澎湖縣貓嶼及自然保留區鳥類資源調查

成果報告書

計畫主持人：鄭謙遜

研究人員：鄭謙遜、黃國揚

報告撰寫：鄭謙遜、黃國揚

委託單位：澎湖縣政府農漁局

執行單位：澎湖縣野鳥學會

中華民國 101 年 12 月

摘　　要

自 2012 年 4 月至 10 月，每月 1-4 次雇船前往澎湖貓嶼和玄武岩自然保留區各島調查鳥類資源和其他重要資源，並於燕鷗繁殖期進行燕鷗繁殖行為的研究和鼠類的調查。我們選擇雞善嶼白眉燕鷗及白沙嶼同域繁殖的白眉燕鷗和鳳頭燕鷗巢位，放置溫溼度記錄器，來研究燕鷗巢位的棲地結構對巢位微氣候及孵化率的影響，並輔以監視錄影機來監看燕鷗的孵蛋行為。此外，研究人員也於南面掛嶼捕捉燕鷗，繫上地理追蹤器（geolocator），用來追蹤燕鷗南遷的路線。並於大貓嶼島上，選擇 6 處鼠洞，在洞口架設紅外線定時照相器，以瞭解鼠洞附近動物的活動情形。

研究結果，若白眉燕鷗（白沙嶼）、鳳頭燕鷗（白沙嶼）和白眉燕鷗（雞善嶼），比較本身三個時段的坐巢時間都沒明顯差異；若二地二種燕鷗比較三種時段坐巢時間有顯著差異(one-way analysis of variance，P＝0.0052)；各別比較同種燕鷗每個時辰坐巢與離巢次數無明顯差異(Goodness of fit test， P＞0.05)。比較二種燕鷗三個時段坐巢與離巢次數上午和夜間有明顯差異(one-way analysis of variance，P＜0.05)。在巢位溫、溼度比較中，雞善嶼白眉燕鷗、白沙嶼白眉燕鷗與對照組晴天的地溫全部時辰都有顯著的差異性(one-way analysis of variance，P＜0.05)；晴天的溼度，除 2、6 和 19~22 時溼度無差異外，其他各時辰都有顯著的差異性。若以白沙嶼白眉燕鷗、鳳頭燕鷗和對照組比較，晴天時溫、溼度大都有顯著的差異性(one-way analysis of variance，P＜0.05)。陰雨天時則除白天有顯著的差異性，其餘時辰也都沒顯著的差異性。

今年調查期間，發現人類的撿拾和破壞燕鷗的蛋及螞蟻和颱風對燕鷗繁殖造成相當大的影響。

目　　錄

圖目錄

表目錄

壹、前言……1

貳、材料與方法…… 3

一、研究地描述……3

二、研究對象……6

三、研究方法…… 10

四、統計與資料分析…… 15

參、結果…… 16

貓嶼…… 16

一、鳥類概況…… 16

二、燕鷗生態行為的觀察…… 18

三、其它鳥類資源…… 18

四、鼠類狀況與監測…… 19

五、人類的干擾行為…… 19

玄武岩自然保留區…… 19

一、鳥類概況…… 19

二、燕鷗的巢位選擇…… 22

三、燕鷗的族群動態…… 25

四、燕鷗繫放與地理追蹤器的安裝 …… 26

五、孵卵行為…… 26

六、二種燕鷗護巢、離巢及驅趕時間比例比較…… 28

七、巢位微氣候與坐巢及巢位結構之關係…… 31

八、自然的傷害及人類的干擾行為…… 32

肆、討論……41

一、貓嶼鳥類與鼠類概況…… 41

二、玄武岩自然保留區燕鷗的族群動態…… 41

三、孵卵行為…… 45

四、護巢行為…… 46
五、巢位結構與微氣候之關係…… 46
六、自然的傷害及人類的干擾行為…… 47
伍、結論…… 48
陸、建議…… 49
柒、參考文獻……52
附錄1.鳥類名錄…… 54
附錄2. .研究相關照片…… 56

圖　目　錄

圖 1 調查研究地點…… 4
圖 2 紅燕鷗…… 8
圖 3 白眉燕鷗…… 8
圖 4 鳳頭燕鷗…… 9
圖 5 溝鼠…… 10
圖 6 溫溼度記錄器…… 11
圖 7 架設監視器…… 12
圖 8 雞善嶼溫溼度記錄器放置位置…… 13
圖 9 白沙嶼溫溼度記錄器放置位置…… 13
圖 10 紅燕鷗地理追蹤器裝設 …… 14
圖 11 貓嶼架設紅外線定時照相器…… 15
圖 12 貓嶼鳥種數量統計 ……16
圖 13 貓嶼燕鷗數量變化圖……17
圖 14 雞善、錠鈎、白沙嶼鳥種數量統計…… 20
圖 15 雞善嶼燕鷗數量變化圖 …… 20
圖 16 錠鈎嶼燕鷗數量變化圖……21
圖 17 白沙嶼燕鷗數量變化圖 ……22
圖 18 雞善嶼燕鷗築巢分布情形…… 22
圖 19 錠鈎嶼燕鷗築巢分布情形…… 23
圖 20 白沙嶼燕鷗築巢分布情形 …… 24
圖 21. 2012 雞善嶼、白沙嶼白眉燕鷗和對照組晴天時巢位每小時平均地溫…… 39
圖 22. 2012 雞善嶼、白沙嶼白眉燕鷗和對照組晴天時巢位每小時平均溼度…… 39
圖 23. 2012 年白沙嶼晴天時白眉燕鷗、鳳頭燕鷗和對照組巢位每小時平均地溫…… 39

圖 24. 2012 年白沙嶼晴天時白眉燕鷗、鳳頭燕鷗和對照組巢位每小時平均溼度…… 40
圖 25. 2012 年白沙嶼陰雨天時白眉燕鷗、鳳頭燕鷗和對照組巢位每小時平均地溫…… 40
圖 26. 2012 年白沙嶼陰雨天時白眉燕鷗、鳳頭燕鷗和對照組巢位每小時平均溼度…… 40
圖 27. 2008-2012 年澎湖各無人島蒼燕鷗繁殖數量統計圖…… 43
圖 28. 2008-2012 年澎湖各無人島紅燕鷗繁殖數量統計圖… … 44
圖 29. 2008-2012 年澎湖各無人島白眉燕鷗繁殖數量統計圖 … 44
圖 30. 2008-2012 年澎湖貓嶼玄燕鷗繁殖數量統計圖…… 44
圖 31. 2008-2012 年澎湖各無人島鳳頭燕鷗繁殖數量統計圖 … 45

表　目　錄

表 1. 2012 年雞善嶼和白沙嶼二種燕鷗全天和三個時段坐巢時間比例比較…… 27
表 2. 2012 年雞善嶼和白沙嶼二種燕鷗三個時段坐巢時間比例比較……28
表 3. 2012 年雞善嶼和白沙嶼二種燕鷗每小時坐巢與離開巢位次數比較……29
表 4. 2012 年雞善嶼和白沙嶼二種燕鷗三個時段坐巢與離開巢位次數比較…… 30
表 5. 2012 年雞善嶼和白沙嶼二種燕鷗護巢、離巢及驅趕時間比例比較…… 30
表 6. 2012 年雞善嶼、白沙嶼白眉燕鷗和對照組晴天時巢位每小時平均地溫…… 33
表 7. 2012 年雞善嶼、白沙嶼白眉燕鷗和對照組晴天時巢位每小時平均溼度…… 34
表 8. 2012 年白沙嶼白眉燕鷗、鳳頭燕鷗和對照組晴天時巢位每小時平均溫度…… 35
表 9. 2012 年白沙嶼白眉燕鷗、鳳頭燕鷗和對照組晴天時巢位每小時平均溼度……36
表 10. 2012 年白沙嶼白眉燕鷗、鳳頭燕鷗和對照組陰雨天時巢位每小時平均溫度……37
表 11. 2012 年白沙嶼白眉燕鷗、鳳頭燕鷗和對照組陰雨天時巢位每小時平均溼度……38

壹、前言

澎湖群島位於台灣的西南方，由大大小小共 90 個島嶼所組成（澎湖縣政府，2005）。由於地表平坦，地形單調，因此島上生物歧異度低，自然資源有限。然而，複雜變化的海岸地形，景觀秀麗的玄武岩，特殊的動植物資源，卻也使得澎湖成為海上的明珠。

澎湖地處東亞候鳥遷移路線的中繼站，每年春秋過境期，總有形形色色的候鳥飛臨。其中，最具特色的要算是每年夏季出現在各海島繁殖的燕鷗類了。澎湖無人島由於孤懸海上，人類干擾較少，因此成為燕鷗的天堂。每年夏季在貓嶼繁殖的燕鷗超過萬隻以上，因此，政府於民國八十年公告為「海鳥保護區」，以保護這些珍貴的燕鷗。北海的雞善嶼、錠鈎嶼和白沙嶼(小白沙嶼)因玄武岩景觀秀麗，也於民國八十一年公告為「澎湖玄武岩自然保留區」，雖未劃設鳥類保護區，卻也間接達到保護燕鷗的目的。

在這些無人島繁殖的燕鷗族群數量之大，不僅在台灣為絕無僅有，較之國外幾個繁殖地也不遑多讓。世界各地燕鷗的調查研究報告很多，但在中國黃海、東海、南海以及台灣海峽等地區，所做的研究相對地很少（顏，1995）。澎湖群島的燕鷗，很早就有報導（Ogilvis-Grant La Touche,1907），但只是發現的記載。近年來，幾位研究生和澎湖縣野鳥學會研究人員，分別對於貓嶼及玄武岩自然保留區做過相關的燕鷗生物學研究（王和陳，1987；1988；鄭，2006、2007、2008、2009、2010、2011；林，2007；宋，2009；林，2009），但對於燕鷗的生態學及長期的族群變遷，則還需持續且進一步研究。

貓嶼的鼠類，在成立保護區之前，即有記載（王、陳，1987）。保護區成立之後，本會在近幾年來的例行調查中，也經年的發現老鼠在島上活動的蹤跡。92 年間，在大貓嶼發現近百隻的白眉燕鷗的死屍，死狀都極為相似。該年研究人員以佈置鼠籠的方式進行誘捕，抓

獲一隻長約 40 公分的個體，經主管機關轉送鑑定後，確定為溝鼠（*Rattus norvegicus*）；該年，研究人員於燕鷗離境後，選擇大貓嶼東南方一處 7m×5m 的區域，在洞口處撒藥進行滅鼠的工作，結果撿獲 6 隻的鼠屍，鼠藥全被舔食殆盡。前年的研究中，10 座樣區中，共發現了 135 個鼠洞，每個樣區內都有燕鷗活動的痕跡，其中，白眉燕鷗的死屍最多，而在樣區外的數量多於樣區內。從調查的結果來看，鼠洞的分佈與燕鷗築巢繁殖的區域似乎有相關性。從小區域的研究中可以窺見，島上鼠類的族群，應有相當的規模。因此，島上鼠類族群的分佈、種類，對燕鷗族群會造成什麼影響？對推動未來保護區的永續經營，應是一項不可忽視的問題。

近年國內漸漸重視生態保育，也了解透過這些自然資源的保護，不僅能為地球留下豐富的基因庫，也有利於推展觀光旅遊的獨特性。燕鷗是上天給澎湖最好的自然資源，但可惜的是，我們對於牠們所知有限。對於如何保護牠們，如何讓民眾親近牠們，又不傷害牠們，我們需要更明確的資訊，以做為制訂政策的參考。

10 幾年來，澎湖縣野鳥學會透過燕鷗繫放工作，搜集了不少資料；這幾年也與澎湖縣政府合作，投入燕鷗的基礎生態調查研究，到目前已有初步的成果，但對於燕鷗的繁殖生態學及長期的族群變遷，則還需持續且進一步研究，以得到更正確的資料，期能對於燕鷗的保護能提出更具體可行的辦法，也期望透過這個計畫，讓民眾更瞭解燕鷗生態，更珍惜這項天然資源，進而主動保護燕鷗的棲地與海洋生態。

貳、材料與方法

一、 研 究 地 描 述

貓嶼（圖 1）位於澎湖群島的西南方海域，距馬公市約 24.7 海浬，距望安西南方約 9.5 海浬，離七美西北方約 8.3 海浬，與最近的有人島花嶼僅 4.2 海浬之隔。貓嶼島是由大、小貓嶼所組成，面積共 0.12 平方公里，兩島東西對峙，由海上遠眺宛如兩隻貓蹲伏在海上而得名。島上處處奇岩矗立，四周均被斷崖所圍繞，地形險惡，攀登不易。大貓嶼的最高點海拔 70 公尺，更是澎湖群島的最高峰。

貓嶼孤懸海外，地勢陡峭；夏季時，附近海域受南海海流及黑潮支流影響，漁產豐富，因此成為台灣最大的海鳥繁殖地，其中燕鷗類更高達萬隻。在經各地保育團體的呼籲及專家實際的調查評估後，於八十年三月十六日經行政院農委會（八十）農林字第００三０一一七Ａ號函核定，澎湖縣政府八十年五月廿日（八十）澎府農漁字第二一四四二號公告為「貓嶼海鳥保護區」，成為台灣第一個野生動物保護區。截至目前為止，貓嶼共發現 29 科 91 種鳥類。但除夏候鳥燕鷗和留鳥岩鷺外，其餘鳥種大都偶爾經過，或甚至幾年才出現一次。燕鷗中又以白眉燕鷗和玄燕鷗數量最多，幾乎占了全部數量的 99%。值得一提的是，相當稀有的短尾信天翁、黑腳信天翁、大水薙鳥、灰水薙鳥和白腹鰹鳥等也曾在此出現過。

玄武岩自然保留區

澎湖群島原乃一千多萬年前，經多次火山噴發所形成的玄武岩熔岩台地，後經海水侵蝕與岩盤升降、推擠，加上各種外營力的作用，始形成今日的面貌。在各種地形中，以玄武岩的節理之美，最為令人讚嘆。白沙嶼(小白沙嶼)、雞善嶼和錠鈎嶼更是展

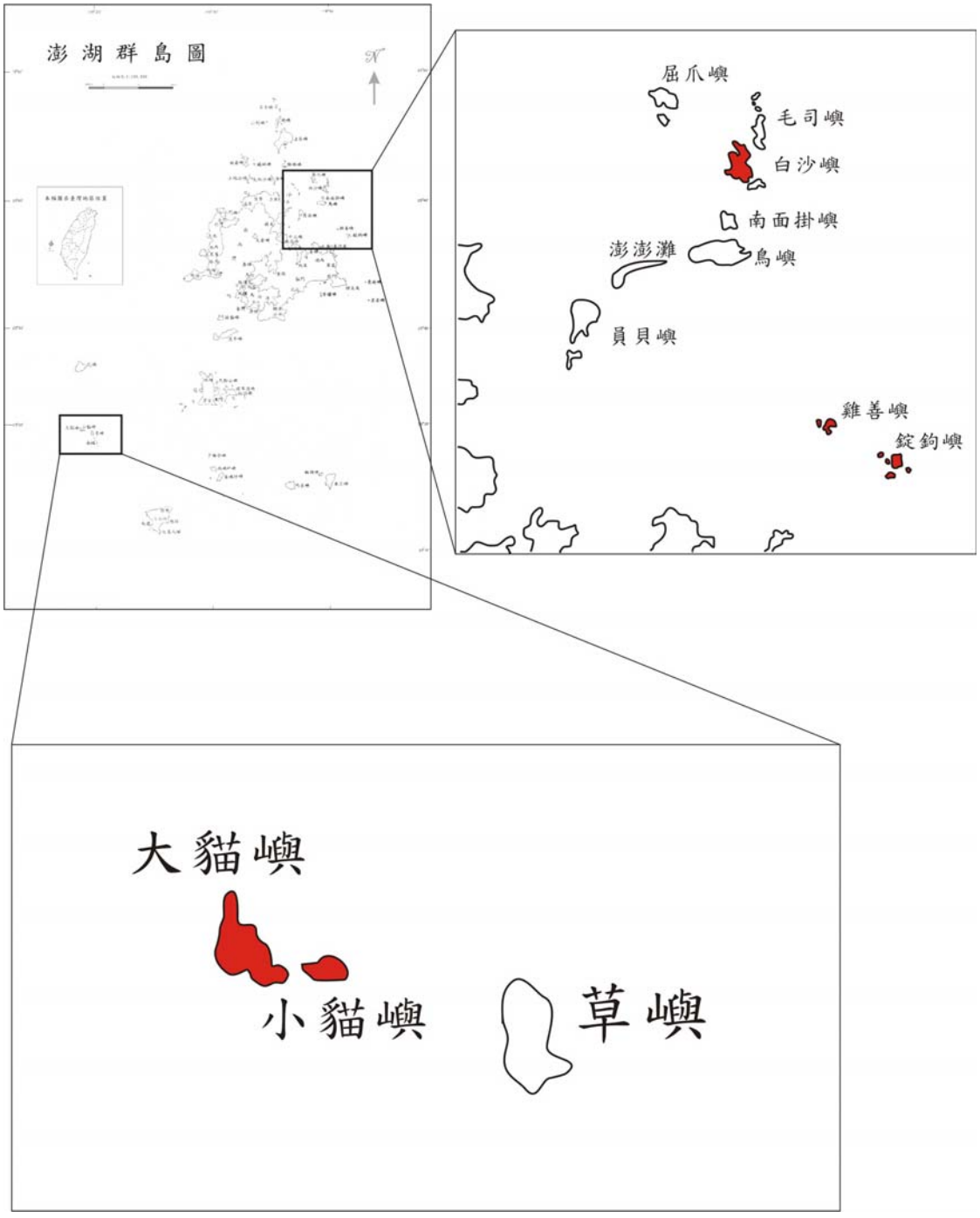


圖 1. 調查研究地點

現了玄武岩規律與連續變化之妙，因此政府於民國八十一年將此三島公告為「玄武岩自然保留區」，以保護這上天賜給我們的寶藏。現依各島的地理位置、地質與地形分別介紹如下：

錠鈎嶼位於馬公東北方約 7.8 海浬的海域，由 4~6 個玄武岩礁組成。滿潮時面積為 0.0386 平方公里，退潮後面積增至 0.0954 平方公里。本島約於 11.8 百萬年前形成，由較緻密之玄武岩構成，最大島西部的海蝕平台上斜坐、橫臥的各式玄武岩塊矗立，加上海蝕作用，造型千變萬化，置身其間，彷若身處黑色石林之中。最大島的東部原為方山地形，但由於海水切割與風化作用而形成數個獨立岩塊，遠觀頗有「桂林山水」之勢。島四周的海蝕平台盛產貝類，冬季亦產紫菜。周圍的海域水流湍急，岩礁魚類眾多，是磯釣的良好漁場。

