

壹、前言

小白鷺(*Egretta garzetta*)、夜鷺(*Nycticorax nycticorax*)與黃頭鷺(*Bubulcus ibis*)是典型的群集性鳥類之一，分布在世界各地，繁殖棲地通常選擇在濃密的樹林、近河岸的灌叢和淺水的地方共同築巢，在築巢的地點一般稱為鷺鷥林或鷺鷥營巢處(Heronry)。在濕地生態系統中，鷺鷥在食物鏈中扮演最高層級的位置(Kushlan 1993)，國外將鷺鷥的生態狀態如營巢處選擇、覓食地的選擇、數量變化和繁殖情形，是衡量生態環境的指標之一(Kushlan 1993)。

食物資源的不同是減少競爭並且允許共存的因素之一(Schoener 1974, Rosenzweig 1981)，小白鷺(*Egretta garzetta*)與夜鷺(*Nycticorax nycticorax*)的棲息環境與食物來源是相當類似的，雖然兩者藉由活動時間不同而有所區隔，但夜鷺在繁殖季節會在白天覓食以增加繁殖期能量的需求(Voisin 1991)。鷺鷥從築巢處到覓食地的距離通常是不規則分佈(Marion 1989)，營巢處的保護程度、植被、人為的干擾程度以及周圍濕地存在與否，是影響鷺鷥營巢處選擇棲地的關鍵因素，這些關鍵因素決定於能否成功地進行繁殖、孵化和育雛(王 2005)；而鳥類的棲地選擇和使用是了解牠們生態和管理最基礎的部份，因此，在鳥類生態學中這是非常重要的，尤其是人為活動而被改變的棲息地(Pain and Pienkowski 1996)。

多數鳥種在雛鳥孵化高峰，成鳥必須提供食物讓幼鳥快速生長，在每天重複往返覓食地與繁殖地的旅程，覓食地與營巢處距離是鷺鷥選擇繁殖環境關鍵因素之一(Kushlan 1981)；營巢處越靠近覓食地，有利於親鳥節省營巢處與覓食地之間的往返能量消耗，也能夠在有限的時間內多次往返覓食和育雛(Gibbs 1991)。當覓食距離增加時，對成鳥撫育壓力將增加，

因為長途的旅程超過覓食地可給予的需求，減少覓食次數，造成生產率下降，成鳥可能選擇棄巢(Wittenberger and Hunt 1985, Bryan and Coulter 1987)。鳥類繁殖需要足夠的安全築巢點與覓食地，而且不僅要保護繁殖地，更要保護鄰近的覓食棲地(Hilaluddin *et al.* 2006)。目前關於棲息地選擇研究，主要以利用個體無線電觀察或利用色環估計鳥類領域活動模式(Smith 1995, Morrison *et al.* 1998, Nemeth *et al.* 2005b)。

筏子溪流域流經台中市長達十多公里，是台中市主要的河川，主要為農田排水灌溉，有較自然的河道型態，且有冬候鳥度冬或過境，依據黃(1996)的調查鳥類至少有 19 科 37 種，筏子溪於台中縣烏日鄉匯入烏溪。近年來有多項的大型工程在筏子溪流域施工，包括南北向的中彰快速道路、台灣高速鐵路上固定的河道整治工作，東西向的虹楊橋與福安橋的橫向穿越，都造成筏子溪流域生態環境產生劇烈的變化。河川生態系統是多變且物種豐富的生態環境，因人類活動與開發造成該環境中原有的生物族群變化，筏子溪流域至少紀錄過有 4 個鷺鷥營巢處(顏 1992；張 1997)；而 2001 年東海大學環科所的調查結果鷺鷥營巢處僅剩一處；2005 年的繁殖期調查發現西屯路上的鷺鷥營巢處已經受到工程干擾而棄巢，而轉移至中山高速公路中港交流道營巢。

由於人口增多，工業發展快速，在這些發展過程中，造成自然環境的改變，使鷺鷥生存面臨巨大壓力，而鷺鷥族群數和繁殖成功與覓食地的食物可用性密切相關。位於台中市區的筏子溪流域因多處的交通開發建設，目前僅存一處大型鷺鷥營巢處，這些建設對於生態衝擊所以相當大；都市化建築取代了原生的林地、田野和水域等，嚴重影響鳥類棲息地的利用，打亂了鳥類與棲息地原有關係，城市鷺鷥鳥類棲息地建設對維護城市生態系統平衡與美化市民生活具有重要意義，了解三種鷺鷥生存環境基本需求可

助於保護生態環境。因此本研究主要目標：(1)、了解中港交流道鷺鷥營巢處三種鷺鷥族群大小；(2)、三種鷺鷥族群覓食距離；(3)、利用飛行計數法紀錄鷺鷥飛行方向與調查鷺鷥覓食棲地以了解鷺鷥族群分布。透過這些資料，以提供日後有關生態保育、監測生物量、環境的演替、繁殖和覓食棲地的品質、棲地經營管理策略與都市河川工程規劃之參考。

貳、文獻回顧

一、個體資料

(一)、小白鷺 Little Egret (*Egretta garzetta*)

小白鷺分布在東半球，部份具有移棲的習性，但移棲的數量較少，留棲數量較多(陳及顏 1977)，在歐洲為夏候鳥，冬季南遷至非洲以外，其餘大抵為留鳥。台灣中部繁殖的小白鷺的食繭，以水生生物為食，包括魚類、蛙類和一些爬蟲類和水生昆蟲；小白鷺捕食的魚類長度多在 3-8 公分之間，最小的約 2.5 公分，最大的約 12.5 公分，小白鷺則常在河口、海濱、河岸、魚塭、溝渠中覓食，偶而也會在稻田出現(顏 1991)，主要的食物包括水生昆蟲、甲殼類和小魚，也會吃兩棲類、軟體動物、蚯蚓、爬蟲類和鳥類。

(二)、黃頭鷺 Cattle Egret (*Bubulcus ibis*)

從十九世紀黃頭鷺繁殖範圍擴展到全世界，主要發生在 1950 年到 1970 年，許多文獻證明黃頭鷺繁殖範圍在非洲和亞洲，並且擴展到美國與澳洲(Hellebrekers and Hoogerwerf 1967, Jenni 1969, McKilligan 1997)。黃頭鷺容易適應許多不同的陸地和水生棲地，雖然完全不依靠水生棲地生存，但沒有牧地還是會在水域出現，在都市環境適應良好，繁殖範圍與冬天範圍相似(Telfair 1994)，在台灣屬於留鳥與部分的過境鳥種。通常在覓食混合族群中，數量變化從十到上百個體，也可能更少的群體或單獨地覓食(Telfair 1994)，食物則以昆蟲為主，另外也會吃甲殼類、蛙類、蝌蚪、魚類、蜥蜴、小型哺乳類和鳥類。

(三)、夜鷺 Black-crowned Night Heron (*Nycticorax nycticorax*)

夜鷺廣泛分布的鷺鷥動物，遍及北美從華盛頓州到魁北克、南方墨西

哥海岸，分部範圍從歐洲、日本、非洲、印度。棲息地多變，包括沼澤、溪流、沙洲等。夜鷺是一種機會主義者食物較多樣化，主要食物為魚類，其他包括蛙類、蝌蚪、爬蟲類、昆蟲、甲殼類、軟體動物、小型哺乳動物和其他鳥類的雛鳥和蛋，有強烈保衛領域行為。在非繁殖期晚上到凌晨是覓食時間，但當對食物需求很高，例如在繁殖期間，任何時候都會覓食 (Davis 1993)。

台灣鷺營巢處主要由小白鷺、夜鷺與黃頭鷺三種混群繁殖(陳及顏 1977)，三種鷺食性的差異也反應在他們的覓食地選擇上，由於土地開發造成自然環境變遷與食物來源的分散。故以覓食地選擇、營巢處選擇、覓食範圍、營巢處的經營管理討論。

二、族群調查方法

發展調查族群並且訂定一致方法是必要的，在繁殖季節多樣的地理與暫時性棲息地類型標準化方法需要發展適合監測法。從繁殖季節調查鳥類族群趨向綜合現有文獻資訊的監測方法與審查每個技術優缺點；在棲息地與種類選擇最佳的技術，並且每個方法可以估計到最接近的數量。鷺營族群調查分為四種(Steinkamp *et al.* 2000)：巢位計數(direct nest counts)、飛行線計數(Flight-line Counts)、定翼機調查(Surveys by Fixed-Wing Aircraft)、直升機計數(Flush-Counts by Helicopter)。

(一)、巢位計數法(direct nest counts)

這方法由觀察者步行穿越繁殖地計數全部鷺營的巢，通常在較小繁殖地使用(<100巢)，進入繁殖地必須考慮到步行對成鳥與幼鳥引起高干擾，通常，成鳥離開巢干擾可接受的程度應少於10分鐘，在大繁殖地調查仍然應該在2個小時完成。這種方法的好處是計數巢的數量，但精確度會因不同棲地變化影響，特別在植被密度太濃發現巢可能變得更加困難，因此，這方法需合併其他調查輔助，如大繁殖地可能的的方法是直接巢位計數在樣

區並且搭配可能因棲地與植被影響而無法調查，選擇飛行線計數或航空調查。

(二)、飛行線計數法(Flight-line Counts)

這方法假設成鳥從繁殖地飛往/返是一直線飛往覓食地，觀察者可在不干擾鷺鷥林族群下記錄離/返巢的鷺鷥數量與方位，其中包含繁殖成鳥與非繁殖的成鳥數量。在觀察點的選擇需看到全部鳥從繁殖地飛入/出，且必須在日出前開始計數。本方法所得到的數量僅做為一個指標來比較同一個繁殖地不同年間數量改變的趨勢，或不同繁殖地的族群大小，因此這個方法只提供族群大小指標，若要估計一鷺鷥林的族群量則需配合其他調查法。

(三)、定翼機調查法(Surveys by Fixed-Wing Aircraft)

這種從空中觀察的方法只能在鷺鷥羽色與覓食地環境背景色有強烈對比時使用，並且僅適合小繁殖地計算個體數量，成鳥數量在覓食地可從空中直接計數，或從空照的照片計數。這方法無法確定巢的數量，因為只可以計數繁殖與非繁殖族群。無對比色的鳥種容易被低估，要得到更精準的數量需搭配其他從地面計數的方法。

(四)、直升機干擾計數法(Flush-Counts by Helicopter)

這種方法是不夠精確的，特別在大的繁殖地只能概算族群數。在大的繁殖地，和年與年之間的族群變化是能判別的，但是族群變動不明顯時是不易發現。在這個方法只能紀錄繁殖與非繁殖族群個體，無法發現巢的數量；使用這方法時，直升飛機在營巢處附近飛行過程中驚嚇鳥從繁殖地飛起的數量估計，當成群的鳥亂飛時，許多鳥不能被準確計入，因此這種方法只提供對總族群大小的粗略的估計。

三、營巢處選擇

鷺鷥在棲地偏好上食物與行為存在極大的變異，但在築巢需求有類似基本需求(Hafner 2000)，在繁殖季節鷺鷥鳥類會群集築巢共同在樹林繁殖，在台灣主要是小白鷺、黃頭鷺和夜鷺三種鷺鷥鳥類會在水域（溪流）和溼地（如水田、沼澤）附近共同利用樹林築巢，營巢處的選擇與植物豐富度、隱密度、海拔高度、水源、坡度等有一定的關係（朱 1998）。良好的築巢地需要能提供可以保護及預防捕食者，並且提供合適的巢材，附近要有充足的食物來源(Beaver *et al.*1980, Hafner *et al.* 1987)，這些因素是影響繁殖成功率、存活成功率。築巢高度在不同的地區築巢棲地會影響築巢的選擇(Arendt and Arendt 1988, Baxer 1994)，鷺鷥可選擇多種樹上築巢，由於地域差異，築巢樹種也有不同(朱 1998)，營巢處樹林及周圍自然環境穩定時，每年會有重覆使用的習性(Custer and Osborn 1977)，近年鷺鷥營巢處變異極大，顯示出自然環境變化快速，導致鷺鷥無法穩定在同一個地方長久居住，顏(1992)指出台灣鷺鷥林有從平原往海邊防風林搬遷的趨勢，且中、南部有增加的現象。

四、覓食地選擇

鷺鷥是依賴濕地的鳥種，在覓食地的捕食類型變化大(Fasola 1994)，覓食地的選擇特別重要，充足的食物資源對穩定鷺鷥數量有決定性作用(朱 2001)，鷺鷥的族群、繁殖成功與溼地的覓食棲地相關緊密。合適繁殖地對繁殖成功佔有重要的地位，對於繁殖場所來說，附近地區有豐富的覓食地是同樣重要的，而繁殖地通常在覓食地的中心(Gibbs 1991)。繁殖期能量需求大；合適的覓食地會直接影響繁殖地的座落、大小與繁殖成功率(Drent and Daan 1980)，鷺鷥覓食的範圍會限制繁殖族群數量的多寡(William 1982)，因此資源不足時會產生繁殖棲位、食物與配偶的競爭(Negro *et al.* 1997)。水文的因素對水鳥有重要影響，水位變化與覓食面積是影響在繁殖

地的鷺鷥數量的主要因素 (Dimalexis and Pyrovetsi 1997), 食物的可利用性和豐度是重要的因素, 水稻田是最普遍人造濕地, 全世界共 11% 的農田, 目前許多自然溼地都遭到破壞, 稻田已經成為在一些地區提供水鳥覓食的唯一選擇 (Fasola and Ruiz 1997), 農業已成為鳥類完成他們的生命週期全部或部份主要生態系 (Pain and Dixon 1997, Perkins *et al.* 2000)。覓食地優劣會影響鄰近的繁殖地鳥類的健康, 可透過物理學、生物學與人類發展等因素來定義覓食棲地的品質, 例如水深度、濁度、植被、食物豐度、人為干擾等 (Custer and Galli 2002, Krebs 1974, Thomposn 1978b)。

