

金門栗喉蜂虎營巢地及生殖族群變遷監測

王怡平¹，袁孝維^{1,2}

¹國立臺灣大學森林環境暨資源學系；²通訊作者 E-mail: hwyuan@ntu.edu.tw

[摘要] 栗喉蜂虎(*Merops philippinus*)是金門的夏侯鳥，在砂質的土壁上挖洞為巢，採行集體或單獨營巢。我們自 2002-2004 年進行三年的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。我們在生殖族群數量計算上採直接數算法，並於 2004 年另外使用間接估算法計數，三年的直接數算法結果為 800、500 及 500 隻，可能隨著金門島上大型營巢地的減少，使得營巢地變得分散而不易被調查人員搜尋到，造成觀察數量下降。2004 年間接估算法數量約為 2400 隻，和直接數算法差異甚大但較接近蜂虎在夜棲地直接數算的結果，可能因為觀察時不易見到營巢地大部分的個體導致。間接估算法較複雜，然較接近實際數目，而直接數算法較容易，可以為年與年之間的比較。

關鍵字：金門、栗喉蜂虎、族群量監測、營巢地

Monitoring the changes of nesting sites and breeding population size of Blue-tailed Bee-eater (*Merops philippinus*) on Kinmen Island

Yi-Ping Wang¹ and Hsiao-Wei Yuan^{1,2}

¹School of Forestry and Resource Conservation, National Taiwan University; ²Corresponding author
E-mail: hwyuan@ntu.edu.tw

ABSTRACT Blue-tailed bee-eaters (*Merops philippinus*) are summer migrants that breed on Kinmen Island. They dig nest burrows on vertical sandy banks; breed solitarily or colonially. We monitored the distribution of nesting site and breeding population size of bee-eaters on Kinmen Island from 2002-2004. We found in some nesting sites the breeding population decreased comparing to previous years. Vegetation overgrowth and the presence of old nesting burrows on the slope might cause breeding space less available. Population sizes were estimated as 800, 500, and 500 individuals in 2002, 2003, and 2004, respectively, with direct count at their breeding sites. However, it was estimated as 2,400 with indirect mathematic calculation, which was closer to population size estimation from direct count at their roosting sites. Indirect calculation was complicated needed more data, but would be more accurate. Direct count was easier to conduct but would underestimate the population size for not being able to see all the individuals at their breeding sites and to find all the dispersed small sites. Therefore, it could only be used for comparison purpose between years.

Keywords: Kinmen Island, Blue-tailed bee-eater, population monitoring, nesting site

前言

蜂虎科(Meropidae)共有 3 屬 25 種,大部分分布在非洲,另一部分分布於南亞、西南亞,兩種分布於北俄羅斯而一種分布於澳洲。其中,夜蜂虎屬(Nyctornis)及鬚蜂虎屬(Meropogon)二屬共 3 種分布於東南亞森林,蜂虎屬(Merops)則有 22 種,大多分布於非洲,少數幾種分布於中亞、西南亞、東南亞及澳洲(Fry 2001)。蜂虎科的鳥類都以洞穴為巢。歐洲蜂虎(*M. apiaster*)、非洲的白額蜂虎(*M. bullockoides*)、橄欖蜂虎(*M. superciliosus*)、澳洲的彩虹蜂虎(*M. ornatus*)、喜好在環境開闊,坡度緩和或陡直,且其上植被稀疏的砂質地形或是坡面陡峭的河岸、道路邊坡、自然形成或人工挖掘的峭壁挖洞營巢(White *et al.* 1978, Emlen 1990, Dean and Brooke 1991, Kossenko and Fry 1998, Boland 2004)。

