

栗喉蜂虎生態棲地維護與保育

金門國家公園管理處委託辦理報告(98)

# 栗喉蜂虎生態棲地維護與保育

委託單位：金門國家公園管理處

受託單位：國立台灣大學

執行單位：生物多樣性研究中心

中華民國 98 年 12 月

# 栗喉蜂虎生態棲地維護與保育

受託單位：國立台灣大學

執行單位：生物多樣性研究中心

計畫主持人：袁孝維 博士

計畫助理：陳威廷、陳映嵐、陳鋒蔚

金門國家公園管理處委託辦理報告

中華民國 98 年 12 月

## 目次

表次 .....	III
圖次 .....	V
摘要 .....	VII
ABSTRACT.....	XI
第一章、緒論 .....	1
第一節、計畫緣起與背景 .....	1
第二節、計畫目標 .....	2
第三節、相關研究與計畫回顧 .....	2
第二章、調查方法 .....	7
第三章、結果與討論 .....	11
第一節、結果 .....	11
第二節、討論 .....	56
第四章、結論與建議 .....	63
第一節、結論 .....	63
第二節、建議 .....	63
第三節、致謝 .....	65
附錄一 .....	67
附錄二 .....	69
參考文獻 .....	71



## 表次

表 2-1	2009 年各營巢地色環對照表.....	8
表 3-1-1	2009 年金門栗喉蜂虎集體營巢地及最小族群量統計.....	12
表 3-1-2	2009 年金門栗喉蜂虎三大夜棲點族群量估計值.....	14
表 3-1-3	乳山、青年農莊 L、青年農莊 E、田埔果園與機場營巢地間繫放資料比較.....	17
表 3-1-4	重複捕捉個體歷年營巢棲地比較.....	18
表 3-1-5	乳山、青年農莊 L、青年農莊 E、田埔果園與機場營巢地間使用者的形質比較.....	20
表 3-1-6	乳山、青年農莊 L、青年農莊 E、田埔果園與機場營巢地間使用者的形質比較.....	20
表 3-1-7	乳山、青年農莊 L、青年農莊 E、田埔果園與機場營巢地間使用者的形質比較（兩兩比較）.....	21
表 3-1-8	乳山、青年農莊 L、青年農莊 E 與田埔果園營巢地間整體生殖表現比較.....	30
表 3-1-9	乳山、青年農莊 L、青年農莊 E 與田埔果園營巢地間生殖表現比較.....	30
表 3-1-10	乳山、青年農莊 L、青年農莊 E 與田埔果園營巢地間生殖表現比較.....	31
表 3-1-11	乳山、青年農莊 L、青年農莊 E 與田埔果園營巢地間生殖表現比較（兩兩比較）.....	31
表 3-1-12	2009 年乳山營巢地工作項目表.....	54
表 3-1-13	2009 年乳山營巢地土壤質地.....	54



## 圖次

圖 3-1-1	2009 年金門栗喉蜂虎全島集體營巢地分布圖.....	14
圖 3-1-2	乳山、青年農莊 L、青年農莊 E、田埔果園與機場營巢地間總頭長的平均數比較.....	22
圖 3-1-3	乳山、青年農莊 L、青年農莊 E、田埔果園與機場營巢地間嘴喙長的平均數比較.....	23
圖 3-1-4	乳山、青年農莊 L、青年農莊 E、田埔果園與機場營巢地間跗趾骨長的平均數比較.....	24
圖 3-1-5	乳山、青年農莊 L、青年農莊 E、田埔果園與機場營巢地間尾羽長的平均數比較.....	25
圖 3-1-6	乳山、青年農莊 L、青年農莊 E、田埔果園與機場營巢地間中央尾羽長的平均數比較.....	26
圖 3-1-7	乳山、青年農莊 L、青年農莊 E、田埔果園與機場營巢地間體重的平均數比較.....	27
圖 3-1-8	乳山、青年農莊 L、青年農莊 E 與田埔果園營巢地間離巢幼雛數的平均數比較.....	32
圖 3-1-9	乳山、青年農莊 L、青年農莊 E 與田埔果園營巢地間離巢率的平均數比較.....	33
圖 3-1-10	乳山、青年農莊 L、青年農莊 E 與田埔果園營巢地間生殖成功率的平均數比較.....	34
圖 3-1-11	乳山、青年農莊 L、青年農莊 E 與田埔果園營巢地間被捕食率的平均數比較.....	35
圖 3-1-12	乳山營巢地築巢期食物來源比例.....	37
圖 3-1-13	乳山營巢地築巢期食物來源營巢地內外比較.....	38
圖 3-1-14	乳山營巢地築巢期營巢地內食物來源比例.....	39



圖 3-1-15	乳山營巢地築巢期營巢地外食物來源比例.....	40
圖 3-1-16	乳山營巢地築巢期食物資源種類比例.....	41
圖 3-1-17	乳山營巢地築巢期食物資源種類比例（排除無法辨識的小蟲）.....	42
圖 3-1-18	乳山營巢地築巢期覓食後行為比例.....	43
圖 3-1-19	乳山營巢地育雛期食物來源營巢地內外比較.....	44
圖 3-1-20	乳山營巢地育雛期營巢地外食物來源比例.....	45
圖 3-1-21	乳山營巢地育雛期營巢地內食物來源比例.....	46
圖 3-1-22	乳山營巢地育雛期食物資源種類比例.....	47
圖 3-1-23	乳山營巢地育雛期食物資源種類比例（排除無法辨識的小蟲）.....	48
圖 3-1-24	乳山營巢地育雛期覓食後行為比例.....	49
圖 3-1-25	乳山營巢地苗圃昆蟲組成比例.....	50
圖 3-1-26	乳山營巢地苗圃昆蟲利用植物種類比例.....	51
圖 3-1-27	2009 年乳山營巢地工作照片.....	53
圖 3-2-1	2009 年乳山營巢地土壤雜質.....	59
圖 4-2-1	三角堡週遭環境.....	65

# 栗喉蜂虎生態棲地維護與保育

## 摘要

### 一、計畫源起

金門國家公園自2002年開始對栗喉蜂虎的繁殖生態學展開研究，以了解此物種的習性、行為，更進一步能夠提供保育的方針。我們在2002-2004年間栗喉蜂虎的研究中發現，環境持續變化，栗喉蜂虎的營巢棲地減少。因而計畫在國家公園境內尋找一處可以提供長久、穩定以及大型的營巢地點。2003年時開始在乳山教育中心後方施工營造一個穩定的營巢地。2003-2007年持續進行坡面整理，於2007年開始有蜂虎到乳山營巢地繁殖，2008年時最大量共42巢。今年我們對全島的栗喉蜂虎進行生殖族群普查，並在乳山進行整體性生物及非生物因子的調查，以期對金門栗喉蜂虎營巢的保育和經營策略擬定方針。

### 二、調查方法及過程

我們利用有活動的巢洞數推估並配合金門野鳥學會在夜棲點的調查，來估算金門島栗喉蜂虎的生殖族群數。我們使用霧網和巢口網進行生殖個體的捕捉和繫放，並利用外接針孔攝影機進行生殖監測。我們使用穿越線法調查乳山營巢地食物資源，藉由行為觀察瞭解食物來源以及使用方式。之後我們將乳山的土壤樣本帶回研究室，以吸管法分析此營巢地的土質。另外我們使用假蛇企圖驅趕機場營巢地內的生殖族群，並利用PVC管營造人工巢洞，觀察栗喉蜂虎是否會使用。

### 三、結果

(一) 全島栗喉蜂虎生殖族群約為2000隻，分別位於至少21個營巢地。與往年生

殖族群及夜棲地的調查數量比較，顯示了蜂虎今年在金門的整體族群量有減少的趨勢。

- (二) 繫放資料顯示，在青年農莊及田埔共繫放了84隻成鳥個體，其中包括31隻(36.9%)重複捕捉的個體，顯示了蜂虎具有高度的領域忠實性。
- (三) 全島栗喉蜂虎的生殖成功平均為30%，較往年為低。乳山營巢地今年共有14巢，生殖成功率為29%，共有20隻幼鳥離巢。青年農莊E為所監測的營巢地中，生殖成功率最高者，生殖成功率為65%。最低者為田埔果園，僅6%。此外機場滑行道末端土坡因為隔網破損造成土坡外露形成新的營巢地，約有100巢。
- (四) 乳山營巢地食物來源隨時期不同而有所變動，築巢期為營巢地內，育雛期為營巢地外。能辨識的食物種類以同翅目、蜻蛉目和鞘翅目為主。根據昆蟲量調查，營巢地前的苗圃以鱗翅目的蝴蝶為主。
- (五) 機場營巢地今年共繫放了189隻個體，其中成鳥143隻，幼鳥46隻。大量繫放期望來年能幫助追蹤栗喉蜂虎的播遷和營巢地選擇。

#### 四、主要建議

- (一) 持續監測栗喉蜂虎在全島的營巢地分布、生殖族群量、生殖成功、夜棲點及夜棲數量。
- (二) 持續進行乳山坡面整理工作，並注意監測堆沙品質；同時種植長期輪作之作物，以避免人為干擾過於頻繁；另外生態水池亦可持續經營且擴充面積，以增加蜻蛉目之食物資源；以期吸引因金門棲地破壞，特別是昔果山因機場開發而播遷生殖的蜂虎族群。
- (三) 機場滑行道末端之生殖族群應在來年生殖季前期盡力驅逐，並在坡面鋪設障礙物（例如塑膠布），以期阻礙蜂虎在此聚集生殖。
- (四) 在其他地區，如慈湖附近之三角堡右側沙地上，以小成本的方式挖沙築堤

（或營造亦有蓄水功能之水池），以形成新的蜂虎生殖坡面。另外在縣府地，如青青農場及林務所等過去已有蜂虎營巢之坡面，進行坡面除草整理，以吸引蜂虎再次前來。



# Habitat management and conservation of Blue-tailed Bee-eaters

## ABSTRACT

Blue-tailed bee-eaters are summer migrants to Kinmen Island. Due to rapid development after the banning of Martial Law, there have been many new constructions and land usage changes at Kinmen, which had negative impacts on bee-eater breeding colonies. Beginning in 2003, the Kinmen National Park has launched a project to establishing a man-made new breeding slope near the Ru-Shan Education Center to provide a potential breeding site for bee-eaters. The objectives of this study were to survey the bee-eater breeding population size and distribution at Kinmen; to monitor the breeding success of the Ru-Shan, Youth Farm, and Tien-Pu colonies; and to survey the biological and abiological factors which might influence the breeding performance at the Ru-Shan colony. We used the active nests determination to estimate the breeding population at about 2,000 individuals among at least 21 colonies at Kinmen. This number was lower than in previous years. Among the 84 captured individuals from the Youth Farm and Tien-Pu colonies, 31 (36.9%) were recaptured from their original colonies indicating a strong site fidelity. Island wide breeding success was 30%, which was lower than in previous years. There were 14 nests from Ru-Shan with 20 fledglings with a breeding success of 29%. Youth Farm E had the highest breeding success (65%), however, Tien-Pu had the lowest success (6%). This year, found a new colony with at least 100 nests at the end of the Airport taxiway. In terms of the food resources in Ru-Shan, we found the food was sufficient during the early breeding season, but bee-eaters needed to forage outside Ru-Shan to feed the chicks in the late breeding season. We captured 189 bee-eaters including 143 adults and 46 juveniles at the Airport taxiway colony. Hopefully next

year we will be able to monitor their breeding dispersal and natal dispersal. We suggest the breeding population of the bee-eaters at Kinmen be continuously monitored to restore the Ru-Shan breeding slope in order to accommodate bee-eaters from the habitat loss at the Shi-Kou-Shan colony near the airport. The Airport taxiway bee-eater colony will need to be expelled next year for it presents a potential problem for air safety. We also suggest that other bee-eater colonies, such as Chin-Chin Farm and Forest Bureau, be restored to attract bee-eaters to breed in future years.

# 第一章、緒論

## 第一節、計畫緣起與背景

金門國家公園於 2002 年開始對夏候鳥栗喉蜂虎(*Merops philippinus*)進行生殖生態的研究，發現每年約有 2000-3000 隻的個體至金門島進行繁殖(袁孝維 2004)。金門島上栗喉蜂虎的營巢棲地包括新開挖或重新整理的池塘邊坡、砂石場的堆砂、軍隊演習挖掘的散兵坑或雨水沖蝕的邊坡石溝等(周民雄 1990)。而在 2002-2004 年袁孝維教授研究團隊進行的金門全島營巢地調查及生殖數量計算，監測栗喉蜂虎在金門島上營巢地變遷及數量變化的情形。結果發現某些營巢坡面的栗喉蜂虎生殖數量逐年減少，可能和營巢坡面上植被生長和舊有巢洞留存導致可營巢空間受限有關。且隨著金門開放觀光，開發的腳步日漸加快，金門地景地貌變化快速，栗喉蜂虎的營巢棲地可能日漸減少，影響金門島上栗喉蜂虎的分布及生殖生態。此外，隨著尚義機場的興建，對往年最大栗喉蜂虎營巢地的昔果山棲地造成影響。故 2003 年 6 月，金門國家公園管理處決定，在處於相近於昔果山營巢地直線距離約兩公里的乳山地區，施工建造栗喉蜂虎營巢砂堆，欲營造一個大型的人工栗喉蜂虎營巢地。

2003 年施工正值栗喉蜂虎的繁殖季，當年栗喉蜂虎沒有在乳山營巢地營巢。2004 年開始持續每年播放栗喉蜂虎鳥音，吸引蜂虎前來築巢。2005 年開始於栗喉蜂虎抵達金門之前，進行坡面雜草剷除，並請怪手機械將坡面削得較為陡峭及壓實。並在坡面前種植蜜源植物吸引昆蟲前來，提供蜂虎食物資源。2007 年繁殖季時，有 15 隻個體開始使用乳山人工營巢地。坡面上的巢洞在經歷過六月的梅雨季後坍塌不少，最後僅剩下一對個體使用該坡面並繁殖成功。2008 年，監測到 42 巢蜂虎使用的巢洞，整體繁殖成功率為 86%。

由歷年監測栗喉蜂虎使用乳山營巢地坡面的結果，可以推測乳山人工營巢地



對栗喉蜂虎前來營巢的吸引力正逐年增加。若是能夠繼續維持該營巢地對栗喉蜂虎繁殖的合適性，配合進一步的監測將有利於了解栗喉蜂虎在人工營巢棲地的生態，並達到最初保育栗喉蜂虎生殖生態的效果。

## 第二節、計畫目標

- 一、追蹤監測全島栗喉蜂虎生殖族群分布及數量。
- 二、對乳山營巢地栗喉蜂虎進行繁殖監測、行為觀察及其他生物與非生物因子之監測。
- 三、在田埔、青年農莊這兩個監測多年的營巢地持續繫放工作並進行繁殖監測。
- 四、提供乳山棲地維護、規劃及後續經營管理之具體建議。
- 五、對機場滑行道末端新發現營巢地進行栗喉蜂虎成鳥以及幼鳥的繫放，以便來年持續監測其生殖播遷。
- 六、提供其他有潛力營造或整理的栗喉蜂虎營巢坡面地點。

## 第三節、相關研究與計畫回顧

栗喉蜂虎(*Merops philipennus*)為佛法僧目(Coraciiformes)蜂虎科(Meropidae)蜂虎屬(Merops)，蜂虎屬在全世界共有 26 種。栗喉蜂虎分布於印度、新幾內亞、印尼、菲律賓、斯里蘭卡、中國大陸東南與西部等地；台灣、斯里蘭卡、泰國、馬來西亞等區域為夏天繁殖的地點；秋天時則南返至印度南邊、斯里蘭卡、菲律賓等地度冬(Fry and Fry 1992)；金門的生殖族群每年三月至十月停留於金門進行生殖(劉小如 1999)。

袁孝維教授研究團隊於 2000 年開始對金門的夏候鳥栗喉蜂虎做相關研究。栗喉蜂虎為兼行集體營巢(colonial breeding)與單獨營巢(solitary breeding)的鳥類，其偏好的生殖棲地特色包含附近擁有開闊的多樣性地景、豐富的昆蟲資源、以及鄰近具有水域的生殖棲地環境(王怡平 2005)。在 2001-2002 年的觀察中，

發現了 18 個栗喉蜂虎營巢棲地。其中有 9 個是自然型營巢棲地，使用個體數占 84%，其中以昔果山營巢地為最大量生殖群扮演十分重要角色；人工型營巢地 9 個，使用個體數占 16%，可知自然型營巢地為金門島栗喉蜂虎主要偏好的營巢地類型，(袁孝維等 2003, Yuan *et al.* 2006<sup>a</sup>)。在栗喉蜂虎的食性方面，根據 2000-2002 年，連續三年野外調查紀錄，蜻蛉目昆蟲是栗喉蜂虎最重要食物資源，占 49%，幾乎是所有食物資源種類的半數；同翅目的蟬占 17%，主要是薄翅蟬與棕斑蟬二種；雙翅目的食蟲虻、食蚜蠅與蒼蠅等，也是相當重要的食物資源，占 13%；而鱗翅目的蝶亞目與蛾亞目合計也占 12% (王力平 2003)。在栗喉蜂虎繁殖生態學方面，2000-2002 年間的觀察發現，栗喉蜂虎配對模式皆為一夫一妻制。但是，觀察紀錄中曾發現栗喉蜂虎有偶外配對的情形存在。生殖行為上有一些個體會行幫手制的合作生殖(*cooperatively breeding*)，大部分生殖個體的生殖週期主要集中於每年的五月到八月進行 (王力平 2003, Yuan *et al.* 2006<sup>b</sup>)。

在 2001-2003 年連續 3 年對全島蜂虎族群監測結果發現，其族群量在年間並沒有太大的變化，但在數塊選定研究的營巢地內生殖族群量卻隨棲地品質下降而減少 (袁孝維 2004)；而金門島會自 2002-2009 年對金門國家公園環境進行長期監測發現栗喉蜂虎族群逼近歷年最低數量邊緣，推測可能是因為舊營巢地坡面植被過度繁盛導致(許永面和莊西進 2009)。在 2003-2005 年間對金門栗喉蜂虎營巢地及生殖族群變遷進行監測的觀察中發現，栗喉蜂虎在砂質地的營巢坡面不會使用舊的巢洞，每年均挖掘新的巢洞進行生殖。而若築巢坡面上巢洞密度過高或長出植被，蜂虎會放棄使用此營巢地。從許多巢位的可利用性影響生殖成功及生殖密度的研究中發現，在增加巢位空間後，生殖族群量顯著提高(Newton 1994)。在 2003 年的監測中選擇了田埔及青年農莊共 4 處栗喉蜂虎使用過的營巢地，將坡面削平並填補舊巢洞口為實驗組，保留部分坡面為對照組，結果顯示整理組與對照組的營巢坡面在坡面覆蓋度上有顯著的差異。且坡面可利用面積越大，則巢數越多，因而兩組在巢密度上易有顯著的差異，原本為對照組的坡面營巢數少，但隔年經整理後，蜂虎營巢的數量即明顯提高。因而推測坡面上植被覆

蓋及留有舊洞應為蜂虎選擇營巢坡面的因子之一，即坡面上植被覆蓋除了造成營巢空間不足之外，對栗喉蜂虎營巢可能有負面的影響（王怡平 2005, Wang *et al.* 2009）。

在2003到2005年監測的所有營巢地中，分為單獨築巢與集體營巢兩大類，比較單獨營巢與集體營巢的差異性，發現單獨築巢進入生殖季的時間明顯比集體營巢的所有營巢地都早；單獨築巢所孵出的幼雛數以及成功離巢的幼雛數較集體營巢的高。而對單獨營巢及集體營巢生殖者做形質測量，結果顯示單獨築巢的生殖者平均喙長要顯著高於集體營巢者。並發現在受天敵壓力較大的營巢地裡，巢位與生殖成功有顯著相關性。越靠近中央區域的巢位，被天敵掠食的幼雛數會越少，幼鳥離巢率會越高，符合了Coulson (1968) 提出天敵壓力是造成中央-邊緣模式(*centre-periphery model*)的原因。這些結果說明一個好的築巢空間對其後的生殖表現有直接影響；單獨築巢是最有利的生殖方式，其次為較小的生殖群聚，即便在大的生殖群聚內承受的天敵壓力大，但是若個體選擇在靠近中央區域的巢位則可以降低天敵壓力所帶來的損失（王元均 2005）。

而在2003到2006年間，持續監測金門島上栗喉蜂虎生殖族群。經由繫放回收資料顯示，部分生殖個體會在來年選擇與前一季相同的生殖棲地，這種行為稱為棲地忠實性(*site fidelity*)，我們發現前一季的自我生殖成功是影響這一季將留在同一營巢地的主因（蔡佩好 2007），因而代表了穩定的棲地與較高的生殖成功有助於維持穩定的栗喉蜂虎族群。

2003年六月份時，金門國家公園於乳山營造蜂虎人工復育棲地，主要的原因是在於金門地區所有栗喉蜂虎的營巢地多為於私有地，國家公園境內並無穩定的族群，再加上尚義機場的持續擴建，恐破壞金門栗喉蜂虎最大營巢地昔果山，因而選定了乳山做為試驗研究之人工營巢地。乳山栗喉蜂虎人工復育棲地規劃是參考之前實地調查金門的土壤及栗喉蜂虎營巢因子、生殖生態學等之研究結果，所進行的復育工程。經過三年的觀察、紀錄及配合栗喉蜂虎生態習性，進行營巢因子的規劃、準備及人員與材料的投入，終於在2007年有一對蜂虎在此成功築

巢，而在 2008 年有 42 對蜂虎前來營巢。由於乳山蜂虎營巢地是在金門地區唯一在國家公園境內的蜂虎生殖棲地，對於後續蜂虎生殖地的穩定性及大眾解說教育或科學研究等，乳山營巢區扮演了重要的角色，因而值得投注人力進行了解與監測，並進一步經營管理之規劃。



## 第二章、調查方法

### 一、調查全島栗喉蜂虎生殖族群分布

#### (一) 營巢地估算

五月中，栗喉蜂虎的繁殖初期，於選擇繁殖營巢地後，在全島各地開始進行普查。觀察到有栗喉蜂虎挖洞的地點以衛星定位儀記錄經緯度座標，之後持續觀察使用狀況。

在孵卵及育雛期時，栗喉蜂虎進出巢洞頻繁，因此我們可以利用洞口的爪痕來推估該巢洞是否有在使用。判斷了有在進行生殖活動的巢洞後，將使用中的巢洞數乘以 2，估算生殖個體數量，因為有些巢洞有合作生殖或少數巢洞活動痕跡恐不明顯，因此此方法基本上會低估生殖族群。我們於六月中和七月初各進行一次全島估測，藉以推估全島生殖個體數。

#### (二) 夜棲點估算

夜棲點的族群量監測主要是由金門鳥會執行，於 2009 年在后沙、東美亭及農試所三大夜棲點估算族群量。四月到十月，每個月兩次。傍晚時在栗喉蜂虎夜棲路線上等待，計算路線上的個體數，看生殖季不同階段夜棲數量的變化。