五、覓食距離

適合的覓食棲地會影響繁殖族群的變動, 食物來源會影響族群大小與築巢的分布 (Gibbs 1991, McCrimmon *et al.* 2001), 繁殖地或休息地的鷺鷥鳥類常覓食遠的地方 (Hamilton *et al.*, 1967), 調查發現鷺鷥繁殖偏好距水源 500 公尺內的樹林 (朱 1998), 繁殖期小型鷺鷥鳥類很少飛到鷺鷥林的 5 公里以外, 香港地區的池鷺在巢附近 1.5 公里的範圍內覓食 (Kushlan and Hafner 2000)。印度的 Amroha、Uttar Pradesh 地區研究顯示小白鷺與黃頭鷺覓食地距離在 500 公尺繁殖處數量最密集, 超過三分之二在 250 公尺以內 (Hilaluddin *et al.* 2006); 美國弗羅里達 Lake Okeechobee 四種鷺鷥的覓食範圍大白鷺 3.7 公里、Snowy Egret 2.8 公里、Tricolored Heron 2.4 公里、White Ibis 2.7 公里 (Smith 1995); 澳大利亞的 Lake Neusiedl 發現大白鷺在營巢處 4 公里覓食族群密度最高 (Nemeth *et al.* 2005b), 在弗羅里達溼地水鳥會放棄超過飛行 25 到 30 公里的覓食棲地 (Frederick and Collopy 1988; Bancroft *et al.* 1994), Gibbs and Kinkel (1997) 指出在附近周圍食物資源充足, 可提供哺育幼鳥。

六、捕食與人為干擾

繁殖地的鳥比其他鳥種易受到干擾，因為許多個體繁殖聚集在一個小面積，當成鳥離開巢時，雛鳥與蛋可能被同類捕食與天氣影響(Burger 1982, Parnell et al. 1988, Rogers and Smith 1995)，老鼠會捕食鳥巢裡的蛋與雛鳥，雖然沒有證據證明對鸛鷺是否有實際影響(McCrimmon *et al.*, 2001)。因為繁殖地是由許多鸛鷺聚集在一個小地區，在築巢與孵蛋期間限制人為干擾是極其重要的(Parsons and Burger 1982, Nisbet 2000)。研究指出人類慢步接近鸛鷺林到 30 公尺時，鸛鷺會開始驚飛 (Kushlan and Hafner 2000)，雛鳥孵化後，雖然成鳥很少發生棄巢，但騷動可能引起 3 周的幼鳥從巢上掉下來並且死亡(Parnell *et al.* 1988)，Nisbet(2000)指出干擾不只改變行為也會影響族群大小，。

七、營巢處經營管理

隨著社會發展，人類對自然環境的需求也日益增加，營巢處應具備良好的營巢棲息地和豐富的食物來源，環境變化都能引起營巢地的搬遷，人口增加、耕地減少、工業污染等都直接或間接造成環境改變，而影響鸛鷺的營巢處 (李 1985)，環境變化和人類活動對鸛鷺的分布具有明顯的影響 (Fasola and Barlieri 1978)。鸛鷺林中的植物因鳥糞累積覆蓋而產生毒害或死亡(許 1994)，樹林的形狀並不影響鸛鷺築巢的選擇。鸛鷺林中的築巢密度通常很高，在法國 Camargue 地區人工營造 0.25 公頃 (80 公尺長，30 公尺寬) 的繁殖島就成功吸引了 500 對的鸛鷺前來築巢繁殖，而且只利用了島的一部份面積(Perennou *et al.* 1996)，繁殖鳥類需要足夠的安全築巢點與覓食地，而且不僅要保護繁殖地，更要保護鄰近的廣闊的覓食棲地(Smith *et al.* 1980, Ewald and Rohwar 1982)。

參、研究地點與方法

一、研究地點

營巢處位於中山高中港交流道，面積約為 1.7 公頃(圖一)，本研究以此區域作為主要研究樣區。調查範圍包含大雅鄉、台中市、烏日鄉。

二、樣區設置

營巢處位於台中市，由於三種鷺科食性以魚類、兩棲類、昆蟲為主，台中市區內可供給這類食物不多，而距離營巢處約 500 公尺筏子溪流域屬於較原始的河川，食物豐富；在流域旁以水稻農業為主，鷺鷥會在稻田裡面覓食。在 2005 年前測所得資料分析，三種鷺鷥主要在筏子溪流域活動，因此在樣區設置上以筏子溪流域與流域旁設置 14 個樣區，從上流至下流依序為 N7-N1、S1-S7(圖二)，各樣點間距離約為 1 公里。

三、研究方法

研究時間為 2005 年與 2006 年兩個繁殖期（3 月~9 月），於中港交流道營巢處進行繁殖調查，從鷺鷥來到營巢處繁殖到離開期間將繁殖期區分成：早期（築巢孵卵期約 3 月~4 月）、中期（育雛期約 5 月~6 月）、晚期（幼鳥離巢期約 7 月~9 月）三個時期。

鳥類調查因環境不同或調查人力上的限制，在調查時段、調查時間長短、調查日數等可能有相當差異，為了訂定研究所需的調查方法，因此本研究在 2005 年 3 月進行鷺科繁殖期調查，三個階段根據繁殖調查研究需要設計流程如下，經由各項前測結果中得到如：

(一)、估計族群大小

(1). 觀察地點的選定

根據飛行方位計數法(Flight-line Counts)調查法，應在營巢處何處設置觀察點，經過在營巢處附近東、南、西、北四處觀察地點測試，觀察位置都無法觀看到族群的往返，最後發現離營巢處約 500 公尺，僅有高度高於營巢處附近虹揚橋是最適合，可同時觀察鷺鷥從營巢處往返覓食地的數量、方位與時間，因此以虹揚橋做為本研究估計族群數量的觀察點。

(2). 觀察時間的選定

依鷺鷥於黎明集體離巢覓食與黃昏分批返巢的習性，參考中央氣象局的預測日出前約 20 分鐘抵達與黃昏時間前往虹揚橋準備計數；從 2005 年 06 月 19 日至 2005 年 09 月 30 日進行，從圖三得到日出後鷺鷥離巢累積數量約 2 個小時達最高峰，2 個小時後鷺鷥飛離營巢處數量極少，但為了得到更接近營巢處數量故延長一個小時，至三個小時後結束觀察；回巢時間在黃昏前 2 個小時就有成群回巢現象。

依據前測得到結果從日出(約 05:00)後三個小時與黃昏前 2 個小時的時間是觀察數量最好時間，故選此時間做為觀察，每隔 10 分鐘紀錄一次數量，每週調查一次，共紀錄 23 次，觀察人數 2-3 人。

(3). 計數方法

為了在減低因調查所造成繁殖地的干擾，因此本研究採用飛行方位計數法 (Flight-line Counts) (Erwin 1983)，將方位分成四個方向依序為東北、東南、西南、西北，紀錄三種鷺鷥飛行方向與數量，觀察時利用 30 倍單筒望遠鏡、8×30 倍雙筒望遠鏡進行計數。

(二)、覓食族群調查時間與範圍的選定

(1). 調查時段之選定

野外調查時，了解何時出現最高峰族群何時出現是相當重要的，故每月作一次全天 24 小時調查，調查繁殖期野外覓食族群高峰時段。

(1).調查時間

(1-1).進行 24 小時的全天調查

依據在定點觀察鷺鷥清晨飛往覓食地，在 08:00 的時候鷺鷥數量幾乎不再離巢，故選定在 08:00 進行野外調查，每月選擇一天從 08:00 到隔天 08:00；全區調查進行一次約花四小時，所以將全天調查以四小時為一個區間，則調查時間分為：08:00-12:00、12:00-16:00、16:00-20:00、20:00-24:00、24:00-04:00、04:00-08:00，共 6 個時段，調查時間從 4 月至 9 月，共 6 次，依結果選定調查時間（圖四），野外調查人數 1-2 人。

(1-2).白天與夜間調查

白天主要以 8×30 倍雙筒望遠鏡進行調查，夜間以 8×30 倍雙筒望遠鏡進行調查利用探照燈與鷺鷥的叫聲輔助調查，並且紀錄三種鷺鷥在各樣區的數量、種類與覓食棲地。

(1-3).野外調查時間

根據 24 小時全天候調查鷺鷥，從圖四得到三種鷺鷥在 08:00-16:00 鷺鷥族群量最高，故選定 0800-1200 與 1200-1600 做為調查時間，每週調查二次，共 50 次。

(2).調查路線

調查初期選擇不同路線，把數量較多的路線連貫，訂出確定的調查路線，在 2005 年 7 月起固定該路線進行穿越線調查與定點調查(圖五)。

(3).調查範圍

根據前述文獻指出鷺鷥在繁殖期間覓食距離通常選擇距離營巢處 4 公里左右，在調查範圍選定參考前人研究並往外延伸 2 公里，2005 年範圍在營巢處南、北半徑約六公里、東約一公里、西約三公里，調查結果發現三種鷺鷥分布主要範圍在筏子溪流域與流域旁的農田地，並且發現六公里數

量比五公里多(圖六) , 所以在 2006 年調查範圍在往外延伸, 發現在七公里處極少數的鷺鷥, 故選擇七公里為調查範圍; 而東、西再往外延伸並沒有發現更多的族群量, 故維持一樣的調查範圍。

研究範圍內從北到南以一公里為一個區間, 共分成 14 個樣區, 由北至南分別為 N7-N1、S1-S7, 在每個小樣區記錄鷺鷥的數量、種類與覓食的棲地類型。

(4). 棲地類型

棲地類型參考前人研究 (黃 1996) 並依野外觀察三種鷺鷥覓食利用棲地類型分類為: 水稻田、草澤地、溪流、水道、水池等五種不同的環境類型。

四、統計分析

利用線性迴歸檢視覓食棲地面積大小與鷺鷥數量是否有差異。

肆、結果

本研究於 2005 年與 2006 年鷺鷥繁殖期(3 月~9 月)進行，將研究成果分成三部份：(1) 鷺鷥族群數量；(2) 覓食範圍；(3) 飛行方位與棲地利用類型，分述如下。

一、估計鷺鷥族群量

(一)、鷺鷥飛離營巢處數量

繁殖調查期間在營巢處附近制高點觀察族群數量，2005 年調查期間共進行了 21 次觀察，繁殖期間採總量計數。小白鷺、夜鷺與黃頭鷺在日出(04:40-05:10)前便開始離巢，日出後 2 小時到 2 個半小時就幾乎沒有離巢的鷺鷥(圖三 a)；黃昏前 2 個小時前開始有回營巢處行為，黃昏前半個小時數量最多(圖三 b)。

2006 年繁殖期開始分種類計數，共進行了 23 次的觀察，小白鷺在清晨離巢 05:30 數量開始增多，06:30 數量開始減少；黃昏回營巢處則在 18:00 數量達高峰(圖七)。夜鷺清晨在 05:50 增加離巢數量，07:00 數量開始減少；黃昏回營巢處在 17:50 數量達高峰，在 18:40 數量減少(圖八)。黃頭鷺在清晨離巢日出 05:50 數量增多，在 07:00 數量減少；黃昏回營巢處在 18:00 數量達高鋒(圖九)。

在 2006 年繁殖期調查，在 2006 年 3 月 21 日發現小白鷺最先築巢其次是夜鷺與黃頭鷺；繁殖期結束夜鷺是最先離開其次是黃頭鷺與小白鷺，利用飛行計數法得到三種鷺鷥繁殖族群為：小白鷺最多($n=362\pm55$)其次是黃頭鷺($n=202\pm49$)、夜鷺($n=171\pm34$)(表一)。從每月數量差異來看，小白鷺與夜鷺在八月族群數量達最高峰($n=374\pm67$ 、 175 ± 45)，黃頭鷺在七月族群

量就已達高峰($n=206\pm48$)(圖十)。

(二)、野外調查數量

2006 年野外調查所觀察到全部的數量佔營巢處觀察數量約 82%，三種鷺鷥在野外所調查的數量佔營巢處的數量比較各為：小白鷺 91%、夜鷺 77%、黃頭鷺 78%。從圖十一得知三種鷺鷥主要覓食族群集中在西半部，且從表二、三看出在西半部主要的以筏子溪與水稻田為主的覓食區域。

在 2005 年沒有三種鷺鷥族群個別數量，所以無法得知三種個別族群數量在兩年間的數量上的變化，在 2005 年與 2006 年兩年間中港交流道鷺鷥營巢處總族群數量穩定(圖十二)。

二、覓食距離

從兩個時段(08:00-12:00、12:00-16:00)發現三種鷺鷥群集中在 N4-S4 樣區內，離營巢處往北/南約 4 公里內數量最多，在兩個時段數量上分別各佔 86%($498\pm$ 隻/次)、83%($480\pm$ 隻/次)(圖十三)；三種分別各佔：小白鷺 87%($259\pm$ 隻/次)、85%($253\pm$ 隻/次)(圖十四)；夜鷺 81%($103\pm$ 隻/次)、84%($107\pm$ 隻/次)(圖十五)、黃頭鷺 89%($137\pm$ 隻/次)、82%($127\pm$ 隻/次)(圖十六)。

各樣區的棲地類型面積(表四)，三種鷺鷥在各樣區的數量分布，2006 年繁殖期，從三個繁殖階段分佈得知在樣區 N3 至 S3 是小白鷺在繁殖期覓食地區數量最多($n>30$)(圖十七 a)；但在不同時期分布的樣區有些許的差異，早期主要在樣區 N2、S1、S3($n>30$)(圖十七 b)、中期分布在樣區 N3、N1、S1、S2、S3($n>30$)(圖十七 c)；晚期集中在樣區 N3、N2、N1、S1($n>30$)(圖十七 d)。

2006 年繁殖期，從三個繁殖階段分佈得知在樣區 S1、S2、S3(n>15) 是夜鷺在繁殖期覓食樣區數量最多(圖十八 a)；早期主要在樣區 N1、S1、S2、S3(n>15) (圖十八 b)、中期在樣區 N1、S1、S2、S3(n>15) (圖十八 c)；晚期集中在樣區 N3、N1、S1、S2、S3 (n>15) (圖十八 d)。

2006 年繁殖期，從三個繁殖階段分佈得知黃頭鷺繁殖期在樣區 N3、N2、N1、S2(n>20)覓食數量最多(圖十九 a)；在早期主要在樣區 N4、N3、N2、S2(n>20) (圖十九 b)、中期分布在樣區 N3、N1、S2 (n>20) (圖十九 c)、晚期集中在樣區 N2、N1、S2(n>20) (圖十九 d)。

三、飛行方位與棲地利用類型

三種鷺鷥從營巢處往/返覓食地飛行方位超過百分之六十(圖二十)集中在營巢處西半部；分別各佔：小白鷺 62.9%(n=205) (圖二十)一、夜鷺 64.5%(n=107) (圖二十二)與黃頭鷺 65.5%(n=128)(圖二十三)。

2006 年繁殖期間，小白鷺與夜鷺主要是在筏子溪流域覓食，黃頭鷺則是在流域附近的農田；在兩個時段三種鷺鷥在主要覓食區域分別為：小白鷺溪流覓食為 58.2%、58.9%、夜鷺溪流覓食為主 61.8%、70.8%；黃頭鷺在水稻田為 63%、50.3%(表五)。