栗喉蜂虎(*Merops philippinus*)分布於印尼、新幾內亞、菲律賓、斯里蘭卡、印度、中國大陸西南部、東南部與海南島等地(Fry and Fry 1992),是金門的夏候鳥,每年 3-10 月來到金門進行生殖(劉小如 1999),牠們採行集體營巢(colonial breeding)或單獨營巢(solitary breeding),並且有合作生殖(cooperative breeding)的行為(Fry 2001, Burt 2002)。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)。但隨著金門開放觀光,開發的腳步日漸加快,金門地景地貌變化快速,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。而目前只有金門野鳥學會相關人士進行夜棲數量之監測及營巢地記錄,並沒有針對栗喉蜂虎棲地的變化及族群數量做年間之比較,因此本研究的目的在紀錄 2002 年到 2004 年金門栗喉蜂虎營巢地的分布並估測生殖數量,評估栗喉蜂虎營巢地的變遷及生殖族群數量的動態變化,並比較兩種生殖族群數量估測方法及結果。

研究方法

金門島位於東經 118° 8-21', 北緯 24° 22-34', 包含 12 個大小島嶼,主要為金門、小金門、大膽、二膽,面積約為 150.5 km²。金門緊臨中國大陸,東邊為臺灣海峽,是一受強烈海洋環境影響的大陸島,且受東北季風影響,屬亞熱帶海洋型季風氣候,最冷月為 1 月,歷年平均溫為 12.7°C,最暖月則為 7、8 月,歷年平均溫為 28.2°C,相差 15.5°C。金門地區平均年雨量為 1049.4 mm,降水日分布不均,乾濕季明顯,4-6 月為梅雨季,7-9 月則多為颱風雨,乾季在冬季。目前金門地區之林地,大部份是造林及原生植群混生之樹林,水份為植被的限制因子,大部分地區都處於先鋒型植被,現生植被大致可分為水域植群、草地、灌叢、疏林、森林等不同形相,以草地佔最大範圍,灌叢大多出現在裸岩地區,疏林則為演替初期的林相。花崗片麻岩是構成金門島的基岩,島上土壤覆蓋情形主要可分為三大類:磚紅色黏土質砂土、黃色砂質土及裸岩地(郭城孟、陳尊賢 2002)。

我們自 2002 年到 2004 年,每年 4 月底至 5 月中,栗喉蜂虎生殖季開始時,在栗喉蜂虎以前曾經繁殖的地區及推測可能築巢的環境,以機車或汽車沿道路搜尋蜂虎可能營巢的地點,標示於地圖上,先拍照存證,並不定時前往觀察。若發現蜂虎挖洞痕跡或蜂虎活動則記錄之並以衛星定位儀(GPS)紀錄經緯度座標,之後每月進行復勘一至兩次,並確認其在整個生殖季的使用情形。我們以直接數算法來計算營巢地最小生殖族群量。調查時間在生殖季前期及哺育幼雛期,蜂虎在營巢地的活動頻繁,才能計算到較準確的族群量。每次進行時先巡視整個營巢地尋找適合觀察的定點,之後在各定點停留約 10-20 min,每 5 min 計算一次出現在營巢地四周的蜂虎數量,以記錄到的最大族群量做為此營巢地最小生殖族群數,並加總各營巢地的數量為全島直接數算族群量。

因直接數算法結果為該營巢地最小生殖

族群量，可能低估了族群量，因此我們於 2004 年除了採用直接數算法調查，另外於 6 月底至 7 月初進行比例值估算法、使用巢洞判斷法及合作生殖校正(統稱為間接估算法)來估算生殖族群量。在築巢密度高的坡面(以先前接數算法觀察，紀錄到 30 隻以上之個體營巢坡面)，我們採用比例值間接估算法；在營巢分散的坡面或是單獨築巢者，我們採用判斷正在使用巢洞數乘二得到最小蜂虎生殖族群數的估算。再將所有營巢地估算出的生殖族群量定為全島估算生殖族群量並比較直接數算法及間接估算法之結果。間接估算法方法如下：

一、比例值估算法：

我們在已知生殖巢數的三個營巢地(田埔 2 處及青年農莊 1 處)，選擇晴朗的早晨，6 月 23 日 0700 - 0800、25 日 0800 - 0830，每處設置一人，每 5 min 計算一次在營巢地活動的蜂虎數量，三個營巢地共計 54 次，求平均值(P)。假設蜂虎為一夫一妻制的配對方式，將一營巢坡面上所有生殖洞數乘二來表示蜂虎的族群數量(Q)。再將數到的個體數量平均值除以生殖洞數乘二得到的數量，求得出現比例($R = P / Q$)。在大營巢地估算生殖數量時，停留 20 min，每 5 min 計算一次在營巢地活動的蜂虎數量，求得蜂虎出現數量(P')，再將蜂虎出現數量(P')除以出現比例(R)求得營巢地實際蜂虎生殖數量的估計值($Q' = P' / R$)。

