行政院農業委員會林務局林業發展計畫

103 年度單一計畫結案報告書

計畫名稱: 馬祖地區鳳頭燕鷗繁殖族群動態之研究(2/4)

The breeding population dynamic of Greater Crested Tern in Matzu

103 林發-07.1-保-25

執行機關: 國立臺灣大學

計畫主持人: 袁孝維教授

2014.12.29

摘要

黑嘴端鳳頭燕鷗(Thalasseus Bernsteini)為 IUCN 列為瀕危等級之稀有鳥類，在馬祖列島燕鷗保護區內擁有世上唯二的穩定繁殖族群，但十年來相關之繁殖基礎資料都相當缺乏。2013 年在海峽兩岸燕鷗保育研討會與鳥類學研討會中，兩岸的研究人員已取得共識認為燕鷗的繫放工作是目前資訊相當缺乏而必須即刻投入的部分。但由於黑嘴端鳳頭燕鷗數量稀少，捕捉標記在執行上較為困難，故於本計畫透過繫放其共域物種鳳頭燕鷗(T. bergii)以了解其繁殖族群動態。在 2013 年的 8 月底，研究人員已於馬祖列島燕鷗保護區的鐵尖繫放 26 隻鳳頭燕鷗成鳥與 27 隻幼鳥。另外，為引進國際合作的力量在黑嘴端鳳頭燕鷗之保育行動，也建立網路聯繫平台以利國際研究人員交換研究資訊。根據 2013 年的調查發現，在鐵尖活動之鳳頭燕鷗與黑嘴端鳳頭燕鷗數量都相當高(鳳頭燕鷗 3000 隻、黑嘴端鳳頭燕鷗 13 隻)，但幼鳥數量卻相當低，僅有不到 200 隻幼雛。且未觀察到黑嘴端鳳頭燕鷗的幼鳥。2014 年除持續進行之燕鷗繫放外，我們也將進行繁殖棲地監測、捕食者移除、增設監測系統與食物資源調查等工作。

目錄

圖目錄

壹、前言

1、擬解決問題

黑嘴端鳳頭燕鷗英名 Chinese Crested Tern，學名 Thalasseus Bernsteini，異名 Sterna bernsteini (Bridge et al. 2005)。根據前人研究，1913、1925 年在福州與 1937 年在大陸山東的沐官島層採集到少量的標本(陳水華等 2005)。在之後的 63 年中，僅在大陸北戴河、黃河、福建與廣東和在菲律賓、印尼、馬來西亞、泰國等地有零星的數筆觀察紀錄(Liang et al. 2000; 陳水華等 2005)。因為觀察到的數量非常少，且從未有其繁殖的紀錄報導。直到 2000 年的 6 月，台灣的攝影師梁皆得於馬祖的中島上拍攝到清晰的黑嘴端鳳頭燕鷗影像，並確認有 4 對成鳥與 4 隻幼鳥於中島上活動，是世上第一筆確認的繁殖紀錄。爾後於 2004 年 7 月，大陸浙江博物館的陳水華研究員也於舟山列島南端的韭山列島發現了 12 隻正處於繁殖中期的黑嘴端鳳頭燕鷗族群(陳水華等 2005)，為目前已知的第二處繁殖地。由歷年兩岸的研究資料顯示，黑嘴端鳳頭燕鷗在世界上的族群量可能不超過 50 隻(Delany and Scott 2002; 張壽華 2008; Chen et al. 2009; Liu et al. 2009; Jiang et al. 2010)，IUCN 也將之列為瀕危(Critically Endangered)的等級。自 2000 年發現黑嘴端鳳頭燕鷗的繁殖地以來，針對馬祖地區黑嘴端鳳頭燕鷗的生物學研究相當少。且受限於族群量太小與個體辨識不易，目前仍然缺乏黑嘴端鳳頭燕鷗遷徙的相關資料。韭山列島與馬祖列島的黑嘴端鳳頭燕鷗的繁殖族群，可能是目前世上唯二的繁殖地(Chen et al. 2009)，黑嘴端鳳頭燕鷗在兩繁殖地之間的族群動態，遷徙路徑與其他重要的過境、度冬地的確認，都是值得進一步研究以應用在保育上的課題。根據 Chen 等(2008)提出的黑嘴端鳳頭燕鷗保育行動計畫與張壽華(2008)、劉用福(2008)、陳水華等(2005)的研究，目前黑嘴端鳳頭燕鷗主要面臨的威脅有下列幾項：棲地減少、海洋汙染、獵捕、人為干擾、捕食者、過漁、天災(颱風)。

在馬祖列島燕鷗保護區各島嶼在2009與2010年經由中華鳥會的調查，顯示島嶼上唯一可能造成危害的捕食者僅有小黃腹鼠(Rattus Losea)，但在2010年的調查中並未見到明顯的證據證實鼠類造成的危害(如遭啃食過的屍體殘骸或蛋殼)。整體而言，依據Chen等(2008)提出的保育行動計畫，在黑嘴端鳳頭燕鷗的保育上應優先執行的項目有：停止獵捕、尋找繁殖地、尋找度冬地、劃設保護區、禁止人員進入繁殖地、防止或去除繁殖地的其他入侵物種、族群監測、棲地監測、大眾教育、繁殖生物學研究、繁殖期的覓食行為研究、非官方的兩岸溝通管道。綜合以

上所述，本計畫之研究擬定解決之問題如下所列:

1. 了解馬祖列島燕鷗保護區內鳳頭燕鷗與黑嘴端鳳頭燕鷗之族群數量、族群結構、棲地忠誠度、族群分化、生活史與繁殖生物學等資料。
2. 了解馬祖列島燕鷗保護區內各島嶼的棲地環境與燕鷗之棲地偏好情形。
3. 建構海峽兩岸鳳頭燕鷗族群動向資訊之聯繫平台，增強兩岸燕鷗研究的資訊流通與合作機會。
4. 研擬短、中長程之黑嘴端鳳頭燕鷗保育行動計畫。

2、研究目標

(1) **全程目標：**

1. 利用帶有編碼之足旗標誌鳳頭燕鷗，並持續觀察記錄每年於馬祖地區出現帶有足旗之個體資訊，以收集馬祖地區繁殖之鳳頭燕鷗其族群數量、族群結構、棲地忠誠度、生活史等資料

2. 分析馬祖地區鳳頭燕鷗之血液樣本，定序其DNA序列以期後續與來自大陸、澎湖地區之樣本比對，了解其族群分化情形

3. 分析馬祖列島燕鷗保護區內各島嶼的棲地環境以了解燕鷗之棲地偏好情形，調查項目將包含各島礁之地形、地貌、植被、土質與其潛在掠食者-小型哺乳類之族群數量估計

4. 持續在繁殖季前於各島嶼進行植被環境調查，若發現環境不利於燕鷗繁殖利用(如植被高度過高、坡度過陡、植物種類不適宜燕鷗進駐等)，利用小型器具進行小規模之繁殖棲地營造

5. 利用自動影像紀錄器或自動聲音紀錄器持續監測資訊燕鷗繁殖巢區以掌握保育現況。

6. 建構海峽兩岸鳳頭燕鷗族群動向資訊之聯繫網路，增強兩岸燕鷗研究的資訊流通與合作機會

7. 透過前述各項研究資訊，分析馬祖列島燕鷗保護區之保育現況及其威脅壓力，並研擬未來短、中長程之燕鷗保育行動計畫

(2)

(3) **本年度目標：**

1. 利用足旗標誌於馬祖地區繁殖之鳳頭燕鷗，至少 20 隻以上。

2. 鳳頭燕鷗血液樣本分析 。

3. 馬祖列島燕鷗保護區各島礁環境調查與棲地營造。

4. 小型哺乳類族群監測。

5. 維護海峽兩岸鳳頭燕鷗族群動向資訊之聯繫媒介。

6. 聲音與影像監視系統架設。

7. 燕鷗覓食範圍與食性調查。

貳、工作方法

1、研究地點-馬祖列島燕鷗保護區

馬祖列島燕鷗保護區成立於2000年1月26日，保護區範圍涵蓋東引鄉之雙子礁，北竿鄉之三連嶼、中島、鐵尖、白廟、進嶼，南竿鄉之瀏泉礁，與莒光鄉之蛇山共8座島嶼。8座島嶼均為孤立於各鄉外之無人島嶼，附近海域漁產豐富，平時除漁民前往捕魚、採集海產外，人跡罕至，造就為多種海鳥繁殖棲息的群聚地(歐陽忻憶 2005；劉用福 2008；張壽華 2008)。保護區之主要保護目標為以這些島嶼作繁殖地區的白眉燕鷗、紅燕鷗、蒼燕鷗、鳳頭燕鷗、黑尾鷗、岩鷺(*Egretta sacra*)、叉尾雨燕(*Apus pacificus*)七種鳥類。在管理方面，為避免人為干擾，連江縣政府已劃設各保護區島礁低潮線向海面延伸100 m為緩衝區，觀光與漁業行為均被管制在此範圍外活動。

