

私立東海大學環境科學研究所碩士論文

指導教授：陳炳煌

大肚溪口繁殖期東方環頸？活動模式之研究

The activity patterns and home range of
breeding Kentish Plovers (*Charadrius akexandrinus*)
at the Tatu Estuary



研究生：辜國展 撰

中華民國九十四年六月

謝誌

「若不是耶和華建造房屋，建造的人就枉然勞力；
若不是耶和華看守城池，看守的人就枉然警醒。」 詩篇 127：1

1998 年來到東海，我還是個懵懵懂懂的大學新鮮人，2005 年的今天，即將離開東海；在東海的日子有七年了，七年的時間並不算短：所羅門王為耶和華建造聖殿，總共用了七年的時間；曹操從崛起後平定中國北方，自任丞相雄霸一方所花費的時間，正好是七年；就連號稱亞洲規模最大的八里污水處理廠，從開工破土到完工，也是七年。「七年」，可以建造精美無倫的聖殿，也可以成為一方霸主，更可能成就亞洲第一；而我，用了七年時間，從大學、研究所到這一篇論文的完成，雖稱不上成就非凡，但對我而言也總算是別具意義了。

在論文的進行中，有太多的問題與挑戰，所幸身旁總不缺老師適時的幫助。首先要感謝指導老師 陳炳煌老師的啟蒙與指導，使我能夠完成論文順利畢業；此外，還要感謝王穎老師、袁孝維老師在口試期間提供給我的指導與建議，使本篇論文能有更為嚴謹的呈現與表達；也感謝鄧宗禹老師在英文摘要上給予修改與指正的協助、蔡嘉揚博士在論文定稿撰寫上提供的校正與意見。

研究所的三年裡，在炙熱的太陽下、冷冽的寒風中、雜亂的書堆前，三年研究過程中，總是倚靠著身邊學長姐、同學、朋友們的鼓勵，才能夠擁有前進的動力，持續往目標邁進。特別感謝生態實驗室及台灣水鳥研究群的夥伴們：感謝威廷學長對於野外工作的鼎力相助與論文方向的建議與指導，感謝忠祐學長在論文進度的關心與建議；也感謝志豪學長、致安學長、一帆學長、嘉祺學長、曉音學姊、彥鋒學長、懿資學姊、陳宏學長、騰億、穆榮、文生、文寅、傢祥、義杰、信得、詩涵、定心在研究過程中的陪伴與幫助。此外，感謝同窗好友：經裕、逸誠、熙智、贊祐、明德、志成、慧秦、婉榕等，以及感謝許許多多幫助過我的朋友們，時常的關心打氣、互相砥礪，一起走過在大肚山上日子。

最後，感謝我的家人給我最多的支持與關心。感謝總是替我擔憂、煩心的爸爸、媽媽，提供我最大的空間來做自己想要的事情以及在生活上我給大的支持，讓我在求學過程中沒有後顧之憂，可以全心完成研究論文；感謝大姐、大姐夫、二姐、二姐夫在日常生活上的關心，永遠支持著、鼓勵著我；感謝女友怡娟三年多來的包容與照顧，一起陪我承擔這三年研究生生活的喜怒哀樂。

每一篇論文，都是由許多汗水交織而成的心血結晶，也正因如此，現代科學才有著持續不斷進步的動能；期待我的論文可以成為台灣水鳥、溼地研究的小小墊腳石，讓未來進行相關研究者站的更高、看的更遠。

摘要

本研究藉由日、夜間野外調查與無線電追蹤的方法，來研究大肚溪口東方環頸鸚的活動模式，包括繁殖期在巢時間分配與活動範圍。從 2003 年 4 月至 2004 年 8 月止，共收集及分析 18 對東方環頸鸚在繁殖巢位的日間活動模式資料，結果發現東方環頸鸚公、母鳥採輪流方式在巢，母鳥主要在巢時間集中於每日的 09：00 時 - 13：00 時，公鳥時間分配於每日的 06：00 時 - 09：00 時與 13：00 時 - 18：00 時。環境因子的風速等級與繁殖期親鳥的在巢率無顯著相關 ($p > 0.05$)；砂溫等級與親鳥的在巢率成極顯著相關 ($p < 0.01$)。本研究於 2003 年、2004 年繁殖季共標放無線電發報器於五個繁殖期個體，結果發現東方環頸鸚之最大活動範圍在公鳥為 123.5 ± 31.3 公頃 ($n=3$)、母鳥為 189.3 ± 7.9 公頃 ($n=2$)，公鳥與母鳥主要活動範圍均約為 5 公頃；就日間與夜間比較，發現東方環頸鸚不論公、母鳥，其夜間活動範圍均較日間為大。由活動範圍的野外棲地調查結果獲知，繁殖個體對於活動範圍內淡水水域的利用率極高，是重要的覓食地。本研究因此建議若欲進行東方環頸鸚繁殖棲地的復育，首要工作應在親鳥所需主要活動範圍內，提供水域環境(灘地或內陸淡水地區)，以滿足其繁殖期間的覓食需求，以提高繁殖成功率與繁殖密度。

關鍵字：大肚溪口、東方環頸鸚、活動模式、活動範圍、無線電遙測

Abstract

Field investigation and radio-telemetry was conducted to study the activity pattern, including nest-care time budgets and home range, of breeding Kentish Plover at the Tatu Estuary in Central West Taiwan. Data of nest-care time budgets by 18 pairs of parents were collected and analyzed from April, 2003 to August, 2004 were collected and analyzed. The results demonstrate that females mainly incubate during 09:00~13:00, where as males do so during 06:00~09:00 and 13:00~18:00. There is no significant correlation between wind velocity and the proportion of parent nest-care time budgets ($P > 0.05$), while significant correlation was found between sand temperature and the proportion of parent nest-care time budgets ($P < 0.01$). The results from 24hr tracking of 5 radio-tagged birds by minimum convex polygon method show that the home range of male is 123.5 ± 31.3 hectares ($n=3$), and that of female is 189.3 ± 7.9 hectares ($n=2$). The primary area of activity for both male and female is within 5 hectares. The results also reveal that the home range in daytime is larger than that in nighttime. According to the habitat investigation of its home range, there appears that to be a high utilization rate of breeding individuals in the inland fresh-water area, which is an important feeding habitat. Therefore, to recuperate the breeding habitat of Kentish Plover, establishment of suitable water environment in the core area of the parenting home range should be a priority to satisfy the demand for breeding and to increase the breeding success and nest density.

Key words: the Tatu Estuary, Kentish Plover, activity pattern, home range, radio-telemetry.

目錄

壹、前言.....	1
貳、文獻回顧.....	5
一、東方環頸雉的特徵及其分布.....	5
二、東方環頸雉的繁殖.....	5
三、東方環頸雉的覓食.....	7
四、水鳥繁殖地的經營管理.....	7
五、無線電追蹤在鳥類研究上的應用.....	8
參、研究地點與方法.....	12
一、研究地點.....	12
二、研究方法.....	13
(一)日間活動模式.....	14
(二)無線電追蹤.....	15
1、儀器的測試.....	15
2、個體的上標.....	16
3、無線電資料的收集與分析.....	16
(三)數據統計與分析.....	17
肆、結果.....	18
一、日間活動模式.....	18
(一)日間親鳥繁殖抱卵行為.....	18
(二)環境因子對親鳥繁殖行為的影響.....	19
二、無線電追蹤.....	20
伍、討論.....	22
一、日間活動模式的探討.....	22
二、環境因子對繁殖行為的影響.....	23
三、無線電追蹤的探討.....	25
四、活動範圍的探討.....	26
五、棲地選擇.....	28
六、棲地經營管理的建議.....	30
陸、參考文獻.....	32

表目錄

表一：風速等級對親鳥在巢率的相關性分析.....	39
表二：砂溫等級對親鳥在巢率的相關性分析.....	39
表三：無線電發報器標放個體活動範圍.....	40
表四：無線電發報器所有個體之定位點資料分析.....	41
表五：? 科水鳥繁殖行為之時間分配 (文獻整理).....	41

圖目錄

圖一：三角定位法示意圖.....	42
圖二：彰濱工業區各區施工流程.....	43
圖三：研究樣區圖(彰濱工業區 - 崙尾區).....	44
圖四：東方環頸？巢蛋漂浮法與胚胎發育階段對照圖.....	45
圖五：無線電追蹤樣區與遙測點分布.....	46
圖六：無線電發報器繫放於東方環頸？示意圖.....	46
圖七：東方環頸？母鳥日間繁殖行為百分比分布圖.....	47
圖八：東方環頸？公鳥日間繁殖行為百分比分布圖.....	47
圖九：東方環頸？親鳥(公、母鳥)日間在巢區進行繁殖行為之百分比分布圖....	48
圖十：風速等級與東方環頸？親鳥在巢率(%)關係圖.....	49
圖十一：砂溫與東方環頸？親鳥在巢率(%)關係圖.....	49
圖十二：東方環頸？無線電追蹤個體活動範圍示意圖(MCP法估計).....	50
圖十三：東方環頸？無線電追蹤個體活動範圍示意圖(Kernel法估計).....	51
圖十四：東方環頸？親鳥整日(24hr)在巢率之百分比分布圖.....	52

壹、前言

台灣沿海濕地的面積總計約佔一萬一千八百九十六公頃，因板塊的作用與地形特色，兼以亞熱帶氣候帶入的豐沛雨量，造就了今日西部沿海的泥質灘地和河口沼澤等地形（劉等，1995）。大肚溪口是台灣西部的重要濕地之一，大肚溪自上游帶來的泥沙淤積作用與海洋的潮汐作用造成了典型的河口生態系；河水的泥沙淤積作用帶來了大量的有機物質在此灘地沉積，成為底棲生物良好地食物來源，也蘊育了豐富多樣的底棲生物相和高生產力的河口生態環境。

台灣西部海岸位處水鳥東亞 - 澳洲遷徙線上一個重要的過境站（stopover site）與渡冬地，復以大肚溪口此地獨特豐富的灘地環境，每年都吸引著數以萬計的水鳥在此駐足、停棲；也正因此，大肚溪口更名列「國際自然及自然資源保育聯盟（IUCN）」亞洲國際級重要濕地名單之一（Scott, 1989）。

近年來，由於台灣社會、經濟環境急速變遷，都市化的擴張與工商業的發展，海岸地區的開發與人為使用密度日益頻繁，卻同時使得海岸地區的生態資源受到嚴重的影響。彰濱工業區緊鄰大肚溪口，總佔地面積達三千六百四十三公頃，由於海埔新生地的高度開發，政府所劃設的少數動物保護區與水鳥重要棲息地幾乎被各類的人為開發案所包圍；就大肚溪河口溼地來看，北方臨台中火力發電廠及台中港，南面則緊臨著彰濱工業區，政府所劃設的大肚溪口野生動物保護區被環繞在中間。大肚溪口溼地包括了近岸泥灘地的水鳥覓食區、漲潮時可提供大量水鳥棲息及夏季可供鳥類繁殖的陸域環境等對於水鳥棲息活動相當重要的區域；人為的填海開發與生態破壞，對於水鳥的棲息地環境產生了莫大的改變，而每年秋初到隔年春末在此過境和渡冬的水鳥，以及夏季的夏候鳥與繁殖鳥，便成了最為直接受到影響的對象（劉，2002）；人為的開

發對於海岸濕地生態所造成的影響實不容小覷。

根據經濟部工業局於 2001 年四月對彰濱工業區、利澤工業區、雲林科技工業區、台南科技工業區四處開發中工業區（總開發面積 5,262 公頃）所做的調查統計顯示：開發中工業區土地的銷售量極低，售出土地佔總開發面積不達二成，而已售出土地中，未建廠、歇業或停工的廠家面積達三成之多。即便是 2004 年政府積極推廣工業區土地租售計畫，在降低土地售價與承租利率的雙重利多之下，彰濱工業區的土地使用率至今仍不及五成。換句話說，彰濱工業區實際已達到使用目的面積不及全部的五成，超過半數面積的土地是呈現荒廢閒置的狀態。

由人工填海造陸而成的彰濱工業區，大規模的改變了原本的海岸溼地環境，雖然影響原本利用此些溼地環境進行覓食、棲息的水鳥，但其中「閒置土地」卻相反的提供了原本溼地海岸環境所缺乏的棲地類型，根據近幾年來（1998—2003）東海大學環境科學研究所在彰濱工業區所進行鳥類族群監測顯示，每日的漲潮期間（high-tide periods），大肚溪河口南岸的溼地潮間區域，會被潮水淹沒覆蓋數小時，此時工業區內閒置的人工填海地因為擁有：距潮間帶覓食地近、環境空曠開闊、人為干擾少等優點，成了水鳥重要的休息地，吸引大量的水鳥在此地聚集，每年繁殖季更吸引不同種類的水鳥在此繁殖。根據紀錄，此地的繁殖水鳥種類主要包括有利用工業區內防風林築巢的鷺科小白鷺（*Egretta garzetta*）、黃頭鷺（*Buulcus ibis*）、夜鷺（*Nycticorax nycticorax*）等；在開闊環境、植被稀疏的礫石地築巢的鸕科東方環頸鸕（*Charadrius alexandrinus*）、小環頸鸕（*Charadrius dubius*）、燕科的燕（*Glareola maldivarum*）、鷗科的小燕鷗（*Sterna albifrons*）等；工業區內因閒置土地地勢及梅雨季雨水所形成的水域環境，也有高蹺（*Himantopus himantopus*）、紅冠水雞（*Gallinula chloropus*）、小鷺鶻（*Tachybaptus*

ruficollis) 利用此種水域環境營巢。在眾多於此地繁殖的鳥類當中，小燕鷗、燕? 更是名列行政院農委會公告的珍貴稀有保育類野生動物名錄；另外，此地區也有全台灣最大的東方環頸? 與小燕鷗的繁殖族群在此地繁殖 (劉, 2002)。人為填海造陸的工業區，改變了原有的環境，卻也因為工業區的閒置，水鳥重新適應了環境，更進而利用了新生的土地。

? 科 (*Charadriidae*) 水鳥中? 屬 (*Charadrius*) 的鳥類，偏好的營巢環境是平坦的開闊地、植被稀疏或貧瘠無植被的環境：包括了高山凍原的蒙古? (*Charadrius mongolus*) 鐵嘴? (*Charadrius leschenaultii*)，乾性草原的紅胸? (*Charadrius placidus*)，海灘地、河湖岸礫石地的劍? (*Charadrius placidus*)、小環頸? (*Charadrius dubius*)、東方環頸? (*Charadrius alexandrinus*) 等。