二、使用中的巢洞數判斷法：

對於單獨築巢或巢洞分散的營巢地如海邊沙丘、田埂等，我們判斷正在使用的巢洞並將洞數乘二，估算生殖個體數量。這個時期蜂虎剛進入育雛階段，進出巢洞頻繁，因此我們能夠以洞口是否有蜂虎進出的痕跡來判斷這個洞是否正在使用。

三、將全島所有利用「使用中巢洞數判斷法」所計算到的巢數(A)，乘上 2004 年在已知繁殖狀況的營巢地(田埔農地 3)所估算的合作生殖

比例 9.3%，得到可能有合作生殖的巢數(B)，因為合作生殖的模式大部分為 3 隻親鳥，因此我們在校正合作生殖巢洞後的生殖族群估計值為 $(A \times 2) + B$ 。

四、將兩法之結果加總，為全島估算生殖族群量。

結果

栗喉蜂虎除了會在海濱砂丘、沙質崖壁等天然形成的環境下營巢，在人為環境下也可常見到蜂虎的巢區，諸如新開挖的池塘邊坡、田埂、採砂場砂堆、道路工程邊坡等，都是蜂虎會利用的環境。2002-2004 年全島營巢地及直接數算生殖族群數量如表 1。2002 年共發現 18 個營巢地(表 1，圖 1)，栗喉蜂虎直接數算族群量約為 822 隻，最大的營巢地位於昔果山，數量達 212 多隻，占全島生殖族群數量 26%。18 個營巢地中，9 個營巢地是位在海濱砂丘，生殖個體數量約占觀察生殖族群數量的 60%；4 個營巢地位在四周森林環境的人工形成砂堆如道路開發挖掘的邊坡或之後因沖蝕而形成的地形，生殖個體數量占直接數算數量的 27%；5 個營巢地位在農地裡的砂堆或是田埂，生殖個體數量占直接數算數量的 13%。

2003 年發現了 19 個營巢地(表 1，圖 2)，直接數算族群量 510 隻，最大的營巢地為昔果山，生殖族群數量約 150 隻，占全島直接數算生殖族群 29.4%。在 19 個營巢地中，8 個營巢地位在海濱砂丘，生殖個體數量約占直接數算數量的 19.4%；6 個營巢地人工形成砂堆，生殖個體數量占直接數算數量的 66.7%；5 個營巢地位在農地裡的砂堆或是田埂，生殖個體數量占直接數算數量的 13.9%。

2004 年發現了 37 處營巢地(表 1，圖 3)，直接數算族群量約為 501 隻，最大的營巢地仍為昔果山，生殖數量 107 隻，約占全島直接數算生殖族群數量的 21.5%。在 38 個營巢地中，16 個營巢地位在海濱砂丘，生殖個體數量約