雞善嶼位於馬公東北方 7.5 海浬的海域上，由大、小雞善嶼兩島組成。漲潮時，海水將兩島隔離，面積僅有 0.0617 平方公里。退潮後，中間露出海蝕平台，可步行往來，面積變為 0.0623 平方公里（林，1997）。

大、小雞善嶼均為玄武岩方山台地，大約形成於 12.2 百萬年前（陳和張，1995）。兩島台地四周海崖的玄武岩柱狀節理相當清晰，其中，大雞善嶼板狀裂理較為發達，使得部份海崖柱狀玄武岩略顯破碎。小雞善嶼地勢較險，柱狀玄武岩筆直屹立海中，長短參差，緊密排列，狀似大型的「管風琴」，氣勢雄偉，其節理面大多為六角形，稜角分明，為良好的地形自然教學材料。雞善嶼過去是陸軍靶場，所以台地上部份地面碎石散布，夾雜淺淺的風化表土，低矮的植物就在這樣的惡劣環境下冒出。大、小二島海崖下皆有海蝕平台，面積狹小，冬季亦盛產紫菜。

白沙嶼(小白沙嶼)位於馬公東北方 9 海浬的海域中，與鳥嶼僅 1.26 海浬之隔，因島的西南方有大片白色沙灘而得名。滿潮

時，面積 0.091 平方公里，全島僅見出露在南側海崖上的熔岩台地和台地西南方的沙灘。退潮後，台地的北方和東方露出大片的海蝕平台，因此面積增達 0.151 平方公里（林，1997）。

白沙嶼(小白沙嶼)約於 13.2 百萬年前由地底熔岩湧出海面形成的（陳和張，1995），南部的熔岩台地高約 15~24 公尺，由東向西綿延 200 公尺，頂部淺淺的風化表土滿佈礫石，其間低矮的草本植物蔓生；台地的東側與南側的玄武岩柱狀節理發達，尤其東部狀似火山頸的弧線造形，更是優美。台地西方的沙灘有一隆起豆腐狀灘岩，其上因海水侵蝕，壺穴地形發達。由於潮來潮往與海水飛沫的作用，海蝕平台的北側，冬季盛產紫菜，為鳥嶼村民冬季的一大經濟來源。本島西方海域屬於裙礁地形，沿岸現生珊瑚簇生，大量的珊瑚礁魚類悠遊其間。

二、研究對象

本研究除調查貓嶼和保留區各島鳥類資源外，並針對 5~8 月在澎湖雞善嶼繁殖的三種燕鷗－紅燕鷗(圖 2)、白眉燕鷗(圖 3)、鳳頭燕鷗（圖 4），進行棲地利用、巢位分布及繁殖行為的調查研究。貓嶼則以研究鼠類的種類及其對島上的燕鷗族群生態的影響為重點，並進行鼠類的抑制工作。從文獻資料中，島上鼠類似以溝鼠為主，而其活動區域，與白眉燕鷗繁殖的區位相近或重疊。以下分別介紹這三種燕鷗和溝鼠（圖 5）的生態習性。

紅燕鷗繁殖期時嘴腳朱紅色，嘴末端黑色，頭頂至頸後為黑色，背部淡灰色，頭至頸部，胸以下白色，但繁殖初期，胸前稍沾玫瑰紅色。停棲時，尾羽較翼羽長。非繁殖期時大致似繁殖羽，但嘴黑色，腳暗褐色，額、頭頂白色有黑色縱紋；幼鳥額、頭黑色，夾雜白色縱紋；背灰沾褐色斑。棲息於海岸、島嶼、岩礁，主要以日本銀帶鯡為食，通常單獨到百隻左右覓食，發現獵物後，直接俯衝入水取食。集體繁殖於有草的旱地上、露岩旁或砂

灘上，多數位於斜坡上，巢位緊密，平均巢距約 80 公分。（鄭，2006）每巢產卵 1~2 個，卵呈淡褐色，散佈暗褐色粗斑。本種主要分布於熱帶及小部分的溫帶地區。華南福建沿岸、菲律賓、琉球群島及蘭嶼(1933)都有繁殖記錄。澎湖地區為普遍夏候鳥，繁殖於南、北海的無人島上。北海以雞善嶼和白沙嶼為最大棲息地，繁殖期為 5 月底至 8 月中，南海主要繁殖於後袋仔嶼。

白眉燕鷗繁殖期時嘴、腳黑色，頭頂至後頭為黑色，前額白色延伸至眼睛上方，過眼線黑色，背部暗褐色。非繁殖期僅頭部羽色較淡，其餘如繁殖期。主要分布於熱帶的海洋島嶼。福建外海島嶼、海南島、菲律賓、琉球群島及基隆外海的彭佳嶼、棉花嶼都有繁殖記錄（許等，1996）。澎湖地區為普遍夏候鳥，繁殖於南、北海的無人島上。南海以頭巾、後袋仔嶼和貓嶼較多，其中貓嶼為最大繁殖地，數量在 3000 隻以上。北海主要繁殖於鐵砧嶼（北鐵砧嶼）和錠鈎嶼。約 5 月初到達澎湖，9 月中離去。巢通常位於隱密處，喜好下卵於岩堆下的遮蔭處或岩縫，每巢一卵，為乳白色，上佈棕色細斑。

鳳頭燕鷗繁殖期時嘴黃，腳黑色，頭頂至後頸黑色，後頭有羽冠。前額、頭、頸至胸以下大致為白色，背部鼠灰色。非繁殖羽大致似繁殖羽，但頭頂變白有黑色細紋。分布於太平洋、印度洋的沿岸、島嶼。通常出現在海岸岩礁、河口地帶、港口。飛行時，振翅動作較其他小型燕鷗慢，並常發出嘶啞不連續的嘎聲。築巢於有草的旱地上，環境與紅燕鷗相似，但通常位於島嶼較高且平坦的地方，每巢一卵。澎湖地區為普遍夏候鳥，但生性機警，下卵前，若受干擾即集體放棄繁殖地，所以，每年下蛋的時間不定。近年北海雞善嶼和白沙嶼的族群也算穩定，約 1500~2500 隻。每年五月初可於吉貝西北的離岸沙洲觀察到近數百隻族群，此外，退潮時常可在澎澎灘觀察到集體水浴的景象。

圖 2. 紅燕鷗

圖 3. 白眉燕鷗

圖 4. 鳳頭燕鷗

溝鼠又名褐鼠、褐家鼠、大鼠、挪威鼠、大家鼠、白尾吊、糞鼠，為鼠科家鼠屬的動物，是有名及常見的老鼠之一，也是之中最大的物種，一般生活於田野、家舍廣泛棲息。溝鼠的皮毛粗糙，一般呈棕色或深灰色，而身體下半部分則呈現較淺的棕色或灰色。其身長可達 25 公分，而其尾巴自己就已長達 25 公分（相等於其身長）。雄成體平均重 350 克，而雌成體則為 250 克，一隻溝鼠最多可重達 500 克。

溝鼠是雜食性動物，牠飢不擇食，差不多所有可吃的均為其食物，但還是以穀類為主。牠們通常都是在夜間才活躍起來的，且都是游泳好手，不論是在水面或水底游泳都極為擅長，但不善攀爬。牠們擅於挖洞，常會挖出大規模而複雜的地洞系統作藏身之所。

條件許可的話，溝鼠全年任何時間均可進行繁殖的行為，而一隻雌溝鼠每年最多可生產 5 次。妊娠期只長約 1 至 2 個月，而每次生產的小溝鼠數量最多可達 14 隻，但一般只有 7 隻。其最

高壽限是 3 歲，但一般溝鼠的壽命僅有 1 歲（摘自維基百科網）。

溝鼠在台灣，普遍的分佈各處，中南部較多，島嶼的研究，在蘭嶼、龜山島亦有分佈。貓嶼島上的溝鼠，從何時遷入島上，已無從可考。

圖 5. 溝鼠

三、研究方法

自2012年4月至2012年10月，每月1-4次雇船前往貓嶼和保留區各島調查鳥類資源和其他重要資源，並於燕鷗繁殖期進行燕鷗繁殖行為的研究和鼠類的調查。上島期間，以步行至島上各處，記錄燕鷗族群數量與分布。其中選擇雞善嶼及白沙嶼同域繁殖的紅燕鷗、白眉燕鷗和鳳頭燕鷗巢位，放置溫溼度記錄器（OM-EL-USB-2, Omega Engineering, Stamford, CT, USA，圖6），來研究燕鷗巢位的棲地結構對巢位微氣候及孵化率的影響，並輔以監視錄影機來監看燕鷗的繁殖行為。此外，研究人員也捕捉燕鷗，繫上地理追蹤器（geolocator），用來追蹤燕鷗南遷的路線。以下分別詳述各種調查方法：

（一）**鳥類數量的估計**：登上各島後，尋找適合的地點，以能觀察到燕鷗全部族群為最佳，若無法或族群太大，則以分區方式，以數位相機拍攝燕鷗飛翔時，或停在巢區時的畫面，再以電腦局部放大，點算單張數量，再總計所有數量，最後減除重複的個體，得到較為接近真實的數量。

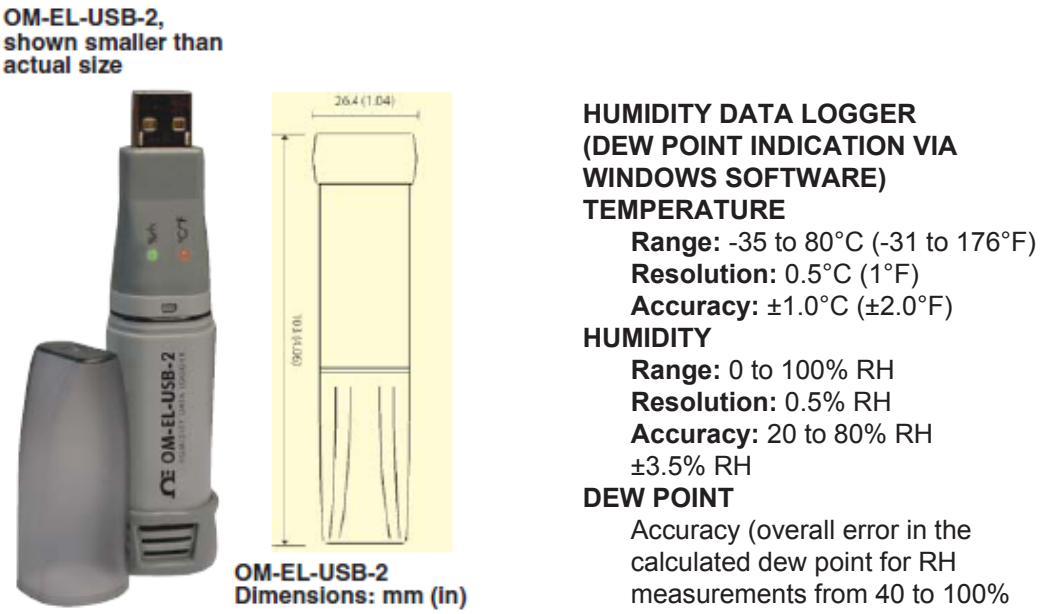


圖 6. 溫溼度記錄器

（二）**鳥種的調查**：登上各島後，先以雙筒望遠鏡（10 × 40 Nikon）掃瞄全島和天空，確定是否有大型鳥類，若無再由近處開始觀察確定鳥種。直到雙筒望遠鏡無法辨識鳥種再步行至下一處觀察點，以此方式繞行全島，直到所有地點都被觀察過。

（三）**巢位微氣候的測量**：自2012/5/12起至2012/7/21止，將溫溼度記錄器（OM-EL- USB-2）放置在大雞善嶼及白沙嶼的紅燕鷗、白眉燕鷗及鳳頭燕鷗蛋旁，儘量靠近蛋，並架設監視器（圖7），以觀察燕鷗的孵蛋情形及繁殖行為，記錄器設定每5分鐘記錄1筆。大雞善嶼本年度實驗白眉燕鷗的巢位選擇在西南邊的斜坡上（圖8），總計4巢，其中2巢旁邊有石塊遮蔽，2巢沒有，底

部則都沒植被。研究人員並在島頂較空曠的地點放置一個溫溼度記錄器，以當對照組，來記錄無任何遮蔽的條件下的溫、溼度。白沙嶼本年度實驗燕鷗的巢位選擇在方山頂中間的斜坡上（圖9），其中白眉燕鷗計8巢，紅燕鷗選擇2巢，鳳頭燕鷗選擇1巢。其中白眉燕鷗除6號巢無石塊遮蔽外，其他巢都有石塊遮蔽。同樣並在島頂較空曠的地點放置一個溫溼度記錄器，以當對照組，來記錄無任何遮蔽的條件下的溫、溼度。另外將孵化成功的巢位與孵化失敗的巢位和晴、雨天分別統計，以比較巢位的溫、溼度變化是否有差異性。氣候方面，我們參考中央氣象局的氣溫數據，再對照雞善嶼的地溫數據和當天的氣候狀況來界定晴天或陰雨天，最後我們以當天10~15時地溫當參考，若有3小時以上平均超過40℃即界定為晴天，否則為陰雨天。

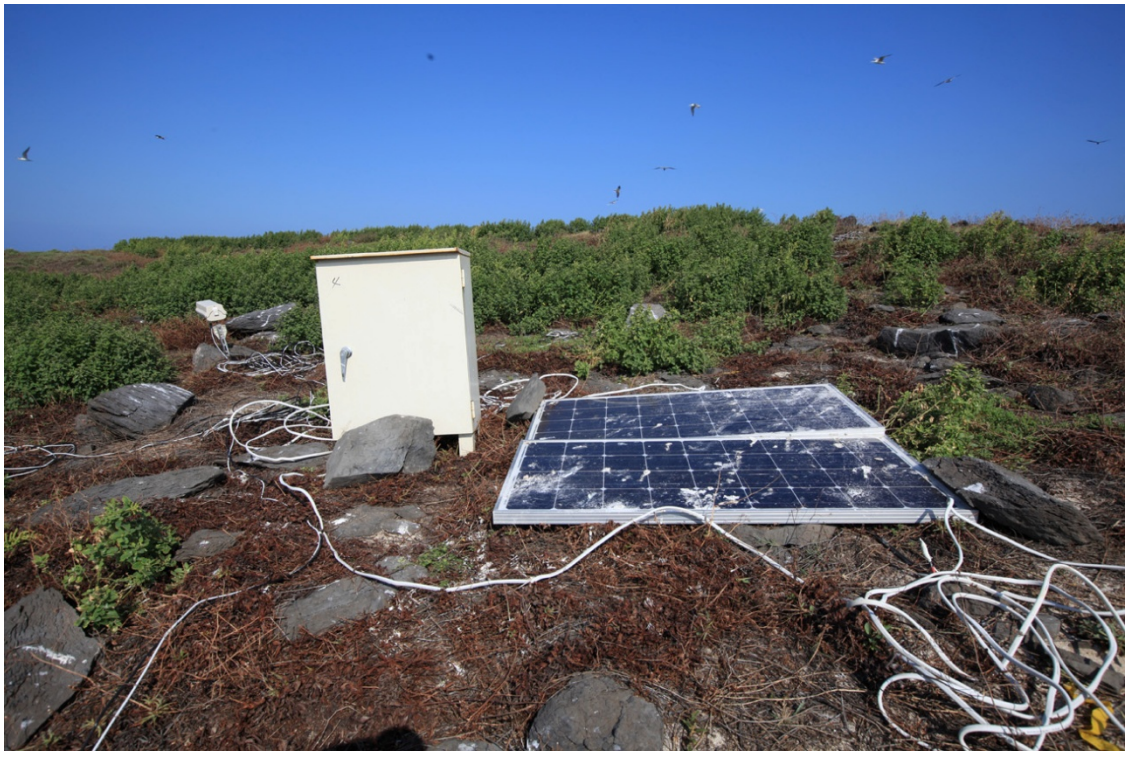


圖 7. 架設監視器

圖 8. 雞善嶼溫溼度記錄器放置位置

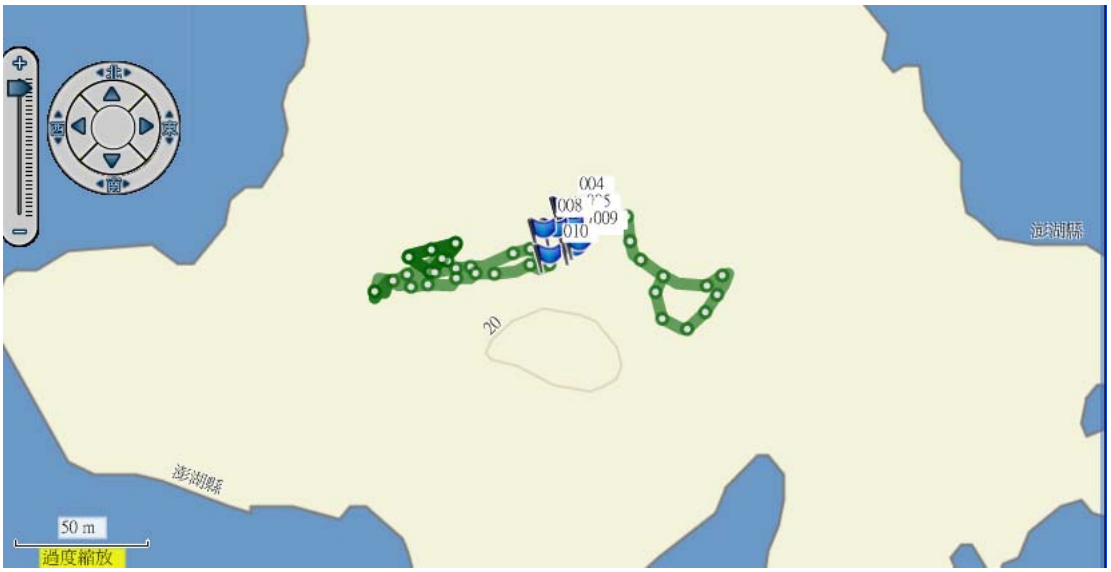


圖 9. 白沙嶼溫溼度記錄器放置位置

（四）燕鷗的繁殖和孵卵行為的監測：我們架設8部監視器，全天監測三種燕鷗（紅燕鷗、白眉燕鷗及鳳頭燕鷗）的繁殖和孵卵行為，於繁殖末期取回攝影主機，再透過錄影畫面來統計各種行為的時間（以秒為單位），最後將時間轉換成比例以統計軟體來分析。我們將燕鷗的孵卵行為區分為四類，1.坐巢：燕鷗在巢位上並有蹲下來孵卵的動作；2.護巢：燕鷗離巢，但在監視器畫面內活動。3.離巢：燕鷗離巢，但在監視器畫面外。4.驅趕：燕鷗有驅趕其他燕鷗或動物的行為。此外，為了瞭解不同的氣候和時間對燕鷗孵蛋的影響，我們將錄影資料區分成晴天和陰雨天分別做統計；依照夏季日照的情形，每天的資料再分成上午（AM 05:00~12:00）、下午（PM 12:00~19:00）和夜間（AM 00:00~05:00和PM19:00~24:00）三個時段來統計。