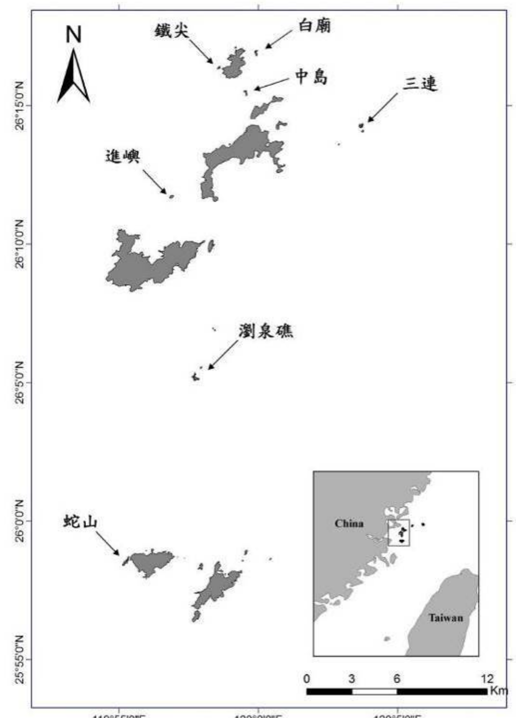


圖 1. 馬祖列島燕鷗保護區各島嶼位置

2、工作項目

(1) **燕鷗繫放**

為避免干擾，繫放工作將於繁殖後期確認未有仍孵巢之燕鷗成鳥後進行。捕捉方式將使用霧網(mist net)，於晨昏間登島架設網具後離開，在海面上靜待鳥隻因視線不明中網再趨船登島解網，每次繫放工作時間以不超過兩小時為限。待補捉到燕鷗成鳥或幼鳥後，將測量基本量值如:嘴喙長、翼長、附蹠長、體重、體長與換羽情形。在個體標誌部分，研究人員將在燕鷗成鳥左腳繫上金屬環、右腳繫代表台灣之上白下藍編碼足旗，雛鳥則繫上金屬環與色環作為標記。若燕鷗族群因人為過度干擾而有棄巢或是鳥隻傷亡之疑慮時則應停止繫放工作。

(1) **鳳頭燕鷗血液樣本分析**

在本計畫中，研究人員將抽取繫放捕抓到的大鳳頭燕鷗與黑嘴端鳳頭燕鷗 0.1ml 血液存放於 95 %酒精中保存，並在後續進行性別鑑定與 mitochondrial DNA 的全長定序分析。並與採集自其他繁殖區如澎湖、大陸舟山與韭山列島的大鳳頭燕鷗之血液樣本比對，以瞭解各族群基因結構上的差異。若能採集到黑嘴端鳳頭燕鷗成鳥或幼雛的血液樣本，也將和目前已採集到之黑嘴端鳳頭燕鷗血液(一隻)與大陸方面的樣本(四隻)一同送至臺灣大學動科系委託丁詩同教授實驗室分析以了解大鳳頭燕鷗與黑嘴端鳳頭燕鷗之種源分化與雜交情形。

(1) **小型哺乳類族群監測**

由於燕鷗主要的繁殖季為 5 至 8 月間，考量避免對燕鷗的干擾，移除野鼠的時間分別選在燕鷗繁殖季前的 4 月間及繁殖季後的 10 月進行。陷阱放置的地點選擇在鐵尖、中島與蛇山上，每個島嶼使用薛氏捕鼠器(Sherman`strap)進行捕捉。鼠餌選擇顆粒花生醬混和地瓜塊，各調查樣區內設置捕捉線每 10 公尺左右間隔設置一捕鼠器，每座島嶼各放置 10 至 15 個陷阱，並每日登島檢查陷阱並更換餌料持續一周以上。

(1) **維護海峽兩岸鳳頭燕鷗族群動向資訊之聯繫媒介**

為引進國際合作的力量在黑嘴端鳳頭燕鷗之保育行動，本研究已於 2013 年建立網路聯繫平台以利國際研究人員交換研究資訊。目前網站初步決定架設於 Google 產業之 Blogger 平台。網站經檢測網頁測試並未遭中國大陸防火牆封鎖，可供大陸人士瀏覽。網站主頁內容目前規劃包含黑嘴端鳳頭燕鷗簡史、馬祖列島燕鷗保護區、保育現況與威脅、未來展望、研究團隊介紹。除在主頁介紹相關研究背景外，本網站也可利用網誌共同作者方式定期、多方更新資訊，文章列表目前初步規劃分為活動資訊、觀察記錄與研究主題。未來將視情形增加文章列別，並定時上傳燕鷗族群監測訊息與相關保育活動消息。

(1) **聲音與影像監視系統架設**

為加強燕鷗保護區內每座島嶼的燕鷗繁殖影像紀錄資訊，研究人原擬於繁殖季前登島架設具夜視與廣角功能之紅外線自動攝影機(KeepGuard, SD-1039；RECONYX, HC500 HyperFire)。紅外線自動相機是藉由高感度度的被動式紅外線動作感應器來來偵測感應範圍內動作中或溫度度異於環境的物體，觸發後即自動攝錄錄高解析相片或影片。相較於傳統底片式相機，影像都是直接儲存於機身內部的 SD 記憶卡中，在儲存容量與運作時間上都較傳統相機高出數倍。屆時依照拍攝目的設定定時每 15-30 分鐘拍照或錄影。在繁殖季結束後，研究人員將登島回收自動相機，並依據自動相機拍攝範圍劃分樣區，量測每一樣區內的巢數、坡度、坡向、棲地類型、植被種類、植被覆蓋度與高度並與隨機點做比較。相關之數據將作為繁殖棲地偏好之依據。 另外也將利用防水防塵的聲音紀錄器(Wildlife Acoustics, SM3)，長時間區段性、週期性的記錄背景聲音。放置在調查樣區一段時間後再收回至實驗室內，利用軟體或人工分析記錄到的物種。

(1) **燕鷗覓食範圍與食性調查**

在黑嘴端鳳頭燕鷗與鳳頭燕鷗抵達繁殖區後，將每兩天至繁殖

島嶼周圍海域以穿越線調查於海面上覓食的燕鷗位置以確認其覓食區域，並使用 300 mm 焦段的數位相機記錄其捕食到的魚種，並藉由魚體長度與燕鷗嘴喙長的比例判斷其大小(鳳頭燕鷗嘴喙長度以平均值 60 mm 計算)。另外，在巢位調查時若發現巢蛋已接近孵化階段，將在巢位旁架設自動攝影機記錄親鳥育雛情形以確認親鳥帶回的食物類別。若親鳥已將幼雛帶離巢位，則於巢區觀察並追蹤啣食物的親鳥以確認其雛鳥位置。同時若於繁殖地觀察到遺留下的食物殘餘，也將拍照並記錄其物種與大小。除確認鳳頭燕鷗的食物組成外，也將在繁殖季期間每月於馬祖地區主要漁船港口(福澳、青螺、白沙、橋仔)以訪談方式調查漁船捕獲之漁獲量與魚種組成資料。

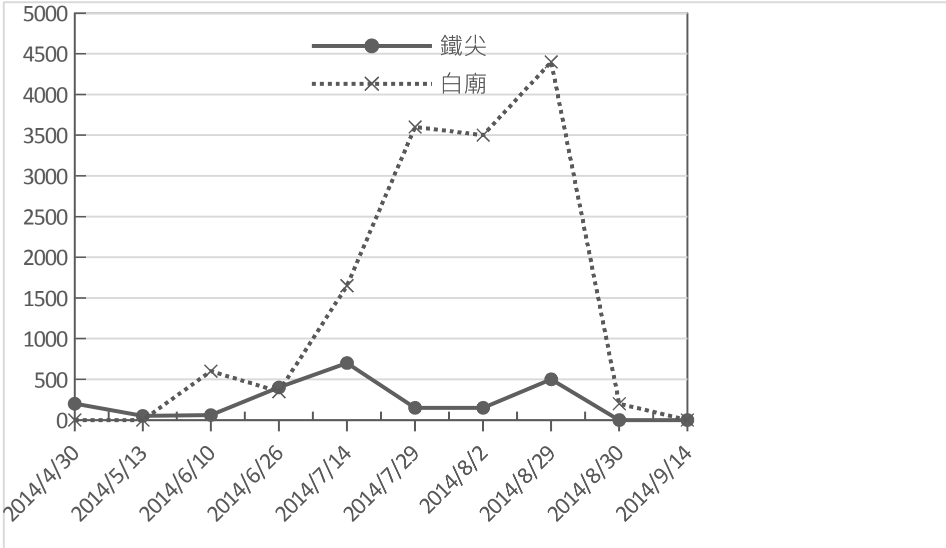
參、工作成果

1、燕鷗繁殖狀況與繫放工作

2014 年度的誘鳥計畫與去年相同挑選了鐵尖嶼放置假鳥與影像、聲音紀錄器，並在繁殖季前會同台北鳥會與建設局人員清除島上部分植被，以利燕鷗繁殖。今年於 4 月 30 日首次於鐵尖附近海域記錄到 200 餘隻大鳳頭燕鷗，另於 5 月 13 日在保護區海域發現 50 餘隻，但仍未登島繁殖。今年度燕鷗較往年晚了近半個月到 6 月中才進駐島礁上繁殖，且初期族群平均分布於鐵尖、白廟兩座島嶼。7 月底「麥德姆」颱風侵襲馬祖後，本團隊研究人員隨後登上鐵尖島檢視影響狀況，於現場發現 1300 顆左右的棄蛋，且僅發現一隻大鳳頭燕鷗雛鳥，棄巢原因尚待後續研究釐清。總結今年度的黑嘴端鳳頭燕鷗最大觀察數量為 7 隻，大鳳頭燕鷗為 4400 隻，最大量出現於白廟嶼，但並未觀察到黑嘴端鳳頭燕鷗的雛鳥，大鳳頭燕鷗的雛鳥也僅 50 隻左右，是繁殖成功率相當低落的一年。

