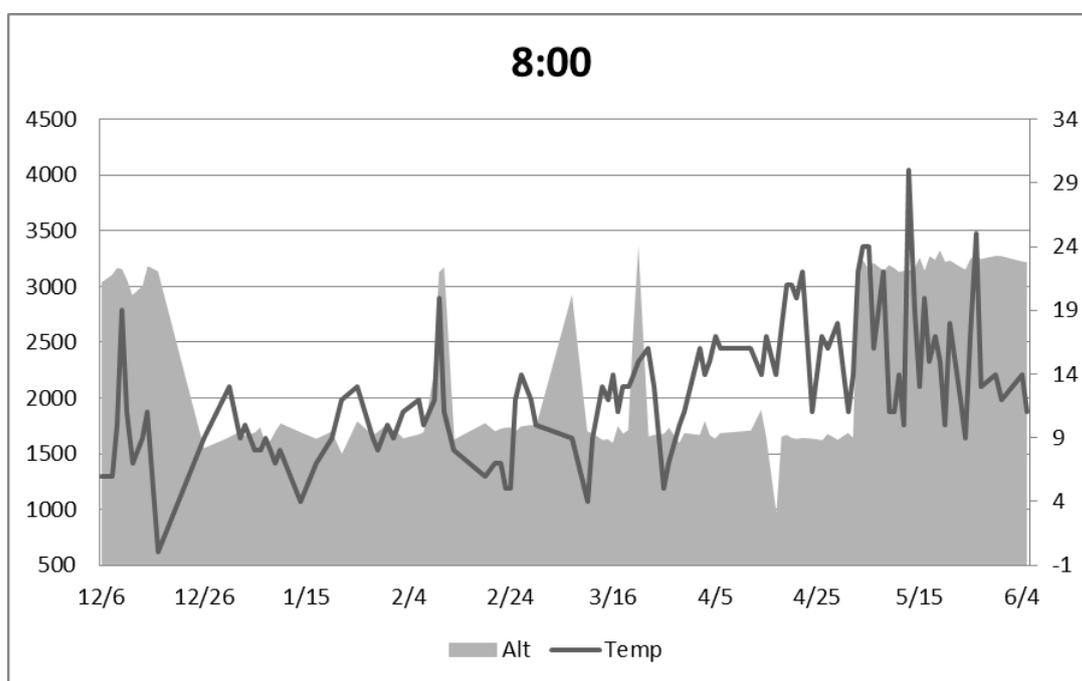


圖 3-16 2009-2010 年磐石山區，雌性水鹿 CL4 每日 8:00 之所在地點海拔與溫度變化

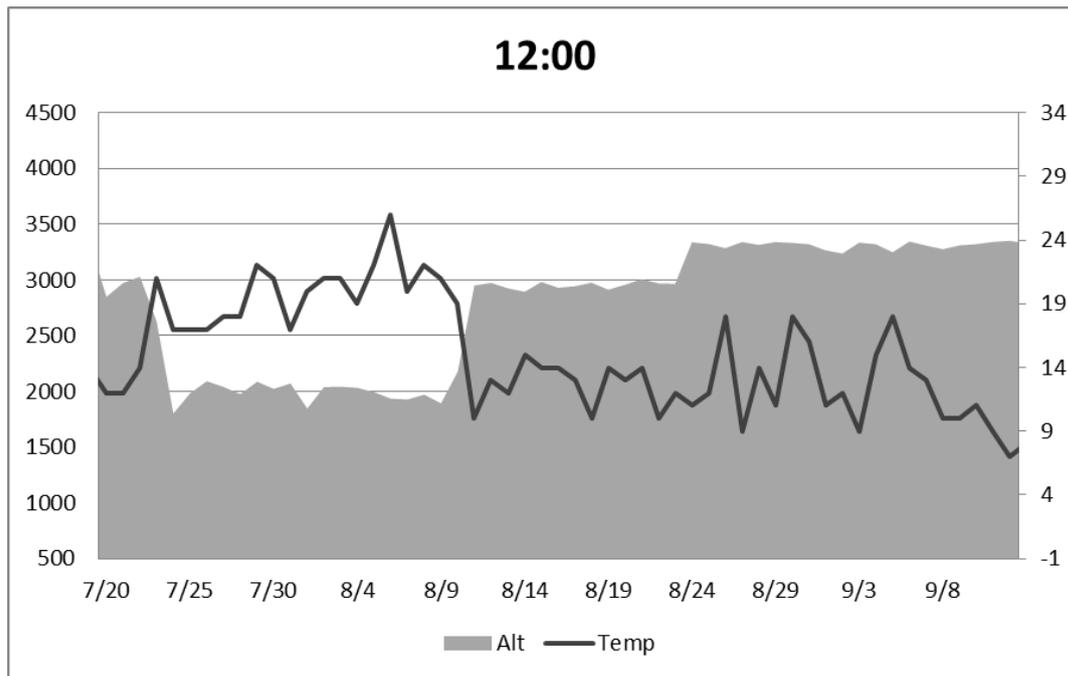


圖 3-17 2010 年磐石山區，雄性水鹿 CL6 每日 12:00 之所在地點海拔與溫度變化

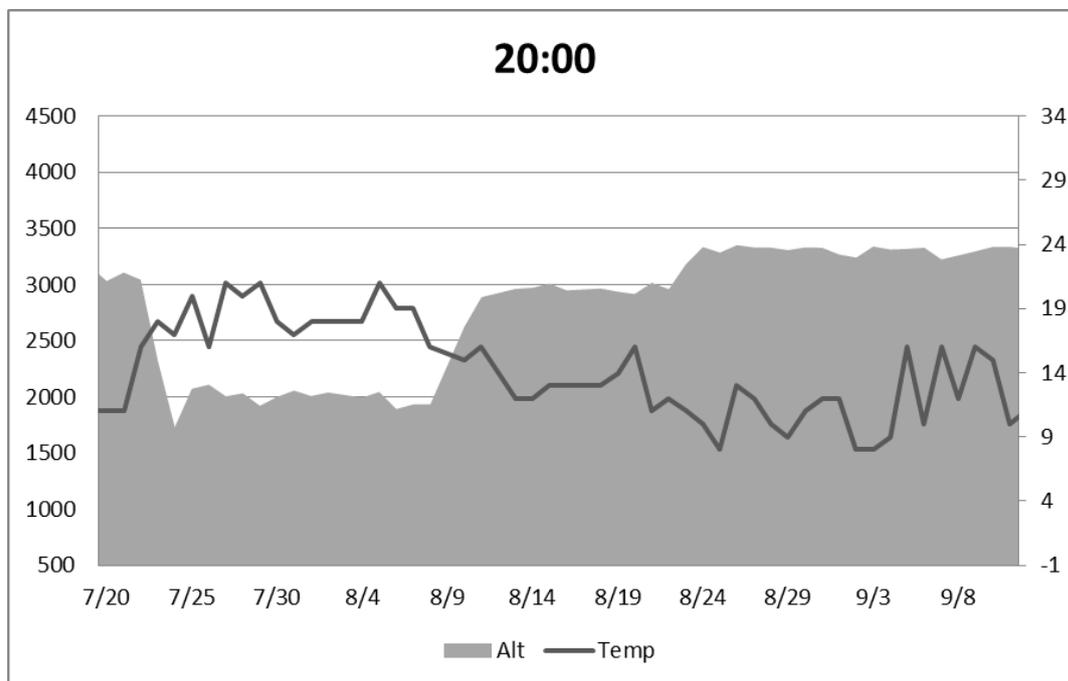


圖 3-18 2010 年磐石山區，雄性水鹿 CL6 每日 20:00 之所在地點海拔與溫度變化

第四章 討論

第一節 水鹿形值資料

過去文獻顯示台灣水鹿為體型最小的水鹿亞種(Wilson and Reeder 2005)，台灣養鹿場的水鹿體重紀錄雄鹿約為 150 kg，雌鹿約為 80 kg (楊錫坤，私人通訊)，丹大野生動物重要棲息環境有一筆雄性水鹿的體重紀錄為 89.5 kg (王穎 et al. 2005b)。本區為高海拔地區，雄水鹿的平均體重 121.5 kg 小於養鹿場的紀錄，而雌水鹿 80.4 kg 則與養鹿場相近。由於丹大地區僅一筆資料，因此僅供參考比較。據資深獵人目測，認為丹大地區的水鹿體型明顯大於奇萊山區水鹿，其是否屬實，是因食物資源影響或是遺傳差異，值得未來繼續探討。

