

行政院農業委員會林務局補助計畫 99 林管-02.1-保-29 號

入侵種埃及聖鸛族群模式與移除方法之研究

Population models and control of the invasive
species of Sacred Ibis

執行單位：台灣大學森林環境暨資源學系野生動物研究室

研究主持人：袁孝維 教授

研究人員：任永旭、吳崇瑋、魏宏愷、林彥甫

中華民國 99 年 2 月 28 日



林務局補助計畫 99 林管-02.1-保-29 號

入侵種埃及聖鸚族群模式與移除方法之研究

研究主持人 袁孝維 教授

日期 100.02.28

中文摘要

一物種在引入地區的生態環境中建立穩定族群，並進而改變或威脅引入地的生物多樣性，就被定義為入侵種。埃及聖鸛(*Threskiornis aethiopica*)常因動物交易而被引入至世界各地，但由於不當的飼養方式使其逃逸至野外。因埃及聖鸛的環境適應能力強，在許多引入地已成為頗具威脅性的入侵種。目前埃及聖鸛於臺灣地區的族群分布已由北部逐漸向南部的濕地擴散，因濕地環境是目前臺灣水鳥的主要棲息地與許多的重要保護區所在，所以本研究針對埃及聖鸛的族群數量、分布以及生殖成功和防治方法進行研究。族群分布調查分別在 2010 年 3 月及 10 月進行，以穿越線法調查宜蘭及西部沿海的主要河口及濕地，生殖監測則在關渡地區進行，在繁殖季(3-8)月以每周兩次的探巢頻率對關渡紅樹林保護區內之巢位進行調查，記錄巢中蛋數、幼鳥數並分析繁殖成功率；此外也對巢進行生殖干擾(噴灑卵油)。目前全台族群分布仍以中北部為主，南部則只有在非繁殖季時有較多的記錄，最穩定的繁殖族群則位於關渡；關渡的生殖族群在 2010 年生殖季有兩次繁殖高峰，分別在 4-5 月及 7-8 月，孵蛋期為 19.3 ± 3.35 天，育雛期為 18.4 ± 4.36 天，年間的平均窩卵數、孵化率、離巢率、繁殖成功率均無顯著差異。孵蛋期雨量與孵化成功呈顯著負相關；育雛期時氣溫、風速與育雛成功呈顯著負相關，只有巢高與育雛成功呈顯著正相關；繁殖期氣溫、濕度、風速均與繁殖成功呈顯著負相關，巢高也與繁殖成功呈顯著正相關。在噴油處理方面，噴灑卵油可將處理後的蛋的平均孵化率降至未處理的一半以下，且使繁殖成功率顯著下降；而對於聖鸛來說卵油建議在巢中最後一蛋產下後 6 天及孵化日前 6 天之間噴灑，並以孵蛋期 20 天來計算，故在繁殖季(3-8 月)中需每隔 8 天施行噴油處理，以確定全部的蛋皆能在適合的時間內被噴灑卵油。

關鍵字：埃及聖鸛、族群分布、生殖監測、防治方法

英文摘要

Sacred Ibis originated in Africa and the Middle East. It is a commonly kept bird in zoos across Europe and Asia. In Europe there have already records of birds escaped from the cages and breed in large numbers in the wild. It was in year 1984 when the first Sacred Ibis individual in the wild was recorded in Guandu, Taipei. Since then, the Sacred Ibis populations had spread to the various coastal wetlands across many cities and counties in the western Taiwan. Furthermore, there are also records of clustering breeding in this species. Therefore they are now regarded as an invasive species in Taiwan. The population surveys of Sacred Ibis were carried out March and October 2010 across various counties and cities in western Taiwan as well as at major estuaries in Yilan County. Furthermore, reproductive monitoring were carried out in Guandu area twice a week from March to September. In reproductive monitoring we recorded numbers of eggs and chicks. And we also spread egg oil on eggs to prevent hatching. We have found record of Sacred Ibis in Taipei, Hsinchu, Miaoli, Taichung, Changhua, Yunlin and Chiayi. In Guandu of Taipei and Nanliao of Hsinchu and Gaomei Wetland it is confirmed that there are breeding and nesting colonies. But the most stable colony is population In Guandu. The breeding season of Sacred Ibis in Guandu is between March to September, of which there are two peaks, from April to May and from July to September, respectively. The average of clutch size were 2.57 ± 0.54 ; hatching success rate were 0.55 ± 0.38 ($n=128$); fledgling rate were 0.65 ± 0.43 ($n=102$); breeding success rate were 0.35 ± 0.36 ($n=125$), respectively. The average of clutch size, hatching success rate, fledgling rate, breeding success between years have no significant different. There is an inverse relationship between the air temperature and wind speed at brooding season with that of brooding success. Only nest height exhibits a positive relationship with brooding success, with other factors such as temperature at breeding season, humidity and wind speed showed an inverse relationship with breeding success. Furthermore, nest height also showed a positive relationship with breeding success. As for the method of oil spray, the average hatching rate of the sprayed eggs is half of that of the untreated eggs in addition to a significant decrease in the breeding success rate. it is recommended to apply the oil to the eggs of Sacred Ibis during the period of six days after the bird laid its last egg as well as six days before hatching. To Sacred Ibis, application of egg oil should be made between the sixth day after the laying of the last egg in a clutch and at least six days before anticipated hatching. To ensure all eggs be spread oil, oil should be spread in eight days interval from March to September.