三種鷺鷥於 14 個樣區的覓食棲地數量(圖二十四)，小白鷺在稻田與水池會受到覓食面積大小的影響($P<0.05$)；在草澤、溪流與溝渠則不受到棲地面積影響($P>0.05$)(表六)。夜鷺在稻田、溝渠與水池的覓食面積大小的影響($P<0.05$)；草澤與溪流棲地面積則不受到棲地面積影響($P>0.05$) (表七)。黃頭鷺在水池的覓食面積大小的影響($P<0.05$)；稻田、草澤、溪流與溝渠棲地面積則不受到棲地面積影響($P>0.05$) (表八)。

2006 年繁殖期中有 2 次的水稻田收成，在水稻田的收成小白鷺與黃頭鷺覓食的數量增加(表九)，夜鷺則沒有明顯的增加情形。

伍、討論

一、估計鷺鷥族群量

在計數族群數量上，清晨與黃昏在某些時段會有大批鳥群陸續(數量約 50 隻)往/返繁殖地，在計數上會有重疊或估算錯誤的可能，一天發生大批同時往/返繁殖地約有 2-3 次。

根據飛行計數法只能計數鷺鷥飛離營巢處的數量，無法得知在巢區的族群；根據鷺鷥的繁殖行為(朱 2000)，在孵卵期間親鳥其中一隻會留在巢區孵卵，因此，利用飛行計數在孵卵期得到的數量可能是營巢處數量的一半，則可能真實數量應是鷺鷥飛離營巢處數量的 2 倍，所以在中港交流道的總族群數約為 1500-2000 隻鷺鷥；小白鷺約 $602 \pm$ 隻、夜鷺約 $304 \pm$ 隻、黃頭鷺 $326 \pm$ 隻。

在 2005 年繁殖期只發現在 A 區的樹林有繁殖現象(圖一)，同年 7 月海棠颱風產生的焚風效應，造成 A 區營巢處的樹林樹葉枯萎，使三種鷺鷥從 A 區移往 B 區停棲，但是鷺鷥族群數並沒有減少；2006 年 3 月在 B 區發現鷺鷥群聚集，而 5 月中旬 A 區才開始有繁殖族群。

在晚期鷺鷥族群並沒有增加趨勢反而有減少，推測原因有：(1)中港交流道營巢處鷺鷥族群根據林文隆 2003-2004 年繁殖季的調查(未發表)，每巢成功孵化約 1.6 隻，加上營巢處位於交流道旁，內部又有水溝，造成每年約 100-250 隻成幼鳥被車子撞死或溺水死亡；另外有貓、狗等捕食者會進入營巢處捕食。(2) Custer and Galli(2002)提到在繁殖期中，停留在營巢處的鷺鷥族群並不一定都是有繁殖能力；所以推測在中港交流道繁殖期還沒結束時，可能有部份沒有配偶或沒有繁殖能力的族群，會先遷移到渡冬地等待

渡冬。

從 2005 年與 2006 年調查情況來看，鷺鷥鳥類的數量有增加，增加的原因主要有以下三個方面：(1)附近有筏子溪、農田為鳥類提供充足的食物來源；(2)營巢處的樹林提供了棲息地和繁殖場所；(3)由於營巢處在交流道旁，受人為干擾和破壞的機會較少，所以選擇此做為繁殖地。

二、覓食距離

由調查結果顯示三種鷺鷥集中筏子河流域覓食，超過 80%在 4 公里範圍內，與許多在繁殖期文獻覓食範圍相似(Smith 1995, Nemeth *et al.* 2005b)，在不同的飛行距離可能會影響到捕食次數與撫育負擔(Smith 1995)。而晚期增加的族群數推測可能是亞成鳥離開營巢處到覓食地所造成的。有研究指出當亞成鳥離巢飛往覓食地會在近營巢處，成鳥則會選擇在遠的地方(Rodger and Nesbitt 1979, Custer and Galli 2002)，但本研究調查紀錄並沒有分成亞成鳥，所以無法辨別成亞成鳥分布是否有差異。本研究結果顯示鷺鷥族群會向營巢處周圍覓食地遞減情形，Nemeth *et al.*(2005a)提到鷺鷥的覓食個體數量會隨著遠離繁殖地而減少，但在張(1997)提到鷺鷥族群沒有以巢為中心而向四周遞減的趨勢，推測可能的原因當時在筏子溪至少有 2 處營巢處，所以在覓食族群可能會有重疊現象，因此可能無法較準確判定覓食地的鷺鷥覓食族群是否會向周圍遞減。

在 4 公里範圍內可容納中港交流道營巢處達 80%以上的族群，但本研究並沒有各樣區內做食物量分析，故無法判斷三種鷺鷥是因為食物豐富而有所差異，而 Frederick and Spalding (1994)研究指出成鳥會放棄選擇較遠的覓食地，不是因為體力上的負擔，而是增加飛行距離會降低撫育雛鳥次數。

三、飛行方位與棲地利用類型

飛行方位的選擇在三種不同鷺鷥間可能可以反應不同地區與時間可利用的食物資源，這三種鷺鷥在覓食生態上有部份重疊與類似的飛行模式，小白鷺與夜鷺飛行方位類似，這兩種在棲地與食物上有很多部份重疊；而黃頭鷺食物主要是無脊椎動物。根據在鷺鷥營巢處對鷺鷥清晨與黃昏進行覓食飛行方位觀察，分析結果得到三種鷺鷥有固定往/返營巢處的飛行方向，三種鷺鷥的飛行方向類似，都往西方飛行，推測可能西方可覓食面積多且筏子溪也在西方，顯示飛行方向與覓食地的分佈是一致的。有學者提出可能與方便覓食地出入有關因素(Kazantzidis et al. 1997, 文 1998)；而在伍(2001)進一步分析結果發現鷺鷥的巢位選擇通常會築在通往覓食地方向，但本研究並沒有做鷺鷥的巢位分布，所以無法得知巢位是否會影響飛行方向。Burger(1978)指出個體大、競爭能力強的鷺鷥會佔據最有利位置，除上述原因，影響覓食飛行方向原因還有到達繁殖地的時間與食性的差異(葉 2006)。

？種鳥類都有自己利用的覓食地，從覓食地調查可看出三種鷺鷥在棲地利用有許多相似性，本研究顯示在農業收成(3月、6月)鷺鷥會有增加覓食的情形，顯示在水稻收割後會增加食物豐度，而 Fasola(1986)研究比較五種鷺鷥的覓食棲息地，五種鷺鷥都利用稻田，顯示在稻田有高的生態位重疊，但鷺鷥利用稻田只有 2 個月時間。

結論與建議

本研究中結果顯示，三種鷺鷥的活動時間主要集中在 08:00-12:00 與 12:00-16:00 兩時段中，而夜鷺在繁殖期覓食型態會變成全天覓食。而在活動範圍上，三種鷺鷥主要集中離營巢處 4 公里範圍內覓食。鷺鷥對人類活動會產生較大的敏感，在研究中發現有人為活動的地方鷺鷥出現覓食機率極低，若能在 4 公里範圍內人為活動頻繁區域設置緩衝區，為鷺鷥營造安全的覓食環境，應可吸引更多鷺鷥前來覓食。離營巢處 4 公里是主要的覓食核心區域，若將來筏子溪的整治工作在不破壞原有的河川生態又可改善水質，使筏子溪的生物更豐富，亦可提供其他鳥類作為棲息地。

鷺鷥主要食物為魚類與部分昆蟲，而溼地可提供這些食物來源，理想的鷺鷥營巢處必須具備三方面條件：1、有良好的營巢區；2、良好的覓食區，且與營巢處的距離 500 公尺最好(朱 1998)；3、良好的隱密性，三個因素能為鷺鷥營造安全的棲息環境。營巢處位於交流道內，四周圍繞著道路，雖然車輛的干擾很大，但高速公路交流道阻絕了人、貓與狗的接近，因此提供繁殖場所絕佳的保護。

筏子溪流域僅存鷺鷥營巢處，從 2005 年與 2006 年的調查情形，鷺鷥族群數量有增加趨勢，如要維持鷺鷥穩定營巢處重要兩個因素：1、繁殖期間(3 月-9 月)限制人為干擾，特別在築巢與孵卵的關鍵時期；2、許(1994)指出鳥糞累積覆蓋而產生毒害或死亡，所以在繁殖期結束後，進入營巢處除草與整地，且將干擾的領域減到最小。

藉由本研究中覓食範圍與棲地利用之結果，若針對中港路交流道鷺鷥營巢處進行經營管理，筏子溪流域及其周邊環境之環境品質與食物資源將

會是影響鷺鷥鳥類在未來是否仍在該地點進行繁殖的重要因素。

筏子溪流域不但有豐富的鳥類資源特別是數量最多的鷺鷥，具有獨特的地理優勢和較大的生態旅遊發展，在陸地與水面上開闢觀賞鳥旅遊路線，陸地觀賞旅遊路線主要觀看鷺鷥營巢處；水上觀光賞鳥路線可設在離營巢處 4 公里核心區域內的筏子溪流域為主要路線，在核心區域內搭設觀鳥台；4 公里外緩衝區以垂釣、水上遊樂、餐飲等娛樂附屬設施，發展多種形式的旅遊活動。

陸、參考文獻

- 文禎中、王慶林。1998。鷺科鳥類種間關係的研究。生態學雜誌 17 (1) :27-34。
- 王博、陳小麟、林清賢、周曉平、朱開建、上官榆勁。2005。廈門鷺類集群營巢地分布及其生境特性的研究。廈門大學學報 44 (5) :734-737。
- 中央氣象局。中央氣象局日出日沒時刻表。
<http://www.cwb.gov.tw/>
- 伍烈、陳小麟、胡慧娟、陳劍榕、謝海生。2001。廈門白鷺自然保護區鷺類繁殖的空間分布。廈門大學學報 40 (4): 979-983。
- 朱曦、楊士德、鄒小平、政懂。2001。浙江鷺類資源現狀及其保護對策。動物學雜誌 36 (4) :37-40。
- 朱曦、楊士德、鄒小平、陳偉貞、任金波。2000。夜鷺繁殖習性與生長發育研究。動物學雜誌 21 (1) :58-64。
- 朱曦、章立新、梁峻、宣志燦。1998。鷺科鳥類群落的空間生態位和種間關係。動物學研究 19 (1): 45-51。
- 李建國、余志偉、鄧其祥、陳鴻熙。1985 繁殖期中鷺類混合群體的協調與維持。野生動物 5:21-24
- 黃立明。1996。台中土筏子溪溪流鳥類群聚結構與河流廊道型態之關係。碩士論文。東海大學環境科學研究所碩士論文。台中。
- 張晏銓。1997。台中市筏子溪小白鷺與夜鷺時空分布之研究。碩士論文。東海大學環境科學研究所碩士論文。台中。
- 許曉華。1994。鷺鳥群影響築巢處樹林及林地之研究。中興大學植物所碩士論文。台中。
- 陳炳煌、顏重威。1977。台灣地區鷺鷥營巢處現況調查。交通部觀光局出版。台北。
- 葉芬、黃乘明、李漢華。2006。廣西防城 7 種鷺類混群繁殖的空間生態位研究。四川動物 25 (3) :577-583。
- 顏重威。1992。台灣中、南部鷺鷥營巢處的分布。自然科學博物館學報 3: 247-257。
- 顏重威。1991。台灣中部三種鷺鷥幼雛的食性。台灣省立博物館半年刊 44 309-320。
- Arendt, J. W., and I. A. Arendt. 1988. Aspects of the breeding biology of the Cattle

Egret *Bubulcus ibis* in Montserrat, West Indies and its impact on the nest vegetation. *Waterbirds* 11:72-84.

- Bancroft, G. T., A. M. Strong, R. J. Sawicki, W. Hoffman and S. D. Jewell. 1994. Relationships among wading bird foraging patterns, Colony locations, and hydrology in the Everglades. Pages 615-657 in *Everglades: The ecosystem and its restoration* (S. M. Davis and J. G. Ogden, Eds.). St. Lucie Press, Delray Beach, Florida.
- Baxer, G. S. 1994. The influence of synchronous breeding natal tree position and rainfall on egret nesting success. *Waterbirds* 17:120-129.
- Beaver, D. L., R. C. Osborn, and T. W. Custer. 1980. Nest site and colony characteristics of wading birds in selected Atlantic coast colonies. *Wilson Bull* 92:200-220.
- Bryan, A. L., and M. C. Coulter. 1987. Foraging flight characteristics of wood stork in east-central Georgia, USA. *Colonial Waterbirds* 10:157-161.
- Burger, J. 1982. An overview of proximate factors affecting reproductive success in colonial birds: Concluding remarks and summary of panel discussion. *Colonial Waterbirds* 5: 58-65.
- Burger, J. 1979. Resource Partitioning: Nest site selection in mixed species colonies of Herons, Egrets and Ibises. *American Midland Naturalist* 101(1):191-210.
- Custer, T. W., and R. G. Osborn. 1977. Wading birds as biological Indicator: 1975 Colony Survey U. S. Dept. of Interior, Fish and Wildlife Service Special Scientific Report. Wildlife,206.
- Custer, C. M., and J. Galli. 2002. Feeding habitat selection by Great Blue Herons and Great Egrets nesting in East Central Minnesota. *Waterbirds* 25:115-124.
- Davis, W. E., Jr. 1993. Black-crowned Night-Heron (*Nycticorax nycticorax*). In *The Birds of North America*, No. 74 (A. Poole and F. Gill, Eds.). Philadelphia: The Academy of Natural Sciences; Washington, D.C.: The American Ornithologists' Union.
- Dimalaxis, A., and M. Pyrovetsis. 1997. Effect of water level fluctuation on wading bird foraging habitat use at an irrigation reservoir, Lake Kerkini, Greece.

