

行政院農業委員會林務局委託研究計畫系列 98-林發-6.2-保-04

鰲鼓之溼地暨平地造林區的鳥類組成與棲地關係(I)
Relationships between avian species composition and habitat
of wetlands and afforestation areas in Ouku (I)



研究主持人：許富雄 Fu-Hsiung Hsu

研究人員：李采燕、李姮蓓、李春輝、黃春綺、曾姿霖、蔡佑澤

委託機關：行政院農業委員會林務局

執行機關：國立嘉義大學

中華民國九十九年一月

九八·林發·六二·保〇四

鰲鼓之溼地暨平地造林區的鳥類組成與棲地關係(二)

行政院農業委員會林務局委託

目錄

目錄	1
研究團隊說明	2
中文摘要	3
Abstract	5
一、前言	7
二、研究材料與方法	9
2.1 研究樣地.....	9
2.2 鳥類調查方法與分析.....	10
2.2.1 溼地鳥類監測與不同棲地的鳥種組成.....	10
2.2.2 不同成長狀態造林地的鳥類及棲地調查.....	11
2.2.3 魚塭區的鳥類監測與危害評估.....	14
三、結果與討論	14
3.1 溼地鳥類監測與不同棲地的鳥種組成.....	15
3.2 不同成長狀態造林地的鳥類及棲地調查.....	16
3.3 魚塭區的鳥類監測與危害評估.....	19
四、參考文獻	21
附圖.....	29
附表.....	39

研究團隊說明

計畫主持人：

許富雄助理教授 國立嘉義大學生物資源學系

研究人員：

李采燕 國立嘉義大學生物資源學系助理

李姮蓓 國立嘉義大學生物資源學系研究生

李春輝 國立嘉義大學生物資源學系研究生

黃春綺 國立嘉義大學生物資源學系研究生

曾姿霖 國立嘉義大學生物資源學系研究生

蔡佑澤 國立嘉義大學生物資源學系研究生

中文摘要

鰲鼓溼地之廣闊溼地與多樣棲地環境，以及其臨近外傘頂洲的特殊地理位置，使其孕育豐富的自然資源。在鰲鼓溼地劃設為「野生動物保護區」後，企需監測及瞭解其溼地鳥類的群聚組成與分布，並探討其棲息環境的特色，以達溼地生態系保育的永續目標。本計畫在鰲鼓溼地分別設立 8 個 200*200m 的溼地調查樣區、20 個 100*100m 不同成長狀態造林地之定點樣區與一條長約 2Km 的漁溫區監測路線，共記錄有 13 目 37 科 111 種的鳥類。其中溼地樣區共記錄有 10 目 22 科 66 種鳥類，各月所記錄的鳥種數以 7、8 月份較低，而堤防外溼地樣區可能受到潮水漲退與稀釋效應的影響，其鳥種及數量均比堤防內溼地樣區低。不同的溼地棲地形態會影響其棲息的鳥種組成，我們將所記錄的鳥種區分成岸鳥泥灘涉禽、浮水禽游涉禽、涉水禽高草游涉禽與其它陸域性鳥種等 4 類生態同功群，結果發現泥灘涉禽與溼地之泥灘棲地的覆蓋百分比成正相關，涉水禽高草游涉禽則與其他棲地的覆蓋百分比成正相關。

在造林區我們藉由樹木的成長狀態將其區分為高、中、低及無鬱蔽等 4 種類型，利用 4 類型樣區之植被調查的主成分分析發現，高鬱蔽與無鬱蔽度造林地與其它類型造林地間具有較大的差異，但在中、低鬱蔽度類型間的差異較小。我們在各類型造林區分別設置 5 個定點樣區進行鳥類調查，共記錄有鳥類 11 目 33 科 60 種。在 4 類不同鬱蔽度之造林區所記錄的鳥種數及歧異度均以無鬱蔽度類型為最高，這主要是因為這類型的棲地仍有較多之鸛形目與鷗形目的鳥類利用所致，利用 MDS 散佈圖及 ANOSIN 的分析也可發現無鬱蔽度樣區之鳥類群聚與其它類型樣區間有明顯的區隔。

本計畫於造林地所記錄的 60 種鳥類與溼地區域所記錄的 66 種鳥類中，僅有 15 種相同的鳥種紀錄，其 Jaccard similarity index 相似度指數為 0.135，顯示鰲鼓溼地之造林地與溼地區域的鳥種組成具有極大的差異。此外，自 2008 年 7 月我們首次在鰲鼓溼地記錄到小啄木之後，本計畫在 2009 年的調查造林區共記錄有 23 隻次的小啄木，同時也記錄有鳳頭蒼鷹這類內地森林性的鳥種，而陸域性外來種鳥類鵲鴝在鰲鼓溼地似乎也有繁殖增多的趨勢。因此，鰲鼓溼地之造林區的鳥類群聚是否因樹木逐漸成長，而吸引一些內地森林性鳥種進駐棲息，頗值進

一步的監測觀察。

至於在魚塢區的調查中，我們共記錄有 35 種鳥類，其中鷺科及鷗科鳥類分別各有 5 種。鳥類的棲息數量與魚塢面積成正相關(Spearman rank correlation $p < 0.05$)，其中鷺科鳥類在 4 月及 10-12 月具有較高的數量，而鷗科鳥類則在冬季具有較多的數量。鷺科鳥類在 08:00-14:00 間具有較高的活動頻度，而鷗科與其它鳥種則在 16:00 之後在較為活躍。分析 4 種群集共 48 次的平均覓食頻度(1.87 隻次/30S)，其中混群鷺科群集具有最高的覓食頻度(3.23 隻次/30S)。此外，魚塢區之鷺科與鷗科鳥類群集似有集中分布於特定區域的趨勢。本研究將持續各類調查及作進一步的分析，以提供鰲鼓溼地之相關經營管理的參考。

關鍵詞：鰲鼓溼地、鳥類群聚、棲地、野生動物保護區、平地造林區、魚塢、鳥類危害

Abstract

Ouku Wetland with diverse types of habitat near Wai-Shan-Din Sandbar is pregnant with abundant natural resources. After becoming Wildlife Refuges, the information about the relationships between the organisms and their environments in Ouku Wetland, especially in birds, is an urgent task for the wetland management in the future. In this study, to monitor the bird communities in different wetlands, we set eight wetland investigation areas with 200*200 m, 20 artificial forest areas with 100*100 m and one fish pond transect line with 2 km long. The results of the survey indicated that there were 111 species of birds in 13 orders, 37 families. In wetland areas, we recorded 66 species of birds in 10 orders 22 families and the species numbers are lower in July and August than those in the other months. The numbers of species and individuals are both lower outside of than inside of the protecting embankment. This may be due to the influence of the tides and the dilution effect. Different habitat types will make different compositions of birds, so we divided the birds into four guilds, including SM, DD, WSG, and LB. The results showed the species number of SM has the positive relationship with the percentage of the sandy beach in the wetland, but the species number of WSG has the positive relationship with the percentage of the other habitats.

According to the development condition of the plants, we divided the artificial forestland into four types, including high, medium, low and no coverage types of artificial forestlands. By the PCA analysis of the 4 types, we found the high and no coverage types are significant difference from the other types, but there is less difference between the medium and low ones. We set five sampling sites in each types to survey the composition of birds. The results indicated that there were 60 species of birds in 11 orders and 33 families. Among the four different forestland types, both the number of species and the diversity in the no coverage type are higher than those in the other types. This is due to there are more Charadriiformes and Ciconiiformers in the area. We also found the bird community in the no coverage type was significant different from that in the other areas.

In this plan, only fifteen species are the same between the artificial forestland with 60 species and the wetland with 66 species. That Jaccard similarity index is 0.135 showed that great difference existed in the community of birds between the artificial forest and the wetland. On the other hands, since we first recorded the *Dendrocopos canicapillus* in July in 2008, we have already recorded *D. canicapillus* 23 times up to 2009. At the same time, we recorded *Accipiter trivirgatus* which belongs to the birds in the forest of the deep land and the exotic bird, *Copsychus saularis*, whose population size seemed to increase in the wetland. Therefore, whether the artificial forest will attract more deep land forest birds to stay is valuable to monitor.

We surveyed the fish ponds to recorded 35 species of birds with five species in Ardeidae and five species in Laridae. The total number of birds positively related to the measure of fish pond (Spearman rank correlation $p < 0.05$). The result also showed the abundance of Ardeidae was more in April and October to December and the abundance of Laridae was more in winter. Ardeidae was more active from 8:00a.m. to 2:00p.m., and Laridae was more active after 4:00p.m. The mean forage frequency was 1.87 /30S/individuals. Besides, the communities of Ardeidae and Laridae in the fish area seemed to aggregately distribute in certain special area. We will keep surveying and doing advanced analysis to afford important data and effective suggestions for the management of Ouku Weland.

Key words: Ouku Weland, bird community, habitat, Wildlife Refuges, lowland artificial foresland, fish pond, bird impact

一、前言

溼地是水域與陸域環境的交接處，同時也是許多水域生物與陸域生物共存的地區，因此物種組成極為豐富。溼地除了可提供動物作為覓食的場所，亦可以作為其棲息與繁殖所需的棲地，尤其是許多候鳥在長途遷徙的過程中，溼地環境往往是一個重要補充能量的中繼站或合宜的渡冬區域(方偉達 2004)。任何一個地區的物種組成均會受到其棲地結構的影響，而鳥類則是探討此類議題的理想物種(MacArthur and MacArthur 1961, Root 1988)。水鳥(waterbird)是溼地生態系的顯要生物組成之一，具有促進能量與營養循環，擔負消費者與分解者間傳遞的重要角色(Ricklefs *et al.* 1993)。而水鳥群聚組成的變動，往往也可反應出溼地生態系的狀況，並可進而評估其棲地品質的優劣(Furness and Greenwood 1993, Vera and Servella 1994, Szaro and Johnston 1996)，因此水鳥群聚組成的監測對溼地生態系的經營管理具有指標性的價值。鰲鼓溼地在劃設為「野生動物保護區」後，企需監測及瞭解其溼地鳥類的群聚組成與分布，並探討其棲息環境的特色，以達溼地生態系保育的永續目標。

另一方面，森林棲地則與人類生活息息相關，也是人類生活環境的重要組成(黃永傑 2000)。近年來，全球對森林生態系經營和生物多樣性保育的議題日趨重視(Plochman 1992, Perry 1998)。台灣之平地及山坡地的森林覆蓋率僅有 31%，政府為因應世界貿易組織(WTO)之經濟自由化精神及調整農地生產結構而推動平地景觀造林計畫(plain reforestation plan)(許惠瑜 2003)。而台糖公司自 2001 年起在配合政府平地造林政策下，陸續於鰲鼓溼地的耕地進行人工造林(財團法人台灣水利環境科技研究發展教育基金會 2005, 蔡智賢等人 2005)。

不同的棲地結構與植被組成經常會影響該地的鳥類組成與數量，許多在森林棲地的研究指出樹木對於維持森林性鳥類的豐富度或多樣性具有正面的助益(Hansen *et al.* 1995)。而一些針對農田生態系之鳥類群聚組成與棲地類型之關係探討的研究，則發現天然樹林及人工防風林等農地邊緣的鳥種豐富度、量豐度及密度皆顯著高於草生地(Jobin *et al.* 2001)。Deschenes *et al.* (2003)比較牧草地、高