圖 2. 繁殖季前的棲地整理與假鳥、自動相機放置工作

圖 3. 植被整理前(左圖)後(右圖)的環境樣貌



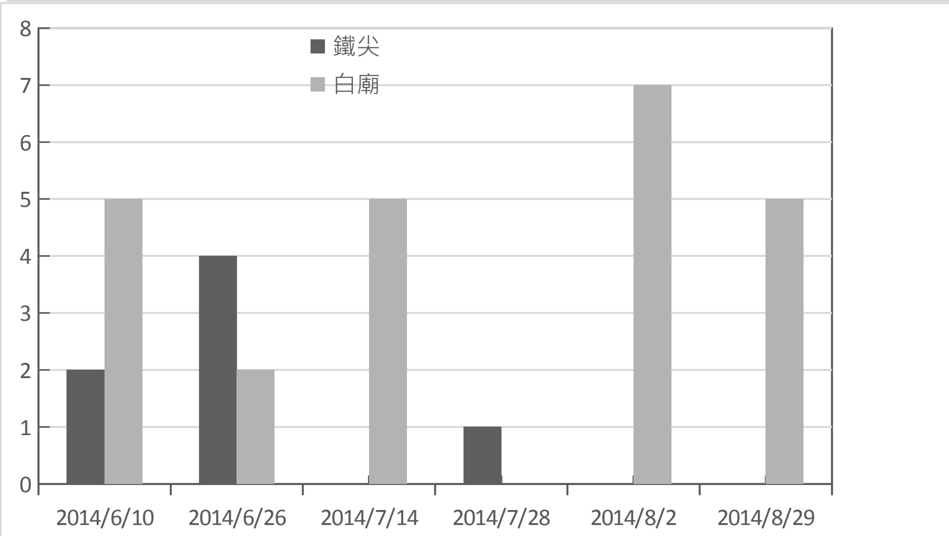


圖 4. 2014 年大鳳頭燕鷗(上圖)與黑嘴端鳳頭燕鷗(下圖)於馬祖地區之族群數量變化

圖 5. 7 月底研究人員於鐵尖觀察到的大批棄蛋，部分棄蛋內可見已接近孵化的幼雛屍體

今年度的繫放工作分別在 7 月 30 日至 8 月 3 日與 8 月 29 日至 9 月 1 日間展開，研究人員率先於 7 月底前往鐵尖檢視鳥況，登島後發現有成鳥數量不超過 20 隻，且也僅發現一隻幼鳥，判定繫放成效不佳而離開前往白廟進行繫放。白廟由北至南可分為三個島群，北邊最高的 A 島礁為鳳頭燕鷗及黑嘴端鳳頭燕鷗主要繁殖島，然因此島過於陡峭，人員無法抵達巢區。B 島礁有少部分大鳳頭燕鷗繁殖，島上有約 50 隻幼鳥活動，故挑選此區為今年主要繫放工作地點。

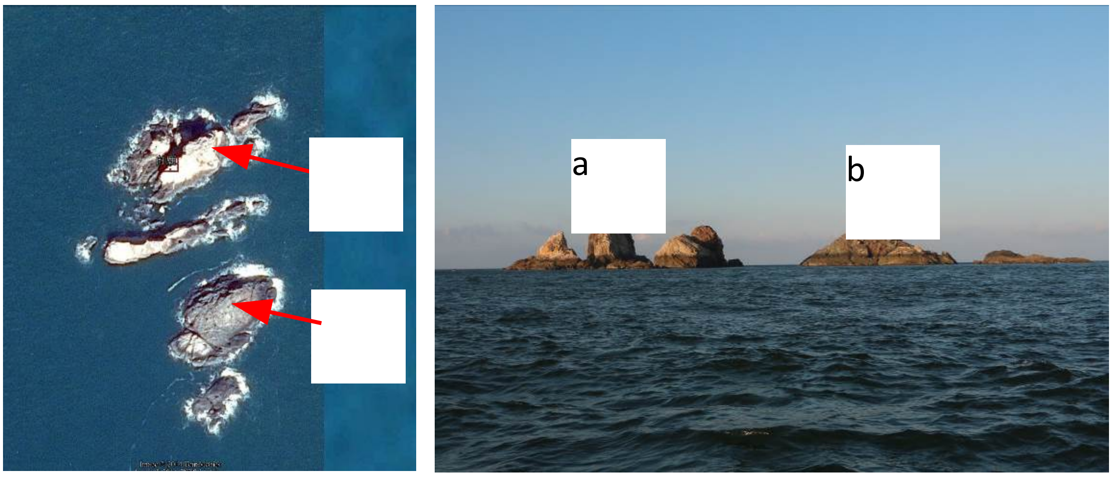


圖 6. 白廟島周圍島礁分佈概況

圖 7. 研究人員在晨昏間於島上架設霧網與解下觸網的燕鷗情形

今年度兩梯次共計捕捉 13 隻大鳳頭燕鷗成鳥與 59 隻幼鳥，每隻個體都繫上代表台灣的白藍色足旗。

圖 8. 繫上代表台灣的上白下藍足旗的大鳳頭燕鷗，足旗編號可用於辨識個體

1、樣本採集與分析

(1) **血液樣本**

2014 年度針對繫放之 13 隻大鳳頭燕鷗各採集 0.1 ml 血液儲存於 95%的酒精溶液中，由於目前已採集足夠之大鳳頭燕鷗血液樣本，今年度採集之樣本皆予以冰凍儲存於-20 度冰箱中，待未來有足夠之黑嘴端鳳頭燕鷗樣本與其它樣區之大鳳頭燕鷗樣本在進行比對分析。

(1) **蛋殼、鳥羽及環境樣本汙染物分析**

由於本年度的調查發現鐵尖島上殘留有將近 1300 餘顆棄蛋，與數隻成幼鳥屍體，且在大陸韭山列島的鐵墩島上也發現同樣情形。為了解是否有環境汙染物造成棄巢與成鳥死亡，今年度也將土壤、蛋殼、羽毛一同帶回分析。同時為進一步了解環境毒物累積情形，也自海面與島嶼上將鯷魚帶回帶回分析。分析前將樣本放入含去離子水的坩鍋中，再放入超音波震盪器洗淨。樣本經加熱硝化法處理過後，以感應耦合電漿發散光譜儀(ICP)，測量其中的鎘、銅、鉻、鎳、鉛重金屬濃度。

從分析結果中我們發現大鳳頭燕鷗的蛋殼與羽毛、白眉燕鷗的羽毛中殘留的鋅與鉛含量都相當高，與兩島嶼的土壤重金屬含量有相同趨勢，且來自大陸韭山列島的大鳳頭燕鷗蛋殼也有同樣的鉛、鋅含量偏高情形(圖 9)。與陳玄皞(2008)在彰化濱海地區檢測黑腹濱鷸羽毛重金屬含量的研究相較，本研究中大鳳頭燕鷗與白眉燕鷗羽毛中的重金屬累積程度除鎘之外皆較低()。

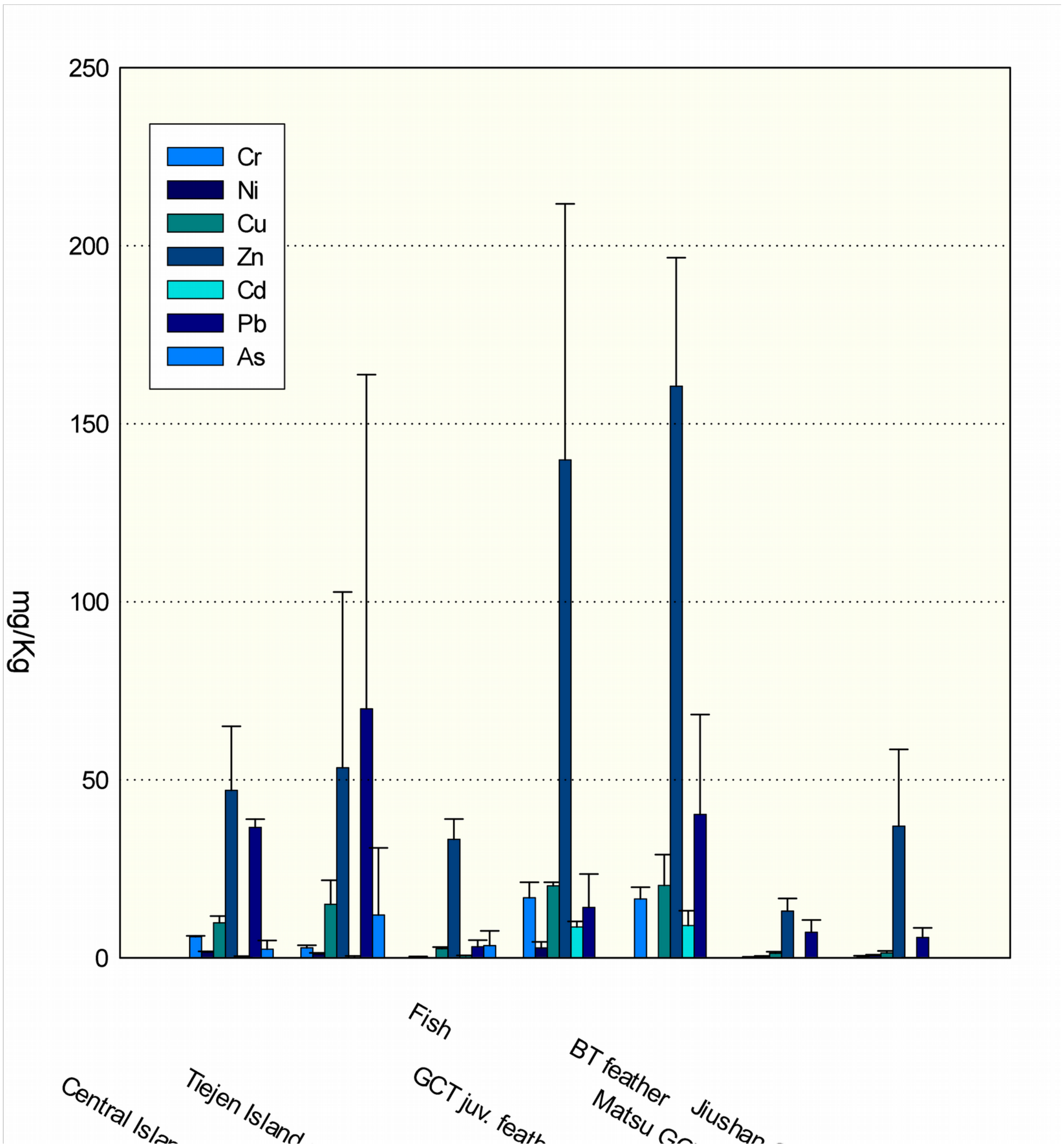


圖 9. 馬祖鐵尖土壤、中島土壤、鯷魚、大鳳頭燕鷗幼鳥羽毛、白眉燕鷗羽毛與馬祖大鳳頭燕鷗蛋殼與大陸鐵墩島大鳳頭燕鷗蛋殼之重金屬含量分析結果，重金屬元素由左至右分別為鉻(Cr)、鎳(Ni)、銅(Cu)、鋅(Zn)、鎘(Cd)、鉛(Pb)與砷(As)