Keywords: Sacred Ibis, population model, reproductive monitoring

目錄

中文摘要.....	I
英文摘要.....	II
目錄.....	III
圖目錄.....	IV
表目錄.....	V
一、 前言.....	1
二、 研究目的.....	3
三、 研究材料及方法.....	3
四、 結果.....	6
五、 討論.....	8
六、 建議.....	10
七、 參考文獻.....	11
附錄(含樣區、生物照片及工作情形照片).....	13

圖目錄

圖一.以針孔攝影機及微型監視器組合而成之自製探巢器	13
圖二.噴灑卵油用的噴霧器	13
圖三.2010 埃及聖鸚全台族群分布	14
圖四.2010 年 3-9 月關渡紅樹林內聖鸚活動、孵蛋、育雛巢數	15
圖五.關渡紅樹林空照圖	21
圖六.以船進入關渡紅樹林內進行調查	21
圖七.以探巢器進行探巢作業	22
圖八.聖鸚巢區周圍環境	22
圖九.以噴霧器對蛋噴油並以探巢器輔助	23
圖十.探巢器畫面中噴霧器噴油情形	23

表目錄

表一. 2009、2010 年關渡地區聖鸚窩卵數、孵化率、離巢率、繁殖成功率比較.....	16
表二. 2010 年孵蛋期日平均氣溫、雨量、濕度、風速、巢高對孵蛋成功之影響.....	17
表三. 2010 年育雛期日平均氣溫、雨量、濕度、風速、巢高對育雛成功之影響.....	18
表四. 2010 年繁殖期日平均氣溫、雨量、濕度、風速、巢高對繁殖成功之影響.....	19
表五. 噴油對聖鸚孵化率、離巢率、繁殖成功率之影響.....	20

一、 前言

在國際間運輸越來越發達的現代，許多物種被人類以直接或間接的方式引入原生環境以外的地區，造成許多經濟與生物多樣性上的損失。根據國際自然及自然資源保育聯盟(IUCN)的定義，這些已建立穩定族群並進而造成危害的外來物種稱為入侵種(Invasive species)。而外來種的入侵根據 Williamson (1996)的定義可分為四個階段，分別為運輸(transport)、引入(introduction)、建立族群(establishment)及擴張族群(spread)，其中繁殖及建立穩定族群為外來物種入侵的重要階段，而高繁殖成功率是外來物種能成功入侵的重要特徵之一(Williamson & Fitter 1996)。

埃及聖鸚(*Threskornis aethiopicus*) 屬於鸚形目、朱鷺科、朱鷺亞科，身長為 65-89 公分，體重約為 1500 公克，展翅長可達 112-124 公分，全身白色，頭至頸為黑色裸皮，嘴喙黑色，喙長且下彎，腰及翼邊飾羽黑色；初級、次級飛羽尖端黑色，尾羽白色，停棲時翼緣收縮在尾部呈黑色(Hoyo *et al.* 1992)。原生分布區域最早以埃及地區為主，可至非洲撒哈拉沙漠以南、東非、衣索匹亞至南非，以及伊拉克東南方等地區，於當地是普遍的留鳥，其他亞種 *T. a. bernieri* 和 *T. a. abbotti* 則只分布於馬達加斯加島和亞達伯拉區域。在歐亞地區的國家內的市區動物園或郊外的野生動物園，聖鸚常被作為商業利用而引進至動物園的物種，但因管理方式為是採以開放式的管理方式(非一般大型鳥籠的圈養方式)，因而形成極易逃逸的外來種。埃及聖鸚的適應生態環境能力強，在逸出之後，目前造成大西洋沿岸國家皆有埃及聖鸚入侵繁殖的野外族群分布(Clergeau and Yesou 2006)。

目前分布於台灣的埃及聖鸚也是經由動物園引進並逃逸至野外，由於台灣的緯度與氣溫與其原產地埃及相似，加上其對環境的高度適應能力，從最早在 1984 年於關渡的發現紀錄，到目前擴散至新竹、台中及嘉義等濕地，顯示台灣野外的環境相當適合埃及聖鸚生存與繁殖。因而林務局自 2008 年起委託台灣大學森林環境暨資源學系野生動物研究室進行聖鸚族群調查及行為研究，發現在台灣地區埃及聖鸚使用的棲地類型相當的多樣化，包括河口泥灘、紅樹林、廢棄漁塭、農田、沼澤地、小

型淡水池塘及沼澤樹林等環境；而在國外的入侵地甚至更出現於污水處理場、農家庭院、屠宰場、市郊外堆積廢棄物等高污染、高人為干擾的區域(Clergeau and Yesou 2006)，顯示其對於現存區域的棲地具有一定的忍受能力，是一種具高度環境適應能力的鳥種。食性則包含昆蟲、甲殼類、軟體動物、魚類、蛙類、鳥類的蛋以及小型的哺乳動物，通常會由 2-20 隻的個體組成的團體共同覓食，甚至有時多達 300 隻個體，覓食行動緩慢，利用長嘴喙啄食或探測軟土層的食物資源(Hoyo et al. 1992; Clergeau and Yesou 2006)。

埃及聖鸛對於環境的高適應力與廣泛的食性讓牠能容易的存活於引入地，也更容易造成引入地原生物種的危害。在國外的研究中，曾記錄有關埃及聖鸛在非洲海岸線或內陸區域，以覓食群聚性生殖的水鳥的蛋與幼雛為食物來源的觀察，其掠食的種類包括白鶺鴒(*Pelecanus onocrotalus*)、斑嘴環企鵝(*Spheniscus demersus*)、海鷗(*Larus hartlaubill*)、鳳頭燕鷗(*Sterna bergii*)、鸕鶿(*Phalacrocorax capensis*)以及塘鵝(*Morus capensis*)等鳥類(Urban 1974; Harrison et al.1997)；而在法國聖鸛也有掠食燕鷗(*Sterna sandvicensis*, *Sterna hirundo*, *Chlidonias niger* and *Chlidonias hybridus*)與黃頭鷺(*Bubulcus ibis*)的蛋及幼鳥的情形(Clergeau and Yesou 2006)，顯示埃及聖鸛對於當地原生鳥種在生殖上有相當大的影響。