表 1. 2002-2004 年金門栗喉蜂虎各營巢地觀察生殖族群數量年間變化及 2004 年各營巢地估算生殖族群數量

地點	2002年	2003年	2004年	2004年
	直接數算法(隻)	直接數算法(隻)	直接數算法(隻)	間接估算法(隻)
夏墅海濱	60	30	10	12 ^b
后湖海濱	6	5	2	4 ^b
昔果山(兩處)	212	150	107	744 ^a
珩厝	6	†	†	†
蔡厝	8	†	†	†
青年農莊	14	30(二處)	25(五處)	94 b(五處)
山西海濱(三處)	217	50	11	42 ^a 18 ^b
碧山	9(兩處)	10	§	§
山后海濱	*	*	103	248
田埔海濱	110	30	69	228 ^b
田埔農地 1	8	8	7	38 ^b
田埔農地 2	60	24	§	§
田埔農地 3	16	24	28	188 ^b
大地海濱 1	80	30	4	4 ^b
峰上海濱	16	4	9	10 ^b
建功嶼	†	40 → 0	†	†
新頭採砂場	†	70 → 0	§	§
水頭海濱	*	*	7	36 ^a
水頭氣象局停車場	†	†	4	4 ^b
歐厝海濱	*	*	59	124 ^b
陽宅田地	†	5	2	4 ^b
后水頭	*	*	2	2 ^b
青嶼海濱	*	*	2	4 ^b
碧山海濱	*	*	4	2 ^b
東店田地	*	*	6	6 ^b
田埔採砂場	§	§	4	4 ^b
大地海濱 2	*	*	33	82 ^b
大地水泥廠	*	*	13(兩處)	14 ^b
鵝山掩埋場	†	†	11	64 ^a
建華畜牧場	§	§	24	28 ^b
復國墩海濱	*	*	34	240 ^a
溪邊海濱	*	*	7	16 ^b
料羅海濱	*	*	1	2 ^b
太湖光華園	*	*	1	2 ^b
畜試所	*	*	3	6 ^b
林務所	*	*	12	94 ^a

註： * 當年沒有發現此地
 § 當年該營巢地沒有栗喉蜂虎營巢
 † 當年該地沒有栗喉蜂虎的營巢地
 → 調查期間因人為破壞等原因造成生殖數量有變化
 a 為以比例值估算出的族群量
 b 為以判斷正在使用巢數乘二所得之族群量

占直接數算數量的 50.3%；13 個營巢地位在人工形成砂堆，生殖個體數量占直接數算數量的 38.7%；8 個營巢地位在農地裡的砂堆或是田埂，生殖個體數量占直接數算數量的 11%。