表 1. 本研究兩種燕鷗羽毛重金屬濃度與黑腹濱鷸、黑鳶相較

	Cr	Ni	Cu	Zn	Cd	Pb	As
	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)
大鳳頭燕鷗幼鳥(n=3)	16.88±4.35	2.79±1.70	20.22±1.01	139.86±71.90	8.68±1.54	14.18±9.37	ND.
白眉燕鷗(n=10)	16.53±3.29	ND.	20.35±8.63	160.59±36.09	9.06±4.15	40.26±28.03	ND.
黑腹濱鷸(n=77)	22.7±33.4	8.7±9.5	211.1±136.3	-	5.4±5.7	67.2±51.4	-
黑鳶	-	-	-	-	1.50±1.43	20.20±23.89	44.00±69.12

(資料來源: 陳玄皞，2008；張智堯，2012)

1、小型哺乳類族群監測

2014 年計畫研究人員於 12 月 13 日抵達馬祖進行土壤採樣以及小型哺乳類調查，在中島上使用薛氏捕鼠器(Sherman`s trap)進行捕捉。餌料選擇顆粒花生醬混和土司麵包，各調查樣區內設置捕捉線每 10 公尺左右間隔設置一捕鼠器，每座島嶼各放置 10 至 15 個陷阱，並放置 2 日後再登島取回陷阱，持續一周。今年度的捕捉狀況較為不佳，在中島僅捕獲一隻小黃腹鼠。可能連續三年的繁殖季前後捕捉行動已使島上老鼠族群對陷阱存有戒心，亦有可能代表島上鼠類族群已劇降。經團隊討論後，已建議縣政府明年度於繁殖季前施用不具環境累積毒性的老鼠藥進行預防性的移除工作。

今年 12 月在放置陷阱時，我們也在中島頂端發現一隻遊隼於空中定點飛行鳴叫，且在中島多處都尋獲疑似被遊隼捕食的鳩鴿科鳥類殘骸。目前已連續三年於中島記錄到遊隼停棲，但仍不確定遊隼是否全年皆停棲於中島，明年度將再持續追蹤。另外，在 8 月初的調查時，我們也在中島上紀錄到多達 10 隻以上的白眉燕鷗屍體，由於屍體外觀並無明顯外傷，當時已撿拾一隻剛死亡的個體送交縣政府建設局獸醫師鑑別死因。12 月時再次登島，發現島上的白眉燕鷗屍體殘骸仍完整留滯於原處，並未發現有遭鼠類咬噬痕跡，可能也是島上鼠類族群量下降之跡證之一。

圖 10. 中島上隨處可見遭遊隼捕食後遺棄的鳥類羽毛與殘骸

圖 11. 12 月檢視中島上的白眉燕鷗屍體與 8 月時相比並無發現鼠類咬噬痕跡

1、資訊交流平台網站

為引進國際合作的力量在黑嘴端鳳頭燕鷗之保育行動，本研究也建立網路聯繫平台以利國際研究人員更新即時研究資訊。目前網站初步決定架設於 Google 產業之 Blogger 平台[1]。網站於 2014 年經檢測網頁測試並未遭中國大陸防火牆封鎖，可供大陸人士瀏覽，且瀏覽速度經測試為 101,775 bytes/second，應可順利瀏覽網站。網站主頁內容目前規劃包含黑嘴端鳳頭燕鷗簡史、馬祖列島燕鷗保護區、保育現況與威脅、未來展望、研究團隊介紹。各分頁下方也放置有留言板，讀者可留下具名之意見供研究人員參考。除在主頁介紹相關研究背景外，本網站也可利用網誌共同作者方式定期、多方更新資訊，文章列表目前初步規劃分為活動資訊、觀察記錄與研究主題，未來可視情形增加文章列別。

[1] http://crosstrait.blogspot.tw/

圖 12. 架設於 google blogger 平台下之研究資訊網站

圖 13. 2014/12/31 利用中國網路審查網站 GreatFire 進行檢測網站留通性

由於大陸方面目前已於 2014 年 12 月 25 日境內全面封鎖 Gmail 服務，目前也無法得知未來同屬 gloogle 系統下的 Blogger 是否也會遭封鎖。未防範未然，團隊已購買 NAS(Network Attached Storage)系統做為網站資料備份使用，未來將逐漸將網站轉往以台大校內 IP 可支持之網站系統，現也正逐漸將資料轉移至備份網站(網址暫定為

http://140.112.82.98/wordpress/)。

圖 14. 結合校內實體 IP 與 Wordpress 介面的新網站

1、聲音與影像監視系統

今年度於鐵尖島上擺設了 36 隻鳳頭燕鷗假鳥，並放置 5 隻 KeepGuard, SD-1039 自動相機；1 隻 Reconyx, HC500 HyperFire 自動相機；1 台 Wildlife Acoustics, SM3 聲音紀錄器。原定於 6 月底登島回收紀錄資料並更換電池，由於今年度燕鷗行蹤至 6 月仍不穩定，為避免干擾，團隊與鳥會、縣政府人員討論後延遲至 7 月底始登島回收器材。檢視紀錄器資料發現 5 台 KeepGuard 自動相機與聲音紀錄器皆於 6 月中左右相繼電力耗盡，僅 Reconyx 相機持續拍攝至 7 月 29 日。

由相機與聲音資料交叉比對可發現，今年度於鐵尖的假鳥誘引效果較往年差，在 5 月 18 日便發現白眉燕鷗與紅燕鷗於鐵尖上空群飛的狀況，5 月 21 日也發現大鳳頭燕鷗出現於鐵尖北端(圖 15)，但僅短暫停留兩日後便離去，且未停棲於假鳥周圍已清空植被之區域(圖 16)。由唯一運作到 7 月底的自動相機紀錄，發現大鳳頭燕鷗約

在 6/23 進駐鐵尖北端，且族群持續成長至 7 月底相機角度受颱風影響而僅可觀察到小部分的族群為止，但仍可由資料確定今年度鐵尖燕鷗族群的棄巢時間點應是發生於 7 月底，與中度颱風麥德姆行經馬祖時間相近。

圖 15. 左圖為 5/18 拍攝到的首批白眉燕鷗，右圖為 5/21 拍攝到的大鳳頭燕鷗

圖 16. 5/17 在假鳥周圍活動的拍攝到的小白路與黃頭鷺過境族群

圖 17. 鐵尖北端自動相機於 6/23-7/28 之間紀錄到的大鳳頭燕鷗的繁殖情形

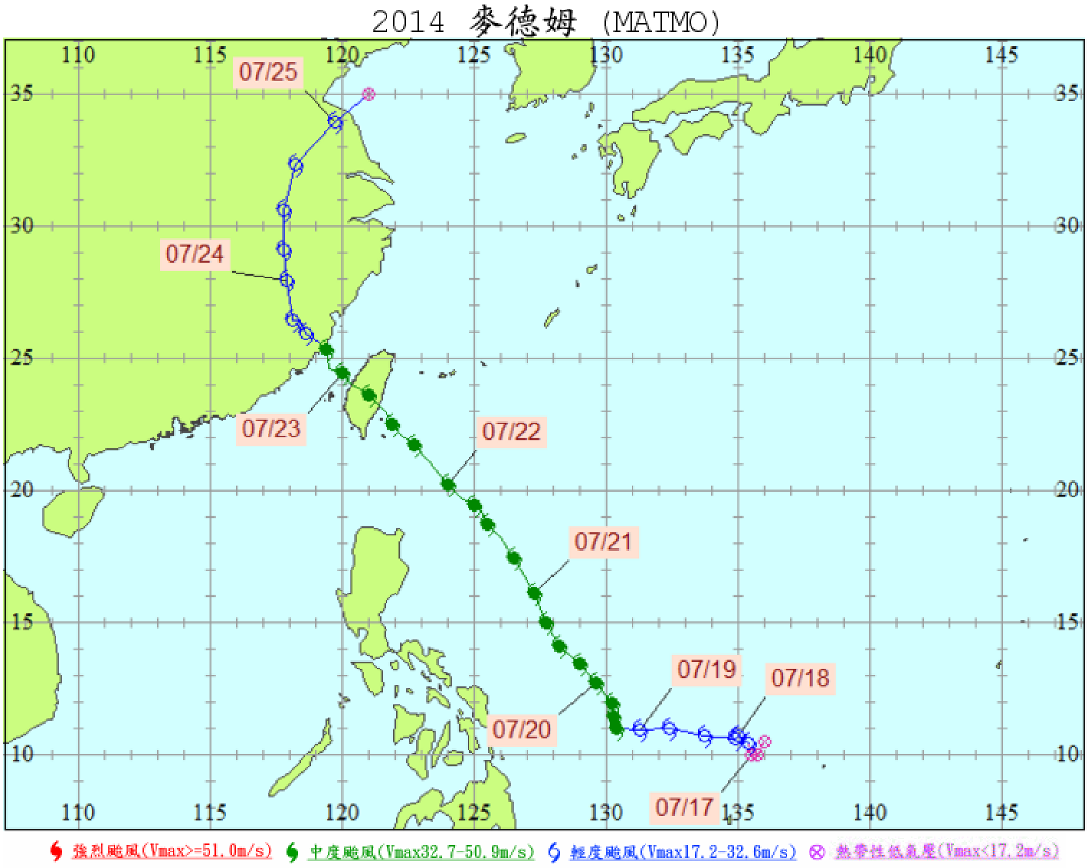


圖 18. 中度颱風麥德姆路徑圖

今年度首次嘗試利用聲音紀錄器監測燕鷗族群動態，首次設定採用內建程式模擬之耗電量設定:每半小時錄音兩分鐘。原訂可監測至九月底，但實際僅紀錄至 6 月 11 日便因電力不足而停擺，顯示實際耗電量高出模擬值兩倍以上。由監測資料仍可見燕鷗族群在 5-6 月間的變動情形(圖 19)，在 5/16-5/22 左右可見燕鷗族群逐漸下降的情形，且在 5/22-23 間都可聽見清晰的雨聲。之後直至 6 月中紀錄到的大多為紅燕鷗與白眉燕鷗鳴叫聲，大鳳頭燕鷗的鳴叫聲較少，且多為來自遠處，顯見這短時間大鳳頭燕鷗於鐵尖的活動頻率較低。