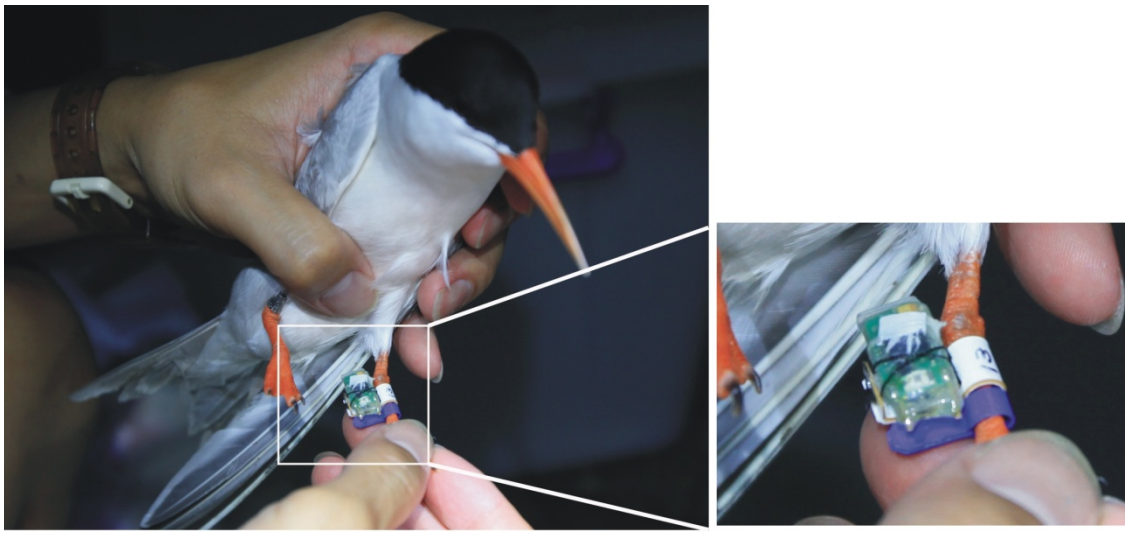


圖 10. 紅燕鷗地理追蹤器裝設

（五）燕鷗繫放：利用霧網或走入式陷阱（walk-in trap）捕捉燕鷗，以上色環的方式做個體辨識，並裝上地理追蹤器（geolocator 圖10），同時測量其形質，包括喙長、第一根初級飛羽長（簡稱翼長）、跗蹠、體重（以 Mitutoyo 游標尺± 0.1 mm 測量長度；以 JKH-500 電子秤± 0.1 g 測量重量）。

（六）貓嶼鼠類調查：在燕鷗繁殖期，於大貓嶼島上，選擇 4~6 處鼠洞，在洞口架設紅外線定時照相器，以瞭解鼠洞附近動物的活動情形（圖 11）。

四、統計與資料分析

原始資料以 Microsoft Excel 建檔，統計分析則使用 SAS 8.01 統計軟體（SAS Institue Inc., 1999-2000）來計算。二種燕鷗三個時段坐巢時間、巢位每小時的溫度、溼度用 one-way ANOVA 來分析，並以 Tukey HSD test 來做事後成對差異的檢定。巢位每天的溫度、溼度和孵化成功率用 repeated measures of ANOVA 來檢測並繪製成圖。用 Goodness of fit test 來檢測二種燕鷗是否偏好在那些時間交替孵卵和離巢，二種燕鷗彼此之間三個時段的比較則以 Kruskal-Wallis Test 來檢測。

圖 11. 貓嶼架設紅外線定時照相器

參、結　果

貓嶼

一、鳥類與燕鷗概況

本年度貓嶼的鳥類調查自 4 月至 10 月止共進行 10 次，共記錄到 13 科 22 種鳥種(如附錄 1)，主要仍以玄燕鷗與白眉鷗為主，繁殖鳥種同樣以二種燕鷗為主。各月份鳥種及燕鷗數量變化如圖 12、13。

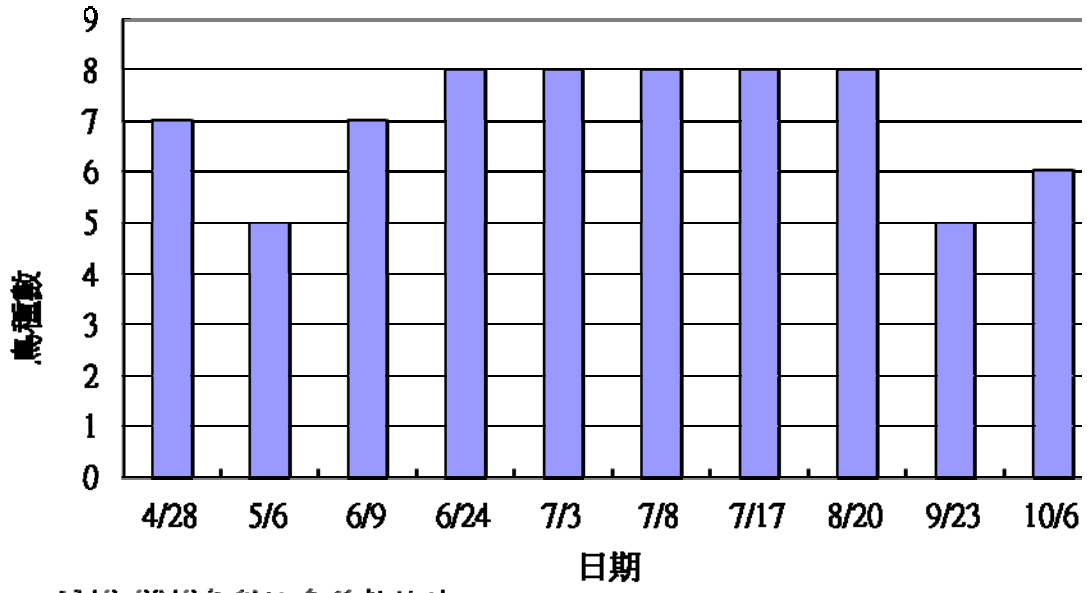


圖12. 2012年貓嶼鳥種數統計

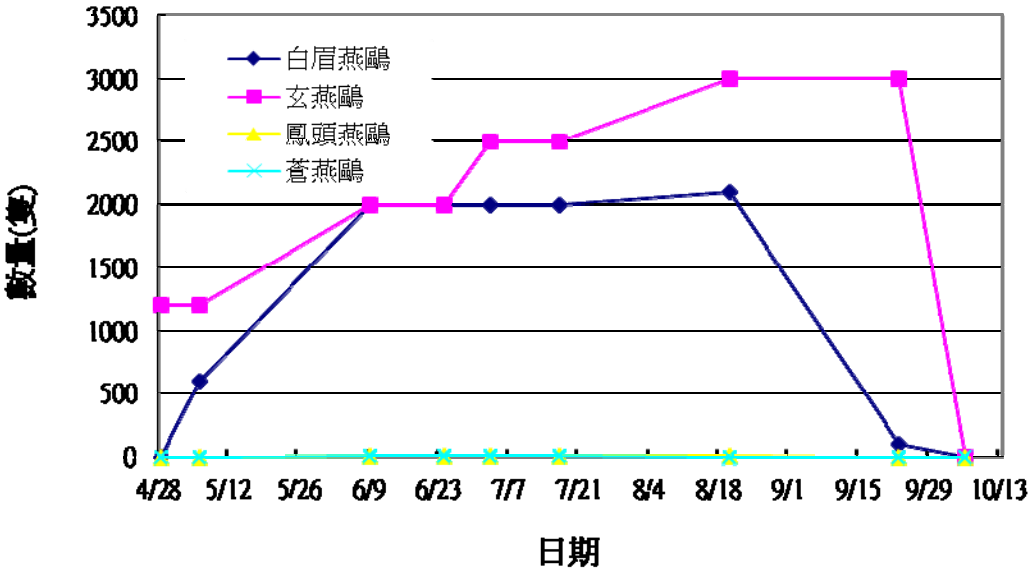


圖13. 2012年貓嶼燕鷗數量變化

本年度有三種燕鷗於島上繁殖，一種不明，族群概況簡述如下：

(一)玄燕鷗：

1、本年度第一次調查日為4/28日，在大貓嶼北面崖壁上玄燕鷗已普遍進行繁殖活動，但小貓嶼北面卻仍無玄燕鷗進行繁殖。

2、6/20日泰利颱風對玄燕鷗的繁殖似乎影響不大，整體的數量未減，到7月份族群數量仍略為增加。

3、7月上旬，玄燕鷗仍有少部分的卵，大部分的幼鳥已在崖壁上或海蝕平台上習飛或覓食。

4、歷年於小貓嶼北面進行的巢位繁殖調查樣區中標示的巢位，仍有玄燕鷗持續的進行繁殖。

5、8月下旬起(8/20)玄燕鷗族群數量最多，達3000隻左右。島上海蝕平台幾乎都是幼鳥在活動。

6、9月下旬(9/23)島上崖壁已無燕鷗進行繁殖活動，燕鷗群都在岩礁上棲息或活動。

(二)白眉燕鷗：

1、白眉燕鷗原本6月數量已達2000隻，但可能受到6/20日泰利颱風的影響，至7月底族群的數量未見增加，族群數量反而較玄燕鷗少。

2、往年，經常可見白眉燕鷗的死屍，本年度在貓嶼各處都未發現新的屍體。

3、本年度白眉燕鷗的數量明顯的較玄燕鷗少，孵卵的數量也較去年少很多。

4、去年中秋節前夕，白眉燕鷗有大量群集的情形，但本年度在9/23日的觀察，全島白眉燕鷗已不到100隻。

(三)蒼燕鷗：貓嶼島於6月中才發現蒼燕鷗，族群數量僅6隻，且仍固定於小貓嶼尾部崖頂繁殖一巢。8月份(8/20)草嶼仍有蒼燕鷗未孵出的卵，但可能是放棄不孵的蛋。

(四)鳳頭燕鷗：鳳頭燕鷗僅發現3隻，巢位不明，但於大貓嶼登頂調查時，成鳥會輪翻的俯衝攻擊。

二、燕鷗生態行為的觀察

(一)玄燕鷗幼鳥習飛期間，成鳥會於四周監看並陪同做短距離飛翔；成鳥會指導幼鳥於海蝕平台上獵食小型軟體動物及理羽活動。在觀察期間，曾見幼鳥因爭搶進行水浴活動，而被成鳥啄身。

(二)本年度燕鷗的行為觀察中發現，白眉燕鷗也會進行抵踏式的獵食方式。

(三)本年度燕鷗餵食的觀察中發現(以白眉燕鷗為例)，成鳥不會主動餵食，必須幼鳥主動去輕啄成鳥的喙之後，成鳥才會張開嘴，吐出部分反芻食物，讓幼鳥啄食，幼鳥必須從親鳥的嘴中將糜爛的食物拉出來吞食，未吃完的部分，親鳥再吞入體內，如此重複數次的進行餵食。

三、其它鳥類資源

(一)泰利颱風前，貓嶼上空發現 6 隻白斑軍艦鳥（*Fregata ariel*）亞成鳥，颱風過後，仍有三隻盤旋貓嶼上空，至七月初才消失。

(二)本年度於大貓嶼頂部發現一隻黃小鷺（*Ixobrychus sinensis*），為貓嶼發現的新鳥種，累計貓嶼島上出現的鳥類已達 29 科 91 種。

四、鼠類狀況與監測

去年於大貓嶼設置 10 座鼠類樣區，共 135 個鼠洞，並於所有洞口進行投葯滅鼠工作，今年於 4 月底調查，並未發現有鼠屍。本年度於 6 月初，第一次於大貓嶼擇二處洞口架設紅外線定時照相器進行監視，於泰利颱風來之前回收，未拍到任何影像；第二次於 7/3 重新架設，亦未發現有老鼠影像；第三次於 7/17 換洞口重新架設繼續監視，8/20 回收照相器，但仍未見鼠影；至 9/23 最後一次器材回收，於兩處洞口分別發現夜間有老鼠活動的影像，但未見到老鼠攻擊燕鷗或偷取鳥蛋的影像。

四、人類的干擾行為

今年研究期間，空軍仍於草嶼島上進行炸射活動，並經常的從貓嶼島上低空飛過(都看得到駕駛員)，實彈的炸射，常引起碎石崩落，影響燕鷗的繁殖。

9/24 進行調查，在貓嶼島上收拾攝影器材時，遠處傳來爆炸聲，查看四周，發現貓嶼草嶼之間，有人公然炸魚(草嶼附近有多人在釣魚及進行螺類撿拾活動)。調查人員隨即以攝影器材拍照存證，將影像證據逕送漁政單位。目前已查獲相關不法漁民，由漁政單位函送法辦中。

玄武岩自然保留區

一、鳥類概況

本年度玄武岩自然保留區鳥類調查從 4/20 起至 10/6 止共

計 21 次。雞善嶼共記錄到 8 科 12 種鳥種（圖 14），其中最主要的鳥種是白眉燕鷗。白眉燕鷗最大量為 300 隻，出現於 6/9（圖 15）。有白眉燕鷗、蒼燕鷗、小雲雀和岩鷺 4 種鳥於島上繁殖。

錠鈎嶼共記錄到 3 科 7 種鳥種，其中最主要的鳥種是白眉燕鷗，白眉燕鷗最大量為 400 隻，出現於 6/9~8/29（圖 16）。有白眉燕鷗、蒼燕鷗和岩鷺 3 種鳥於島上繁殖。

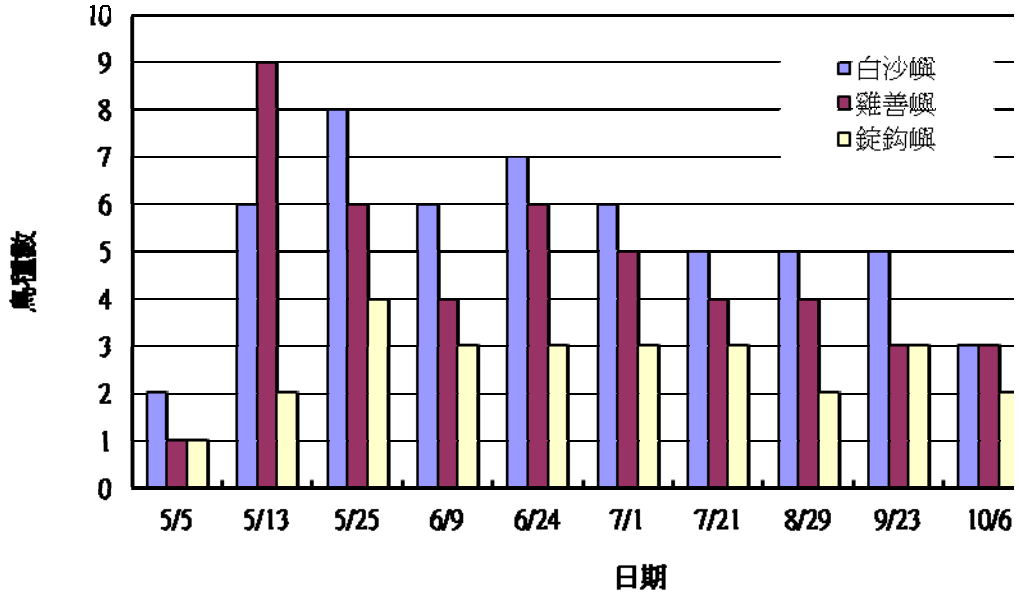


圖14. 2012年雞善.錠鈎.白沙嶼鳥種數統計

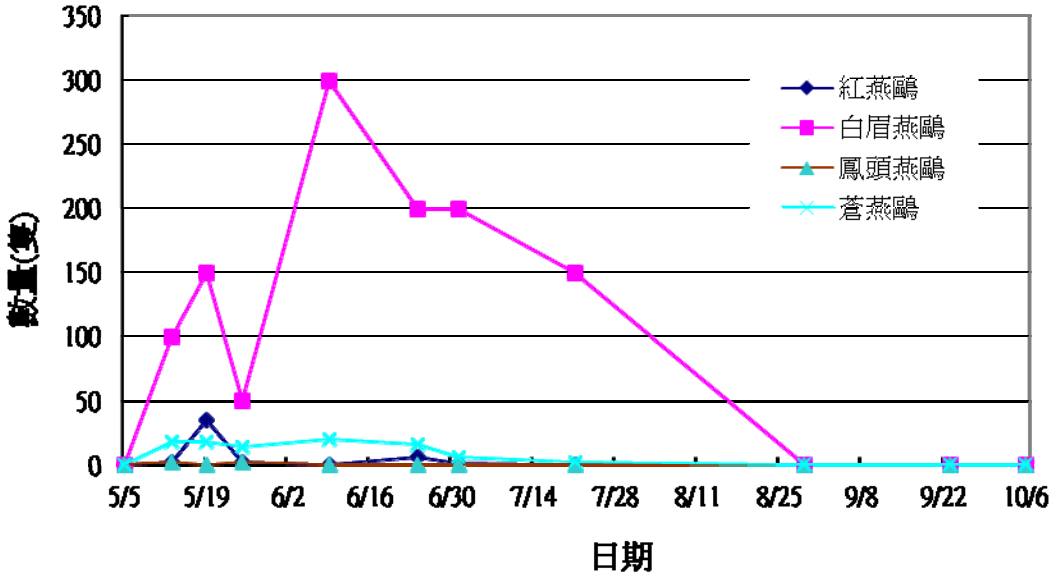


圖15. 雞善嶼燕鷗數量變化

白沙嶼(小白沙嶼)共記錄到 9 科 15 種鳥種，其中最主要的鳥種是鳳頭燕鷗。鳳頭燕鷗最大量為 2500 隻，出現於 6/9（圖 17）。有鳳頭燕鷗、白眉燕鷗、紅燕鷗、蒼燕鷗和岩鷺 5 種於島上繁殖。2010 年調查中，6/23 於澎澎灘（活龍灘）發現 1 隻小鳳頭燕鷗混棲在鳳頭燕鷗群中，這是澎湖第一筆紀錄，也是台灣的新紀錄種，後來同年於 7/22~8/1，又在白沙嶼鳳頭燕鷗繁殖區發現牠混在鳳頭燕鷗群中。2011 年 6/5-7/22 又在雞善嶼的鳳頭燕鷗繁殖區中發現，但沒有繁殖。今年 5/6 先在吉貝西北的離岸沙洲發現混在 1000 隻鳳頭燕鷗群中，5/25 則又在白沙嶼鳳頭燕鷗繁殖區發現牠混在鳳頭燕鷗群中。此外，繼 2006 年首次發現黑嘴端鳳頭燕鷗以來，6/25 再次在白沙嶼發現 1 隻混在鳳頭燕鷗群中。