### 二、繫放、捕捉與上標

為了來年持續追蹤栗喉蜂虎的播遷、檢視棲地忠實性行為以及進行其他相關研究，我們進行捕捉繫放的工作。為了避免過度干擾，選擇在巢中有 4 顆蛋以後開始進行繫放。我們使用巢口網和霧網捕捉個體，視情況交叉使用，每一營巢地每隔 2-3 天進行一次。每一隻被繫放的個體，會於右腳的跗趾骨上，繫上中華野鳥學會編碼的金屬腳環（機場營巢地基於飛航安全，未繫金屬腳環）。於左腳的跗趾骨上，繫上代表該營巢地的色環（表 2-1）。每隻繫放個體進行基本形質測量

包括總頭長（包含嘴喙）、嘴喙長、跗趾骨長、自然翼長、尾羽長、中央尾羽長與體重。每隻繫放個體採取羽翼靜脈約 80 微升的血液，並儲存於 250 微升的 Lysis 保存液之中(Seutin *et al.* 1991)。而抽取的血液於野外時置放於與室溫相同的環境下，在實驗室中即放入-20°C 的冷凍庫中。

表 2-1 2009 年各營巢地色環對照表。

營巢地	色環顏色
乳山	綠色
青年農莊 L	紅色
青年農莊 E	黃色
田埔果園	白色
機場	粉紅色、淺藍色、深藍色

註 1：機場營巢地因為大量繫放，色環數量有限，我們前期使用粉紅色；後期改用淺藍色代表親鳥，深藍色代表今年離巢的亞成鳥。

（資料來源：本計畫提供）

### 三、生殖監測

為監測生殖個體的繁殖成功，配合栗喉蜂虎特別的巢洞生殖方式，以外接針孔攝影機觀察巢洞內生殖活動，對生殖巢洞進行生殖監控。利用 3-4 個的顏色編碼組成每個巢穴的巢洞標，以此收集洞內生殖個體之繁殖情形。自親鳥產下第一顆蛋開始，每隔 3 天以針孔攝影機觀察巢洞內生殖情形，並記錄巢洞產卵數目、幼雛孵出數量及成功離巢幼雛數。為避免干擾，在使用針孔攝影機探勘生殖行為時，保持每個巢洞不超過 15-20 秒，以及每一營巢地不超過半小時的干擾為限，以此降低人為調查探洞時對栗喉蜂虎的影響。

#### 四、食物資源調查

##### (一) 食物資源利用行為觀察

為瞭解栗喉蜂虎是否會使用乳山營巢地提供的食物資源，我們在乳山營巢地進行蜂虎覓食行為觀察。自築巢期開始，即五月底，選擇天候晴朗的白天，每隔 2 天進行 1 次。從調查人員進入國家公園特製的觀鳥小屋內開始計時，等待 10 分鐘栗喉蜂虎開始恢復正常活動後，觀察 1 小時。記錄栗喉蜂虎使用食物資源的狀況，食物來源分為營巢地前苗圃、營巢地旁水池、營巢地上方樹林、營巢地外（東邊）、營巢地外（西邊）、營巢地外（南邊）以及營巢地外（北邊）。記錄能辨識的食物種類至目，剩下不能辨識的記錄為小蟲。記錄栗喉蜂虎覓食後的用途，包括自己食用、餵食配偶、餵食配偶並交配以及進洞餵食。

##### (二) 昆蟲量調查

在栗喉蜂虎生殖期開始時，即五月底至七月底，每個月在乳山針對苗圃進行食物資源評估。在樣區內設置三條穿越線，每月沿穿越線利用昆蟲網以掃網法抓蟲兩次，紀錄昆蟲種類（分類至目）並記錄下個體利用的植物種類。

#### 五、土質分析

將乳山營巢地順著坡面分成 4 個區域，以隨機的方式在各個區域內採 3 袋土，帶回研究室使用吸管法分析土壤質地（李達源 1995），並與前人研究做比較。

#### 六、其他

##### (一) 機場驅鳥

於機場營巢地生殖前期，在栗喉蜂虎還在挖洞築巢時，使用木製假蛇模擬天敵出現。栗喉蜂虎日行性天敵以蛇為主，因此我們利用假蛇當作營巢地的負面指標，企圖誘使栗喉蜂虎放棄使用該營巢地。



## (二) 人工巢洞測試

為了測試栗喉蜂虎是否會使用人工巢洞，我們選定田埔池塘營巢地進行測試。我們選用口徑為 9 公分、長度為 100 公分的 PVC 管，以人工的方式插入坡面。採上、中、下三層隨機插入做為人工通道，觀察栗喉蜂虎是否會使用。

## 七、統計方法

全文中所有統計方法皆以 SPSS 12.0 以及 MicroSoft Office Excel 進行所有資料處理與統計分析，所有統計均採以雙尾檢定方法以測試是否呈現顯著差異，而顯著水準最低定為 0.05。

形質方面，以單因子變異數分析(One-Way ANOVA)檢定各營巢地之間在各項形質上是否有差異。若有顯著差異，則再以 LSD 做兩兩比較。

生殖表現方面，對以下各名詞做定義。以單因子變異數分析檢定各營巢地之間在各項生殖表現上是否有差異。若有顯著差異，則再以 LSD 做兩兩比較。

(一) 平均下第一顆卵時間定義為每一營巢地每一窩產下第一顆卵的時間(該日期以今年的第 n 天來表示)求平均值,代表各營巢地進入生殖週期的早晚。

(二) 孵化率定義為孵化幼鳥數除以窩卵數。

(三) 離巢率定義為成功離巢幼鳥數除以孵化幼鳥數。

(四) 生殖成功率定義為成功離巢幼鳥數除以窩卵數。

(五) 棄巢率定義為每一營巢地棄巢數除以每一營巢地總巢數。

(六) 被捕食率定義為孵出幼鳥數減去離巢幼鳥數再除以孵出幼鳥數。

(七) 坍塌率定義為每一營巢地坍塌巢數除以每一營巢地總巢數。

## 第三章、結果與討論

### 第一節、結果

#### 一、全島栗喉蜂虎生殖族群營巢地分布以及數量

2009 年在金門島上共發現 21 個栗喉蜂虎集體營巢地 (表 3-1-1、圖 3-1-1)。依照使用中的巢洞數判斷法，內陸以青青農莊 412 隻為最大群，其次為尚義機場滑行道末端 200 隻次之。海岸沙丘聚集較大群的栗喉蜂虎營巢，則是集中在田埔海濱 714 隻、狗嶼灣 232 隻以及歐厝海濱 150 隻。推測出今年栗喉蜂虎生殖的最小族群量約為 2000 隻。

而根據金門鳥會從四月上旬到十月下旬針對本島栗喉蜂虎在后沙、東美亭、農試所三大夜棲點進行蜂虎夜棲數量調查 (表 3-1-2)，七月上旬前皆以農試所的數量為最豐，最大量時為五月下旬數量約 875 隻，而以后沙數量最少。七月下旬東美亭夜棲點蜂虎量增加至 1594 隻，為七個月三大夜棲點觀察最大量。七月下旬和八月上旬所觀測到蜂虎夜棲量為最多，三個夜棲點加起來為七月下旬 2495 隻、八月上旬 2397 隻。蜂虎夜棲量於八月下旬開始減少，后沙夜棲點九月下旬已無蜂虎夜棲，而東美亭和農試所則到十月下旬無蜂虎夜棲。

表 3-1-1 2009 年金門栗喉蜂虎集體營巢地及最小族群量統計。

地點	座標	估計數量
慈湖	E118°17'41.82"	10
	N24°28'2.07"	
茅山塔	E118°17'18.88"	36
	N24°24'34.65"	
歐厝海濱	E118°20'0.1"	150
	N24°23'49.1"	
昔果山	E118°21'16.4"	40
	N24°25'40.7"	
乳山	E118°21'19.80"	28
	N24°26'14.73"	
尚義機場	E118°21'20.76"	200
	N24°25'42.23"	
下塘頭	E118°23'41.27"	4
	N24°28'29.50"	
金沙水資源	E118°25'10.16"	4
	N24°30'12.73"	
蔡厝	E118°25'13.98"	16
	N24°28'30.46"	
青嶼海濱	E118°25'38.83"	34
	N24°31'11.99"	
鵲山	E118°26'12.29"	6
	N24°28'6.56"	
青年農莊 L	E118°26'17.07"	36

---

	N24°27'3.48"	
青年農莊 E	E118°26'21.27"	46
	N24°27'5.99"	
青年農莊	E118°26'27.95"	4
	N24°27'6.68"	
舊機場	E118°26'45.39"	-
	N24°26'6.91"	
南機路	E118°27'1.05"	14
	N24°26'15.98"	
青青農莊	E118°27'13.78"	412
	N24°26'25.20"	
田埔海濱	E118°27'23.38"	714
	N24°28'54.37"	
田埔果園	E118°27'13.69"	78
	N24°28'21.21"	
田埔 S	E118°27'12.75"	4
	N24°28'23.98"	
狗嶼灣	E118°27'41.80"	232
	N24°27'49.61"	

---

註 1：舊機場營巢地不穩定，無法進行使用中的巢洞數判斷法。

（資料來源：本計畫提供）

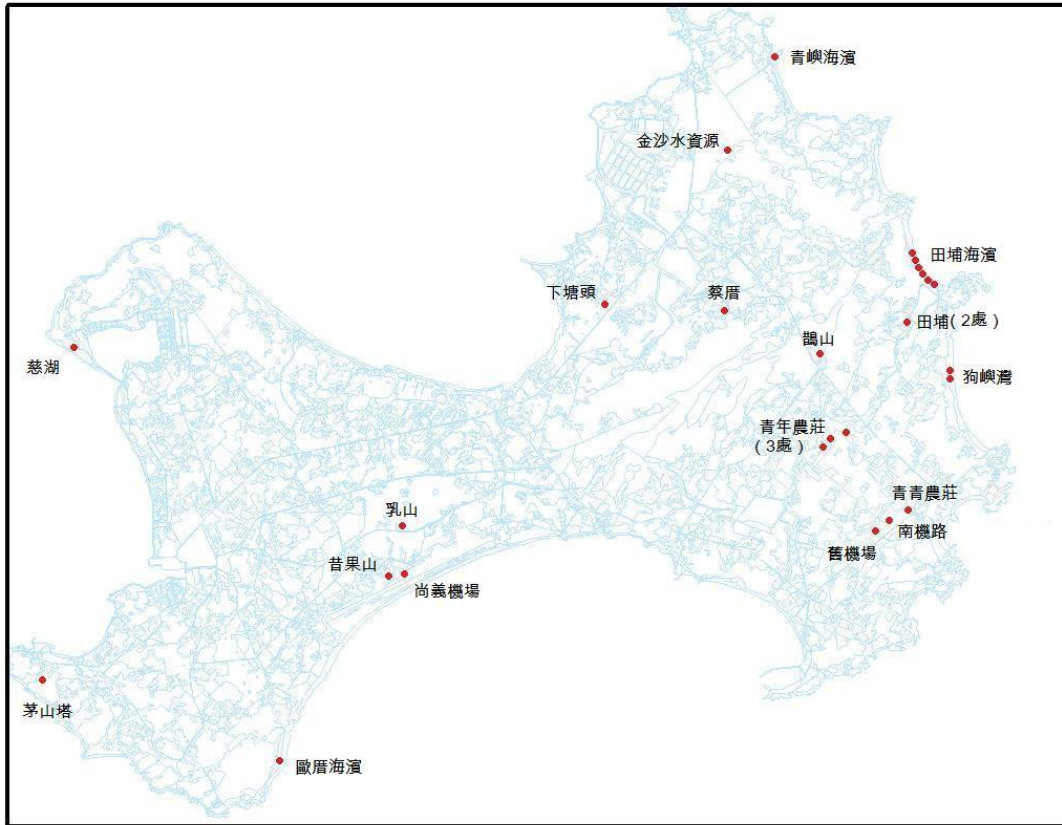


圖 3-1-1 2009 年金門栗喉蜂虎全島集體營巢地分布圖。

(資料來源：本計畫提供)

表 3-1-2 2009 年金門栗喉蜂虎三大夜棲點族群量估計值。

	后沙	東美亭	農試所	總和
四月上旬	197	48	34	279
四月下旬	45	250	83	378
五月上旬	233	298	586	1117
五月下旬	181	497	875*	1553
六月上旬	284	542	605	1431
六月下旬	235	554	666	1455
七月上旬	596	468	632	1696
七月下旬	356	1594	545	2495
八月上旬	640	1043	714	2397
八月下旬	640	652	829	2121
九月上旬	300	776	757	1833
九月下旬	0	871	695	1566
十月上旬	0	433	113	546
十月下旬	0	0	0	0

註 1：五月下旬於農業所夜棲點訓練新手，數量可能高估。

（資料來源：金門野鳥學會提供）

## 二、繫放、捕捉與上標

今年共繫放 279 隻個體，其中成鳥 233 隻，幼鳥 46 隻（表 3-1-3）。

乳山營巢地方面，為避免干擾導致親鳥棄巢，六月 26 日清晨架設霧網進行繫放，架網 2 小時捕捉到 1 隻從未繫放過的個體。六月 30 日起改用巢口網進行捕捉，捕捉到 5 隻從未繫放過的成鳥（表 3-1-3）。

機場營巢地則於七月 1 日起開始架設霧網捕捉個體並繫上代表該營巢地顏色的色環，每隔天架設霧網。截至七月底，共捕捉到 189 隻從未繫放過的個體，成鳥 143 隻，亞成鳥 46 隻（表 3-1-3）。

在青年農莊和田埔營巢地共繫放了 84 隻成鳥。其中有 31 隻個體為過去繫放過的個體，占 36.9%。分別為青年農莊 L 繫放 18 隻個體，7 隻為過去繫放過的個體，占 38.9%。青年農莊 E 繫放 22 隻個體，11 隻為過去繫放過的個體，占 50%。田埔果園繫放 44 隻個體，13 隻為過去繫放過的個體，占 29.5%（表 3-1-3）。

重複捕捉個體方面，我們捕捉到個體最早可追溯到 2005 年繫放的個體。而 31 隻個體中，有 6 隻個體至少來過 3 年，而有 6 隻是在金門離巢的亞成鳥，又回到金門繁殖。連續兩年皆有捕捉到的 20 巢成鳥個體中，僅兩巢前一繁殖季生殖失敗今年又回到同樣繁殖地，另外 16 巢前一繁殖季生殖成功今年又回到同樣繁殖地繁殖，另有兩巢則是前一繁殖季生殖失敗今年換了一個繁殖地（表 3-1-4）。

形質方面，針對乳山、青年農莊 L、青年農莊 E、田埔果園及機場作單因子變異數分析檢定（表 3-1-6、表 3-1-7）。總頭長（包含嘴喙）達顯著差異( $F=9.527$ ,  $p<0.001$ )，青年農莊 L ( $65.4\pm 1.9\text{mm}$ )、青年農莊 E ( $63.7\pm 5.2\text{mm}$ )和田埔果園 ( $63.5\pm 2.7\text{mm}$ )顯著大於乳山 ( $60.2\pm 1.9\text{mm}$ )和機場 ( $61.7\pm 2.9\text{mm}$ )（圖 3-1-2）。嘴喙長達顯著差異( $F=8.647$ ,  $p<0.001$ )，青年農莊 E ( $40.3\pm 2.9\text{mm}$ )、青年農莊 L ( $40.3\pm 2.2\text{mm}$ )和田埔果園 ( $38.8\pm 2.7\text{mm}$ )顯著大於機場 ( $37\pm 3.7\text{mm}$ )（圖 3-1-3）。跗趾骨長達顯著差異( $F=4.906$ ,  $p<0.01$ )，青年農莊 L ( $15.6\pm 6.9\text{mm}$ )顯著大於其他四個營巢地（圖 3-1-4）。自然翼長未達顯著差異( $F=1.418$ ,  $p=0.229$ )。尾羽長達顯著差異( $F=2.873$ ,  $p<0.05$ )，田埔果園 ( $91.8\pm 4.6\text{mm}$ )和青年農莊 E ( $91.8\pm 4.5\text{mm}$ )顯著大

於機場(89.9±4mm) (圖 3-1-5)。中央尾羽長達顯著差異(F=3.148, p<0.05)，青年農莊 L(142.8±7.2mm)和青年農莊 E(140.8±12.6mm)顯著大於田埔果園(135.2±17mm)、機場(134.3±10.4mm)和乳山(130.5±8.7mm) (圖 3-1-6)。體重達顯著差異(F=11.83, p<0.001)，青年農莊 L(38.5±1.9g)和青年農莊 E(38.1±2.4g)顯著大於田埔果園(36.1±2.1g)、機場(35±2.9g)和乳山(35.2±2.4g) (圖 3-1-7)。

表 3-1-3 乳山、青年農莊 L、青年農莊 E、田埔果園與機場營巢地間繫放資料比較。

	成鳥 (隻)	幼鳥 (隻)	共計 (隻)	重複捕捉個體 (隻)	重複捕捉個體 (%)
乳山	6	0	6	0	0
青年農莊 L	18	0	18	7	38.9
青年農莊 E	22	0	22	11	50
田埔果園	44	0	44	13	29.5
機場	143	46	189	0	0
總和	233	46	279	31	-

註 1：乳山及機場營巢地為今年首次繫放，故不計算重複捕捉個體隻數的總和百分比。

(資料來源：本計畫提供)



表 3-1-4 重複捕捉個體歷年營巢棲地比較。

腳環號碼	今年營巢棲地	往年營巢（或出生）棲地
c34789	青年農莊 L	2008, 青年農莊 L
c22416	青年農莊 L	2007, 鵲山
c22276	青年農莊 L	2008, 青年農莊 L; 2006, 青年農莊 goat C
c21864	青年農莊 L	2006, 青年農莊 goat C; 2005, 青年農莊 sol-tree, juv
c34804	青年農莊 L	2008, 復國墩
c23131	青年農莊 L	2008, 青年農莊 L
c22224	青年農莊 L	2006, 青年農莊 G
c22341	青年農莊 E	2006, 青年農莊 G, juv
c23127	青年農莊 E	2008, 青年農莊 E
c48179	青年農莊 E	2008, 青年農莊 E; 2006, 青年農莊 c
c34760	青年農莊 E	2008, 青年農莊 E
c34837	青年農莊 E	2008, 青年農莊 E
c40781	青年農莊 E	2006, 青年農莊 c; 2005, 青年農莊 c
c34846	青年農莊 E	2008, 青年農莊 E, juv
c34849	青年農莊 E	2008, 青年農莊 E, juv
c34828	青年農莊 E	2008, 青年農莊 E
c34791	青年農莊 E	2008, 青年農莊 E
c34755	青年農莊 E	2008, 青年農莊 E

---

c22446	田埔果園	2007, 青年農莊 G,juv
c22123	田埔果園	2008,田埔果園; 2005,田埔池塘,juv
c21834	田埔果園	2008,田埔果園; 2005,林試所 R
c34767	田埔果園	2008,田埔果園
c34803	田埔果園	2008,田埔果園
c40761	田埔果園	2008,田埔果園
c23109	田埔果園	2008,田埔果園
c48205	田埔果園	2008,田埔池塘
c34786	田埔果園	2008,田埔果園
c23141	田埔果園	2008,田埔果園
c23150	田埔果園	2008,田埔果園
c34779	田埔果園	2008,田埔果園
c34817	田埔果園	2008,田埔果園

---

註 1：juv 為該年出生的幼鳥。

(資料來源：本計畫提供)

表 3-1-5 乳山、青年農莊 L、青年農莊 E、田埔果園與機場營巢地間使用者的形質比較。

	乳山	青年農莊 L	青年農莊 E	田埔果園	機場
總頭長(mm)	60.2±1.9	65.4±1.9	63.7±5.2	63.5±2.7	61.7±2.9
嘴喙長(mm)	38.2±1.7	40.3±2.2	40.3±2.9	38.8±2.7	37±3.7
跗趾骨長(mm)	12.9±1	15.6±6.9	14.2±1	14±1.4	13.4±1.1
自然翼長(mm)	133.3±5.8	133.9±3.3	133.8±5.7	133±4.5	131.8±5.6
尾羽長(mm)	91.5±3.6	91.9±4.8	91.8±4.5	91.8±4.6	89.9±4
中央尾羽長(mm)	130.5±8.7	142.8±7.2	140.8±12.6	135.2±17	134.3±10.4
體重(g)	35.2±2.4	38.5±1.9	38.1±2.4	36.1±2.1	35±2.9

(資料來源：本計畫提供)

表 3-1-6 乳山、青年農莊 L、青年農莊 E、田埔果園與機場營巢地間使用者的形質比較。

	F 檢定	顯著性
總頭長	9.527	0.000***
嘴喙長	8.647	0.000***
跗趾骨長	4.906	0.001***
自然翼長	1.418	0.229
尾羽長	2.873	0.024*
中央尾羽長	3.148	0.015*
體重	11.83	0.000***

註 1：\*為在 0.05 的顯著水準上達顯著差異。

\*\*\*為在 0.001 的顯著水準上達顯著差異。

(資料來源：本計畫提供)

表 3-1-7 乳山、青年農莊 L、青年農莊 E、田埔果園與機場營巢地間使用者的形質比較（兩兩比較）。

	總頭長	嘴喙長	跗趾骨長	尾羽長	中央尾羽長	體重
RS vs YF-L	<b>-5.20278*</b>	-2.07833	<b>-2.74167*</b>	-0.38889	<b>-12.31250*</b>	<b>-3.33333*</b>
RS vs YF-E	<b>-3.49318*</b>	-2.13258	-1.34924	-0.31818	-10.27273	<b>-2.96970*</b>
RS vs TPO	<b>-3.27614*</b>	-0.59394	-1.13902	-0.34091	-4.72500	-0.90606
RS vs AP	-1.47007	1.17523	-0.51221	1.75590	-3.78571	0.11737
YF-L vs YF-E	1.70960	-0.05424	<b>1.39242*</b>	1.33897	2.03977	0.36364
YF-L vs TPO	<b>1.92664*</b>	1.48439	<b>1.60265*</b>	1.17875	3.53534	<b>2.42727*</b>
YF-L vs AP	<b>3.73271*</b>	<b>3.25357*</b>	<b>2.22946*</b>	1.05407	3.17195	<b>3.45070*</b>
YF-E vs TPO	0.21705	1.53864	0.21023	-0.02273	5.54733	<b>2.06364*</b>
YF-E vs AP	<b>2.02311*</b>	<b>3.30781*</b>	0.83704	<b>1.91677*</b>	<b>6.48701*</b>	<b>3.08707*</b>
TPO vs AP	<b>1.80607*</b>	<b>1.76917*</b>	0.62681	<b>1.93950*</b>	0.93929	<b>1.02343*</b>