另外，由於燕鷗混群繁殖的特性，鳴叫聲常互相重疊、干擾(圖 20)，利用軟體辨識聲音紀錄中各物種的鳴叫聲相當不易且辨識度不高，雖費時費工，未來仍將採用人工辨識方式進行分析。

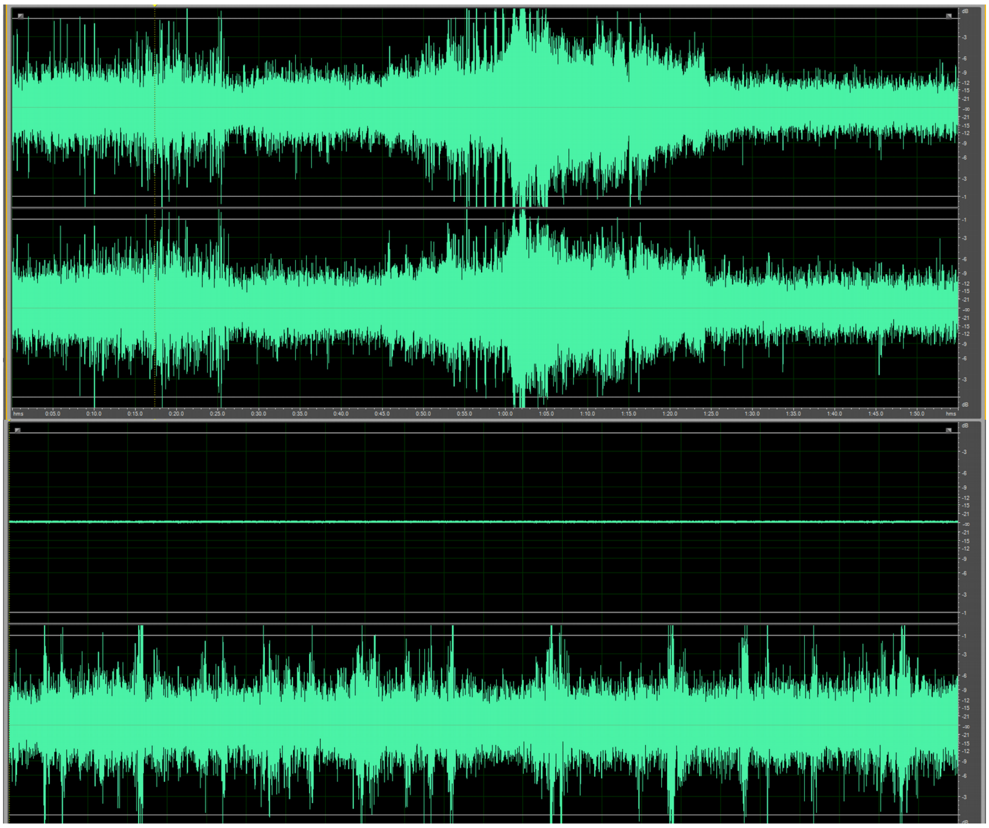


圖 19. 由上而下分別為 5/16、5/22、6/11 上午 8 點的 2 分鐘聲音紀錄

圖 20. 紅燕鷗(a) 與大鳳頭燕鷗 支譜圖，可見前者的鳴聲頻率明顯較高，後者聲音頻率相對較低而 不利於分析

1、燕鷗覓食範圍與食性調查

根據 2014 年之燕鷗族群調查結果，由於今年度繁殖初期燕鷗分散於白廟與鐵尖兩島與繁殖，燕鷗之覓食範圍也分佈在白廟與鐵尖之間的海域，且主要以鐵尖與高登間的海域為主。受限於燕鷗於白廟之繁殖地地型陡峭、不易觀察。今年度收集到之食性資料以捕捉到的燕鷗幼雛反芻出的殘餘食物為主。雖部分軀體都以消化，但仍可辨識出主要以體型較小(體長< 10cm)的島嶼小公魚(*Stolephorus insularis Hardenberg*) 與較大的漢氏綾鯷(*Thryssa hamiltonii*)為主。

今年度馬祖地區各漁港都傳出鯷魚捕獲量大增，大批鯷魚、鰮

魚受燈光吸引跟隨潮水進入澳口，以 7/29 在北竿后奧舉辦的牽罟活動為例，一晚就捕獲一千斤以上。由於鯷魚經濟價值較低，漁獲多是採現場喊價賣出，甚至以「見者有份」的方式贈送出去，難以估計實際捕獲量。

圖 21.左圖為自大鳳頭燕鷗巢區撿拾的魚體，右圖為今年北竿僑仔港牽罟場景

1、兩岸交流會議

今年 8 月 9 日由本計畫主持人袁孝維教授會同台北市野鳥學會、連江縣政府建設局官員一同抵達大陸浙江參加「海峽兩岸黑嘴端鳳頭燕鷗保育研究交流會」，大陸方面與會人員有浙江自然博物館陳水華副館長、國際鳥盟研究員陳承彥與韭山列島海洋自然保護區官員等人。會議中了解大陸方面今年同樣於保護區鐵墩島上放置假鳥並播放聲音誘引燕鷗，且於島上建設監測小屋供研究人員長期觀察燕鷗動態。5 月中旬大鳳頭燕鷗便抵達鐵墩島，到 8 月初已記錄多達 4000 隻大鳳頭燕鷗與 40 隻黑嘴端鳳頭燕鷗，是歷年來發現的最大量，且至少有 13 對黑嘴端鳳頭燕鷗繁殖成功。此外，今年大陸浙江地區共回報觀察到三筆帶有台灣腳環的大鳳頭燕鷗紀錄，分別是於 2013、2011 與 2008 年繫放的個體，證實兩岸燕鷗族群確有交流情形。

圖 22. 交流會中由陳水華博士與陳承彥研究員報告於韭山列島之研究成果

圖 23. 交流會中由台大團隊報告於馬祖列島之研究成果

圖 24. 在浙江地區目擊到的帶環大鳳頭燕鷗與同個體在馬祖繫放時的照片

由於 8 月交流會期間適逢海象不佳而無法至鐵墩島實地勘查，9 月初團隊再次派遣研究人員至鐵墩島協助浙江自然博館人員回收研究器具，並檢視繁殖地狀況。現場發現巢區內遺留有近 3000 餘顆棄蛋，與馬祖列島保護區過去三年的情況相似，目前已拾回近百顆較完整之棄蛋存放於浙江自然博物館，待後續檢視期胚待發育情形，並由本團隊攜回部分蛋殼碎片進行重金屬汙染物分析，以釐清其棄巢原因。這兩年透過交流會議與互訪研究地後，兩岸研究人員達成以下共識:

1. 利用假鳥、聲音誘引技術引導大鳳頭燕鷗和黑嘴端鳳頭燕鷗選擇棲息地是可行的
2. 黑嘴端鳳頭燕鷗可能存在除馬祖、韭山列島、五峙山列島、澎湖列島之外的其他繁殖地
3. 加強監測與研究：釐清黑嘴端鳳頭燕鷗繁殖失敗的謎底
4. 兩岸應合作進行各繁殖區的繫放工作以釐清其族群動態，並擬

於明年度規劃兩岸同步進行施放衛星發報器之可行性。

圖 25. 2014 年 9 月會同大陸研究人員至鐵墩島現勘與採樣情形

肆、結論與建議

2014 年的調查雖然發現在鐵尖與白廟活動之鳳頭燕鷗嶼黑嘴端鳳頭燕鷗數量都相當高，但在繁殖季末的繫放發現島嶼上的幼鳥數量相當低，且也未觀察到黑嘴端鳳頭燕鷗的幼鳥。顯示黑嘴端鳳頭燕鷗於馬祖已連續三年皆繁殖失敗。繁殖季末研究人員在鐵尖嶼上也發現千餘顆未孵化的棄蛋，巢蛋未孵化的原因由於無法直接觀察監測繁殖狀況而不得而知。根據近年之調查數據，在馬祖列島燕鷗保護區內已經連續三年繁殖狀況不佳，且在繁殖初期都出現棄巢行為，原因迄今未明。

馬祖地區過去曾在 2008 至 2010 年由本團隊成員與台北鳥會共同執行過短暫的鳳頭燕鷗繫放，總隻數不超過 60 隻，卻能夠每年在大陸與馬祖地區都有目擊記錄，顯示鳳頭燕鷗的棲地忠誠度與兩岸間的族群流動情形相當頻繁。在連續兩年舉辦的海峽兩岸燕鷗保育論壇中，兩岸的研究人員皆有共識認為燕鷗繫放將有助於釐清兩種燕鷗在海峽兩岸的移動情形，是目前兩方都必須即刻投入的工作。有幸自 2013 年在林務局輔助之下重啟馬祖地區的燕鷗繫放工作，至今以累計繫放 131 隻大鳳頭燕鷗，2015 年度更將遠赴韭山列島支援大陸地區的燕鷗繫放工作。在每年穩定的繫放之下，我們期待能透過這些資料了解燕鷗在馬祖列島的族群概況，並了解其在台灣馬祖 、澎湖及與大陸之間的移動情形。馬祖地區的燕鷗其活動範圍並不受到政治疆界之限制，在過去的研究也發現鳳頭燕鷗在馬祖列島地區的覓食範圍也涵蓋至大陸閩江口一帶，故針對燕鷗的研究與保育也勢必需要區域性的國際合作策略來推動。有鑑於此，本計畫也建構海峽兩岸鳳頭燕鷗族群動向資訊之聯繫媒介，以增強兩岸燕鷗研究的資訊流通與合作機會。綜合以上，除本計畫擬持續進行之繫放、環境汙染物與血液樣本分析外，我們建議未來黑嘴端鳳頭燕鷗保育行動計畫也應包含下列幾項:

1. 繁殖棲地營造

在馬祖燕鷗保護區內繁殖的五種燕鷗除黑嘴端鳳頭燕鷗外，在國內已有數篇關於其繁殖棲地需求的研究文獻(鄭謙遜，2006；林于凱，2007；張壽華，2008)可供參考。根據團隊過去之植被調查資料顯示，保護區內各座島嶼的植被環境隨季節、氣候與燕鷗繁殖擾動有相當大的變化。以進嶼為例，在過去曾有數次鳳頭燕鷗停棲繁殖的紀錄，但在這幾年的調查發現島上植被多為帶刺的高大灌叢，已明顯不利於鳳頭燕鷗繁殖。故建議未來在繁殖季前應持續在各島嶼進行簡易的植被環境調查，若發現環境不利於燕鷗繁殖利用(如植被高度過高、坡度過陡、植物種類不適宜燕鷗進駐等)，可利用小型器具進行小規模的棲地營造。但值得注意的是，覆蓋度與高度較高的灌叢或天然的岩縫通常也是燕鷗幼雛躲避天敵的避難所，營造規模與範圍的拿捏還需仔細評估經管目標與現地調查資料。由今年度在鐵尖的試驗操作發現，繁殖季前的人工除草效果不佳，大部分移除植被區域在五月的梅雨季節過後便快速的在一個月內恢復至90%以上的覆蓋度(圖 26)，甚至影響到假鳥誘引效果，未來宜考慮加入長效性除草劑的施用。

圖 26. 4/30、5/30、6/7 與 6/26 移除植被區域之植被恢復情形

2. 移除捕食者

在 2011 年的棄巢事件後，多方猜測可能是中島上的鼠輩橫行或遊隼造成親鳥與巢卵傷亡而導致棄巢。在近年的鼠類移除工作中也在中島捕獲數十隻小黃腹鼠，顯示中島上的鼠類族群已有穩定的數量。雖目前尚未有直接目擊或錄影證實鼠類確實對燕鷗族群造成直接傷害，但在國外已有數篇研究證實隨著人類活動入侵的鼠類對在島嶼上繁殖的海鳥而言是一重大威脅(Knowlton et al. 2007; Jones et al. 2008; Howald et al. 2010)。今年度的鼠類捕捉成效已開始降低，未來若需再進行移除工作，建議應採用設置毒餌站方式進行移除。在使用毒餌部分為避免毒物殘留或是其他鳥禽誤食，應採用可自然降解的天然素材或植物淬取物為主之殺鼠劑如: 雷公藤淬取物、Natrocell Technologies Ltd.d 研發之 EradiRat®，EradiMouse®，Rode-trol®等。

3. 增設野外監測系統

本研究團隊過去所研發之系統在 2011-2012 年間提供了相當多的即時資訊給予研究人員與主管單位，唯其後續開發、維護與故障排除所需之專業門檻相對較高，可能不利於地方管理機關獨自操作並持續執行。但對於黑嘴端鳳頭燕鷗如此珍稀與敏感的保育動物而言，繁殖季間的持續監測資訊為掌握保育現況與受脅評估之重要工具。若計畫經費不足以建置自動化監測系統，建議可增購成本較低廉之自動影像紀錄器或自動聲音紀錄器。提前於繁殖季前放置在島嶼上，並在繁殖季間或繁殖季後再登島回收資料。在今年度的計畫

執行期間，受限於燕鷗行蹤不定因素而無法登島檢視裝備與更換電池，相關資料無法有效涵蓋整個繁殖季，雖是被動式紀錄器本身主要限制因子，但仍相當可惜。

4. 食物資源調查

馬祖地區受限於地理人文因素，在過去並無整合性的漁獲資料可供查詢。而國外在南非地區已有研究證實食物資源(鯷科與鯡科魚類)與鳳頭燕鷗的繁殖族群量有顯著的相關性(Crawford 2003)，在其他研究也指出食物資源的缺乏確實會對水鳥繁殖成功率或繁殖族群量造成影響(Monaghan et al. 1992; Furness and Tasker 2000)。雖然大陸方面在近年開始執行季節性的禁漁，但事實上仍常可見到大陸船隻越界進入保護區內放置漁網甚至於海巡休息或夜間進行捕撈(張壽華，2008)。除來自對岸的漁民外，馬祖地區漁民捕撈的魚獲也有多種與大型鷗科鳥類如鳳頭燕鷗與黑尾鷗的主食重疊，未來除鳥類族群數量外，應可增加魚類資源的調查項目於保護區環境監測計畫中。今年度經初步評估後，以人工調查方式了解各漁港之漁獲情形受限於漁民海上交易與登報不實因素，取得之有效資料有限。未來將朝向與台大海洋研究所合作，利用大尺度環境資料評估台灣海峽之漁類資源變化與燕鷗族群之變動關係。

5. 環境汙染物監測

2013 年度承蒙林務局輔助曾對馬祖地區之大鳳頭燕鷗羽毛與蛋殼重金屬含量進行分析，由於濃度顯示未達毒害標準而未規劃於今年度進行檢測。但由於今年度不僅於馬祖地區再次出現燕鷗棄巢與死亡案例，大陸韭山列島的繁殖族群也有同樣狀況。經討論後今年度同樣進行重金屬採樣與分析工作，在結果中發現兩岸燕鷗羽毛與蛋殼中的鉛、鋅濃度都有偏高情形，且與土壤樣本相關性高()，推測重金屬來源可能是由大氣沉降，相當值得更進一步研究以釐清汙染物來源與毒物危害程度。

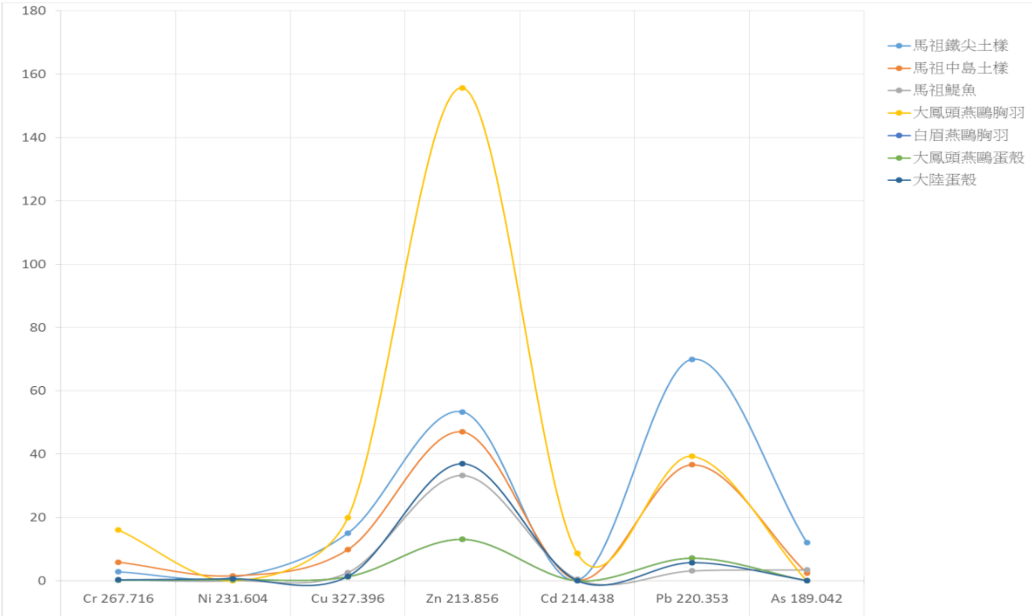


圖 27. 各樣本之重金屬含量平均值似有相同之累積情形

伍、參考文獻

Beyer, W., G. Heinz, A.W. Redmon-Norwood. 1996. Environmental contaminants in wildlife. Interpreting tissue concentrations CRC press, Boca Raton, FL.

Burger, A. E., and S. A. Shaffer (2008) Application of tracking and data-logging technology in research and conservation of seabirds. The Auk 125(2):253–264

Chan, S., S. H. Chen., and H. W. Yuan (2008) International Action Plan for the conservation of Chinese Crested Tern (Sterna bernsteini). 15th Meeting of the CMS Scientific Council.

Chen, S. H., S. H. Chang, Y. Liua, S. Chan, Z. Y. Fana, C. S. Chen, C. W. Yen, and D. S. Guo (2009) A small population and severe threats: status of the Critically Endangered Chinese crested tern Sterna bernsteini. Oryx 43:209-212

Crawford, R. J. M. 2003. Influence of Food on Numbers Breeding, Colony Size and Fidelity to Localities of Swift Terns in South Africa's Western Cape, 1987-2000. Waterbirds 26(1):44-53.

Del Hoyo, J., A. Elliott, J. Sargatal (1996) Handbook of the Birds of the World. Vol. 3. Hoatzin to Auks. Lynx Edicions, Barcelona.