覆蓋度的草地、低覆蓋度的草生地、低灌木(<2 m)、高灌木(2-10 m)及樹林(>10 m)等六種不同農地邊緣的鳥類相組成，結果發現樹林及高灌木棲地的鳥種數顯著高於其他邊緣類型。施義杰(2004)探討嘉義機場隙地的鳥類群聚生態則發現稻田、玉米、蕃茄、鳳梨、馬拉巴栗、天堂鳥花和夜來香等類型會影響所棲息的鳥種豐富度，且農地環境越複雜其鳥種密度及豐富度也會越高。而因為各類植物交錯所形成的空間結構與特質也是鳥類選擇棲地的重要依據(Chamberlain *et al.* 1999, Kwok and Corlett 2000, 張晏銓 1997)，同時也與棲地中的鳥種豐富度息息相關(Clergouau *et al.* 2001)。多樣的枝葉結構可交互形成許多不同的空間構造，而吸引多種鳥種棲息(Karr and Roth 1971)，同時也能創造多樣的微氣候環境，使生物在遭遇重大氣候變化時，得以就近尋求替代的微棲地(Collinge 1996)。因此多樣而複雜的林地，隨著棲地之水平異質性(horizontal heterogeneity)和植群垂直結構增加，除了可提供多樣的生態棲位，不同樹種在不同季節也可能成為野生動物的食物資源，其野生動物的歧異度和豐富度通常較單一樹種或單一齡級之林地來的高(Raivio and Haila 1990; 李國欽 1995)。鰲鼓溼地在平地造林政策下所栽植的樹木，已使區域內之廢耕草地的棲地形態產生轉變。這些人造林地大多採區塊式單一樹種栽植的模式，在其逐漸成林的過程中，隨著不同演替階段的植群結構改變，棲息其間的鳥種組成也可能隨之轉變(Raman *et al.* 1998, Rumble and Gobeille 2004, Venier and Pearce 2005)。這對鰲鼓溼地之鳥種組成究竟會造成何種影響，企需進一步的資訊蒐集與評估。

目前鰲鼓溼地已逐漸朝向生態保育與產業觀光的角度來發展(游進裕等人 2008)，而今保育界也體認生態保護區的存在不應只為保護生態，而必需了解其周遭社區的期待，並將當地居民當成經營管理的合作夥伴(Hockings *et al.* 2006)。這樣才能反應實際的經營管理狀況，有效提升保護區的經營管理效能(Ervin 2003, Stem *et al.* 2005)。但人類活動也會導致鳥類行為產生改變，進而對其空間與時間上的分布產生影響(Madsen 1995, Cardoni *et al.* 2008)，這其間仍有許多值得探究的議題。另一方面，部份鷺科(Ardeidae)與鷗科(Laridae)的鳥類經常群集在魚塭旁覓食，而形成保護區設置與養殖產業的賠償爭議。鰲鼓溼地附近區域內仍有 200 多公頃的私有魚塭，在鰲鼓溼地將其中的 664.48 公頃劃設為「野生動物保護區」

之後，是否會引來當地漁民的異議，也有待進一步的資訊收集與評估。因此，本計畫分別監測鰲鼓溼地之各類棲地的鳥類群聚組成，主要的研究目的有三，分別為 1. 監測不同溼地區域的鳥類群聚及探討水域棲地與鳥種組成的關係；2. 比較不同成長狀態造林地的鳥類群聚組成；3. 監測魚塭區的鳥類群聚與分析鳥類危害頻度，以作為生態保育、觀光遊憩與養殖生產之經營管理的參考。

二、研究材料與方法

2.1 研究樣地

鰲鼓溼地位於北港溪及嘉義縣六腳鄉六腳大排水路之間，南北長約 3 公里，東西寬約 5.7 公里，含括東石農場(1,000 公頃)、鰲鼓農場(300 公頃)及其它私有地，總面積約為 1,500 公頃(財團法人台灣水利環境科技研究發展教育基金會 2005)。鰲鼓溼地原係台糖公司為農漁牧產在民國 53 年圍堤填海造陸所形成，近年來因台灣西南沿海地層下陷，造成部份排水閘門受損，以致大量海水入侵使土地鹽化，加上台糖公司營運轉型而廢耕，而逐漸形成一望無際的人工溼地(中華民國地區發展學會 2005)。隨著社會經濟與時空環境的改變，鰲鼓溼地曾擬定規劃為工業區、軍事遊樂區及空軍炸射靶場，但近年來則朝向生態保育與觀光發展的方向來規劃(張學文、褚心如 1997, 財團法人台灣水利環境科技研究發展教育基金會 2005, 游進裕等人 2008)。並於 97 年 12 月 16 日經行政院農業委員會審議通過，將其中的 664.48 公頃劃設為「野生動物重要棲息環境」及「野生動物保護區」(財團法人台灣水利環境科技研究發展教育基金會 2008)。此外，林務局也研議配合「愛台 12 建設--平地森林遊樂區」政策將保護區以外的區域規劃為「鰲鼓溼地森林公園」，鰲鼓溼地可望成為兼具生態保育與觀光遊憩的區域。

現今的鰲鼓溼地擁有多樣的棲地環境，除原本在東石農場環堤區域所規劃的蓄水池與魚塭區目前已大都形成泥灘、草澤、水池與各類溼地之外，其內部約 400 多公頃及鰲鼓農場約 300 公頃的農墾地則大都廢耕。台糖公司在 91 至 94 年間配合平地造林政策，在部份廢耕地栽植苦楝、臺灣欒樹、大葉山欖、烏白、茄

芎、水黃皮、欖仁、細葉欖仁、白千層、玫瑰桉樹、毛柿、木麻黃等各類樹種，其成長的狀況因樹種而異，但多數成長良好且有株行距過於密集的狀況(財團法人台灣水利環境科技研究發展教育基金會 2005, 蔡智賢等人 2005)。而在東石農場與鰲鼓農場間及鰲鼓農場南側到六腳大排堤防之間約 200 公頃，大部份為私有土地，目前多作為養殖魚塢。

鰲鼓溼地的廣闊溼地與多樣棲地環境，以及其臨近外傘頂洲的特殊地理位置，使其孕育豐富的自然資源，尤其是豐富的候鳥資源更受到許多愛鳥人士的讚賞(張寶連 1988, 經濟部工業局 1993, 楊吉宗等人 1998, 財團法人臺灣水利環境科技研究發展教育基金會 2005)。根據鰲鼓野生動物保護區的籌設報告指出(財團法人台灣水利環境科技研究發展教育基金會 2008)，鰲鼓溼地所曾調查記錄的植物有 42 目 80 科 347 種；蝦蟹貝類有 8 目 14 科 24 種；昆蟲有 16 目 162 科 346 種；魚類有 4 目 7 科 18 種；兩棲爬蟲類有 3 目 9 科 17 種；哺乳類動物有 4 目 5 科 10 種，而鳥類則有 16 目 49 科 221 種。在這些記錄的鳥種中，含括有許多特有與保育種類，而遷移性候鳥約佔其中的四分之三，其中又以鷺科、雁鴨科(Anatidae)、鸕科(Scolopacidae)及鶺鴒科(Charadriidae)等水域性的鳥種數量較為豐富，同時也記錄有多種的日行性猛禽。

2.2 鳥類調查方法與分析

2.2.1 溼地鳥類監測與不同棲地的鳥種組成

本計畫於鰲鼓溼地設立 8 個約 200*200 m 的溼地鳥類監測樣區(圖 1，北 D 由於地形限制劃設為 100*400 m)，調查時再將每個樣區劃分成 4 個 100*100m 的小區塊，並採用群集計數法(counting flocks)來進行鳥類的調查與記錄(Reynolds *et al.* 1980, 謝寶森 1997, 許富雄 2001)。各區塊每 15 天進行一次調查，分別記錄區域內所發現的鳥種及數量，並估計記錄區塊內之水體(可見裸露水域)、泥灘(裸露的泥土地)、草澤(包含有水域或無水的草地)與其他棲地類型(多為木麻黃林)的覆蓋百分比。本計畫除比較各月份與各樣區所調查之鳥種組成與數量的季節變化之外，並利用 Shannon-Wiener index 之公式計算鳥類的種歧異度指數 (diversity

Index) (Krebs 1999)，其公式如下： $H' = -\sum P_i \ln P_i$ ，其中 P_i 為第 i 種在所有種類中的數量比例。當種數增加或各種鳥類之數量分配趨向均勻，則種歧異度指數的數值大，反之則小。生態同功群係指利用同一類資源的物種(棲地、掠食或行為等)類群，以利簡化群聚內的物種組成，來解析其群聚結構(Root 1967, Simberloff and Dayan 1991, Nally 1994)。我們將所有調查發現的鳥種區分為不同的同功群，同功群的劃分主要參考戴漢彰(2009)及尤少彬(2005)的研究，將鳥種依棲地利用型態分為 A. 岸鳥泥灘涉禽(主要包含長腳鷸科 *Recurvirostridae*、鵞科、鷸科、鷗科)；B. 浮水禽游涉禽(主要包含雁鴨科、鴨鵝科 *Podicipedidae*、鸕鷀科 *Phalacrocoracidae*)；C. 涉水禽高草游涉禽(主要包含鸚科 *Threskiornithidae*、鷺科、秧雞科 *Rallidae*)；D. 陸域鳥種(主要包含隼科 *Falconidae*、鷹科 *Accipitridae* 及燕雀目 *Passeriformes* 鳥種)四類，再利用各同功群與不同棲地類型之覆蓋百分比進行相關性分析(correlation Z test)，以探討不同水域棲地對溼地鳥种群聚組成的影響。

此外，我們利用棲地較為多樣的西南草澤(圖 2)，分別對區域內之泥灘地、有草澤深水區、無草澤深水區及雜林水道等 4 類主要棲地，各設置 3 個 50 m*50 m 的調查樣區，共 12 個樣區。並於候鳥季(11 月至隔年 1 月)及非候鳥季(4 月至 6 月)利用固定區域定點計數法(point count)(Cardoni *et al.* 2008)，以較為密集的頻度來調查其水鳥組成。我們除比較各類棲地的鳥種組成及豐富外並計算各項群聚指數，同時利用 one-way ANOVA 檢測其間的差異，及比較不同水鳥同功群組成的差異(Ntiamoa-Baidu *et al.* 1998, 尤少彬 2005)。

2.2.2 不同成長狀態造林地的鳥類及棲地調查

本研究主要於鰲鼓溼地的平地造林區域進行，這些區域在東石農場規劃建造時便已劃分成許多 100*400m 的小耕區，現今許多區塊均已栽植不同的樹種，其生長情況因栽植時間及樹種而異。本研究分別依照林木密度、成長情況及樹高將其劃分高、中、低及無鬱蔽等 4 種類型，每個類型各設置 5 個調查樣區，總共設置有 20 個調查樣區(圖 3)。調查採固定區域定點計數法(point count)(Reynolds *et al.* 1980, Bibby *et al.* 1992, 謝寶森 1986, 許富雄 2001)來進行記錄，每個樣區以 6

min的時間來記錄100*100 m樣區內和週邊防風林之目視與鳴唱的鳥種及數量。飛越個體僅記錄在樣區上方覓食之燕科(Hirundinidae)、雨燕科(Apodidae)鳥種，而鷹科、隼科鳥種需在樣區上方有盤旋蒐尋行為的個體才納入紀錄。每樣區每月均進行4次的調查，以比較各類棲地所調查之鳥種組成與數量的季節變化，並計算其種歧異度指數(Shannon-Wiener index)。不同樣區間的鳥種組成相似度，主要是利用EstimateS 7.5 (Colwell 2003)統計軟體來計算Jaccard's similarity index (Krebs1999)及Morisita's similarity index (Horn 1966)等兩種相似性指數。Jaccard's similarity index常被用來探討兩個調查樣區間的種類組成相似度，其指數值介於0到1之間，值愈高代表物種相似性愈大，其公式如下： $C_J = J/(A+B-J)$ ， A 為僅在A調查樣區出現的種類數， B 為僅在B調查樣區出現的種類數， J 為在兩調查樣區共同出現的種類數(戴漢彰 2009)。而Morisita's similarity index則是以兩樣區之種類及數量來進行相似性的計算，指數值也是介於0到1之間，值愈高代表其相似性愈大，其計算公式如下： $C_H = 2 \sum X_{ij}X_{ik} / \{[(\sum X_{ij}^2/N_j^2) + (\sum X_{ik}^2/N_k^2)]N_jN_k\}$ 。其中 C_H 為其相似性指數， X_{ij} 與 X_{ik} 為物種 i 在樣區 j 及 k 發現的數量， $N_j = \sum X_{ij}$ = 在樣區 j 發現的總數量， $N_k = \sum X_{ik}$ = 在樣區 k 發現的總數量。同時也以Primer5.2 (Clarke and Warwick 2001)之套裝程式計算所有樣區間的Bray-Curtis similarity，並以complete linkage方式進行群集分析(cluster analysis)。另外，為進一步比較4類棲地之鳥類群聚組成的差異，利用MDS (non-metric multidimensional scaling)對各樣區的鳥類群聚進行排序(ordination)，並以ANOSIM test (analysis of similarity)求出 R 值， $R = (r_Between - r_Within) / (M/2)$ ，其中 $r_Between$ 及 r_Within 是指樣區間和樣區內的平均相異程度， M 為 $n(n-1) / 2$ ， n 為樣本數，藉以比較不同棲地類型間的鳥類組成之差異(袁孝維、謝欣怡 2003, 方蕙菁 2007)。