第二節 活動模式

動物的活動模式變化是為了增加營養取得、增加子代數量、減少能量支出及降低天敵風險所得的生存策略，可能受到季節、氣候、覓食行為、天敵風險、人類干擾等多種因子影響(Aschoff 1964; Daan and Aschoff 1982)，例如喜歡採氣溫溫暖的時間(Arnold et al. 2004)、獵物出沒的時間(Curio 1976)、天敵不易發現的夜晚、或人類干擾程度低的時段活動。本研究顯示水鹿展現與其他許多鹿科動物相似的晨昏高峰活動情形(e.g. Carranza et al. 1991; Catt and Staines 1987)，並顯示其偏向夜間活動。比較幾個可能影響水鹿日活動模式的因子，由於水鹿為草食性，活動受食物的影響相對較低，而本研究樣區幾乎無天敵的風險，因此影響水鹿日活動模式的因子中溫度及人類的干擾佔較大的可能性。CL6 的資料顯示若當日的最高溫低於攝氏 20 度，其日活動比例會低於平均，而在日均溫太高或太低時，其日活動比例也會較低，因此可以推測日均溫攝氏 14–20 度為水鹿較喜好的範圍。

雄鹿的活動在日間降到很低(16%)，雌鹿在白晝的活動量較高(31%)，但仍低於夜間(49%)，而雄鹿晨昏高峰情形較雌鹿明顯，顯示兩種性別的水鹿活動模

式都是晨昏高峰且夜間活動高於日間活動，但在程度上有所差異。裴及姜(2004)的研究也將雌雄水鹿資料分開比較，結果也顯示雌鹿日間活動的比例較雄鹿略高。雖然本研究結果發現雌雄活動模式略有不同，但不能證明其具性別上的分化，此輕微的差別可能是不同性別對非生物因子反應的不同所造成(Kamler et al. 2007)。過去有研究指出雄性紅鹿一日活動的時間比例高於雌性(Georgii 1981; Georgii and Schröder 1983)，這類的研究資料需由項圈監測得到，由於 CL2 與 CL6 的項圈品牌不同，活動感應器可能有差別，收得的資料形式與閾值的選取也都不同，會造成結果的差異，因此我們不對此進行比較，待未來收回後續的追蹤資料便可進一步探討。

目前我們所收集的資料顯示水鹿在夏季活動模式與春秋兩季差異較大，夏季晨昏活動高峰較不明顯，且夜間活動比例特別高，這可能與夏季日間氣溫較高有關，為了調節體熱而減少日間活動，另外也有可能是受日間蚊蟲騷擾影響，Hagemoen and Reimbers (2002)的研究即顯示馴鹿(*Cephenemyia trompe*)的活動模式會受昆蟲活動的高峰所影響。而在春秋兩季展現明顯的晨昏雙峰，夜間比例略高於日間，與過去其他水鹿活動模式的研究結果相似(e. g. 翁國精 et al. 2009; 裴家騏 and 姜博仁 2004)。由於相機大多架設在高海拔地區，中海拔棲地不易到達，而水鹿冬季常降遷至中海拔棲地，因此自動相機法無法獲得足夠的冬季資料，有待未來以項圈的資料進行探討。

本研究結果顯示本研究地區的山羊跟山羌之活動模式以日間活動較多，晨昏活動雙峰的情形也不明顯，僅山羊在黃昏活動比例較高，兩者均可能與水鹿的晨昏雙峰及夜間為主的活動模式有所分隔。與其他地區比較，大武山區及大小鬼湖地區也有這三種大型草食獸棲息，此中海拔環境的山羌及山羊也是日間活動較多，水鹿略偏向日間活動但不明顯(McCullough et al. 2000; 裴家騏 and 姜博仁 2004)；南二段高海拔地區的水鹿為晨昏雙峰型，日夜活動比例相近而夜間略高，山羌則為晨昏雙峰，夜間活動較多，而山羊則以日間活動為主，無晨昏雙峰的情

況(翁國精 et al. 2009)；銅山中海拔山區無水鹿棲息，此區山羊與山羌均以日間活動量較高，且均具晨昏活動高峰(王穎 et al. 2005a)；丹大野生動物重要棲息環境東部水鹿數量較低，山羌及山羊皆具晨昏雙峰，日間活動量略高於夜間(王穎 et al. 2006)。

由以上結果觀之，山羊、山羌可能與水鹿有時間上的分隔，然而野外研究難以進行操作性實驗，因此無法忽略氣候、植被環境、動物族群密度等條件的影響，此分隔情形可能為長期演化的結果，也可能為動態變化調整的生存策略，目前仍無法定論，有待進一步研究證實。