註 1：RS 為乳山、YF-L 為青年農莊 L、YF-E 為青年農莊 E、TPO 為田埔果園、AP 為機場。

註 2：\*為在 0.05 的顯著水準上達顯著差異。

（資料來源：本計畫提供）

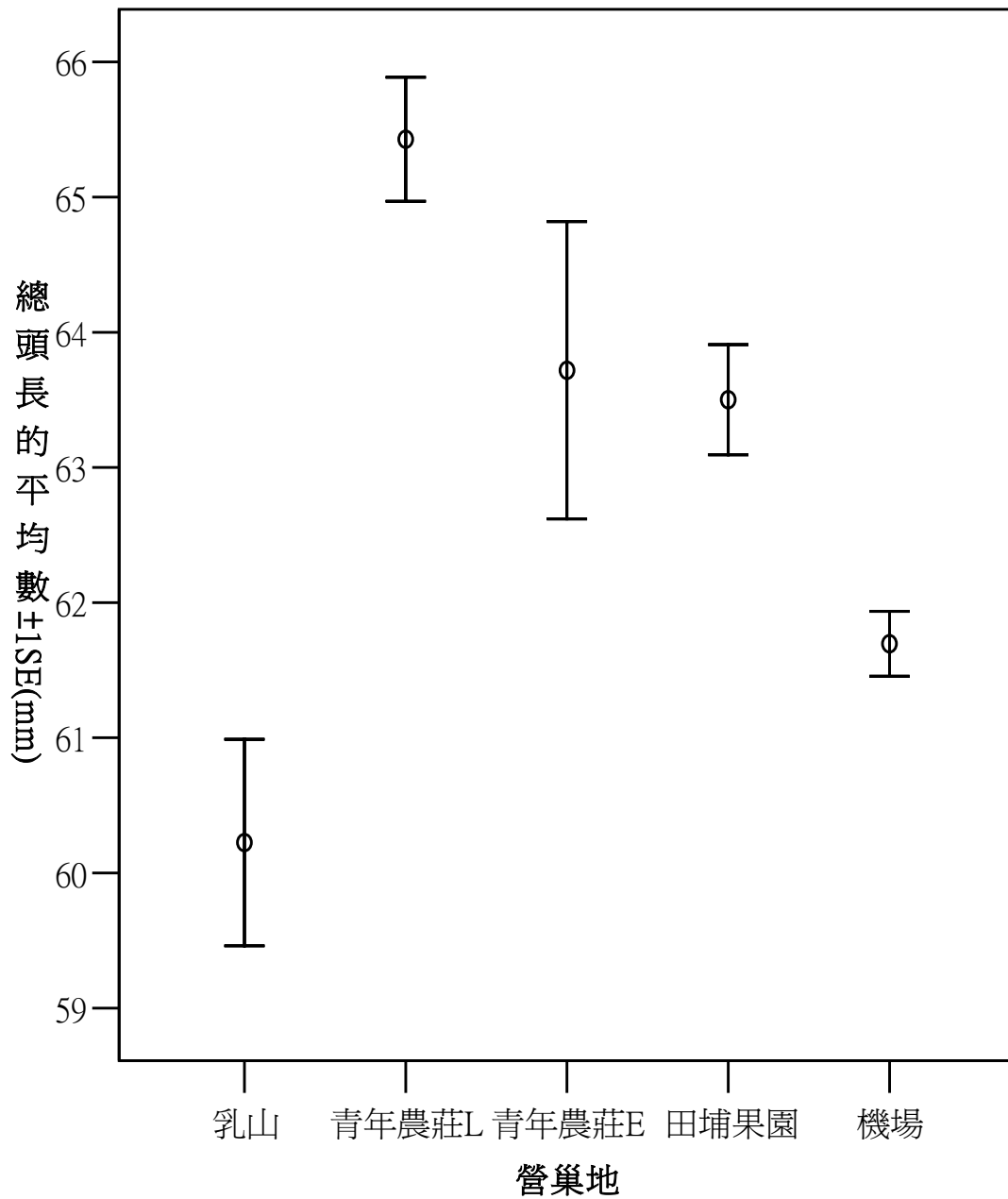


圖 3-1-2 乳山、青年農莊 L、青年農莊 E、田埔果園與機場營巢地間總頭長的平均數比較。

(資料來源：本計畫提供)

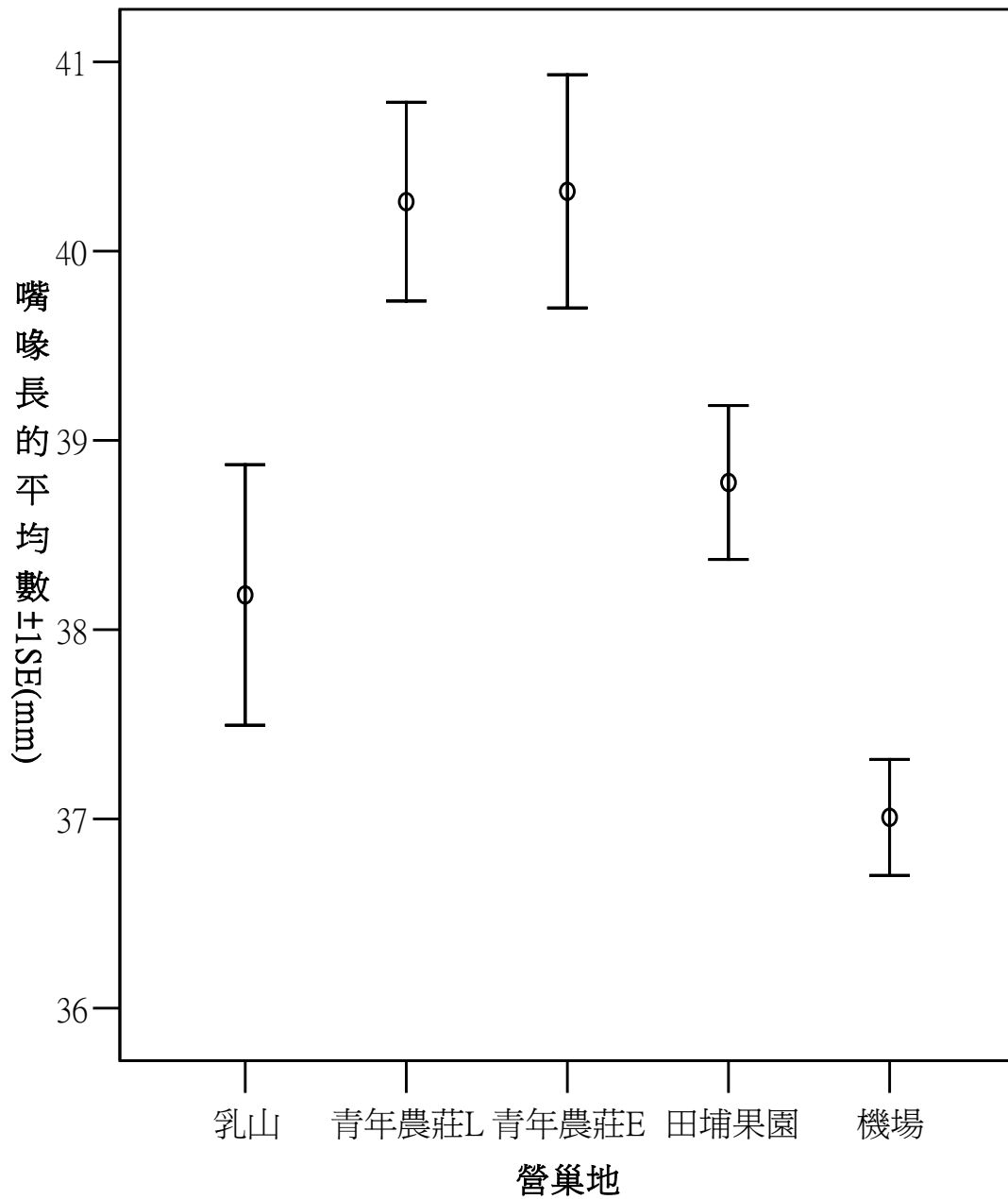


圖 3-1-3 乳山、青年農莊 L、青年農莊 E、田埔果園與機場營巢地間嘴喙長的平均數比較。

(資料來源：本計畫提供)

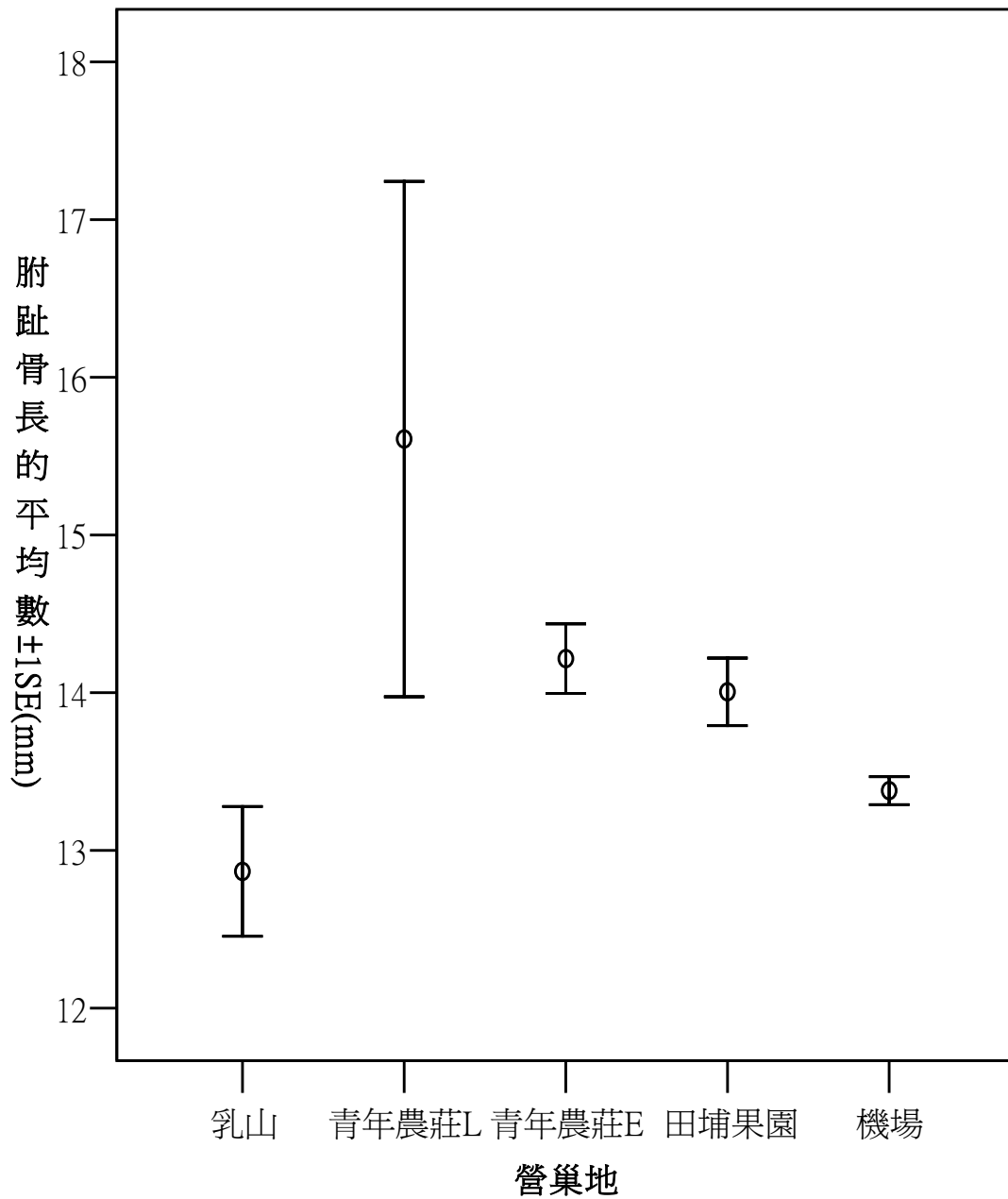


圖 3-1-4 乳山、青年農莊 L、青年農莊 E、田埔果園與機場營巢地間跗趾骨長的平均數比較。

(資料來源：本計畫提供)

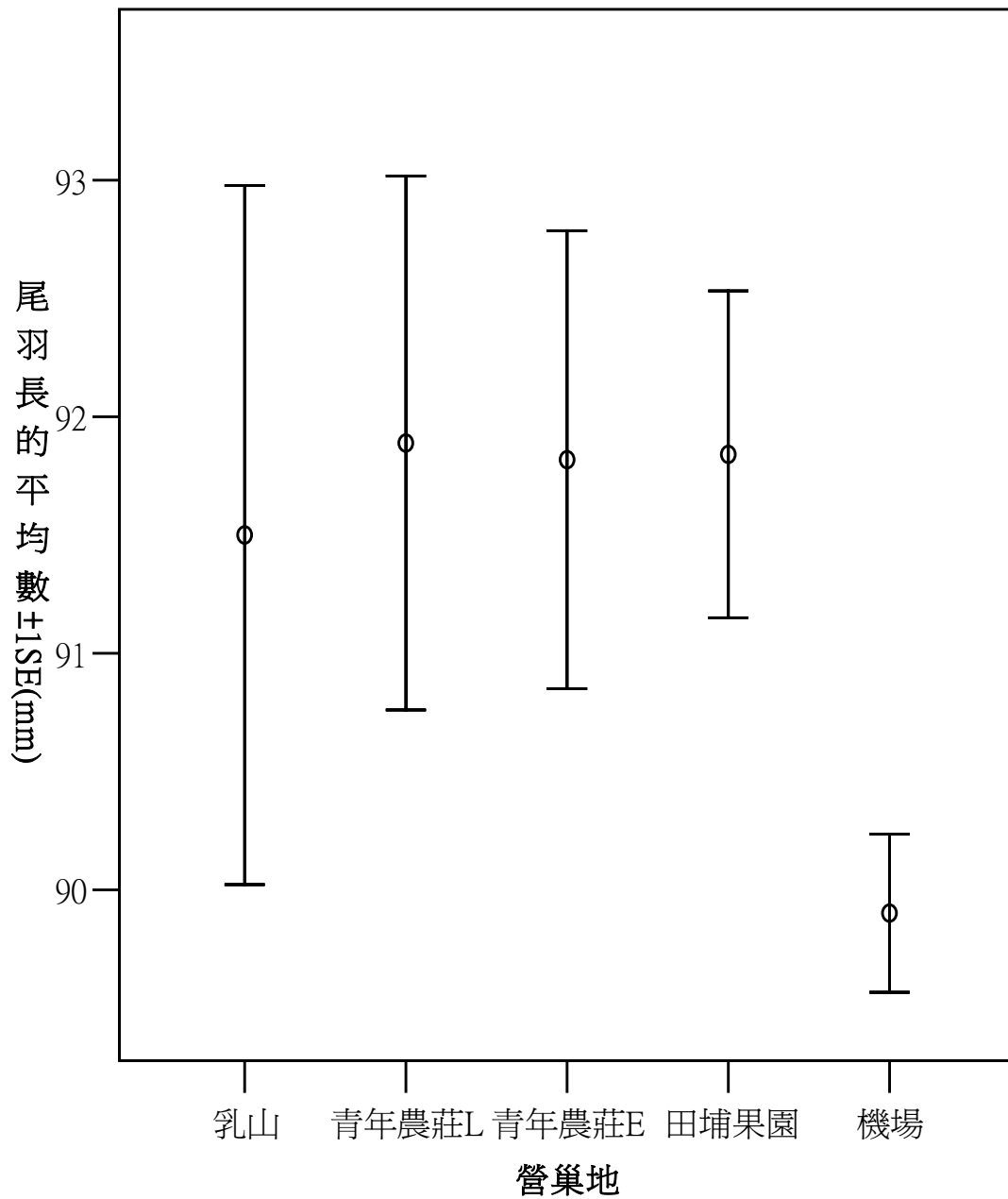


圖 3-1-5 乳山、青年農莊 L、青年農莊 E、田埔果園與機場營巢地間尾羽長的平均數比較。

(資料來源：本計畫提供)



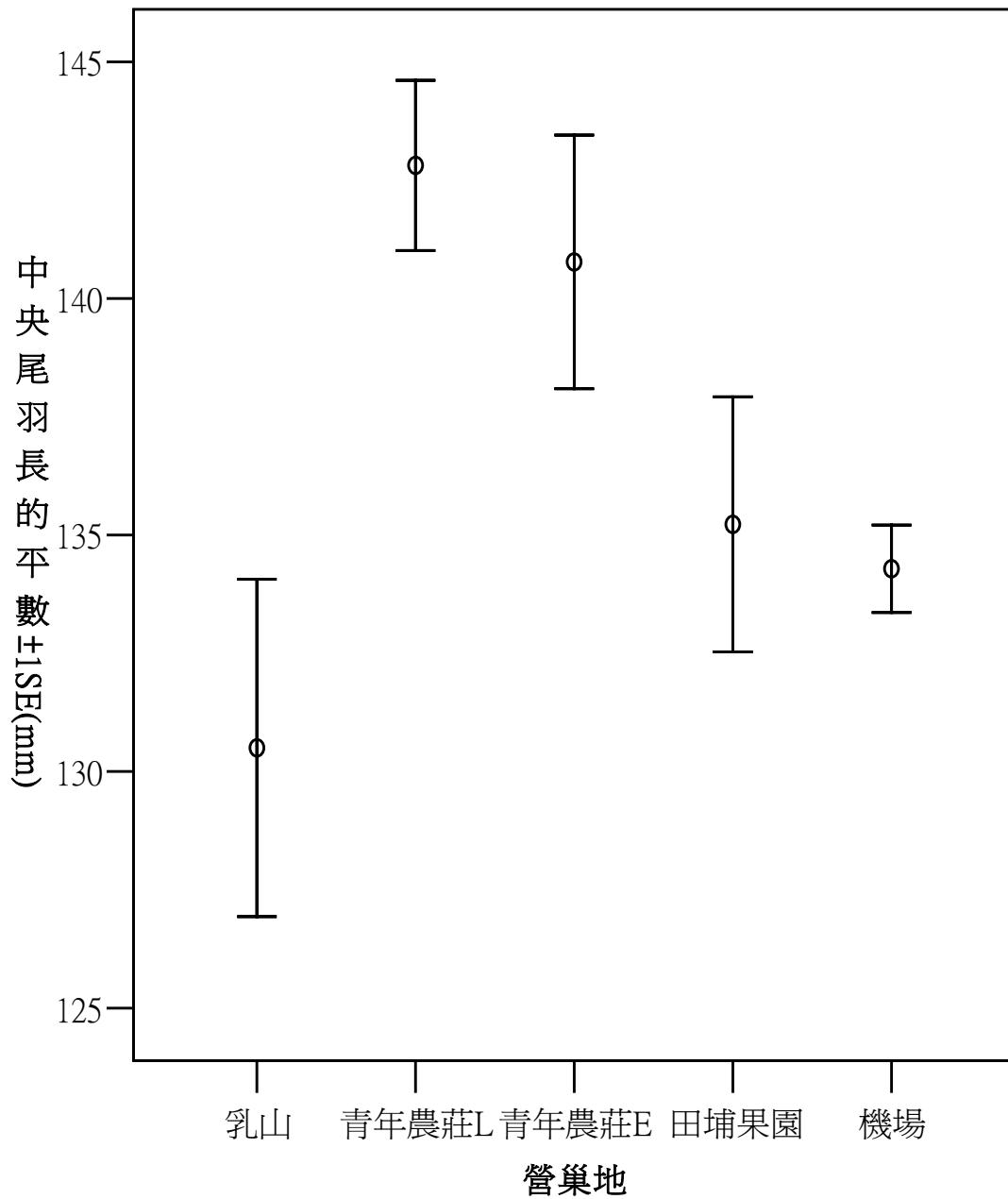


圖 3-1-6 乳山、青年農莊 L、青年農莊 E、田埔果園與機場營巢地間中央尾羽長的平均數比較。

(資料來源：本計畫提供)

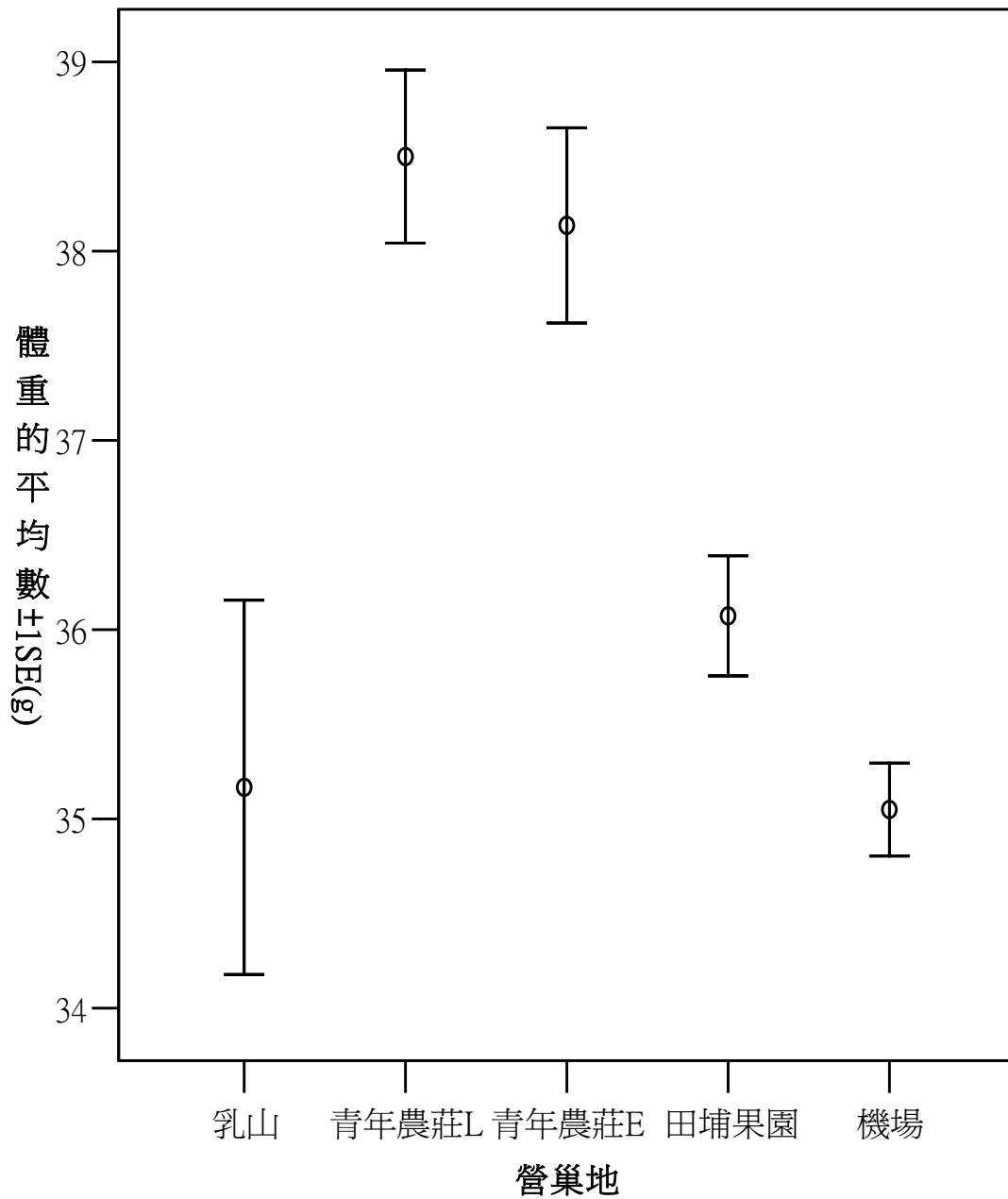


圖 3-1-7 乳山、青年農莊 L、青年農莊 E、田埔果園與機場營巢地間體重的平均數比較。

(資料來源：本計畫提供)