在土壤分類上，只有昔果山兩處營巢地為砂質黏壤土，其餘營巢地為砂質壤土。沒有栗喉蜂虎在紅土層營巢。

研究期間，幾處因工程開發產生新的陡直

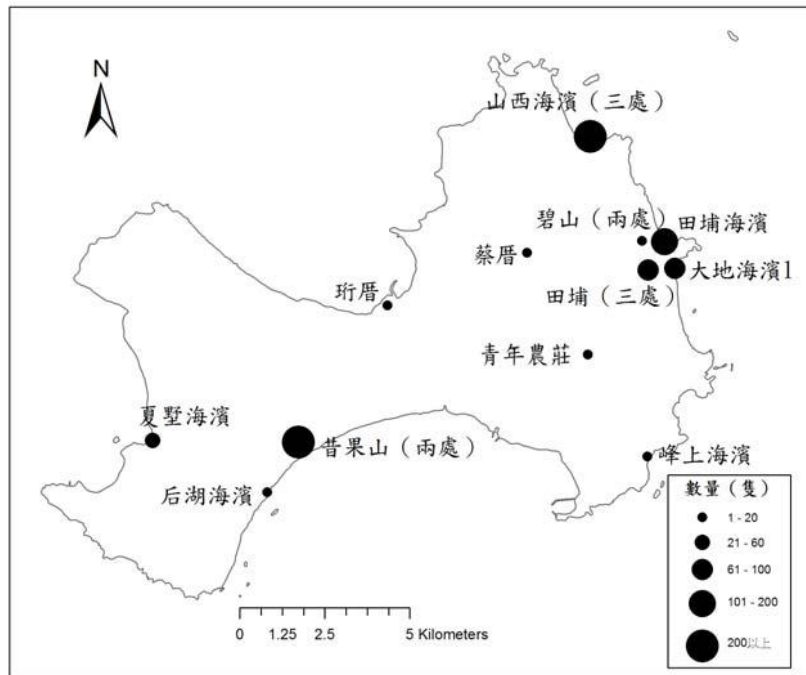


圖 1. 2002 年金門全島栗喉蜂虎營巢地及直接數算族群量

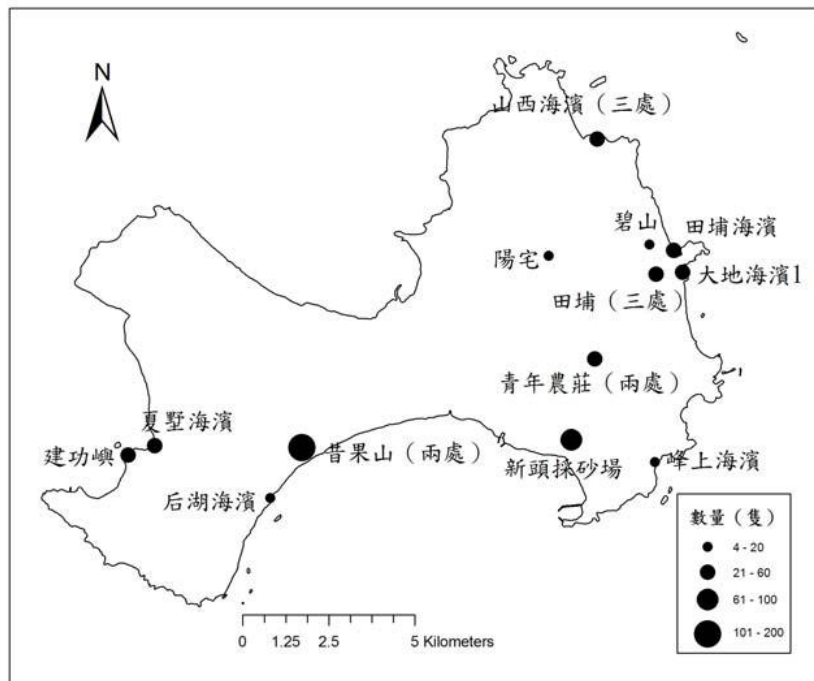


圖 2. 2003 年金門全島栗喉蜂虎營巢地及直接數算族群量

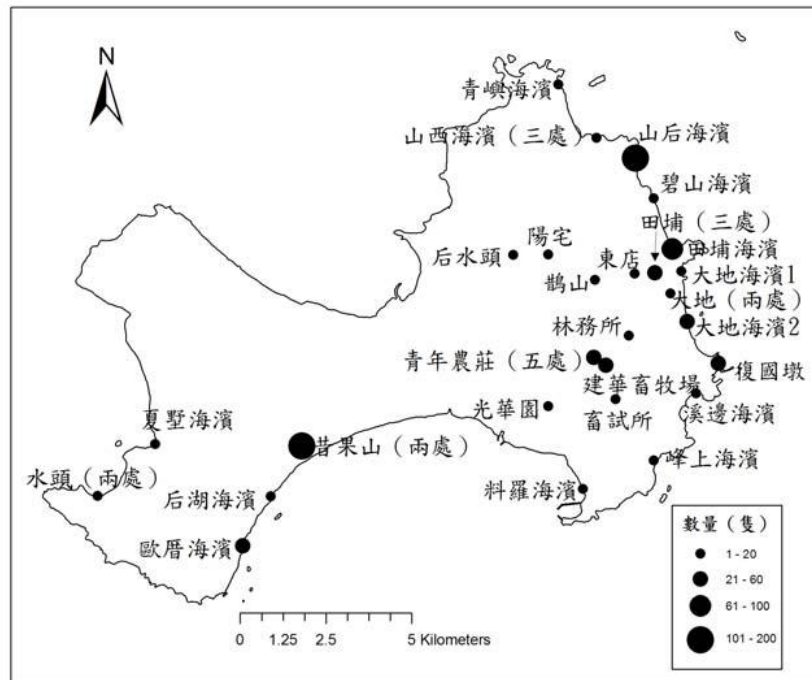


圖 3. 2004年金門全島栗喉蜂虎營巢地及直接數算族群量

坡面，都形成了大型的營巢地(觀察到 40 隻以上的成鳥活動)，如 2003 年位於工程車出入的邊坡的建功嶼營巢地、新頭採砂場新挖開的砂質土壁及 2004 年鷓鴣山垃圾掩埋場的道路邊坡。其中建功嶼及新頭採砂場營巢地因後續工程影響，在生殖季中期就已被破壞，沒有蜂虎在此生殖。2004 年持續對新頭採砂場進行監測，但已沒有蜂虎營巢的跡象。至於鷓鴣山掩埋場 2005 年則仍有蜂虎前來營巢(蔡佩好，個人聯繫)。