自動相機與發報器獲得的水鹿活動模式相似，皆為晨昏有活動高峰，而夜間活動比例高於日間，但在發報器的資料中，日夜活動比例的差距不若自動相機之結果那麼明顯。整體而言，兩法得到的活動模式是類似的，未來進行活動模式研究時，若要節省人力及成本，以自動相機法即可行，但發報器能得知動物的活動比例，為自動相機不能取代的。

第三節 空間使用

根據我們所知，目前國際上在水鹿原產國家尚未有遙測追蹤水鹿空間使用的研究，唯一的研究報告是在美國聖文森島針對引入的水鹿進行研究(Shea et al. 1990)，該研究顯示雄性水鹿的年活動範圍為 460 ha (modified minimum area)，雌性水鹿的年活動範圍為 200 ha，而季活動範圍以春季最大(>100 ha)，其他三季均小於 100 ha。以本研究目前所得資料來看，雄鹿 CL6 的年(夏秋兩季)活動範圍 1,597 ha 大於雌鹿 CL4 的年(冬春兩季)活動範圍 773.6 ha (MCP95)，並且兩者皆明顯大於聖文森島之水鹿。

CL4 冬季時主要停留在中海拔棲地，而春季則會往來於中海拔棲地與高海拔棲地，導致春季活動範圍(774.0 ha)大於冬季活動範圍(492.6 ha)，而春季平均移動距離(1396 m)也大於冬季(809 m)，這樣的情形是跟聖文森島相同的，也與許多

哺乳動物冬季降低活動範圍的情況相同(e. g. Jacques et al. 2009; Luccarini et al. 2006)，可能原因是受到氣候、食物資源影響，例如有研究指出，動物在冬季時的移動會受到積雪的影響而下降，以避免浪費能量(Yoakum 2004)，本區之高海拔地區冬季會下雪，CL4 也可能是為了避開高海拔的積雪地區導致活動範圍降低。另外由於捕捉時 CL4 腹部脹大可能懷孕，也不排除其在冬季產仔育幼而降低活動範圍的可能性。

CL6 目前秋季的追蹤資料只有半個月，可能導致活動範圍的低估，但目前得到的活動範圍仍明顯的低於預期，核心活動範圍 MCP50 僅 1 ha，由於 9 月正值繁殖季，活動範圍的降低有可能與繁殖行為相關，我們希望待持續追蹤更長的時間及更多的個體後找到答案。

由於目前雌鹿 CL4 具有冬春兩季資料，雄鹿 CL6 則具有夏秋兩季資料，我們無法進行雌雄間的比較，只能在冬春間及夏秋間做比較。日移動距離的季節間比較結果與活動範圍類似，CL4 春季移動距離(1108 ± 1103 m)顯著大於冬季(809 ± 687 m)($p < 0.001$, t test)，CL6 夏季移動距離(559 ± 916 m)大於秋季(333 ± 292 m)，但統計上未達顯著($p = 0.371$, t test)。造成這樣差異的可能原因與活動範圍的變化可能原因相同，由於 CL4 在冬季主要留在中海拔棲地，春季則會來回在兩棲地間，導致春季移動距離明顯較高。而 CL6 可能在秋季進入繁殖期，佔領了一塊領域，活動主要限制在領域周遭，因此減少了平均移動距離。

許多動物會因應季節變化，遷移於不同海拔的棲地(e.g. Jacques et al. 2009; Zeng et al. 2010; Zeng et al. 2008)，可能原因是受到食物資源變化及太陽輻射、氣溫影響(Zeng et al. 2010)，本研究發現台灣水鹿也有類似的季節性移動行為，冬季降遷到海拔約 1600 m 靠近托博闊溪的中海拔棲地，春季則回到海拔約 3200 m 的高海拔棲地，因為台灣山區海拔落差大，兩棲地直線距離僅約 5 km，且在 8 小時內即可到達，這樣的季節性移動也可視為是其活動範圍內的兩個高使用區

域，而兩個高使用區域之間的地區，可能因為較為陡峭，CL4 與 CL6 在這個地區停留的時間均不長。

分析季節性移動的時間與溫度的關係，我們發現 CL4 在 2009 年 12 月降遷至中海拔棲地前有一波明顯的低溫，而其每次回到高海拔棲地前常有一波明顯的溫度上升(圖 3-15, 3-16)，我們猜測溫度的變化是刺激水鹿進行垂直遷移的因子之一。