- Colonial Waterbirds 20(2): 244-252.
- Drent, R. H., and S. Daan. 1980. The prudent parent: Energetic adjustments in avian breeding. *Ardea* 68:225-252
- Erwin, R. M. 1983. Feeding habitats of nesting and wading birds: Spatial use and social influences. *Auk* 100: 960-970.
- Ewald, P. W., and S. Rohwer. 1982. Effects of supplemental feeding on timing of breeding, Clutch-size and polygyny in Red-Winged Blackbirds *Agelaius phoeniceus*. *The Journal of Animal Ecology* 51:429-450.
- Fasola, M. 1986. Resource use of foraging herons in agricultural and nonagricultural habitats in Italy. *Colonial Waterbirds* :139-148.9
- Fasola, M. 1994. Opportunistic use foraging resources by Heron Communities in Southern Europe. *Ecography* 17(2):113-123.
- Fasola, M. and F. Barbieri. 1978. Factors affecting the distribution of heronries in Northern Italy. *Ibis* 120:537-540.
- Fasola, M., and X. Ruiz. 1997. Rice farming and waterbirds: Integrated management in an artificial Landscape. Pages 210-235 in *Farming and Birds in Europe* (D. Pain and M. W. Pieckowski, Eds.). Academic Press, London.
- Frefderick, P. C. and M. W. Collopy. 1988. Reproductive ecology of wading birds in relation to water conditions in the Florida Everglades. Florida Cooperative Fish and Wildlife Research Unit and University of Florida School of Forest Resources and Conservation Technical Report 30.
- Frederick, P. C., and M. G.. Spalding. 1994. Factors affecting reproductive success by wading birds (Ciconiiformes) in the Everglades. Pages 651-691 in *Everglades: The ecosystem and its restoration* (S. M. Davis and J. C. Ogden, Eds.). St. Lucie Press, Delray Beach, Florida.
- Gibbs, J. P. 1991. Spatial relationships between nesting colonies and foraging areas of Great Blue Herons. *Auk* 108:764-770.
- Gibbs, J. P. and L. K. Kinkel 1997. Determinants of the size and location of Great Blue Heron Colonies. *Waterbirds* 20:1-7.
- Guester, G. M. and J. Galli 2002. Feeding habitat selection by Great Blue Herons and Great Egrets nesting in East Central Minnesota. *Waterbirds* 25(1):115-124.

- Hafner, H., P. J. Dugan, and V. Boy. 1987. Herons and Wetlands in the Mediterranean: Development of indices of quality assessment and management of Mediterranean wetland ecosystems. Unpublished report of the Third Environment Research Program of the Commission of European Communities.
- Hafner, H. 2000. Heron nest site conservation. Pp. 201-215 in A. J. Kushlan and H. Hafner, eds. Heron conservation. San Diego, U.S.A.: Academic Press.
- Hamilton, W. J., W. M. Gilbert, F. H. Heppner, and R.J. Planck. 1967. Starling roost dispersal and hypothetical mechanism regulating rhythmical animal movement to and from dispersal Centres. *Ecology* 48:825-833
- Hellebrekers, W. P. J., and A. Hoogerwerf. 1967. A Further contribution to our ecological knowledge of the island of java (Indonesia). *Zoo. Verhandelingen* 88:1-167.
- Hilaluddin, A. Sultana, A. Khan, H. S. A. Yahya, and R. Kaul. 2006. Nesting ecology of Cattle Egrets and Little Egrets in Amroha, Uttar Pradesh, India. *Forktail* 22:133-136
- Jenni, D. A. 1969. A study of the ecology of four species of Herons during the breeding season at lake Alice, Alachua County, Florida. *Ecological Monographs* 48:245-270.
- Kazantzidis, S., V. Goutner, M. Pyrovetsi, and A. Sinis. 1997 Comparative nest site selection and breeding success in 2 sympatric Ardeids, Black-Crowned Night-Heron (*Nycticorax nycticorax*) and Little Egret (*Egretta garzetta*) in the Axios Delta, Macedonia, Greece. *Colonial Waterbirds* 20:(3)505-517
- Krebs, J. R. 1974. Colonial nesting and social feeding as strategies for exploiting food resources in the Great Blue Heron (*Ardea herodias*). *Behaviour* 51:99-134.
- Kushlan, J. A. 1981. Resource use strategies of wading birds. *Wilson bulletin* 93:145-163.
- Kushlan, J. A. 1993. Colonial waterbirds as bioindicators of environmental change. *Colonial Waterbirds* 16: 223-251.
- Kushlan, J. A. and H. Hafner. Eds. 2000. Heron conservation. Academic Press.
- Marion, L. 1989. Territorial feeding and colonial breeding are not mutually exclusive:

- The case of Grey Heron (*Ardea cinerea*). *The Journal of Animal Ecology* 58:693-710.
- Mckilligan, N. G. . 1997. A Long Term Study of Factors Influencing the Breeding Success of the Cattle Egret in Australia. *Colony Waterbirds* 20:419-428.
- McCrimmon, D.A., Jr., J.C. Ogden, and G.T. Bancroft. 2001. Great Egret (*Ardea alba*). In the birds of North America, No. 570 (A. Poole and F. Gill, eds) *The Birds of North America Inc.*, Philadelphia, PA.
- Morrison, M. L., B. G. Marcot, and R. W. Mannan. 1998. Wildlife-habitat relationship, In: *Concepts and Applications, Seconded*. The University of Wisconsin Press, Madison, USA.
- Negro, J. J., F. Hiraldo, and J. A .Donazar. 1997. Causes of natal dispersal in the lesser kestrel: Inbreeding avoidance or resource competition? *The Journal of Animal Ecology* 66:640-648.
- Nemeth, E., and A. Schuster. 2005a. Spatial and temporal variation of habitat and prey utilization in the Great White Egret *Ardea alba* at lake Neusiedl, Austria. *Bird Study* 52:129-136.
- Nemeth, E., P. Bossew, and C. Plutzer. 2005b. A distance-dependent estimation of foraging Ranges of neighboring bird colonies. *Ecological Modelling* 182:67-73.
- Nisbet, I.C.T. 2000. Disturbance, habituation, and management of waterbird colonies. *Waterbirds* 23: 312-322.
- Pain, D. J., and M. W. Pienkowski. 1996. *Farming and birds in Europe: the Common Agricultural Policy and its Implications for Bird Conservation*. Academic, London.
- Pain, D. J., and J. Dixon. 1997. Why farming and birds in Europe? Pages 1-25 in *Farming and Birds in Europe* (D. Pain and M. W. Pieckowski, Eds.). Academic Press, London.
- Parnell, J.F., D. G. Ainley, H. Blokpoel, B. Cain, W. Custer, J. L. Dusi, S. Kress, J. A. Kushlan, W. E. Southern, L. E. Stenzel, and B. C. Thompson. 1988. Colonial waterbird management in North America. *Colonial Waterbirds* 11: 129-169.
- Parsons, K.C. and J. Burger. 1982. Human disturbance and nestling behavior in Black-crowned Night Herons. *Condor*. 84: 184-187.

- Perrenoi, C., N. Sadoul, O. Pineau, A. Johnson, and H. Hafner. 1996. Management of nest sites for colonial waterbirds. Tour du Valat. France.
- Perkins, A. J., M. J. Whittingham, R. B. Bradbury, J. D. Wilson, A. J. Morris, and P. R. Barnett. 2000. Habitat characteristics affecting use of lowland agricultural grassland by birds in winter. *Biological Conservation* 95:279-294.
- Rogers, Jr., J. A., and S. A. Nesbitt. 1979. Feeding energetics of herons and ibises at breeding colonies. *Proceedings of the Colonial Waterbird Group* 3:128-132.
- Rodgers, J.A., Jr, H. T. Smith. 1995. Little Blue Heron (*Egretta caerulea*). *The birds of North America*, No. 145 (A. Poole and F. Gill eds.). The Birds of North America Inc. Philadelphia, PA.
- Rosenzweig, M. E. 1981. A theory of habitat selection. *Ecology* 62:327-335.
- Schoener, T. W. 1974. Resource partitioning in ecological communities. *Science* 185:27-39.
- Smith, J. M. N., R. D. Montgomerie, M. J. Taitt, and Y. T. Yoram. 1980. A winter feeding experiment on an island Song Sparrow population. *Oecologia* 47:164-170.
- Smith, J. P. 1995. Foraging flights and habitat use of nesting wading birds (Ciconiiformes) at Lake Okeechobee, Florida. *Colonial waterbirds* 18(2)139-158.
- Steinkamp, M. J., B. Peterjohn, V. Byrd, and R. Lowe. 2000. Breeding season population census techniques for seabirds and colonial waterbirds throughout continental North America – 25 October 2000 draft. (www.nawcp.org/plan/toolbox.html), North American Waterbird Conservation Plan, Washington, DC.
- Telfair, R.C. 1994. Cattle Egret (*Bubulcus ibis*). In *The Birds of North America*, No. 113 (A. Poole and F. Gill, Eds.). Philadelphia: The Academy of Natural Sciences; Washington, D.C.: The American Ornithologists' Union.
- Thompson, D. H. 1978. Feeding areas of Great Blue Herons and Great Egrets Nesting within the flood plain of the upper Mississippi river. *Proceedings of the Colonial Waterbird Group* 2:202-213.
- Tourenq, C., S. Benhamou, N. Sadoul, A. Sandz, F. Mesleard, J. L. Martin, and H. Hafner. 2004. Spatial relationships tree-nesting Heron colonies and rice fields in

- the Camargue, France. *The Auk* 121(1):192-202.
- Voisin, C. 1991. *The herons of Europe*. T&AD Poyser, London, UK.
- Wittenberger, J. F. and G. L. Hunt, Jr. 1985. The adaptive significance of coloniality in Birds. Pages 1-79 in *Avian Biology VIII* (D. S. Farner, J. R. King, and K. C. Parkes, Eds.). Academic Press, New York.
- Wong, L. C., T. Corlett, L. Young, and J. S. Y. Lee. 1999. Foraging flights of nesting egret and herons at a Hong Kong Egrettry, South China. *Waterbirds* 22(3):423-434.

表一、2006 年繁殖期觀察三種鷺鷥族群數量(全期 n=23、早期 n=5、中期 n=7、晚期=11)。

			小白鷺	夜鷺	黃頭鷺
早期	清晨	平均量	301±67	152±43	163±38
		最大量	371	169	179
	黃昏	平均量	281±44	102±31	152±42
		最大量	325	124	175
中期	清晨	平均量	347±51	167±21	183±44
		最大量	394	172	218
	黃昏	平均量	319±46	159±30	171±31
		最大量	353	162	196
晚期	清晨	平均量	362±55	171±34	202±49
		最大量	422	179	255
	黃昏	平均量	332±52	155±41	189±41
		最大量	382	165	232
全期		平均量	349±63	167±59	193±61
		最大量	422	179	255

表二：2006 年觀察 23 次三種鷺鷥從營巢處往返每個方位的覓食地的平均，每個角度以 90 度紀錄 (a) 小白鷺、(b)夜鷺、(c) 黃頭鷺、(d)全部數量。

(a). 小白鷺

區域	飛行數量±SD	飛行數量/總數(%)
東北	53±13	16.3
東南	68± 22	20.8
西南	113±43	34.7
西北	92± 41	28.2
總數		100

(b). 夜鷺

方位	飛行數量±SD	飛行數量/總數(%)
東北	22±12	13.5
東南	37±19	22
西南	58±23	35.1
西北	49±18	29.4
總數		100

(c). 黃頭鷺

方位	飛行數量±SD	飛行數量/總數(%)
東北	30±16	15.1
東南	38±11	19.4
西南	74±19	37.9
西北	54±23	27.6
總數		100

(c). 全部數量

方位	飛行數量±SD	飛行數量/總數(%)
東北	105±28	15
東南	142±31	20.7
西南	246±49	35.9
西北	195±38	28.4
總數		100

表三：小白鷺、夜鷺與黃頭鷺在每個方位覓食棲地面積

	水稻田	草澤地	溪流	水道	水池
東北	4.1	2.6	2.6	0.7	0.02
東南	5.2	2.9	2.2	0.8	0.03
西南	6.8	3.6	3.8	1.3	0.3
西北	6.7	3.5	3.2	1	0.04

表四、每個樣區各類型棲地面積(單位:平方公里)

樣區	水稻田	草澤地	溪流	水道	水池	總面積
N7	1.6	0.9	0.1	0.2	0	3.9
N6	1.9	0.6	0.6	0.2	0.03	4.3
N5	1.4	1.1	0.6	0.3	0	4.5
N4	1.8	0.8	0.8	0.3	0.02	4.1
N3	1.3	0.9	0.9	0.2	0.01	4.6
N2	1.5	1.1	1.1	0.2	0	4.4
N1	1.3	0.7	1.1	0.3	0	4.2
S1	1.2	0.9	0.9	0.4	0.3	5.1
S2	1.5	1	0.7	0.5	0.02	4.9
S3	1.6	0.8	1	0.3	0.01	4.7
S4	1.8	1.1	1	0.2	0	4.2
S5	1.9	1.2	0.9	0.2	0.01	4.5
S6	2.1	0.9	0.7	0.3	0	4.6
S7	1.9	0.6	0.8	0.2	0	4.3

表五、三種鷺鷥在樣區的覓食棲地類型之分布(%) (A 為 08:00-12:00、B 為 12:00-16:00)

	小白鷺		夜鷺		黃頭鷺	
	A	B	A	B	A	B
水稻田	17.5	16.7	5.7	2.8	63.0	50.3
草澤地	5.7	4.4	4.5	1.4	26.7	26.9
溪流	58.2	58.9	61.8	70.8	6.2	4.1
水道	15.5	18.5	20.4	18.1	2.3	16.4
水池	3.0	1.5	7.6	6.8	1.8	2.3

表六、2006 年繁殖期，小白? 在 14 樣區內利用線性迴歸檢視覓食棲地大小與數量的關係。

	F	P
稻田	12.6855	0.003912
草澤	0.092004	0.766839
溪流	0.2562271	0.621865
水道	2.482356	0.141113
水池	41.23839	3.3E0.5

表七、2006 年繁殖期，夜鷺在 14 樣區內利用線性迴歸檢視覓食棲地大小與數量的關係。

	F	P
稻田	5.794286	0.033085
草澤	0.154128	0.701505
溪流	2.278856	0.157022
水道	5.214557	0.041412
水池	22.63247	0.000466

表八、2006 年繁殖期，黃頭鷺在 14 樣區內利用線性迴歸檢視覓食棲地大小與數量的關係。

	F	P
稻田	1.42669	0.255384
草澤	0.88039	0.366597
溪流	1.765324	0.208675
水道	0.119601	0.735455
水池	5.498237	0.037059