本計畫也分別測量各樣區的植被組成，植被的測量係參考BBIRD (Breeding Biology Research and Monitoring Database, <http://www.umt.edu/BBIRD/default.htm>)之建議。每個樣區依正東西南北劃分為4個區塊，然後在每個區塊的中心各劃設1個10*10 m的方格，各樣區分別進行4個10*10 m方格的植被調查。其測量之植被特質分別為：

- a.木本植物：主要區分為喬木(樹高 > 130 cm，DBH > 1 cm)、灌木或小喬木(樹高 < 130 cm，DBH < 1 cm)及枯木。分別記錄及測量每棵樹的樹種及樹高，而喬木則同時測量其 DBH。
- b.樹冠層高：使用測距儀(Leica Disto A8)測量樹冠覆蓋層的高度。
- c.平均樹冠層覆蓋度：使用凸面遮蔽計(densiometer)來測量樹冠層覆蓋度。每個方格分別在正東西南北角度測量 4 次資料，求其平均。
- d.垂直分層覆蓋度：區分為 0-0.5 m、1-2 m、3-6 m、 >10 m 等 4 個垂直分層，以目視法來估計各分層的枝葉覆蓋度。
- e.平面遮蔽度：利用寬 30 cm，高 250 cm 的長條直立板，每 50 cm 劃分一個分層(共 5 個分層)，分別測量 10*10 m 方格之 4 邊的平面遮蔽度。測量時於目視者站立定點後，立板者在 10 m 外的另一側將長條直立板面向目視者，由目視者估計長條直立板各分層被植物遮蔽的百分比。
- f.地表層：將每個 10*10 m 方格再等分成四個小區，每個小區隨機劃設 4 個 1*1 m 的小方格。以目測法估計每個小方格內之裸露地、落葉、枯枝、莎草類、闊葉類的覆蓋百分比。同時以具有刻度的鐵杆隨機垂直的插在地面 10 次，分別記錄各次的地表層高度。

我們除計算各樣區之樹種、喬木、灌木、枯木數量及平均樹高與各類覆蓋度之外，並利用主成份分析法(Principal Component Analysis, PCA)來探討各類棲地類型的棲地組成差異。主成份分析主要是將原本的數值重新組合，取得新的獨立變數，當 loading 的絕對值越大則表示該變數和主成份軸的關係越強。而主成份中第一軸能解釋的變異量最大，越後面之主成份軸與原始變數的關係越小(Cahill 2003, 朱惠菁 2001, 姚正得 2002, 林宏榮 2006, 李采燕 2008)。最後再利用 MVSP (Multi-Variate Statistical Package)(Kovach 1999)分析軟體，對造林地各樣區

之鳥種與棲地資料進行典型對應分析 CCA (canonical correspondence analysis)。

2.2.3 魚塭區的鳥類監測與危害評估

本計畫在東石農場與鰲鼓農場間的魚塭區，設置一條長約 2km 的調查路線來進行沿線調查(圖 4)。由於各魚塭之間有堤岸相區隔，故調查時均以各魚塭為記錄區塊，每月分別進行 2 次上午及 2 次下午時段的調查。本調查係針對在漁塭水域、泥灘地及堤岸草叢進行利用的鳥種，分別記錄其鳥種、數量及魚塭面積與水位狀況。水位狀況區分為滿水、部份有水(曬池狀態：記錄水域面積百分比)與乾枯等狀態，以比較不同季節與魚塭水位狀況的鳥種組成。調查期間同時針對有鷺科與鷗科鳥類聚集覓食的魚塭進行覓食行為觀察，每次觀察均以 30 s 為紀錄單元，分別記錄其鳥種、數量、覓食頻度及魚塭狀況。另外我們在 12 月份進行 3 日的全天調查，每日從清晨 6:00 開始，每 2 小時進行一次調查，每日共進行 6 次調查，以期瞭解鷺科與鷗科鳥種在漁塭區的日活動模式。

三、結果與討論

本計畫自 2009 年 3 至 12 月，共進行 10 個月的調查。分別蒐集有溼地樣區 20 次、造林地樣區 40 次及漁塭區調查路線 40 次的調查資料，共記錄有鳥類 13 目 37 科 111 種 24,806 隻次。在這 111 種的鳥種中，包括有 33 種留鳥、51 種冬候鳥、21 種過境鳥、3 種夏候鳥以及 3 種外來種。保育類鳥種共有 18 種，其中瀕臨絕種保育類有黑面琵鷺、遊隼、諾氏鷗 3 種；珍貴稀有保育類有紅隼、魚鷹、黑翅鳶、大冠鷲、東方澤鷗、灰澤鷲、鳳頭蒼鷹、灰面鵟鷹、彩鷗、黑尾鷗、小燕鷗及蒼燕鷗 12 種；其它應予保育類有大杓鷗、燕鴿、紅尾伯勞 3 種。特有亞種有大冠鷲、鳳頭蒼鷹、棕三趾鶉、大卷尾、黑枕藍鶉、黃頭扇尾鷲、褐頭鷓鴣及白頭翁 8 種(表 1)。總和 Shannon-Wiener 種歧異度指數為 3.45，顯示鰲鼓溼地的鳥種組成極為豐富。Margalef (1972) 指出自然群聚之 Shannon-Wiener 種歧異度指數的值通常會落在 1.5 與 3.5 之間，極少超過 4.5。

3.1 溼地鳥類監測與不同棲地的鳥種組成

在 8 個 200*200 m 的溼地樣區中，共記錄有 10 目 22 科 66 種 10,806 隻次的鳥類，其中以琵嘴鴨共記錄有 1,557 隻次為最多，其次為小白鷺 1,041 隻次，另外高蹺鴿也記錄有 909 隻次，其 Shannon-Wiener 種歧異度指數為 3.11 (表 2)，而 12 個 50*50m 樣區則記錄有鳥種 10 目 18 科 47 種 2,207 隻次。在 200*200 m 的溼地樣區所記錄的 66 種鳥類中包括有 16 種留鳥、37 種冬候鳥、10 種過境鳥、1 種夏候鳥及 2 種外來種，其中保育類鳥種有黑面琵鷺、魚鷹、鳳頭蒼鷹、大杓鵝、小燕鷗、紅尾伯勞等 6 種。

各月份鳥種數以 7 月份為最低，僅記錄 13 種，而 12 月份記錄 42 種為最高；Shannon-Wiener 種歧異度指數也是以 7 月份 1.603 為最低，12 月份 2.864 為最高 (表 2)。將所有紀錄鳥種區分留鳥(留鳥及外來種)與其他鳥種(冬候鳥、夏候鳥、過境鳥、迷鳥)來探討鰲鼓溼地區域的鳥種月變化，結果顯示主要的變化來自於候鳥種類數的改變，從 3 月開始，溼地區域的候鳥種類持續下降，到 7 月份為最低，而在 9 月份後開始回升(圖 5)。若分別就 8 個溼地樣區來進行比較，則可發現北 C 及南 B 的記錄鳥種明顯低於其他樣區(14 種及 6 種)，且南 B 的種歧異度指數僅 1.035，低於自然群聚所常發現的種歧異度值 1.5 (圖 6)。Traut and Hosteler (2004)指出植被型態、開放的沿岸地、草皮與樹陰等皆是影響水鳥分佈的主要環境因子。北 C 及南 B 等兩個樣區均屬堤防外樣區，其棲地組成以水體與泥灘地為主，並無太多其它的植被與遮蔽，可能較不易吸引多種鳥類的利用。且其水位會隨著潮汐改變，本計畫大都於退潮時進行這兩個樣區的調查，而退潮時廣大潮間帶所形成的稀釋效應，也可能降低這兩個樣區所能記錄的鳥種數量。至於其它樣區則以南 C 所調查到鳥種有 38 種為最多，但其種歧異度指數為 2.59 則比北 A (2.72)及南 D (2.60)低(圖 6)，主要因為南 C 有數量龐大的高蹺鴿與琵嘴鴨棲息所致。北 A 及南 D 屬水域變動較大的淺水灘棲地，往往吸引較多的鸕鶿科鳥種棲息。北 B 全年皆以水體為主，冬季有較多的雁鴨科鳥種在此棲息利用，而其間所夾雜的小面積草澤及淺灘，調查期間曾發現 8 隻黑面琵鷺在此棲息，同時也有部份鸕鶿、大杓鵝及裏海燕鷗會在此區域群集棲息。北 D 及南 A 樣區的棲地主

要由木麻黃林及草澤所組成，而有較多樹林性留鳥棲息活動，其中北 D 樣區也有較多的小白鷺、黃頭鷺及夜鷺群集棲息。許多研究指出棲地環境特質會影響鳥種的棲息分佈(張晏銓 1997)，且環境越複雜其鳥種密度及豐富度也會越高(施義杰 2004)，但除了不同的棲地地景組成之外，棲地中的水質、底泥組成、水域深淺及食物豐度也都會影響到該地的鳥類群聚組成(Murphy *et al.* 1984, Nagarajan and Thiyagesan 1996, Parson 2002)。若能進一步蒐集鰲鼓溼地不同區域之水深變化、底質及食物豐度與水鳥群聚之間的關係，當可提供相關經營管理的參考。

利用各次調查之不同棲地類型在樣區中的覆蓋百分比與不同鳥種同功群進行相關性分析顯示，岸鳥泥灘涉禽與泥灘棲地的覆蓋百分比成正相關($r=0.213$, $p<0.001$)，但與水體、草澤及其他棲地覆蓋百分比成負相關($p<0.05$) (表 3)。涉水禽高草游涉禽與其他棲地覆蓋百分比成正相關，與水體覆蓋百分比成負相關，陸域鳥種與草澤及其他棲地覆蓋百分比成正相關，同樣與水體覆蓋百分比成顯著性的負相關($p<0.05$)，而浮水禽游涉禽與 4 類棲地的覆蓋百分比則都無相關性，而記錄隻次的分析結果與種類分析結果大抵相似。Elphick and Oring (2003)發現水深介於 10-15cm 之間的溼地鳥種豐度會達到最高，而本計畫發現水體覆蓋百分比與岸鳥泥灘涉禽、涉水禽高草游涉禽及陸域鳥種同功群皆呈顯著性的負相關($p<0.05$)，這極可能是受到水位深度的影響，致使浮水禽游涉禽之外的鳥種無法利用本計畫所界定之水體棲地所致。泥灘是岸鳥覓食的主要棲地，而木麻黃林等其它棲地則是鷺科鳥種在夏季群集繁殖的棲地，同時也是其它隼形目、雀形目鳥種活動棲息的主要場所。