關於棲地選擇需利用地理資訊系統 GIS(geographical information system)，以相關環境因子圖層進行計算，根據文獻整理結果發現，許多棲地選擇的相關研究均使用 30*30 m 的解析度，解析度較低者也達 100*100 m，但目前本樣區能獲得之環境因子圖層僅地形方面的圖層有足夠的解析度，植被類型的圖層解析度則過低(250*250 m)，因此本研究我們尚不進行棲地選擇的分析。此外此類研究所需的資料量及工作量相當大，可獨立作為一個主題進行研究與分析，不需作為本研究之子題目。

第五章 建議事項

建議一

立即可行建議

持續追蹤已配戴發報器的水鹿，並擴大樣本數。

主辦機關：太魯閣國家公園管理處、國立台灣師範大學

動物追蹤研究需長時間的累積資料，並增加樣本數以得到具代表性的結果。目前的研究已成功捕捉水鹿，也成功收回資料獲得初步結果，為水鹿研究的重要進展，因此建議持續投注在此研究上，未來也可作為國內及其他國家水鹿研究與經營管理的參考。

建議二

中長期建議

研究對山羌、山羊的空間使用與棲地選擇，及其與共域水鹿之相互關係。

主辦機關：太魯閣國家公園管理處

山羌、山羊與水鹿皆為國內主要的中大型草食動物，為生態系統中重要的消費者，在傳統狩獵文化中也是重要的經濟物種，更可作為環境教育、生態旅遊的焦點物種，三者對棲地的使用方式及三者間的互動關係極具研究價值。太魯閣國家公園為三座高山型國家公園之一，境內這三個物種都很豐富，建議未來可進行更多更深入的相關研究。

建議三

中長期建議

發展奇萊與磐石山區為環境教育與生態旅遊的基地。

主辦機關：太魯閣國家公園管理處

奇萊與磐石山區具有豐富的動植物資源，管理處可限量招收體力、健康狀況合適的民眾，在此區進行深入探訪，有別於一般的登山，近距離接觸與介紹各種動植物與不懼人的水鹿將使民眾印象更加深刻，更能夠達成環境教育的目的。

附錄一、99 年專題研究委辦計畫「奇萊山區台灣水鹿之活動模式與空間使用」案期中審查會議紀錄

一、時間：99 年9 月21 日下午4 時正

二、地點：本處會議室

三、主持人：游處長登良 紀錄：蔡佩芳

四、出席人員：詳簽名冊（略）。

五、主辦課室報告：

本案已依合約第二條規定(99 年8 月31 日前) 於99 年8 月31 日(公文號 0990004172)提出期中報告書，並出席本處排定今日之期中審查會議。

六、討論：

(一)有關以GIS 相關圖層套量計算棲地選擇，建議可參考夏禹九老師去年提供台灣植被的資料，以提高相關分析之精確性。

(二)由於目前國內水鹿的相關研究不多，是否有相近的物種可參考比較，以增加本計畫之研究效益。

七、結論：

本期中簡報符合本處要求，同意備查。有關各與會人員相關意見和建議，請受託單位參酌辦理。

八、散會：17 時正。

99 年專題研究委辦計畫「奇萊山區台灣水鹿之活動模式與空間使用」案

期中審查會議出席人員簽名冊

主辦單位：保育研究課

時間	99 年 9 月 21 日下午 4 時正	地點	本處會議室
主持人	游處長登良	紀錄	蔡佩芳
出席人員			
機關 (單位)		簽名 (請以正楷書寫,以利辨識)	
1	中華民國國家 公園學會	顏士清 呂胡維 廖昱銓	
2			
3	太魯閣國家公園 副處長		
4	秘書	許英文	
5	企劃經理課	許英文	
6	環境維護課	何文斌	
7	遊憩服務課		
8	解說教育課	王慶華	
9	蘇花管理站		
10	布洛灣管理站		
11	天祥管理站		
12	保育研究課	陳俊山 朱何泉	
13			
14			
15			