### 三、生殖監測

我們回推今年在金門地區栗喉蜂虎開始築巢下第一顆蛋的時間，應該是在五月 24 日至六月 15 日之間，整體各營巢地生殖高峰約在 10 天內結束。我們所監測的乳山、青年農莊及田埔營巢地，平均的窩卵數為  $4.5 \pm 1.2$  顆，孵化率為 58%，生殖成功率為 30%。

我們於六月 1 日開始在乳山營巢地進行生殖監測，共有 14 個有效巢洞，推估下蛋時間為五月 29 日，六月 23 日開始有幼雛孵出。六月 25 日下午發現坡面上栗喉蜂虎有集體驅趕天敵行為，目標是一隻南蛇，在六月 26 日進行生殖監控時，發現南蛇仍在洞裡，此巢繁殖失敗。七月 23 日開始有亞成鳥離巢，共有 7 巢繁殖成功，有 20 隻亞成鳥離巢，生殖成功率為 29%。3 巢棄巢，棄巢率為 21.4%。被捕食率為 33%，其中有 2 巢整巢被蛇捕食。坍塌 2 巢，坍塌率為 14.3%（表 3-1-8、表 3-1-9）。

青年農莊以及田埔營巢地生殖監測部分。青年農莊共兩個營巢地：青年農莊 L 與青年農莊 E；田埔共兩個：田埔果園與田埔 S。其中，田埔 S 情況較為特殊，之後再做說明。青年農莊營巢地在五月 26 日下第一顆卵進入生殖週期，田埔則為五月 24 日。各營巢地間在開始生殖的日期上並沒有太大的差異 ( $F=1.95$ ,  $p=0.15$ )：青年農莊 L ( $152 \pm 5$  天)，青年農莊 E ( $154 \pm 5$  天)，田埔果園 ( $155 \pm 6$  天)（表 3-1-9）。

青年農莊 L 今年共有 18 巢，其中 10 巢生殖成功，生殖成功率為 41%。有 3 巢棄巢，棄巢率為 16.7%。被捕食率為 20%，其中有 1 巢整巢被蛇捕食。坍塌 4 巢，坍塌率為 22.2%。青年農莊 E 有 23 巢，其中 19 巢生殖成功，生殖成功率為 65%，為所監測的營巢地中最高者。有 2 巢棄巢，棄巢率為 8.7%。被捕食率為 18%，其中有 1 巢整巢被蛇捕食。坍塌 1 巢，坍塌率為 4.3%。田埔果園有 39 巢，為所監測的營巢地中巢數最多者，但僅僅只有 4 巢生殖成功，生殖成功率為 6%。有 9 巢棄巢，棄巢率為 23.1%。有 24 巢整巢被天敵捕食，被捕食率為 88%。坍塌 1 巢，坍塌率為 2.6%（表 3-1-8、表 3-1-9）。

田埔 S 於繁殖季初，沒有觀察到有栗喉蜂虎使用。但是，我們於七月中發現該坡面有警戒聲傳出，並發現有集體驅敵的行為。七月 15 日，經由探洞發現，該坡面有 2 巢，且這 2 巢在最後都生殖成功。

生殖表現方面，針對乳山、青年農莊 L、青年農莊 E、田埔果園作單因子變異數分析檢定（表 3-1-10、3-1-11）。平均下第一顆卵時間沒有顯著差異( $F=1.435$ ,  $p=0.238$ )。每巢平均卵數沒有顯著差異( $F=0.207$ ,  $p=0.892$ )。每巢孵出幼雛數沒有顯著差異( $F=2.575$ ,  $p=0.059$ )。離巢幼雛數達顯著差異( $F=20.035$ ,  $p<0.001$ )，青年農莊 E( $3.2\pm 1.7$  隻)顯著大於青年農莊 L( $2.1\pm 2.0$  隻)和乳山( $1.4\pm 1.6$  隻)，這三者顯著大於田埔果園( $0.3\pm 0.9$  隻)(圖 3-1-8)。孵化率沒有顯著差異( $F=2.408$ ,  $p=0.073$ )。離巢率達顯著差異( $F=41.711$ ,  $p<0.001$ )，田埔果園( $11\pm 28\%$ )顯著小於青年農莊 E( $83\pm 15\%$ )、青年農莊 L( $78\pm 18\%$ )和乳山( $66\pm 32\%$ ) (圖 3-1-9)。生殖成功率達顯著差異( $F=19.681$ ,  $p<0.001$ )，青年農莊 E( $65\pm 33\%$ )顯著大於青年農莊 L( $41\pm 38\%$ )和乳山( $29\pm 31\%$ )，這三者顯著大於田埔果園( $6\pm 20\%$ ) (圖 3-1-10)。被捕食率達顯著差異( $F=35.792$ ,  $p<0.001$ )，田埔果園( $88\pm 30\%$ )顯著大於其他三個營巢地 (圖 3-1-11)

表 3-1-8 乳山、青年農莊 L、青年農莊 E 與田埔果園營巢地間整體生殖表現比較。

	乳山	青年農莊 L	青年農莊 E	田埔果園
產卵巢數 (巢)	14	18	23	39
離巢數 (巢)	7	10	19	4
棄巢數 (巢)	3	3	2	9
整巢被捕食數 (蛇) (巢)	2	1	1	12
整巢被捕食數 (鼠) (巢)	0	0	0	12
坍塌巢數 (巢)	2	4	1	1
棄巢率(%)	21.4	16.7	8.7	23.1
坍塌率(%)	14.3	22.2	4.3	2.6

(資料來源：本計畫提供)

表 3-1-9 乳山、青年農莊 L、青年農莊 E 與田埔果園營巢地間生殖表現比較。

	乳山	青年農莊 L	青年農莊 E	田埔果園
平均第一顆卵時間 (天)	155±5	152±5	154±5	155±6
產卵巢數 (巢)	14	18	23	39
每巢平均卵數 (顆)	4.7±0.6	4.6±1.3	4.5±1.4	4.5±1.3
每巢孵出幼雛數 (隻)	2.3±2.2	2.7±2.5	3.9±2.0	2.5±1.9
每巢離巢幼雛數 (隻)	1.4±1.6	2.1±2.0	3.2±1.7	0.3±0.9
孵化率(%)	47±45	51±48	78±39	53±40
離巢率(%)	66±32	78±18	83±15	11±28
生殖成功率(%)	29±31	41±38	65±33	6±20
被捕食率(%)	33±32	20±13	18±17	88±30

(資料來源：本計畫提供)

表 3-1-10 乳山、青年農莊 L、青年農莊 E 與田埔果園營巢地間生殖表現比較。

	F 檢定	顯著性
平均下第一顆卵時間	1.435	0.238
每巢平均卵數	0.207	0.892
每巢孵出幼雛數	2.575	0.059
每巢離巢幼雛數	20.035	0.000***
孵化率	2.408	0.073
離巢率	41.711	0.000***
生殖成功率	19.681	0.000***
被捕食率	35.792	0.000***

註 1：\*\*\*為在 0.001 的顯著水準上達顯著差異。

(資料來源：本計畫提供)

表 3-1-11 乳山、青年農莊 L、青年農莊 E 與田埔果園營巢地間生殖表現比較(兩兩比較)。

	每巢離巢幼雛數	離巢率	生殖成功率	被捕食率
乳山 vs 青年農莊 L	-0.683	-0.133750	-0.116005	13.375000
乳山 vs 青年農莊 E	<b>-1.789*</b>	-0.164517	<b>-0.354545*</b>	16.451720
乳山 vs 田埔果園	<b>1.165*</b>	<b>-0.558814*</b>	<b>0.232581*</b>	<b>-54.501812*</b>
青年農莊 L vs 青年農莊 E	<b>-1.106*</b>	-0.030767	<b>-0.238540*</b>	3.076720
青年農莊 L vs 田埔果園	<b>1.848*</b>	<b>0.692564*</b>	<b>0.348587*</b>	<b>-67.876812*</b>
青年農莊 E vs 田埔果園	<b>2.954*</b>	<b>0.723331*</b>	<b>0.587127*</b>	<b>-70.953531*</b>

註 1：\*為在 0.05 的顯著水準上達顯著差異。

(資料來源：本計畫提供)

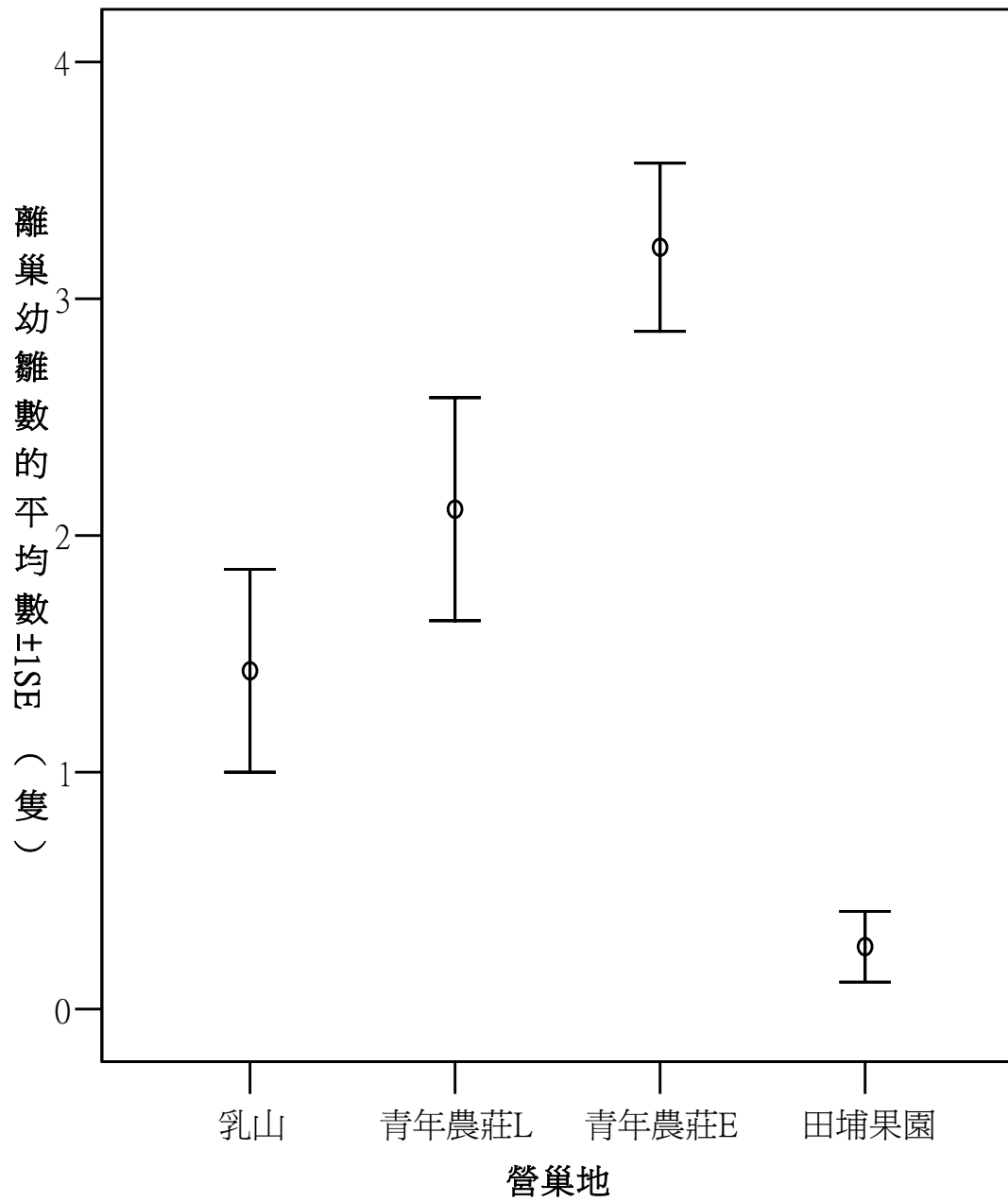


圖 3-1-8 乳山、青年農莊 L、青年農莊 E 與田埔果園營巢地間離巢幼雛數的平均數比較。

(資料來源：本計畫提供)

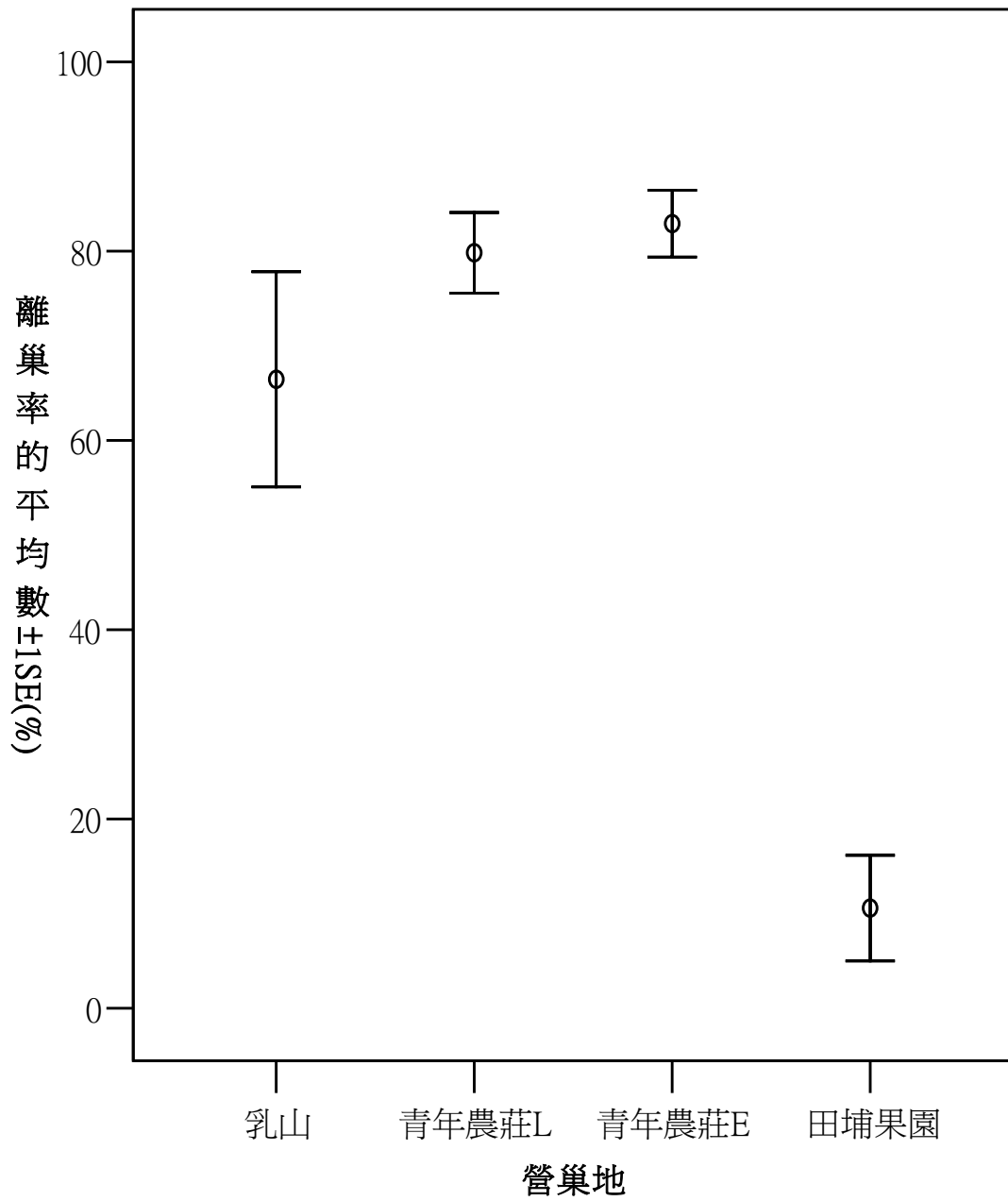


圖 3-1-9 乳山、青年農莊 L、青年農莊 E 與田埔果園營巢地間離巢率的平均數比較。

(資料來源：本計畫提供)



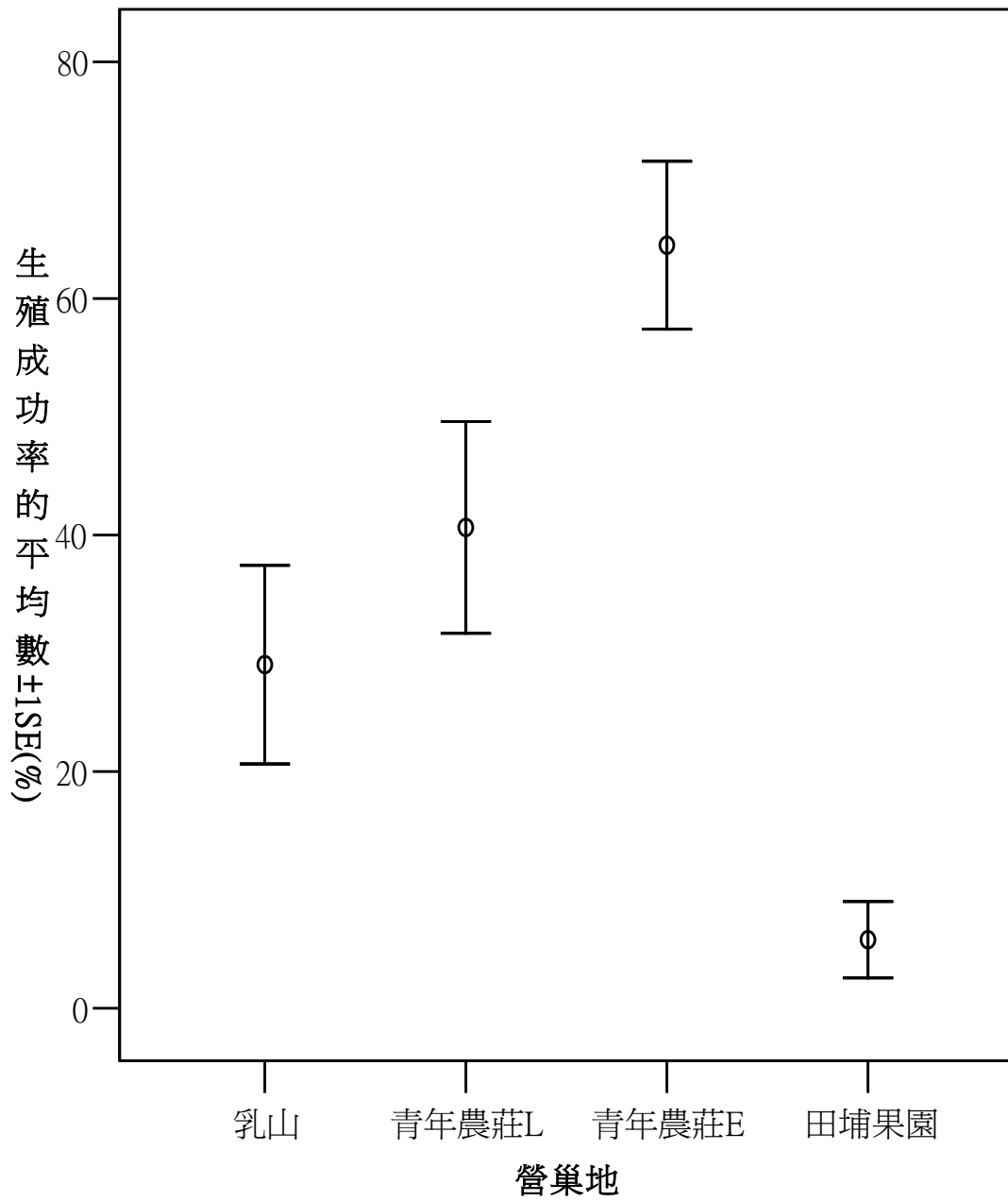


圖 3-1-10 乳山、青年農莊 L、青年農莊 E 與田埔果園營巢地間生殖成功率的平均數比較。

(資料來源：本計畫提供)

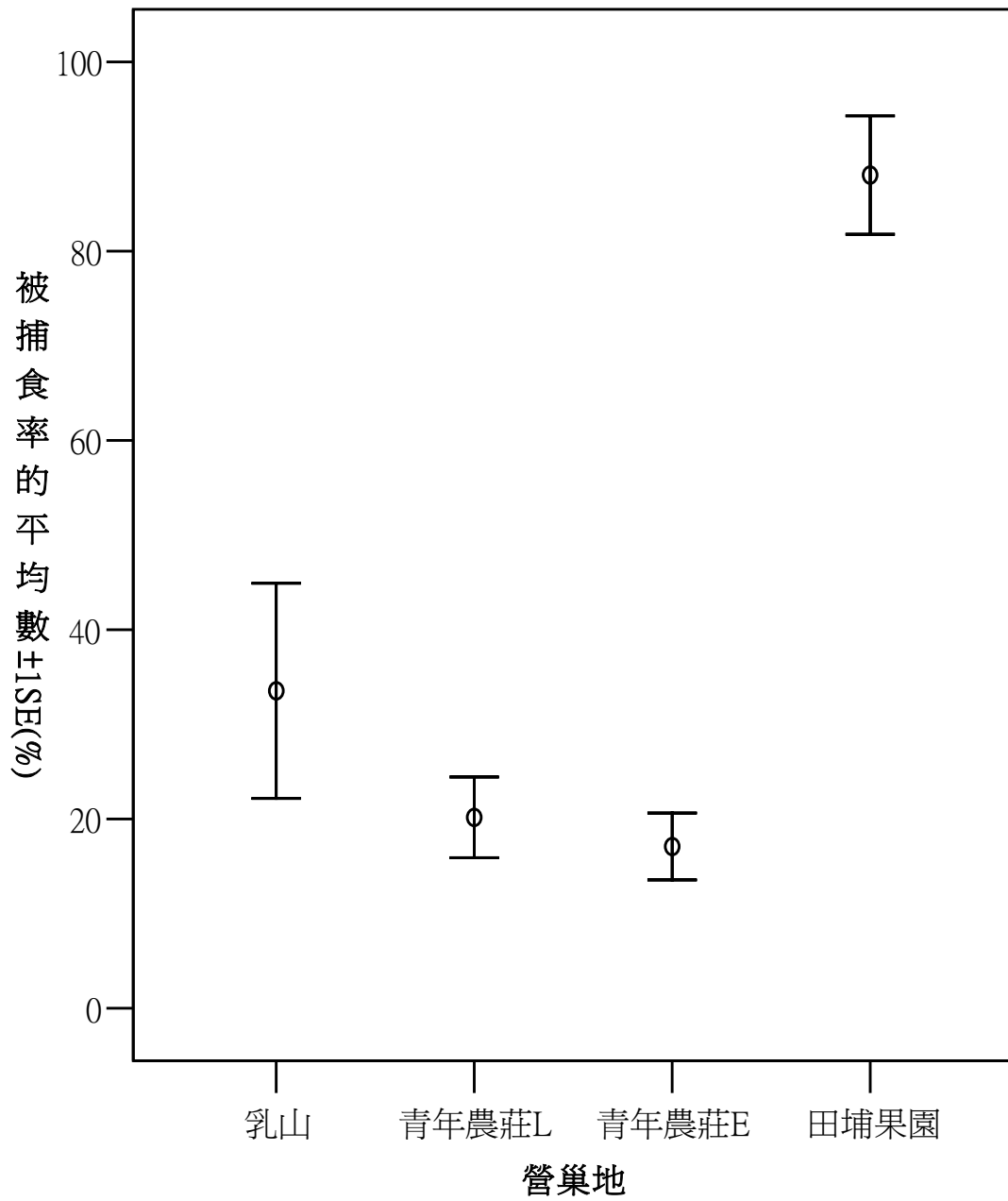


圖 3-1-11 乳山、青年農莊 L、青年農莊 E 與田埔果園營巢地間被捕食率的平均數比較。

(資料來源：本計畫提供)