3.2 不同成長狀態造林地的鳥類及棲地調查

本計畫在鰲鼓東石農場之不同成長狀態的造林地中，共記錄到 11 目 33 科 60 種 8,264 隻次的鳥類，在數量上以紅鳩 1,989 隻次為最多，其次為白頭翁 1,921 隻次及綠繡眼 1151 隻次，總和 Shannon-Wiener 種歧異度指數為 2.33(表 4)。其中包含有 32 種留鳥、19 種冬候鳥、8 種過境鳥、2 種夏候鳥及 3 種外來種，而留鳥的記錄隻次約佔所有觀察記錄隻次的 94.2%，顯示東石農場造林地內活動的鳥類以台灣的本地留鳥為主。而造林地所記錄的 60 種鳥類與溼地區域所記錄的

66 種鳥類中，僅有 15 種相同的鳥種紀錄，其 Jaccard similarity index 相似度指數為 0.135，顯示鰲鼓溼地之造林地與溼地區域的鳥種組成具有極大的差異。

在造林地所記錄的 60 種鳥類中，保育類鳥種有紅隼、魚鷹、黑翅鳶、大冠鵯、遊隼、東方澤鵡、灰澤鵯、灰面鵯鷹、燕鵡、紅尾伯勞、彩鵲等 11 種。隼形目的日行性猛禽以 3 月及 12 月分別記錄有 4 種為最多，而黑翅鳶在大部分的調查月份都可以發現在樣區上方盤旋覓食，其中 12 月記錄到一隻大冠鵯，而 9 月也在北 D 溼地樣區記錄有一隻鳳頭蒼鷹，這也是往年鰲鼓未曾有的鳥種紀錄。此外，自 2008 年 7 月我們首次在鰲鼓溼地記錄到小啄木及五色鳥之後（財團法人台灣水利環境科技研究發展教育基金會 2008），本計畫在 2009 年的調查共記錄有 23 隻次的小啄木，但並未發現有五色鳥的棲息活動。而 5、6 月份外來種鳥種-鵲鵲的活動頻繁，並有觀察到育雛中的繁殖巢洞。因此，鰲鼓溼地之造林地的鳥類群聚是否因樹木逐漸成長，而吸引一些內地森林性鳥種進駐棲息，頗值進一步的監測觀察。而紅鳩、白頭翁及綠繡眼這 3 種鳥種普遍棲息於草地、農墾田、住宅、公園等各類環境鳥種，也是東石農場造林地的顯要鳥種。Kwok and Corlett (2000)指出人造林內經常棲息著大量非森林性的普遍鳥種，因為人造林的樹齡及樹種的單一化，使其空間結構複雜度降低所致。

在 3-12 月的各月份記錄中，以 8 月份調查到的候鳥及留鳥種類數最多(分別為 13 種與 28 種)，其種歧異度為 2.53(表 4, 圖 7)。這很可能是因為 8 月 8 日的莫拉克颱風帶來豪大雨，導致多數的造林地區域長時間積水不退，而使一些原本棲息於溼地的鳥種進入造林地活動棲息所致。各月份所記錄得留鳥種類以 12 月份僅記錄有 13 種為最少，而該月份的種歧異度 1.91 也最低。台灣的本地留鳥在繁殖季的活動及鳴唱頻率明顯比非繁殖季高，因此較易被偵察發現，而繁殖季過後往往變得隱密不易察覺(丁宗蘇 1993)，加上鰲鼓極易受到東北季風的影響，強大的風速不僅會影響小型雀形目的棲息活動，同時也會調查記錄的偵測度。至於候鳥則以 3、4 月份分別記錄有 10 種較多，此時在造林地內也記錄有較多之灰面鵯鷹、寬嘴鵡、灰斑鵡等過境鳥種。

比較 4 類不同鬱蔽度之造林地的記錄鳥種數，以無鬱蔽棲地所記錄的鳥種

為最多，其它所記錄的鳥種數則分別為高鬱蔽 > 中鬱蔽 > 低鬱蔽度造林地(圖 8)。在一些混雜森林與農墾地的棲地環境，其森林棲地的鳥種數往往較開墾棲地多 (顧芝寧 2004)。Deschenes *et al.* (2003) 針對農地邊緣的研究也發現，有樹林及高灌木棲地的鳥種棲息數量會比草地及牧草地多。本計畫之無鬱蔽度造林地的棲地主要以初期造林或廢耕草地為主，其具有較高紀錄的鳥種數，可能是因為雨後易形成淺水草澤，而吸引較多之鷺科、鶉科與鴿科水鳥棲息所致。我們計算 20 個造林地樣區之間的 Jaccard similarity index 及 Morisita similarity index 相似性指數(表 5)，發現相同棲地類型之樣區間的相似度指數通常較高。利用群集分析 20 個造林地樣區的鳥類群聚組成，發現可以將所有 20 個樣區分成兩大群，而無鬱蔽度的 5 個樣區分別與低鬱蔽度 B19 樣區及中鬱蔽度的 C02、D06 樣區形成一個群集(圖 9)，這些樣區除了 C02、D06 樣區較臨近東北方水澤之外，其它樣區均位於農場中央之初期造林或廢耕的區域(圖 2)，其它樣區則形成另一個群集。而藉由 20 個造林地樣區之鳥類群聚組成的 MDS 分佈圖，也可發現無鬱蔽度造林地樣區的鳥類群聚組成与其它成長狀態造林地的鳥類群聚有較明顯的區隔(圖 10)。我們利用 ANOSIM 來檢測 4 類鬱蔽度造林地之鳥類群聚是否存在區隔，結果發現無鬱蔽度造林地與其他 3 類造林地之間皆存在顯著性的差異($p < 0.05$)，而高、中及低鬱蔽度林地各樣區間的鳥類群聚組成則無明顯的區隔($p > 0.05$) (表 6)。另外，我們進一步將 20 個造林地樣區與 8 個溼地樣區的鳥種組成資料以 MDS 來分析其組成分布，結果發現大致可區分為三個類群(圖 11)，其中造林地 20 個樣區均聚集在一起形成一個類群，而溼地樣區則區分為堤防外的 2 個樣區一群，其它 6 個溼地樣區又自成一類。

而針對 20 個造林地樣區的植被調查，共調查記錄有 15 種造林樹種 1,173 棵喬灌木，包括有大葉山欖、小葉欖仁、木麻黃、水黃皮、白千層、苦楝、茄苳、海欖果、烏白、福木、穗花棋盤腳、檸檬桉、欖仁、盾柱木及印度紫檀。所有樹種以白千層記錄有 428 棵最多，其次為檸檬桉 146 棵及茄苳 130 棵(表 7)。整體而言，東石農場的造林樹種雖然不少，但各樣區內所栽植的大都為單一樹種，或僅夾雜著少許不同的補植樹種。棲地異質性(heterogeneity)是影響生物歧異度組成的重要因素之一(袁孝維 2002)，當棲地異質性增加，不但可提供較多類型的棲

息環境，不同樹種之開花結果的時序差異也可提供野生動物不同時期的食物需求。尤其是樹林不同分層之枝葉結構的變異，往往會影響森林性鳥種的棲息，樹種多而結構複雜之森林棲地的物種歧異度會較單一林相之人造林高(Raivio and Haila 1990, 李國欽 1995)。而且東石農場許多造林地之樹木密度過高(蔡智賢等人 2005)，為顧及樹木的成長與鳥類棲息，宜考量移除部份過於密集的樹木，同時評估補植不同樹種來營造多樣的森林棲地。

在 4 類不同鬱蔽度的造林地中，平均喬木棵數、喬木 DBH、喬木樹高、灌木樹高、以及樹冠層覆蓋度與樹冠層高度，均以高鬱蔽造林地最高，而枯木也僅發現於高鬱蔽造林地中，但灌木棵數及地表草本植物高度則以無鬱蔽度造林地較高(表 8)。利用所有的棲地測值進行 PCA 分析，取特徵值大於 1 的前 6 個 PCA 軸，共可解釋 87.9% 的變異，其中 PC1 及 PC2 可解釋 61.2% 的變異量(表 9)。利用 PC1 及 PC2 等兩個主成分軸所繪製的 PCA 散布圖，顯示高鬱蔽與無鬱蔽類型可以和其它兩類造林地區分開來(圖 12)。從 PCA loading 值可發現主要影響 PC1 軸的因子為喬木棵數、喬木 DBH、喬木樹高及樹冠成高度等喬木特質，而主要影響 PC2 軸的因子則枯木高度、0-50 cm 及 50-100 cm 水平遮蔽度等特質，至於中鬱蔽及低鬱蔽兩類造林地的植被組成則較不易區隔。顯示本研究所界定的高鬱蔽與無鬱蔽造林地具有較高的植被組成區隔，這將可作為鳥類群聚與棲地分析的進一步參考。

3.3 魚塭區的鳥類監測與危害評估

本計畫所設置之調查路線共可監測調查 59 個魚塭區塊，共記錄有 35 種鳥類，在各月的監測中以 11 月份調查到的鳥類 739 隻次為最高(表 10)，而各月份所記錄的鷺科鳥種多為 3 或 4 種，而數量則以 4 月及 10-12 月份較高(圖 14)。所記錄的鷺科鳥種以小白鷺為最多，其次為黃頭鷺。魚塭面積與鷺科數量、鷗科數量及總鳥種數量之間均呈顯著的正相關(Spearman rank correlation 分別為 $r=0.354$, $p=0.007$; $r=0.509$, $p<0.001$; $r=0.278$, $p=0.035$)。廖英琦(2006)在壽豐養殖區的研究指出，當埤塘水位低、埤塘面積大及週邊埤塘數目多時就會吸引較多水鳥棲息，且鷺科鳥種偏好埤塘面積大及有曝氣機運作的埤塘。而本調查發現魚池曬池時所

形成的淺水域，往往會吸引大量小白鷺群集覓食，同時也會吸引較多的鸕鶿科鳥類棲息，而黃頭鷺為蟲食性的鷺科鳥類，他們大都在魚池週邊的草叢中休息，並未在魚池中進行覓食。至於鷗科鳥種則以黑腹燕鷗的記錄數量最多，在3、4月可見到少數的鷗科鳥類在漁溫區覓食，但5月之後僅有零星個體的紀錄，直到12月才有較多覓食群集的紀錄(圖14)，這與鰲鼓地區之鷗科鳥類大都為渡冬鳥種有關，夏季會在漁溫區棲息活動的主要為小燕鷗。鷗科鳥類經常在不同漁溫間快速飛行，僅部份時候可發現聚集於曝氣機或排水管附近覓食活動。由12月份在漁溫區所進行的全日調查資料可以發現(圖15)，鷺科鳥類在08:00-14:00間具有較高的活動頻度，而鷗科與其它鳥種則在16:00之後在較為活躍，這將可作為後續漁溫區之鳥類危害的調查及評估的參考。