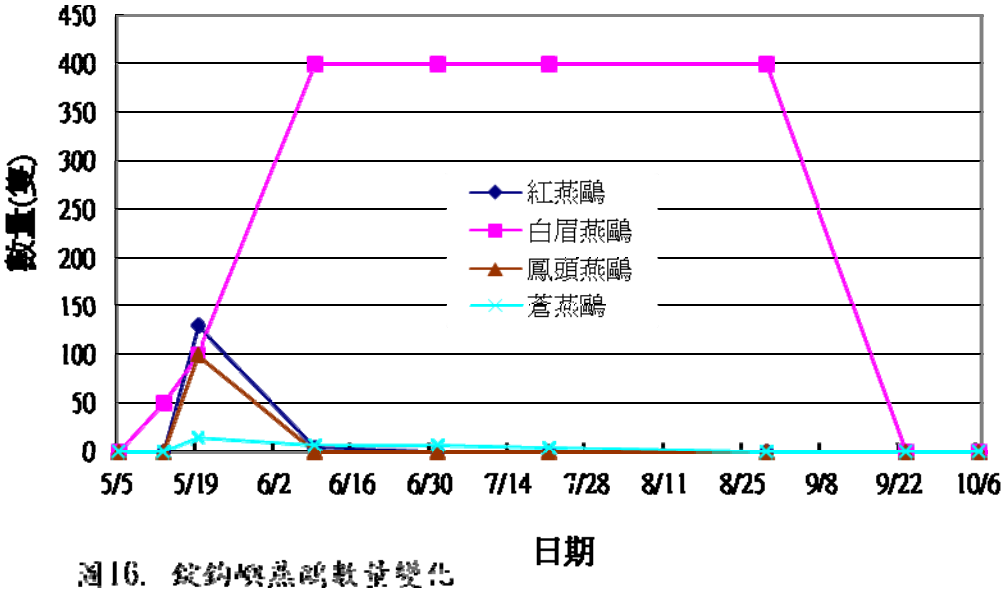


圖16. 鋸齒嶼燕鷗數量變化

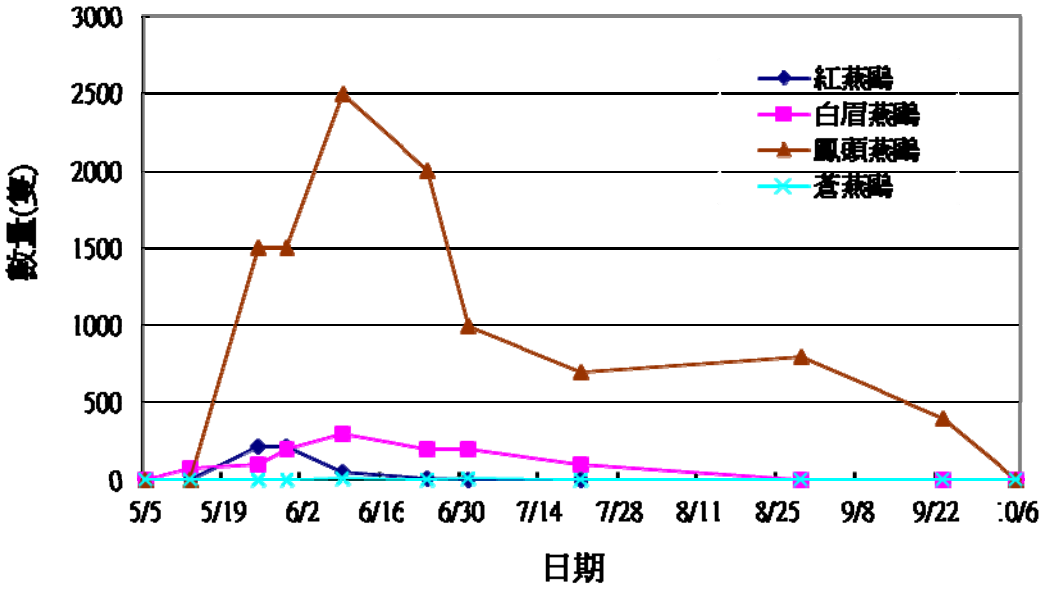


圖17. 白沙嶼燕鷗數量變化

二、燕鷗的巢位選擇

雞善嶼、錠鈎嶼和白沙嶼燕鷗築巢位置分布如圖 18、19、20。

圖 18. 雞善嶼燕鷗築巢分布情形

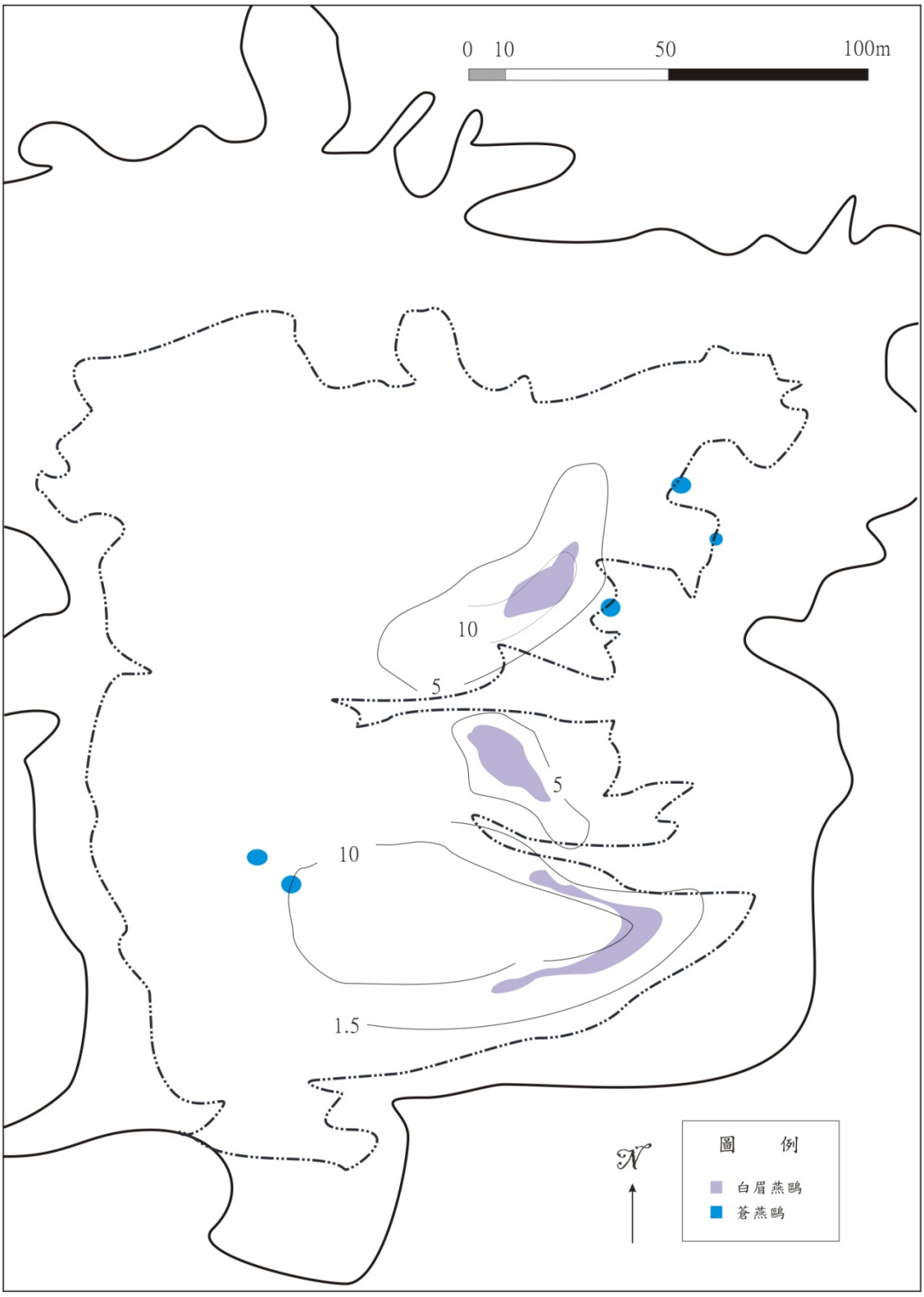


圖 19. 錠鈎嶼燕鷗築巢分布情形

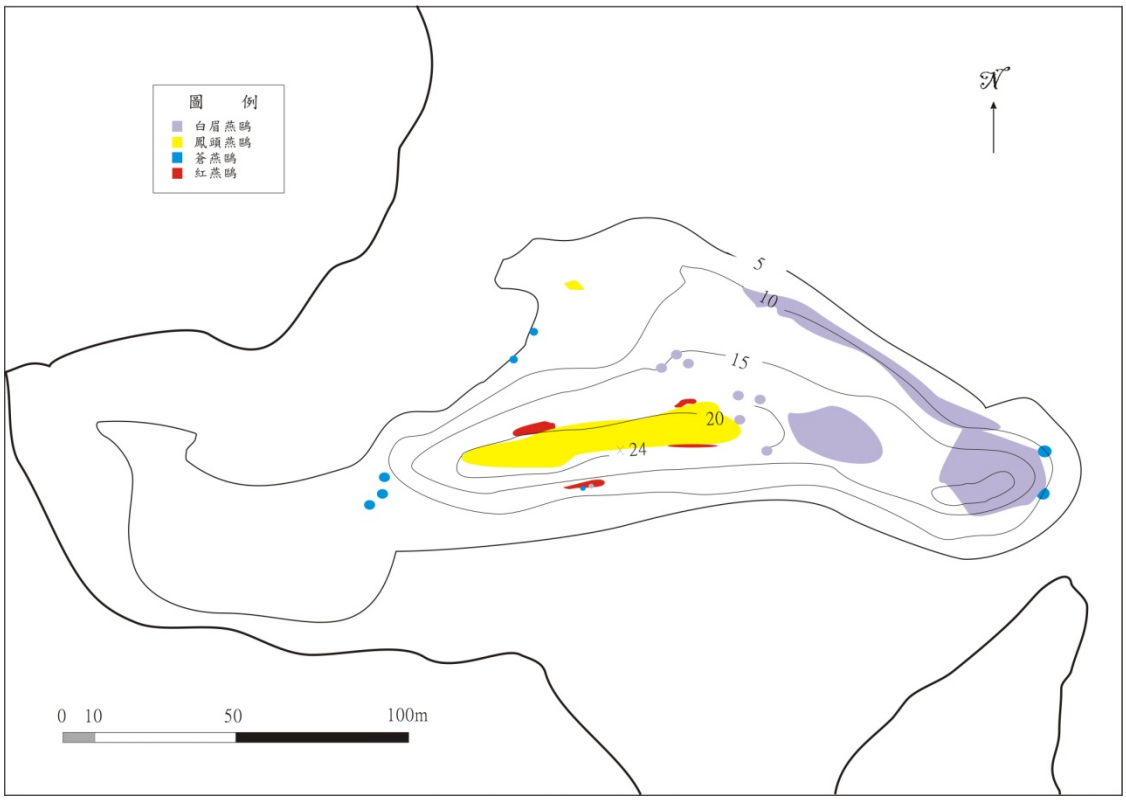


圖 20. 白沙嶼(小白沙嶼)燕鷗築巢分布圖

本年度雞善嶼的白眉燕鷗依舊主要選擇在西側和南側的斜坡及北側的碎石堆築巢，巢位呈鬆散的叢聚式（clumped）分布；蒼燕鷗築巢在小雞善嶼的東側玄武岩壁，巢位呈隨機式（random）分布。錠鈎嶼的白眉燕鷗則在島頂的石堆中或岩縫中築巢，巢位呈鬆散的叢聚式分布；蒼燕鷗築巢在東側玄武岩壁和西側的岩柱上，巢位呈隨機式分布。

白沙嶼的白眉燕鷗則在東部和中部的岩石下築巢，東北的陡坡也有一大族群，巢位呈鬆散的叢聚式分布；蒼燕鷗沿著南側玄武岩壁築巢，西北和東南沙灘上也下幾巢，巢位呈隨機式分布；鳳頭燕鷗則有由中間高點向西延伸到近方山的盡頭，巢位呈緊密的叢聚式分布；紅燕鷗則分成 3 小群，1 小群緊臨鳳頭燕鷗最東邊族群的北側，另 1 小群在同地點鳳頭燕鷗的南邊，還有 1 大群緊臨鳳頭燕鷗西側族群的北邊，巢位都呈緊密的叢聚式分布。

三、燕鷗的族群動態

今年 4/20 首度於險礁嶼南方發現 4 隻小燕鷗在海面上覓食。4/21 吉貝北崁山附近的沙地，有 15 隻小燕鷗在上空追逐，有時也會停在沙地上。5/6 跨海大橋舊橋墩上已有 33 隻蒼燕鷗，還有 30 隻鳳頭燕鷗陸續飛越橋上。

5/6 吉貝嶼西方的海邊，蒼燕鷗有 20 隻停棲在岩礁上休息，西北的沙地上，則有約 80 隻的小燕鷗，且多數已下蛋，西北的離岸沙洲，有 100 隻紅燕鷗和 1000 隻鳳頭燕鷗在水邊休息，裡面混雜著 1 隻小鳳頭燕鷗。

5/13 白沙嶼東側和北側的海面共計有 80 隻白眉燕鷗盤旋，蒼燕鷗也已有 6 隻停棲在懸崖上。5/26 白沙嶼變得非常熱鬧，岩礁停滿了鳳頭燕鷗和紅燕鷗。方山頂，紅燕鷗分成 3 小群約 220 隻，大多數都下蛋了，白眉燕鷗集中在東邊約 100 隻，已下蛋 30 巢。鳳頭燕鷗估計 1500 隻，蛋約有 1000 顆，小鳳頭燕鷗也出現在族群的外圍。6/9 白眉燕鷗增加到 300 隻，鳳頭燕鷗增加到 2500 隻，蛋也下超過 1500 顆，但許多巢內都有 2 顆蛋，可能是受螞蟻攻擊而棄巢。紅燕鷗許多棄巢，只剩 50 隻。泰利颱風經過後，6/24 上島調查，發現西北的方山頂超過 2/3 範圍被白沙覆蓋，很多的蛋都被埋了，北面的紅燕鷗全不見了，白眉燕鷗巢多數被埋，新下許多的蛋，鳳頭燕鷗東區的主要繁殖區剛好在沙的掩埋邊界，這裡多數的蛋已孵出，幼鳥多數在 3-4 天大，但也有 30 顆左右的蛋失敗，大約有 10 來隻幼鳥死亡，其中有一隻幼鳥被螞蟻攻擊，最後死亡。主族群的北邊新下了許的蛋，約有 500 顆。紅燕鷗的量少很多，僅剩鳳頭燕鷗東族群南邊斜坡約 10 隻左右。白眉約有 200 隻，方山北面的斜坡數量明顯增加。7/1 鳳頭燕鷗成鳥和幼鳥成群在北邊岩礁上和西北的沙灘上，成鳥約有 500 隻，方山頂則約有 500 隻。紅燕鷗幾乎不見，白眉燕鷗則還有 200 隻。7/21 鳳頭燕鷗約只有 700 隻，白眉燕鷗 100 隻。8/29 山頂上已無燕鷗，鳳

頭燕鷗約 800 隻，全部集中在北面的岩礁上，幼鳥約有 20 隻，年齡大約 20 天。9/23 鳳頭燕鷗只剩約 400 隻，全部集中在東南方的沉水岩礁上。10/6 完全不見燕鷗。

5/5 雞善嶼無燕鷗。5/13 白眉燕鷗 100 隻都在天空盤，蒼燕鷗有 18 隻，有 3 對已停在小雞善嶼東側的岩壁上。5/19 有 150 隻白眉燕鷗在島的上空盤，高度約 5 公尺以下，部份燕鷗已停在島上。5/25 白眉燕鷗在方山頂的南邊約 50 隻，西側斜坡已下蛋 6 顆。6/9 白眉燕鷗增加至 300 隻，蒼燕鷗則有 20 隻。6/24 白眉燕鷗只剩 200 隻，天空有 6 隻紅燕鷗飛來飛去並不停的叫，有隻紅燕鷗向研究人員攻擊，蒼燕鷗有 16 隻。7/1 白眉燕鷗同樣還有 200 隻，蒼燕鷗剩 6 隻。7/21 白眉燕鷗剩 150 隻。8/29 完全不見燕鷗。