Furness RW. and M. L. Tasker (2000) Seabird-fishery interactions: quantifying the sensitivity of seabirds to reductions in sandeel abundance, and identification of key areas for sensitive seabirds in the North Sea. Marine Ecology 202:253–264

Furness, R. W., and M. L. Tasker (2000) Seabird-fishery interactions: quantifying the sensitivity of seabirds to reductions in sandeel abundance, and identification of key areas for sensitive seabirds in the North Sea. Marine Ecology 202:253–264

Furness, R. W., J. E. Crane, S. Bearhop, S. Garthe, A. Käkelä, R. Käkelä, A. Kelly, U. Kubietzki, S. C. Votier, and S. Waldron (2006) Techniques to link individual migration patterns of seabirds with diet specialization, condition and breeding performance. Ardea, 94(3):631-638

Gillham ME. (1956) Ecology of the Pembrokeshire islands. V. Manuring by the colonial seabirds and mammals, with a note on seed distribution by gulls. J Ecol 41:84–99

Howald, G., C.J. Donaln, K.R. Faulkner, S. Ortega, H. Gellerman, D.A. Croll and B.R. Tershy (2010) Eradication of black rats Rattus rattus from Anacapa Island. 2010. Oryx 44(1): 30 - 40.

Jones, H.P., B. R. Tershy, E.S. Zavaleta, D.A. Croll, B.S. Keitt, M.E. Finkelstein, and G.R. Howald (2008) Global review of the effects of invasive rats on seabirds. Conservation Biology. 22:16-26.

Monaghan P., Uttley JD. and Burns MD. (1992) Effect of changes in food availability on reproductive effort in Arctic Terns Sterna paradisaea. Ardea 80: 71-81.

社團法人中華民國野鳥學會。2010。馬祖列島燕鷗保護區內野鼠調查計畫。連江縣政府委託計畫期末報告。

社團法人台北市野鳥學會。2008。馬祖列島燕鷗保護區海鳥資訊監測衛星追蹤計畫。連江縣政府委託計畫期末報告。

社團法人台北市野鳥學會。2010。馬祖鳥類資源調查。連江縣政府委託計畫期末報告。

社團法人台北市野鳥學會。2011。馬祖列島燕鷗保護區鳳頭燕鷗誘鳥計畫結案報告。

社團法人台北市野鳥學會。2012。馬祖列島燕鷗保護區鳳頭燕鷗誘鳥計畫結案報告。

袁孝維、邱祈榮、江昭皚。2010。自動化監測技術應用於鳥類行為及棲地監管計畫成果報告。

袁孝維、邱祈榮、江昭皚。2011。自動化監測技術應用於鳥類行為及棲地監管計畫成果報告。

袁孝維、邱祈榮、江昭皚。2012。自動化監測技術應用於鳥類行為及棲地監管計畫成果報告。

徐爾烈、吳尹文，2007。農田野鼠偵察調查。農委會動植物防檢局，台北市。

張壽華。2008。馬祖地區鳥類資源暨其生態旅遊之研究。臺灣海洋大學環境生物與漁業科學研究所碩士論文。

陳水華、颜重威、范忠勇、陈蒼松、張方鋼。2005。浙江韭山列島的黑嘴端鳳頭燕鷗繁殖群调查初報。動物學雜誌 Chinese Journal of Zoology 40(1):96-97

陳玄暭。2008。彰濱海岸黑腹濱鷸胸羽中之鎘、銅與鉛含量。東海大學環工系碩士論文。

程建中、邱郁文、張學偉。2007。馬祖列島燕鷗保護區海域生物調查分析成果報告。連江縣政府

劉用福。2008。馬祖列島燕鷗保護區經營管理之研究。臺灣海洋大學環境生物與漁業科學研究所碩士論文。

歐陽忻憶。2005。馬祖賞鷗生態旅遊經營管理之研究。世新大學觀光學系碩士論文。

鄭謙遜。2006。澎湖雞善嶼燕鷗巢位選擇與繁殖生態學研究。中山大學生物科學系碩士論文。

陸、附錄一 繫放紀錄

日期	地點	環號	鳥種	年齡	足旗	嘴長	全頭	跗趾	翼長	重量
2014/7/30	白廟	E09080	鳳頭燕鷗	幼鳥						
2014/7/30	白廟	E09081	鳳頭燕鷗	幼鳥						
2014/7/30	白廟	E09082	鳳頭燕鷗	幼鳥						
2014/7/30	白廟	E09083	鳳頭燕鷗	幼鳥						
2014/7/30	白廟	E09084	鳳頭燕鷗	幼鳥						
2014/7/30	白廟	E09085	鳳頭燕鷗	幼鳥						
2014/7/30	白廟	E09086	鳳頭燕鷗	幼鳥						
2014/7/30	白廟	E09087	鳳頭燕鷗	幼鳥						
2014/7/30	白廟	E09088	鳳頭燕鷗	幼鳥						
2014/8/2	鐵尖	E09089	鳳頭燕鷗	幼鳥						
2014/8/2	白廟	E09090	白眉燕鷗	幼鳥						
2014/8/2	白廟	E09091	鳳頭燕鷗	幼鳥						
2014/8/2	白廟	E09092	鳳頭燕鷗	幼鳥						
2014/8/2	白廟	E09093	鳳頭燕鷗	幼鳥						
2014/8/2	白廟	E0909	鳳頭燕	成鳥	藍 A00	60	113.	30.3	350	315

日期	地點	環號	鳥種	年齡	足旗	嘴長	全頭	跗趾	翼長	重量
		4	鷗				2			
2014/8/2	白廟	E09095	鳳頭燕鷗	成鳥	藍 A01	61	110.7	30	320	325
2014/8/2	白廟	E09096	鳳頭燕鷗	成鳥	藍 A02	60.7	112.6	29.6	342	290
2014/8/2	白廟	E12801	鳳頭燕鷗	成鳥	藍 A03	57.5	118.9	28.7	325	290
2014/8/2	白廟	E12802	鳳頭燕鷗	成鳥	藍 A04					290
2014/8/2	白廟	E12803	鳳頭燕鷗	成鳥	藍 A05	54.5	105.6	24.8	340	275
2014/8/2	白廟	E12804	鳳頭燕鷗	成鳥	藍 A06	60.2	113.6	30.6	342	310
2014/8/2	白廟	E12805	鳳頭燕鷗	成鳥	藍 A07	60.3	115.6	31.1	345	320
2014/8/2	白廟	E12806	鳳頭燕鷗	成鳥	藍 A08	55.1	107.4	29.1	334	280
2014/8/2	白廟	E12807	鳳頭燕鷗	成鳥	藍 A09	55.8	111.3	28.8	328	305
2014/8/2	白廟	E12808	鳳頭燕鷗	成鳥	藍 A10	54.7	102.7	28.5	319	280
2014/8/3	白廟	E12809	鳳頭燕鷗	幼鳥						
2014/8/3	白廟	E12810	白眉燕鷗	幼鳥						
2014/8/3	白廟	E12811	白眉燕鷗	成鳥	白 20	40.6	72.2	20.5	258	115
2014/8/3	鐵尖	E12812	白眉燕鷗	成鳥	白 21	41.6	78.2	22	267	125
2014/8/3	白廟	E12813	鳳頭燕鷗	幼鳥						
2014/8/3	白廟	E12814	鳳頭燕鷗	幼鳥						
2014/8/3	白廟	E12815	鳳頭燕鷗	幼鳥						
2014/8/3	白廟	E12816	鳳頭燕鷗	幼鳥						
2014/8/3	白廟	E12817	鳳頭燕鷗	幼鳥						
2014/8/3	白廟	E12818	鳳頭燕鷗	成鳥	藍 A11	59.3	109.5	30.7	335	295
2014/8/3	白廟	E12819	白眉燕	幼鳥						

日期	地點	環號	鳥種	年齡	足旗	嘴長	全頭	跗趾	翼長	重量
			鷗							
2014/8/3	白廟	E12820	鳳頭燕鷗	幼鳥						
2014/8/29	白廟	E12821	鳳頭	Juv	黃環					
2014/8/29	白廟	E12822	鳳頭	Juv	藍 A12					
2014/8/29	白廟	E12823	鳳頭	Juv	藍 A13					
2014/8/29	白廟	E12824	鳳頭	Juv	藍 A14					
2014/8/29	白廟	E12825	白眉	Sab/Ad	白 NT					
2014/8/29	白廟	E12826	白眉	Ad	白 NU	42.3	80	21.1	26.5	
2014/8/29	白廟	E12827	白眉	Ad	白 NV					
2014/8/29	白廟	E12828	白眉	Ad	白 NY					
2014/8/29	白廟	E12829	白眉	Ad	白 NX					
2014/8/29	白廟	E12830	白眉	Juv						
2014/8/29	白廟	E12831	白眉	Juv						
2014/8/29	白廟	E12832	鳳頭	Juv	藍 A15					
2014/8/29	白廟	E12833	鳳頭	Juv	藍 A19					
2014/8/29	白廟	E12834	鳳頭	Juv	藍 A18					
2014/8/2	白廟	E1283	鳳頭	Juv	藍 A17					

日期	地點	環號	鳥種	年齡	足旗	嘴長	全頭	跗趾	翼長	重量
9		5								
2014/8/29	白廟	E12836	鳳頭	Juv	藍 A16					
2014/8/29	白廟	E12837	白眉	Ad	白 PA	40	76.4	18.5	260	135
2014/8/29	白廟	E12838	白眉	Ad	白 PC	43.7	80	21.4	267	120
2014/8/29	白廟	E12839	白眉	Ad	白 PE	42.4	80	21.4	256	120
2014/8/30	白廟	E12840	鳳頭	Juv	藍 A20					250
2014/8/30	白廟	E12842	鳳頭	Juv	藍 A21					220
2014/8/30	白廟	E12841	鳳頭	Juv	藍 A22					230
2014/8/30	白廟	E12843	白眉	Ad	白 PH	42.4	80.6	20.4	257	115
2014/8/30	白廟	E12844	白眉	Ad	白 PJ	43.4	81.7	21.4	266	120
2014/8/30	白廟	E12845	白眉	Ad	白 PK	42.3	81.4	22.8	268	125
2014/8/30	白廟	E12846	鳳頭	Juv	藍 A23					235
2014/8/30	白廟	E12847	鳳頭	Juv	藍 A24					220
2014/8/30	白廟	E12848	鳳頭	Juv	藍 A25					240
2014/8/30	白廟	E12849	鳳頭	Juv	藍 A26					250
2014/8/30	白廟	E12850	鳳頭	Juv	藍 A27					215