彰濱工業區人為抽砂填海造陸成的大面積礫石土地，正好符合了東方環頸? 等利用地面環境營巢進行繁殖鳥類的需求；也由於彰濱工業區內大部分的土地仍處於閒置的狀態，更吸引了全台灣最大的東方環頸? 繁殖族群於每年的夏季在此地繁殖，但是因為工業區內的各類人為活動干擾、道路與車輛的影響、人為的噪音與污染、工業區內的整地或廠區施工等人為造成的影響，都直接或間接地造成了利用此些地區繁殖的親鳥棄巢、親鳥、雛鳥或巢蛋死亡等狀況，而使得其繁殖成功率降低。人為的干擾以及棲地經營管理的缺乏，成為了此地東方環頸? 的繁殖活動最大的威脅。

當水鳥在海岸的繁殖成功率可能被人為活動所影響的時候，主動地對於繁殖期水鳥進行棲地經營管理是必須的。大多數遷徙性水鳥其日間與夜間的棲地利用、活動模式有明顯的不同，(Robert and Mcnell, 1988；Rohweder, 1997) 指出，自然保護區的經營管理應該結合當地管理物種

之日間棲息地與夜間覓食地，作出最適當的經營管理規劃；日間與夜間的兩次漲潮時段之間，水鳥的棲地利用變化及活動模式，是水鳥棲地經營管理重要的參考指標，但是目前大部分的棲地經營管理通常只著眼於水鳥日間的活動來進行規劃與設計，如果水鳥在夜間的棲地利用模式不同於日間，那麼棲地的經營規劃便可能無法達到原本所預期的效果（Dugan, 1981；Beyer and Haufler, 1994）。

國內目前針對水鳥棲地經營所進行的相關研究並不多（杜，1991；林，2000；程，2001；何，2002；劉，2002；劉，2004），其中杜（1991）針對彰濱工業區內的東方環頸鸕繁殖族群進行微棲地選擇和繁殖成功率的研究，劉（2002）針對彰濱工業區內水鳥進行棲地選擇、繁殖成功率的研究並提出經營管理相關的建議。東方環頸鸕在大肚溪口有全台灣最大的繁殖族群，但卻缺乏適當的棲地經營管理來維持其在此地的繁殖成功率，未來若有機會在此地進行棲地經營時，卻也十分缺乏相關的研究來擬定適當的棲地經營策略。故本研究藉由日間野外調查與無線電追蹤的方法，搭配日、夜間的調查與資料蒐集、分析，來研究大肚溪口繁殖期東方環頸鸕的活動模式（activity pattern），包括活動範圍（home range）、移動（movement）、繁殖期時間分配（time budgets）及覓食棲地選擇偏好（habitat selection）。以大肚溪口地區具相當代表性的繁殖水鳥 - 東方環頸鸕為對象，研究其活動模式，再配合彰濱工業區之現狀，參考文獻，以為日後擬定保育及棲地經營管理策略之參考。

貳、文獻回顧

一、東方環頸鸻的特徵及其分布

東方環頸鸻 (*Charadrius alexandrinus*) 是鸻形目 (*Charadriiformes*) 鸻科 (*Charadriidae*) 屬 (*Charadrius*)，體長約為 15–17 公分，屬小型的鸻科水鳥，雄性成鳥其繁殖羽胸斑成黑色，而雌性成鳥則無此黑色繁殖羽，族群廣泛分布於台灣的西部海岸，一年四季均可見其身影，數量頗為豐富 (陳, 2000)。現有文獻指出，東方環頸鸻廣泛分布於亞洲、歐洲與美洲，一般認為有五個亞種 (Hoya et al., 1996)，台灣地區目前文獻紀錄有「*C. a. alexandrinus*」和「*C. a. dealbatus*」兩個亞種分佈 (2002, 劉)，但其明確的分布狀況尚無一定論；美洲的亞種「*C. a. nivosus*」在美國被列為受威脅物種之一 (Winton et al., 2000)，其族群減少的主要原因，主要可能由於填海造陸、都市化與各類人為干擾的增加，造成其海岸棲地的破碎化與消失 (Hoyo, 1996)；由於美國將其 (*C. a. nivosus*) 亞種名列受威脅物種，從 1960 年代開始，就有較多的相關研究進行，台灣目前對於東方環頸鸻的研究有針對其巢位選擇與孵化成功率 (杜, 1991)、食性研究 (陳, 2000) 與棲地選擇 (劉, 2002) 等研究，針對其活動模式 (activity pattern) 仍較缺乏較為深入的研究。

二、東方環頸鸻的繁殖

東方環頸鸻 (*Charadrius alexandrinus*) 以平坦的開闊地、植被稀疏或貧瘠無植被的礫石地、沙地築巢行繁殖行為，其繁殖季節主要約在每年的三月至八月之間，依各個不同的繁殖地環境而略有時間上的差別；北美洲的東方環頸鸻繁殖季約在四月初到七月中 (Patton, 1995)，亞洲北部與歐洲繁殖季都在四月中以後才開始，七月初結束 (Hoyo et al., 1996)，而北非、中東與台灣等緯度較低的繁殖區，約在每年的二月底

至三月間就開始繁殖季，直至八月底結束。

東方環頸鸚鵡築巢於地面，偏好無植被或植被稀疏的地區，營巢的形式簡單，巢材的選擇和組成比例與環境有很高的相關性（杜，1991），其選擇於空曠、視野好的礫石地、砂地上營巢，覆蓋度過高的植被會影響東方環頸鸚鵡營巢，造成繁殖族群的減少。杜（1991）的研究表示彰濱工業區的東方環頸鸚鵡不會營巢於高草區，靠近高草區的巢也極少，距離最近的為 4.5 公尺，各巢周圍的植被覆蓋度約為 8%，與隨機點比較，巢位明顯靠近植物，50% 以上的巢位周圍 10 公分內有植物出現；Page *et al.*（1985）對於鸚鵡科水鳥會築巢於物體或植物旁的行為整理出三個可能假設：1、可保護巢蛋不受惡劣天候的影響（風、雨等氣候因素）；2、有助於親鳥定位尋找巢位；3、可提供巢蛋的遮蔽效果，可避免空中捕食者（如鷺科、猛禽等）的捕食，降低被捕食率。

在繁殖巢位的巢蛋數方面，東方環頸鸚鵡各地繁殖族群的平均值為 2.73 ± 0.11 顆（範圍在 2 - 4 顆），在台灣的東方環頸鸚鵡繁殖族群通常為 3 顆蛋，少部份為 2、4 顆（劉，2002）。

一個繁殖巢位的過程包括了配對產卵、孵卵、育雛等三階段，東方環頸鸚鵡從產卵結束至孵化的時間約為 22 - 29 天（平均 26.3 天）（Hoyo *et al.*, 1996），孵化期的時間長短通常是受到溫度與季節等影響因子而改變（Warriner *et al.*, 1986）；而繁殖進行過程中，環境因子的影響屬溫度與風速最有可能影響繁殖成功率的高低（Kirby, 1997；Blanken and Nol, 1998）。東方環頸鸚鵡繁殖季中的孵卵行為主要由公鳥與母鳥輪流進行，而育雛行為通常由公鳥負責。

三、東方環頸？的覓食

根據文獻記載 (Johnsgard, 1981 ; Cramp, 1983), 東方環頸？ (*Charadrius alexandrinus*) 的食性相當廣泛，包括從內陸地區的節肢動物 (甲蟲的成蟲與幼蟲、蒼蠅等昆蟲)，到海岸地區、內陸鹹水地帶的甲殼類 (螃蟹和蝦)、環節動物、軟體動物等，都是東方環頸？的主要食物來源。

對於？科水鳥而言，利用夏季時節動物族群量到達高峰的季節進行繁殖，正好可以利用此些豐富的節肢動物作為繁殖期間食物的來源；東方環頸？繁殖期的食物來源以昆蟲 (甲蟲與蠅類) 為主，甲殼類、貝類、多毛類和蜘蛛等生物為輔；台灣西部海岸夏季時常有漸歇性梅雨，營巢環境附近因雨水積聚而成的淡水水體會滋生大量的節肢類動物，此地的繁殖期東方環頸？族群便以此為主要覓食來源。水鳥於繁殖期間的食物供給量，是決定該族群繁殖成功率的主要因素之一 (劉，2002)。東方環頸？成鳥的覓食多於營巢區領域範圍之外 (Hoyo *et al.*, 1996)，於雛鳥成功孵化後，親鳥便將雛鳥帶領至覓食區覓食，放棄原營巢區。(Hoyo *et al.*, 1996 ; 劉，2002)

四、水鳥繁殖地的經營管理

隨著近年來工商業發展，沿海濕地面積因人為開發而逐年減少；人為濱海遊憩區的設立、沿海工業區的開發、海岸養殖漁業持續的墾蝕等人為開發活動的進行，使得原始的沿海濕地快速的減少。因沿海濕地的減少而造成水鳥棲地的縮小、破碎化、乃至於消失，對於大多數的水鳥造成了程度不一的影響，特別是鷗科、雁鴨科、鶺鴒？科的繁殖、棲息與渡冬所受的影響甚大。一旦水鳥的繁殖棲地可能遭受到人為的破壞，或其繁殖行為可能受人為活動而產生干擾時，其族群數量可能會因而大量

的減少甚而滅絕；所以，消極方面應立即停止、限制所有該棲地內的人為干擾與開發行為，進而管理其區域內之人為干擾；積極方面更應對該棲地重要物種進行相關的研究，針對適切的目標，進行相關的棲地經營與管理。

傳統的棲地經營與管理通常僅著眼於水鳥日間（day-time）的棲地利用與活動模式等研究，進行相關保護與管理策略擬定；如果水鳥在夜間（nocturnal，night-time）的棲地利用模式不同於日間，那麼原先的經營策略便可能無法達到原本所預期的結果與成效（Stain and Burger, 1994）。所以，適當的棲地經營管理策略，應結合該地區動物之日、夜間棲息地與覓食地等相關資訊，做出最適當的經營規劃（Dugan, 1981；Beyer and Haufler, 1994）。

五、無線電追蹤在鳥類研究上的應用

無線電遙測（Radiotelemetry）或稱無線電追蹤（Radio-tracking），是通過遙測裝在動物身上之發報器發出的無線電波，來確定動物所在位置的一門技術，自 1950 年代末期開始利用於野生動物，研究至今應用不斷擴大，尤其在近十年來，隨著高科技的發展與高荷載電池的發明，其活用性與靈敏度都有顯著的提高。目前，無線電追蹤已經成為野生動物研究和管理的一種常用的工具，同樣地，無線電追蹤應用於鳥類研究上，也擴大了人們對鳥類進行觀察研究的能力與範圍（Kenward, 1987；李，1991；徐等，2002）。

（一）無線電追蹤儀器與原理

一套完整的無線電追蹤設備基本上是由「無線電發報器」、「接收器」、和「天線」三部份組成。

1、無線電發報器 其主體包括無線電波發射器、微型電池、

發送天線等。無線電波發射器由精密的電子元件製成，能以固定的頻率發射無線電波；大多數的發報器使用體積小、重量輕、高荷載的微型鋰電池提供電力；發送天線由金屬軟線製成，能夠傳送無線電訊號。用以進行鳥類相關研究的無線電發報器其重量一般不得超過目標鳥體體重的 3% - 5%，否則會影響研究目標鳥體的正常活動，造成實驗結果的誤差。

- 2、接收器 用以接收和放大無線電發報器所發出的無線電訊號，並顯示其強弱。每個發報器有其固定頻率，當接收某個目標個體的無線電訊號時，研究人員只需要將其調整至相應的頻率（頻道）即可通過訊號而追蹤至發報器。
- 3、天線 與接收器相連，藉以確定無線電訊號發出的方向，具有放大無線電波訊號之功能。當天線正對著無線電發報器（研究目標個體）時，接收到的訊號最強，而向兩旁移動時則訊號減弱。
- 4、無線電追蹤定位原理 無線電追蹤技術的基本原理為三角定位法（見圖一），研究人員在不同的遙測點（ P_1 、 P_2 點）上，依據天線及接收器顯示的無線電訊號來確定發報器（即目標鳥體）所在之方向（ P_1P_1' 與 P_2P_2' ），兩個射線（方向）上的交點（ P 點）即為目標鳥體所在之位置，再利用公式 [1] 求出其座標（ X_0, Y_0 ）。

$$Y_0 = \frac{X_2 - X_1 + Y_1 \tan \theta_1 - Y_2 \tan \theta_2}{\tan \theta_1 + \tan \theta_2} \quad [1]$$

$$X_0 = X_1 + (Y_0 - Y_1) \cdot \tan \theta_1$$

(二) 研究領域

目前無線電追蹤應用於鳥類研究上的領域包括了鳥類的活動範圍、棲息地選擇、移動距離、活動模式與繁殖行為、營巢生態、存活率、族群數量估計及遷徙等方面。

- 1、活動範圍 計算鳥類活動區域面積的方法很多，諸如最小多邊形法、平均數法等。無線電追蹤可以在不影響目標鳥體正常活動的情況下，測得目標鳥體的準確位置（座標）來計算活動區域面積和多個個體的活動範圍重疊性，提供相關可靠的數據。
- 2、棲息地選擇 用以瞭解目標鳥體 24hrs 的活動及棲息地選擇。先將研究樣區中不同類型的棲息地加以分類，再根據遙測定位所得之數據，以求得動物對各類型棲息地的實際利用率。
- 3、移動距離與活動模式 根據目標鳥體在一定時間內兩個點位的距離，可以求出該個體的移動距離與速度，進而瞭解其活動模式。
- 4、營巢生態與繁殖 針對營巢行為較為隱密的鳥類，透過無線電發報器的訊號追蹤，進而可以發現其營巢環境，有利於研究該鳥種的營巢行為與偏好、繁殖生態與育雛行為等。
- 5、存活率 根據安裝無線電發報器個體的存活情況，可以計算出目標鳥種的存活率（見公式[2]）。

$$S_i = \frac{N_i - D_i}{N_i} \quad [2]$$

N_i ：時間內進行無線電標記的個體總數

D_i ：時間內死亡的標記個體數

S_i : 時間內的存活率

- 6、族群數量估計 搭配無線電遙測與研究樣區中的鳥類數量, 根據生態學中的「標記再捕捉」的原理(Lincoln-Peterson index), 可以估算目標鳥種之族群量。

參、研究地點與方法

一、研究地點

大肚溪口位處台灣西部海岸，是水鳥東亞 - 澳洲遷徙線上一個重要的棲息地與過境地，復以此地獨特豐富的灘地環境，每年都吸引著數以萬計的水鳥在此地停棲、過境；同時，大肚溪口也名列亞洲國際級重要溼地名單之一（IUCN）（Scott, 1989）。