5/5 錠鈎嶼無燕鷗。5/13 白眉燕鷗 50 隻在島的上空盤。5/19 有 100 隻白眉燕鷗在島的上空盤，高度約 5 公尺以下，部份燕鷗已停在島上。6/9 白眉燕鷗增加至 400 隻，蛋已下很多了。7/21、8/29 白眉燕鷗維持 400 隻。9/23 完全不見燕鷗。

四、燕鷗繫放與地理追蹤器的安裝：研究人員於 7/20 夜晚，在南面掛嶼以霧網捕捉 3 隻鳳頭燕鷗和 5 隻紅燕鷗，繫上足旗及地理追蹤器後，馬上放飛。

五、孵卵行為

（一）坐巢時間：

1、白眉燕鷗：

雞善嶼架設錄影 4 巢，其中 2 巢因為太陽能板日照不足，錄影失敗，成功錄影 2 巢，共 110 小時，每個巢位平均 76.3% 的時間都有親鳥坐巢。若將觀察時段分為上午 05:00- 12:00、下午 12:00-19:00 和夜間 19:00-05:00 三個時段，則三個時段的坐巢時間沒明顯差異(one-way analysis of variance，P＝0.64；表 1)。

白沙嶼架設錄影 8 巢，其中 4 巢因為太陽能板日照不足，錄影失敗，成功錄影 4 巢，共 226 小時，每個巢位平均 56.2% 的時間都有親鳥坐巢。若將觀察時段分為上午、下午和夜間三個時段，則三個時段的坐巢時間沒明顯差異(one-way analysis of variance，P＝0.107；表 1)。

2、鳳頭燕鷗：

白沙嶼架設錄影 1 巢共 43 小時，平均 97.8%的時間都有親鳥坐巢。若將觀察時段分為上午、下午和夜間三個時段，，則三個時段的坐巢時間沒明顯差異(one-way analysis of variance，P＝0.407；表 1)。

3、紅燕鷗：

白沙嶼架設錄影 2 巢，由於整個族群棄巢，錄影失敗。

4、二種燕鷗比較：

二種燕鷗三種時段坐巢時間有顯著差異(one-way analysis of variance，P＝0.0052；表 2)。

表 1. 2012 年雞善嶼和白沙嶼二種燕鷗全天和三個時段坐巢時間比例比較

鳥種	全天（Mean ±SD）	n	時段	Mean	F Value	p[1]
白眉燕鷗 (雞善嶼)	76.3%±26.5%	110 時	上午 下午 夜間	83.3% 77.3% 70.4%	0.46	0.6403
白眉燕鷗 (白沙嶼)	56.2%±33.4%	226 時	上午 下午 夜間	58.6% 42.5% 67.6%	2.37	0.1074
鳳頭燕鷗 (白沙嶼)	97.8%±6.3%	43 時	上午 下午 夜間	99.9% 93.6% 100.0%	1.05	0.4069

P[1]：by one-way analysis of variance

表 2. 2012 年雞善嶼和白沙嶼二種燕鷗三個時段坐巢時間比例比較

時段	鳥種	Mean±SD	F Value	p[1]
早上	白眉燕鷗(雞善嶼)	83.3% ± 6.5%		
	白眉燕鷗(白沙嶼)	58.6%± 25.5%		
	鳳頭燕鷗(白沙嶼)	99.9% ± 0.2%		
下午	白眉燕鷗(雞善嶼)	77.3% ± 12.8%		
	白眉燕鷗(白沙嶼)	42.5%± 31.4%	3.12	0.0052
	鳳頭燕鷗(白沙嶼)	93.6%± 10.8%		
夜間	白眉燕鷗(雞善嶼)	70.4%± 38.3%		
	白眉燕鷗(白沙嶼)	67.6%± 33.5%		
	鳳頭燕鷗(白沙嶼)	100.0%± 0%		

P[1]：by one-way analysis of variance

（二）坐巢與離巢次數比較：

各別比較同種燕鷗每個時辰坐巢與離巢次數無明顯差異(Goodness of fit test，表 3)。比較二種燕鷗三個時段坐巢與離巢次數上午和夜間有明顯差異(one-way analysis of variance，P＜0.05；表 4)。

六、二種燕鷗護巢、離巢及驅趕時間比例比較：

二種燕鷗護巢時間無明顯的差異(one-way analysis of variance，P＝0.058；表 5)。離巢的時間有明顯的差異(one-way analysis of variance，P＝0.0005；表 5)

表 3. 2012 年雞善嶼和白沙嶼二種燕鷗每小時坐巢與離開巢位次數比較

	白眉燕鷗(雞善嶼)			白眉燕鷗(白沙嶼)			鳳頭燕鷗(白沙嶼)		
時辰	n（時）	交換次數	次/時	n（時）	交換次數	次/時	n（時）	交換次數	次/時
0	4	9	2.3	8	5	0.6	2	0	0.0
1	4	6	1.5	8	3	0.4	2	0	0.0
2	4	3	0.8	8	2	0.3	2	0	0.0
3	4	5	1.3	8	6	0.8	2	0	0.0
4	4	2	0.5	8	5	0.6	2	0	0.0
5	3	9	3.0	9	6	0.7	2	0	0.0
6	3	15	5.0	8	21	2.6	1	1	1.0
7	3	7	2.3	8	29	3.6	1	0	0.0
8	5	24	4.8	8	15	1.9	1	2	2.0
9	5	25	5.0	8	27	3.4	1	0	0.0
10	5	18	3.6	9	38	4.2	1	3	3.0
11	5	14	2.8	9	30	3.3	1	0	0.0
12	5	12	2.4	10	36	3.6	1	0	0.0
13	5	13	2.6	12	28	2.3	1	0	0.0
14	5	16	3.2	12	49	4.1	2	15	7.5
15	5	19	3.8	12	30	2.5	3	6	2.0
16	5	18	3.6	13	30	2.3	3	3	1.0
17	5	19	3.8	12	42	3.5	3	4	1.3
18	6	21	3.5	12	36	3.0	2	1	0.5
19	5	7	1.4	12	14	1.2	2	0	0.0
20	5	7	1.4	12	10	0.8	2	0	0.0
21	5	7	1.4	10	11	1.1	2	0	0.0
22	5	9	1.8	10	4	0.4	2	0	0.0
23	5	11	2.2	10	6	0.6	2	0	0.0
P值[1]		0.918			0.586				

[1] By Goodness of fit test.

表 4. 2012 年雞善嶼和白沙嶼二種燕鷗三個時段坐巢與離開巢位次數比較

		白眉燕鷗(雞)	白眉燕鷗(白)	鳳頭燕鷗(白)	P值[1]
時段	時辰	次/時	次/時	次/時	
上午	5	3.0	0.7	0.0	0.0007
	6	5.0	2.6	1.0	
	7	2.3	3.6	0.0	
	8	4.8	1.9	2.0	
	9	5.0	3.4	0.0	
	10	3.6	4.2	3.0	
	11	2.8	3.3	0.0	
下午	12	2.4	3.6	0.0	0.193
	13	2.6	2.3	0.0	
	14	3.2	4.1	7.5	
	15	3.8	2.5	2.0	
	16	3.6	2.3	1.0	
	17	3.8	3.5	1.3	
	18	3.5	3.0	0.5	
夜間	0	2.3	0.6	0.0	＜0.0001
	1	1.5	0.4	0.0	
	2	0.8	0.3	0.0	
	3	1.3	0.8	0.0	
	4	0.5	0.6	0.0	
	19	1.4	1.2	0.0	
	20	1.4	0.8	0.0	
	21	1.4	1.1	0.0	
	22	1.8	0.4	0.0	
	23	2.2	0.6	0.0	

P[1]：by one-way analysis of variance

表 5. 2012 年雞善嶼和白沙嶼二種燕鷗護巢、離巢及驅趕時間比例比較

鳥種	護巢	離巢	驅趕
白眉燕鷗(雞)	14.5%	10.0%	0.002%
白眉燕鷗(白)	12.5%	31.3%	0.001%
鳳頭燕鷗(白)	0.2%	1.9%	0
P[1]	0.058	0.0005	

P[1]：by one-way analysis of variance

七、巢位微氣候與坐巢及巢位結構之關係：

經過比對溫溼度記錄器及錄影畫面，雞善嶼我們選擇 6/24~6/29 共計 6 天，白沙嶼白眉燕鷗巢位選擇 6/9~6/24 共計 15 天，鳳頭燕鷗巢位選擇 5/25~6/10 共計 16 天較完整可靠的記錄器資料做為分析樣本，比較空地上和二種燕鷗巢位微氣候之差異。此外，由於沒有掌握到孵化成功的巢位，所以無法比較成功與失敗巢位的差異。

（一）雞善嶼白眉燕鷗、白沙嶼白眉燕鷗與對照組比較：

1. 晴天的地溫（表 6）：全部時辰都有顯著的差異性。
2. 晴天的溼度（表 7）：除 2、6 和 19~22 時溼度無差異外，其他各時辰都有顯著的差異性。
3. 晴天每小時的地溫：有顯著的差異性（repeated measures of ANOVA, $p=0.0008$；圖 21）。
4. 晴天每小時的溼度：有顯著的差異性（repeated measures of ANOVA, $p<0.0001$；圖 22）。

（二）白沙嶼白眉燕鷗、鳳頭燕鷗和對照組比較：

1. 晴天的地溫（表 8）：除 7 和 18 時溫度無差異外，各時辰都有顯著的差異性。
2. 晴天的溼度（表 9）：除 2、3、7 和 19~22 時溼度無差異外，各時辰都有顯著的差異性。
3. 陰雨天的地溫（表 10）：除 0、2 和 9~16 時溫度有差異外，各時辰都無顯著的差異性。
4. 陰雨天的溼度（表 11）：除 10~16 時溼度有差異外，各時辰都無顯著的差異性。
5. 晴天每小時的地溫：有顯著的差異性（repeated measures of ANOVA, $p=0.0032$；圖 23）。
6. 晴天每小時的溼度：有顯著的差異性（repeated measures of ANOVA, $p=0.0002$；圖 24）。

7. 陰雨天每小時的地溫：無顯著的差異性（repeated measures of ANOVA, p=0.301；圖 25）。

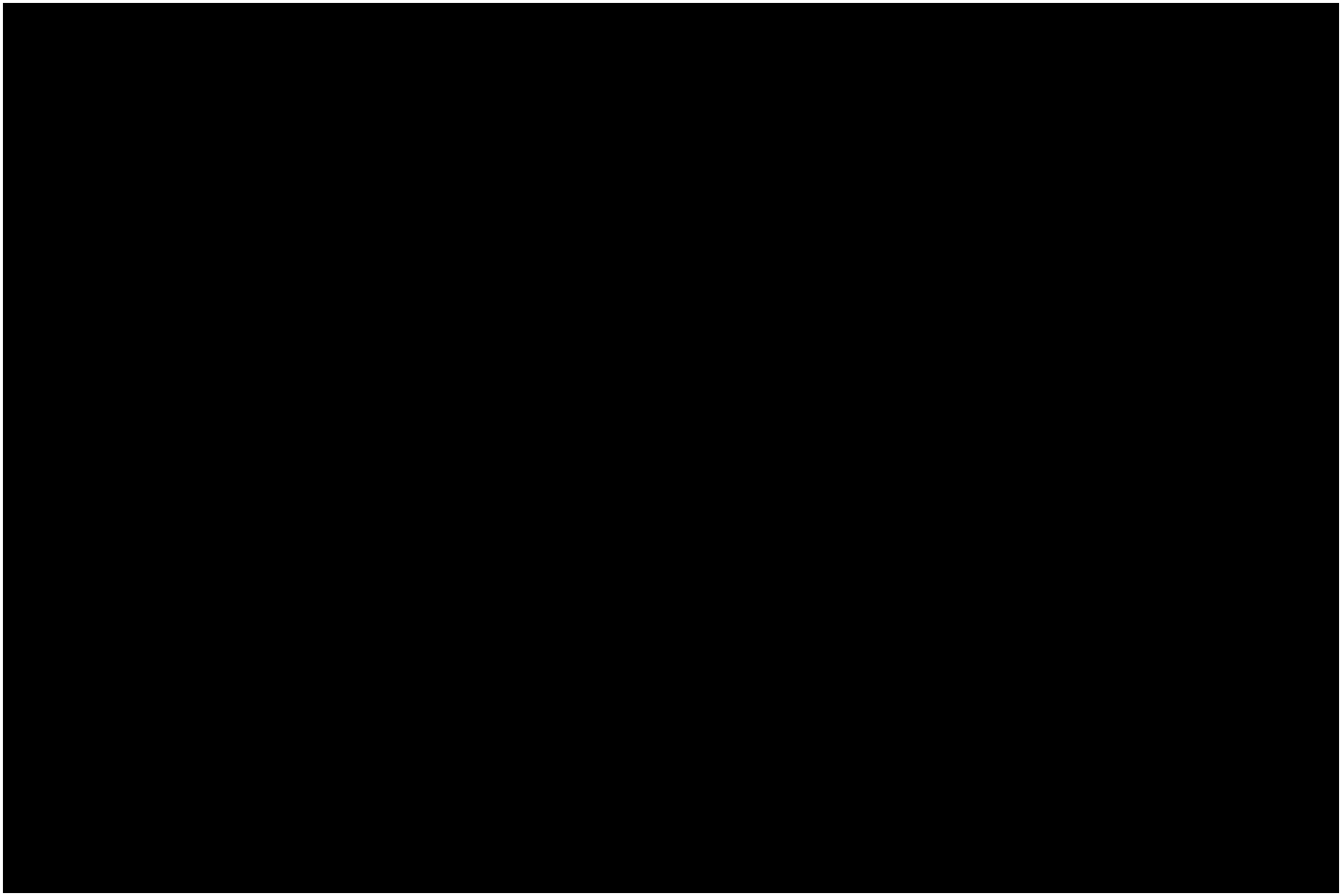
8. 陰雨天每小時的溼度：有顯著的差異性（repeated measures of ANOVA, p＜0.0001；圖 26）。

八、自然的傷害及人類的干擾行為：

南面掛嶼以往都只有數隻蒼燕鷗繁殖，今年的調查中，5/26 發現有 1000 多隻的燕鷗繁殖。據烏嶼漁民說法，去年島的東側也有百來隻紅燕鷗繁殖，百年來只有去年和今年有紅燕鷗繁殖，今年的鳳頭燕鷗更是百年來首次繁殖。5/30 研究人員再次上島調查，卻發現 200 顆鳳頭燕鷗的蛋不翼而飛，從各種跡象來看，確定是漁民撿走，島上原本的 400 隻鳳頭燕鷗也只剩 100 隻。

5/25~26 澎澎灘調查原有蒼燕鷗 100 隻，紅燕鷗 500 隻，且都下很多蛋。6/9 發現紅燕鷗只剩 200 隻，蒼燕鷗只有 20 隻，沙洲最東邊紅燕鷗繁殖區許多紅燕鷗和蒼燕鷗的蛋明顯被撿並丟棄在旁，部份蛋也有破損的裂痕。原本一排的蒼燕鷗在南側的邊緣孵蛋，6/9 尋了一下，大約只剩 4 巢，其他的蛋都不見了。

白沙嶼調查期間發現有許多螞蟻，6/24 到白沙嶼調查，紅燕鷗很多巢都棄巢；鳳頭燕鷗東邊族群的北側外圍幾乎都不見了，許多巢內都有 2 顆蛋了，可能都是受螞蟻攻擊而棄巢。6/24 調查時發現一隻鳳頭燕鷗幼鳥正被螞蟻攻擊，後來死亡。6/20 泰利颱風經過後，方山頂的西北側超過 2/3 範圍被白沙覆蓋，很多的蛋都被埋了，北面的紅燕鷗全不見了，白眉燕鷗多數巢被埋，新下許多的蛋；鳳頭燕鷗大約有 10 隻幼鳥死亡。