表九、2006年3月與6月小白鷺與黃頭鷺在水稻收成前後的覓食變化
(A.08:00-12:00、B.12:00-16:00)。

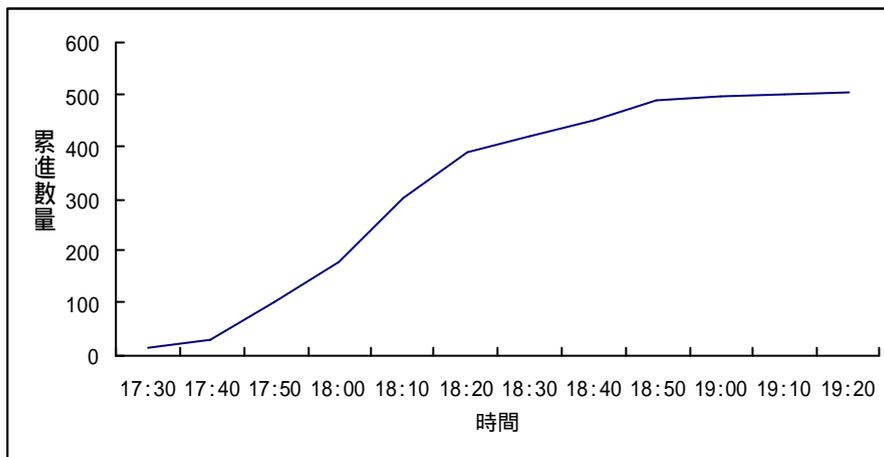
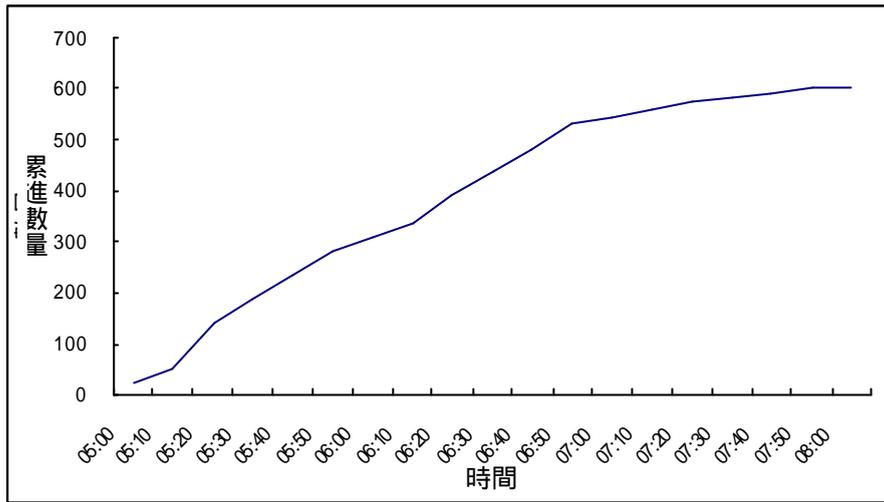
小白鷺				黃頭鷺				夜鷺			
收成前		收成後		收成前		收成後		收成前		收成後	
A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
5.9%	6.2%	29.3%	27.2%	55%	41%	71%	59%	3%	2.4%	3.4%	2.7%



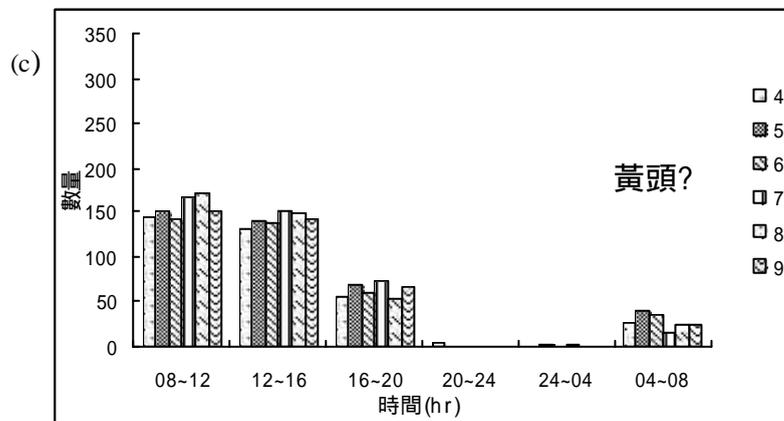
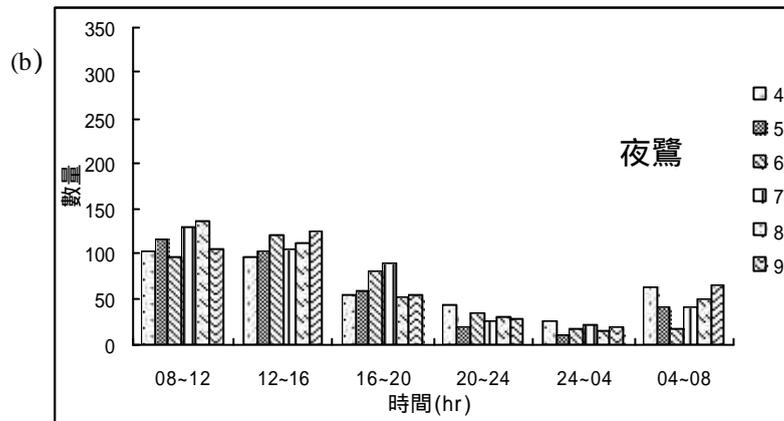
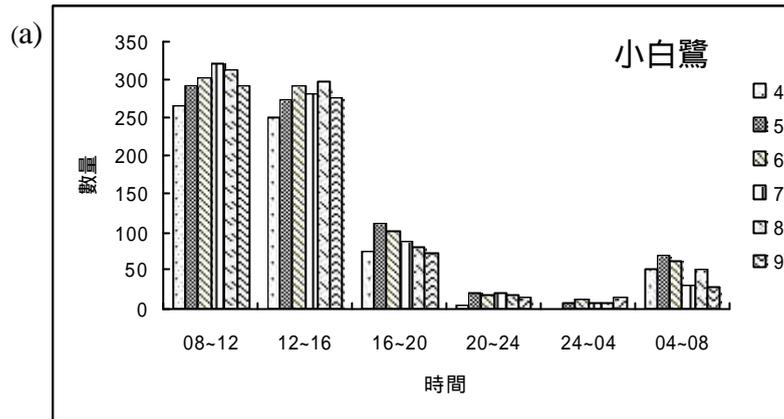
圖一、研究地點為中山高中港交流道旁的鸞鸞營巢處，2005 年只有在 A 處有繁殖紀錄，2006 年繁殖期 A、B 兩處皆有繁殖。



圖二、樣區設置圖



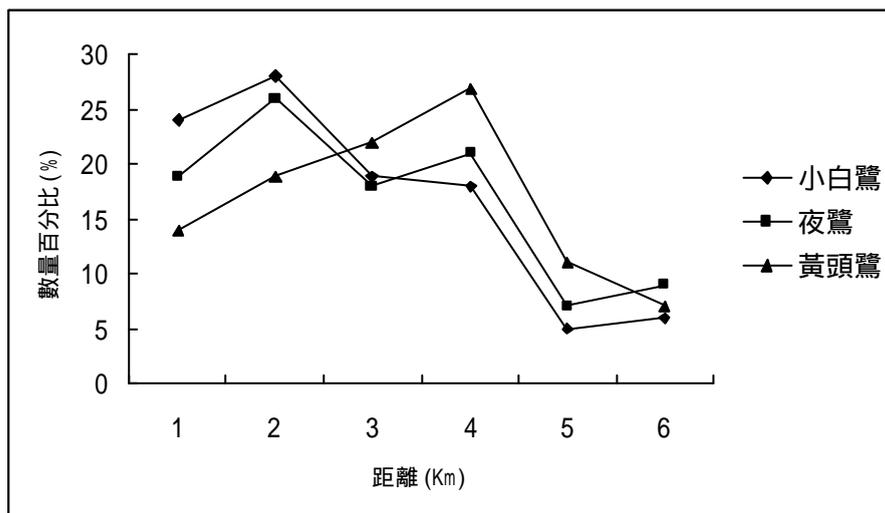
圖三、2005 年繁殖期間從虹揚橋觀察鷺鷥清晨與黃昏往/返數量(a.清晨、b.黃昏)。



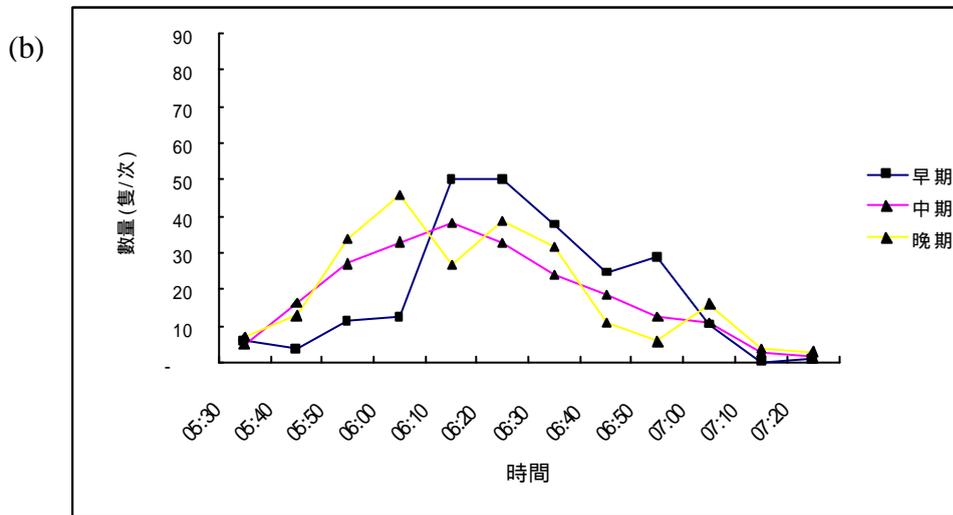
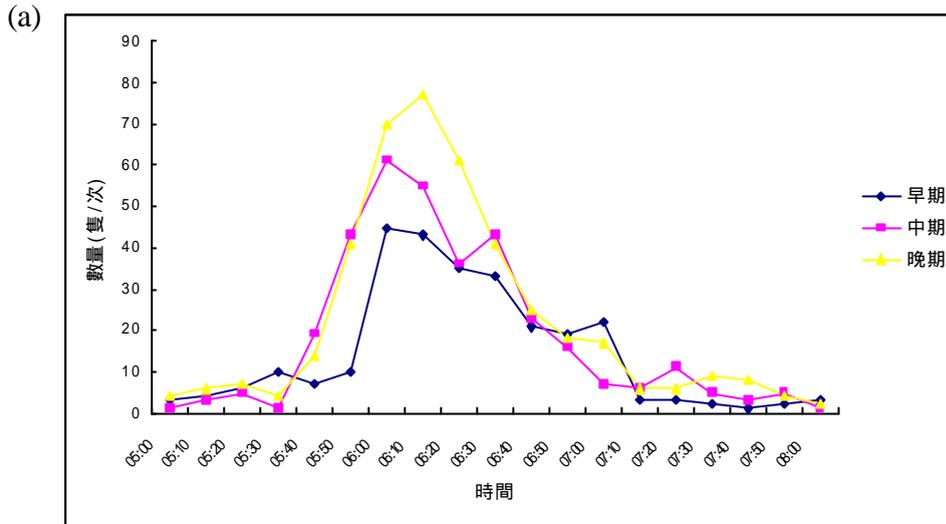
圖四、2006年4~9月觀察三種鷺鷥24小時出現在覓食地的數量(a 小白鷺、b 夜鷺、c 黃頭鷺)。



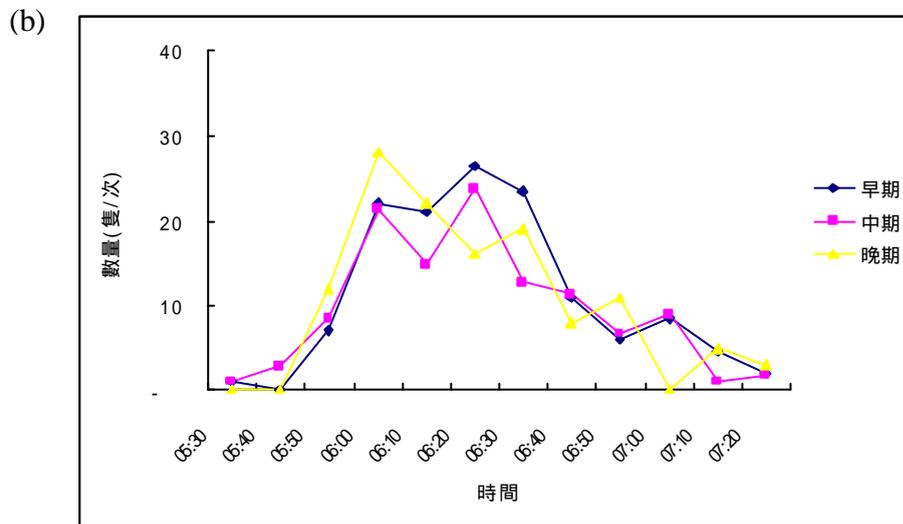
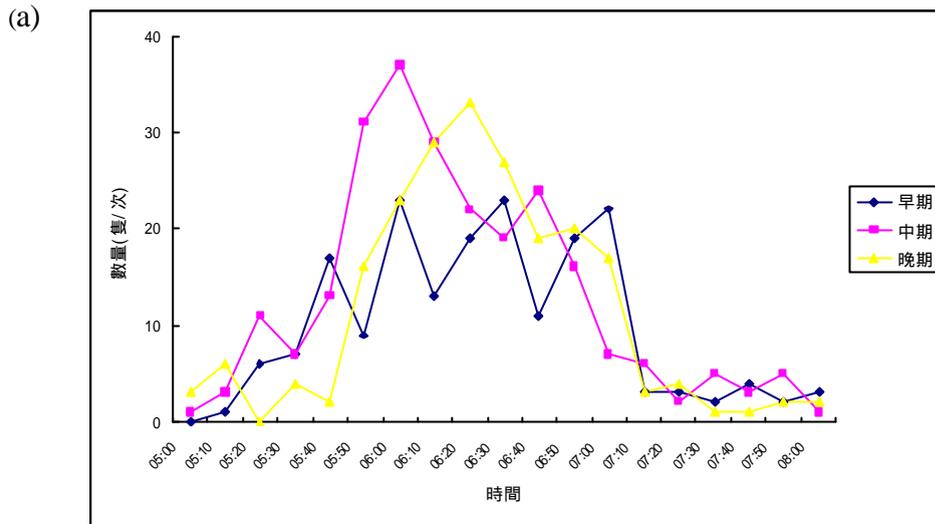
圖五、調查鷺科覓食範圍路線圖。(A.營巢處往北、B.營巢處往南)。