彰濱工業區位處大肚溪口南側，台灣中部彰化縣西部濱海地區，北起彰化縣伸港鄉，南至彰化縣鹿港鎮員林排水口，南北長約 12 公里，東西長約 3.5 - 5 公里，距台中市區 30 公里，台中港區 15 公里，彰化市區 11 公里，台十七省道與台六十一號快速道路穿越工業區東側區段。本區氣候屬台灣西南部溫暖冬季寡雨型氣候，歷年來降雨均不及 1000 公釐，且多集中夏季，每年降雨日數約 80 日；冬季盛行西北季風，風力強大。強風季節由每年 10 月起至翌年三月止，夏季盛行西南季風。工業區總開發面積為三千六百四十三公頃，由北至南劃分為「線西」、「崙尾」、「鹿港」三大區，其內計劃土地細分有工業用地、社區用地、公共設施、環保用地及休閒遊憩用地等區。

在工業區各區施工流程（見圖二）之中，造陸工程完成後的環境是相當適合水鳥繁殖的棲地類型，此階段的土地開闊、面積大、植被覆蓋度低、地表主要組成以卵石、礫石為主；因為工業區採分期分區的方式進行開發，各區在完成造陸工程後並無旋即進行建廠利用等後續措施，因而所以提供了大量適宜水鳥繁殖的棲地環境，復以近年來因產業外移、經濟結構改變等因素，工業區土地租售比例相當低，更是大幅的提高了閒置土地的面積。雖然造陸工程提供了大量適宜水鳥繁殖的棲地環境，但造地完成後零星的公共設施工程，對於選擇此地進行繁殖的水鳥而言，則造成了零星不一的人為干擾，同時每年五、六月的梅雨季節帶

來大量的雨水責降低了表土中的鹽分，使部分較適宜此地環境的植被，如印度田菁 (*Sesbania sesban*) 大量生長，這兩個原因是此地使水鳥繁殖棲地品質下降的兩大主因 (劉，2002)。

工業區區內的施工進度屬崙尾區的進度最遲，造陸工程大部分完成，公共設施工程大部分仍尚未開始進行，根據東海大學環境科學研究所近幾年研究調查 (1998—2002 年)，利用此地區進行繁殖的水鳥族群也相對較其他區域 (鹿港區、線西區) 穩定。本研究於 2003、2004 兩年進行水鳥繁殖族群調查，研究區域如圖三所示，由於崙尾區的土地開發進度較其他區域慢，根據研究，在繁殖季中崙尾區內的東方環頸鸚繁殖族群較為穩定，本研究遂以此區域為主要研究樣區。

二、研究方法

本研究在 2003、2004 兩年東方環頸鸚繁殖期 (3 月至於 8 月) 中，於彰濱工業區內樣區進行繁殖調查；每週進行 2—3 次的繁殖調查，以掌握樣區內的繁殖狀況，繁殖調查根據研究的需要設計流程如下：

- 1、尋找樣區內繁殖巢位：以徒步的方式搜尋樣區內所有東方環頸鸚可能營巢的環境，輔以 30X 單筒望遠鏡和 10X 雙筒望遠鏡尋找樣區內正進行孵卵之成鳥。
- 2、繁殖巢位的標定：於發現繁殖巢位後，在距離巢位北方五公尺處地面，豎立已噴漆標記標號的木條 (長 20—30 公分、寬 3—5 公分) 以標定巢位，方便日後進行的其他野外調查。
- 3、繁殖巢位基本資料蒐集：完成繁殖巢位的標定後，隨即記錄巢蛋資料、孵化情形等巢位的基本資料。巢蛋資料包括：每巢巢蛋數、巢蛋外觀完整性等基本資料；配合漂浮法 (Egg flotation method) 推算巢蛋的胚胎發育階段，推估可能的孵化日期 (劉，

2002 ; Hays and LeCroy, 1971)(參見圖四)。

- 4、繁殖巢位親鳥的捕捉與標放：完成巢位的標定與相關資料的紀錄之後，便進行繁殖期個體的捕捉與標放。捕捉親鳥的方法以「走入式陷阱 (Walk-in Trap)」與「弓網 (Bow net)」兩個方法為主；捕捉到親鳥之後紀錄個體基本形質資料(重量、翼長、換羽等) 後，繫放上金屬環及色環以區分不同個體，形質的紀錄與金屬環、色環的標放在 15 分鐘內完成。若 30 分鐘內未能捕捉到親鳥個體，則放棄當次捕捉，另擇他日完成捕捉，以避免因干擾過大而影響其繁殖行為造成親鳥的棄巢。

經過樣區內的繁殖調查後，再選定適合^(註 1)的繁殖巢位進行日間活動模式與二十四小時無線電追蹤。

(一) 日間活動模式：

研究期間自 2003 年 4 月至 2004 年 7 月止，於樣區內每週進行的繁殖調查後，根據繁殖調查所得之資料，選定適合之繁殖巢位進行繁殖期親鳥的日間活動模式觀察。

日間活動模式的調查主要針對繁殖巢位內成鳥於日間(上午 06 : 00 時 下午 18 : 00 時) 在營巢巢區內的行為進行記錄。在選定適合的繁殖巢位後，於該巢位巢蛋孵化之前，針對目標巢位進行觀察紀錄，每次的野外調查記錄時間持續 3 小時，在距巢位 50 100 公尺處，以 30X 單筒望遠鏡與 10X 雙筒望遠鏡觀察目標巢位，每五分鐘紀錄繁殖巢位內成鳥 (公鳥或母鳥) 的繁殖行為與環境因子 (風速、砂溫) ; 繁殖行

^{註 1} 適合之巢位：指其繁殖巢位已趨成熟，親鳥產卵正常且距離卵孵化日期 15 20 天，進行相關繁殖研究不會對親鳥產生過大干擾之巢位。

為紀錄的內容依據研究先期及前人的分類方式包括如下：1、親鳥是否在巢（公鳥在巢、母鳥在巢、無親鳥在巢等）；2、巢位內親鳥之行為（孵卵 Incubation、休息 Resting、警戒 Alert、其他 Others 等）。環境因子的紀錄：1、利用砂溫計量測距地表 5 公分之溫度；2、利用風速計（Davis Ins. U.S.A.）量測紀錄點風速。每巢位完整紀錄兩次日間時段（上午 06：00 時—下午 18：00 時）的活動模式資料。

於研究期間內，2003 年繁殖季共收集 6 個巢位的活動模式資料，2004 年繁殖季共收集 12 個巢位的活動模式資料。

（二）無線電追蹤

1、儀器的測試

無線電波波具有許多與光線類似的性質，諸如反射（reflection）、折射（refraction）、繞射（diffraction）和干涉（interference）等性質。在沒有阻礙的情況之下，無線電波的強度與距離的平方成反比之關係（Kenward, 1987）；在一般的情況下，無線電波容易受到山壁、樹林、建築物和機械、引擎運轉的影響，使得無線電波產生反射、繞射等現象。本研究「無線電追蹤」部分主要是藉由無線電器材進行定位、追蹤等研究，因此為能掌握器材使用的效率及其準確性，於正式研究數據收集之前，預先進行無線電儀器、裝備的測試，以明瞭器材在研究區域中的實用性，方便日後研究方法的設定。

本研究使用之無線電發報器為 Holohil System Ltd. 公司之 BD-2 Transmitters（1.5g/個），配載之電池可持續 5—7 週；接收器與接收天線分別為 Telonics 公司 Model TR-4 型與 TR-14 型。經過 2002 年 12 月兩各發報器之測試，選擇實驗樣區中的「甲區」為無線電遙測之研究區域，在甲區周圍地帶選擇六個遙測點 A—F 點（見圖

五) 以利無線電訊號的收集與數據的分析。

2、 個體的上標：

在樣區中選定適當之繁殖巢位，進行個體捕捉，將無線電發報器固定至目標個體之背部（如圖六）。

研究者於 2003 年 7 月及 2004 年 5 月、6 月，共在甲區內利用無線電發報器標放了 5 個個體（2003 年：公鳥個體 1；2004 年：公鳥個體 2、母鳥個體 2）；其目的在於希望透過無線電追蹤的方式了解個體被釋放後的移動情況及其在覓食地的選擇與利用狀況進而探討個體在繁殖地的活動範圍。

3、 無線電資料的收集與分析：

在無線電資料的收集方面，在研究過程中，研究者在遙測點（A F 點）上，隨機選取遙測點，利用指北針與接收天線紀錄無線電發報器所發出目標訊號之方向，於 15 分鐘內進行 2 個遙測點的紀錄工作，則兩個遙測點所紀錄之方向所交會的地點，則得到該目標個體當時之位置。每個無線電追蹤的研究個體安排三個整日的無線電追蹤已收集完整之 24 小時個體活動遙測數據。

收集完研究個體之遙測位置點位資料後，將所測得位置點轉換為座標，再以 CALHOME Program (Kie *et al.*, 1996) 分析，求出每一研究個體在野外的活動範圍並計算其活動區域的面積。決定活動範圍 (home range) 的方法是利用以下兩種方法：「最小活動範圍法 (Minimum HomeRange 或稱為 Minimum convex polygon method, 以下簡稱為 MCP 法)」(Mohr, 1947) 以及「Kernel 百分累積數量法 (以下簡稱 Kernel 法)」。 「MCP 法」是一般無線電追蹤研究野生動物活動範圍常用的方法，將每隻動物最外圍的活動地點以直線連接，形成凸面多邊形 (Convex Polygon) 其內所包含的面積即定義

為個體的活動範圍；「Kernel 法」的計算方式是依據定位點的數量比例（50%、90%）而計算活動範圍的面積，可以方便研究者定義重要比例的棲息地。

（三）數據統計與分析

原始資料以 Excel 程式鍵入，並做為資料計算與轉換的主要平台。統計軟體使用 SPSS10.0 for Windows。原始資料在進行統計分析前，先驗證各項資料是否在統計上屬於常態分佈。所有資料分析並且經過必要之轉換，仍無法符合常態分佈之檢驗，因此本研究在統計方法上採用無母數統計法（nonparametric statistics）分析。

環境因子（風速、砂溫）對繁殖行為之相關性分析，採用 Spearman's rho 等級相關係數法分析。環境因子（風速、砂溫）為方便進行統計分析，將其分別劃分不同等級如下：

1、風速的等級劃分

第一級：風速 0.00 4.99 m/s

第二級：風速 5.00 9.99 m/s

第三級：風速 10.00 14.99 m/s

第四級：風速 15.00 19.99 m/s

第五級：風速 20.00 m/s 以上

2、砂溫的等級劃分

第一級：溫度 24.99 以下

第二級：溫度 25.00 29.99 以下

第三級：溫度 30.00 34.99 以下

第四級：溫度 35.00 39.99 以下

第五級：溫度 40.00 以上

肆、結果

一、日間活動模式

本研究在 2003 年 4 月至 8 月止，於研究樣區內紀錄 6 個東方環頸鸚繁殖巢位的日間活動模式資料；2004 年 4 月至 8 月止，紀錄 12 個東方環頸鸚繁殖巢位的日間活動模式資料。兩年研究期間總共紀錄 18 個東方環頸鸚繁殖巢位的日間活動模式資料(包含親鳥在巢行為與風速、砂溫等環境因子)。

經 two-way ANOVAs 檢驗兩年之數據，得結果(F 檢定值=0.000376 ; p-value=0.984701 > 0.05)表兩年之數據無顯著差異，得將 2003、2004 年兩年數據合併分析。

(一) 日間親鳥繁殖抱卵行為

由東方環頸鸚公、母鳥的日間(06:00 時 - 18:00 時)繁殖行為(見圖七、圖八)顯示，東方環頸鸚母鳥於 09:00 時 - 13:00 時(見圖七)主要負責巢區的繁殖行為，而公鳥的繁殖抱卵行為主要分佈於每日的 06:00 時 - 09:00 時與 13:00 時 - 18:00 時(見圖八)。

東方環頸鸚母鳥主要的繁殖行為集中於日間(06:00 時 - 18:00 時)氣候最為炎熱的時段(09:00 時 - 13:00 時)，此時段繁殖巢區內幾乎全由母鳥負責巢位、巢蛋的一切繁殖行為(在巢率 > 90%)，在此時段中，公鳥鮮少在繁殖巢區附近出現(在巢率 < 5%)；而在其他時段(06:00 時 - 09:00 時、13:00 時 - 18:00 時)繁殖巢位內親鳥之活動模式則較 09:00 時 - 13:00 時呈現完全不一的狀況：於 06:00 - 07:00 時公鳥之在巢率 > 90%，而母鳥之在巢率 < 10%；另外 13:00 時 - 15:00 時，公鳥之在巢率亦明顯高於母鳥(公鳥：70 - 80%，母鳥：

10 30%)，而 07:00 時 09:00 時、15:00 18:00 時兩時段，公、母鳥之在巢率較為接近，但仍以公鳥之在巢率為高（見圖七、圖八）。

若將公母鳥在巢定義為親鳥在巢率，親鳥（任一親鳥）日間（06:00 時 18:00 時）的抱卵行為，由圖九顯示，東方環頸鸚公母鳥採輪流進行抱卵之行為，於日間僅少數時段親鳥在巢率較低（仍 > 80%）。在日間親鳥在巢率較低的時段（06:00 時 09:00 時、14:00 時 18:00 時）均為整個日間氣溫相對較低的時段。

雖然親鳥的日間在巢率相當高，但親鳥兩者（公鳥、母鳥）同時在巢的比率並不高，通常僅為交替抱卵時有短暫的時段親鳥（公鳥、母鳥）同時在巢區，亦或巢區出現較大的干擾（人為干擾、捕食者威脅）時，公鳥會採警戒行為在巢區警戒，同時母鳥負責抱卵與護巢的行為。

（二）環境因子對親鳥繁殖行為的影響

環境因子分砂溫與風速兩部分探討其對親鳥繁殖行為的影響。

1、風速：

研究期間平均風速為 8.93m/s，最高風速為 17.75m/s，最低風速為 0.00m/s。以風速等級與親鳥在巢率作圖如圖十，另外以風速等級對繁殖期親鳥在巢率的相關性分析如表一所示。親鳥（公鳥、母鳥）的在巢率與風速等級呈現無顯著差異的結果（ $p > 0.05$ ），表示風速等級並不會影響親鳥在巢率；公鳥、母鳥的在巢率與風速等級同呈現無顯著差異（ $p > 0.05$ ）。

2、砂溫：

研究期間平均砂溫為 33.1 ，最高砂溫為 36.5 ，最低砂溫為 27.5 。以砂溫與親鳥在巢率作圖如圖十一，砂溫等級對繁殖期親鳥在巢率的相關性分析如表二所示。親鳥（公鳥、母鳥）的在巢率與砂溫呈現極顯著的差異（ $p < 0.01$ ）呈現正相關；公鳥的在巢率與砂溫呈現極顯著的差異（ $p < 0.01$ ）呈現正相關；母鳥的在巢率與砂溫呈顯著的差異（ $p < 0.05$ ），呈正相關。