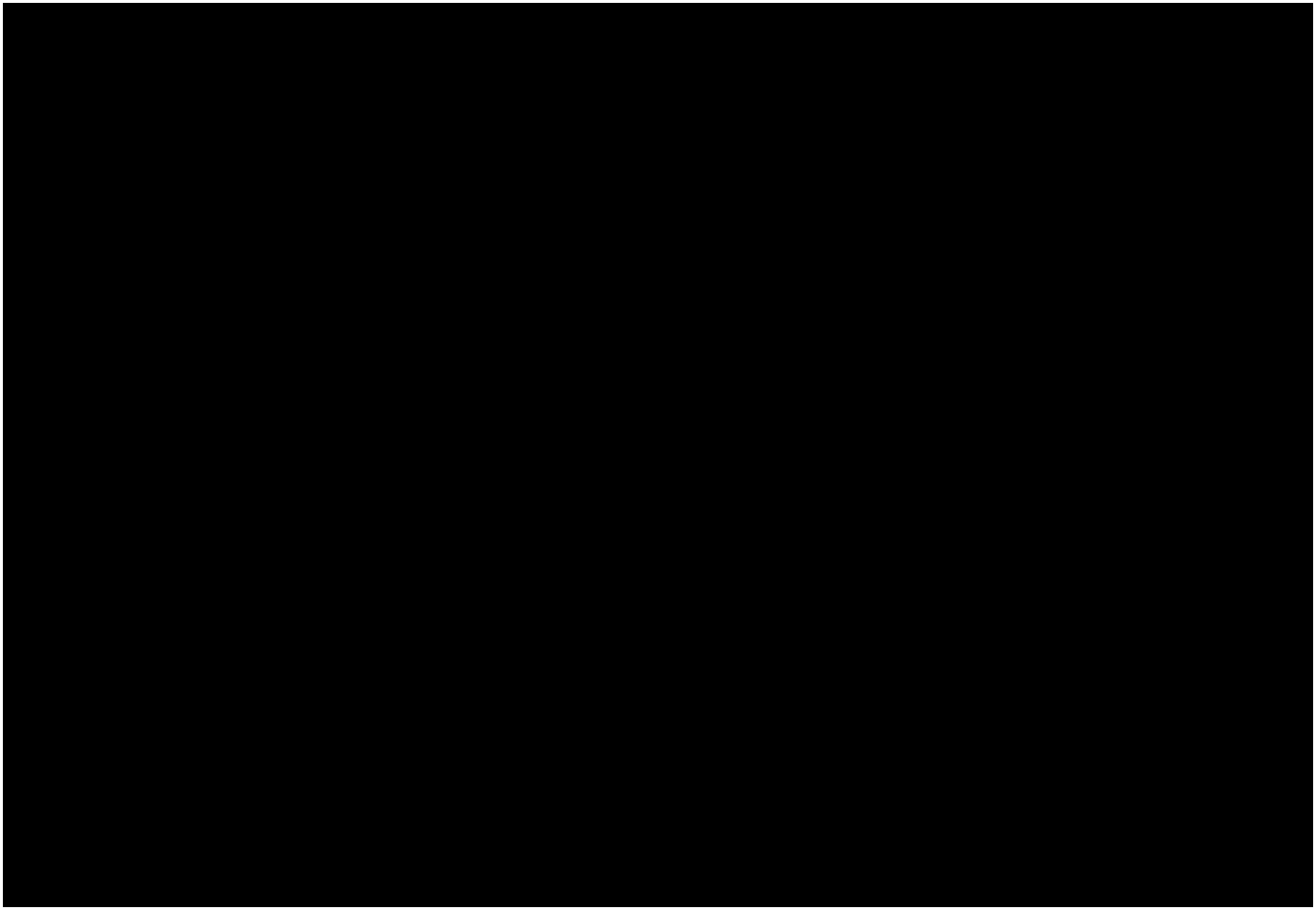


表 8. 2012 年白沙嶼白眉燕鷗(n=37)、鳳頭燕鷗(n=15)和對照組（n＝27）晴天時巢位每小時平均溫度（Mean±SD）

時辰	對照組（A）	白眉燕鷗（B）	鳳頭燕鷗（C）	p[1]	Tukey's			
0	25.3±0.7	27.3±1.8	27.0±2.0	＜0.0001	AB	AC	BC	***
1	25.2±0.8	27.2±1.9	27.3±2.9	＜0.0001	AB	AC	BC	***
2	25.1±0.8	27.0±1.8	26.9±2.2	＜0.0001	AB	AC	BC	***
3	25.1±0.8	27.0±1.8	26.6±1.9	＜0.0001	AB	AC	BC	***
4	25.0±0.8	26.9±1.7	26.6±1.7	＜0.0001	AB	AC	BC	***
5	24.9±0.7	26.8±1.9	26.0±1.6	＜0.0001	AB	AC	BC	***
6	25.9±0.7	27.0±1.7	26.8±1.5	0.005	AB	AC	BC	*
7	28.4±1.6	27.8±1.6	28.2±2.1	0.257	AB	AC	BC	
8	35.9±6.0	29.3±2.0	30.6±3.6	＜0.0001	AB	AC	BC	***
9	42.0±8.8	31.7±3.7	32.4±4.1	＜0.0001	AB	AC	BC	***
10	46.3±9.3	34.1±5.0	33.6±4.4	＜0.0001	AB	AC	BC	***
11	48.2±8.9	34.3±4.8	35.2±3.6	＜0.0001	AB	AC	BC	***
12	49.5±8.8	34.6±4.5	36.3±3.4	＜0.0001	AB	AC	BC	***
13	50.4±8.7	34.9±4.4	38.3±5.7	＜0.0001	AB	AC	BC	***
14	48.4±7.7	34.0±3.7	38.8±4.7	＜0.0001	AB	AC	BC	***
15	44.3±7.3	33.0±2.5	35.7±2.7	＜0.0001	AB	AC	BC	***
16	39.6±6.2	31.9±2.4	33.0±3.7	＜0.0001	AB	AC	BC	***
17	33.7±3.8	30.5±1.6	31.2±5.0	＜0.0001	AB	AC	BC	***
18	29.3±2.0	29.4±1.6	30.0±3.5	0.686	AB	AC	BC	
19	26.5±0.9	28.7±1.7	27.9±2.7	＜0.0001	AB	AC	BC	***
20	26.0±1.0	28.3±1.9	27.7±3.2	0.0001	AB	AC	BC	***
21	25.6±0.9	27.8±1.8	27.2±2.4	0.0004	AB	AC	BC	**
22	25.5±1.1	27.9±1.9	26.7±2.2	＜0.0001	AB	AC	BC	***
23	25.5±1.0	27.7±1.7	27.3±2.4	＜0.0001	AB	AC	BC	***

*P＜0.05,**P＜0.001,***P＜0.0001

P[1]：by one-way analysis of variance

表 9. 2012 年白沙嶼白眉燕鷗(n=37)、鳳頭燕鷗(n=15)和對照組（n＝27）晴天時巢位每小時平均溼度（Mean±SD）

時辰	對照組（A）	白眉燕鷗（B）	鳳頭燕鷗（C）	p[1]	Tukey's			
0	95.7±2.2	92.1±7.4	93.5±4.2	0.044	AB	AC	BC	*
1	96.1±2.1	91.8±8.2	92.2±5.9	0.028	AB	AC	BC	*
2	96.4±2.0	92.1±9.8	93.1±4.4	0.07	AB	AC	BC	
3	96.5±2.1	92.2±9.3	94.1±4.1	0.054	AB	AC	BC	
4	96.9±1.8	92.1±9.3	94.6±4.4	0.025	AB	AC	BC	*
5	97.1±1.7	92.1±9.4	96.0±3.3	0.017	AB	AC	BC	*
6	97.2±2.0	92.2±10.2	94.8±3.0	0.037	AB	AC	BC	*
7	94.2±4.0	91.7±9.9	91.9±3.9	0.43	AB	AC	BC	
8	75.8±13.6	89.8±10.0	85.1±8.8	＜0.0001	AB	AC	BC	***
9	60.9±20.5	87.1±8.7	79.8±9.9	＜0.0001	AB	AC	BC	***
10	51.9±20.8	82.4±12.5	76.8±11.6	＜0.0001	AB	AC	BC	***
11	46.9±18.5	81.0±11.8	72.2±9.6	＜0.0001	AB	AC	BC	***
12	41.3±14.8	79.2±12.1	67.4±8.1	＜0.0001	AB	AC	BC	***
13	39.0±12.9	78.1±11.8	64.0±11.7	＜0.0001	AB	AC	BC	***
14	40.1±12.7	79.5±10.4	61.7±9.9	＜0.0001	AB	AC	BC	***
15	45.8±14.1	81.2±8.0	69.6±10.3	＜0.0001	AB	AC	BC	***
16	53.6±14.8	82.5±7.9	75.0±6.7	＜0.0001	AB	AC	BC	***
17	65.9±12.1	85.2±6.1	79.3±11.2	＜0.0001	AB	AC	BC	***
18	78.8±7.8	87.7±5.2	82.5±10.2	＜0.0001	AB	AC	BC	***
19	88.4±4.7	89.6±5.0	88.5±9.0	0.826	AB	AC	BC	
20	91.7±3.5	90.8±5.3	90.2±8.8	0.506	AB	AC	BC	
21	93.2±3.0	91.8±5.4	92.0±6.9	0.291	AB	AC	BC	
22	94.2±2.7	91.7±5.6	93.5±5.3	0.054	AB	AC	BC	
23	94.9±2.3	91.6±6.7	93.1±5.1	0.03	AB	AC	BC	*

*P＜0.05,**P＜0.001,***P＜0.0001

P[1]：by one-way analysis of variance

表 10. 2012 年白沙嶼白眉燕鷗(n=21)、鳳頭燕鷗(n=6)和對照組（n＝11）陰雨天時巢位每小時平均溫度（Mean±SD）

時辰	對照組（A）	白眉燕鷗（B）	鳳頭燕鷗（C）	p[1]	Tukey's			
0	25.0±1.3	27.0±2.6	26.3±0.8	0.048	AB	AC	BC	*
1	24.7±1.1	26.3±2.2	25.9±0.6	0.074	AB	AC	BC	
2	24.8±0.9	26.4±2.1	26.3±1.3	0.039	AB	AC	BC	*
3	24.8±0.9	26.3±2.0	26.2±0.8	0.064	AB	AC	BC	
4	25.0±0.9	26.2±2.1	25.8±0.5	0.16	AB	AC	BC	
5	25.0±0.9	26.5±2.0	25.9±0.9	0.054	AB	AC	BC	
6	25.4±0.8	26.6±2.0	26.6±1.3	0.124	AB	AC	BC	
7	26.2±1.1	26.7±1.7	27.0±1.1	0.541	AB	AC	BC	
8	27.7±2.6	27.3±2.1	28.0±1.0	0.773	AB	AC	BC	
9	30.9±4.2	28.0±1.7	28.2±0.9	0.017	AB	AC	BC	*
10	32.5±4.4	28.7±2.3	29.3±1.8	0.006	AB	AC	BC	*
11	33.2±5.0	29.4±3.7	29.6±1.5	0.037	AB	AC	BC	*
12	32.4±4.8	28.5±2.1	29.3±1.8	0.006	AB	AC	BC	*
13	31.4±5.0	27.8±2.2	29.8±1.0	0.014	AB	AC	BC	*
14	29.7±3.9	27.2±1.5	29.3±0.8	0.019	AB	AC	BC	*
15	29.3±2.9	27.2±1.4	29.2±1.1	0.01	AB	AC	BC	*
16	28.3±2.7	26.6±1.4	28.5±1.0	0.022	AB	AC	BC	*
17	26.9±1.9	26.6±1.8	27.3±1.2	0.698	AB	AC	BC	
18	25.6±0.6	26.2±1.6	26.5±1.1	0.318	AB	AC	BC	
19	25.1±0.7	25.9±1.8	26.7±1.5	0.117	AB	AC	BC	
20	24.9±0.8	25.9±1.8	26.8±1.7	0.054	AB	AC	BC	
21	24.9±0.7	26.0±1.9	26.4±1.1	0.108	AB	AC	BC	
22	25.0±0.7	26.1±2.0	26.6±1.5	0.107	AB	AC	BC	
23	24.9±0.7	26.2±2.1	26.4±1.0	0.074	AB	AC	BC	

*P＜0.05,**P＜0.001,***P＜0.0001

P[1]：by one-way analysis of variance

表 11. 2012 年白沙嶼白眉燕鷗(n=21)、鳳頭燕鷗(n=6)和對照組（n＝11）陰雨天時巢位每小時平均溼度（Mean±SD）

時辰	對照組（A）	白眉燕鷗（B）	鳳頭燕鷗（C）	p[1]	Tukey's			
0	94.0±4.1	90.6±8.1	90.5±4.8	0.297	AB	AC	BC	
1	94.9±4.5	92.6±7.3	90.9±4.3	0.379	AB	AC	BC	
2	95.2±4.2	92.5±7.1	89.9±5.6	0.213	AB	AC	BC	
3	95.5±4.2	93.1±6.1	90.7±5.7	0.216	AB	AC	BC	
4	95.6±4.2	93.2±6.3	91.8±5.1	0.316	AB	AC	BC	
5	95.4±4.4	92.5±6.8	92.0±4.6	0.309	AB	AC	BC	
6	95.1±5.1	92.5±7.0	89.4±6.1	0.208	AB	AC	BC	
7	93.1±7.3	92.4±7.3	88.3±5.8	0.408	AB	AC	BC	
8	89.5±11.2	91.7±8.6	84.8±4.5	0.322	AB	AC	BC	
9	83.1±16.8	92.0±7.4	84.3±5.2	0.094	AB	AC	BC	
10	78.0±16.2	92.0±6.1	81.2±5.9	0.002	AB	AC	BC	*
11	74.4±17.5	89.4±7.2	80.1±6.1	0.005	AB	AC	BC	*
12	75.9±17.9	89.9±7.4	81.1±7.1	0.011	AB	AC	BC	*
13	76.0±17.5	90.4±6.7	78.8±4.3	0.004	AB	AC	BC	*
14	80.4±16.5	91.3±6.5	80.3±3.8	0.014	AB	AC	BC	*
15	81.6±15.4	91.3±6.8	79.8±4.5	0.016	AB	AC	BC	*
16	83.9±14.1	92.1±6.9	82.3±4.8	0.035	AB	AC	BC	*
17	88.1±9.5	91.9±7.3	84.7±5.6	0.159	AB	AC	BC	
18	92.0±6.9	92.7±7.0	87.0±5.5	0.232	AB	AC	BC	
19	93.6±5.4	92.6±6.8	87.3±6.6	0.145	AB	AC	BC	
20	94.3±4.9	92.5±6.9	87.6±6.0	0.116	AB	AC	BC	
21	94.4±4.5	92.0±7.3	88.3±4.6	0.155	AB	AC	BC	
22	94.5±4.6	91.7±7.6	89.0±5.9	0.242	AB	AC	BC	
23	94.6±4.7	91.4±7.8	89.3±4.9	0.211	AB	AC	BC	