根據數年的觀察資料，可以發現幾個營巢地蜂虎生殖族群數量有逐年減少的趨勢，包括田埔農地 2、碧山、大地海濱、夏墅海濱及山西海濱等地的生殖族群數量皆有逐年減少或不再營巢的現象。其中幾個原本大型的營巢地如大地海濱、夏墅海濱及山西海濱的蜂虎直接數算數量分別由 2002 年的 80、60 及 217 隻下降到 2004 年各營巢區只有零星 10 數隻(表 1)。

2004 年採用兩種方法估算生殖族群數量，其一，以比例值估算巢密度高的營巢地生殖數量，我們在已知生殖巢數的三個營巢地，

求得比例值為 $11.5 \pm 1.5\%$ ($n = 6$)，再將此比例值運用到其他大營巢地生殖族群的推算。為求此比例值估算的精準，我們在其他大營巢地數數量時，也將時間固定於早上 0700-1100 之間，將所紀錄到的數量平均後除以比例值得到生殖族群估算。其二，對於單獨築巢或巢洞分散的營巢地如海邊沙丘等，我們判斷正在使用巢洞並將洞數乘二，估算最小生殖個體數量，另外再加上校正可能合作生殖之個體數。根據估算的結果，2004 年在金門島上栗喉蜂虎的間接估算生殖數量為 2364 隻。此數量為直接數算法數量的 3.9 倍，之間差異甚大。各營巢地中，比例值估算的數量和直接數算數量之間的差異較大，巢洞判斷法和直接數算數量之間的差異較小(表 1)。

討論

栗喉蜂虎營巢地在金門島的營巢地除了沙質海岸外，其他大多分布於金門島的東半部，可能和金門的東西半島地質上的差異有關

(Yuan *et al.* in review)。歐洲蜂虎、栗喉蜂虎以及其他同在地面挖洞為巢的鳥類，如帶魚狗 (*Ceryle alcyon*)及灰沙燕(*Riparia riparia*)，都選擇砂質土壤或壤質土壤地形營巢(Brooks and Davis 1987, Shields and Kelly 1997, Heneberg 2001, Heneberg 2003, Heneberg and Šimeček 2004, 王力平 2003)。砂質土壤容易挖掘，通氣排水性佳，有逸散巢洞內有毒氣體的功能(White *et al.* 1978)。若土壤中黏粒的比例增加，將造成土壤塑性升高而難以挖掘(陳振鐸 1984, 張仲民 1992)。金門栗喉蜂虎不會在紅土壁營巢(王力平 2003)，西半部大部分為紅土層覆蓋，東半島砂丘地形發達，可能是栗喉蜂虎營巢地多分布於金門島東半部的原因。

數個生殖數量逐年下降的營巢地，經實地觀察後，發現這些營巢坡面上有許多舊洞留存及植被生長，可能造成營巢坡面品質下降或營巢空間不足(Yuan *et al.* in review)。王怡平(2004)研究發現，將舊營巢坡面上的植被覆蓋及留存巢洞清除整理為新的坡面後，新營巢坡面的營巢密度較保留組的舊營巢坡面要高，推測坡面上植被覆蓋及巢洞留存對蜂虎選擇營巢坡面應有負面的效應。因此推測坡面上因植被生長及舊巢洞造成的營巢空間不足可能是該營巢地蜂虎生殖數量下降的因子之一。

根據 2002-2004 年的繫放資料，發現在同一營巢地捕捉到去年在此生殖的個體的機率約為 7.5-18.5%(蔡佩妤，個人聯繫)，推測栗喉蜂虎可能對生殖棲地有忠誠性(site fidelity)。但隨著營巢坡面的可利用面積減少，蜂虎可能會離開原來的生殖棲地去尋找其他適合的營巢地。同樣行群聚生殖的海鳥研究指出，被迫離開原營巢地而在新營巢地生殖的鳥類，在社會結構上會有所改變，且生殖成功率會因為適應新的陌生環境而受到影響(Yuan 1993, Ganter and Cooke 1998)。因此對集體營巢的鳥類而言，一個穩定可持續使用的營巢地可能是提高生殖成功的因子之一。2002、2003 及 2004 年的栗喉蜂虎直接數算生殖族群數量分別為 800、500、500 隻，但由營巢地分布狀態可以