另外，我們分別針對漁溫區棲息覓食頻度較高的蒼燕鷗、黑腹燕鷗、小白鷺及鷺科混群進行覓食頻度的觀察記錄。由於鷺科鳥種警覺性高，極易受到觀察者接近之驚嚇而群飛，而鷗科鳥種則會在不同漁溫區飛翔覓食，因此並不易獲得完整之30S的覓食頻度觀察資料。我們分析4種群集共48次的平均覓食頻度為(1.87隻次/30S)，其中以鷺科混群的覓食頻度最高(3.23隻次/30S)，其次是小白鷺的(1.13隻次/30S)(圖15)。不同鷺科鳥種混群棲息具有較高的覓食頻度，究竟是受到群集數量較大的影響，或是受到偵測天敵效能或競爭的影響(Christopher and Boland 2003, Bednekoff and Lima 2004, Amano *et al.* 2006)，還需有更多的覓食資料的蒐集分析。另外，調查期間發現部份漁民會在魚池週邊淺水區域做防護堤，或在魚池上方拉設釣魚線來預防鳥類覓食。在訪談中，漁民表示夜晚出現的夜鷺群集是當地養殖漁業主要危害鳥種。由於夜鷺屬夜間及晨昏活動的鳥類，本年度在白天所進行得調查中，並未在漁溫區有觀察發現的紀錄。本計畫下一年度將增加夜間的觀察，已獲取夜鷺在鰲鼓溼地漁溫區的活動頻度。此外，鳥類危害的頻度受到多種因素的影響，除了鳥類在特定區域的活動頻度，其行為模式與覓食效能都可能影響其危害情形。部份研究會利用無線電發報器來追蹤個體的覓食活動行為，或利用不同物種的能量需求來推估其危害量(Patrick *et al.* 1982, Rumble and Gobeille 2004, Suárez and Yorio 2005)。本計畫將進一步蒐集相關資訊，以間接的方式來評估漁溫區的鳥類危害情況。

四、参考文献

- Amano, T., K. Ushiyama, G. Fujita, and H. Higuchi. 2006. Cost and benefits of flocking in foraging white-fronted geese (*Anser albifrons*): effect of resource depletion. *Journal of Zoology* 269: 111-115.
- Bednehoff, P. A. and Lima, S. L. 2004. Testing for peripheral vigilance: do birds value what they see when not overtly vigilant? *Animal Behaviour* 69: 1165-1117.
- Bibby, C.J., and N. D. Burgess, and D. H. Hill. 1992. *Bird Census Techniques*. Academic Press.
- Cahill, A. J. 2003. Nest-site characteristics of the Red-knobbed Hornbill *Aceros cassidix* and Sulawesi Dwarf Hornbill *Penelopides exarhatus*. *Ibis* 145:97-113.
- Cardoni, D. A., M. Favero, and J. P. Isacch. 2008. Recreational activities affecting the habitat use by birds in Pampa's wetlands, Argentina: implications for waterbird conservation. *Biological Conservation* 141:797-806.
- Chamberlain, D. E., J. D. Wilson, and R. J. Fuller. 1999. A comparison of bird populations on organic and conventional farm systems in southern Britain. *Biological Conservation* 88:307-320.
- Christopher R. J. Boland. 2003. An experimental test of predator detection rates using groups of free-living emus. *Ethology* 109: 209-222.
- Clarke, K. R., and R. M. Warwick. 2001. *Change in Marine Communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. 2nd edition. Plymouth marine laboratory. UK.
- Clergeau, P., J. Jokimäki, J.-P. L. Savard. 2001. Are urban bird communities

- influenced by the bird diversity of adjacent landscapes ? *Journal of Applied Ecology* 38:1122-1134.
- Collinge, S. K. 1996. Ecological consequences of habitat fragmentation: implications for landscape architecture and planning. *Landscape and Urban Planning* 36:59-77.
- Colwell, R.K. 2003. EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 7.5 User's guide and application. <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>.
- Deschenes, M., L. B'elanger, and J. Giroux. 2003. Use of farmland riparian strips by declining and crop damaging birds. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 95:567-577.
- Elphick, C. S., and L. W. Oring 2003. Conservation implications of flooding rice fields on winter waterbird communities. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 94:17-29.
- Ervin, J. 2003. WWF: Rapid Assessment and Prioritization of Protected Area Management (RAPPAM) Methodology. Gland (Switzerland): World Wide Fund for Nature.
- Furness, R. W., and J. J. D. Greenwood. 1993. *Birds as monitors of environmental change*. Chapman and Hall. London.
- Hansen., A. J., W. C. McComb, R. Vega, M. G. Raphael, and M. Hunter. 1995. Bird habitat relationships in natural and managed forests in the west Cascades of Oregon. *Ecological Applications* 5:555-569.
- Hockings, M., S. Stolton , F. Leverington, N. Dudley, and J. Courrau. 2006. *Evaluating effectiveness: a framework for assessing management effectiveness*

- of protected areas. 2nd edition. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge. UK.
- Horn, H. S. 1966. Measurement of “overlap” in comparative ecological studies. *American Naturalist* 100:419-424.
- Jobin, B., L. Choiniere, and L. Belanger. 2001. Bird use of three types of field margins in relation to intensive agriculture in Quebec, Canada. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 84:131-143.
- Karr, J. R., and R. R. Roth. 1971. Vegetation structure and avian diversity in several new world areas. *The American Naturalist* 105:423-435.
- Kovach, W. L. 1999. MVSP- Multi-Variate Statistical Package for Window, version 3.1 Kovach Computing Services, Pentraeth, Wales. UK.
- Krebs, C.J. 1999. *Ecological Methodology*. Harper and Raw, Publishers. New York.
- Kwok, H. K., and R. T. Corlett. 2000. The bird communities of a natural secondary forest and a *Lophostemon confertus* plantation in Hong Kong, South China. *Forest Ecology and Management* 130:227-234.
- MacArthur, R.H., and J. W. MacArthur. 1961. On bird species diversity. *Ecology* 42: 594-598.
- Madsen, J. 1995. Impacts of distribution on migratory waterfowl. *Ibis* 137:67-74.
- Ntiamoa-Baidu, Y., T. Piersma, P. Wiersma, M. Poot, P. Battley, and C. Gordon. 1998. Water depth selection, daily feeding routines and diets of waterbirds in coastal lagoons in Ghana. *Ibis* 140:89-103.
- Margalef, R. 1972. Homage to evelyn hutchinson, or why is there an upper limit to diversity. *Trans. Connect. Acda. Arts Sci.* 44:211-235.

- Magurran, A. E. 2004. *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Science Ltd. UK.
- Murphy, S. M., B. Kessel, and L. J. Vining. 1984. Waterfowl population and limnologic characteristics of taiga ponds. *J. Wildl. Mgmt.* 48:1156-1163.
- Nagarajan, R., and K. Thiyagesan. 1996. Waterbirds and substrate quality of the Pichavaram wetlands, southern India. *Ibis* 138:710-721.
- Nally, R. M. 1994. Habitat-specific guild structure of forest birds in south-eastern Australia: a regional scale perspective. *Journal of Animal Ecology* 63:988-1001.
- Parsons, K. C. 2002. Integrated management of waterbird habitats at impounded wetlands in Delaware Bay, U. S. A. *Managing Wetlands for Waterlands: Integrated Approaches* 25:25-41.
- Patrick, J. W., S. Tinker, and H. Greenwood. 1982. Indirect assessment of avian damage to agriculture. *Journal of applied ecology* 19:773-782.
- Perry, D. A. 1998. The scientific basis of forestry. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 29:435-466.
- Plochman, R. 1992. The forests of central Europe: a changing view. *J. For.* 9:12-16.
- Raivio, S., and Y. Haila. 1990. Bird assemblages in silvicultural habitat mosaics in southern Finland during the breeding season. *Ornis Fennica* 67:73-83.
- Raman, T. R. S., G. S. Rawat, and A. J. T. Johnsingh. 1998. Recovery of tropical rainforest avifauna in relation to vegetation succession following shifting cultivation in Mizoram, north-east India. *Journal of Applied Ecology* 35: 214-231.
- Reynolds, R. T., J. M. Scott, and R. A. Nussbaum. 1980. A variable circular-plot method for estimating bird numbers. *The Condor* 82:309-313.

- Ricklefs, R. E., D. Schluter, R. E. Ricklefs, and D. Schluter. 1993. Species diversity in ecological communities: historical and geographical perspectives. University of Chicago. Chicago.
- Root, R. B. 1967. The niche exploitation patterns of the blue-gray gnatcatcher. *Ecological Monographs* 37:317-350.
- Root, T. 1988. Environmental factors associated with avian distributional boundary. *Journal of Biogeography* 15:489-505.
- Rumble, M. A., and J. E. Gobeille. 2004. Avian use of successional cottonwood (*Populus deltoides*) woodlands along the middle Missouri River. *American Midland Naturalist* 152:165-177.
- Simberloff, D., and T. Dayan. 1991. The guild concept and the structure of ecological communities. *Annual Review of Ecology and Systematic* 22:115-143.
- Stem, C., R. Margoluis, N. Salafsky, and B. Marcia. 2005. Monitoring and evaluation in conservation: a review of trends and approaches. *Conservation Biology* 19: 295-309.
- Szaro, R.C., and D.W. Johnston. 1996. Biodiversity in managed landscapes. Oxford University Press. New York.
- Suárez, N., and P. Yorio. 2005. Foraging patterns of breeding Dolphin Gulls *Larus scoresbii* at Punta Tombo, Argentina. *Ibis* 147:544-551.
- Traut, A. H., and M. E. Hostetler. 2004. Urban lakes and waterbirds : effects of shoreline development on avian distribution. *Landscape and Urban Planning* 69:69-85.
- Venier, L. A., and J. L. Pearce. 2005. Boreal bird community response to jack pine

forest succession. *Forest Ecology and Management* 217:19-36.

Vera, C. J., and F. A. Servello. 1994. Effects of paper mill sludge in spruce-fir forests on wildlife in Maine. *J. Wildl. Manage.* 58:719-727.

丁宗蘇。1993。玉山地區成熟林之鳥類群聚生態。國立台灣大學碩士論文。台北。

中華民國地區發展學會。2005。鰲鼓溼地生態觀光發展規劃(期末報告)。雲嘉南濱海國家風景區管理處。

尤少彬。2005。由涉水鳥同功群探討沿海濕地的生態建設。水域與生態工程研討會論文集。台北。

方偉達。2004。桃園台地埤塘景觀生態設計初探。台灣省桃園農田水利會慶祝桃園大圳通水八十週年「桃園大圳水資源暨營運管理學術研討會」。

方蕙菁。2007。嘉南平原稻作區的鳥類群聚與鳥害探討。國立嘉義大學碩士論文。嘉義。

朱惠菁。2001。花蓮地區月鼠與赤背條鼠之棲地利用研究。東華大學碩士論文。花蓮。

李采燕。2008。棕沙燕在八掌溪河岸的棲地選擇與群集繁殖。國立嘉義大學碩士論文。嘉義。

李欽國。1995。人造針葉林與天然闊葉林鳥類群聚之比較。國立台灣大學碩士論文。台北。

林宏榮。2006。白尾八哥(*Acridotheres javanicus*)、家八哥(*Acridotheres tristis*)與冠八哥(*Acridotheres cristatellus*)群棲行為與巢洞棲地類型之研究。嘉義大學碩士論文。嘉義。