在非洲，埃及聖鸛的生殖週期於雨季過後開始進行，但在常有洪水危害的地區則是在乾季進行，生殖的方式是採以集體繁殖(colonial breeding)的方式，而其中常混有其他的鸛形目鳥類共同進行繁殖。巢位環境通常是以喬木、灌木叢為主，也可使用貧瘠石塊的地表為巢。巢形為由樹枝構成的平台，而有雜草與葉填充於其中。每次繁殖約產下 2-3 顆蛋，孵蛋約為 28-29 天，幼雛全身被有白色的羽毛，但頭與頸部被有黑色區塊，育雛期約為 35-40 天(Hoyo et al. 1992; Urban, 1974; Reeber 2005)。此外聖鸛具有飛行長遠距離的移動能力，可遷徙約數千公里的距離以進行生殖(Blair et al. 2000)。而通常都在雨季開始前開始移動，在赤道以北的個體會往更北方的地方移動，而在赤道以南的個體會往更南方的地方移動，且在雨

季結束之前或乾季早期回至原來的地區(Hoyo et al. 1992)。

而從關渡地區的野外調查發現，堤防外之紅樹林有埃及聖鸛築巢的狀況，自春天過後至9月期間，皆有聖鸛進行繁殖，而在10、11月繁殖季剛結束時也觀察到成鳥攜帶幼鳥覓食的情形。此外聖鸛也常被發現與其他鷺科鳥種如蒼鷺(*Ardea cinerea*)、大白鷺(*Casmerodius albus*)、黃頭鷺(*Bubulcus ibis*)、小白鷺(*Egretta garzetta*)混群覓食，且營巢地也有大量黃頭鷺與夜鷺共同混群築巢，顯示埃及聖鸛不論在食性與棲地利用上皆與本地鳥種有相當高的重疊度；文獻中埃及聖鸛會掠食黃頭鷺的蛋及幼鳥，也顯示其除了與本地鳥種在競爭棲地與食物的關係外，更可能有掠食的危害存在。

而自2009本研究室在關渡紅樹林內所做的觀察和生殖監測，發現關渡地區聖鸛有穩定的繁殖情形，所以我們認為應對族群數量日漸增多的埃及聖鸛進行控制，而對入侵鳥種的防治方法主要可分為成鳥捕捉及生殖干擾兩種，成鳥捕捉難度高，所需之人力及後續的安置成本高，直接射殺的方式又礙於國內槍械管制之法令，故在本研究中不考慮成鳥捕捉的方法；生殖干擾可分為巢位破壞和對蛋進行不孵化處理，巢位破壞的優點是操作簡單，但缺點為成鳥再築巢之間隔時間短，需密集尋巢及對巢位進行破壞。對蛋進行不孵化處理的優點為可延長成鳥再築巢之間隔時間，並可消耗成鳥之繁殖能量，缺點則是在操作上較巢位破壞來得複雜(Wildlife service 2003)。

二、 研究目的

本計畫欲了解入侵種埃及聖鸛目前於台灣地區的族群成長模式、生殖成功的情形、以及測試防治方法。因此目的為以下幾點：

- 一、調查聖鸛在台灣地區不同季節之族群數量及分布狀況
- 二、進行聖鸛生殖成功之監測，分析影響其生殖成功之因子，並與原生地、入侵地的資料進行比較
- 三、評估聖鸛族群管理策略，並於野外進行防治方法的測試

三、 研究材料及方法

- 一、 全台族群調查

以過去兩年的調查點以及各縣市主要河口、濕地為本年度之調查點，在3月及10月進行全台聖鸛族群普查。調查時使用穿越線法進行觀察，在固定且能清楚目視調查點內所有區域的穿越線上以車輛慢速巡視，如發現聖鸛即停下記錄GPS座標、族群數量、行為、棲地類型以及共域鳥種數量。調查過程皆在7-10天內完成，以降低重複記數的可能。

二、 生殖成功監測

1. 研究地點為關渡紅樹林自然保留區(121°46'74"E, 25°11'31"N)，位於基隆河與淡水河匯流處，為一河口沼澤區，面積約為55公頃，分為東半部的草澤區與西半部的樹澤區，草澤區主要植被為茫茫鹹草(*yperus malaccensis* Lam.)和蘆葦(*Phragmites australis*)，樹澤區植被為水筆仔(*Kandelia obovata*)，是許多水鳥的休息與繁殖的棲地。
2. 標定巢位：2010年3~9月在關渡地區，以觀察啣巢材的情形決定何時進入紅樹林內搜尋聖鸛及共域鳥種的巢位。在滿潮點前三小時以小船接近巢區並步行於紅樹林內搜尋巢位，確定該巢使用鳥種後在巢樹枝幹綁上標記(紅標:聖鸛, 黃標:黃頭鷺, 藍標:夜鷺, 白標:小白鷺, 綠標:大白鷺)，標上註記鳥種、年分、巢號(聖鸛:SI 10 XXX)，巢位以GPS(Garmin CS60X)標定至地圖上，並測量巢位之環境因子，如:巢高、植被類型(巢樹種類及其周邊之植物種類)、巢上方覆蓋度(巢正上方受枝葉遮蔽之百分比)。
3. 生殖監測：在觀察到聖鸛開始產蛋後，以每週2次的頻率進行生殖監測，調查時使用針孔攝影機及小型監視錄影機搭配鋁製伸縮桿所組合而成之自製探巢器(圖一)進行探巢。探巢時記錄每巢的蛋數與孵化情形；於幼鳥孵出後記錄幼鳥數、幼鳥日齡及幼鳥離巢狀況(以14~20日為離巢標準)。
4. 氣候資料：以中央氣象局社子測站(121°27'41" E, 25°06'41"N)所記錄之氣溫、雨量、濕度、風速分別計算每巢孵蛋期、育雛期、繁殖期之日平均，並以這四項因子分析氣候對生殖成功的影響。