日期	地點	環號	鳥種	年齡	足旗	嘴長	全頭	跗趾	翼長	重量
2014/8/30	白廟	E09102	白眉	Ad	白 PL					120
2014/9/1	白廟	E12851	鳳頭	Juv	藍 A28					190
2014/9/1	白廟	E12852	鳳頭	Juv	藍 A29					270
2014/9/1	白廟	E12853	白眉	Ad						125
2014/9/1	白廟	E12854	白眉	Ad						110
2014/9/1	白廟	E12855	白眉	Ad						115
2014/9/1	白廟	E12856	白眉	Ad						125
2014/9/1	白廟	E12857	白眉	Ad						120
2014/9/1	白廟	E12858	白眉	Ad						125
2014/9/1	白廟	E12859	白眉	Ad						110
2014/9/1	白廟	E12860	白眉	Ad						160
2014/9/1	白廟	E12861	白眉	Ad						120
2014/9/1	白廟	E12862	鳳頭	Juv						220
2014/9/1	白廟	E12863	白眉	Ad						130
2014/9/1	白廟	E12864	白眉	Ad						130
2014/9/1	白廟	E12865	白眉	Ad						125
2014/9/1	白廟	E12866	白眉	Ad						120

柒、附錄二 重金屬分析結果

樣本	標號	Cr	Ni	Cu	Zn	Cd	Pb	As
馬祖鐵尖土樣	A-1	2.221	0.838	10.462	37.417	0.275	30.418	7.817
馬祖鐵尖土樣	A-2	3.869	1.814	21.017	192.010	0.977	63.110	63.885
馬祖鐵尖土樣	B-1	2.127	0.931	30.282	40.897	0.265	29.516	2.694
馬祖鐵尖土樣	B-2	2.340	0.998	13.326	32.779	0.140	30.956	3.445
馬祖鐵尖土樣	C-1	2.442	0.972	14.168	60.679	0.300	29.979	10.199
馬祖鐵尖土樣	C-2	4.079	1.076	14.859	34.665	0.000	30.877	2.806
馬祖鐵尖土樣	D-1	2.856	1.251	14.849	34.465	0.049	28.252	17.197
馬祖鐵尖土樣	D-2	2.783	0.992	16.408	34.859	0.131	27.806	8.275
馬祖鐵尖土樣	E-1	3.078	1.328	7.680	33.426	0.036	328.924	2.330
馬祖鐵尖土樣	E-2	2.581	0.764	7.158	32.476	0.106	99.537	1.618
平均		2.838	1.096	15.021	53.367	0.228	69.938	12.027
標準差		0.668	0.304	6.757	49.433	0.283	93.895	18.854
馬祖中島土樣	A-1	5.644	1.353	9.356	43.859	0.174	34.817	2.547
馬祖中島土樣	A-2	5.558	1.520	11.167	74.451	0.454	38.686	2.813
馬祖中島土樣	B-1	6.154	1.629	7.731	33.305	0.071	34.720	6.620
馬祖中島土樣	B-2	6.253	2.022	7.644	27.944	0.140	34.080	2.609
馬祖中島土樣	C-1	5.934	1.551	12.002	62.891	0.451	38.964	0.000
馬祖中島土樣	C-2	5.976	1.454	11.085	39.649	0.461	38.465	0.000
平均		5.920	1.588	9.831	47.016	0.292	36.622	2.431
標準差		0.274	0.232	1.870	18.004	0.182	2.301	2.431
馬祖鯷魚	1	0.179	0.000	2.075	27.092	0.360	2.369	4.367
馬祖鯷魚	2	0.194	0.000	3.394	36.954	0.620	6.753	0.261
馬祖鯷魚	3	0.280	0.000	2.300	33.416	0.256	4.922	3.497
馬祖鯷魚	4	0.318	0.000	3.049	40.525	0.419	3.625	0.970
馬祖鯷魚	5	0.206	0.000	2.161	24.804	0.727	0.670	1.638

樣本	標號	Cr	Ni	Cu	Zn	Cd	Pb	As
馬祖鯷魚	6	0.173	0.000	2.087	29.222	0.350	1.797	1.403
馬祖鯷魚	7	0.304	0.000	2.757	36.862	0.620	3.181	0.796
馬祖鯷魚	8	0.263	0.000	2.441	33.413	0.710	4.301	5.779
馬祖鯷魚	9	0.548	0.000	2.957	41.491	0.626	1.334	14.154
馬祖鯷魚	10	0.186	0.000	2.572	28.967	0.436	2.374	1.505
平均		0.265	0.000	2.579	33.275	0.512	3.133	3.437
標準差		0.113	0.000	0.451	5.691	0.167	1.831	4.156
大鳳頭燕鷗胸羽	A28	21.649	0.885	19.704	109.067	8.526	14.430	0.000
大鳳頭燕鷗胸羽	A29	15.859	3.343	19.565	88.478	7.226	23.415	0.000
大鳳頭燕鷗胸羽	A30	13.130	4.146	21.388	222.032	10.296	4.688	0.000
平均		16.879	2.791	20.219	139.859	8.683	14.178	0.000
標準差		4.350	1.699	1.015	71.904	1.541	9.366	0.000
白眉燕鷗胸羽	22	15.728	0.000	15.728	149.780	6.866	99.360	0.000
白眉燕鷗胸羽	24	14.000	0.000	43.217	209.385	3.938	8.985	0.000
白眉燕鷗胸羽	25	15.558	0.000	12.299	127.364	11.270	25.215	0.000
白眉燕鷗胸羽	26	23.486	0.000	18.695	203.118	4.912	62.001	0.000
白眉燕鷗胸羽	27	15.248	0.000	25.580	171.027	10.771	0.055	0.000
白眉燕鷗胸羽	30	16.547	0.000	16.961	140.872	8.389	15.496	0.000
白眉燕鷗胸羽	31	13.829	0.000	18.589	145.761	7.918	29.280	0.000
白眉燕鷗胸羽	32	19.414	0.000	16.448	110.006	16.715	60.582	0.000
白眉燕鷗胸羽	33	11.734	0.000	14.016	143.605	5.598	19.187	0.000
白眉燕鷗胸羽	34	15.491	0.000	22.208	171.349	12.370	34.646	0.000
白眉燕鷗胸羽	35	17.569	0.000	16.946	139.295	6.296	72.125	0.000
白眉燕鷗胸羽	36	14.341	0.000	17.941	156.132	8.740	44.632	0.000
平均		16.079	0.000	19.886	155.641	8.649	39.297	0.000
標準差		3.032	0.000	8.132	29.031	3.632	29.283	0.000
大鳳頭燕鷗蛋殼	馬祖 1	0.061	0.207	0.864	13.008	0.000	3.589	0.000
大鳳頭燕鷗蛋殼	馬祖 2	0.165	0.421	1.621	15.554	0.000	4.240	0.000
大鳳頭燕鷗蛋殼	馬祖 3	0.255	0.466	1.880	9.209	0.000	11.664	0.000
大鳳頭燕鷗蛋殼	馬祖 4	0.212	0.391	0.890	17.667	0.000	6.636	0.000
大鳳頭燕鷗蛋殼	馬祖 5	0.253	0.507	1.137	10.098	0.000	9.642	0.000
大鳳頭燕鷗蛋殼	馬祖 6	0.214	0.145	1.047	8.975	0.000	8.720	0.000
大鳳頭燕鷗蛋殼	馬祖 7	0.219	0.153	0.978	7.955	0.000	8.776	0.000
大鳳頭燕鷗蛋殼	馬祖 8	0.252	0.178	1.387	13.263	0.000	10.561	0.000
大鳳頭燕鷗蛋殼	馬祖 9	0.224	0.196	1.397	13.539	0.000	13.480	0.000
大鳳頭燕鷗蛋殼	馬祖 10	0.221	0.154	1.120	9.226	0.000	9.024	0.000
平均		0.189	0.398	1.278	13.107	0.000	7.154	0.000
標準差		0.081	0.116	0.453	3.572	0.000	3.464	0.000

樣本	標號	Cr	Ni	Cu	Zn	Cd	Pb	As
大鳳頭燕鷗蛋殼	韭山 1	0.600	0.868	1.205	29.542	0.056	5.022	0.000
大鳳頭燕鷗蛋殼	韭山 2	0.259	0.630	1.325	13.276	0.000	5.009	0.000
大鳳頭燕鷗蛋殼	韭山 3	0.291	0.623	2.773	75.618	0.024	2.954	0.000
大鳳頭燕鷗蛋殼	韭山 4	0.842	0.892	0.962	20.699	0.000	7.837	1.322
大鳳頭燕鷗蛋殼	韭山 5	0.214	0.365	1.449	50.373	0.034	4.066	0.000
大鳳頭燕鷗蛋殼	韭山 6	0.071	0.556	1.548	47.868	0.029	8.729	0.000
大鳳頭燕鷗蛋殼	韭山 7	0.530	1.091	0.880	32.445	0.033	11.119	0.000
大鳳頭燕鷗蛋殼	韭山 8	0.115	0.418	1.642	63.850	0.019	4.539	0.000
大鳳頭燕鷗蛋殼	韭山 9	0.120	0.613	0.936	23.343	0.041	5.495	0.000
大鳳頭燕鷗蛋殼	韭山 10	0.049	0.283	0.915	12.971	0.003	2.651	0.000
平均		0.309	0.634	1.364	36.998	0.024	5.742	0.132
標準差		0.264	0.254	0.569	21.546	0.019	2.686	0.418