發現，栗喉蜂虎在金門的營巢地已由大型的營巢地逐漸變成分散、小型的營巢地，可能導致不容易完全搜尋到全島營巢地，使觀察生殖數量逐年減少。而這些小型的營巢地往往都處在較不穩定的環境，如工程沙堆、田地、平地上(蔡佩妤個人聯繫)，這些地點都容易受到人為干擾或大雨沖刷而毀壞。因此要如何維持栗喉蜂虎穩定的營巢棲地應是值得重視的問題。

由各年生殖季前期(還未有亞成鳥離巢)蜂虎夜棲數量看來，三年內金門的栗喉蜂虎數量並無太大的差異(約為 3000 隻左右，莊西進 2002, 2003, 2004)，但和直接數算法得到的生殖族群數量差異甚多。若全島的營巢地沒有完全被搜尋到時，這部分直接數算數量就會缺失。再加上只有部分的個體會停留在營巢地附近，所以在觀察時間內計數到的數量並不是營巢地所有的生殖個體數。因此直接數算數量會低於實際全島的生殖族群數量，因此我們於 2004 年除了使用直接數算法來計全島栗喉蜂虎生殖族群數量，另外採用了比例值估算法、使用中巢洞判斷法及合作生殖比例校正來估算生殖族群數量。間接估算法所得之生殖族群數量較接近夜棲數量，但仍小於夜棲數量，表示此估算結果屬合理。在野外觀察中，並不是所有的蜂虎都有生殖機會，可能只是幫手或是只在生殖地覓食、活動而不參與生殖。我們估算的基準是將使用巢數乘二，再以合作生殖比例校正得出可能發生合作生殖的巢數，假設這些巢有 3 隻個體參與生殖來計算族群量，因此此估算值為最小生殖數量。再加上可能有些零星分布的營巢地並未被我們發現，因此估算值會低於全島蜂虎夜棲族群的數量。使用的兩種估算方法較以往的直接數算法來得準確的原因，在於比例值的估算及對使用巢洞的判斷。直接數算法只能計數看到的個體數，但看到的數量並無法代表巢區的族群量，尤其是在大的營巢地，直接數算法數到的數量往往低於實際值許多，使用比例法則能得到接近實際的數量。而在小或分散的巢區，以判斷使用巢洞的方法則能比直接數算法得到更精準的族群數

量。因此我們認為以 2004 年的兩種方式來合併估算生殖族群數量，會較接近蜂虎實際的生殖族群量，並可和夜棲數量比對，建立統一的生殖族群量評估方法。然而過去的直接數算法較簡易，持續進行，仍然具有年與年之間比較的價值。

誌謝

本研究承金門國家公園管理處 2002-2004 年經費支持，許處長文龍、蘇課長基承及邱課長天火之鼓勵，莊鎮忠先生、陳秀竹小姐在研究期間給予各項協助，使本研究能順利進行。生態攝影工作者廖東坤先生、梁皆得先生及王力平先生對本研究提供諸多建議及野外資訊。美國 Auburn University Dr. Lynn Siefferman 在野外工作上的協助和建議。臺大森林系的同學協助野外工作的進行，以及金門縣野鳥協會莊理事長西進及李溫林先生提供蜂虎夜棲資料，謹此一併致謝。

引用文獻

- 王力平。2003。金門島栗喉蜂虎 (*Merops philippinus*) 營巢地選擇與繁殖生物學研究。國立臺灣大學森林學研究所碩士論文，共 49 頁。
- 王怡平。2004。金門栗喉蜂虎營巢棲地復育效應與棲地選擇模式。國立臺灣大學森林學研究所碩士論文，共 74 頁。
- 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，共 31 頁。
- 陳振鐸。1984。基本土壤學。徐氏基金會，共 504 頁。
- 張仲民。1992。普通土壤學，國立編譯館，共 604 頁。
- 郭城孟、陳尊賢。2002。金門國家公園土壤調查分析及植生適應性研究。內政部營建署。金門國家公園管理處，共 76 頁。
- 莊西進。2002。金門國家公園環境長期監測