附錄二、99 年專題研究委辦計畫「奇萊山區台灣水鹿之活動模式與空間使用」案期末審查會議紀錄

一、時間：99 年12 月7 日下午3 時正

二、地點：本處會議室

三、主持人：游處長登良 紀錄：蔡佩芳

四、出席人員：詳簽名冊（略）。

五、主辦課室報告：

本案已依合約第二條規定(99 年12 月10 日前)提出期末報告書，並出席本處排定今日之期末審查會議。

六、討論：

(一)GPS 收集的活動模式資料是如何定義水鹿為活動或休息的狀態，建議於內文中說明。

(二)據研究結果顯示，雌鹿年月季活動範圍小於雄鹿，但雌鹿平均日移動距離和範圍卻明顯大於雄鹿，是與兩性間群體的差異，或是個體間的個別差異有關，從目前收集的資料可否判讀，建議於內文中分析。

七、結論：

本期末簡報符合本處要求，同意備查。有關各與會人員相關意見和建議，請受託單位參酌辦理。

八、散會：16 時正。

99年專題研究委辦計畫「奇萊山區台灣水鹿之活動模式與空間使用」案

期末審查會議出席人員簽名冊

主辦單位：保育研究課

時間	99年12月07日下午3時正	地點	本處會議室
主持人	游處長登良	紀錄	蔡佩芳
出席人員			
機關(單位)		簽名 (請以正楷書寫,以利辨識)	
1	中華民國國家公園學會	王毅、顏士清 廖銓	
2			
3	太魯閣國家公園副處長	張育及	
4	秘書	許英文	
5	企劃經理課	夏上泥	
6	環境維護課		
7	遊憩服務課	林思如	
8	解說教育課	黃志強	
9	蘇花管理站		
10	布洛灣管理站		
11	天祥管理站	黃清波	
12	保育研究課	陳俊山 朱何果 蔡佩芳	
13			
14			
15		林展興	

參考文獻

- Ager, A., Johnson, B., Kern, J., Kie, J., 2003. Daily and seasonal movements and habitat use by female rocky mountain elk and mule deer. *Journal of Mammalogy* 84, 1076-1088.
- Arnold, W., Ruf, T., Reimoser, S., Tataruch, F., Onderscheka, K., Schober, F., 2004. Nocturnal hypometabolism as an overwintering strategy of red deer (*Cervus elaphus*). *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 286, R174-181.
- Aschoff, J., 1964. Survival value of diurnal rhythms. *Symp. Zool. Soc. London* 13, 79-98.
- Boisjoly, D., Ouellet, J.-P., Courtois, R., 2010. Coyote Habitat Selection and Management Implications for the Gaspesie Caribou. *Journal of Wildlife Management* 74, 3-11.
- Brunjes, K.J., Ballard, W.B., Humphrey, M.H., Harwell, F., McIntyre, N.E., Krausman, P.R., Wallace, M.C., 2006. Habitat Use by Sympatric Mule and White-Tailed Deer in Texas. *Journal of Wildlife Management* 70, 1351-1359.
- Carranza, J., Hidalgo de Trucios, S.J., Medina, R., Valencia, J., Delgado, J., 1991. Space use by red deer in a Mediterranean ecosystem as determined by radio-tracking. *Applied Animal Behaviour Science* 30, 363-371.
- Catt, D.C., Staines, B.W., 1987. Home range use and habitat selection by Red deer (*Cervus elaphus*) in a Sitka spruce plantation as determined by radio-tracking. *Journal of Zoology* 211, 681-693.
- Chao, A., Jost, L., Chiang, S.C., Jiang, Y.H., Chazdon, R.L., 2008. A Two-Stage Probabilistic Approach to Multiple-Community Similarity Indices. *Biometrics* 64, 1178-1186.
- Conradt, L., 1998. Could asynchrony in activity between the sexes cause intersexual social segregation in ruminants? *Proceedings of the Royal Society B* 265, 1359-1363.
- Curio, E., 1976. *The ethology of predation*. Springer-Verlag, Berlin, Germany.
- Daan, S., Aschoff, J., 1982. *Circadian contributions to survival*. Springer-Verlag, New York
- Di Bitetti, M.S., Di Blanco, Y.E., Pereira, J.A., Paviolo, A., Perez, I.J., 2009. Time Partitioning Favors the Coexistence of Sympatric Crab-Eating Foxes (*Cerdocyon thous*) and Pampas Foxes (*Lycalopex gymnocercus*). *Journal of Mammalogy* 90, 479-490.
- Galanti, V., Preatoni, D., Martinoli, A., Wauters, L.A., Tosi, G., 2006. Space and habitat use of the African elephant in the Tarangire-Manyara ecosystem, Tanzania: Implications for conservation. *Mammalian Biology - Zeitschrift für*