二、無線電追蹤

研究期間於 2003 年繁殖季繫放無線電發報器於 1 隻個體（公鳥： $n=1$ ），2004 年繁殖季繫放無線電發報器於 4 隻個體（公鳥： $n=2$ ；母鳥： $n=2$ ），兩年的研究期間共收集 5 隻繁殖期東方環頸鸚的無線電追蹤數據。

每個個體（個體？、？、？、？、？）之活動範圍如表三所示。整理所有個體的定位點位資料，得出的東方環頸鸚之活動範圍如表四所示（見圖十、圖十一）。就日間（06：00 時 - 18：00 時）與夜間（18：00 時 - 06：00 時）比較，由表三可以發現，東方環頸鸚不論是公鳥或母鳥，其夜間的活動範圍均較日間為大；東方環頸鸚公鳥的平均活動範圍 123.51ha（MCP 法）較母鳥 189.30ha（MCP 法）為小。

另外，根據五個個體的無線電定位點，依照其個體在巢區的百分率與整日 24 小時的分佈圖做圖如圖十四。由無線電追蹤所得的資料可以發現，公鳥負責夜間（18：00 時 - 06：00 時）巢區的繁殖行為，主要集中於 00：00 時 - 06：00；而母鳥負責巢區的繁殖行為於日間（06：00 時 - 18：00 時），主要集中於正午 09：00 時 - 13：00 時。

根據無線電追蹤的結果，發現除巢區外，內陸淡水地區，繁殖季東方環頸鸚的利用率極高，其次是巢區附近因雨積水區，而潮間灘地的利用率則偏低。由表四知，繁殖期東方環頸鸚是以繁殖巢位附近約 5ha 為最主要的活動範圍 (Kernel 50% = 4.75ha)，繁殖期內每日大部分的活動均在此範圍內完成 (繁殖、覓食、休息等行為)。

伍、討論

一、日間活動模式的探討：

由本研究結果顯示，東方環頸雉日間之繁殖活動由公、母鳥協力完成，但公、母鳥並非同時位於巢區進行繁殖行為，而是採輪流之方式來完成。若將整個日間（06：00 時 - 18：00 時）畫分為三個時段：06：00 時 - 09：00 時、09：00 時 - 13：00 時與 13：00 時 - 18：00 時等三時段，則可以發現母鳥主要是負責中間時段（09：00 時 - 13：00 時），而公鳥則負責其他兩時段（06：00 時 - 09：00 時與 13：00 時 - 18：00 時）。

根據 Kosztolányi and Székely (2002) 的研究，東方環頸雉繁殖活動的孵卵階段是由公、母鳥協力完成，而母鳥集中在 08：00 時 - 14：00 時，公鳥主要集中在夜間 20：00 時 - 06：00 時；整理科水鳥繁殖活動之公、母鳥時間分配的相關研究文獻如表五，可以發現科水鳥之繁殖行為的孵卵階段是由公、母鳥協力完成，但夜間大部分主要由公鳥負責繁殖巢位之繁殖活動，母鳥則負責大部分的日間繁殖行為，針對日夜間公、母鳥繁殖分配的比例來看，本研究結果與其他文獻之研究結果亦相同。

李 (1994) 的研究也指出，鳥類的繁殖行為中的孵卵階段，若無其他外力干擾或是捕食者的威脅，則親鳥之主要行為是以繁殖行為的孵卵為主，公、母鳥因不同鳥種會有不同之時間分配，但日間繁殖巢位內鮮少會有親鳥不在巢之狀況，親鳥之所以離開巢區，是以覓食需求為主，因主要覓食區不在繁殖巢位附近，而離開巢區，其研究以黑頸鶴 (*Grus nigricollis*) 為對象，發現黑頸鶴之公、母鳥孵卵行為亦是採公、母鳥輪流之方式，但其研究並無得出其固定模式之時間分配，僅只發現原在巢之親鳥若欲離巢時，會發出鳴叫、展翅等動作呼喚另一不在巢之親

鳥，研究也發現黑頸鶴之親鳥離巢主要是為了到覓食地進行覓食、休息等行為。Whittinghan *et al.* (2000) 的研究也指出，金斑？ (*Pluvialis apricaria*) 於繁殖活動的孵卵階段進行之時，親鳥絕大部分的時間均用於繁殖活動（孵卵、巢區警戒）之上，佔全部時間 78%，而其他之時間，是分配於覓食活動之上，並發現原本非繁殖季花費大量時間於潮間灘地覓食的金斑？，也大幅減少了其覓食活動所花費之時間。

瞭解水鳥之日間活動模式，可以幫助我們瞭解水鳥行為之差異，以及其對環境的需求(王, 2001), 尤其是針對繁殖期之水鳥行為的研究，更可作為日後物種復育、棲地經營的重要參考。

不同的研究取樣時間長短與紀錄方式的不同，會有其推估活動比例時間分配的差異，取樣時間間隔越長，所得之變異性會越高，本研究以 5 分鐘為間隔，應可大幅降低取樣時間所可能造成之誤差，但若欲更精細推估研究繁殖鳥類的繁殖活動模式與時間分配，可利用巢位定時紀錄器 (transponder system) 來進行相關研究分析 (Kosztolányi and Székely, 2002)，會有更為精確之研究分析統計資料，但須考慮其紀錄器安裝於繁殖巢位上對親鳥所造成之干擾，是否造成其繁殖活動的影響。

二、環境因子對繁殖行為的影響：

不同的物種其活動時間分配 (activity time budget) 都有著最適於自身的比例，來適應不同的環境差異 (Verner, 1965)。換句話說，環境因子是使不同物種產生不同之活動時間分配的主要原因之一。繁殖活動、環境溫度、日間長度、棲地品質、食物來源豐富度等變因，都可能影響鳥類的活動能量支出而使其活動模式產生變化 (Gibb, 1956; Verner, 1965; Verbeek, 1972; Boxall and Lein, 1989; Eberhardt *et al.*, 1989)。

鳥類的日間活動最易受環境氣候因子的影響，Hickey and Titman

(1983) 的研究指出 Black ducks (*Anas rubripes*) 在秋、冬兩季因風力的因素，其活動時間分配於休息的比例大幅增加；Petrie and Petrie (1998) 針對 White-face whistling ducks 進行研究，根據研究顯示，其活動會受到大氣溫度的影響；氣候除了影響鳥類時間分配之外，個體休息時的行為（站立、理羽、姿勢等）也會因為氣候不同而有差異。

針對繁殖期的鳥類而言，環境中溫度更是一項影響繁殖活動的重要環境因子之一，Amat and Masero (2004) 的研究中指出，水鳥繁殖區環境中的氣溫與捕食者威脅是影響？科水鳥繁殖活動的兩大重要因子；Brown and Downs (2003) 針對繁殖期 Crowned plover (*Vanekkus coronatus*) 進行研究也顯示，環境溫度與親鳥的孵卵行為是呈極度顯著之相關性。

根據研究文獻指出，繁殖期中繁殖區的溫度，也是影響鳥類繁殖成功率的因素之一，適宜的溫度有助於巢蛋的孵化過程，但過高或過低的溫度則可能導致巢蛋的孵化失敗 (Blanken and Nol, 1998; Brown and Downs, 2003)。

風速與溫度均屬氣候因子，而氣候因子包括的項目還包括雲層覆蓋度 (Cloud cover)、雨量 (rain) 等其他多種氣候因子，因東方環頸？屬地面性築巢的？科水鳥，故氣候因子的影響在本研究中選擇砂溫與風速作為環境因子的測定項目，但是基於原始資料無法轉換為常態分布的形式，乃採無母數分析法，但也因此無法將風速與砂溫作加成效應的影響分析。本研究結果顯示，風速等級與親鳥在巢率並無相關性，而砂溫等級則與親鳥之在巢率是呈正相關。溫度與風速對於非繁殖期鳥類的影響在前人的研究中指出，風速的增大或是溫度的降低會增加鳥類對於能量的需求，而對覓食行為產生明顯的影響 (Burger, 1984; Kirby, 1997)；本研究針對繁殖期東方環頸？的繁殖活動模式研究，結果顯示風速並未

與繁殖活動呈現相關性，但研究中並未探討風速與砂溫可能造成的加成效應，亦無法完全印證風速對繁殖活動所造成之影響並無相關，僅可證明溫度對於繁殖活動的影響性。

三、無線電追蹤的探討：

無線電追蹤應用於野生動物族群或個體的研究已有 50 餘年的歷史，經過研究器材的不斷改良與資料分析方法的改進，無線電追蹤已是利用於野生動物行為研究的一大工具之一（Kenward, 1987；Bogner and Baldassarre, 2002；Churchill *et al.*, 2002；Boal *et al.*, 2003；Rirera *et al.*, 2003）。一般而言，無線電追蹤的應用較適合在開闊、平坦的地形，無線電波才不致受到地形障礙所阻擋或干擾（Kenward, 1987），國外利用無線電追蹤於鳥類活動模式的研究上，其研究樣區大都是在平坦的高地（Hessler *et al.*, 1970）、平原（Robertson, 1988）和盆地（Whiteside and Guthery, 1983）等，大致來說地形的起伏並不大。李（1991）的研究中也指出，研究區域內地勢的高低起伏或海濱的礁石，有時會造成無線電波方向的誤差，也會造成研究過程中追蹤定位的不便，若要將無線電追蹤的技術應用於野生動物的研究，首要考慮的問題便是研究區域地形所可能產生的影響。本研究選擇之研究樣區屬大面積平坦之環境，而本研究所設之遙測點（圖五：A—F 點）是位於樣區外圍的堤防處，因其地勢高出樣區，亦有助於遙測時無線電資料回收之正確性。

劉（2002）的研究中指出，單純就無線電追蹤回收之定位點資料，僅能推估研究物種之活動範圍大小，若欲研究其物種之棲地偏好、利用率等相關問題，則須配合針對研究結果所得之活動範圍內的野外棲地調查，方可判斷其物種之棲地利用與偏好。更進一步，還可以應用地理資訊系統（Geographic Information System, GIS）配合分析，可以得到更

為詳細的資料。本研究是利用無線電要測推估東方環頸鸚之活動範圍後，再進行研究樣區內的棲地調查，並未搭配地理資訊系統（GIS）進行分析比對，故無法獲得更為詳細、直接的物種棲地利用的模式資料。建議各級政府或研究單位應盡快彙整、建立台灣沿海地區自然資料調查的地理資訊系統資料庫，完整紀錄環境水文、地景地貌、植被和地形等資料，對於日後野生動物的研究、土地開發的評估，甚至是生態旅遊資源規劃，都會有相當之助益。

四、活動範圍的探討：

1、繁殖季活動範圍的探討

根據 Rivera *et al.* (2003) 指出，鳥類於繁殖季的活動範圍明顯小於非繁殖季，其研究更提出三個結論：1.) 繁殖季親鳥主要活動分配均用於繁殖行為，在巢時間比例高；2.) 舉凡繁殖過程中的築巢、配對、孵卵和育雛等階段，巢區的安全關係著繁殖成功率，巢區的親鳥會就近進行覓食、休息等活動；3.) 為就近維護繁殖巢區的安全，繁殖季親鳥甚至可能會改變其食性以就近維持巢區之安全。

東方環頸鸚於非繁殖季時，大都成群或與其他鳥種混群在海岸進行覓食，而繁殖季則不同於非繁殖季。前人的文獻指出，繁殖季的東方環頸鸚除了會在潮間灘地進行覓食行為之外，在繁殖區內陸環境中的昆蟲等節肢動物更是重要的食物來源之一（Hoyo *et al.*, 1996）。由此更可證明繁殖期東方環頸鸚為提高巢區的繁殖成功率，可能會採取不同於非繁殖季時在潮間灘地覓食底棲生物、螃蟹等食物，而就近在繁殖巢區附近進行覓食。研究也指出，東方環頸鸚繁殖環境附近由雨水或海水積聚而成的水體，常會滋生大量節肢動物，如此的環境有助於提高東方環頸鸚之繁殖成功率（Patterson *et al.*, 1991；劉，2002）。

根據本研究的結果（繁殖季）與 2003、2004 年冬季（非繁殖季）野外調查可以發現，東方環頸鵒於繁殖季的活動範圍明顯小於非繁殖季，在繁殖季中，東方環頸鵒的繁殖族群鮮少至灘地進行覓食；而非繁殖季中，東方環頸鵒的族群則隨潮時、潮差的改變而改變，有更大的活動範圍與覓食環境。

2、日夜間活動範圍之差異

根據本研究結果可以發現不論是東方環頸鵒的公鳥或母鳥，其夜間活動範圍均明顯較日間活動範圍為大（見表三）。Rohweder（2001）的研究表示，水鳥日夜間的活動範圍、棲息地有所不同，其原因可能有三：1.) 捕食者的威脅；2.) 人為干擾；3.) 食物來源。繁殖期水鳥可能遭遇的捕食者有狐狸、野狗、鷺科鳥類、猛禽等，在夜間因光線的原因，巢位有最佳的掩護，可避免主要利用視覺進行覓食的捕食者（Handel and Gill, 1992；Rohweder, 1997）；其次，棲息於濱海環境之水鳥，可能受到濱海遊憩的開發、工商業發展而受到程度不一的干擾，其中，以濱海遊憩活動對於水鳥的活動影響甚鉅，因此之故，水鳥於夜間（人為干擾程度較低）時，可能有更多的棲息環境與覓食環境，因而產生了日、夜間的活動差異（Ruhlen *et al.*, 2003）；另外，覓食來源的豐富度與覓食效率亦可能對水鳥的日、夜間活動產生影響，Rohweder（2000）的研究指出，Pacific Golden Plover 和 潛鵪 Curlew Sandpiper（*Calidris ferruginea*）主要利用夜間進行覓食，因為夜間可提高其於潮間灘地的覓食效率，亦有研究發現，部分的底棲生物在夜間的活動性明顯高於日間（Thibault and McNeil, 1994；McNeil *et al.*, 1995），因此也影響了水鳥在夜間覓食的傾向。

根據本研究結果，繁殖期東方環頸鵒於夜間會出現於日間甚少出現

的潮間灘地，參酌前人的研究可以推估，若於繁殖季中，內陸環境所能提供之食物量較為缺乏或不足之時，東方環頸鵒會利用夜間進行覓食，以補足日間覓食的不足，因夜間巢區可以避免鷺科等利用視覺為主的捕食者，巢區有較佳之安全狀態，親鳥也利用此較低可能被捕食之時段，至食物量更為豐富的地區進行覓食。

五、棲地選擇：

1、內陸淡水區對繁殖期東方環頸鵒的重要性

根據本研究無線電定位點資料與日間的野外調查顯示，東方環頸鵒利用繁殖區附近的內陸淡水水域頻率相當高，因地勢和雨水積聚而成的內陸淡水區不但提供了繁殖期東方環頸鵒豐富覓食來源，更提供了繁殖期中重要的水分來源，對於繁殖期東方環頸鵒的重要性不言可喻。