#### 四、乳山食物資源

在乳山食物資源部份，第一階段為築巢期，此時期栗喉蜂虎主要的行為有挖掘巢洞、求偶、交配以及下蛋。整體而言，食物來源主要來自坡面前苗圃(53.3%；圖 3-1-12)。進一步分析，食物來源以營巢地內為主(65.0%；圖 3-1-13)，其中以坡面前的苗圃為大宗(82.1%)，另有目擊 3 筆來自生態池的覓食記錄(圖 3-1-14)。營巢地外的食物資源主要來自西邊(45.2%)及東邊(31.0%)(圖 3-1-15)。食物種類以無法辨識的小蟲為主(75.8%；圖 3-1-16)，能辨識的種類以同翅目的蟬為大宗(31.0%)，其次為蜻蛉目(20.7%)和鞘翅目(20.7%)(圖 3-1-17)。覓食後的行為以覓食個體自己食用最多(75.8%)，餵食配偶其次(24.2%)，其中觀察到 6 筆餵食配偶後直接交配的行為(圖 3-1-18)。第二階段為育雛期，此時期雛鳥已經孵出，親鳥頻繁餵食，食物資源需求增加。食物來源主要來自營巢地外(86.8%；圖 3-1-19)，以東邊(31.4%)和北邊(27.2%)為主(圖 3-1-20)。營巢地內的食物資源主要來自坡面上方的樹林(72.4%；圖 3-1-21)。食物種類以無法辨識的小蟲為主(61.4%；圖 3-1-22)。能辨識的種類以蜻蛉目(47.1%)和同翅目(31.8%)居多(圖 3-1-23)。覓食後的行為有兩種，自己食用(51.8%)和進入巢洞餵食(48.2%；圖 3-1-24)。

而昆蟲量調查的結果，發現苗圃出現的昆蟲以鱗翅目為大宗(69.0%)，其次為膜翅目(17.9%)及蜻蛉目(9.7%；圖 3-1-25)。而昆蟲利用的植物種類以大波斯菊為主(56.6%)。其次為苕子花(17.2%)。另外，昆蟲也會利用土堤以及輪耕中的土壤(19.3%；圖 3-1-26)。

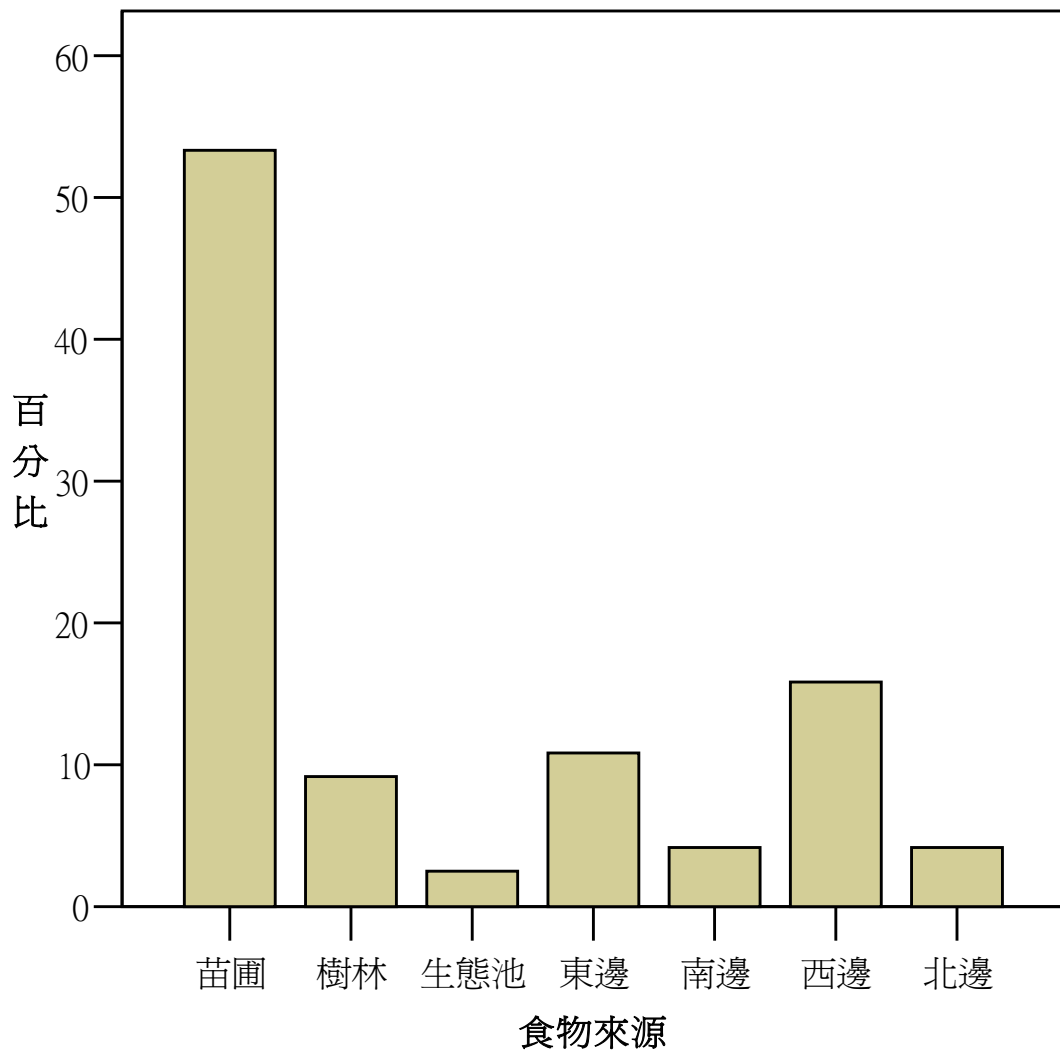


圖 3-1-12 乳山營巢地築巢期食物來源比例。

(資料來源：本計畫提供)

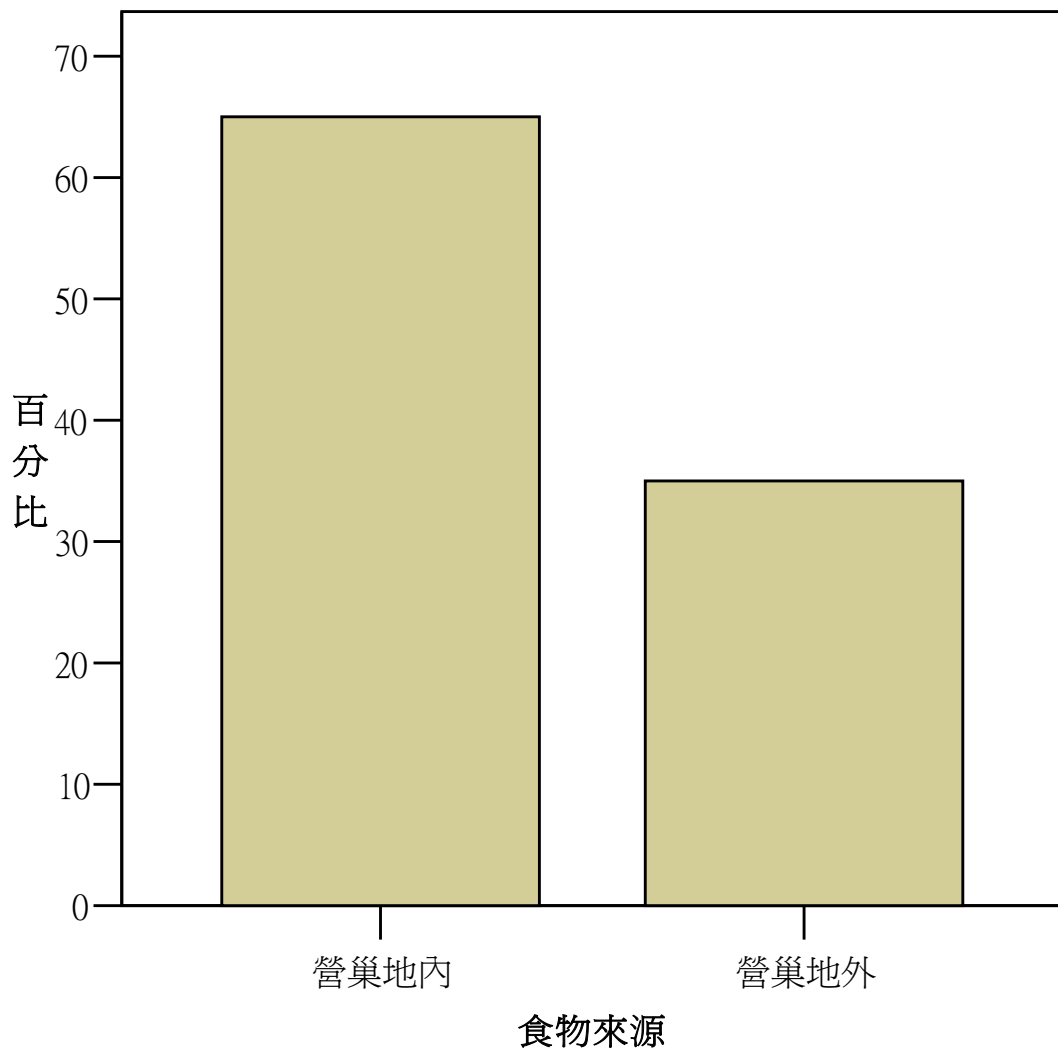


圖 3-1-13 乳山營巢地築巢期食物來源營巢地內外比較。

(資料來源：本計畫提供)

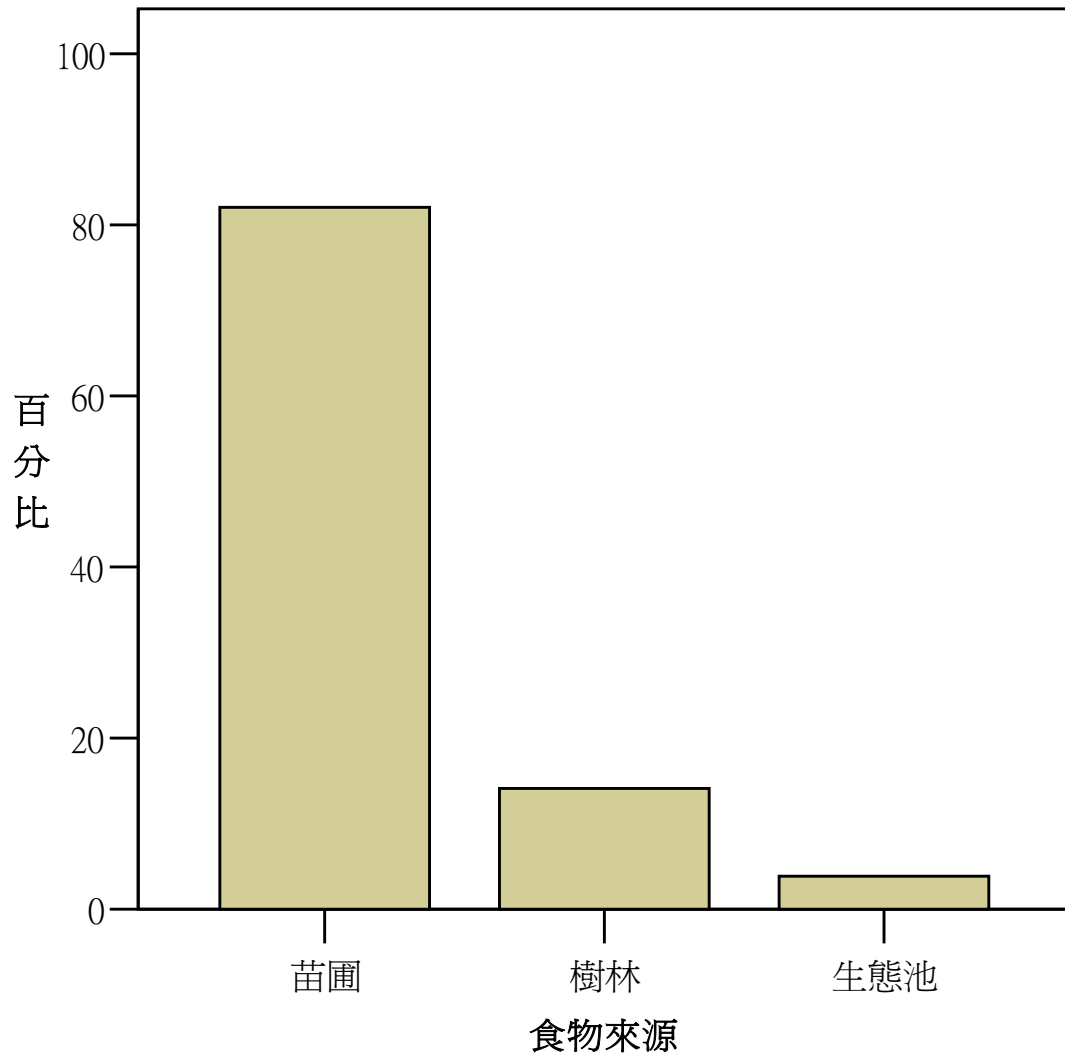


圖 3-1-14 乳山營巢地築巢期營巢地內食物來源比例。

(資料來源：本計畫提供)

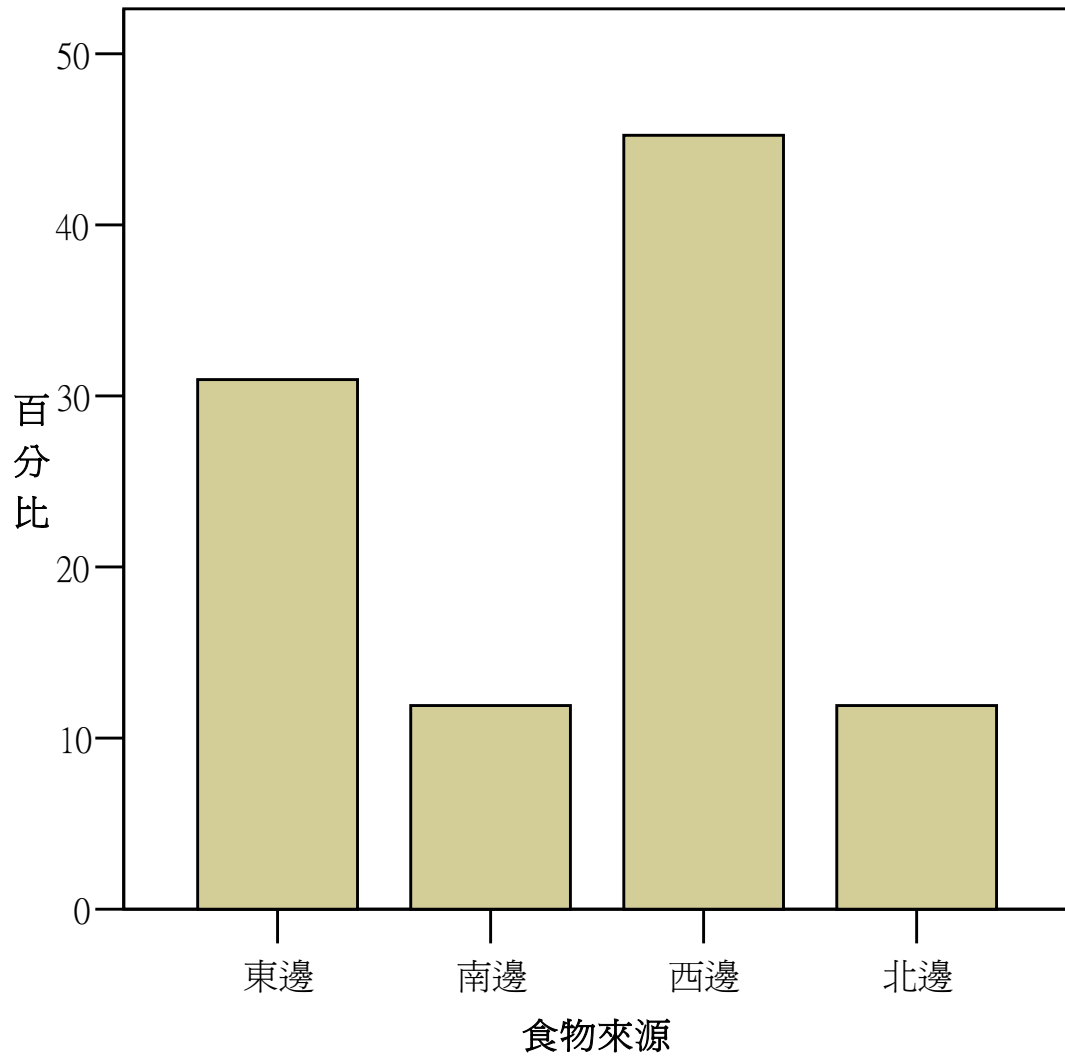


圖 3-1-15 乳山營巢地築巢期營巢地外食物來源比例。

(資料來源：本計畫提供)

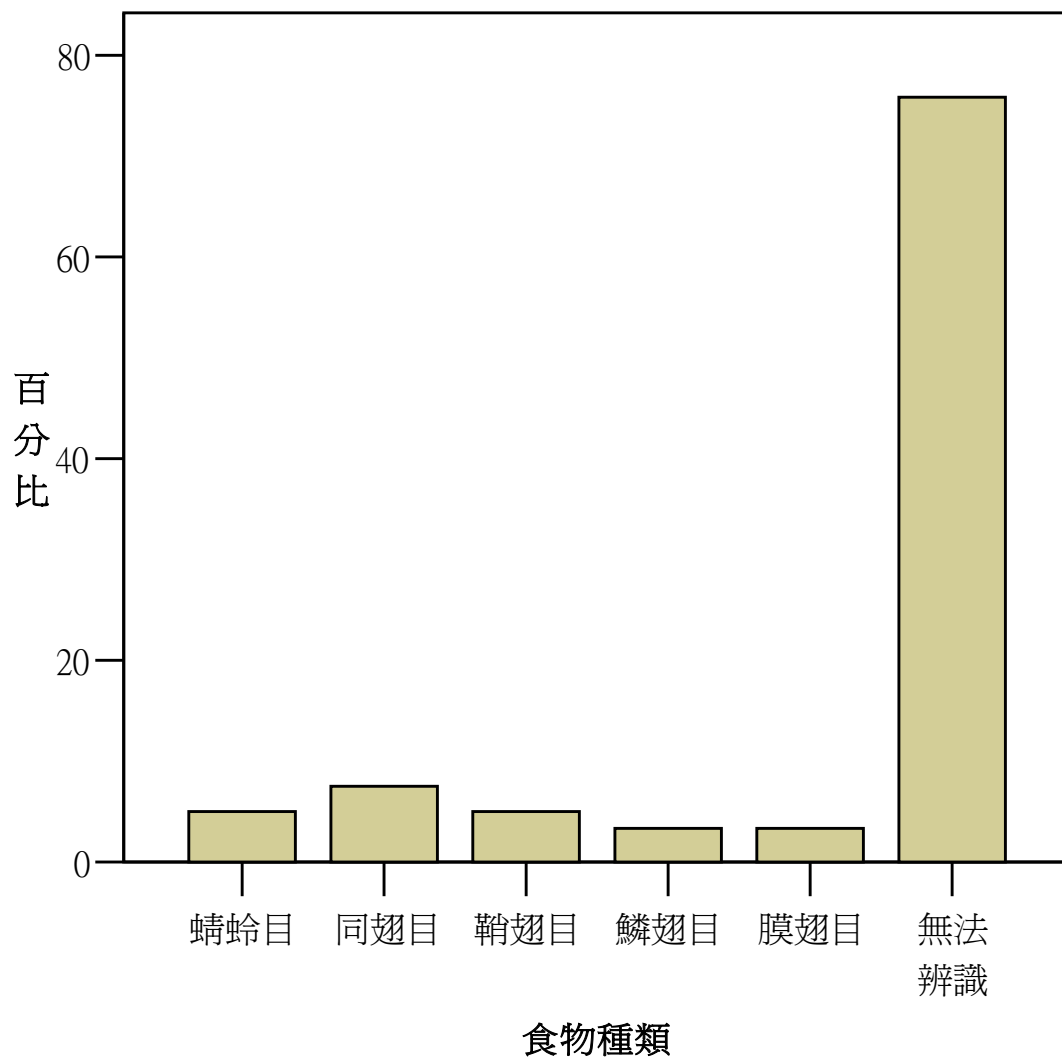


圖 3-1-16 乳山營巢地築巢期食物資源種類比例。

(資料來源：本計畫提供)