- Saugetierkunde 71, 99-114.
- Georgii, B., 1981. Activity patterns of female red deer (<i>Cervus elaphus L.&/i>) in the Alps. *Oecologia* 49, 127-136.
- Georgii, B., Schröder, W., 1983. Home range and activity patterns of male red deer (*Cervus elaphus L.*) in the alps. *Oecologia* 58, 238-248.
- Hagemoen, R.I.M., Reimers, E., 2002. Reindeer summer activity pattern in relation to weather and insect harassment. *Journal of Animal Ecology* 71, 883-892.
- Hewison, A.J.M., Angibault, J.-M., Cargnelutti, B., Coulon, A., Rames, J.-L., Serrano, E., Verheyden, H., Morellet, N., 2007. Using Radio-tracking and Direct Observation to Estimate Roe Deer *Capreolus Capreolus* Density in a Fragmented Landscape: A Pilot Study. *Wildlife Biology* 13, 313-320.
- Hwang, M.-H., Garshelis, D.L., 2007. Activity patterns of Asiatic black bears (*Ursus thibetanus*) in the Central Mountains of Taiwan. *Journal of Zoology* 271, 203-209.
- Jacques, C.N., Jenks, J.A., Klaver, R.W., 2009. Seasonal Movements and Home-Range Use by Female Pronghorns in Sagebrush-Steppe Communities of Western South Dakota. *Journal of Mammalogy* 90, 433-441.
- Jeppesen, J.L., 1987. Impact of human disturbance on home range, movements and activity of red deer (*Cervus elaphus*) in a Danish environment. *Danish Review of Game Biology* 13, 1-38.
- Kamler, J.F., Jedrzejewska, B., Jedrzejewski, W.O., 2007. Activity patterns of red deer in Bialowieza National Park, Poland. *Journal of Mammalogy* 88, 508-514.
- Klar, N., Fernandez, N., Kramer-Schadt, S., Herrmann, M., Trinzen, M., Buttner, I., Niemitz, C., 2008. Habitat selection models for European wildcat conservation. *Biological Conservation* 141, 308-319.
- Kuemmerle, T., Perzanowski, K., Chaskovskyy, O., Ostapowicz, K., Halada, L., Bashta, A.-T., Kruhlov, I., Hostert, P., Waller, D.M., Radeloff, V.C., 2010. European Bison habitat in the Carpathian Mountains. *Biological Conservation* 143, 908-916.
- Kushwaha, S.P.S., Khan, A., Habib, B., Quadri, A., Singh, A., 2004. Evaluation of sambar and muntjak habitats using geostatistical modelling. *Current Science* 86, 1390-1400.
- Luccarini, S., Mauri, L., Ciuti, S., Lamberti, P., Apollonio, M., 2006. Red deer (*Cervus elaphus*) spatial use in the Italian Alps home range patterns, seasonal migrations, and effects of snow and winter feeding. *Ethology Ecology and Evolution* 18, 127-145.
- Lucherini, M., Reppucci, J.I., Walker, R.S., Villalba, M.L., Wurstten, A., Gallardo, G., Iriarte, A., Villalobos, R., Perovic, P., 2009. Activity Pattern Segregation of