三、 防治方法

1. 噴油處理流程：在確定聖鸛巢位後，以亂數表隨機選擇欲進行噴油處理的巢，使用噴霧器(圖二)將卵油(玉米油)在巢上方以霧狀噴灑，噴灑時間為3~5秒，確定每顆蛋表面被油膜覆蓋後結束該巢之噴油作業，並持續追蹤後續之孵化狀況。噴油處理依照 Wildlife service (2003)的操作手冊，需在

最後一顆蛋產下後五日與預計孵化前五日之間施行，故本研究發現巢位並標記後即進行隨機選擇，並於下一次探巢時對巢施行噴油處理。

2. 後續追蹤：對巢中的蛋施行噴油處理後，於每次探巢時記錄巢中蛋數及巢內狀況，在巢中蛋數減少或巢出現明顯破損的情況即判定該巢親鳥棄巢，噴油後至棄巢判定日為該巢親鳥棄巢日數。
3. 防治成本估計：以噴油處理和生殖成功監測之結果計算所有巢皆進行處理後能減少幼鳥孵化的隻數，以下列公式計算減少每隻幼鳥孵化所需之成本。

船資：5000/次 耗材：500/次 探巢器：6000/組 噴霧器：2000/組

人員薪資：1000/人(最少需兩人一組) 沼澤衣：700/件(每人需一件)

四、 資料分析

1. 以 EXCEL 2007 版進行資料整理，計算巢平均蛋數、孵化率、離巢率、繁殖成功率以及各次噴油處理之平均孵化率，並與 2009 年的資料比較，以 t-test (雙尾, $p=0.05$) 分析蛋數、孵化率、離巢率、繁殖成功率的年間差異和噴油處理對巢平均孵化率、離巢率、繁殖成功率造成的影響。
2. 使用 SAS 9.1.3 版進行氣候因子對生殖成功影響的分析，以孵化成功、離巢成功、生殖成功之結果為依變項(Y)，孵蛋期、育雛期、繁殖期之平均氣溫、雨量、濕度、風速和巢高為自變項(X)，用下列方程式進行邏輯斯回歸(logistic regression)分析。

$$Y = aX_1 + bX_2 + cX_3 + dX_4 + eX_5 + f$$

Y：孵蛋、育雛、繁殖結果，成功為 1，失敗為 0

X：孵蛋、育雛、繁殖期之平均氣溫(X_1)、雨量(X_2)、濕度(X_3)、風速(X_4)以及巢高(X_5)

五、 名詞定義

1. 孵蛋期：最後一顆蛋產下日至第一隻幼鳥孵出前一日

2. 育雛期：第一隻幼鳥孵出日至最後一隻幼鳥離巢日
3. 繁殖期：最後一顆蛋產下日至最後一隻幼鳥離巢日
4. 孵化成功：孵蛋結果，至少有一隻幼鳥孵出的鳥巢，定義為孵化成功；反之則為孵化失敗。
5. 離巢成功：育雛結果，至少有一隻幼鳥離巢的鳥巢，定義為離巢成功；反之則為離巢失敗。
6. 繁殖成功：生殖結果，至少有一隻幼鳥離巢的鳥巢，定義為繁殖成功；反之則為繁殖失敗。
7. 孵化率：一巢之孵出幼鳥數除以總蛋數，定義為孵化率
8. 離巢率：一巢之離巢幼鳥數除以孵出幼鳥數，定義為離巢率
9. 繁殖成功率：一巢之離巢幼鳥數除以總蛋數，定義為繁殖成功率

四、 結果

一、 全台族群分布

本年度的全台調查結果發現埃及聖鸚主要的分布地點仍為台灣中北部地區(圖三)，從3月的調查結果中看到繁殖季時主要的三個繁殖族群分別位於台北關渡、新竹南寮以及台中高美，在三個主要的繁殖族群中，最為穩定的仍為關渡的族群；而在10月的調查結果中，非繁殖季時聖鸚有向南移動的情形，且行為大多為覓食，顯示中北部的棲地適合聖鸚繁殖，南部則在非繁殖季時有覓食上的誘因使其往南方移動。

二、 生殖成功監測

2010年共記錄了169個埃及聖鸚的巢，巢皆位於關渡紅樹林自然保留區內的樹澤區，巢樹均為水筆仔，巢上幾乎無枝葉覆蓋。埃及聖鸚孵蛋期平均為 19.31 ± 3.35 天($n=13$)；育雛期為 18.60 ± 4.36 天($n=63$)，同一窩幼鳥日齡差大多在五日以內。在繁殖季(3~9月)觀察到兩次繁殖高峰，分別在4~5月及7~8月(圖四)。窩卵數為1-4個，平均窩卵數為 2.57 ± 0.54 個($n=169$)。孵化率為 0.55 ± 0.38 ($n=128$)。離巢率為 0.65 ± 0.43 ($n=102$)。繁殖成功率為 0.35 ± 0.36 ($n=125$)。而與2009年的資料比較的結果，發現聖鸚年間之平均窩卵