劉（2002）針對水鳥繁殖棲地選擇的研究，在東方環頸鵒繁殖區內的積水區進行生物採集，發現大量節肢動物包括多種水生昆蟲（搖蚊科幼蟲、鞘翅目昆蟲為主）、橈足類（Copepoda）、雙翅目（Deptera）蠅類、枝角類（Cladocera）和環節動物中的顫蚓，這些節肢動物均可提供東方環頸鵒親鳥、雛鳥的主要食物來源。另外，也有文獻指出在繁殖期間適逢氣溫過高時，親鳥會就近尋找水源，以腹部沾附水源，再以沾濕之腹部覆就巢蛋以降低巢蛋的溫度，確保繁殖成功保護巢蛋免受高溫之傷害（Kosztolány and Székely, 2002；Kosztolányi *et al.*, 2003）。

覓食棲地品質的穩定，對於繁殖季水鳥的繁殖成功率：針對繁殖期的配對、交配、孵卵等階段，豐富穩定的覓食棲地品質有利於繁殖初、中期親鳥能量的補給，親鳥更會偏好較易兼顧巢區繁殖活動（孵卵、護巢等行為）的覓食棲地，故繁殖區附近是否有穩定的覓食棲地，影響該繁殖地的繁殖成功率；另一方面，在雛鳥孵化後，大部分水鳥屬早熟性

雛鳥，親鳥會引領雛鳥覓食，此時繁殖地內是否有足夠的覓食棲地以供成長期雛鳥利用，亦是影響繁殖族群大小的重要原因之一。

2、東方環頸雉之繁殖棲地選擇

東方環頸雉對於環境的適應力強，繁殖地需求並不似其他鳥種高，砂質、礫石的環境均可提供其作為繁殖巢區（Fojt *et al.*, 2000；Powell, 2001）。本研究進行期間的樣區繁殖調查，也有多次紀錄東方環頸雉在魚塭土堤、道路等不同的環境築巢，文獻也指出東方環頸雉喜好築巢在無植被或植被稀疏的環境（Hoyo *et al.*, 1996；Powell, 2001；杜，1991；劉，2002），彰濱工業區底質是由礫石、鵝卵石、砂石與砂土組成，因此未建蓋工廠的閒置地正提供了合適東方環頸雉利用的繁殖微棲地，但卻亦因閒置土地每年的工程進度、植被變化而造成了每年東方環頸雉繁殖地品質不一的結果。

根據本研究於 2003、2004 年彰濱工業區全區（線西區、崙尾區、鹿港區）繁殖調查，發現彰濱工業區 - 崙尾區內東方環頸雉的繁殖族群於 2003、2004 年屬較為穩定的地區，而線西區、鹿港區則因人為干擾的頻繁、工業區施工進度等原因繁殖族群並不穩定，但仍持續有發現繁殖族群。其中彰濱工業區 - 線西區因大部分閒置土地已長出茂盛之植被或為防風林、垃圾堆置場之用，大部分在線西區繁殖之東方環頸雉族群選擇在堤岸礫石土地、道路築巢，但卻因此些地區人為干擾頻繁，造成了繁殖巢位繁殖活動上的一大干擾，易造成繁殖失敗的狀況；另外，彰濱工業區 - 鹿港區內的閒置土地則是因為地勢與環境關係，繁殖季 5、6 月梅雨過後常造成環境大幅改變，連日豪雨後因地形因素，不但可能沖走孵化中的巢蛋、沖毀繁殖巢位，更造成植被在梅雨過後大量拓生，諸多因素使得此地區之東方環頸雉繁殖族群無法提高其繁殖成功率。

東方環頸雉屬群聚或半群聚性的繁殖鳥種，繁殖巢位間距較近，若

在合適之繁殖地，其繁殖密度會相對大幅提高。本研究雖未針對巢位密度進行深入之實驗設計與研究，但經 2003、2004 年兩年之繁殖調查，粗估研究樣區(彰濱工業區 - 崙尾區)之東方環頸雉最大繁殖密度約可達每公頃 5 巢；根據劉(2002)的研究，彰濱工業區 - 線西區的東方環頸雉繁殖密度為每公頃 2.59 - 7.25 巢；杜(1991)的研究指出，彰濱工業區 - 線西區最大繁殖密度為每公頃 2.96 巢，崙尾區為每公頃 4 巢，鹿港區為每公頃 1.67 巢。Hoyo *et al.* (1996) 的研究曾經提到，若繁殖環境的條件可以適合東方環頸雉的繁殖所需，其繁殖密度可高達每公頃 96 巢，Powell and Collier (2000) 在加州經營管理的人工繁殖地其東方環頸雉的繁殖密度達到每公頃 13.3 巢的紀錄，因此彰濱工業區若有機會能善加規劃與棲地經營，東方環頸雉的繁殖密度應可再提高。

六、棲地經營管理的建議：

根據前人之研究(杜, 1991; 劉, 2002)與本研究之研究結果顯示，彰濱工業區是重要的水鳥繁殖地，資料(劉, 2002; 許, 2002)也指出，此地有全台灣最大的東方環頸雉及小燕鷗的繁殖族群，此地有珍貴的繁殖鳥類資源，但卻因人為的持續開發與政府相關單位的漠視，造成此一擁有極佳條件的水鳥繁殖環境，因缺乏適當的經營管理而慢慢消失。

Ruhlen *et al.* (2003) 指出，當海岸環境可能遭受到人為干擾、開發或破壞，進而造成利用該地區進行繁殖之生物族群改變時，應對該地進行適當之人為經營管理，以限制其開發或干擾等行為等經營管理措施進行管理，才不致造成該繁植物種的族群減少或滅絕；對於人為開發干擾嚴重之重要生物棲地進行棲地經營，不僅只可以達到保留物種族群，減少生物多樣性遭破壞，適當的經營管理配合計畫性的生態旅遊、環境教育，更可以提高民眾之環境意識，價值甚高(楊, 2003)；因此保護大

肚溪口南岸陸域地區部份重要之水鳥繁殖地，並進行相關棲地經營管理，是當下當為之事。

本研究結果配合已有文獻關於棲地選擇、繁殖成功率（杜，1991；劉，2002），可以提供一個針對繁殖期東方環頸鸕完整的棲地經營管理的參考與預估。在本研究期間發現，繁殖期東方環頸鸕常因欲穿越繁殖地北側道路至覓食地而造成親鳥或雛鳥的死亡，根據本研究之結果顯示，親鳥的死亡將可能造成單一親鳥無法繼續照顧巢蛋而導致棄巢，進而使得繁殖成功率降低、雛鳥死亡等狀況。因此，若欲塑造一良好之繁殖棲地，首要工作應在其所需活動範圍（約 5 公頃）內，建立棲地的完整性，提供水域環境（灘地或內陸淡水地區），在繁殖期間此些地區可提供其覓食需求，可降低因棲地切割（繁殖地、覓食地因地形、人為因素造成的隔離）所可能對其繁殖族群造成的影響；另外，輔以繁殖棲地內的排水、植被控制，繁殖棲地周圍圍籬的設置與相關人為管理措施，如此應該提高該地繁殖族群之繁殖成功率，降低親鳥死亡、棄巢或雛鳥死亡等狀況。

陸、參考文獻

- Amat, J. A., and J. A. Masero. 2004. Predation risk on incubating adults constrains the choice of thermally favourable nest sites in a plover. *Animal Behaviour* 67:293-300.
- Burger, J. 1984. Abiotic factors affecting migrant shorebirds. *In Shorebirds: Breeding Behavior and Populations* (ed. J. Burger and B. L. Olla). Plenum Press, New York. pp. 1-67.
- Boxall, P. C., and M. R. Lein. 1989. Time budgets and activity of wintering Snowy Owls. *J. Field Ornithol.* 60:20-29
- Beyer, D. E. Jr., and J. B. Haufler. 1994. Diurnal versus 24-hour sampling of habitat use. *Journal of Wildlife Management* 58:178-180
- Blanken, M. S., and E. Nol. 1998. Factors affecting parental behavior in Semipalmated Plovers. *The Auk* 115(1):166-174.
- Bogner, H. E., and G. A. Baldassarre. 2002. Home range, movement, and nesting of Least Bitterns in Western New York. *Wilson Bulletin* 114(3):297-308.
- Boal, C. W., D. E. Andersen, and P. L. Kennedy. 2003. Home range and residency status of Northern Goshawks breeding in Minnesota. *The Condor* 105:811-816.
- Brown, M., and C. T. Downs. 2003. The role of shading behaviour in the thermoregulation of breeding Crowned Plovers (*Vanellus coronatus*). *Journal of Thermal Biology* 28:51-58.
- Cramp, S. 1983. *Handbook of the Birds of Europe the Middle East and North Africa Vol. III : Waders to Gulls*. Oxford University Press. New York.

- Churchill, J. B., P. B. Wood, and D. F. Brinker. 2002. Winter home range and habitat use of female Northern Saw-Whet Owl on Assateague island, Maryland. *Wilson Bulletin* 114:309-313.
- Dugan, P. J. 1981. The importance of nocturnal foraging in shorebirds: a consequence of increased invertebrate prey activity. *Feeding and Survival Strategies of Estuarine Organisms* (eds N. V. Jones and W. J. Wolff). Plenum Press, New York, NY. pp. 251-260.
- Eberhardt, L. E., G. G. Books, R. G. Anthony, and W. H. Rickard. 1989. Activity budgets of Canada geese during brood rearing. *The Auk* 106:218-224.
- Fojt, E., P. Triplet, J. C. Robert, and R. A. Stillman. 2000. Comparison of the breeding habitats of little Ringed Plover *Charadrius dubius* and Kentish Plover *Charadrius alexandrinus* on a shingle bed. *Bird Study* 47:8-12.
- Gibb, J. 1956. Food, feeding habits and territory of the rock pipit, *Anthus spinoletta*. *Ibis* 98:506-530.
- Guillemain, M., H. Fritz, and P. Duncan. 2002. The importance of protected area as nocturnal feeding grounds for Dabbling Ducks wintering in western France. *Biological Conservation* 103:183-198.
- Hessler, E., J. R. Tester, D. B. Siniff, and M. M. Nelson. 1970. A biotelemetry study of survival of Pen-reared birds released in selected habitats. *Journal of Wildlife Management* 34:267-274
- Hays, H., and M. LeCory. 1971. Field criteria for determining incubation stage in eggs for Common Tern. *Wilson Bulletin* 83:425-429.
- Hicky, T. E., and R. D. Titman. 1983. Diurnal activity budgets of black

- ducks during their annual cycle in Prince Edward Island. *Can. J. Zool.* 61:743-749.
- Handel, C. M., and, R. E. Gill. 1992. Roosting behavior of pre-migratory Dunlins (*Calidris alpina*). *The Auk* 109:57-72.
- Hoyo, J. D. E., J. Sargatal, and editors. 1996. Handbook of the birds of the world. Lynx Edicions, Barcelona.
- Johnsgard, P. A. 1981. The plovers, sandpipers, and snipes of the world. University of Nebraska press. London.
- Kenward, R. 1987. Wildlife radio tagging. Academic Press. London.
- Kie, J. G., J. A. Baldwin, and C. J. Evans. 1996. CALHOME: a program for estimating animal home ranges. *Wildlife Society Bulletin* 24(2):342-344.
- Kirby, J. S. 1997. Influence of environmental factors on the numbers and activity of wintering Lapwings and Golden Plovers. *Bird Study* 44:97-110.
- Kosztolányi, A., and T. Székely. 2002. Using a transponder to monitor incubation routines of Snowy Plovers. *J. Field Ornithol.* 73:199-205.
- Kosztolányi, A., T. Székely and I. C. Cuthill. 2003. Why do both parents incubate in the Kentish Plover? *Ethology* 109:645-658.
- Mohr, C. O. 1947. Table of equivalent populations of North American small mammals. *Amer. Wildl. Nat.* 37:223-249.
- McNeil, R., O. Doaz, I. Linero A., and J. R. Rodriguez S. 1995. Day- and night- time prey availability for waterbirds in a tropical lagoon. *Can. J. Zool.* 73:869-878.
- Niemute, N. D. 2000. Land use and vegetation associated with Greater

- Prairie-Chicken Leaks in an agricultural landscape. *Journal of Wildlife Management* 64(1):278-286
- Page, G. W., L. E. Stenzel, and C. A. Ribic. 1985. Nest site selection and clutch predation in the Snowy Plover. *The Auk* 102:347-535.
- Patterson, M. E., J. D. Fraser, and J. W. Roggenbuck. 1991. Factors affecting Piping Plover productivity on Assateague island. *Journal of Wildlife Management* 55:525-531.
- Paton, P. W. C. 1995. Breeding biology of Snowy Plovers at Great Salk Lak, Itah. *Wilson Bulletin* 107:275-288.
- Petrie, S. A., and V. Petrie. 1998. Activity budget of White-faced Whistling-ducks during winter and spring in northern KwaZulu-Natal, South Africa. *Journal of Wildlife Management* 62, 1119-1126.
- Powell, A. N., and C.L. Collier. 2000. Habitat use and reproductive success of Western Snowy Plovers at new nesting areas created for California Least Terns. *Journal of Wildlife Management* 64:24-33.
- Powell, A. N. 2001. Habitat characteristic and nest success of Snowy Plovers associated with California Least Tern colonies. *The Condor* 103:785-792.
- Robert, M., and R. Mcnell. 1988. Comparative day and night feeding strategies of shorebird species in a tropical environment. *Ibis* 131:69-79.
- Robertson, P. A. 1988. Survival of released Pheasants, *Phasianus colchicus*, in Ireland. *J. Zool.* 214:683-695.
- Rohweder, D.A. 1997. Observation of attempted raptor predation on migrant waders in northern New South Wales. *The Stilt* 31:41.

- Rohweder, D. A. 2000. Night-day habitat use by five species of migratory shorebird in Richmond River estuary, northern New South Wales. PhD Thesis. Southern Cross University.
- Rohweder, D. A. 2001. Nocturnal roost use by migratory waders in the Richmond River estuary, northern New South Wales, Australia. *The Stilt* 40:23-28.
- Rivera, J. H. V., W. J. McShea, and J. H. Rappole. 2003. Comparison of breeding and postbreeding movements and habitat requirements for the Scarlet Tanager (*Piranga olivacea*) in Virginia. *The Auk* 120(3):632-644.
- Ruhlen, T. D., S. Abbott, L. E. Stenzel, and G. W. Page. 2003. Evidence that human disturbance reduces Snowy Plover chick survival. *J. Field Ornithol.* 74(3):300-304.
- Scott, D. A. 1989. A directory of Asian wetlands. IUCN., Cambridge, U. K. pp.1811.
- Staine, K. J., and J. Burger. 1994. Nocturnal foraging behavior of breeding Piping Plovers (*Charadrius melodus*) in New Jersey. *The Auk* 111(3):579-587.
- Szentirmai, I., and T. Székely. 2004. Diurnal variation in nest material use by the Kentish Plover *Charadrius alexandrinus*. *Ibis* 146:535-537.
- Thibault, M., and R. McNeil. 1994. Day/night variation in habitat use by Wilson's Plovers in northeastern Venezuela. *Wilson Bull.* 106(2):299-310.
- Verner, J. 1965. Time budget of the male long-billed Marsh Wren during the breeding season. *The Condor* 67:125-139.