*P＜0.05,**P＜0.001,***P＜0.0001

P[1]：by one-way analysis of variance

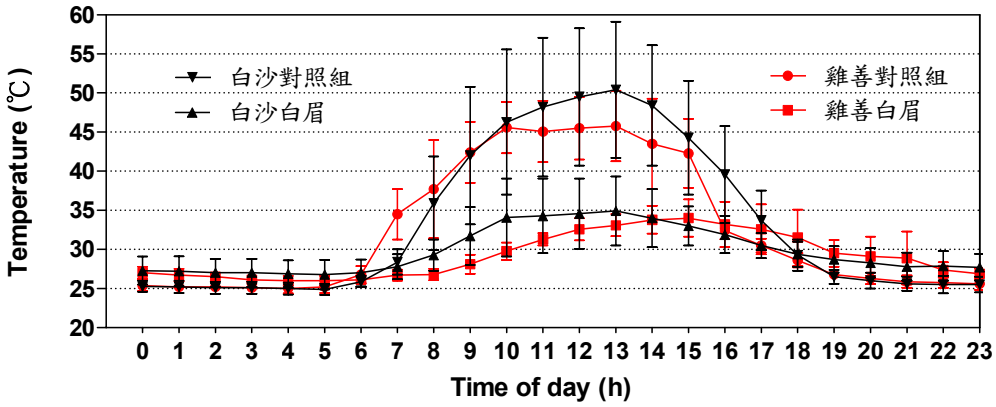


圖 21. 2012 雞善嶼、白沙嶼白眉燕鷗和對照組晴天時（n=6）巢位每小時平均地溫（Mean±SD）

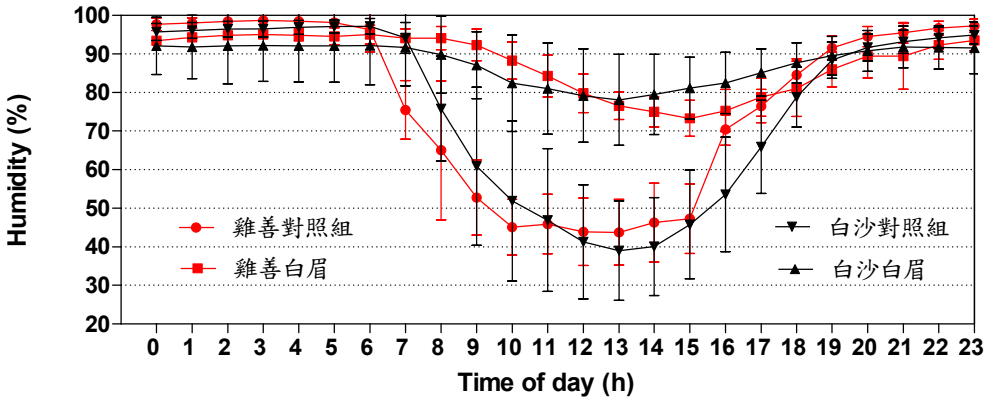


圖 22. 2012 雞善嶼、白沙嶼白眉燕鷗和對照組晴天時（n=6）巢位每小時平均溼度（Mean±SD）

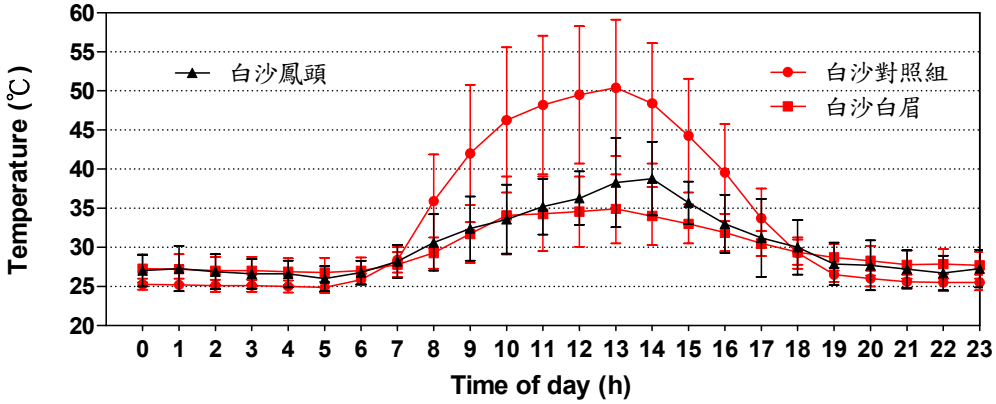


圖 23. 2012 年白沙嶼晴天時（n=15）白眉燕鷗、鳳頭燕鷗和對照組巢位每小時平均地溫（Mean±SD）

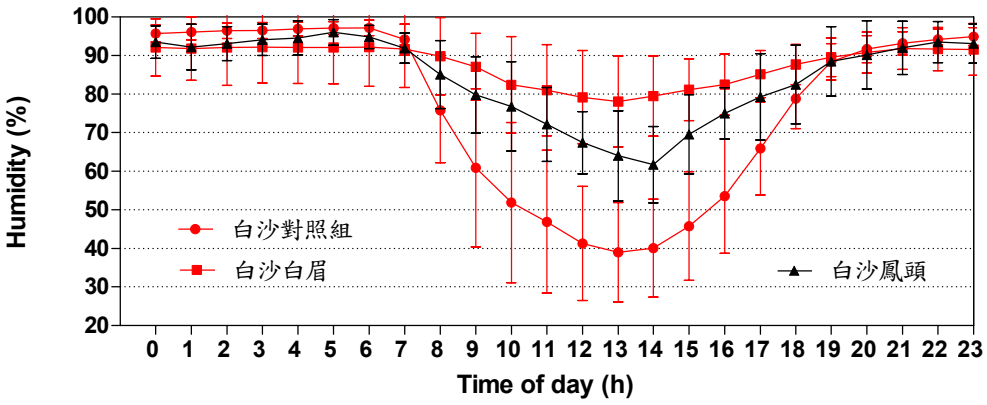


圖 24. 2012 年白沙嶼晴天時（n=15）白眉燕鷗、鳳頭燕鷗和對照組巢位每小時平均溼度（Mean±SD）

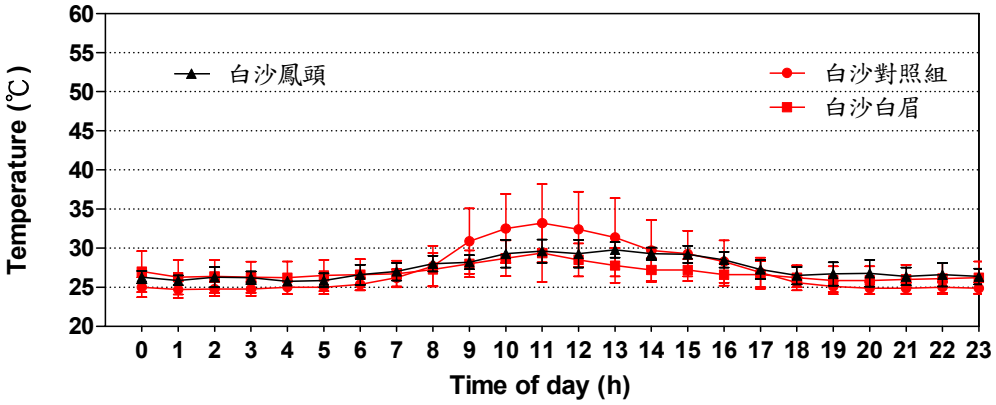


圖 25. 2012 年白沙嶼陰雨天時（n=11）白眉燕鷗、鳳頭燕鷗和對照組巢位每小時平均地溫（Mean±SD）

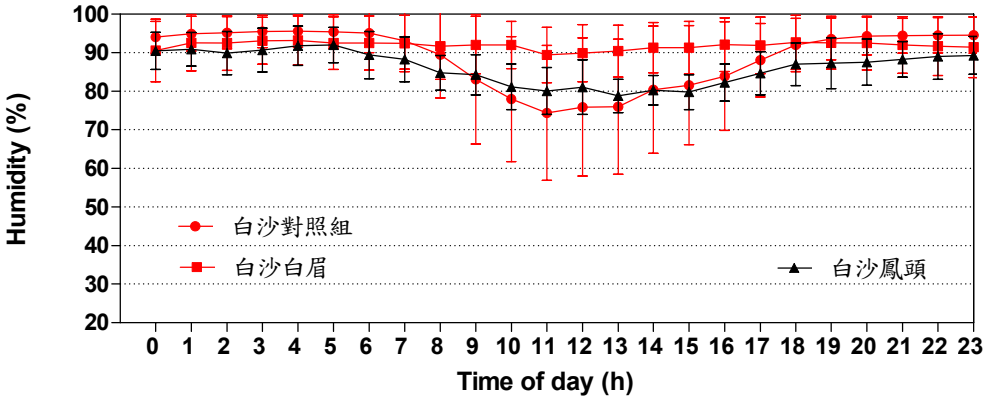


圖 26. 2012 年白沙嶼陰雨天時（n=11）白眉燕鷗、鳳頭燕鷗和對照組巢位每小時平均溼度（Mean±SD）

肆、討　　論

一、貓嶼鳥類與鼠類概況

（一）本年度從 4 月底起調查，玄燕鷗遷移與繁殖日期與往年相同，族群數量也相去不遠，惟今年白眉燕鷗之數量明顯少於往年，推測可能是受到颱風之影響，延遲繁殖時間或轉移它處繁殖。為何颱風會影響白眉燕鷗的數量，卻不會讓玄燕鷗減少？在貓嶼繁殖玄燕鷗通常選擇在垂直岩壁上築巢，貓嶼垂直岩壁大部份都位於大貓嶼的東北側和小貓嶼的北側，而澎湖的颱風通常是吹西南或東南風，因此對於玄燕鷗影響較小；反觀白眉燕鷗幾乎都築巢於貓頂的斜坡上，颱風不僅很容易吹落蛋，對於完全無遮蔽的親鳥也是一大威脅。

(二)從照像器錄到的影像中，發現有老鼠在洞口附近活動，但未發現鼠類攻擊燕鷗的畫面；然而從 6 處洞口的監視，即可發現老鼠活動影像，顯見得老鼠仍是島上燕鷗潛在的威脅。

（三）本年度最後一次的調查為 10/6，島上除零星的過境鳥外，島上已不見燕鷗族群。去年 9/11 之前進行調查，白眉燕鷗有集中後離開的情形，今年於 9/24 調查時島上只見零星的白眉燕鷗；10 月後玄燕鷗也全數離境，顯見貓嶼燕鷗群遷徙的時間非常的具有規律性。

二、玄武岩自然保留區燕鷗的族群動態

本年度和去年度的調查結果鳥類數量相近，但各島燕鷗的數量波動很大。去年的調查，紅燕鷗主要在雞善嶼繁殖，白沙嶼和澎澎灘(活龍灘)幾乎沒紅燕鷗繁殖。今年雞善嶼紅燕鷗沒繁殖，白沙嶼只有 200 隻繁殖，澎澎灘有 500 隻繁殖，大白沙嶼（白公）有 300 隻繁殖，險礁有 900 隻繁殖，南面掛嶼有高達 1300 隻繁殖。同樣的，去年在雞善嶼繁殖的鳳頭燕鷗，今年幾乎全都到白沙嶼繁殖。特別的是今年鳳

頭燕鷗和紅燕鷗為何選擇在南面掛嶼繁殖？南面掛嶼雖然是無人島，但退潮時和鳥嶼相連，漁民常從鳥嶼走到南面掛嶼一帶的潮間帶採集，干擾可說相當大，所以百年來除了零星的蒼燕鷗外，其他燕鷗都不會在這裡繁殖。

我們分析今年的繁殖情形，以 6/24 到白沙嶼的調查，發現鳳頭燕鷗已有許多幼鳥孵出，幼鳥多數在 3-4 日齡大，但有些可能達 6-7 日齡，回推最早下蛋的可能在 5/17 左右，大族群則在 5/20 左右。而據鳥嶼當地旅遊業者提供的訊息，南面掛嶼的燕鷗是在 5/23 日到島上的。所以早到的燕鷗是先到白沙嶼繁殖，後到的族群才到南面掛嶼，為何晚到要選擇南面掛嶼？我們推測可能跟白沙嶼太多螞蟻有關，加上 5/25 之前連續 1 星期壞天氣，南面掛嶼附近都沒漁民出沒，所以燕鷗選擇在此下蛋。同樣的，險礁那一段時間可能都沒遊客，加上今年因為碼頭修建，遊客都從西側沙灘上岸，島的南邊干擾較少，才有那麼多紅燕鷗在此繁殖。

今年白沙嶼首波下蛋的鳳頭燕鷗約在 5/20，和去年在雞善嶼首波下蛋約 5/20 相同；鳳頭燕鷗族群每天下卵 1~100 個左右，個別的繁殖區通常在 10 幾天內下卵完成（在 One Tree Island　18±11.5 天），隔了幾天，另一個族群才會在附近又產生一個新的繁殖區，假若繁殖地不足，有時後來的族群會在原先繁殖區的外圍再下卵。因此，數量越多可能代表越多不同的族群，因而造成下卵期的拉長。此外，較晚下卵的族群，有可能是第一次下卵失敗的個體的二次下卵（Langham & Hulsman, 1986）。今年白沙嶼多數的鳳頭燕鷗在 6/9 前即完成下蛋，6/20 泰利颱風經過，鳳頭燕鷗西側族群的地面全被沙子掩蓋，在這個範圍的北邊又新下 500 巢左右。在後來的 7/21 調查中，發現這 500 巢中，約 160 巢未孵化，很顯然 6/20 後較晚期下的蛋，失敗率相當高。8/29 調查中，發現岩礁一帶有約 20 隻，日齡大約 20 天大的幼鳥，回推這批幼鳥應該是在 7/10 前後下的蛋，顯示有繁殖失敗的個體的

二次下卵或其他地區受到干擾的族群遷移來此繁殖。

由近 5 年的調查結果顯示（圖 27-31），紅燕鷗和鳳頭燕鷗在各島的繁殖族群並不是很穩定。這個結果似乎也透露出這個區域人類干擾的嚴重程度已令燕鷗們非常不安。

從圖 27 可看出 5 年來蒼燕鷗數量都相當穩定，除了 2008 年澎澎灘不知何種因素影響，幾乎沒任何燕鷗繁殖，造成當年蒼燕鷗總數量突然減少。

從圖 28 可看出 5 年來紅燕鷗在各島的數量波動相當大，總數量在 2008 年和 2011 年差距也很大。分析原因發現，2008 年是澎湖發生寒害那年，是否因為寒害造成海洋魚群分布和往年不同，而影響燕鷗的棲地選擇；而且白沙嶼和後袋仔嶼二島的紅燕鷗直到 7 月份才出現，或許是其他地區繁殖失敗的族群遷移過來，造成數量大增。2011 年則是可能有部份繁殖島嶼沒調查到（例如後袋仔嶼、險礁），使得當年總數量少很多。目前看來全澎湖夏季繁殖的紅燕鷗總數量約在 3500~4000 之間。

從圖 29 可看出白眉燕鷗是 5 年來在各島數量波動最小的，總數量差異的原因主要是受貓嶼數量多寡的影響。

玄燕鷗僅分布於澎湖南方各島，而除貓嶼外，各島數量都在 20 隻以下，所以僅列貓嶼的數量。

從圖 31 可看出 5 年來鳳頭燕鷗在各島的數量波動相當大，整體的數量感覺有越來越多的趨勢。今年數量的增加或許和馬祖燕鷗繁殖地棄巢有關。

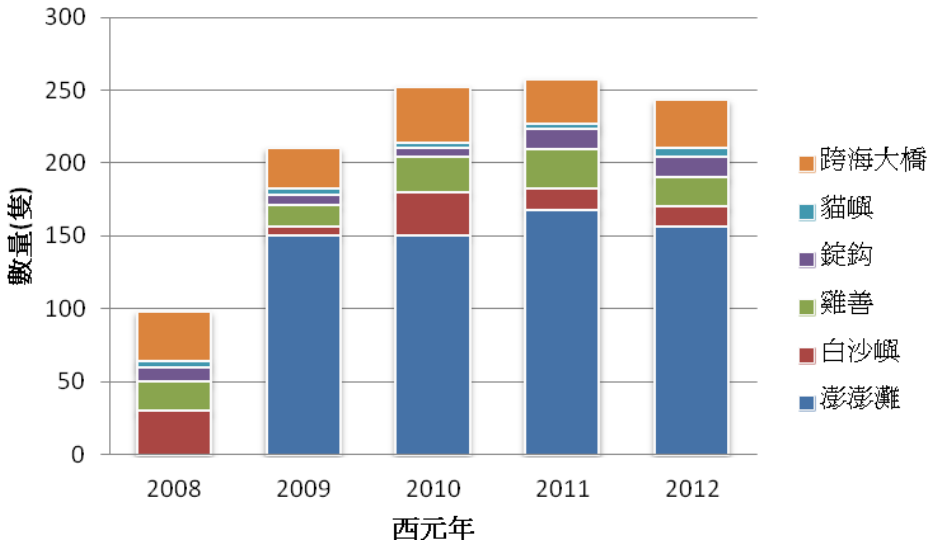


圖 27. 2008-2012 年澎湖各無人島蒼燕鷗繁殖數量統計圖

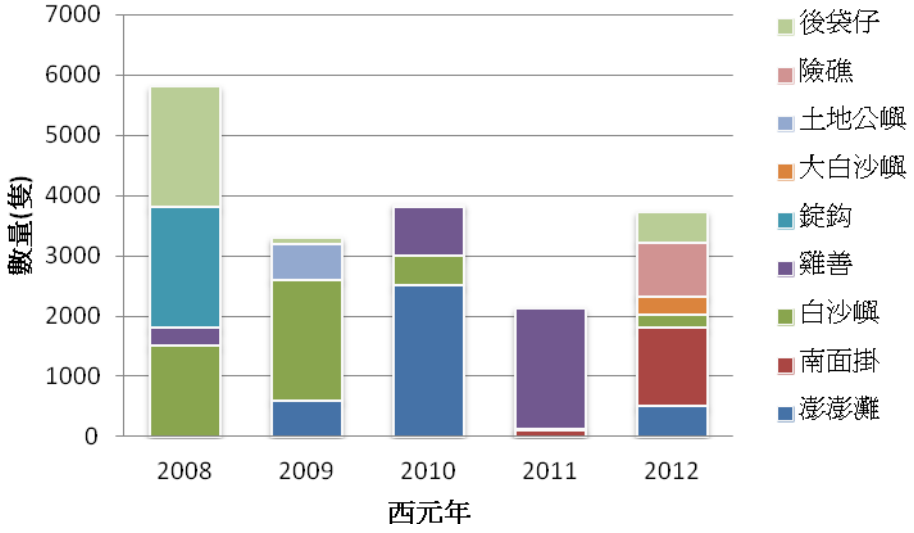


圖 28. 2008-2012 年澎湖各無人島紅燕鷗繁殖數量統計圖

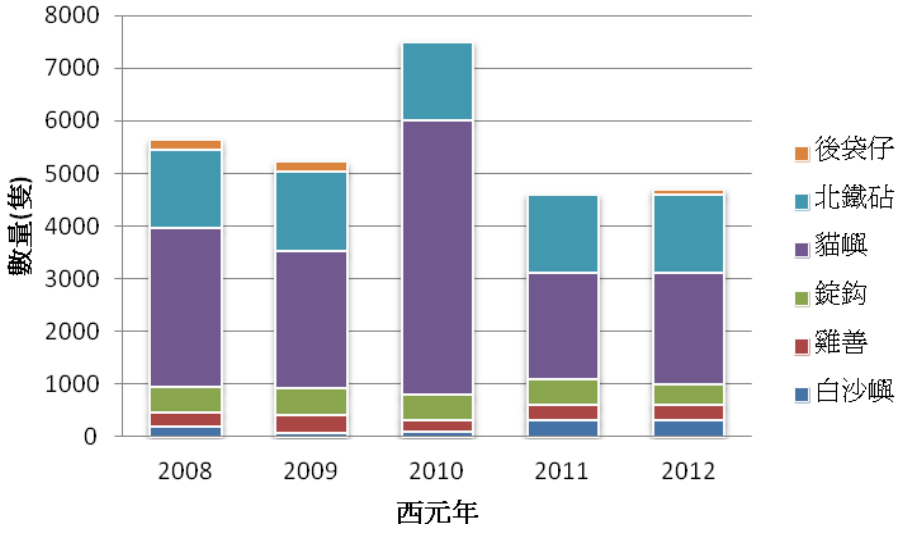


圖 29. 2008-2012 年澎湖各無人島白眉燕鷗繁殖數量統計圖

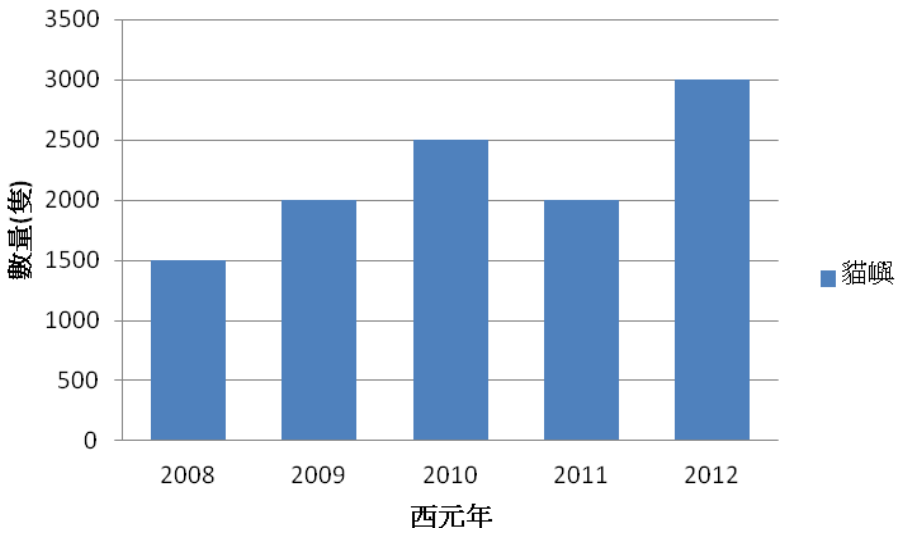


圖 30. 2008-2012 年澎湖貓嶼玄燕鷗繁殖數量統計圖

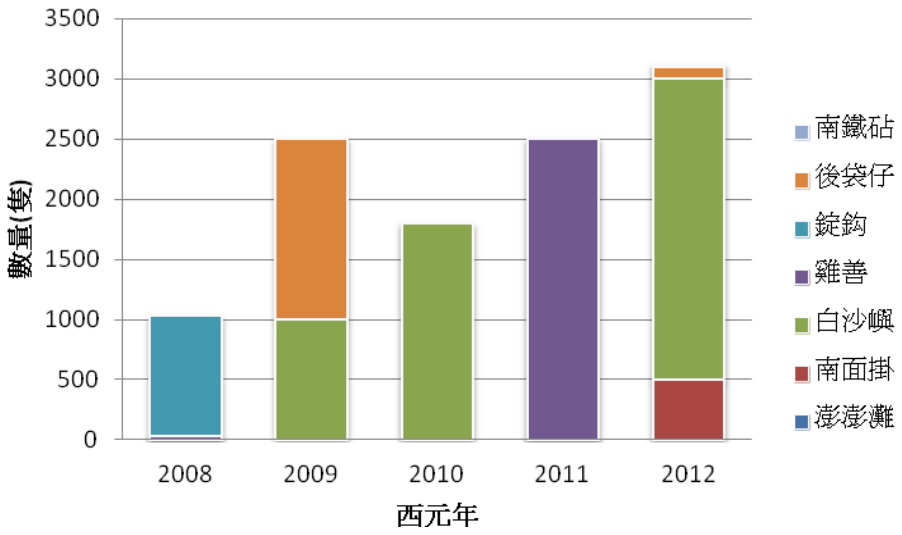


圖 31. 2008-2012 年澎湖各無人島鳳頭燕鷗繁殖數量統計圖

三、孵卵行為

從表 1 來看，白眉燕鷗（雞善嶼）、白眉燕鷗（白沙嶼）和鳳頭燕鷗（白沙嶼）坐巢時間分別比較，二種燕鷗分時段都沒明顯的差異。但若二島二種燕鷗同時段一起比較（表 2），我們發現有顯著差異性。其中白眉燕鷗（白沙嶼）下午坐巢時間明顯偏低，而鳳頭燕鷗（白沙嶼）在夜間幾乎不離巢。白眉燕鷗多數下蛋在有遮蔽的地點（95%，鄭，2009），因此長時間不坐巢，蛋的溫度也不致於波動太大，但鳳頭燕鷗完全下蛋在裸露的地點，所以需要靠親鳥的遮蔭或保溫，蛋的