數($P=0.33$)、孵化率($P=0.35$)、離巢率($P=0.43$)、繁殖成功率($P=0.17$)均無顯著差異(表一)。

在氣候因子對繁殖成功影響方面，孵蛋期雨量與孵化成功有顯著負相關($P_2=0.04$)，雨量越多蛋孵化成功的機率越低(表二)。育雛期氣溫、風速與育雛成功呈顯著負相關($P_1=0.02$, $P_4=0.004$)，氣溫越高、風速越快雛鳥離巢成功的機率越低；巢高則是與育雛成功呈顯著正相關($P_5=0.002$)，巢高越高雛鳥離巢成功的機率越高(表三)。繁殖期氣溫、濕度、風速皆與繁殖成功呈顯著負相關($P_1=0.001$, $P_3=0.04$, $P_4<0.001$)，氣溫、濕度、風速越高繁殖成功率越低；而巢高也與繁殖成功呈顯著正相關($P_5=0.003$)，巢高越高繁殖成功的機率越高(表四)。

三、防治方法

在 2010 年 3-7 月共對 41 巢 104 顆蛋進行噴油處理，分別於 3 月 20 日對 13 巢 35 顆蛋；4 月 30 日對 5 巢 12 顆蛋；5 月 15 日對 7 巢 19 顆蛋；6 月 19 日對 6 巢 13 顆蛋；6 月 30 日對 1 巢 2 顆蛋；7 月 14 日對 9 巢 23 顆蛋進行噴油處理，各次噴油處理的平均孵化率為 0.17 ± 0.13 ($n=6$)。結果發現經噴油處理的巢孵化率(0.21 ± 0.30)顯著低於未噴油的巢(0.55 ± 0.38)；而經噴油處理的巢之繁殖成功率(0.13 ± 0.25)也顯著低於未噴油的巢(0.35 ± 0.36)；但在幼鳥離巢率則無顯著差異。說明噴油處理可有效降低蛋的孵化率，並可使繁殖成功率降至一半以下(表五)。在棄巢日數方面，巢中的蛋經過噴油處理後，親鳥棄巢的時間為 3-35 天，平均為 15.38 ± 9.06 天($n=26$)，顯示噴油處理可延長親鳥再築巢的時間。

在防治成本的估算上需先考慮噴油處理的施行次數與預期效果，在後五前五的施行標準且平均孵蛋期為 19.3 天的條件下，可噴油之時間為孵蛋期中的 9.3 天，所以需以 10 天的間隔在孵蛋期(3-8 月)中進行噴油處理，共需進行 17 次，噴油後蛋的總孵化率為 0.11；而在後六前六的施行標準下，可噴油之

時間為孵蛋期中的 7.3 天，所以需以 8 天的間隔在孵蛋期中進行噴油處理，共需進行 21 次，噴油後蛋的總孵化率為 0.04。以上述之孵化率計算以不同噴油處理標準的防治成本，以後五前五的標準可使繁殖成功率降至 6.5%，減少每隻幼鳥孵化所需之成本為 963 元；以後六前六的標準可使繁殖成功率降至 2.2%，減少每隻幼鳥孵化所需之成本為 1123 元。

五、 討論

從全台普查的結果可以發現同一地點每次調查及年間的聖鸚族群數量差異很大，以今年的結果與去年預測以及同時期的族群數量相比均少了一百隻以上，造成數量差異的可能原因為棲地變化及調查次數、調查時間所產生的誤差。在本年度的調查中，新竹南寮的河口沙洲因河道工程造成原本在沙洲上築巢的聖鸚及鷺科鳥類巢數減少，而在 Urban(1974)在其原生地非洲的研究中也有年間築巢對數相差 380 對的記錄，顯示聖鸚生殖及族群數量的變異程度大；此外生殖季中是較不適當的調查時間，因聖鸚多半混群築巢於鷺鷥林中，當配對完畢並開始築巢後即不容易發現，故較適當的調查時間為剛進入生殖季(約 2 月底-3 月初)開始配對時，而結束生殖季(約 9 月中)親鳥帶亞成鳥離巢覓食及活動時則是另一個適合調查的時間。

聖鸚在關渡地區的平均孵蛋期為 19.3 天，與 Urban(1974)在衣索匹亞所記錄的 28-29 天有 8-9 天的差異，推測可能是觀察方法不同所造成的誤差。Urban 採用遠距離目視親鳥開始長時間孵蛋來推測產下最後一蛋並開始孵蛋的日期，以及聽雛鳥的乞食聲來判定雛鳥孵出日期；而本研究使用探巢器以每周兩次的探巢頻率，甚至有直接觀察到雛鳥正在破殼的記錄，故在推算產蛋及雛鳥孵出日期方面應較為精確，所以推論埃及聖鸚的實際孵蛋期應較接近 20 日。在育雛期方面，過去研究(Urban 1974, Kojij 1999)觀察到聖鸚雛鳥在 14-21 天即有能力離巢活動，本研究中聖鸚雛鳥在 15 日齡之後活動能力開始增強，常見到雛鳥在巢與周遭的枝條間移動，而實際記錄並計算出的平均育雛期為