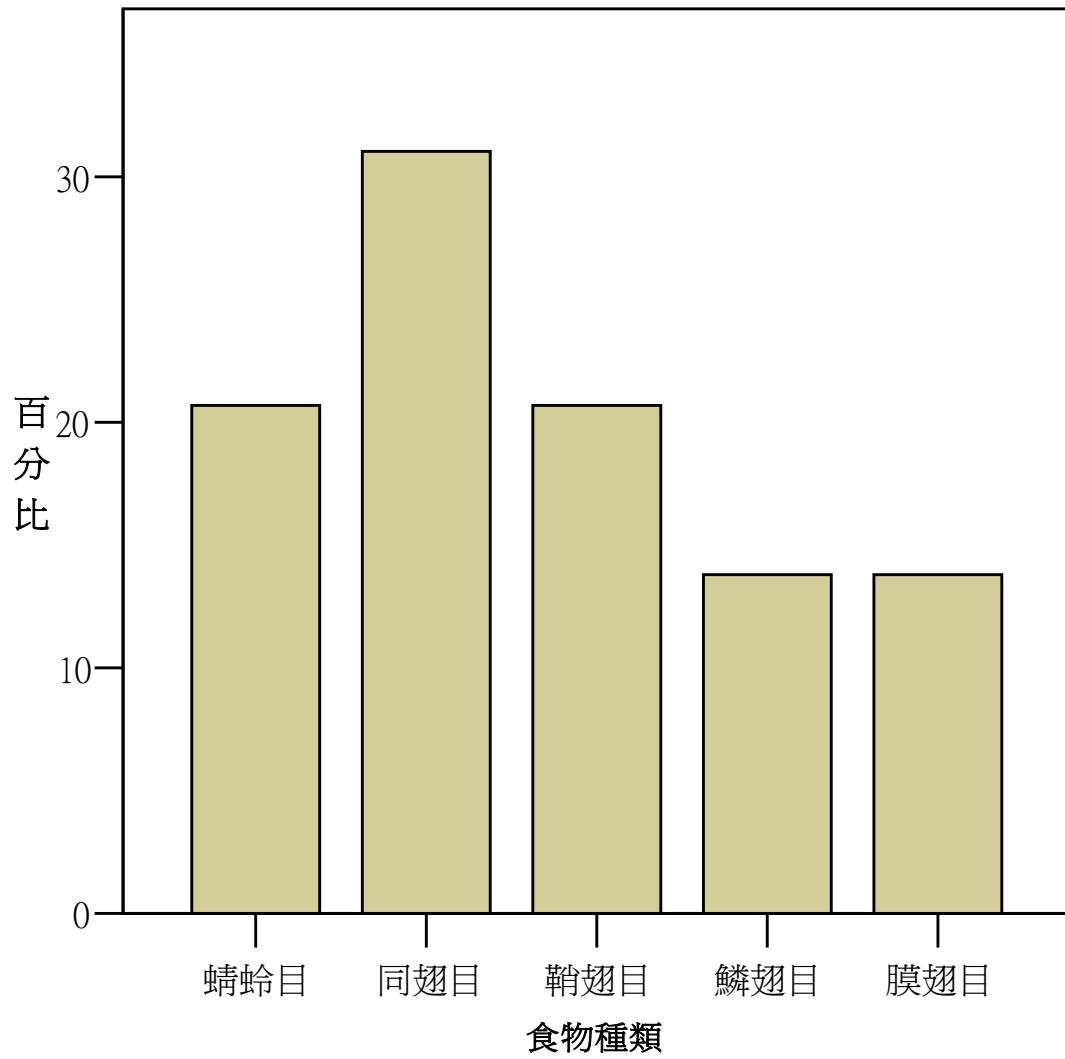


圖 3-1-17 乳山營巢地築巢期食物資源種類比例（排除無法辨識的小蟲）。

（資料來源：本計畫提供）

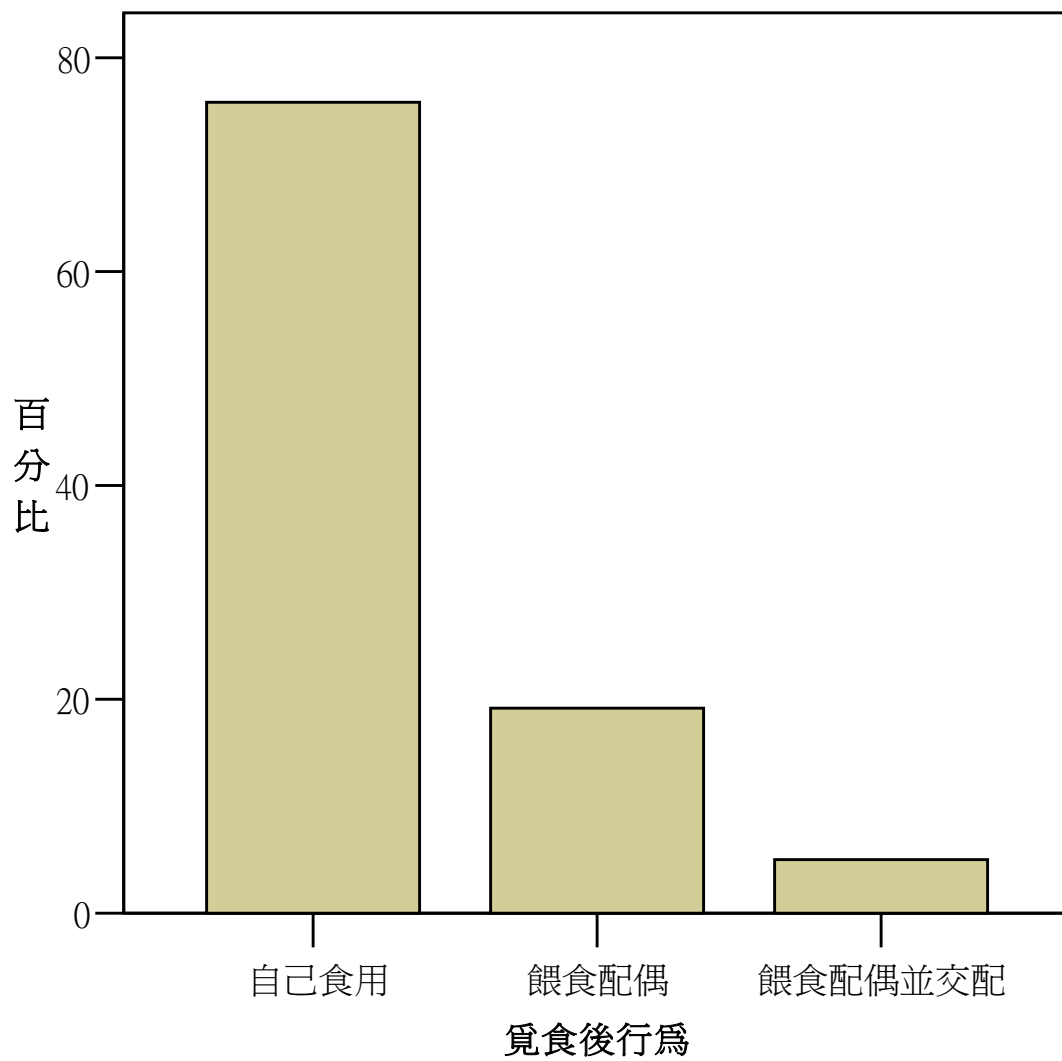


圖 3-1-18 乳山營巢地築巢期覓食後行為比例。

(資料來源：本計畫提供)

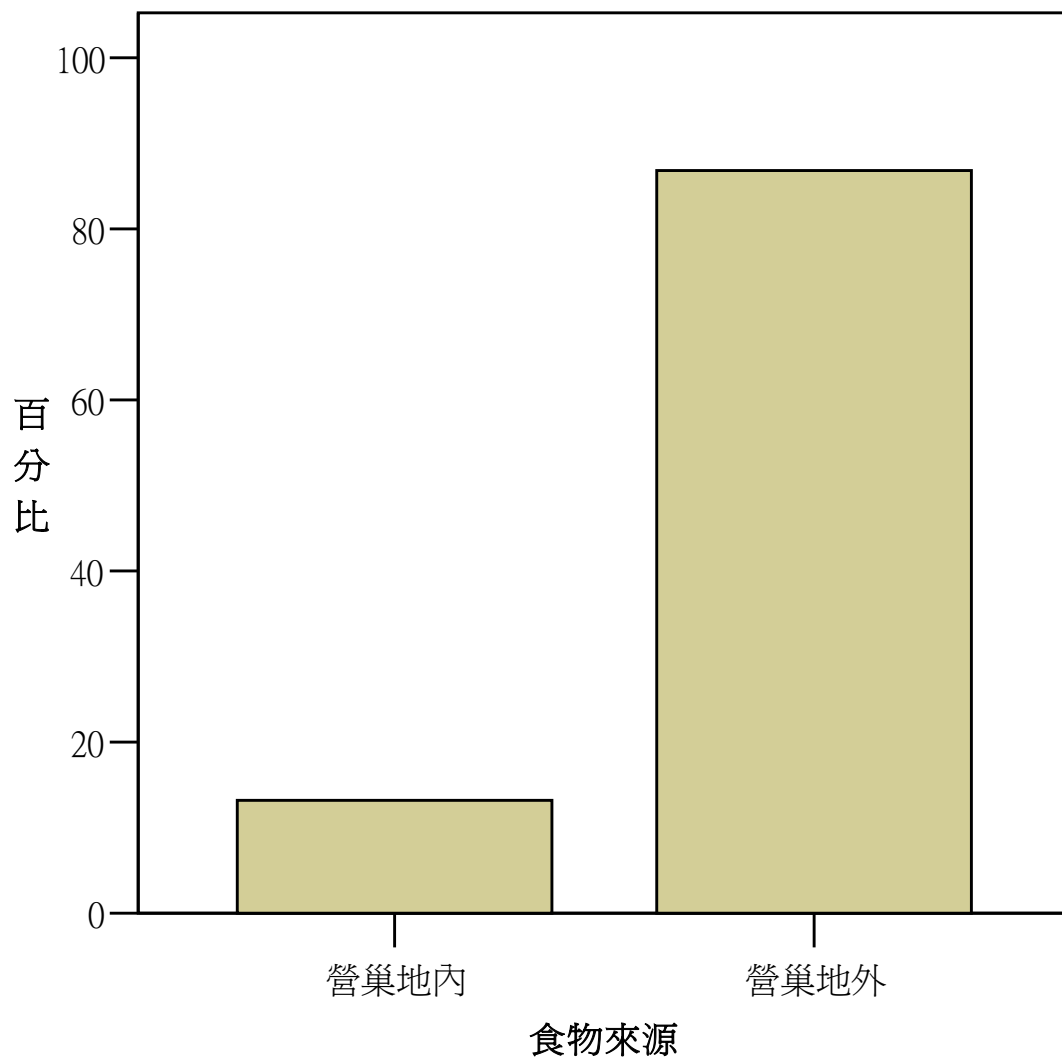


圖 3-1-19 乳山營巢地育雛期食物來源營巢地內外比較。

(資料來源：本計畫提供)

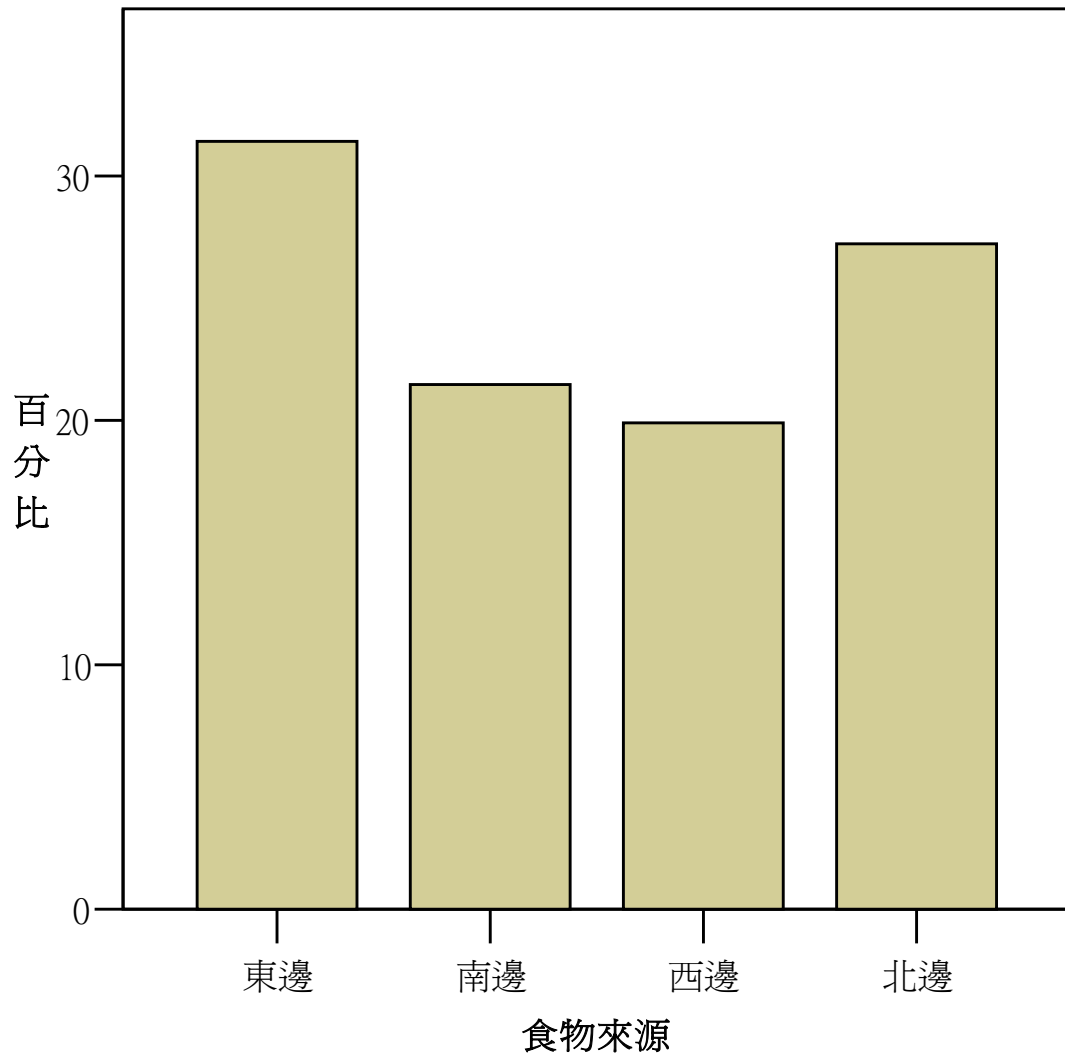


圖 3-1-20 乳山營巢地育雛期營巢地外食物來源比例。

(資料來源：本計畫提供)

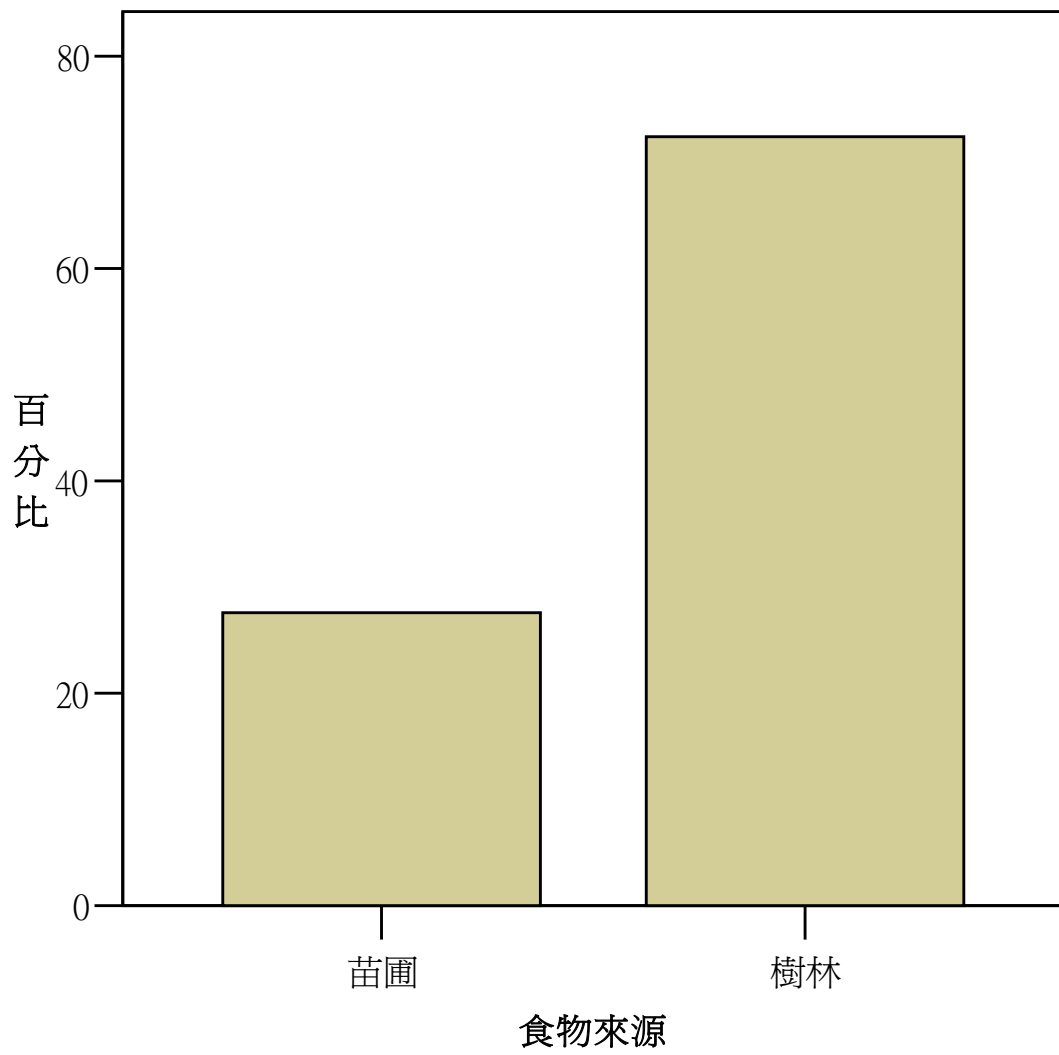


圖 3-1-21 乳山營巢地育雛期營巢地內食物來源比例。

(資料來源：本計畫提供)

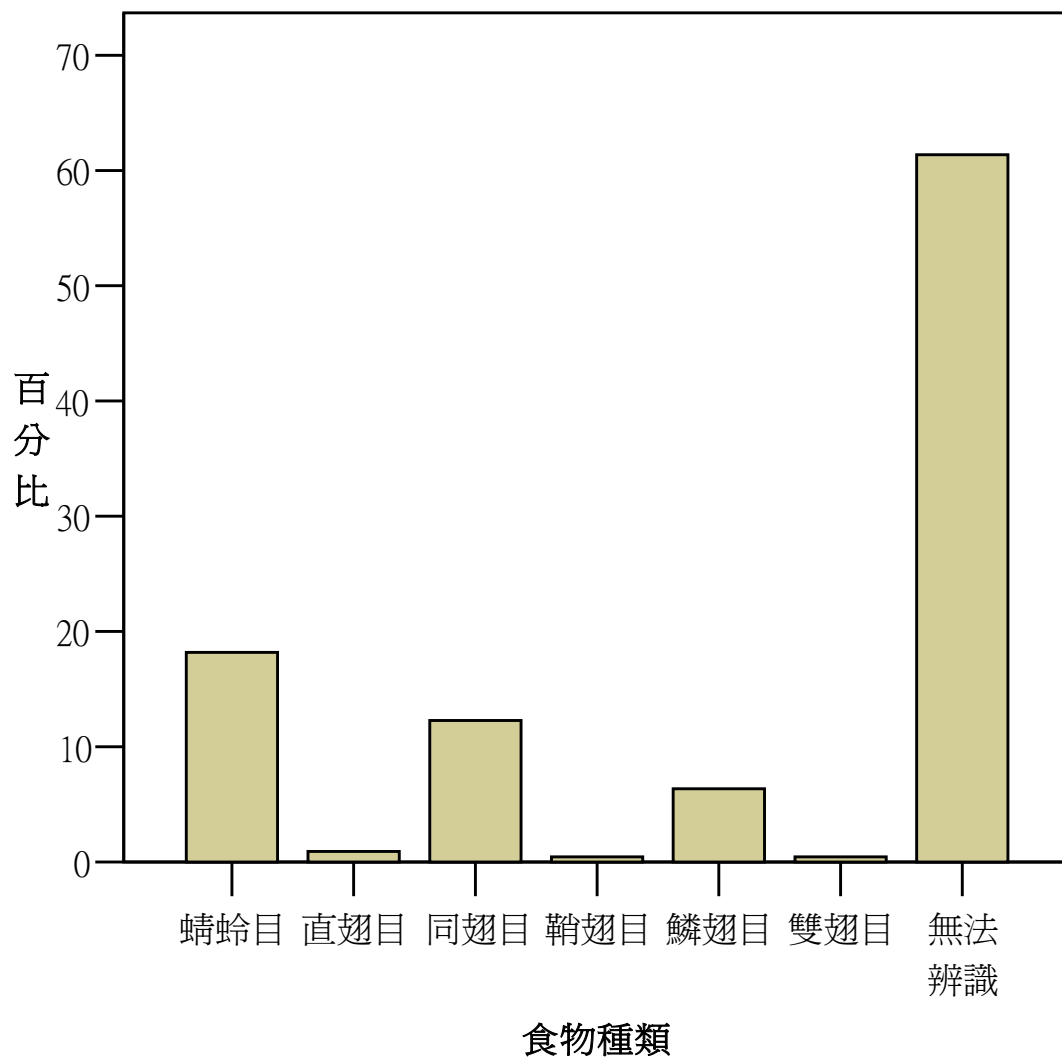


圖 3-1-22 乳山營巢地育雛期食物資源種類比例。

(資料來源：本計畫提供)