- (一)，內政部營建署金門國家公園管理處，共 73 頁。
- 莊西進。2003。金門國家公園環境長期監測 (二)，內政部營建署金門國家公園管理處，共 50 頁。
- 莊西進。2004。金門國家公園環境長期監測 (一)，內政部營建署金門國家公園管理處，共 100 頁。
- 劉小如。1999。金門國家公園鳥類生態紀錄研究，內政部營建署金門國家公園管理處，共 43 頁。

- Boland, C. R. J. 2004. Breeding biology of Rainbow Bee-eaters (*Merops ornatus*): A migratory, colonial, cooperative bird. *The Auk* 121:811-823.
- Brooks, R. P., and W. J. Davis. 1987. Habitat selection by breeding Belted Kingfishers (*Ceryle alcyon*). *The American Midland Naturalist* 117:63-70.
- Burt, D. B. 2002. Social and breeding biology of Bee-eaters in Thailand. *The Wilson Bulletin* 114: 275-279.
- Dean, W. R. J. and R. K. Brooke. 1991. Review of the Olive Bee-eater *Merops superciliosus* breeding in eastern Africa south of 14°S. *Ostrich* 62:86-88.
- Emlen, S. T. 1990. White-fronted Bee-eaters: helping in a colonially nesting species. In: P. B. Stacey and W. D. Koenig. (ed). *Cooperative breeding in birds: long-term studies of ecology and behavior*. pp. 489-526. Cambridge University Press, New York.
- Fry, C. H. and K. Fry. 1992. *Kingfishers, Bee-eaters and Rollers: a handbook*. Princeton University Press, Princeton, pp. 273-275.
- Fry, C. H. 2001. Meropidae (Bee-eaters). In: J. D. Hoyo, A. Elliot, and J. Sargatal. (ed.) *Handbook of the birds of the world*. Vol. 6, pp. 286-325. Lynx Edicions, Barcelona.
- Ganter, B., and F. Cooke. 1998. Colonial nesters in a deteriorating habitat: site fidelity and colony dynamics of Lesser Snow Geese. *The Auk* 115:642-652.
- Heneberg, P. 2001. Size of sand grains as a significant factor affecting the nesting of Bank Swallows (*Riparia riparia*). *Biologia* 56:205-210.
- Heneberg, P. 2003. Soil particle composition affects the physical characteristics of Sand Martin *Riparia riparia* holes. *Ibis* 145:392-399.
- Heneberg, P. and K. Šimeček. 2004. Nesting of European Bee-eater (*Merops apiaster*) in Central Europe depends on the soil characteristics of nest sites. *Biologia* 59:205-211.
- Kossenko, S. M., and C. H. Fry. 1998. Competition and coexistence of the European Bee-eater *Merops apiaster* and the Blue-cheeked Bee-eater *Merops persicus* in Asia. *Ibis*

- 140:2-13. Shields, S. J., and J. F. Kelly. 1997. Nest-site selection by Belted Kingfishers (*Ceryle alcyon*) in Colorado. *The American Midland Naturalist* 137:401-403.
- White, F. N., G. A. Bartholomew and J. L. Kinney. 1978. Physiological and ecological correlates of tunnel nesting in the European Bee-eater, *Merops apiaster*. *Physiological Zoology* 51:140-154.
- Yuan, H.-W., D. B. Burt, L.-P. Wang, W.-L. Chang, M.-K. Wang, and T.-S. Ding. In review. Colony site choice of blue-tailed bee-eaters: influences of soil, vegetation and water quality. *Journal of Natural History*.
- Yuan, H. W. 1993. Population dynamics and breeding ecology of an inland Common Tern colony at Oneida Lake, New York. Cornell University Ph. D. Thesis, 112 pp.