姚正得。2002。台灣中部地區黑冠麻鷺(*Gorsachius melanophus*)之生殖生態。東

海大學碩士論文。台中。

施義杰。2004。嘉義機場隙地之鳥類群聚生態。國立彰化師範大學碩士論文。彰化。

袁孝維、謝欣怡。2003。全民造林計畫鳥類相監測。臺大實驗林研究報告 17：133-140。

袁孝維。2002。溪頭鳳凰山森林生態系經營鳥類相監測。中華林學季刊 35：201-211。

財團法人台灣水利環境科技研究發展教育基金會。2005。嘉義縣鰲鼓溼地生態調查、環境復育計畫及整體發展規劃。嘉義縣政府。嘉義。

財團法人台灣水利環境科技研究發展教育基金會。2008。嘉義縣好美里及鰲鼓溼地野生動物保護區籌設計畫(成果報告)。嘉義縣政府。嘉義。

張晏銓。1997。台中市筏子溪小白鷺與夜鷺時空分布之研究。東海大學碩士論文。台中市。

張學文、褚心如。1997。鰲鼓溼地劃設野生動物保護區可行性評估。嘉義縣政府。嘉義。

張寶連。1988。嘉義縣和雲林縣海岸動物之調查研究(二)。台灣省立嘉義師範學院。嘉義。

許富雄。2001。鳥類資源的調查方法。特有生物研究 3：81-90。

許惠瑜。2003。平地景觀造林計劃之研究。國立中興大學森林學系碩士論文。台中。

游進裕、劉正川、蔡智賢、許富雄、賴弘智。2008。鰲鼓溼地從開發到復育的技術與變遷。第一屆亞洲濕地大會論文集。中華民國內政部營建署。台北。

- 黃永桀。2000。森林遊樂未來發展的趨勢。第三屆森林遊樂學術研討會論文。
- 楊吉宗、許富雄、張簡琳玟、陳元龍、姚正得、洪典戊、朱賢斌、林春富、蔡昕皓、賴肅如。1998。台灣南部地區野生動物資源之調查研究(1/4) I.嘉義縣市野生動物之調查研究。特有生物研究保育中心。南投。
- 經濟部工業局。1993。嘉義縣鰲鼓工業區開發計畫環境影響評估報告書(修訂本)。台北。
- 廖英琦。2006。壽豐養殖區內常見水鳥選擇埤塘之探討。國立東華大學碩士論文。花蓮。
- 蔡智賢、游進裕、劉正川、薛吉人、曹婉容。2005。鰲鼓溼地植被與紅樹林分佈之調查。台灣濕地雜誌 58：80-90。
- 戴漢彰。2009。關渡自然公園棲地經營管理對鳥類相的影響。國立台灣大學碩士論文。台北市。
- 謝寶森。1986。穿越線法和圓圈法在鳥類族群密度估算之比較。國立台灣大學碩士論文。台北。
- 謝寶森。1997。陸上脊椎動物的調查技術。國家公園經營管理與永續發展研討會論文集。林耀松編。內政部營建署，台北，Pp51-58。
- 顧芝寧。2004。武陵地區群聚與土地利用類型之關係。國立東華大學碩士論文。管理研究所碩士論文。花蓮。