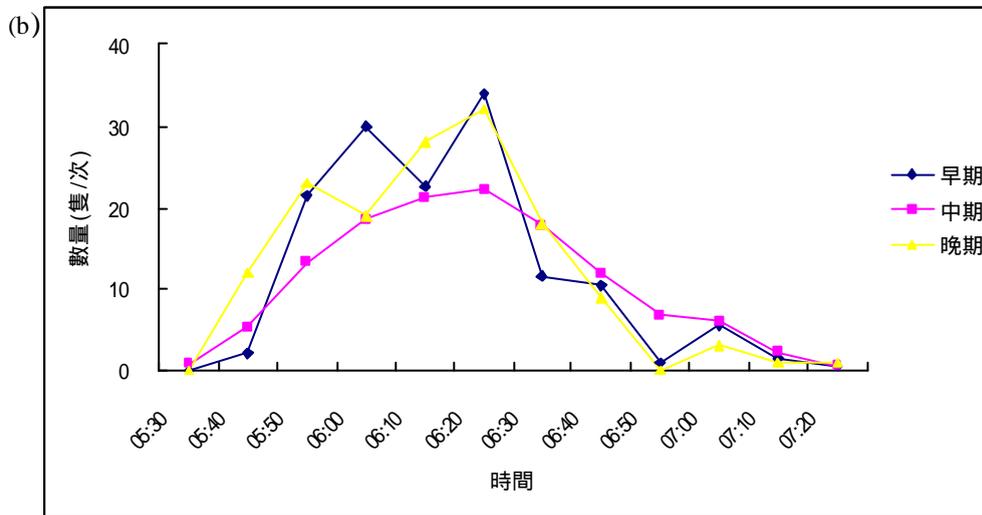
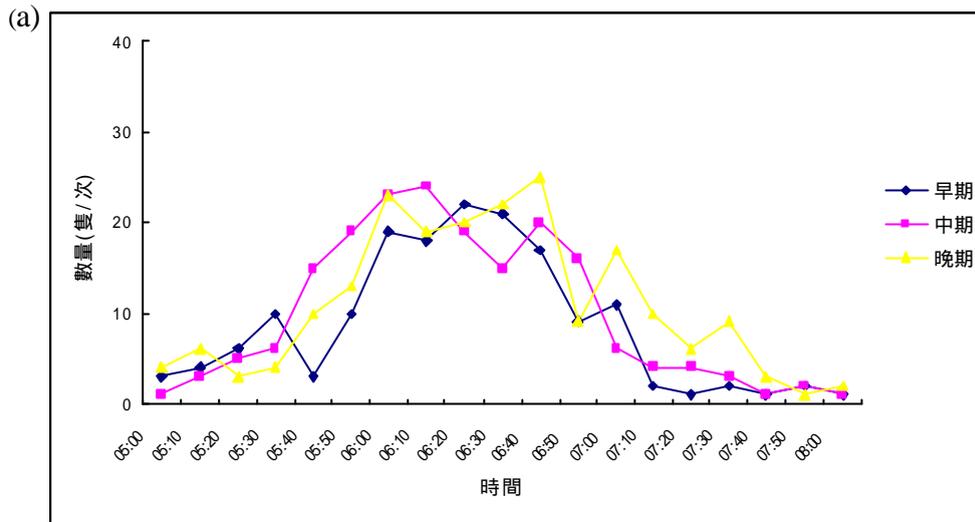
圖六、2005 年繁殖期野外觀察三種鷺鷥離營巢處距離。



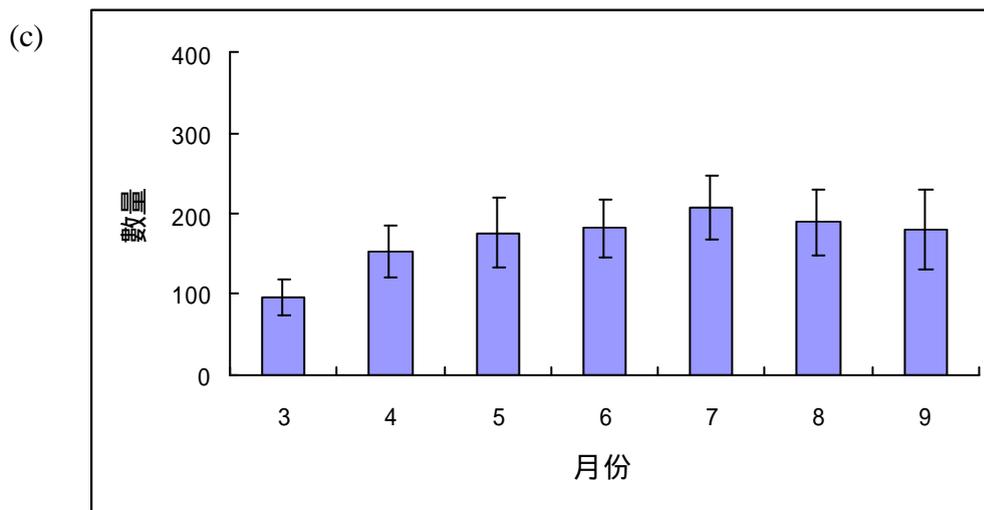
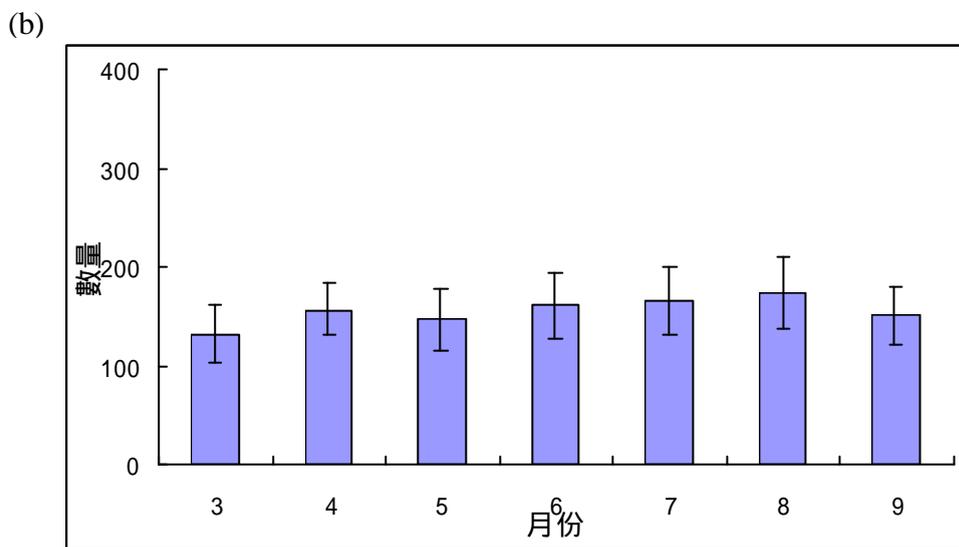
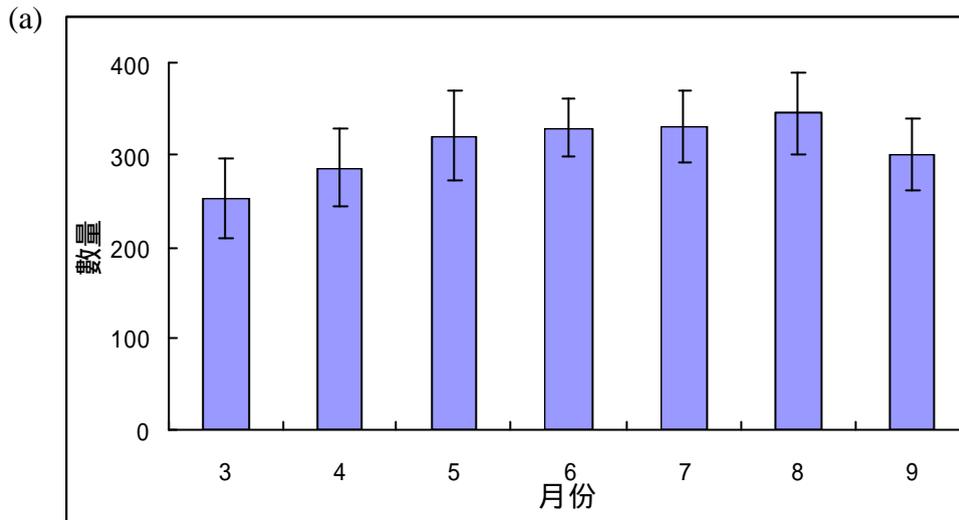
圖七、2006年繁殖期間從虹揚橋觀察小白鷺清晨與黃昏離/返平均數量(a為清晨、b為黃昏)



圖八、2006 年繁殖期間從虹揚橋觀察夜鷺清晨與黃昏離/返平均數量(a 為清晨、b 為黃昏)



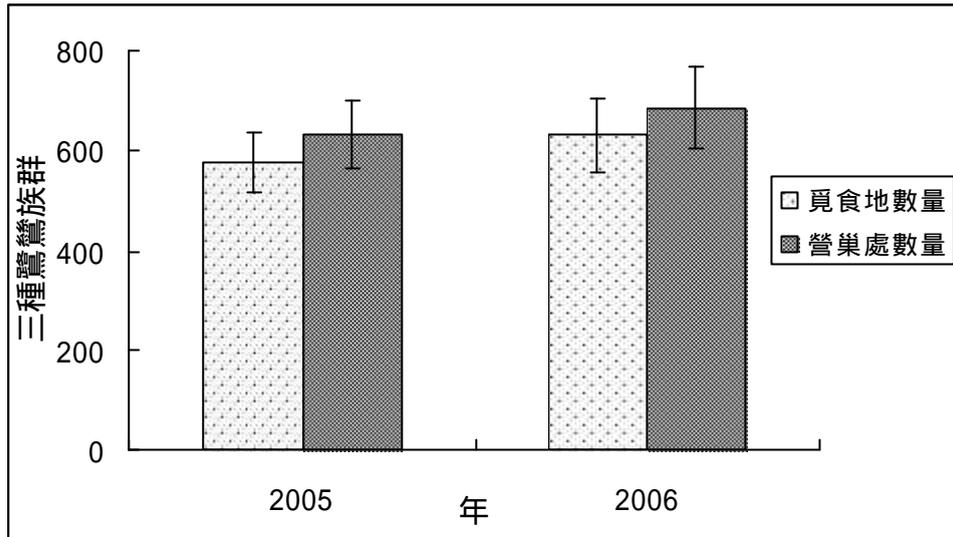
圖九、2006年繁殖期間從虹揚橋觀察黃頭鷺清晨與黃昏離返平均數量(a為清晨、b為黃昏)



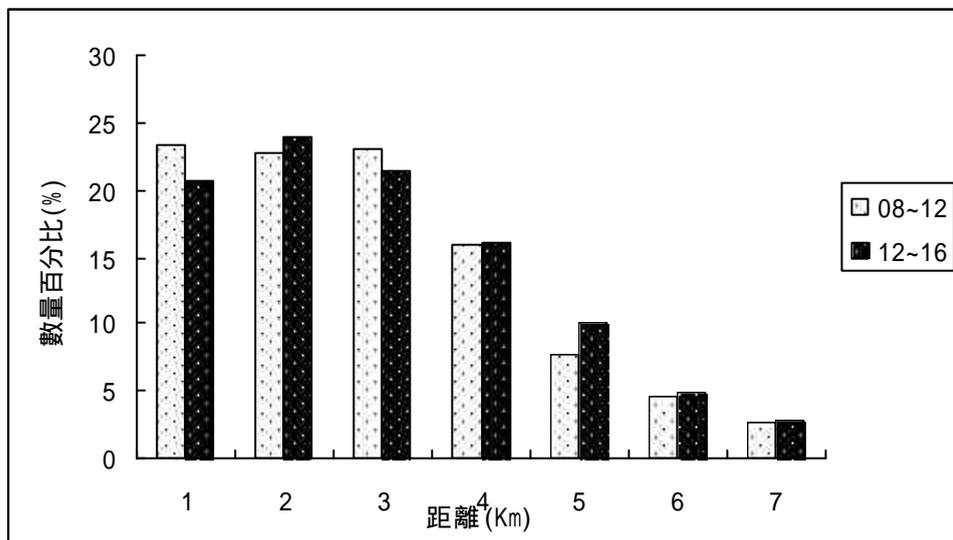
圖十、2006年繁殖期間三種鷺鷥每月平均數量(a 為小白鷺、b 為夜鷺、c 為黃頭鷺)



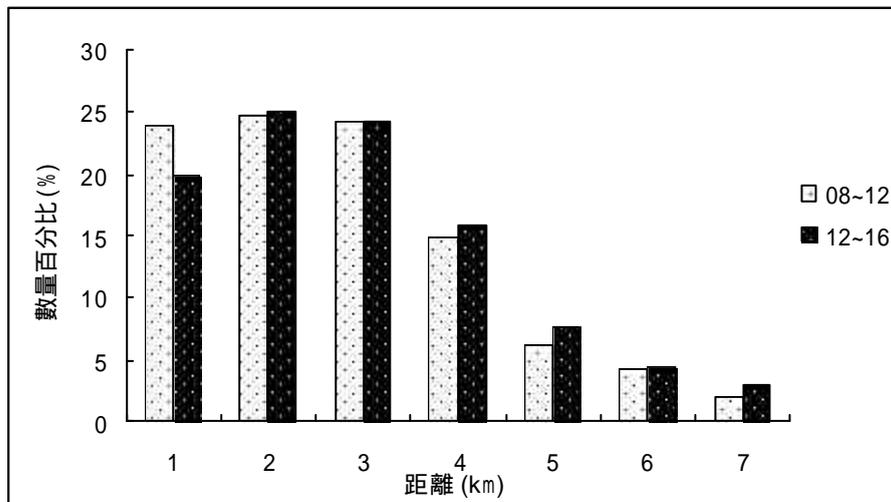
圖十一、2006年三種鷺鷥覓食族群分布(○營巢處、○鷺鷥族群)。



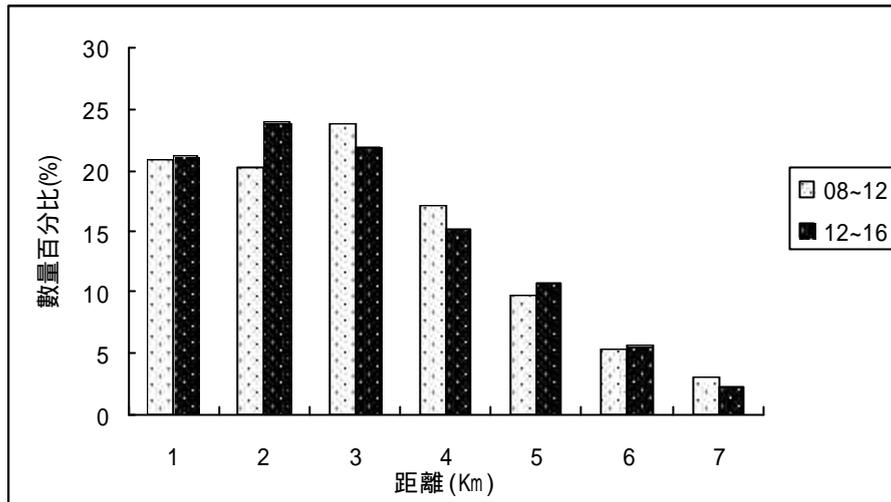
圖十二：2005 年與 2006 年比較三種鷺鷥從營巢處觀察數量與覓食地觀察數量