- Verbeek, N. A. M. 1972. Daily and annual time budget of the Yellow-billed Magpie. *The Auk* 89:567-586.
- Whiteside, R. W., and F. S. Guthery. 1983. Ring-necked pheasants movements, home range, and habitat use in West Texas. *Journal of Wildlife Management* 47:1097-1104.
- Warriner, J. S., J. C. Warriner, G. W. Page, and L. E. Stenzel. 1986. Mating system and reproductive success of a small population of polygamous Snowy Plovers. *Wilson Bulletin* 98:15-37.
- Whittingham, M. J., S. M. Percival and A. F. Brown. 2000. Time budgets and foraging of breeding Golden Plover *Pluvialis apricaria*. *Journal of Applied Ecology* 37:632-646.
- Winton, B. R., D. M. Leslie, and J. R. Rupert. 2000. Breeding Ecology and management of Snowy Plovers in North-Central Oklahoma. *J. Field Ornithol.* 71(4):573-584.
- Wallander, J. 2003. Sex roles during incubation in the Common Ringed Plover. *The Condor* 105:378-381.
- 王佳琪。2001。台南七股地區黑面琵鷺 (*Platalea minor*) 度冬之日間活動模式。碩士論文。國立台灣師範大學。台北。
- 李志宏。1991。環頸雉現況及飼養個體釋放後之無線電追蹤研究。國立台灣師範大學。台北。
- 李來興。1994。黑頸鶴交配及孵化行為研究。中國科學院西北高原生物研究所。
- 杜明林。1991。彰濱地區東方環頸? (*Charadrius alexandrinus dealbatus*) 的巢位選擇與孵化成功率的研究。碩士論文。東海大學。台中。
- 何政道。2002。關渡自然公園賞鳥活動經營管理之現況與對策。碩士論

- 文。國立台北科技大學。台北。
- 林芳儀。2000。景觀變遷對於鳥類群聚時空分布之影響 - 以關渡自然公園為例。碩士論文。國立台灣大學。台北。
- 徐基良、張曉輝、張正旺、鄭光美。2002。白冠長尾雉育雛期的棲地選擇。動物學研究 23 (6) 471-476。
- 許勝發。2002。台南地區鳥類繫放工作簡介。2002 年繫放工作討論會成果報告。
- 陳宜玲、陳炳煌。2000。東方環頸？食性選擇之實驗室研究。東海科學 (2) 69-81。
- 程培榮。2001。繁殖期彩鷗在漢寶地區之食性與覓食棲地需求。碩士論文。彰化師範大學。彰化。
- 楊文燦。2003。福寶溼地發展生態旅遊經濟效益之研究。碩士論文。逢甲大學。台中。
- 劉靜靜、邱文彥。1995。由國際溼地公約之架構檢視台灣溼地保護。海岸及溼地生態保育研討會論文集 II。
- 劉良力。2002。1998 - 2001 年 GIS 分析黑面琵鷺在台南地區活動模式。2002 國際黑面琵鷺保育研討會論文集。
- 劉照國。2002。大肚溪口大杓鷗日間活動模式之研究。碩士論文。東海大學。台中。
- 劉威廷。2002。彰濱工業區水鳥繁殖棲地選擇、繁殖成功率和經營管理之研究。碩士論文。東海大學。台中。
- 劉少陽。2004。空間分析應用於海岸地區土地利用規劃之研究 - 以花蓮溪口水鳥保護區規劃為例。碩士論文。國立東華大學。花蓮。

表一、風速等級對親鳥在巢率的相關性分析

Perason 卡方檢定	數值	p-value
親鳥 (公鳥、母鳥) × 風速等級	6.082	0.108*
公鳥 × 風速等級	6.358	0.095*
母鳥 × 風速等級	5.344	0.148*

* p-value > 0.05 表呈現無顯著差異

表二、砂溫等級對親鳥在巢率的相關性分析

Perason 卡方	數值	p-value
親鳥 (公鳥、母鳥) × 砂溫等級	90.502	0.000*
公鳥 × 砂溫等級	82.076	0.000*
母鳥 × 砂溫等級	9.207	0.027**

* p-value < 0.01 表示呈現極顯著差異 ; **p-value < 0.05 表示呈現顯著差異

表三、無線電發報器標放個體活動範圍

	全日 (24hr)			日間 (06:00 - 18:00)			夜間 (18:00 - 06:00)		
	90Kernel *	50Kernel	MCP**	90Kernel	50Kernel	MCP	90Kernel	50Kernel	MCP
	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)
標放個體? (公鳥)	41.370	4.658	134.50	33.140	3.824	46.34	56.600	0.105	125.80
標放個體? (公鳥)	49.020	4.624	147.80	42.060	4.493	58.62	46.570	10.590	140.90
標放個體? (母鳥)	52.880	4.006	183.70	45.280	4.903	97.61	60.460	3.888	126.70
標放個體? (公鳥)	45.370	3.841	88.25	32.780	3.685	39.60	50.270	11.650	85.91
標放個體? (母鳥)	62.060	6.651	194.90	42.200	8.130	55.87	109.800	9.190	193.80
公鳥平均活動範圍	45.253	4.374	123.51	35.993	4.001	48.19	51.147	7.448	117.54
(X ±SD ; n=3)	±3.826	±0.462	±31.25	±5.257	±0.432	±9.64	±5.072	±6.382	±28.42
母鳥平均活動範圍	57.470	5.328	189.30	43.740	6.517	76.74	85.130	6.539	160.25
(X ±SD ; n=2)	±6.491	±1.871	±7.92	±2.177	±2.282	±29.51	±4.889	±3.749	±47.47

*Kernel 是依據定位點數量比例而計算活動範圍的面積 (Kernel90% > Kernel50%)

**MCP 為多邊形計算活動範圍的面積

表四、無線電發報器所有個體之定位點資料分析

	90Kernel* (ha)	50Kernel(ha)	MCP** (ha)
日間 (06 : 00 時 18 : 00 時)	79.06	3.39	79.06
活動範圍(N = 5 ; points = 502)			
夜間 (18 : 00 時 06 : 00 時)	209.50	13.04	209.50
活動範圍(N = 5 ; points = 513)			
全日 (24hr) 活動範圍 (N = 5 ; points = 1015)	231.40	9.88	231.40

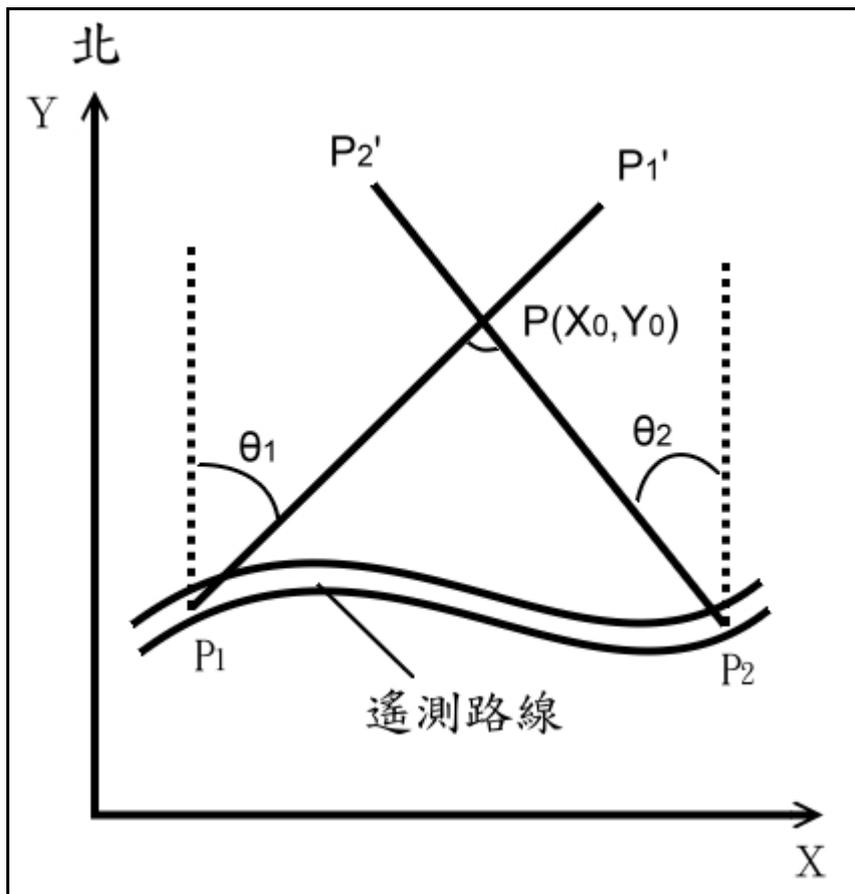
*Kernel 是依據定位點數量比例而計算活動範圍的面積 (Kernel90 % > Kernel50 %)

**MCP 為多邊形計算活動範圍的面積

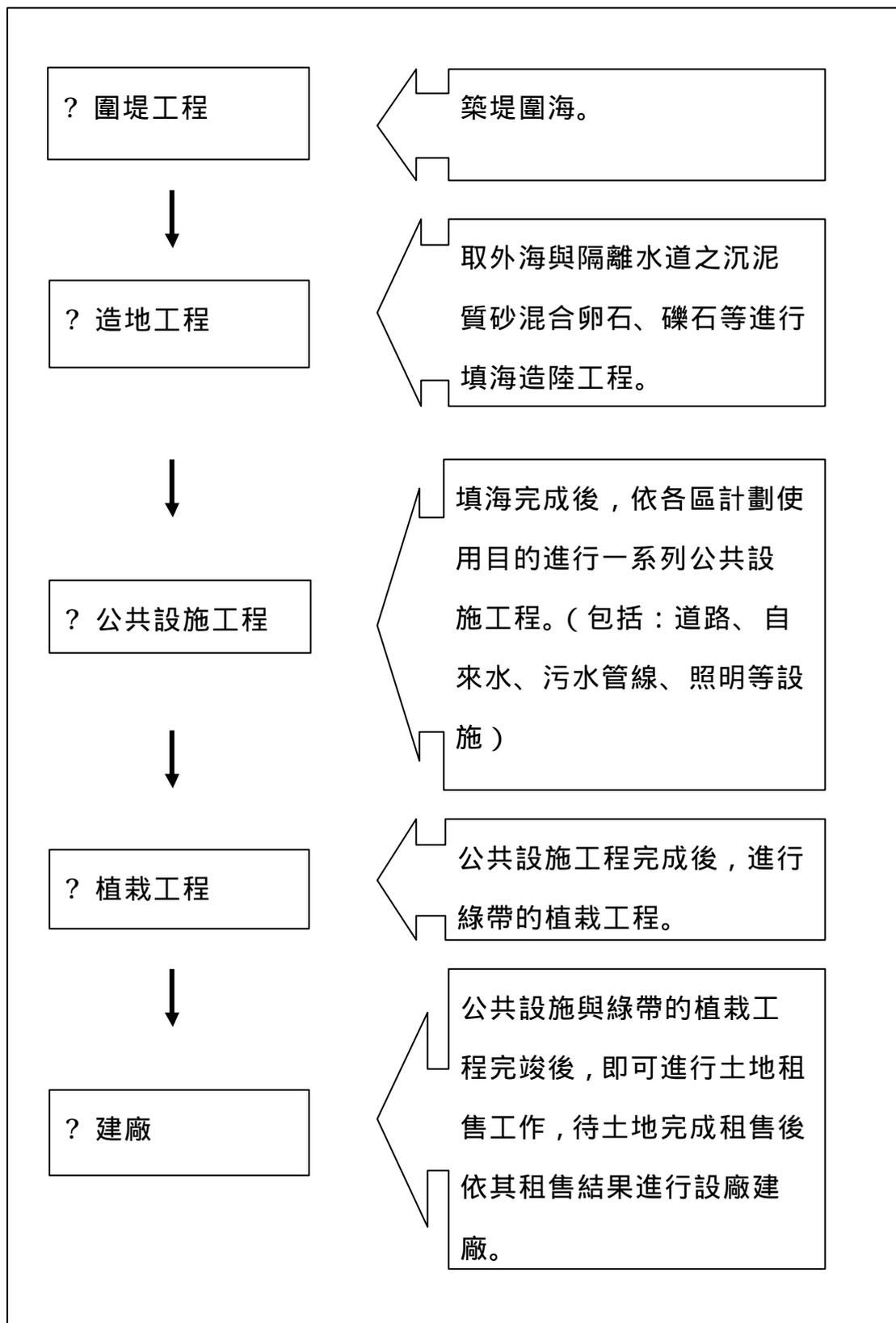
表五、? 科水鳥繁殖行為之時間分配 (文獻整理)

物種	研究時間 (日/夜)	公、母鳥繁殖行為時間分配	樣本數	參考文獻
Wilson's Plover	日	母鳥為主 (? : 37% ; ? : 63%)	17	Thibault and McNeil, 1995
	夜	公鳥為主 (? : 85% ; ? : 15%)	17	
Snowy Plover	日	母鳥為主	86	Kosztolányi and Székely, 2002
	夜	公鳥為主	86	
Semipalmated Plover	日	公 / 母	23	Blanken and Nol, 1998
	夜	公鳥為主*	4	
Common Ringed Plover	日	公 / 母 (? : 45% ; ? : 55%)	27	Wallander, 2003
	夜	公 / 母 (? : 55% ; ? : 42%)	12	