溫度才不致於偏高或太低，因此親鳥坐巢的時間連續 2 年都高達 97% 以上（鄭，2011）。

從表 3 可知二種燕鷗在每小時坐巢與離巢次數比較上都無明顯差異，但交換次數白天明顯較夜間多。

從表 4 二種燕鷗互相比較坐巢與離巢次數可以看出，白眉燕鷗（雞善嶼），上午和夜間交換次數都明顯高於鳳頭燕鷗（白沙嶼）。為何白沙嶼的白眉燕鷗交換次數較少於雞善嶼的白眉燕鷗？或許築巢位置是關鍵。本研究白沙嶼的白眉燕鷗築巢於大約 10 度的開闊平緩斜坡，而雞善嶼的白眉燕鷗築巢於大約 70 度的小面積的陡坡上。我們推測在開闊的地點，較容易遭受攻擊，坐巢的行為使得燕鷗來不及即時飛走而被掠食者攻擊，因此，較少回巢位孵蛋，但還是會在巢旁的石頭上護巢。

四、護巢行為

二種燕鷗中以白眉燕鷗（白沙嶼）較多的時間離開巢位，根據我們野外的觀察，白眉燕鷗也常在巢位旁的石塊上休息，也會在巢位旁叼石子，但由於攝影機畫面的限制，對於走出攝影機畫面或在攝影機畫面外石塊上休息的白眉燕鷗，我們無法判斷牠的行為，所以只能以離巢來記錄，造成統計上離巢時間會較多。

五、巢位結構與微氣候之關係

通常孵化中的蛋，周遭溫度維持在 30℃~40℃（Webb, 1987），而鳥類胚胎期對於高溫比低溫更無法忍受（Carey, 1980），如 Heermann's gulls 的卵曝曬在 43℃ 1 小時，即造成胚胎毀滅性的傷害（Bennett and Dawson 1979）。今年在雞善嶼的白眉燕鷗巢位（上面有遮蔽），晴天時地溫在 25.5℃~38.5℃，而對照組在 24.5℃~55.5℃；白沙嶼繁殖的白眉燕鷗巢位（上面有遮蔽），晴天時地溫在 25℃~37℃；白眉燕鷗巢位（只 1~2 面遮蔽）晴天時地溫在 24.5℃~50.5℃；鳳頭燕鷗巢位晴天時地溫在 24℃~47.5℃；而對照組在 22.5℃~66.5℃。顯然白眉

燕鷗上面有遮蔽的巢位，能有效降低10℃以上的溫度。以下就二種燕鷗每小時平均的巢位的微氣候分別及綜合加以討論。

（一） 白眉燕鷗與對照組巢位結構與微氣候之間的關係:表6顯示本年度晴天時白眉燕鷗巢位的地溫和對照組每小時都有顯著的差異，其中06:00和18:00差異較小，主要因為這二個時間點剛好是溫度轉高和轉低的過渡點。

在溼度方面，白眉燕鷗和對照組在07:00~18:00有較顯著的差異，顯示白天的坐巢行為能有效的防止空氣中水份的蒸散。

（二） 白沙嶼二種燕鷗與對照組巢位結構與微氣候之間的關係:二種燕鷗在晴天時，每小時地溫幾乎無顯著的差異，但白眉燕鷗與對照組比鳳頭燕鷗有較多顯著的差異。從錄影畫面來看，鳳頭燕鷗坐巢的時間比白眉燕鷗長。顯然孵蛋的時間應該不是影響溫、溼度的關鍵，那麼影響的因素是什麼呢？我們推測可能是巢位環境的溫、溼度。7~18時鳳頭燕鷗的巢溫都較白眉燕鷗的巢溫高，可能是因為鳳頭燕鷗的巢位於平坦的地面上，7~18時的陽光將地面照熱，使得地溫提高，而白眉燕鷗的巢位因為有遮蔽，因此地溫較低。溼度則剛好相反，鳳頭燕鷗較白眉燕鷗巢位的溼度變化較大，可能是鳳頭燕鷗的巢位於較開闊平坦的地點，植被也相對的低，白天陽光直射，又無任何遮擋，水份較易蒸散，且地面也較易吸熱和散熱所致。

六、自然的傷害及人類的干擾行為：

今年發生撿蛋和破壞行為對繁殖於南面掛嶼和澎澎灘的燕鷗影響相當大。南面掛嶼原本有400隻鳳頭燕鷗繁殖，蛋被撿後，剩100隻；澎澎灘紅燕鷗原本有500隻、蒼燕鷗100隻，蛋被破壞後，紅燕鷗剩200隻、蒼燕鷗剩20隻。對於這類破壞保育類鳥類繁殖的行為，有關單位應該要再檢討相關保護措施，以杜絕非法的事一再發生。

從今年的研究中，我們也感受到颱風的威力以及它和螞蟻對燕鷗繁殖的影響。

從貓嶼的調查中發現，不當的捕撈活動，在保護區四周仍時而出現；與貓嶼近在咫尺的草嶼，空軍仍持續佈設新靶進行炸射演訓。草嶼島上仍散佈被切割完整的彈殼(不法炸葯的來源)，漁民認為要根絕炸魚惡習，惟有空軍不在保護區附近進行炸射演訓(不能只許州官放火)。

伍、結　　論

一、本年度共有三種燕鷗在貓嶼島上進行繁殖，數量以玄燕鷗的數量最多，次為白眉燕鷗，蒼燕鷗族群數仍是非常稀少。

二、本年度設置老鼠活動影像監視器材，雖並未拍到鼠類影響燕鷗族群的相關影像，但島上鼠類族群仍存在。

三、本年度澎湖北海的各種燕鷗族群數量總數與往年相近，唯鳳頭燕鷗有稍增加趨勢，可能與近年其他地區干擾嚴重，本縣保護區的保護卻越來越好的情況有關。但是澎澎灘和南面掛嶼的鳥蛋被破壞與撿拾，也顯示本區宣導與教育不足。

四、黑嘴端鳳頭燕鷗及小鳳頭燕鷗的再度蒞臨，顯示鳳頭燕鷗族群的穩定，有助於其他相近種的燕鷗在澎湖繁殖。

五、白眉燕鷗的坐巢時間受繁殖環境地點的影響，在開闊平緩地坐巢時間會較少，在陡坡上坐巢時間會較長。

六、燕鷗的坐巢行為有助於維持蛋周邊的環境溫、溼度的穩定，以確保蛋的孵化成功。

七、今年泰利颱風侵澎，造成白沙嶼紅燕鷗與白眉燕鷗繁殖的失敗，顯示颱風對燕鷗繁殖有極大的影響。

陸、建　　議

一、本研究期間，附近學校辦理之貓嶼島生態體驗營活動及國內社團辦理的賞鳥活動，都獲致良好的宣導與保育效果，也直接的有效遏止非法登島或非法捕撈活動的機會，建議主管機關補助附近學校或保育社團，積極的辦理生態體驗活動，使生態保育的工作能更落實。

二、本年度於貓嶼島上設置兩處老鼠監視器材，雖然並未得到鼠類攻擊燕鷗的影像，但所錄得影像，不論是白天或夜晚影像都清晰可辨。因此，若明年持續有調查經費，可寬列相關經費，若能在捕撈活動最頻繁的區域設置，亦可監控不法的捕撈活動，全貓嶼(含大小)約需要 6 部監視影像設備。

三、從這幾年鳳頭燕鷗的繁殖行為來看，最早下蛋族群約在 5 月中、下旬，有些年較晚下蛋，可能是受到人為干擾，迫使鳳頭燕鷗不敢冒然下蛋。因此，5 月上旬即應派人開始巡邏，並加強附近漁村的宣導，請漁民勿上島活動。

四、由縣政府、澎管處和澎湖鳥會合作，或輔導旅遊業者每年辦理多場次的「燕鷗季」活動，一來可透過活動的辦理，加強燕鷗保育的宣導，也讓更多人知道燕鷗保育的重要性；二來由於經常辦理賞燕鷗活動，想非法登島的民眾比較沒機會上島，彌補巡邏人力的不足。「燕鷗季」舉辦時間宜在每年 6 月中至 8 月中，北海可以規劃每週 1 次由岐頭港出發，早上 6 時出發，11 時回到岐頭，行程包含繞行雞善、錠鈎、白沙嶼等三島，澎澎灘則可上岸觀察。另外也可在行程中加入鳥嶼和員貝嶼的參觀。

五、澎湖北海的北鐵砧嶼，長期以來一直是北海白眉燕鷗最大的繁殖地，每年約有 1500 隻個體棲息。然而，因為尚未成立保護區，繁殖期間漁民上島採集牡蠣和螺類時，有些人會順手撿拾鳥蛋，

部份旅遊業者也會載遊客上島，對燕鷗的繁殖造成很大的影響，建議此島儘速設立保護區，以保護北海最大的白眉燕鷗繁殖地。

柒、參考文獻

Bennett, A. F. and W. R. Dawson. 1979. Physiological responses of embryonic Heermann's Gulls to temperature. Physiology Zoology 52:413-421.

Carey, C. 1980. The ecology of avian incubation. Bioscience 30:819-824.

Langham, N. P. and K. Hulsman . 1986. The Breeding Biology of the Crested Tern *Sterna bergii.* Emu 86(1) 23 – 32.

Ogilvie-Grant, W. R. and J. D. D. La Touche. 1907. On the birds of the island of Formosa-partⅡ. Ibis 1907:254-279.

Webb, D. R. 1987. Thermal tolerance of avian embryos: a review. The Condor 89:874-898.

王穎、陳翠蘭（1987）澎湖貓嶼海鳥保護區之可行性研究(一）行政院農委會編印

王穎、陳翠蘭（1988）澎湖貓嶼海鳥保護區之可行性研究(二）行政院農委會編印

吳森雄（1984）紅燕鷗在台灣之繁殖 野生動物第二期

宋心怡 （2009）巢位棲地結構對澎湖紅燕鷗巢位微氣候及孵化率的影響 國立中山大學生物科學系碩士論文

林長興（1997）澎湖玄武岩地景保育解說手冊 澎湖縣政府

林于凱 （2007）澎湖小白沙嶼三種燕鷗巢位選擇與孵化成功之研究 國立中山大學生物科學系碩士論文

林毓鴻 （2009）蒼燕鷗與紅燕鷗的巢位辨識 國立中山大學生物科學系碩士論文

許維樞等（1996）中國野鳥圖鑑 翠鳥文化事業有限公司

陳培源、張郇生（1995）澎湖群島之地質與地史 澎湖縣立文化中心

黃國揚（2001）貓嶼島鳥類生態環境之調查研究 澎湖縣望安鄉花嶼

國民小學

澎湖縣政府 （2005）澎湖群島島嶼數量委託清查計畫報告書 高雄應用科技大學

鄭謙遜 （2006）澎湖雞善嶼燕鷗巢位選擇與繁殖生態學研究 國立中山大學生物科學系在職專班碩士論文

鄭謙遜 （2007）澎湖活龍灘和小白沙嶼燕鷗巢位選擇與繁殖生態學研究 澎湖縣湖西鄉沙港國民小學

鄭謙遜 （2008）澎湖縣貓嶼及自然保留區鳥類生態調查報告書 澎湖縣野鳥學會

鄭謙遜 （2009）澎湖縣貓嶼及自然保留區鳥類生態調查報告書 澎湖縣野鳥學會

鄭謙遜、黃國揚 （2010）澎湖縣貓嶼及自然保留區鳥類生態調查報告書 澎湖縣野鳥學會

鄭謙遜、黃國揚（2011）澎湖縣貓嶼及自然保留區鳥類生態調查報告書 澎湖縣野鳥學會

顏重威（1995）後袋子嶼燕鷗之分布與巢位選擇 臺灣省立博物館年刊 第 38 卷 p135-143

維基百科網 http://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E8%A4%90%E9%BC%A0

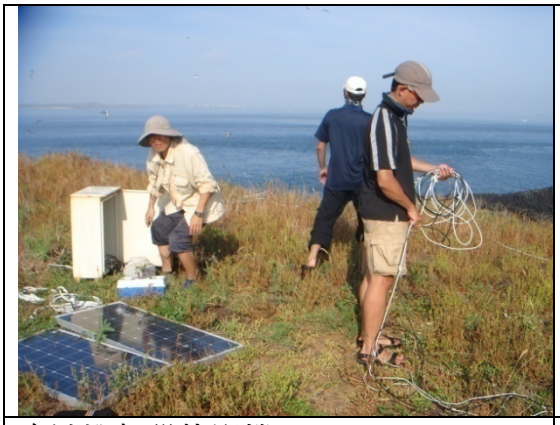
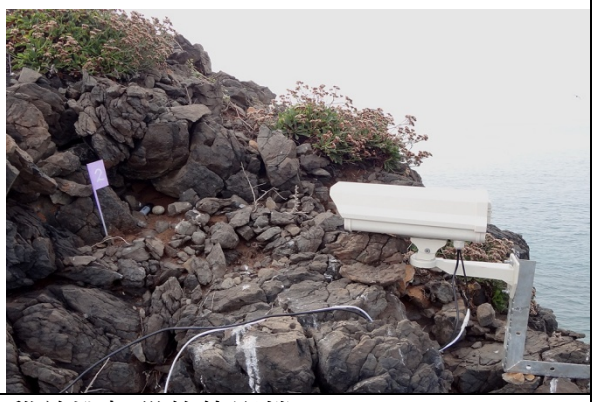
附錄 1：2012 年澎湖貓嶼及玄武岩自然保留區鳥類名錄

中　　名	學　　名	出 現 地 點
軍艦鳥科	FREGATIDAE	
白斑軍艦鳥	*Fregata ariel*	貓
鷺科	ARDEIDAE	
岩鷺	*Egretta sacra*	貓雞白錠
小白鷺	*Egretta garzetta*	貓
黃頭鷺	*Bubulcus ibis*	貓
黃小鷺	*Ixobrychus sinensis*	貓
夜鷺	*Nycticorax nycticorax*	貓
池鷺	*rdeola bacchus*	貓
鷹科　池鷺	ACCIPITRIDAE *rdeola bacchus*	貓
赤腹鷹	*Accipiter soloensis*	貓
鴴科	CHARADRIIDAE	
東方環頸鴴	*Charadrius alexandrinus*	白
鷸科	SCOLOPACIDAE	
中杓鷸	*Numenius phaeopus*	白錠
黃足鷸	*Tringa brevipes*	白錠
磯鷸	*Actitis hypoleucos*	貓
鷗科	LARIDAE	
玄燕鷗	*Anous stolidus*	貓
白眉燕鷗	*Sterna anaethetus*	貓雞錠白
鳳頭燕鷗	*Thalasseus bergii*	貓雞錠白
小鳳頭燕鷗	*Thalasseus bengalensis*	白
紅燕鷗	*Sterna dougallii*	雞錠白
蒼燕鷗	*Sterna sumatrana*	貓雞錠白
黑嘴端鳳頭燕鷗	*Thalasseus bernsteini*	白
雲雀科	ALAUDIDAE	
小雲雀	*Alauda gulgula*	貓雞白
燕科	HIRUNDINIDAE	
家燕	*Hirundo rustica*	貓雞白
鶺鴒科	MOTACILLIDAE	
西方黃鶺鴒	*Motacilla flava*	貓白雞
灰鶺鴒	*Motacilla cinerea*	貓
伯勞科	LANIIDAE	
紅尾伯勞	*Lanius cristatus*	貓雞白錠
鶇科	TURDIDAE	
藍磯鶇	*Monticola solitarius*	貓
鶯科	SYLVIIDAE	

茅斑蝗鶯	*Locustella lanceolata*	㊣
蒼眉蝗鶯	*Locustella fasciolata*	㊣
鵐科	EMBERIZIDAE	
小鵐	*Emberiza pusilla*	㊥
麻雀科	PASSERIDAE	
麻雀	*Passer montanus*	㊥

貓嶼 13 科 22 種	雞善嶼 8 科 12 種
錠鈎嶼 3 科 7 種	白沙嶼(小白沙嶼)9 科 15 種

附錄 2.研究相關照片

<table>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>白沙嶼架設錄影機</td><td>雞善嶼架設的錄影機</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>溫溼度記錄器放置位置</td><td>貓嶼架設紅外線定時照相器</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>小鳳頭燕鷗再次出現在澎湖</td><td>黑嘴端鳳頭燕鷗出現在白沙嶼</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>在貓嶼海蝕平台覓食的玄燕鷗</td><td>玄燕鷗覓食行爲</td></tr>
</table>

5/27 南面掛嶼繁殖的鳳頭燕鷗	5/27 南面掛嶼繁殖的紅燕鷗
5/27 鳳頭燕鷗下蛋約 200 顆	5/30 鳳頭燕鷗的蛋幾乎全被撿走
澎澎灘紅燕鷗的蛋被破壞的情形	澎澎灘紅燕鷗的蛋被破壞的情形
6/20 泰利颱風過後白沙嶼方山上被沙子掩埋的情形	

101 年度澎湖縣貓嶼及自然保留區
鳥類資源調查成果報告書

主 辦 單 位：澎湖縣政府農漁局

承 辦 單 位：澎湖縣野鳥學會

發 行 人：范光亮

研究人員：鄭謙遜、黃國揚

報告撰寫：鄭謙遜、黃國揚

出版日期：中華民國 101 年 12 月