- Carnivores in the High Andes. *Journal of Mammalogy* 90, 1404-1409.
- McCullough, D.R., Pei, K.C.J., Wang, Y., 2000. Home Range, Activity Patterns, and Habitat Relations of Reeves' Muntjacs in Taiwan *Journal of Wildlife Management* 64, 430-441.
- Ozoga, J.J., Verme, L.J., 1975. Activity Patterns of White-Tailed Deer during Estrus. *The Journal of Wildlife Management* 39, 679-683.
- Ruckstuhl, K.E., Neuhaus, P., 2002. Sexual segregation in ungulates: a comparative test of three hypotheses. *Biological Reviews* 77, 77-96.
- Safi, K., Konig, B., Kerth, G., 2007. Sex differences in population genetics, home range size and habitat use of the parti-colored bat (*Vespertilio murinus*, Linnaeus 1758) in Switzerland and their consequences for conservation. *Biological Conservation* 137, 28-36.
- Shea, S.M., Flynn, L.B., Marchinton, R.L., Lewis, J.C., 1990. Ecology of sambar deer on St. Vincent National Wildlife Refuge, Florida. Part II: Social behavior, movement ecology, and food habitats. *Bulletin of Tall Timbers Research Station* 25, 13-62.
- Steinmetz, R., Chutipong, W., Seuaturien, N., Chirngsaard, E., Khaengkhetkarn, M., 2009. Population recovery patterns of Southeast Asian ungulates after poaching. *Biological Conservation* 143, 42-51.
- Van Schaik, C.P., Griffiths, M., 1996. Activity Periods of Indonesian Rain Forest Mammals *Biotropica* 28, 105-112.
- Verner, J., 1965. Time Budget of the Male Long-Billed Marsh Wren during the Breeding Season *The Condor* 67, 125-139.
- Wilson, D.E., Reeder, D.M., 2005. *Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland, USA.
- Yoakum, J.D., 2004. *Habitat characteristics and requirements*. Wildlife Management Institute, Washington, D.C.
- Zeng, Z.-G., Beck, P.S.A., Wang, T.-J., Skidmore, A.K., Song, Y.-L., Gong, H.-S., Prins, H.H.T., 2010. Effects of Plant Phenology and Solar Radiation on Seasonal Movement of Golden Takin in the Qinling Mountains, China. *Journal of Mammalogy* 91, 92-100.
- Zeng, Z.-G., Skidmore, A.K., Song, Y.-L., Wang, T.-J., Gong, H.-S., 2008. Seasonal Altitudinal Movements of Golden Takin in the Qinling Mountains of China. *Journal of Wildlife Management* 72, 611-617.
- Zhang, L., Wang, Y., Zhou, Y., Newman, C., Kaneko, Y., Macdonald, D.W., Jiang, P., Ding, P., 2010. Ranging and Activity Patterns of the Group-Living Ferret Badger *Melogale moschata* in Central China. *Journal of Mammalogy* 91, 101-108.

- 王穎, 徐培峰, 王佳琪, 吳錦銘, 郭正彥, 王立豪, 2005a. 銅山地區山毛櫸林黑熊及其他野生動物生態之調查(二). 行政院農業委員會林務局保育研究系列 93-07 號, 58 頁.
- 王穎, 許詩涵, 張雅婷, 顏士清, 黃書彥, 潘玉潔, 王佳琪, 2006. 丹大野生動物重要棲息環境野生動物調查研究計畫(2/2). 林務局保育研究系列 94-18 號.
- 王穎, 陳美惠, 王佳琪, 2005b. 丹大地區野生動物狩獵規範草案研擬及試辦計畫. 林務局保育研究系列第 93--25 號, 59 頁.
- 王穎, 顏士清, 林子揚, 張郁琦, 賴冠榮, 2009. 太魯閣國家公園高山生態系 - 台灣水鹿棲地使用之研究(二). 太魯閣國家公園管理處委託研究報告, 60 頁.
- 王穎, 顏士清, 廖家宏, 葉建緯, 2008. 太魯閣國家公園高山生態系 - 台灣水鹿棲地使用之研究(一). 太魯閣國家公園管理處委託研究報告, 52 頁.
- 李玲玲, 林宗以, 池文傑, 2007. 玉山國家公園南二段地區中大型哺乳動物調查暨台灣水鹿族群監測計畫. 內政部營建署玉山國家公園管理處, 70 頁.
- 李玲玲, 林宗以, 蔡振光, 2006. 台灣水鹿食性暨玉里野生動物保護區水鹿族群生態研究(三). 行政院農委會林務局, 64 頁.
- 翁國精, 林宗以, 蔡及文, 2009. 玉山國家公園新康山區暨南二段中大型哺乳動物調查計畫. 玉山國家公園管理處, 88 頁.
- 郭正彥, 2005. 磐石山區高地草原台灣水鹿之日間行為. 國立臺灣師範大學生物學系碩士論文, 72 頁.
- 董光中, 王俊秀, 徐慶霖, 楊忠亮, 施宗雄, 1993. 鹿隻化學制動藥物選擇及臨床應用之探討. 台灣畜牧獸醫學會會報 61, 9-18.
- 裴家騏, 邱春火, 陳美汀, 郭耀臨, 劉彥芳, 2002. 墾丁國家公園陸域野生哺乳類動物調查研究(第三年). 內政部營建署國家公園委託研究報告 保育研究報告第 121 號, 68 頁.
- 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). 行政院農委會林務局研究系列 92-2 號, 85 頁.