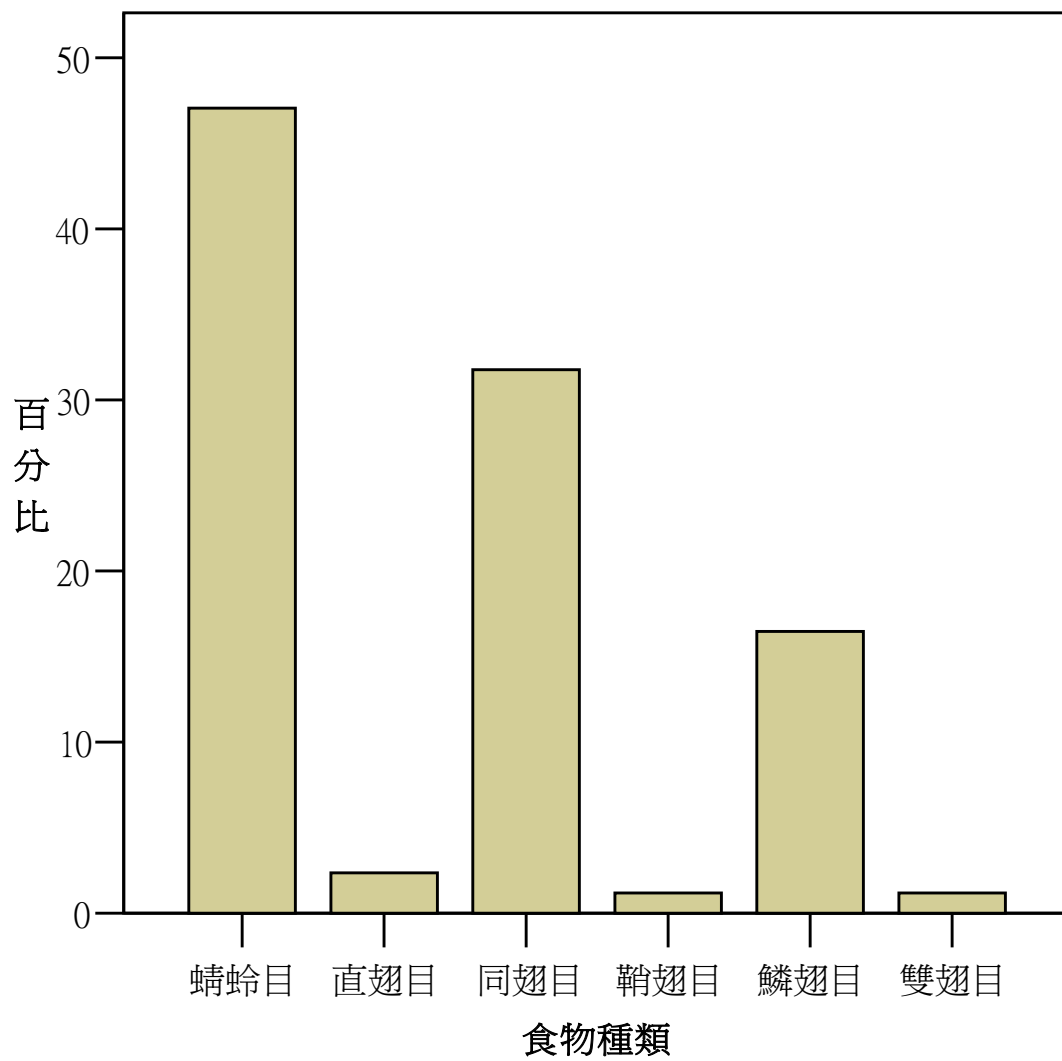


圖 3-1-23 乳山營巢地育雛期食物資源種類比例（排除無法辨識的小蟲）。

（資料來源：本計畫提供）

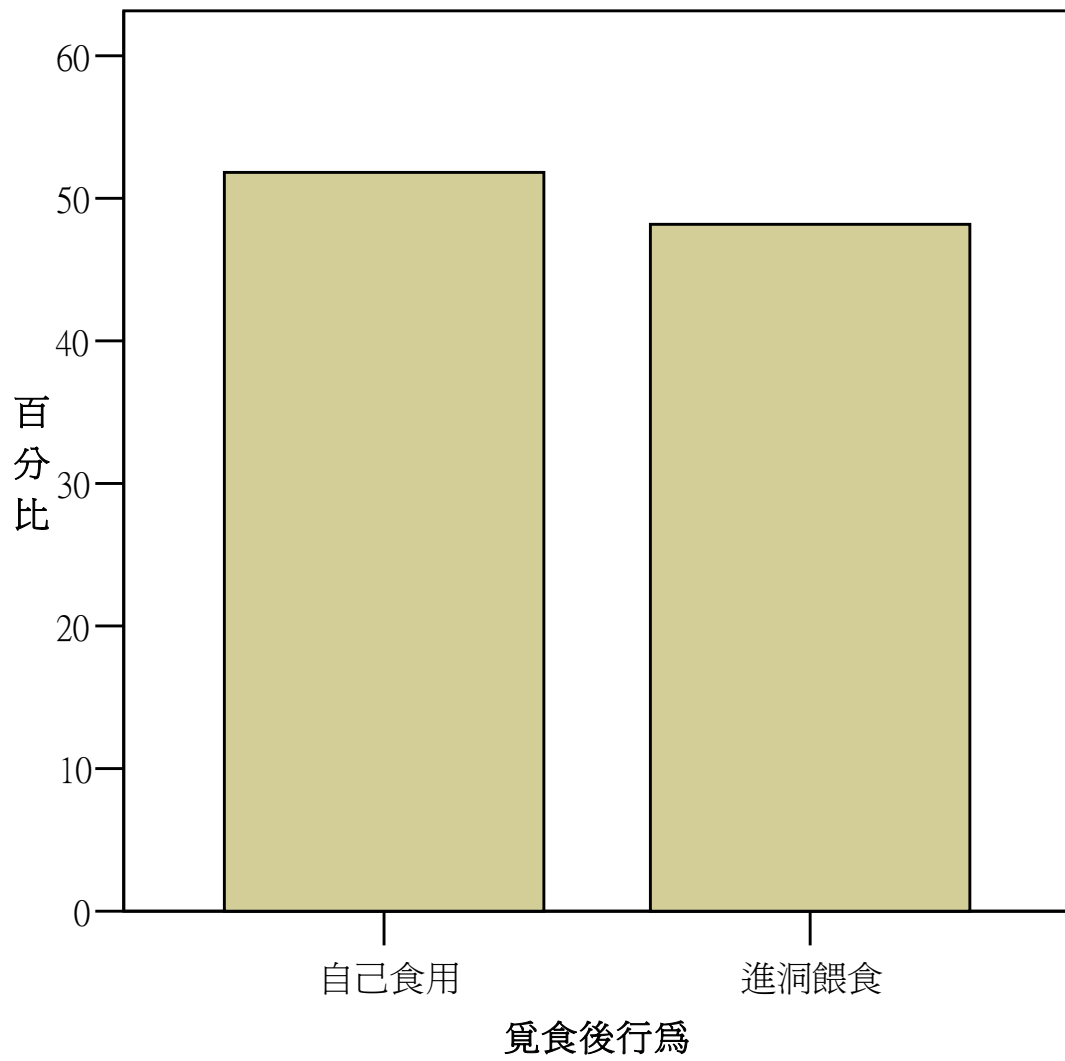


圖 3-1-24 乳山營巢地育雛期覓食後行為比例。

(資料來源：本計畫提供)



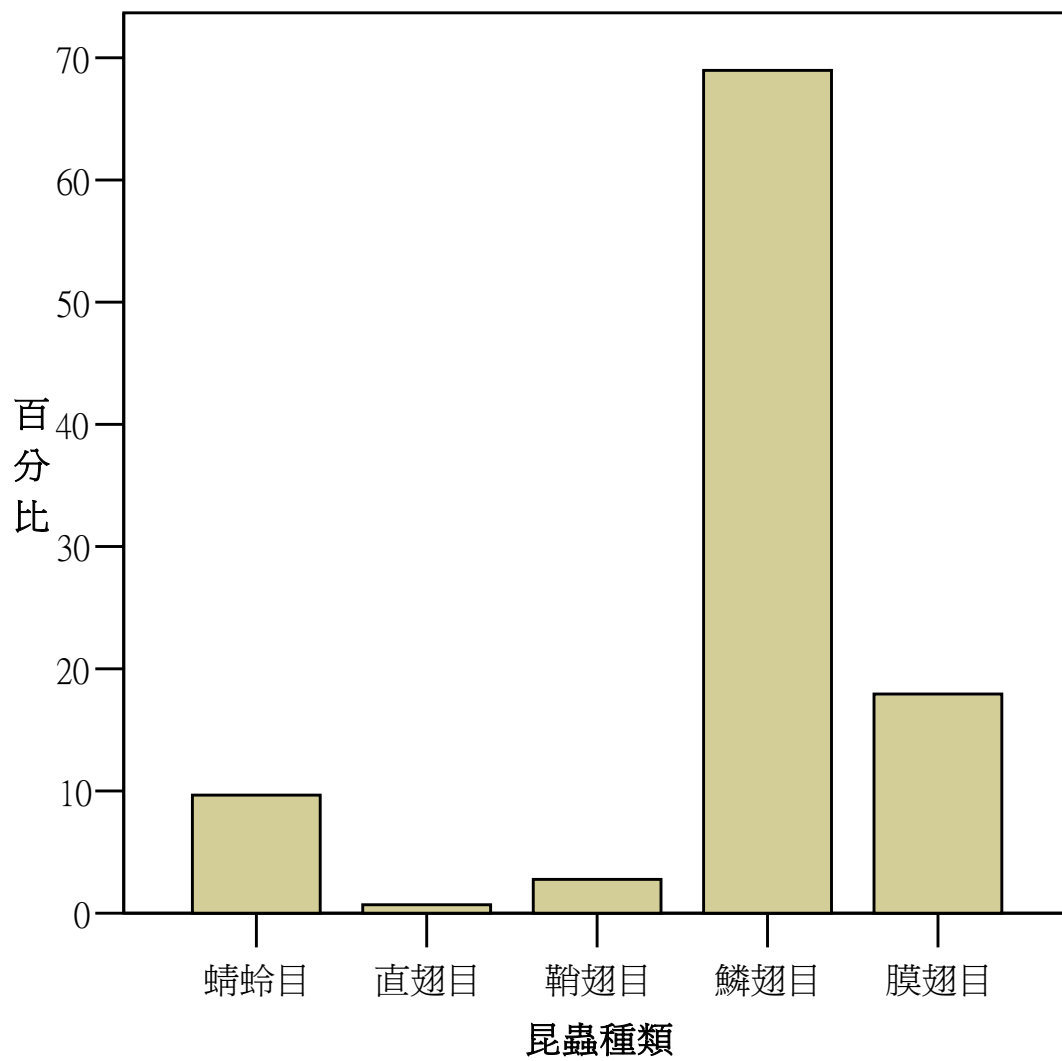


圖 3-1-25 乳山營巢地苗圃昆蟲組成比例。

(資料來源：金門國家公園提供)

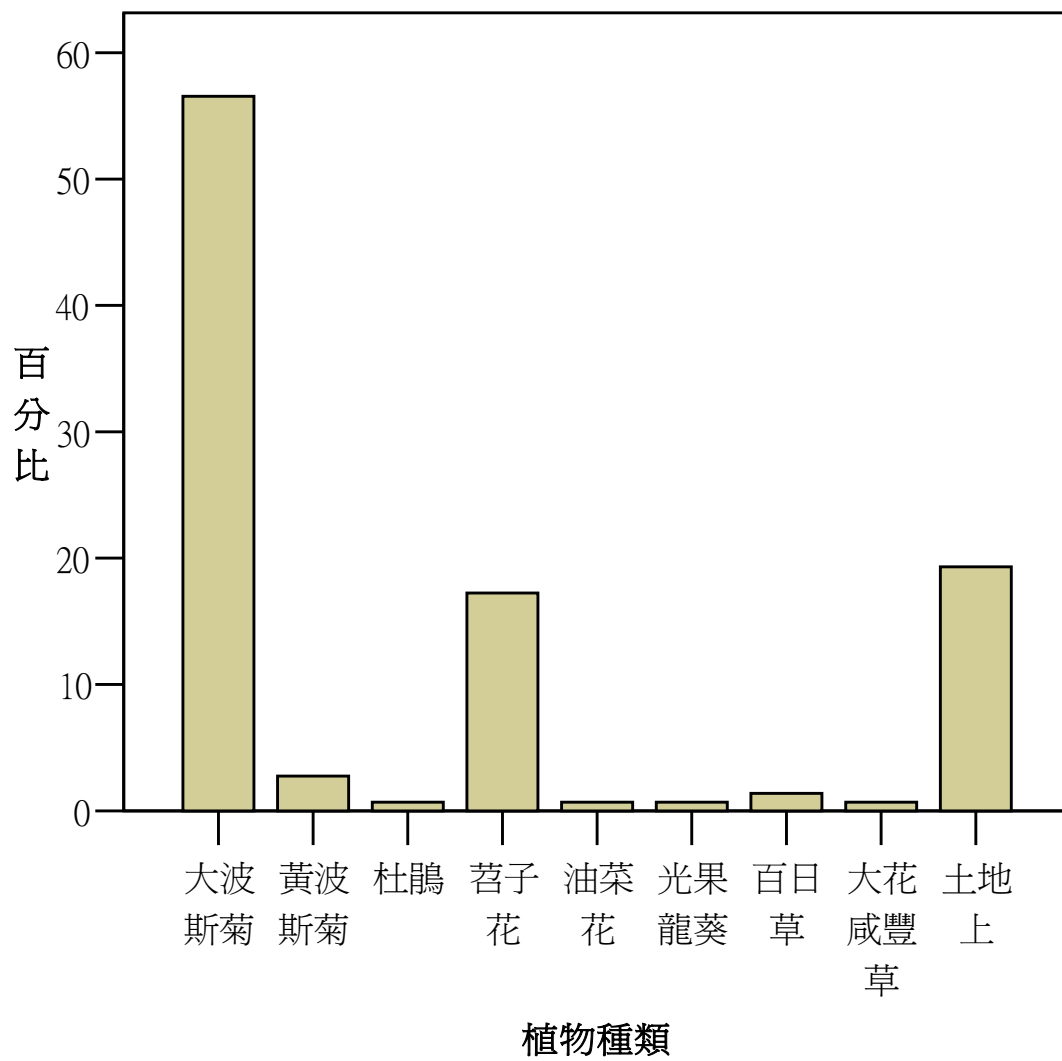


圖 3-1-26 乳山營巢地苗圃昆蟲利用植物種類比例。

(資料來源：金門國家公園提供)

## 五、乳山營巢地棲地分析

2009年一月，國家公園開始在乳山營巢坡面前空地整地，並針對誘蟲植物大波斯菊(*Cosmos bipinnatus*)、苕子(*Vicia dasycarpa Tenore.*)、油菜花(*Brassica campestris*)播種。三月中，完成營巢坡面的整理，並削整成階梯狀，分上、下兩階，以便日後調查的進行(圖 3-1-27)。三月底，進行坡面旁生態池的整建，並種植水生植物。三月 21 日，部份苗床重新翻耕，改種黃波斯菊(*Cosmos Sulfureus*)、百日草(*Zinnia elegans*)和紫茉莉(*Mirabilis jalapa*)。三月 27 日，以人工的方式製造假洞與爪痕，試圖吸引栗喉蜂虎來此營巢(圖 3-1-27)。四月 6 日於栗喉蜂虎的觀察點架設遮蔽網。四月 10 日開始有栗喉蜂虎到坡面上活動，進行覓食及試挖巢洞。國家公園在坡面上插上樹枝，以供栗喉蜂虎停棲之用。自四月 14 日起開始播放鳥音，四月 24 日數量曾達到 14 隻為此階段最高數量。四月 24 日搭設小木屋，以供觀察(圖 3-1-27)。由於四月 19 日夜間大雨嚴重沖蝕坡面，國家公園於四月 25 日重新整理坡面。五月 1 日，部分大波斯菊枯萎，改種紫茉莉和百日草。五月 4 日開始有巢洞的形成，分別在五月 21 日及五月 23 日觀察到最高數量為 35 隻。為了減少蛇類可以躲藏的空間，七月 2 日進行營巢地坡面除草(表 3-1-12)。土壤質地結果發現，土壤皆為略為緊實之沙性土(表 3-1-13)。



圖 3-1-27 2009 年乳山營巢地工作照片（左上：營巢坡面施工，右上：營巢坡面完成圖，左中：生態池施工，右中：生態池完成圖，左下：人造假洞與爪痕，右下：小木屋搭設）。

（資料來源：金門國家公園提供）

表 3-1-12 2009 年乳山營巢地工作項目表。

時間	項目
1 月 16 日	誘蟲植物（大波斯菊、苕子、油菜花）分批播種
3 月份	營巢坡面整地
3 月 21 日	部份苗床重新翻耕，改種黃波斯菊、百日草、紫茉莉
3 月 24 日、25 日	建造生態池，種植水生植物
3 月 27 日	製造爪痕與假洞
4 月 06 日	架設遮蔽網
4 月 10 日	坡面插樹枝
4 月 14 日	播放鳥音
4 月 24 日	搭設小木屋
4 月 25 日	營巢坡面重新整地
5 月 01 日	部分大波斯菊枯萎，改種其他植物（紫茉莉、百日草苗床）
7 月 02 日	營巢坡面除草

（資料來源：金門國家公園提供）

表 3-1-13 2009 年乳山營巢地土壤質地。

樣區	A-1	A-2	A-3	B-1	B-2	B-3	C-1	C-2	C-3	D-1	D-2	D-3
外觀	緊實	略緊	略緊	略緊	緊實	緊實	緊實	略緊	略緊	緊實	緊實	緊實
質地	沙土	沙土	沙土	沙土	沙土	沙土	沙土	沙土	沙土	沙土	沙土	沙土

（資料來源：本計畫提供）

## 六、人工巢洞測試

田埔池塘於繁殖季前，以人工的方式插入 PVC 管，試圖營造出人工的巢洞測試栗喉蜂虎是否會使用。總共插入 9 管，一直到繁殖季結束，沒有觀察到蜂虎使用的情形，並且該坡面今年也沒有蜂虎使用。

## 七、行為觀察

六月 7 日上午 8 點 15 分於乳山營巢地觀察到 1 隻栗喉蜂虎進入巢洞（代碼 GGRG）內，緊接著巢洞外引發集體驅敵行為。15 分鐘後，GGRG 外面再次產生騷動，其可能原因於後面討論時加以說明。

機場營巢地栗喉蜂虎群的活動範圍主要為機場滑行道末端坡面、機場滑行道末端以及附近樹上；每當有飛機經過滑行道末端的轉角，會驚起停棲在滑行道上的栗喉蜂虎。故尚義機場的消防班，每天早上於班機起降前一小時，都會開消防車巡視及驅趕滑行道附近的鳥類，但是對於滑行道末端營巢地的栗喉蜂虎，似乎沒有多大的作用。即使消防車經過時，能暫時趕跑它們，不過車一開走，它們依然繼續活動。有鑑於此，我們與國家公園和尚義機場聯絡並於五月 26 日進入機場滑行道末端，以假蛇試圖誘使栗喉蜂虎放棄該營巢地。但因為假蛇驅趕時間太晚，栗喉蜂虎已經進入生殖週期，所以假蛇嚇鳥已經失去作用。

而在青年農莊 E 與田埔果園營巢地皆有發現其他鳥種與栗喉蜂虎共用同一個坡面的情形。青年農莊 E 有 1 巢為蒼翡翠(*Halcyon smyrnensis*)，田埔果園有 2 巢為八哥(*Acridotheres cristatellu*)。於五月 29 日在青年農莊 E 發現 1 蒼翡翠的巢洞，共有 7 顆蛋。之後持續追蹤，六月 14 日為最後一次觀察到幼鳥，共有 3 隻存活且推測成功離巢。田埔果園的 2 巢八哥生殖時間也較栗喉蜂虎為早，五月 29 日已經發現有幼鳥孵化，並於六月 15 日左右離巢。比較特別的是，有發現 1 巢栗喉蜂虎繁殖失敗，之後巢洞內有八哥的情形，但最後並沒有進行繁殖。

## 第二節、討論

### 一、全島營巢地分布以及數量

今年估算金門全島栗喉蜂虎生殖族群量約為 2000 隻左右。雖然估算法為將使用中的巢洞數乘以 2 做估算，且只針對集體營巢做計算，與往年相比，少了增加合作生殖個體的校正，並可能疏漏了單獨營巢的個體，但是與往年 2000-3000 隻的生殖個體數比較，今年是屬於偏低的一年。

另外令人擔憂的是，由於栗喉蜂虎選擇土坡繁殖，許多地方由於工程的原因，營造出了可以供給栗喉蜂虎使用的棲地。但是，這些營巢地非常的不穩定，大量的工程車進出加上人為地干擾，栗喉蜂虎無法順利的繁殖，導致最後放棄營巢地或是選擇在惡劣的環境中繁殖。舊機場營巢地在今年生殖季初時，有大約 50 隻左右的生殖族群。但是，因為工程需求，附近土坡的變動大，使得這群栗喉蜂虎必須不斷的更換坡面使用。這樣的情形一直延續到了六月底，這群栗喉蜂虎的數量由原本的 50 隻流失到剩下 14 隻，並且沒有進行繁殖。同樣的情形出現在田埔水庫周遭的幾個營巢地，其中一個營巢地因為地處工程車行經的要道上，在試挖巢洞後不久，便選擇放棄該營巢地。其他散布在周遭的繁殖個體，勉強的進行繁殖，但是由於土坡的開挖，導致最後的失敗。

土地利用的變更也是一大隱憂。今年內陸最大的營巢地青青農莊，去年也是內陸最大的營巢地之一。不過這邊地貌比起去年已經有了明顯的改變，原本兩面對向的坡面形成一類似山谷的地形，平均高度約為 8 公尺，長度約為 100 公尺，提供了相當大的一塊坡面。但是，今年由於堆沙工程的進行，將山谷填高。這兩面對向坡面因此高度減為平均 1.5-2 公尺，坡面面積大大地減少。經過訪談工程單位相關人員，得知該營巢地的土未來將有可能挪到他處使用。屆時，代表栗喉蜂虎又將損失一塊難得的營巢棲地。

另外，穩定的夜棲點對栗喉蜂虎而言是相當重要的，但是今年三大夜棲點中的后沙和農試所面臨了土地變更的問題。根據金門鳥會的觀察，后沙的夜棲族群

有往金剛寺方向移動的趨勢，而農試所的族群則大量減少（莊西進 私人通訊）。大型夜棲點的消失對於栗喉蜂虎的影響為何，有待後續持續觀察與研究。

## 二、乳山營巢地

2007 年時乳山營巢地有 1 巢繁殖成功，而在 2008 年時達到 42 巢的高峰，且繁殖成功率高達 86%，有 100 隻以上的幼鳥離巢。原本預期今年亦會有一定數量的栗喉蜂虎使用乳山營巢地，但是結果並不如預期，僅有 14 巢 20 隻幼鳥成功離巢。推測可能的主因為四月中連續大雨嚴重沖蝕坡面所致。自四月 10 日起，乳山營巢坡面開始出現栗喉蜂虎活動，這階段為選擇營巢地的關鍵時刻。然而此時大雨造成坡面侵蝕，影響到蜂虎的活動。雖然國家公園於四月 25 日重新整理坡面，但還是無法彌補大雨已經造成的傷害。

生殖表現方面，乳山今年的繁殖成功不如去年，棄巢率為 21.4%，與田埔果園(23.1%)相當，推測為人為干擾所造成。之後的大雨雖然幾次嚴重的沖蝕坡面，造成坡面的坍塌，但是對蜂虎的影響卻不高。乳山營巢地的坍塌率為 14.3%，推測原因為坡面上的巢洞分布平均，故不會因為一次的坍塌而造成大面積的巢洞失敗。另一方面，巢洞坍塌後，蜂虎會先試著挖通巢洞，並不會直接選擇放棄，尤其是在當蜂虎已經進入生蛋階段，有一定的生殖投資後，更能發現這種行為，降低了生殖失敗的機率。

我們在六月 7 日上午觀察到異常的集體驅敵行為。當 1 隻栗喉蜂虎進入巢洞內的瞬間，集體驅敵行為產生，且在 15 分鐘後，同一位置再次產生騷動。集體驅敵行為一般是當有動物入侵時，栗喉蜂虎會發出警戒聲，並依照威脅程度的大小予以適當地攻擊，目的是驅趕天敵，降低被捕食的風險。但是這次觀察到的集體驅敵行為並未見到天敵，推測原因之一可能為天敵太小，行動太快，以至於我們沒觀察到；原因之二也有可能是因為不是這巢的個體進入巢洞內偷生蛋，進行托卵寄生，而該巢的所屬親鳥因此發動集體驅敵。如果推測屬實，15 分鐘後的騷動可能是偷生蛋的個體飛離巢洞所引起。可惜該巢洞（GGRG）因大雨土石沖



刷後坍塌，無法驗證推測。

我們原先計劃盡量捕捉齊全在乳山活動生殖的栗喉蜂虎個體，以便深入瞭解選擇此營巢地的蜂虎特質及來源，並且針對這群蜂虎，觀察來年是否回到乳山繁殖。由於乳山的地形特殊，架設霧網捕捉效率不佳，我們改用巢口網進行捕捉。礙於地勢陡峭以及土質鬆軟，巢口網的架設以及回收有一定的困難度，故今年乳山的繫放量不如其他營巢地，共捕捉了 6 隻成鳥，占全部族群量的 21.4%。今年在機場營巢地進行了大量的繫放，預期在明年破壞干擾機場營巢坡面後，這群栗喉蜂虎來年再回到金門繁殖時，或許會有一部分使用乳山營巢地，可以監測此機場族群的生殖播遷。

在食物資源方面，築巢期和育雛期有很大的差異。築巢期的食物資源主要來自坡面前的苗圃，育雛期的資源主要來自營巢地外，推測有兩種可能原因。其一，育雛期的食物量需求高於築巢期，苗圃內的食物量已經不足以供給栗喉蜂虎使用，所以只好向外尋找資源。其二，育雛期時，苗圃正職輪耕時期。此時期缺乏足夠的作物吸引昆蟲，所以造成食物資源短缺。覓食後的行為，除了自己食用外，在兩個時期也有很大的不同。築巢時期，可以觀察到栗喉蜂虎覓食後餵食配偶的現象，此時主要投資在配偶身上，藉由餵食行為取得配對的機會，甚至觀察到餵食後馬上交配的行為。育雛時期，栗喉蜂虎不論公母，都專注於對子代的投資，增加繁殖成功率，因此沒看見餵食配偶的行為。