18.6 天，顯示聖鸚雛鳥離巢日齡約為 20 日。野外觀察中記錄到剛離巢的雛鳥會在巢位附近活動，親鳥會持續餵食至雛鳥能自行飛行，雛鳥在 35-40 日齡具有飛行能力(Urban 1974)，才能跟隨親鳥飛出巢區外學習覓食。

將孵蛋期、育雛期及雛鳥離巢後能自行覓食的時間加總後可得出聖鸚繁殖周期約為 60 日，與 2009、2010 年繁殖季中兩次繁殖高峰的持續時間大致相符，且第一次與第二次活動巢、孵蛋巢與育雛巢數皆相當(圖三、圖四)，而過去的文獻也指出聖鸚可在第一次繁殖失敗後重新築巢並開始下一次的繁殖周期(Urban 1974)以及在一個繁殖季中有兩次繁殖高峰(Kopij 1999)，故第二次的繁殖高峰應是由同一群親鳥在結束第一巢的繁殖後繼續進行第二次繁殖所造成，顯示埃及聖鸚在台灣地區具有在一個繁殖季中進行兩次繁殖的能力。

在氣候因子對繁殖成功的影響方面，孵蛋期雨量越多蛋則越容易孵化失敗，推測可能的原因為下雨不利成鳥覓食且雨水使孵蛋的親鳥不易維持體溫進而使蛋失溫，讓孵化成功的機率降低。育雛期溫度及風速越高雛鳥越容易離巢失敗，推測可能的原因為較高的氣溫容易使暴露在陽光下的雛鳥體溫過高，使雛鳥脫水而死，在 Urban(1974)的觀察中雛鳥會尋找掩蔽物(如岩石陰影及樹蔭下)和採取散熱姿勢(翅膀下垂、足部皮膚擴張)來降低體溫，避免脫水死亡；而風速越快則會使雛鳥較容易落巢摔傷進而造成死亡；此外巢位越高雛鳥越容易離巢成功，可能的原因為較高的巢位可減少從巢位下方來的干擾。繁殖期氣溫、風速、濕度越高繁殖成功的機率則越低，氣溫、風速越高易使雛鳥脫水及落巢死亡、濕度高則可能會讓巢中及附近環境容易孳生細菌，使蛋及雛鳥的發育受到影響，進而造成繁殖失敗。

在噴油處理的操作中，有 15 個巢經噴油處理後仍有 23 隻幼鳥孵出，噴油處理的總孵化率為 0.22，失敗原因可能為噴油處理未在最後一顆蛋產下後五日與預計孵化前五日之間施行以及噴油時操作不佳使得油膜未將蛋完整包覆。如假設其他未依照標準(後五前五)施行的巢在依照標準施行處理後均孵化

失敗，挑選出依照標準施行噴油處理卻仍有雛鳥孵出的巢做為噴油處理的孵化率，則只有 6 巢 11 隻雛鳥孵出，總孵化率為 0.11。以上結果與 Wildlife service 技術手冊中所記載之 0- 0.05 的孵化率有差異，顯示原標準(後五前五)較不適合用於埃及聖鸚。如將噴油標準修改為在最後一顆蛋產下後六日與預計孵化前六日之間施行，則只有 2 巢 4 隻雛鳥會孵出，總孵化率為 0.04，與技術手冊中所記載之 0-0.05 符合，故埃及聖鸚噴油處理之標準應修改為在最後一顆蛋產下後六日與預計孵化前六日之間施行。

本研究為埃及聖鸚系列研究之第三年，自 2008 年開始從大尺度的全台普查確定台灣地區聖鸚主要分布地點，2009 年對關渡繁殖族群進行生殖監測，到今年度除了繼續進行全台普查及生殖監測外更嘗試進行防治方法的試驗，使埃及聖鸚在台灣地區的分布、行為、生殖等資料有了初步的基礎，而綜合了三年的結果來看，埃及聖鸚的入侵歷史已超過 26 年，適應力強且對本土鳥種有棲地競爭、掠食等負面影響，主要分布及繁殖地點在中北部沿海濕地，近年逐漸往南部擴散的情形，但族群仍不穩定；每年繁殖期能進行兩次生殖，每窩蛋約 2-3 顆，每窩約有一隻幼鳥能成功離巢；在防治方法上，成鳥的捕捉及移除不易，適合採用生殖干擾的方式使其生殖失敗來控制其族群數量，而噴油處理能有效使蛋不孵化，造成生殖失敗，但需要長期施行並持續觀察後續之族群數量變化，故需要研究者長期的投入研究。

六、 建議

1. 持續對聖鸚進行族群分布調查及生殖監測，以推估較精確的族群成長及分布模式
2. 噴油處理可取蛋回實驗室內操作以得到較精確的噴油時間點，來評估適當的野外施行間隔時間，使噴油成效更為精確，並建立標準操作流程，以利野外工作之進行
3. 如欲使用噴油處理做為聖鸚主要防治方法需持續進行數年，並觀察後續的族群