圖 1、在鰲鼓溼地不同區域所設置的 8 個 200*200 m 溼地鳥類調查樣區位置圖。



圖 2、本計畫在鰲鼓溼地之西南草澤所設置的 12 個 50*50 m 調查樣區位置圖。



圖 3、在東石農場之不同成長狀態造林區所設置的 20 個鳥類調查樣區位置圖。



圖 4、漁塭區之監測路線圖，藍色線條為調查路線。

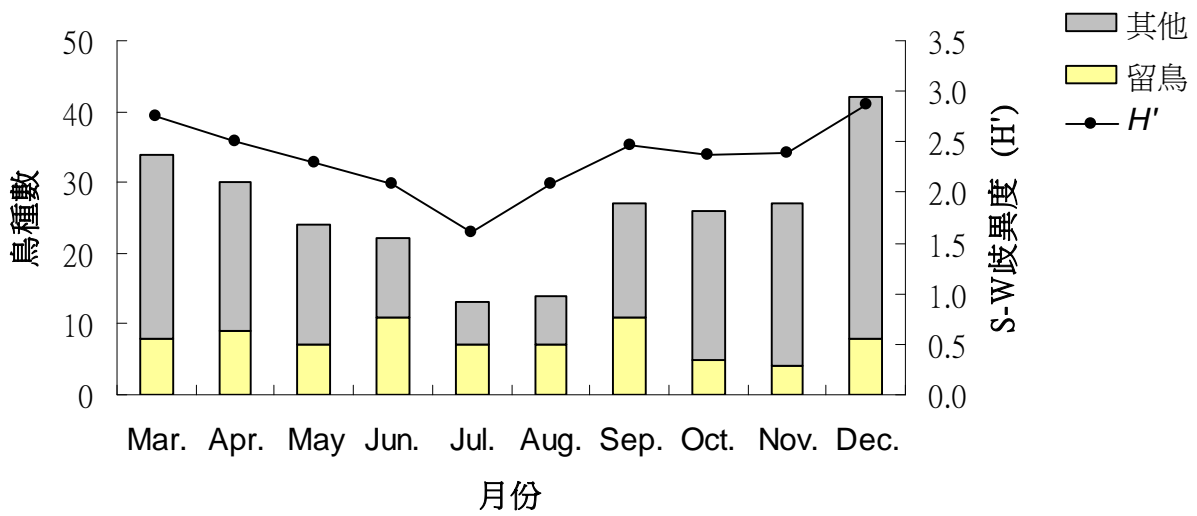


圖 5、在 3-12 月份於 200*200 m 溼地樣區所記錄的鳥種數及 S-W 歧異度指數變化。

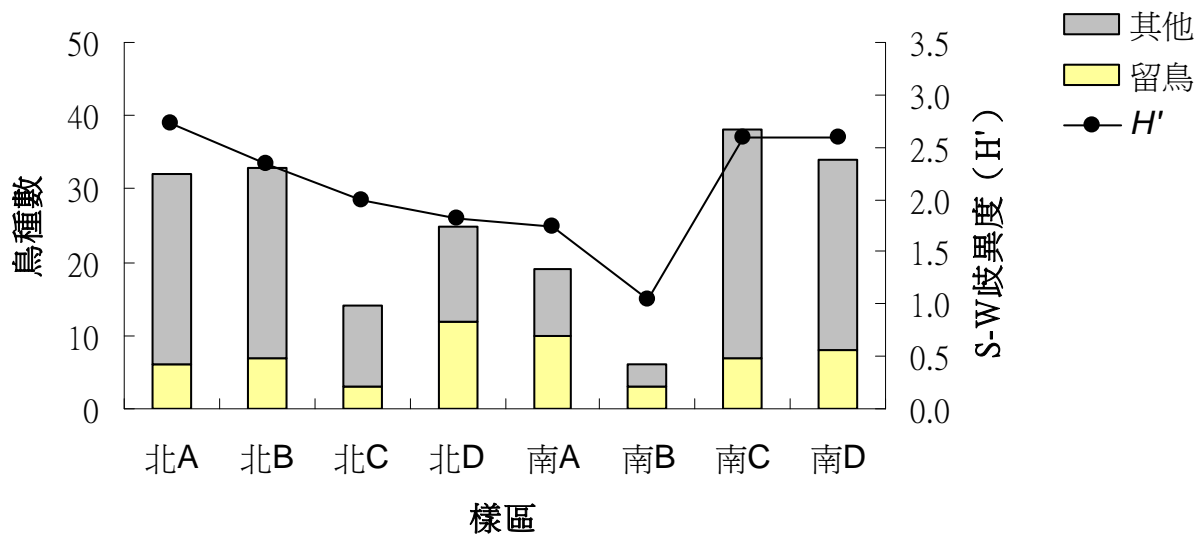


圖 6、本計畫之 8 個 200*200 m 溼地樣區所記錄的鳥種數及 S-W 歧異度指數變化，樣區代號及位置參照圖 1。

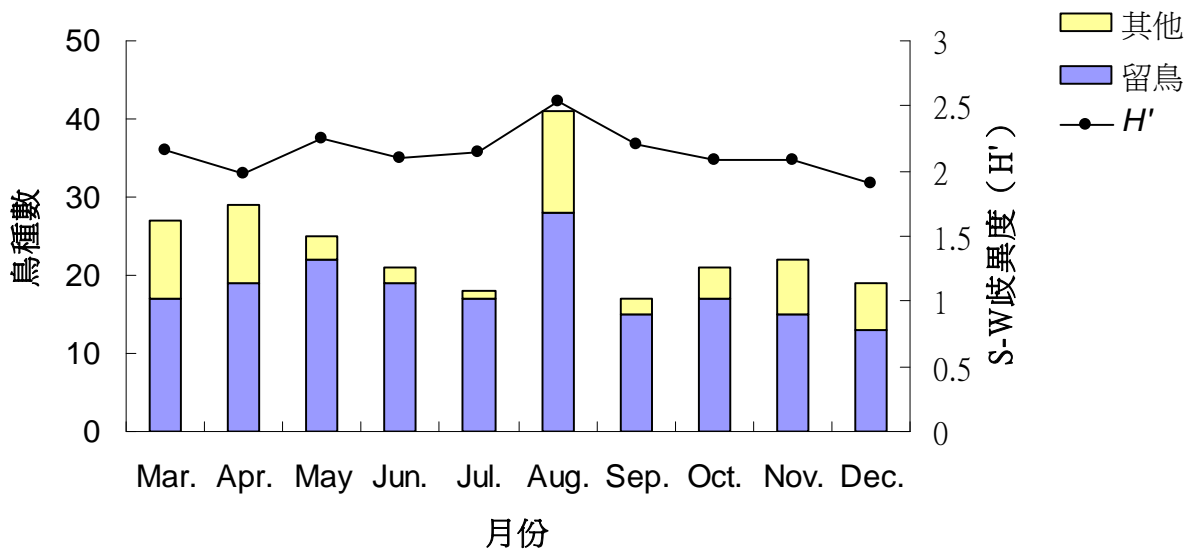


圖 7、東石農場造林地 3-12 月份所記錄鳥種數及 S-W 歧異度指數變化。

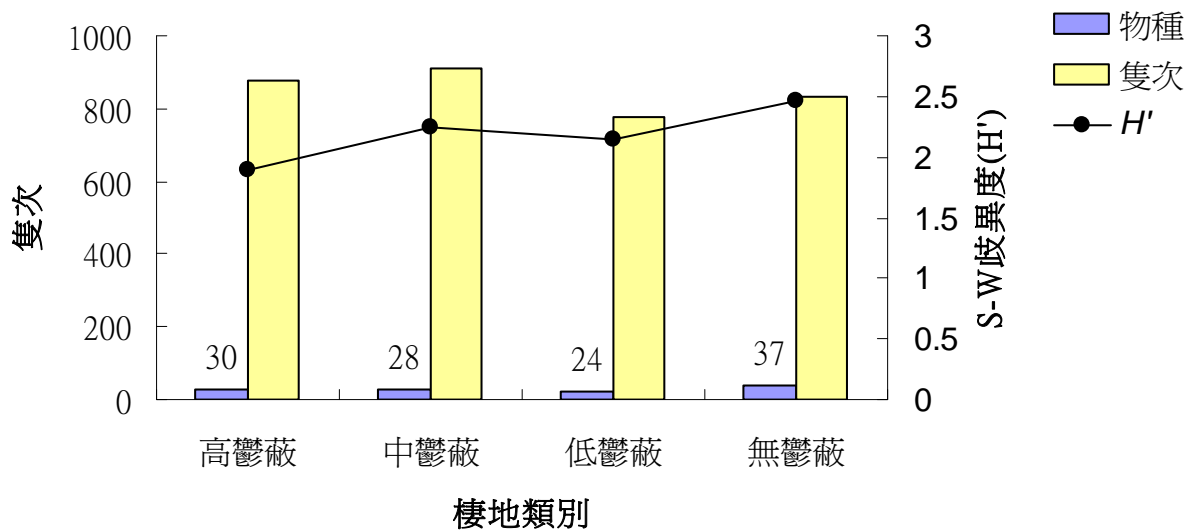


圖 8、東石農場 4 種成長狀態造林地之鳥種數及 S-W 指數變化。

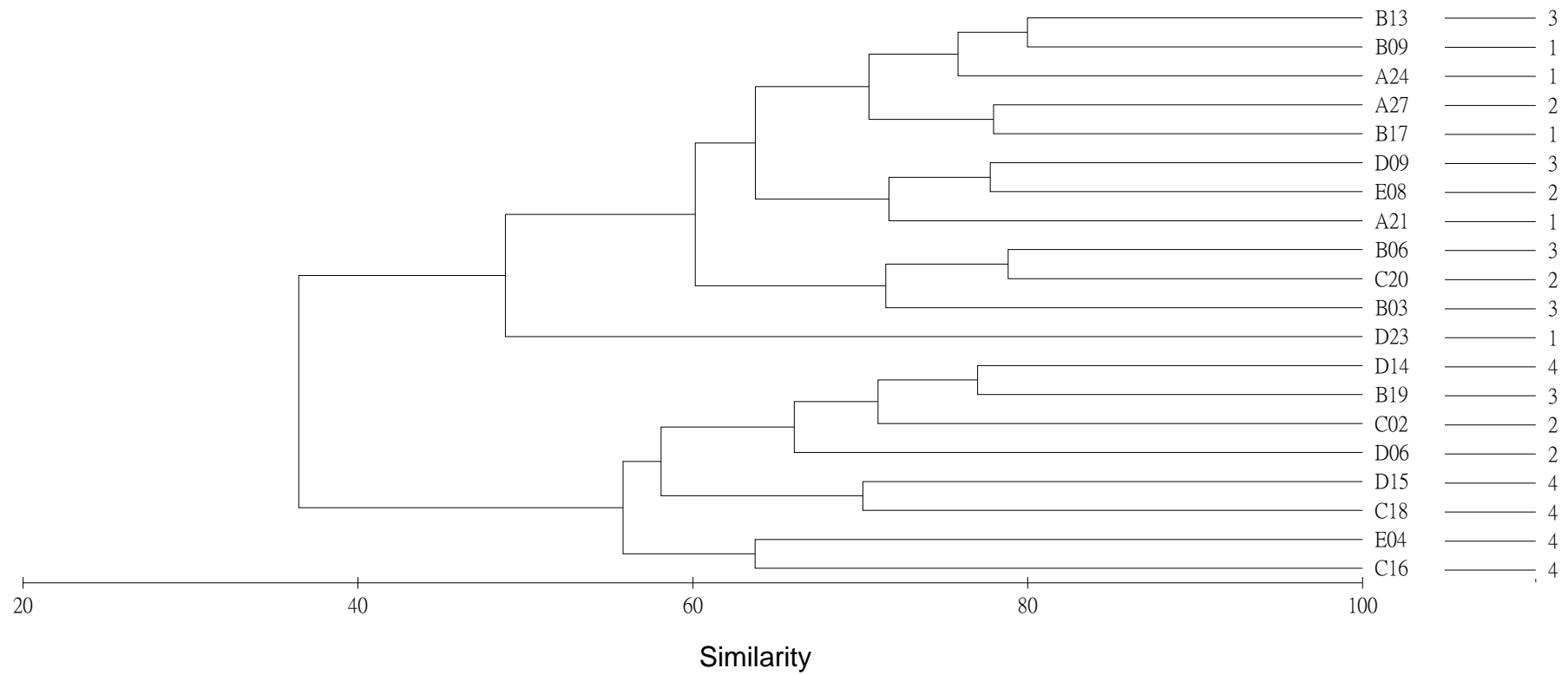


圖 9、造林地 20 個樣區間的群集分析圖，其中樣區名後方的數字 1 表示高鬱蔽，2 表示中鬱蔽，3 表示低鬱蔽，及 4 表示無鬱蔽。

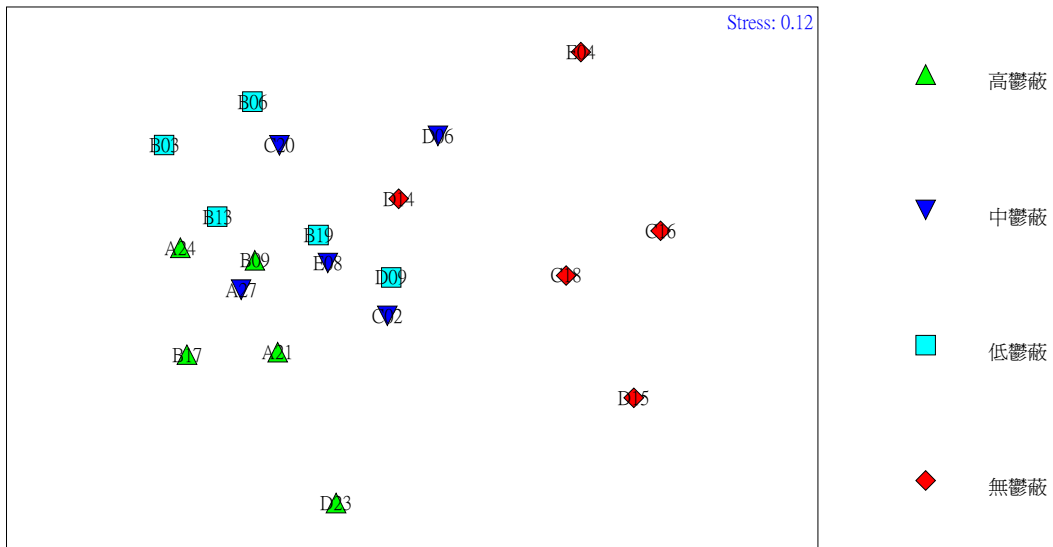


圖 10、造林地 20 個不同鬱蔽度樣區的鳥種群聚組成 MDS 分佈圖。

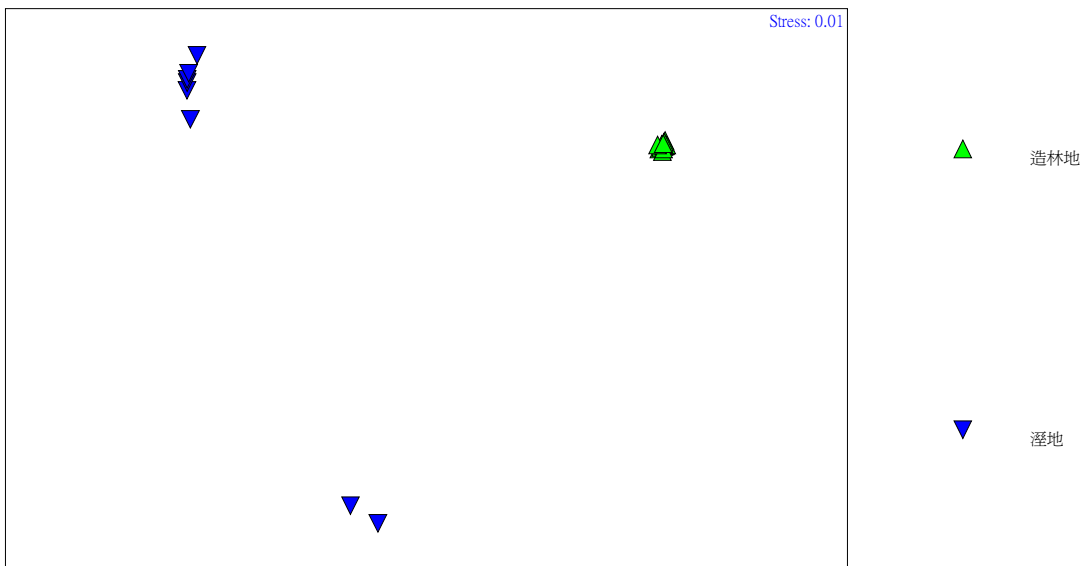


圖 11、利用 20 個造林地樣區與 8 個溼地區塊之鳥種組成資料所得的 MDS 分佈圖。

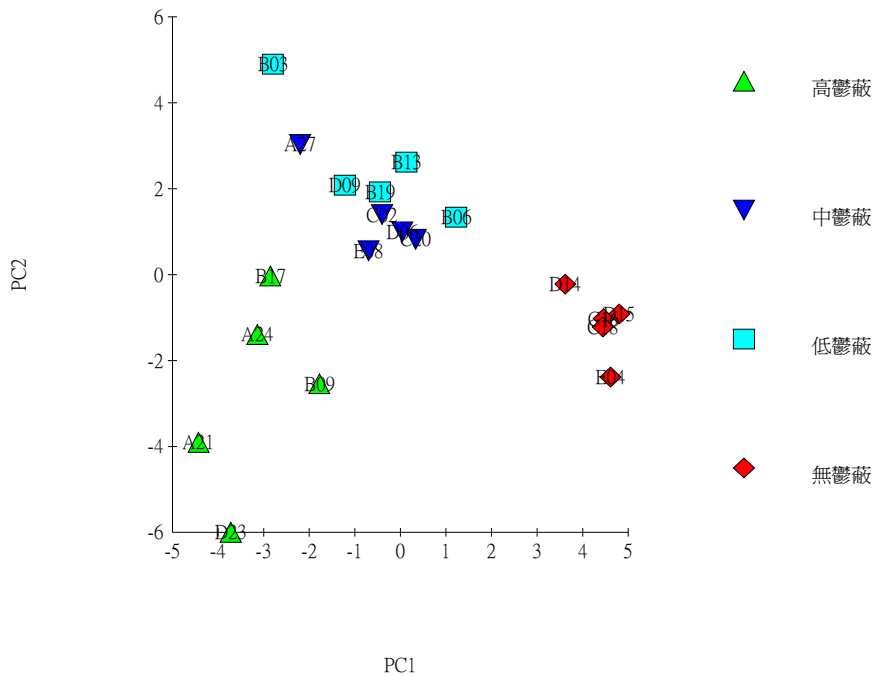


圖 12、造林地 20 樣區之植被組成在前兩個 PCA 軸的散佈圖。

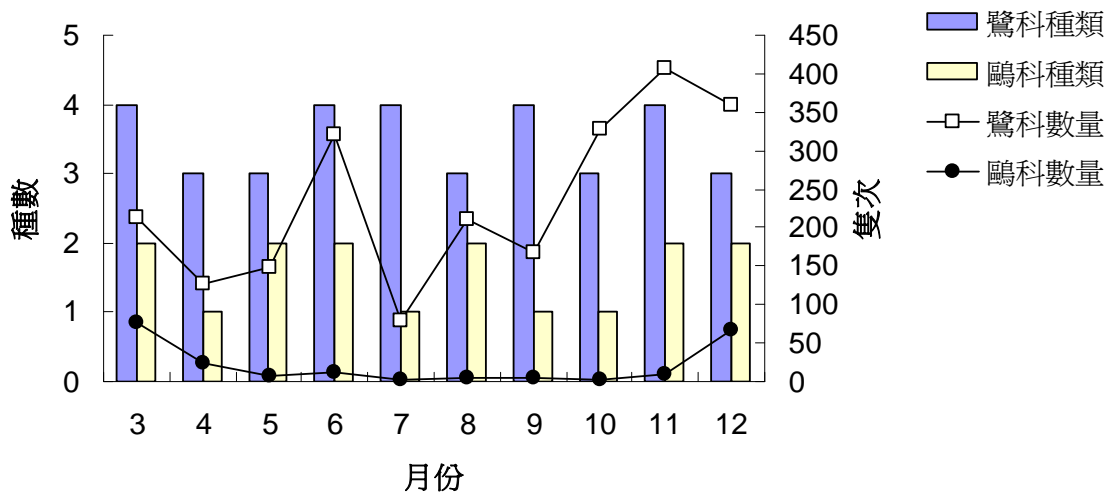


圖 13、各月份在漁塭區所記錄之鷺科與鷗科的鳥種及數量變化。

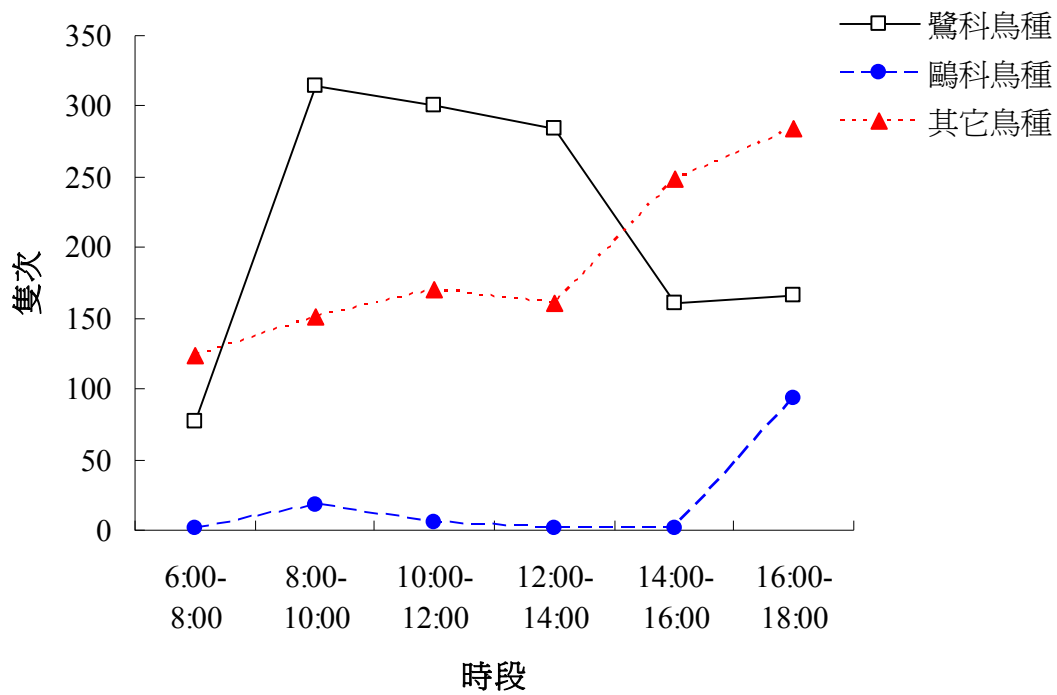


圖 14、漁塭區不同時段之鷺科、鷗科與其它鳥種的棲息數量變化。

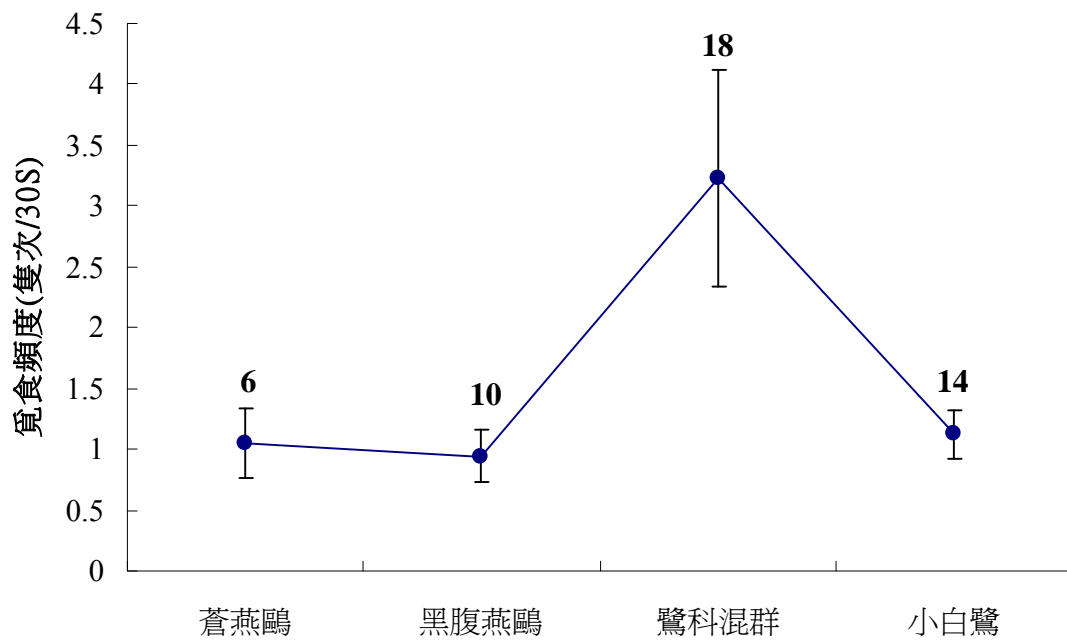


圖 15、漁塭區不同鳥种群集之覓食頻度，符號上方數字表其樣本數。

表 1、鰲鼓溼地所有調查鳥種名錄 (後續)

目	科	中文名	學名	特有性	保育等級	遷移習性	
雁形目	雁鴨科	赤膀鴨	<i>Anas strepera</i>			UCW	
		赤頸鴨	<i>Anas penelope</i>			CW	
		花嘴鴨	<i>Anas poecilorhyncha</i>			CW,RR	
		琵嘴鴨	<i>Anas clypeata</i>			CW	
		尖尾鴨	<i>Anas acuta</i>			CW	
		白眉鴨	<i>Anas querquedula</i>			CT	
		小水鴨	<i>Anas crecca</i>			CW	
		鳳頭潛鴨	<i>Aythya fuligula</i>			CW	
		斑背潛鴨	<i>Aythya marila</i>			RW	
鸕鷀目	鸕鷀科	小鸕鷀	<i>Tachybaptus ruficollis</i>			CR	
鵞形目	鵞科	黑面琵鷺	<i>Platalea minor</i>		I	RW	
		鶯科	栗小鶯	<i>Ixobrychus cinnamomeus</i>			UCR
			夜鶯	<i>Nycticorax nycticorax</i>			CR
			池鶯	<i>Ardeola bacchus</i>			RW
			黃頭鶯	<i>Bubulcus ibis</i>			CR
			蒼鶯	<i>Ardea cinerea</i>			CW
			紫鶯	<i>Ardea purpurea</i>			RW
			大白鶯	<i>Ardea alba</i>			CW
			中白鶯	<i>Egretta intermedia</i>			CW
			小白鶯	<i>Egretta garzetta</i>			CR
	鵞形目	鸕鷀科	鸕鷀	<i>Phalacrocorax carbo</i>			UCW
隼形目	隼科	紅隼	<i>Falco tinnunculus</i>		II	CW	
		遊隼	<i>Falco peregrinus</i>		I	RR,UCW,UCT	
	鷹科	魚鷹	<i>Pandion haliaetus</i>		II	UCW	
		黑翅鳶	<i>Elanus caeruleus</i>		II	RR	
		大冠鶯	<i>Spilornis cheela</i>	○	II	CR	
		東方澤鷄	<i>Circus spilonotus</i>		II	UCT,RW	
		灰澤鷄	<i>Circus cyaneus</i>		II	RT	
		鳳頭蒼鷹	<i>Accipiter trivirgatus</i>	○	II	CR	