此外在王力平(2003)調查發現蜻蛉目為栗喉蜂虎重要食物資源，占食物量的 49%，而同翅目的蟬占 17%，雙翅目占 13% 以及鱗翅目占 12%，與今年乳山營巢地食物量調查結果不同。推測可能是因為乳山棲地週遭為樹林較為封閉，昆蟲相不同於其他農田地附近開闊具水池的營巢地。

生態池方面，因目前地處角落，栗喉蜂虎少有使用的行為。推測為活動空間不足，栗喉蜂虎飛行能力受到限制。在青年農莊 E 和田埔果園，因為營巢地前有水池，且地處空曠環境，栗喉蜂虎在太陽較大、天氣較熱時，可觀察到水浴的行為。另外水池邊往往可以孕育較多的蜻蛉目昆蟲，作為栗喉蜂虎的食物來源。

目前乳山的生態池已經營造出豐富的生態棲地，吸引了不少的水生昆蟲在此繁殖，不過因為生態池位於邊坡旁，如果乳山希望提高栗喉蜂虎使用水域的機率，可以考慮將生態池建靠近坡面前空曠之處，提供蜂虎較多飛行的空間。

土壤質地檢驗結果表示乳山坡面土壤多為沙質土，是栗喉蜂虎會使用的土壤類型。採取檢驗土壤的過程中，發現土壤混著很多雜質，有空酒瓶、塑膠袋、玻璃碎片、瓦片及貝殼等碎屑(圖 3-2-1)。可能造成栗喉蜂虎挖洞的過程中碰到這些雜質，增加了挖洞上的困難度，放棄使用此營巢地。



圖 3-2-1 2009 年乳山營巢地土壤雜質。

(資料來源：本計畫提供)

### 三、機場營巢地

鳥擊事件一直以來是國內外各航空站必須面對的問題之一。鳥類對飛航安全的危害，輕則損傷機具，重則造成飛機失事，危害程度需視鳥類體型及數量決定。一般較常危害飛航安全的鳥類如：有金屬腳環之賽鴿、中型鳥的聚集或大型鳥的

出現。面對鳥類的威脅，防制措施有架設鳥網、散彈槍及瓦斯鳴報器驅離、定期割草作業(臺灣桃園國際機場野生動物防治作業程序 2009)。尚義機場近年來，主要鳥擊事件由魚鷹、環頸雉等大型鳥類造成(洪念慈 私人通訊)。栗喉蜂虎雖然屬於中小型鳥類，但大量群聚在機場的滑行道末端，顯然已經成為飛航安全的隱憂。

栗喉蜂虎選擇在此地營巢的原因應為坡面土壤質地適合，且機場附近無住宅和無灌叢雜草，因而鼠類或蛇類等天敵較少，再加上機場為管制區，不會有人為的干擾。而推測其族群來源有可能為其鄰近昔果山營巢地，在遭受破壞及天然演替後已不適合蜂虎築巢，由於棲地忠實性的行為影響，栗喉蜂虎很可能就近選擇擴散播遷至機場營巢坡面。

由於栗喉蜂虎具有棲地忠實性，如果繁殖成功，將有很大的機會在來年回到原來的營巢地進行繁殖。為了避免明年遇到同樣的飛安問題，建議在明年繁殖季開始前於坡面上鋪設障礙物(如塑膠布)等阻礙蜂虎挖洞，並以人為方式定期干擾其築巢，待六月蜂虎進入孵蛋階段後，則確定不會使用該地了。

今年在機場營巢地進行了大量的繫放，有助於我們明年觀察這群栗喉蜂虎的生殖播遷，並期望牠們能選擇離機場最近的乳山人工營巢地使用，因為乳山營巢地具長治久安的穩定性及大眾解說教育的功能。

乳山營巢地的坡面大小與機場營巢地約略相等，以面積而言，要容納這群栗喉蜂虎是沒有問題的。因此食物資源是否足夠供給數量如此龐大的鳥群，是需納入考量的部份。2008年乳山營巢地曾經擁有42巢的紀錄。但是當時缺乏食物來源的觀察記錄，所以我們不清楚當時的食物來源狀況。根據今年的調查，乳山坡面前的苗圃在築巢期為栗喉蜂虎的主要食物來源，育雛期則否。今年僅有14巢，當巢洞數擴張到100巢左右時，食物資源的供應可能成為營巢地選擇的關鍵。

#### 四、其他營巢地

田埔果園營巢地生殖成功率僅6%，推測與今年田埔週遭的工程有關。工程

一週進行 6 天，從早上八點到下午五點左右，一直會有工程車進出，人為干擾過於嚴重。另一方面，由於工程的進行，繁殖個體的活動腹地受到限制，也推測為造成繁殖失敗的原因之一。

相較於其他營巢地，田埔果園營巢地的被捕食率高達 88.0%。於七月 2 日上午的行為觀察中，短短的 30 分鐘內便出現了 3 次集體驅敵的行為，對象皆為蛇類（草花蛇(*Xenochrophis piscator*)1 次，南蛇(*Ptyas mucosus*)2 次)。根據實驗顯示，栗喉蜂虎對於蛇類的反應顯著高於鼠類。觀察到蛇類多在白天時進行活動時被栗喉蜂虎集體驅敵，而鼠類多在夜晚後進行活動，因此栗喉蜂虎對於防禦蛇類的攻擊較有成效，對於鼠類則是成效不彰，也許是增加被捕食率的因素之一。2008 年，田埔池塘營巢地因為鼠類的為害，在半個月內，全部巢洞皆被捕食而生殖失敗。這樣的結果，符合我們的假設，栗喉蜂虎對鼠類的防禦相較對蛇類為薄弱。

相對的，青年農莊 L 與青年農莊 E，因地理位置的關係，鮮少有人為活動干擾，今年的生殖成功率皆約 50%，青年農莊 E 顯著高於青年農莊 L。造成生殖失敗的原因，主要為棄巢、被捕食以及巢洞坍塌。青年農莊 L 與青年農莊 E 在棄巢率和被捕食率上沒有太大的差異，而在坍塌率上，青年農莊 L(22.2%)高於青年農莊 E(4.3%)，推測為造成生殖成功差異的主因。

## 五、形質比較

就生物因子方面，栗喉蜂虎選擇營巢地主要可歸納出兩個因素：第一點為生殖策略，形質上較為優勢的個體，會偏好選擇單獨營巢，其次選擇集體營巢。而集體營巢優先選擇小生殖群聚，最後選擇大生殖群聚。單獨營巢進入生殖的時間較早，而集體營巢又以小生殖群聚早於大生殖群聚（王元均 2006）。第二點為棲地忠實性：個體在前一季的生殖成功，顯著的影響當季營巢地的選擇。生殖成功的個體傾向留在前一季的營巢地繁殖（蔡佩好 2007）。

在集體營巢中，形質較大的個體，優先選擇小生殖群聚。而根據今年的資料顯示，東半島青年農莊和田埔的個體，大部分測量形質皆大於西半島的乳山和機

場所捕捉個體；生殖群大小而言，機場約 100 巢最大，田埔果園 39 巢次之，青年農莊 E 23 巢、青年農莊 L 18 巢和乳山 14 巢較小。排除乳山營巢地，大致上與形質的生殖策略吻合。然而因為乳山今年的繫放隻數只有 6 隻，樣本數過少，因而並不具代表性。此外當栗喉蜂虎選擇營巢地的關鍵時期，乳山因為大雨造成嚴重崩塌，形質上較為優勢的個體可能因此選擇放棄乳山營巢，離開乳山選擇其他營巢地。乳山的繁殖個體在各項形質上與機場的繁殖個體並無差異，另一推測則是因為機場繁殖棲地飽和進而擴散到乳山營巢，由於機場營巢地缺乏生殖監測，我們只能由繫放資料往回推估機場下第一顆卵的時間為五月 25 日，結果早於乳山（五月 29 日），似乎能支持這個猜測。至於乳山個體是否因棲地忠實性影響到形質的結果，還有待未來追蹤乳山和機場繫放個體才能進一步驗證。

## 第四章、結論與建議

### 第一節、結論

- 一、全島栗喉蜂虎生殖族群約為2000隻，分別位於至少21個營巢地。與往年生殖族群及夜棲地的調查數量比較，顯示了蜂虎今年在金門的整體族群量有減少的趨勢。
- 二、繫放資料顯示，在青年農莊及田埔共繫放了84隻成鳥個體，其中包括31隻(36.9%)重複捕捉的個體，顯示了蜂虎具有高度的領域忠實性。
- 三、全島栗喉蜂虎的生殖成功平均為30%，較往年為低。乳山營巢地今年共有14巢，生殖成功率為29%，共有20隻幼鳥離巢。青年農莊E為所監測的營巢地中，生殖成功率最高者，生殖成功率為65%。最低者為田埔果園，僅6%。此外機場滑行道末端土坡因為隔網破損造成土坡外露形成新的營巢地，約有100巢。
- 四、乳山營巢地食物來源隨時期不同而有所變動，築巢期為營巢地內，育雛期為營巢地外。能辨識的食物種類以同翅目、蜻蛉目和鞘翅目為主。根據昆蟲量調查，營巢地前的苗圃以鱗翅目的蝴蝶為主。
- 五、機場營巢地今年共繫放了189隻個體，其中成鳥143隻，幼鳥46隻。大量繫放期望來年能幫助追蹤栗喉蜂虎的播遷和營巢地選擇。

### 第二節、建議

- 一、持續監測栗喉蜂虎在全島的營巢地分布、生殖族群量、夜棲點及夜棲數量，並可試著增加小金門與廈門的相關調查。由於金防部持續進行海岸掃雷的工作，間接改變海岸地貌，建議多調查這些掃雷完成的海岸，觀察未來是否有栗喉蜂虎使用。
- 二、持續進行乳山坡面整理及生殖監測，在乳山坡面整理工程進行前，應與施工

單位協商，盡量去除土中雜質。由於乳山坡面較高，土質鬆軟，經過大雨後，難逃被沖蝕的命運。在堆高的部份，建議除了分層建構外，可考慮將砂土中之成份增加金門層高嶺土之比例（如昔果山）。

三、建議每年生殖季前在乳山營巢坡面前苗圃種植誘蟲植物，盡量選用生活史較長的植物，例如：大花咸豐草(*Bidnes pilosa*)、小薊(*Cirsium japonicum*)、六月雪(*Serissa serissoides*)、月桃(*Alpinia formosana*)、有骨消(*Sambucus formosana*)、五節芒(*Miscanthus floridulus*)、牡荊(*Vitex negundo var. cannabifolia*)、野薑花(*Hedychium coronarium*) (適合水邊種植)、黃荊(*Vitex negundo*)；外來種部份可考慮：馬纓丹(*Lantana camara*)和繁星花(*Pentas lanceolata*)，避免在繁殖季中進行輪耕，可將人為干擾減至最低。在四月初，栗喉蜂虎到達金門開始選擇營巢棲地時，播放鳥音、放假鳥及假巢洞，以吸引栗喉蜂虎前來，增加乳山坡面的使用率。

四、為了增加栗喉蜂虎使用水域環境的可能性，乳山坡面旁生態池，可考慮擴充至坡面前較為空曠處，以利蜂虎進出水池之飛行。

五、針對青年農莊和田埔營巢地持續進行坡面整理維護，並加上青青農莊及林務所坡面，以確保栗喉蜂虎在金門島上的穩定營巢棲地。另外在營巢地周遭，盡量避免大型工程，以避免人為過度干擾。

六、監測今年於機場營巢地大量繫放的栗喉蜂虎成鳥及幼鳥，觀察牠們明年的生殖播遷及營巢地選擇。

七、慈湖旁海邊沙地上有觀察到栗喉蜂虎在此營巢，並在生殖季及生殖季過後檢視該區，評估後在三角堡旁可以低成本，僅做挖土推坡面的方式，提供一或數個較垂直之生殖坡面，以提供在此區活動之蜂虎有結集築巢之機會。三角堡地勢高且有觀測平台，建議未來該地有蜂虎之生殖族群後，可以在平台上架設望遠鏡及解說牌等環境教育之媒介，以提供給遊客蜂虎之生態知識（圖 4-2-1）。



圖 4-2-1 三角堡週遭環境

(資料來源：本計畫提供)

### 第三節、致謝

本計畫感謝金門國家公園管理處的經費補助。在蒐集資料與現場調查期間，多蒙金管處保育課課長邱天火、陳淑靈、洪永洲、李秀燕、陳尚月等同仁，工務課莊振忠，生態影片導演梁皆得，金門高中老師莊西進，及尚義機場主任洪念慈，從旁協助並給予許多寶貴意見。感謝劉于綾、林子揚、詹偉平、陳湘靜、謝惠冰等人協助野外調查工作，蔡佩好、楊明淵、黃婉如、鄭凱中和李佳容以及張惠美和金管處保育課同仁協助資料處理以及協助行政業務，謹此一併致謝。





## 附錄一

### 栗喉蜂虎生態棲地維護與保育期中審查會議紀錄

- 一、會議時間：98年07月02日(星期四)下午14時30分
- 二、會議地點：本處第一會議室
- 三、主持人：曾處長偉宏
- 四、出席人員：如簽到簿
- 五、簡報：(略)
- 六、會議討論：

審查意見	意見回覆
1. 近年來發現陸地上的族群逐漸往海邊移動，因此棲地營造對族群的影響有深層意義。	同意審查委員意見，已在第四章第二節之第七點提出營造新營巢地的意見。
2. 土坡的土質對營巢棲地很重要，建議可於烏沙頭較寬闊的地方做對照組，觀察栗喉蜂虎喜歡的哪種土質，並試算不同土質的築巢成功率。	謝謝審查委員建議，已於其中報告後做現場勘查，且於第四章第二節之第七點補充。
3. 機場部分雖然企圖以假天敵驅逐栗喉蜂虎，但其對假天敵是否有習慣性適應行為值得觀察。待7-8月雛鳥孵育完成時，為免危及飛安建議可做些驅鳥措施，未來則建議該坡地以種植草皮方式使栗喉蜂虎放棄該棲地。	謝謝審查委員指教，根據實驗結果，蜂虎對於假天敵不具習慣性適應行為，其他部份已在第三章之第二節補充。
4. 栗喉蜂虎的天敵除了蛇之外，對於坡地較低的棲地，野狗也是其天敵之一，	同意委員建議，但於觀察中並未發現野狗。

---

如茅山塔一帶的棲地可列入觀察範圍。

5. 乳山營巢棲地的昆蟲組成與其覓食  
是否成正相關，以及來自方位北及方位  
南覓食量較少，是否這兩個方位本身昆  
蟲量就不多，因此建議上述地方的昆蟲  
相可再調查。

謝謝委員建議，前一部分已在第三章之  
第二節補充；後一部分執行上有困難，  
有待進一步研究。

6. 營巢地應該如何準確估算其數量，其  
方式值得探討，而金門目前有多少營巢  
棲地，如能掌握對於整體族群動態將能  
更了解。

同意委員建議，目前以生殖監測來估算  
最準確，但僅適用於小生殖群聚、坡面  
易達性高的營巢地，除此之外以使用中  
的巢洞數乘以二估算較為準確。

7. 烈嶼地區的營巢棲地請列入觀察範  
圍。

同意審查委員意見，已在第四章第二節  
之第一點補充。

8. 目前栗喉蜂虎族群大部分都在東半  
島，是否東半島的氣候、土壤、食源較  
適合其築巢，請根據研究結果，提供本  
處乳山營巢棲地經營管理建議。

謝謝審查委員建議，西半島土坡較少，  
而東半島因為農作及工程產生較多可  
營巢坡面供蜂虎使用，推測為主要原  
因。

9. 土坡的土質會影響栗喉蜂虎築巢意  
願，何種土質或是哪個區域的土質較  
佳，以及該種植何種覓源植物，請提供  
建議以作為本處後續經營管理之參考。

謝謝審查委員建議，已在第四章第二節  
之第二點及第三點補充。

---

#### 七、結論：

- (一) 受託單位對於委員之意見均有妥善回應並納入研究成果報告修正之參酌。
- (二) 本案期中簡報原則通過，並請受託單位依合約規定續辦。

八、散會：15 時 30 分

## 附錄二

### 栗喉蜂虎生態棲地維護與保育期末審查會議紀錄

一、會議時間：98 年 12 月 01 日(星期二)上午 10 時 20 分

二、會議地點：本處第一會議室

三、主持人：曾處長偉宏

四、出席人員：如簽到簿

五、簡報：(略)

六、會議討論：

審查意見	意見回覆
1. 有關研究報告書中所提栗喉蜂虎大量群集的地方，應為滑行道而非機場跑道，請予以更正。	謝謝審查委員指正，已於報告中修改。
2. 目前栗喉蜂虎群集的坡地土質因含高嶺土，由於種植植栽不易存活，因此做為覆坡，且由於該地形並無蛇出沒或是其他人為干擾，意外成為栗喉蜂虎的營巢地。	同意審查委員意見，已在第三章之第二節補充。
3. 根據 2002 年-2009 年本站對於鳥類影響飛安的統計中，栗喉蜂虎尚無影響飛安的紀錄，大多為大型鳥類如魚鷹等，但基於安全考量，仍不應有鳥類群集出現。	同意審查委員意見，已在第三章之第二節補充。
4. 由於未來將昔果山遷村列入金門航空站的中長程計畫中，因此該土坡削平的可能性不高，藉由本案的調查如能使這群栗喉蜂虎選擇使用乳山營巢棲地，不但有助於栗喉蜂虎的保育亦能兼顧飛安。	同意審查委員意見，這部份有待明年進一步追蹤瞭解。

- 
5. 由於棲地環境改變，栗喉蜂虎的營巢  
棲地及夜棲地面臨消失的危機，為免屆時  
雙重效應影響，建議於國家公園區域範圍  
內找尋適當地點如慈湖三角堡等地，營造  
穩定的營巢棲地。  
同意審查委員意見，已在第四章第二  
節之第七點補充。
6. 乳山營巢棲地於 2008 年共有 42 巢在  
該地繁殖，相較於 2009 年巢數較多，其  
原因請於報告書中加以說明。  
謝謝審查委員指教，已在第三章之第  
二節討論。
7. 有關報告書中各營巢地栗喉蜂虎的行  
為變異數，如嘴喙、尾羽長、體重等，其  
與營巢棲地的相關性為何？請加以說明。  
謝謝審查委員指教，已於第三章之第  
二節討論。
8. 乳山棲地與昔果山棲地的栗喉蜂虎體  
型，跟東半島的栗喉蜂虎相較之下較小，  
其遺傳變異與棲地選擇的相關性值得探  
討。  
謝謝審查委員建議，這部份有待日後  
進一步研究。
9. 人工巢洞的做法目前是採用 PVC 管以  
人工的方式插入坡面，以觀察栗喉蜂虎是  
否會使用，未來建議可採用天然材料如竹  
子進行測試。  
謝謝審查委員建議，這部份會參考國  
外相關文獻，再選定適當地材料測試。
- 
10. 部分資料如有引述或參考，應註明資  
料來源。  
謝謝審查委員指正，已於報告中修改。
- 

#### 七、結論：

- (一) 受託單位對於委員之意見均有妥善回應並納入研究成果報告修正之參酌。
- (二) 本案期末簡報原則通過，並請受託單位依合約規定續辦。

#### 八、散會：11 時 20 分

## 參考文獻

- 王力平, 2003. 金門島栗喉蜂虎(*Merops philipennus*)營巢地選擇與繁殖生物學研究. 國立台灣大學森林學研究所碩士論文.
- 王元均, 2006. 金門島栗喉蜂虎單獨與集體營巢之生殖策略分析. 國立台灣大學森林學研究所碩士論文.
- 王怡平, 2005. 金門栗喉蜂虎營巢棲地復有效應與棲地選擇模式. 國立台灣大學森林學研究所碩士論文.
- 王怡平, 袁孝維, 2006. 金門栗喉蜂虎營巢地及生殖族群變遷監測. 國家公園學報.
- 李達源, 1995. 土壤分析手冊, ed. 中華土壤肥料學會, pp. 71-79. 台灣省政府農林廳.
- 周民雄, 1990. 夏日的精靈-栗喉蜂虎. 內政部營建署金門國家公園管理處.
- 袁孝維, 2004. 金門栗喉蜂虎營巢地及生殖族群變遷監測. 國家公園學報.
- 袁孝維, 王力平, 丁宗蘇, 2003. 金門島栗喉蜂虎(*Merops philipennus*)繁殖生物學研究. 國家公園學報 13(2), 71-84.
- 劉小如, 1999. 金門國家公園鳥類生態紀錄研究. 金門國家公園管理處.
- 蔡佩好, 2007. 金門島栗喉蜂虎生殖經驗對於繁殖棲地忠實性之影響. 國立台灣大學生態學與演化生物學研究所碩士論文.
- Brown, C.R., Brown, M.B., Danchin, E., 2000. Breeding habitat selection in cliff swallows: the effect of conspecific reproductive success on colony choice. *Journal of Animal Ecology* 69, 133-142.
- Coulson, J.C., 1968. Differences in quality of birds nesting in centre and on edges of a colony. *Nature* 217, 478-479.
- Creel, S., 1990. How to Measure Inclusive Fitness *Biological Sciences* 241, 229-231
- Danchin, E., Boulinier, T., Massot, M., 1998. Conspecific reproductive success and

- breeding habitat selection: Implications for the study of coloniality. *Ecology* 79, 2415-2428.
- Danchin, E., Heg, D., Doligez, B., 2001. Public information and breeding habitat selection, In *Dispersal*. eds J. Clobert, E. Danchin, A.A. Dhondt, J.D. Nichols. Oxford University Press, Oxford.
- Fry, K., Fry, C.H., 1992. *Kingfishers, bee-eaters, & rollers: a handbook*. Princeton University Press.
- Heneberg, P., 2003. Soil particle composition affects the physical characteristics of sand martin *Riparia riparia* holes. *Ibis* 145, 392-399.
- Newton, I., 1994. Experiments on the limitation of bird breeding densities - a review. *Ibis* 136, 397-411.
- Suetin, G., White, B.N., Boag, P.T., 1991. Preservation of avian blood and tissue samples for DNA analysis. *Canadian Journal of Zoology* 69, 82-90.
- Switzer, P.V., 1997. Past reproductive success affects future habitat selection. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 40, 307-312.
- Wang, Y.P., Siefferman, L., Wang, Y.J., Ding, T.S., Chiou, C.R., Shieh, B.S., Hsu, F.S., Yuan, H.W., 2009. Nest site restoration increases the breeding density of blue-tailed bee-eaters. *Biological Conservation* 142, 1748-1753.
- Yuan, H.W., Burt, D.B., Wang, L.P., Chang, W.L., Wang, M.K., Chiou, C.R., Ding, T.S., 2006a. Colony site choice of blue-tailed bee-eaters: influences of soil, vegetation, and water quality. *Journal of Natural History* 40, 485-493.
- Yuan, H.W., Wang, M.K., Chang, W.L., Wang, L.P., Chen, Y.M., Chiou, C.R., 2006b. Soil composition affects the nesting behavior of blue-tailed bee-eaters (*Merops philippinus*) on Kinmen Island. *Ecological Research* 21, 510-512.