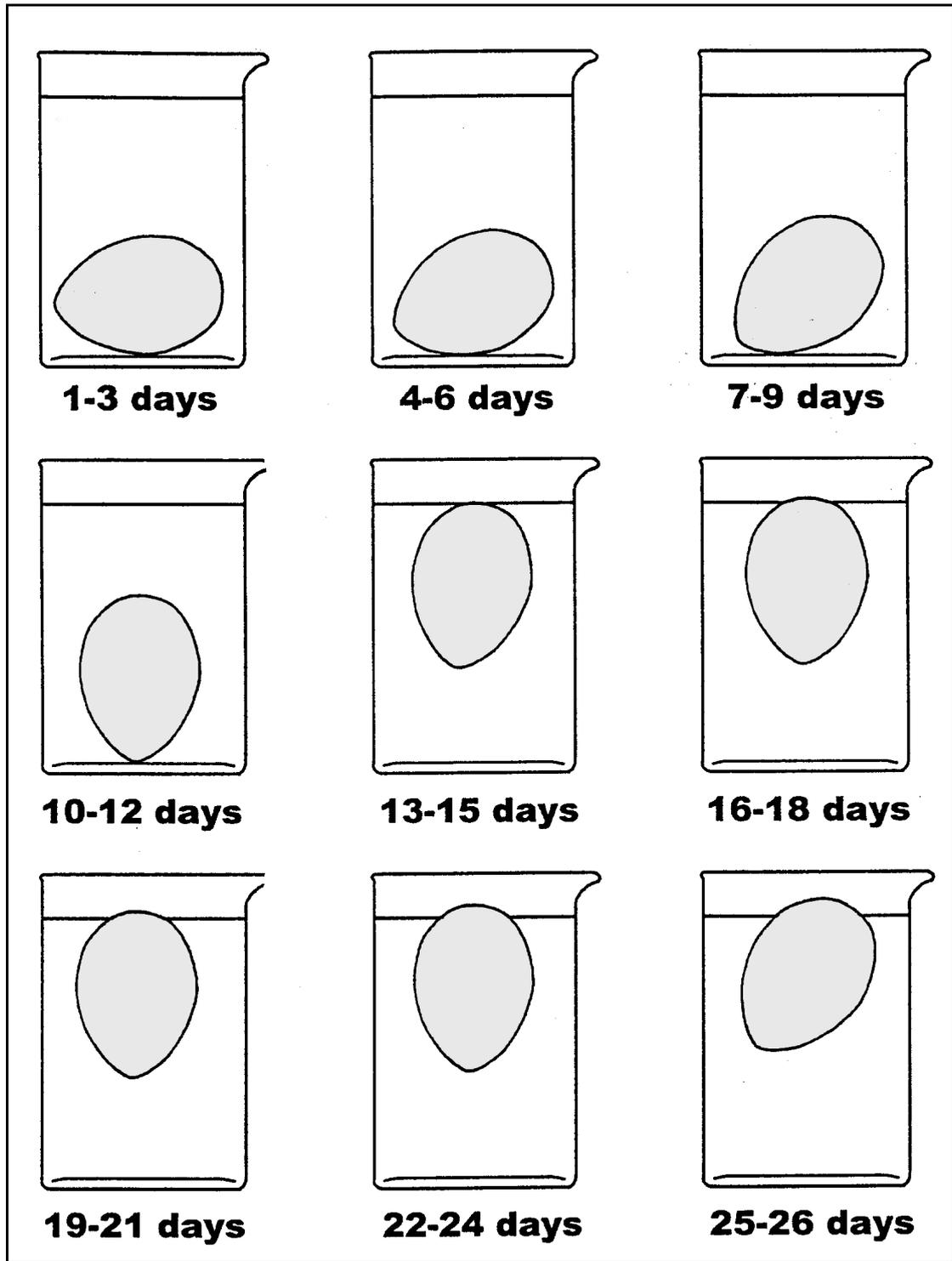
*公鳥於 22 : 00 時 02 : 15 時在巢，母鳥於 02 : 15 時 05 : 30 時在巢



圖一：三角定位法示意圖

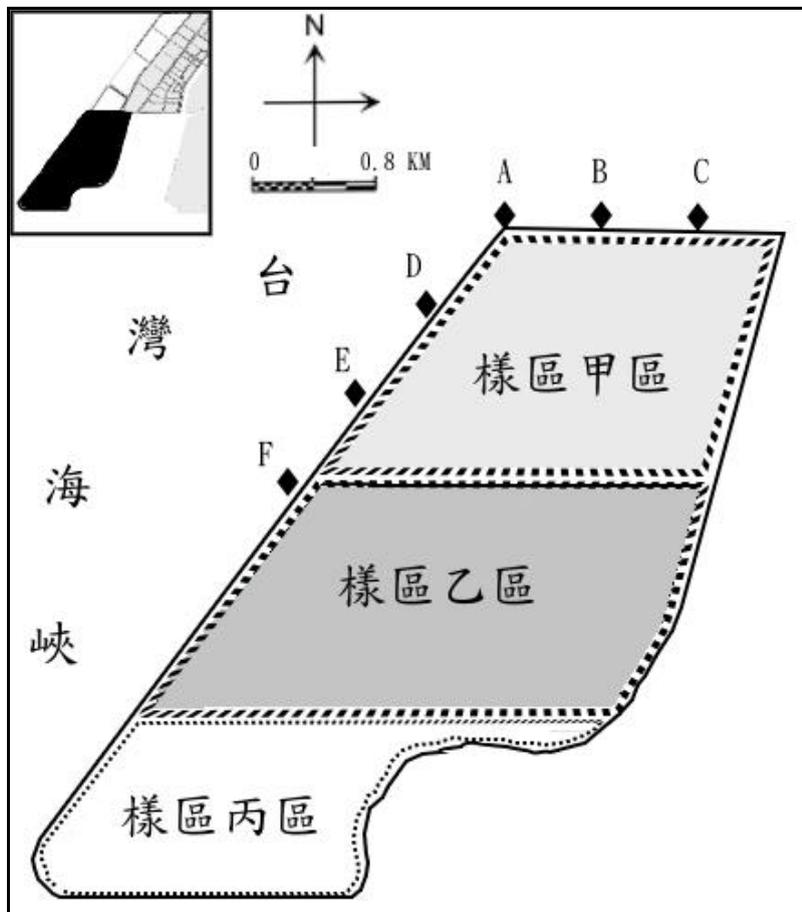


圖二：彰濱工業區各區施工流程



圖四：東方環頸雉 巢蛋漂浮法與胚胎發育階段對照圖

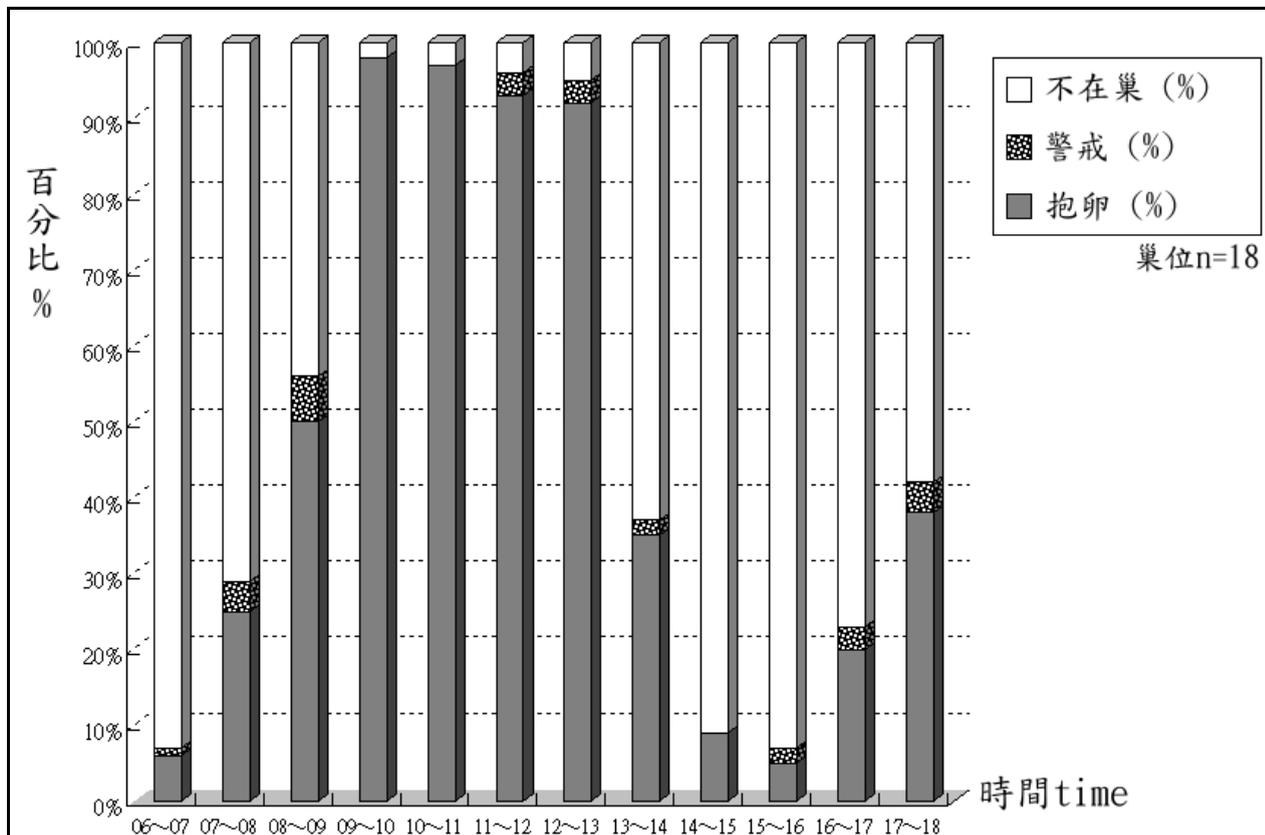
(劉 , 2002 ; Hays and LeCroy, 1971)