數量變化

4. 以大眾傳播(如媒體、影片)等方式持續對民眾宣導移除入侵種之必要性，以及聖鸛在台灣地區造成的入侵影響

七、 參考文獻

- Blair, M.J., McKay, H., Musgrove, A.J. and Rehfisch, M.M. 2000. Review of the status of introduced non-native waterbird species in the Agreement area of the African-Eurasian Waterbird Agreement. Report of BTO, Thetford, 20-21
- Clergeau P. and Yesou, P. 2006. Behavioural flexibility and numerous potential sources of introduction for the sacred ibis: causes of concern in western Europe? *Biological Invasions*. 8:1381-1388
- Hoyo, J.D., Elliott, A. and Sargatal, J. 1992. Handbook of the Bird of the World. Vol. 1. Lynx Edicions.
- Harrison, J.A., Allan D.G., Underhill L.G., Herremans M., Tree A.J., Parker V. and Brow C.J. 1997. The Atlas of Southern African Birds. 102-103, BirdLife South Africa, Johannesburg
- IUCN/SSC Invasive Species Specialist Group. 2000. IUCN guidelines for the prevention of biodiversity loss caused by alien invasive species. IUCN, Gland, Switzerland.
- Kolar, C.S. Lodge, D.M. 2001. Progress in invasion biology :predicting invaders. *Trends in Ecology and Evolution* 16:199-204.
- Kopij G.* 1999. Breeding ecology of the *Sacred Ibis* *Threskiornis aethiopicus* in the Free state, South. Africa. *South African Journal of Wildlife Research* 29: 25-30
- Reeber. S. 2005. L'Ibis scare *Threskiornis aethiopicus* au Lac de Grand Lieu. *Group Naturaliste Grand-Lieu* 7:13-15.
- Urban, E.K. 1974. Breeding of sacred ibis at the lake Shala, Ethiopia. *Ibis* 116: 265-277
- Williamson, M. H. 1996. *Biological Invasions*. Chapman and Hall London. 244.

Williamson, M. H. and Fitter, A. 1996. The characters of successful invaders.

Biological Conservation 78: 163-170

Wildlife service, 2003. Egg oil: An Avian population control tool. United States

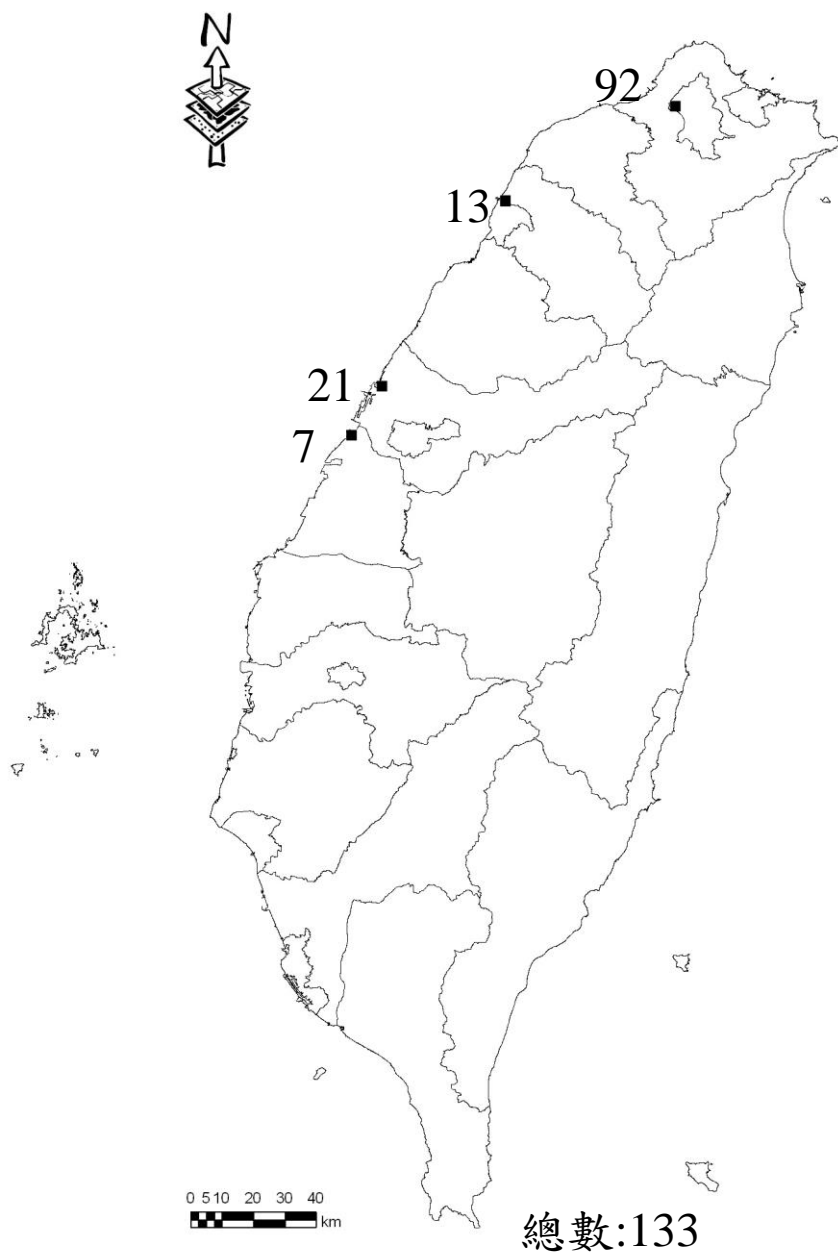
Department of Agriculture.