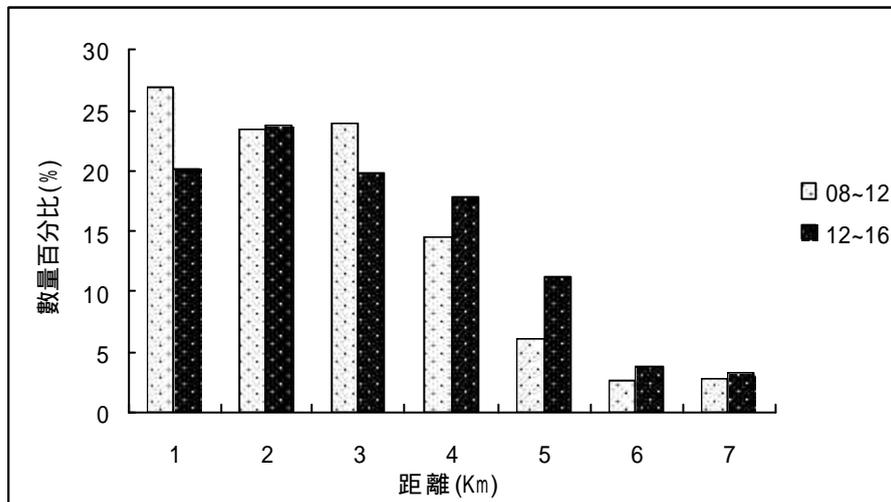
圖十三、2006 年繁殖期間三種鷺鷥從營巢處飛往覓食地的平均數量



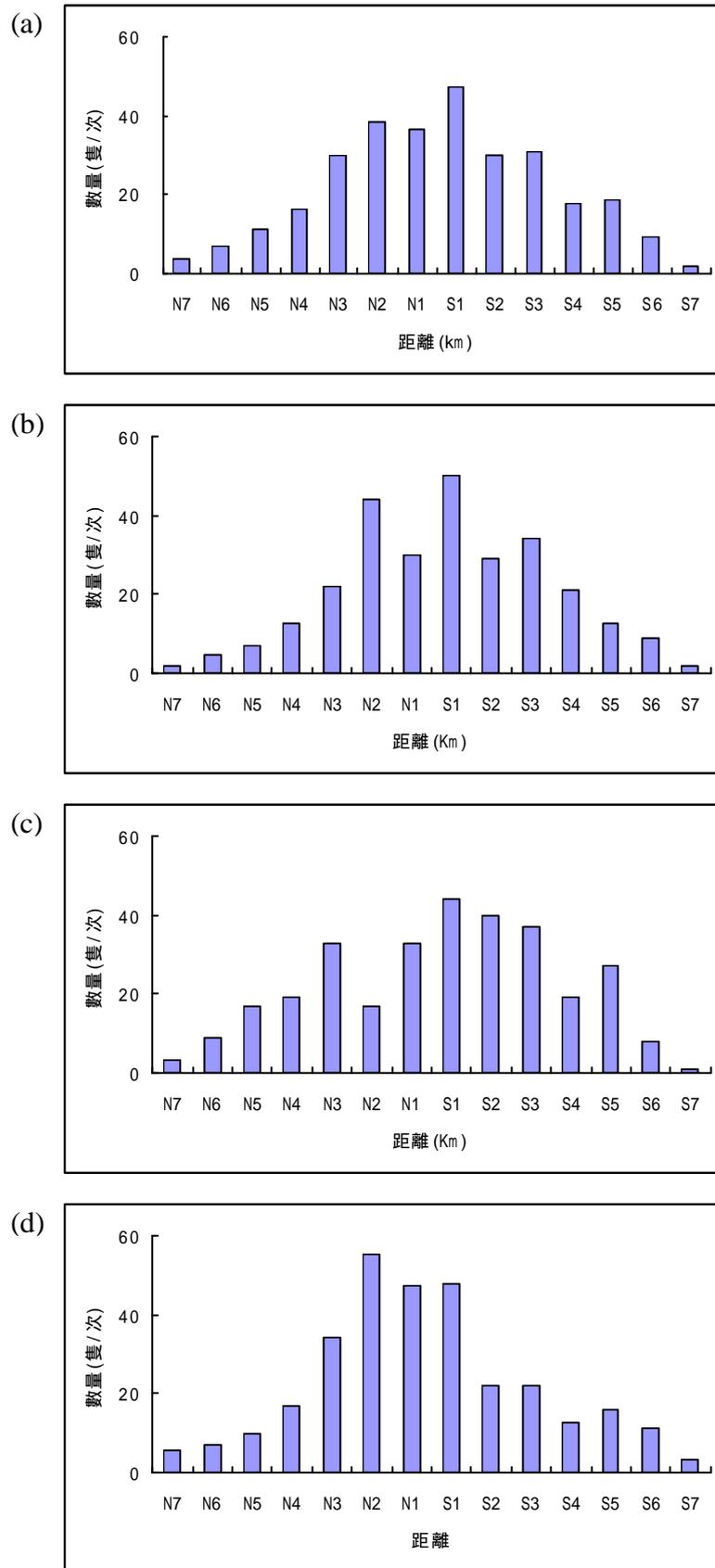
圖十四、2006 年繁殖期間小白鷺從營巢處飛往覓食地的平均數量



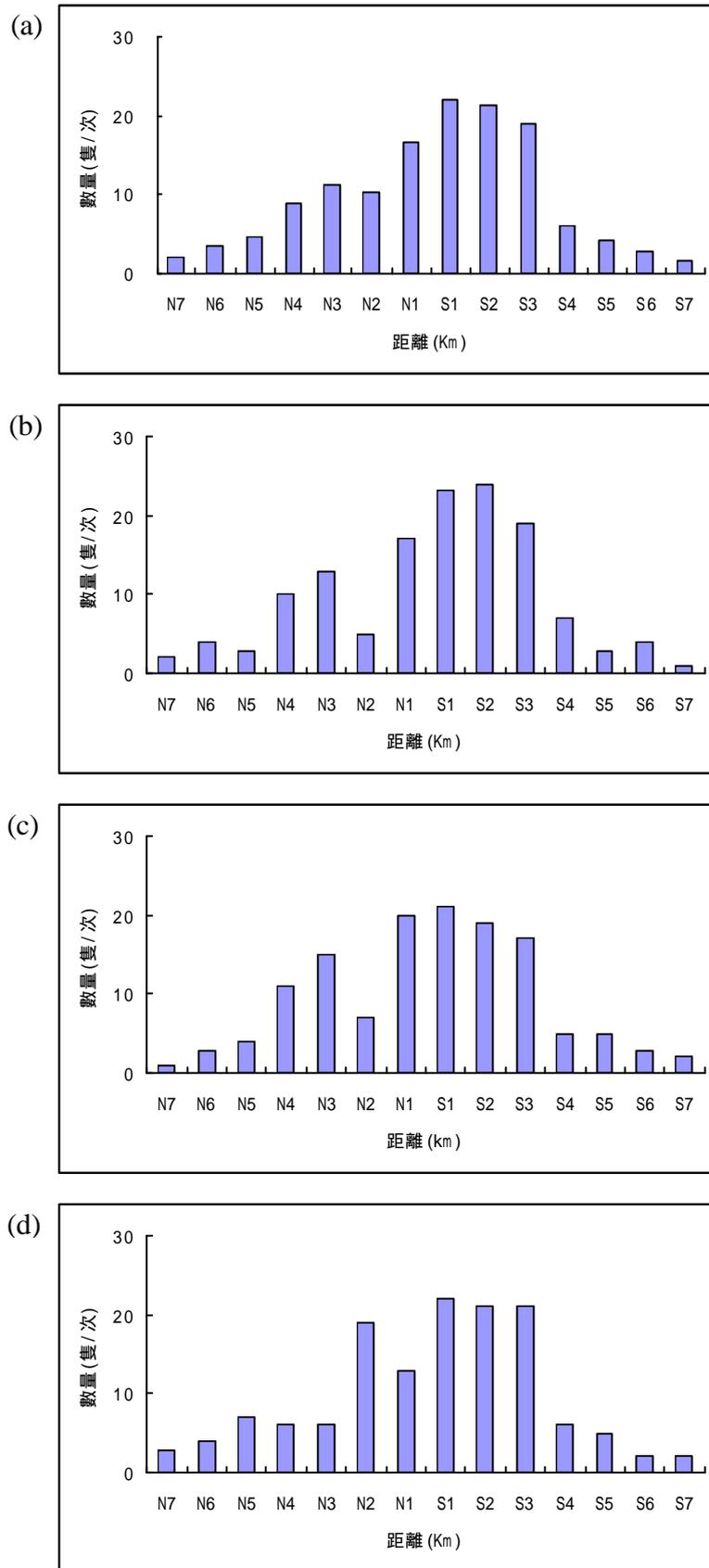
圖十五、2006年繁殖期間夜鷺從營巢處飛往覓食地的平均數量



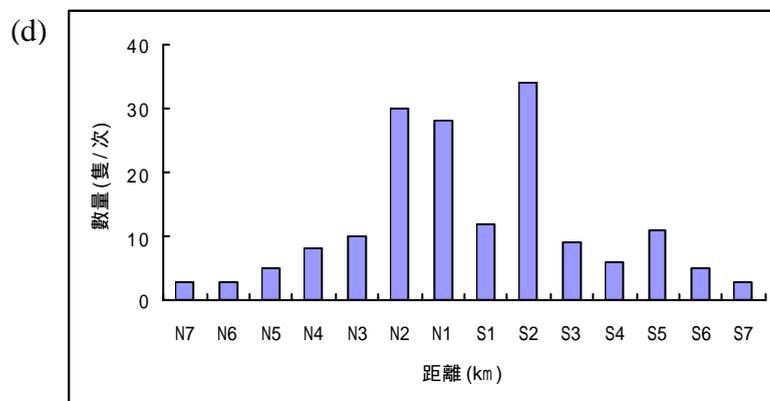
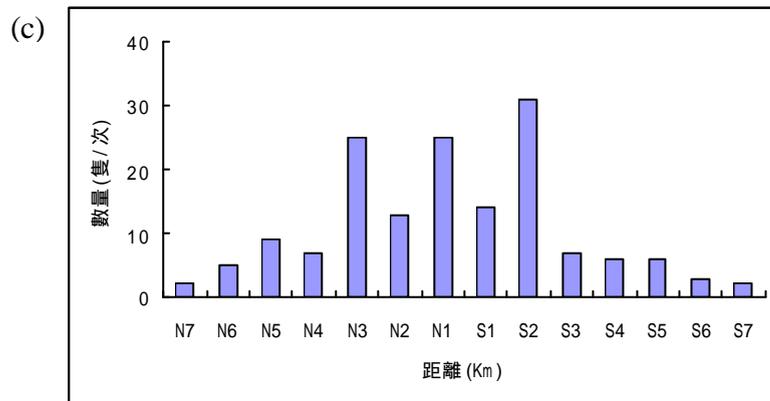
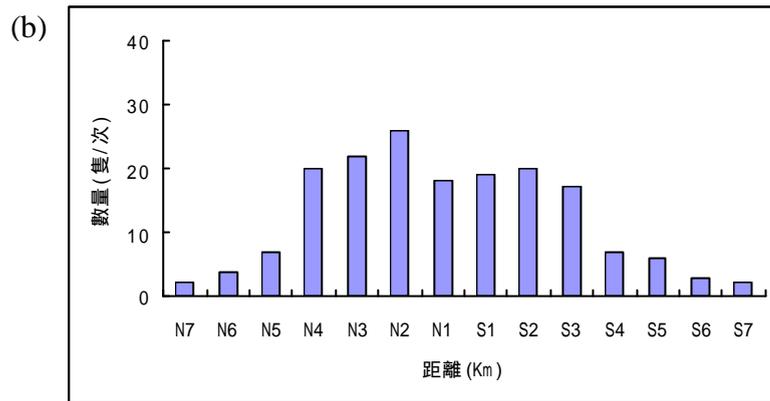
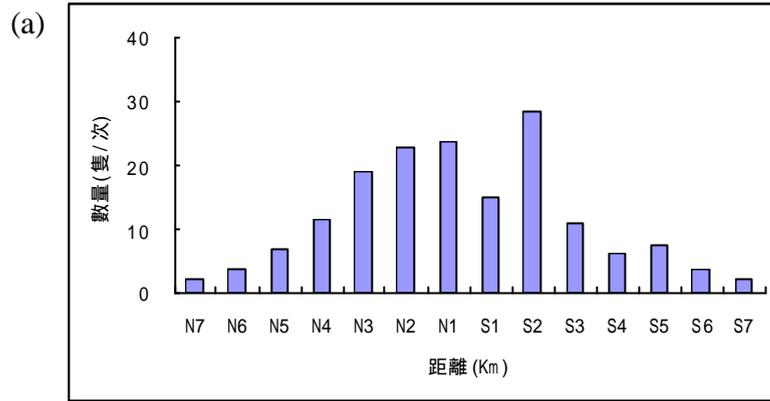
圖十六、2006年繁殖期間黃頭鷺從營巢處飛往覓食地的平均數量