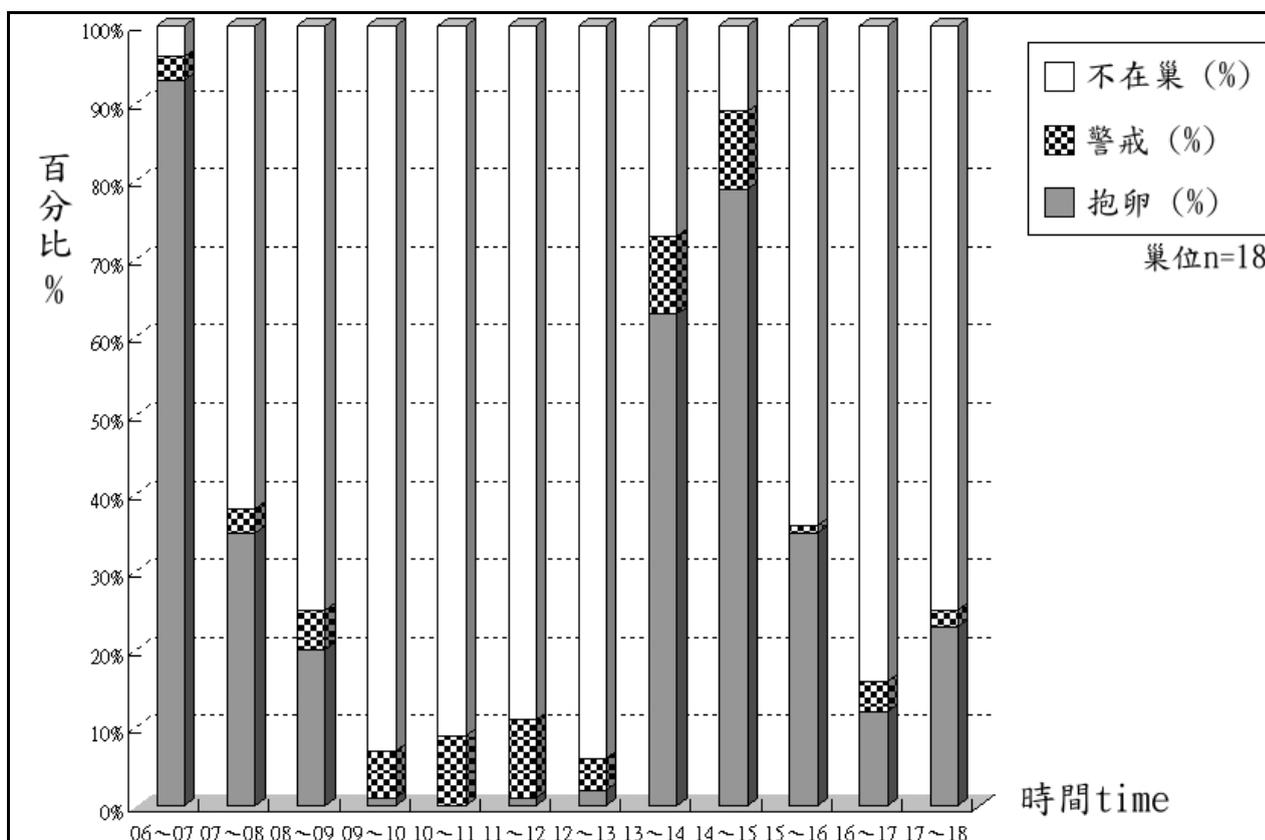
圖五：無線電追蹤樣區與遙測點分布



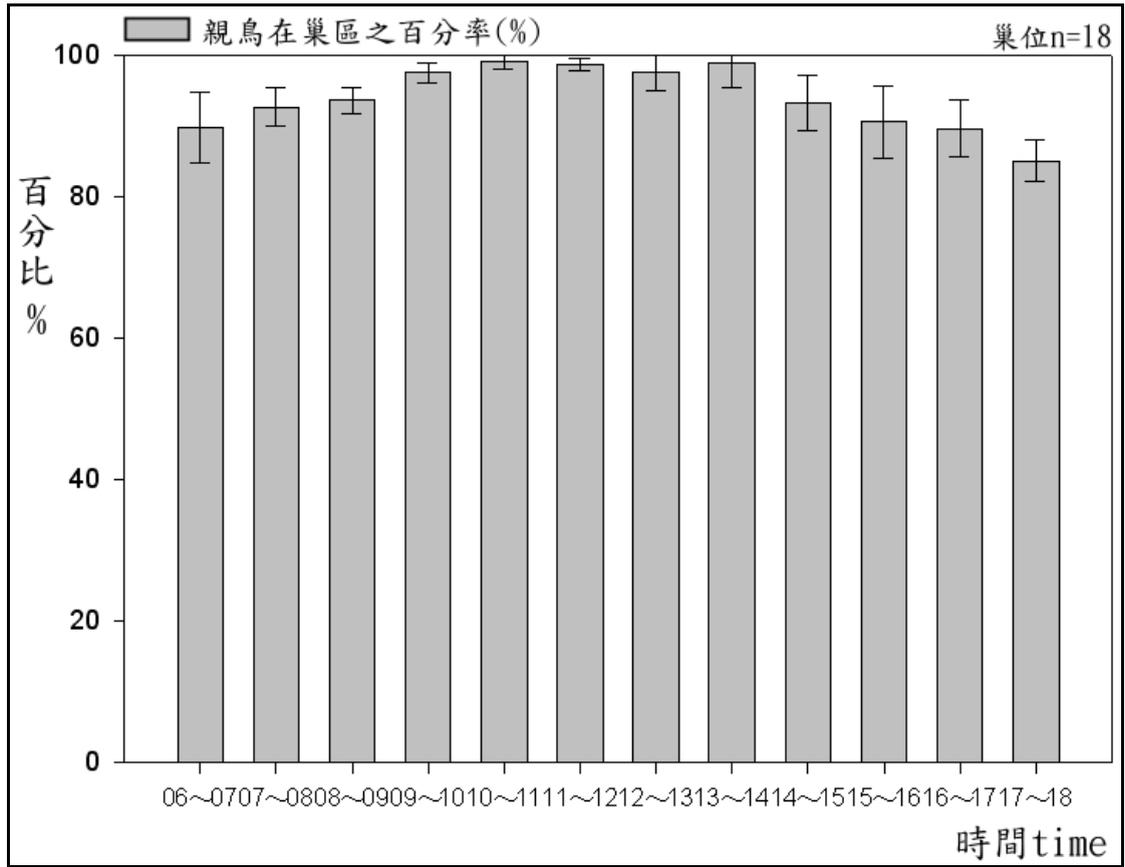
圖六：無線電發報器繫放於東方環頸？示意圖



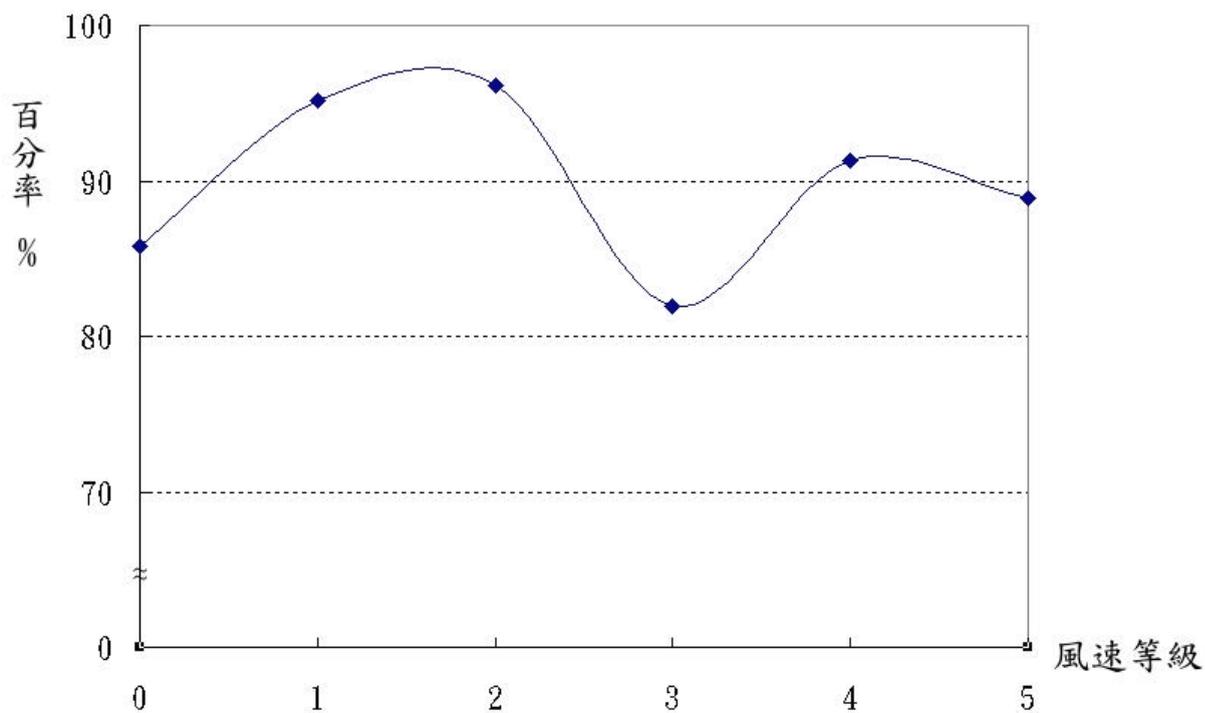
圖七：東方環頸？母鳥日間繁殖行為之百分比分布圖



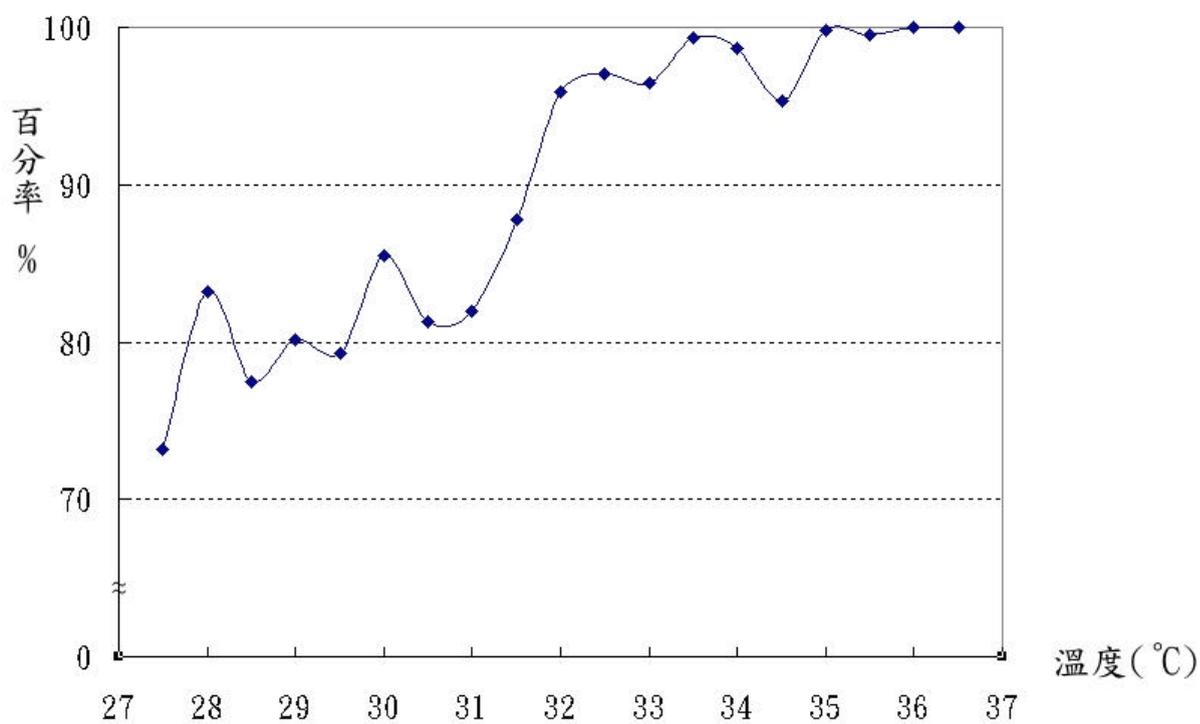
圖八：東方環頸？公鳥日間繁殖行為之百分比分布圖



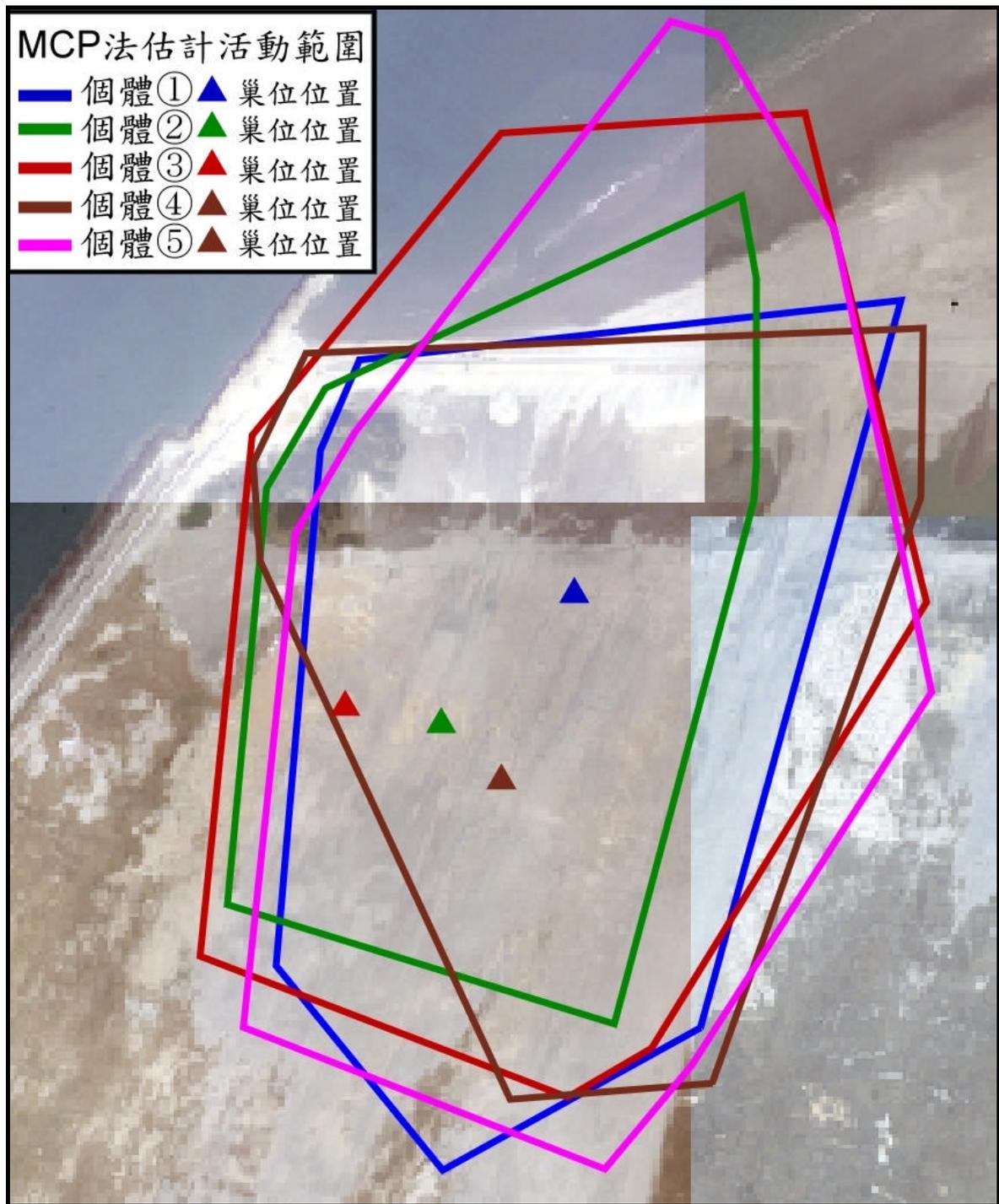
圖九：東方環頸雉親鳥（公、母鳥）日間在巢區進行繁殖行為之百分比分布圖



圖十：風速等級與東方環頸？親鳥在巢率（%）關係圖



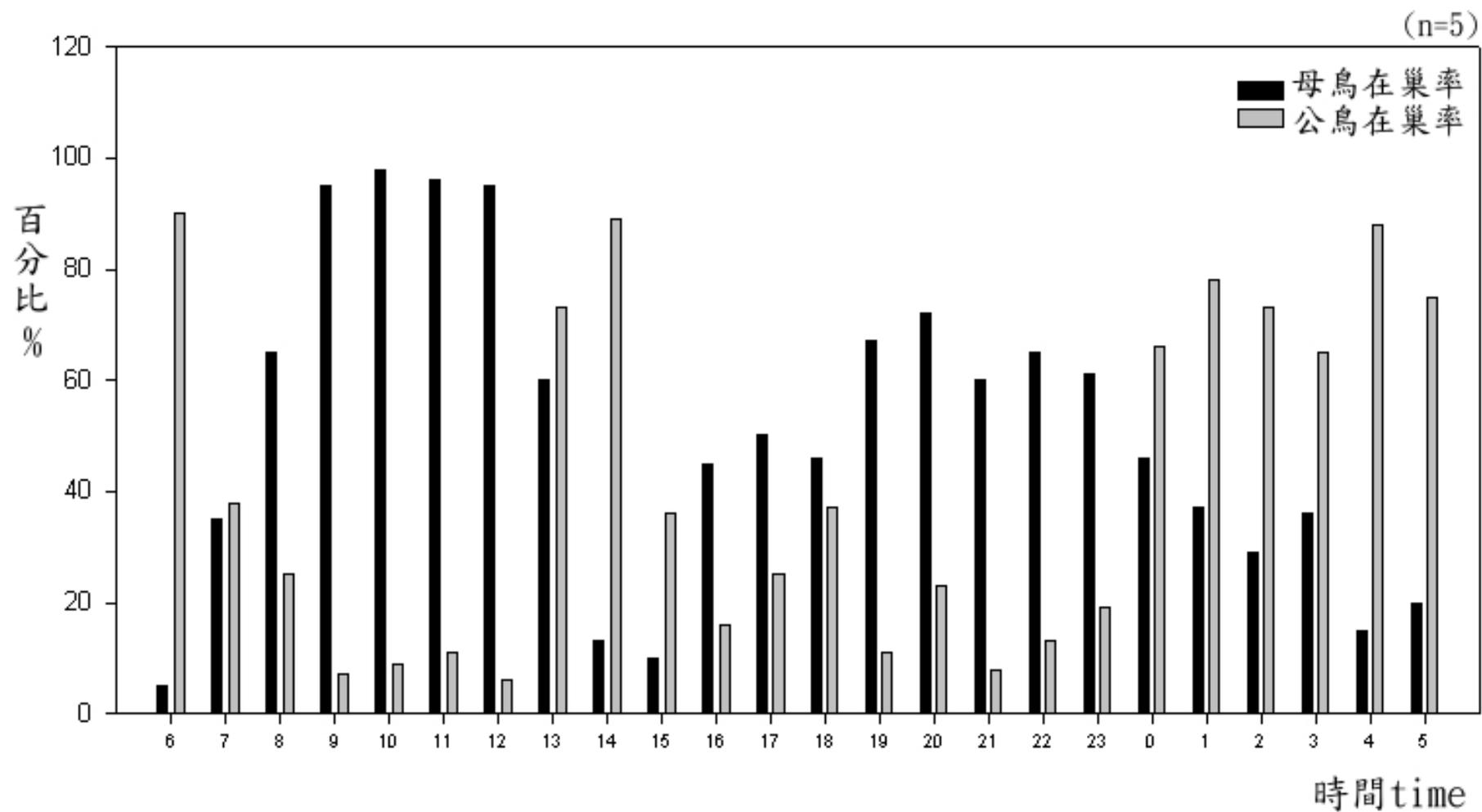
圖十一：砂溫與東方環頸？親鳥在巢率（%）關係圖



圖十二：東方環頸鸚無線電追蹤個體活動範圍示意圖（MCP法估計）



圖十三：東方環頸? 無線電追蹤個體活動範圍示意圖 (Kernel 法估計)



圖十四：東方環頸？親鳥整日（24hr）在巢率之百分比分布圖（無線電追蹤定位點估算）