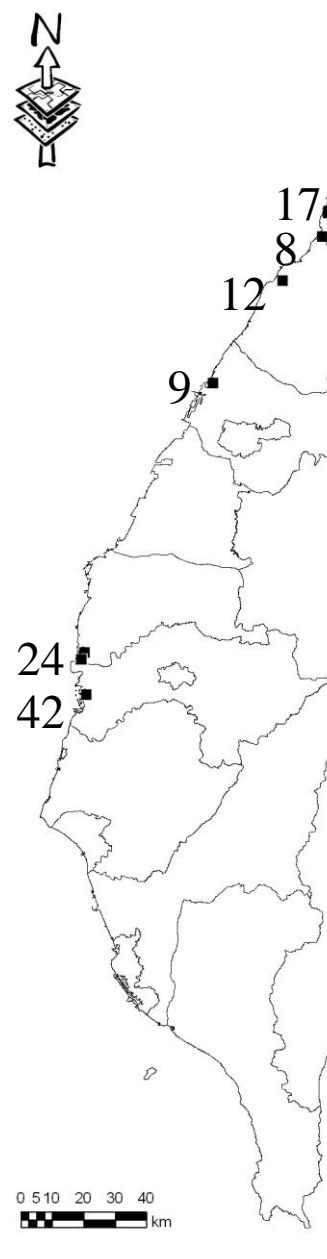
圖一. 以針孔攝影機及微型監視器組合而成之自製探巢器



圖二. 噴灑卵油用的噴霧器

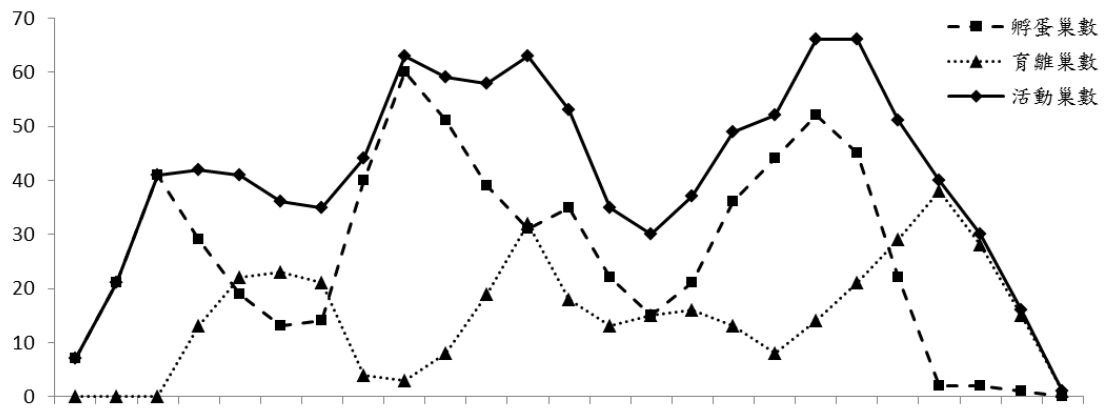


2010.3



2010.10

圖三. 2010 埃及聖鸛全台族群分布



圖四. 2010年3-9月關渡紅樹林內聖鸚活動、孵蛋、育雛巢數

表一. 2009、2010 年關渡地區聖鸚窩卵數、孵化率、離巢率、繁殖成功率比較

	2009	2010	P 值
窩卵數	2.49±0.51(43)	2.57±0.54(169)	0.33
孵化率	0.48±0.4(42)	0.55±0.38(128)	0.35
離巢率	0.58±0.47(42)	0.65±0.43(102)	0.43
繁殖成功率	0.26±0.39(45)	0.35±0.36(125)	0.17

表二. 2010 年孵蛋期日平均氣溫、雨量、濕度、風速、巢高對孵蛋成功之影響

因子	DF	Estimate	Standard Error	Wald Chi-Square	Pr > ChiSq
Intercept	1	-6.6958	9.5179	0.4949	0.4817
氣溫	1	0.0476	0.1074	0.196	0.658
雨量	1	-6.9075	3.3677	4.2069	0.0403
濕度	1	0.0941	0.0866	1.1807	0.2772
風速	1	0.0476	1.4721	0.001	0.9742
巢高	1	-0.702	0.5083	1.9073	0.1673

表三. 2010年育雛期日平均氣溫、雨量、濕度、風速、巢高對育雛成功之影響

因子	DF	Estimate	Standard Error	Wald Chi-Square	Pr > ChiSq
Intercept	1	22.7198	16.0003	2.0163	0.1556
氣溫	1	-0.5187	0.2219	5.4628	0.0194
雨量	1	-3.2947	3.4161	0.9302	0.3348
濕度	1	-0.1408	0.1245	1.2788	0.2581
風速	1	-7.183	2.5098	8.191	0.0042
巢高	1	3.2472	1.0412	9.727	0.0018

表四. 2010年繁殖期日平均氣溫、雨量、濕度、風速、巢高對繁殖成功之影響

因子	DF	Estimate	Standard Error	Wald Chi-Square	Pr > ChiSq
Intercept	1	33.9033	12.1569	7.7775	0.0053
氣溫	1	-0.453	0.1376	10.8366	0.001
雨量	1	-6.1137	3.4684	3.107	0.078
濕度	1	-0.208	0.1003	4.2973	0.0382
風速	1	-7.0354	2.061	11.6521	0.0006
巢高	1	1.5206	0.514	8.7508	0.0031

表五. 噴油對聖鸚孵化率、離巢率、繁殖成功率之影響

	噴油	未噴油	P 值
孵化率	0.21±0.30(41)	0.55±0.38(128)	<0.001
離巢率	0.59±0.49(16)	0.65±0.43(102)	0.67
繁殖成功率	0.13±0.25(41)	0.35±0.36(125)	<0.001

附錄(含樣區、生物照片及工作情形照片)



圖五. 關渡紅樹林空照圖，紅框範圍為聖鸚巢區



圖六. 以船進入關渡紅樹林內進行調查



圖七. 以探巢器進行探巢作業



圖八. 聖鸛巢區周圍環境



圖九. 以噴霧器對蛋噴油並以探巢器輔助



圖十. 探巢器畫面中噴霧器噴油情形