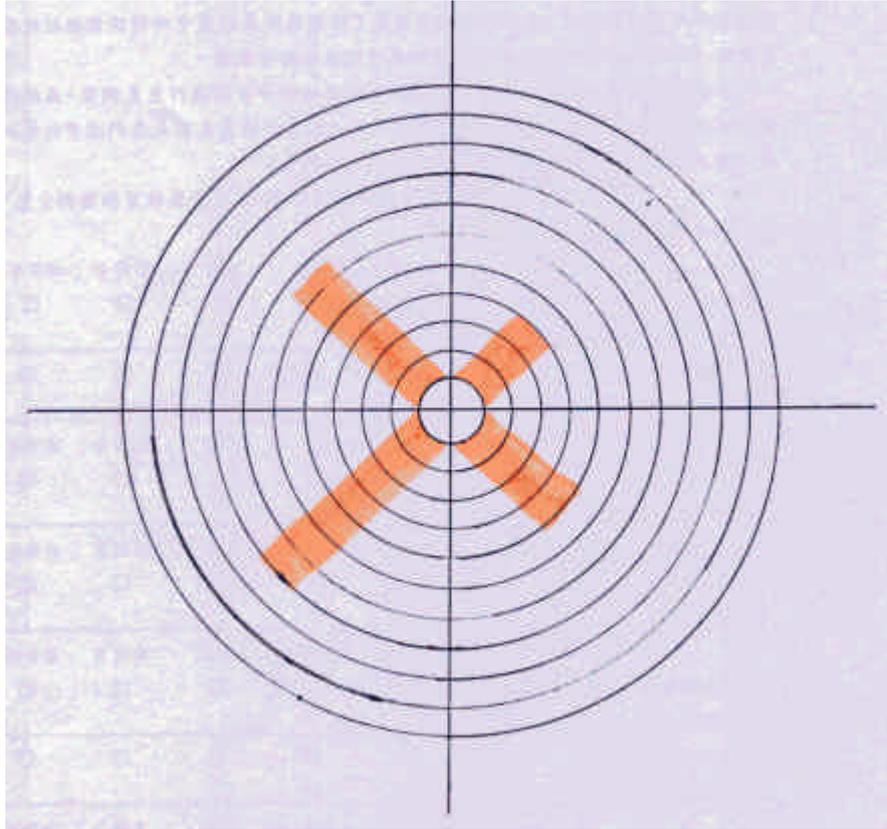
圖十七、2006年繁殖期間小白鷺在三個階段與全年的各樣區的平均數量(a 全期、b、早期、c 中期、d 晚期)



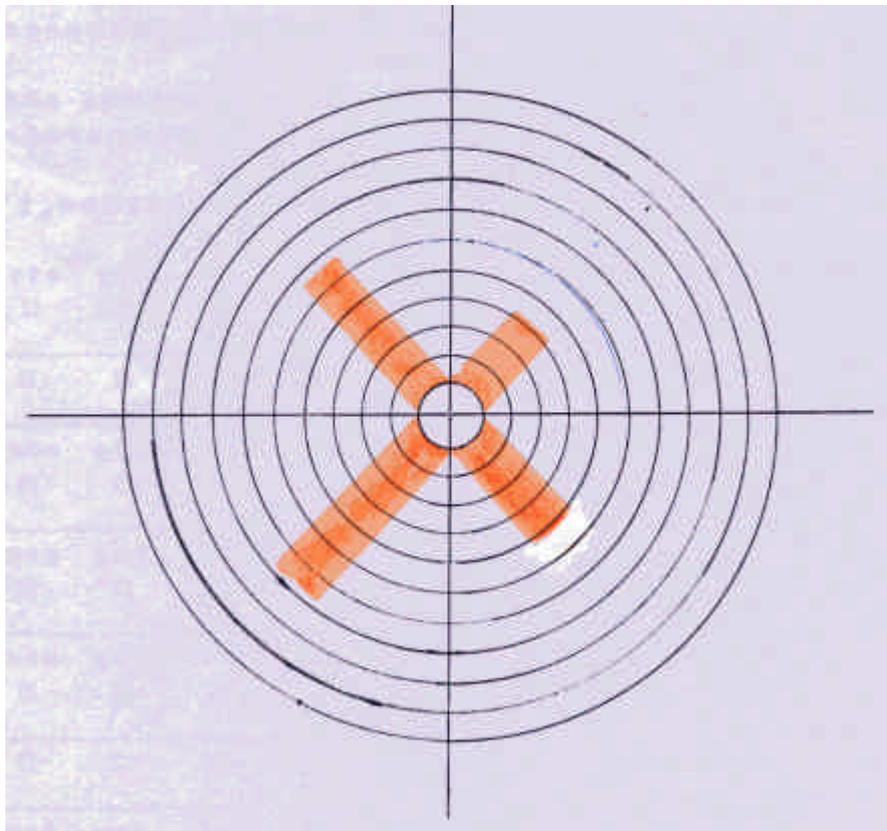
圖十八、2006年繁殖期間夜鷺在三各階段與全年的各樣區的平均數量(a 全期、b、早期、c 中期、d 晚期)



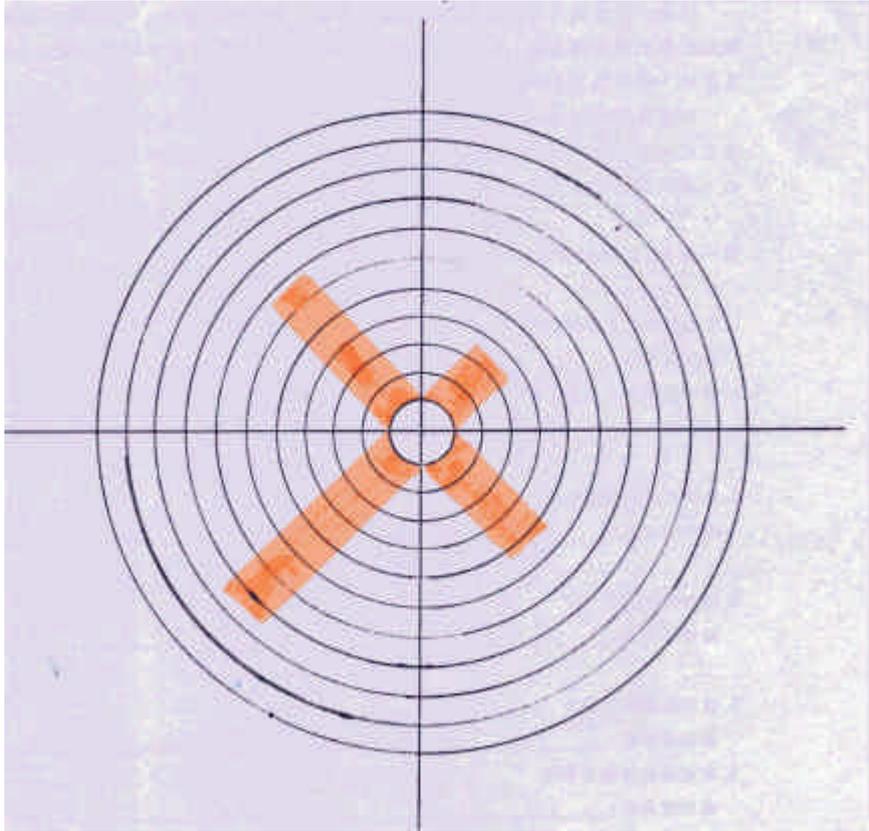
圖十九、2006 年繁殖期間黃頭鷺在三各階段與全年的各樣區的平均數量(a 全期、b、 早期、 c 中期、 d 晚期)



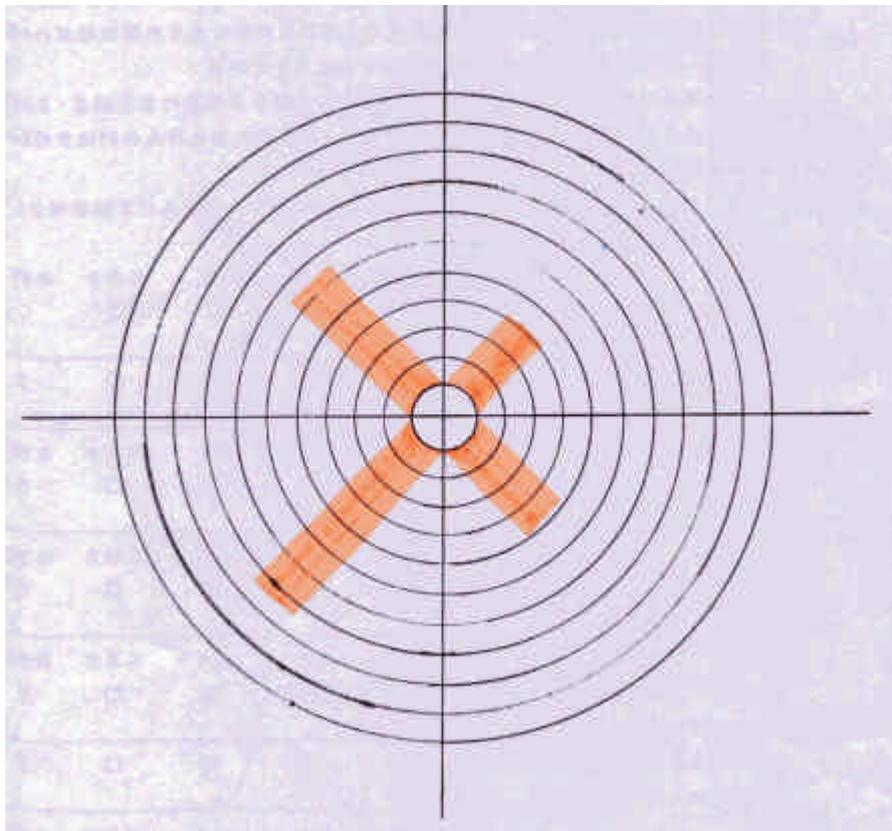
圖二十、2006 年繁殖期，三種鷺鷥從營巢處離/返覓食地的四個方位數量百分比



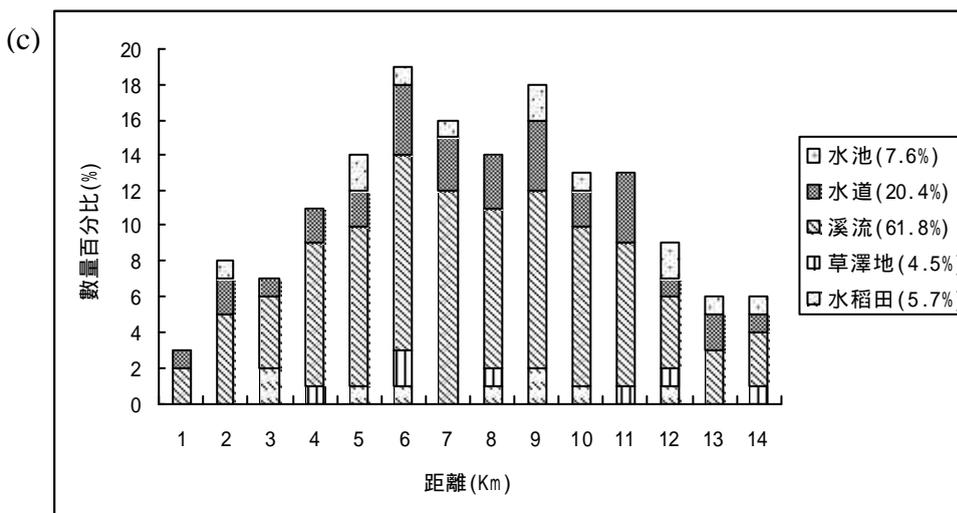
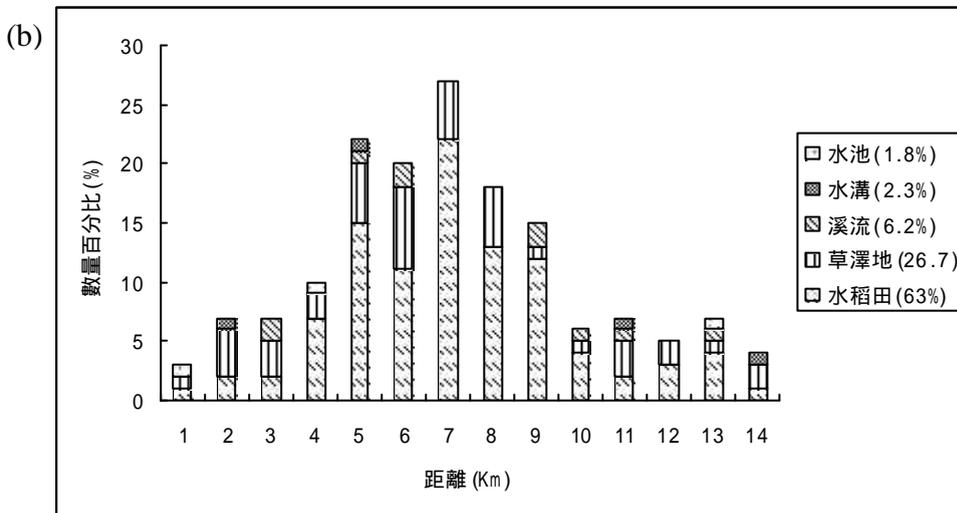
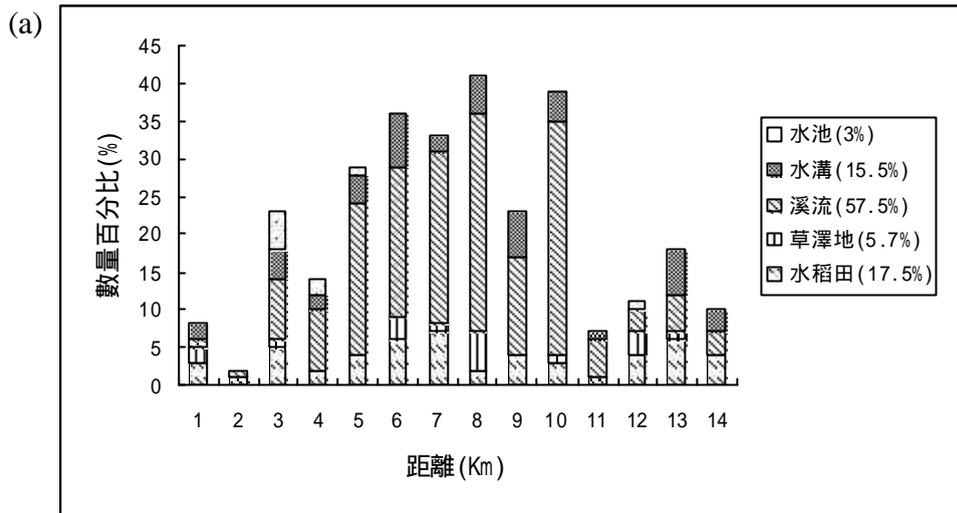
圖二十一、2006 年繁殖期小白鷺從營巢處離/返覓食地的四個方位數量百分比



圖二十二、2006年繁殖期夜鷺從營巢處離/返覓食地的四個方位數量百分比



圖二十三、2006年繁殖期黃頭鷺從營巢處離/返覓食地的四個方位數量百分比



圖二十四、2006 年繁殖期三種鷺鷥在 14 個樣區覓食棲地種類(a.小白鷺、b.黃頭鷺、c.夜鷺)。