		灰面鵟鷹	<i>Butastur indicus</i>		II	CT,RW	
		鶴形目	秧雞科	白腹秧雞	<i>Amaurornis phoenicurus</i>		
		紅冠水雞	<i>Gallinula chloropus</i>			CR	
		白冠雞	<i>Fulica atra</i>			UCW	
	三趾鶉科	棕三趾鶉	<i>Turnix suscitator</i>	○		CR	

表 1、鰲鼓溼地所有調查鳥種名錄 (續)

目	科	中文名	學名	特有性	保育等級	遷移習性		
鵠形目	長腳鵠科	高蹺鵠	<i>Himantopus himantopus</i>			CW,UCR		
		反嘴鵠	<i>Recurvirostra avosetta</i>			RW		
	鵠科	太平洋金斑鵠	<i>Pluvialis fulva</i>			CW		
		灰斑鵠	<i>Pluvialis squatarola</i>			CW		
	鵠科	東方環頸鵠	<i>Charadrius alexandrinus</i>			CW,UCR		
		鐵嘴鵠	<i>Charadrius leschenaultii</i>			RW,CT		
	彩鵠科	彩鵠	<i>Rostratula benghalensis</i>		II	CR		
鵠形目	鵠科	田鵠	<i>Gallinago gallinago</i>			CW		
		黑尾鵠	<i>Limosa limosa</i>			RW,UCT		
		班尾鵠	<i>Limosa lapponica</i>			RW,UCT		
		中杓鵠	<i>Numenius phaeopus</i>			UCW,CT		
		大杓鵠	<i>Numenius arquata</i>		III	UCW		
		鶴鵠	<i>Tringa erythropus</i>			RW		
		赤足鵠	<i>Tringa totanus</i>			UCW		
		小青足鵠	<i>Tringa stagnatilis</i>			UCW		
		青足鵠	<i>Tringa nebularia</i>			CW		
		諾氏鵠	<i>Tringa guttifer</i>		I	RT		
		白腰草鵠	<i>Tringa ochropus</i>			CW		
		鷹斑鵠	<i>Tringa glareola</i>			CW		
		反嘴鵠	<i>Xenus cinereus</i>			CT		
		磯鵠	<i>Actitis hypoleucos</i>			CW		
		黃足鵠	<i>Heteroscelus brevipes</i>			CT		
		翻石鵠	<i>Arenaria interpres</i>			CW		
		大濱鵠	<i>Calidris tenuirostris</i>			CT		
		紅胸濱鵠	<i>Calidris ruficollis</i>			CW		
		長趾濱鵠	<i>Calidris subminuta</i>			UCW		
		尖尾濱鵠	<i>Calidris acuminata</i>			CT		
		彎嘴濱鵠	<i>Calidris ferruginea</i>			CT		
		黑腹濱鵠	<i>Calidris alpina</i>			CW		
			燕鵠科	燕鵠	<i>Glareola maldivarum</i>		III	CS
			鷗科	紅嘴鷗	<i>Larus ridibundus</i>			CW
				黑嘴鷗	<i>Larus saundersi</i>		II	UCW
				鷗嘴燕鷗	<i>Sterna nilotica</i>			UCT
				裏海燕鷗	<i>Sterna caspia</i>			UCW

表 1、鰲鼓溼地所有調查鳥種名錄 (續)

目	科	中文名	學名	特有性	保育等級	遷移習性
		蒼燕鷗	<i>Sterna sumatrana</i>		II	UCS
		燕鷗	<i>Sterna hirundo</i>			UCT
		小燕鷗	<i>Sterna albifrons</i>		II	UCR
		黑腹燕鷗	<i>Chlidonias hybrida</i>			CT
		白翅黑燕鷗	<i>Chlidonias leucopterus</i>			CT
鴿形目	鳩鴿科	珠頸斑鳩	<i>Streptopelia chinensis</i>			CR
		紅鳩	<i>Streptopelia tranquebarica</i>			CR
鵲形目	杜鵑科	番鵲	<i>Centropus bengalensis</i>			CR
雨燕目	雨燕科	小雨燕	<i>Apus nipalensis</i>			CR
佛法僧目	翠鳥科	翠鳥	<i>Alcedo atthis</i>			CR
鷺形目	啄木鳥科	小啄木	<i>Dendrocopos canicapillus</i>			CR
雀形目	伯勞科	紅尾伯勞	<i>Lanius cristatus</i>		III	CT,CW
		棕背伯勞	<i>Lanius schach</i>			CR
	卷尾科	大卷尾	<i>Dicrurus macrocercus</i>	○		CR
	王鷓科	黑枕藍鷓	<i>Hypothymis azurea</i>	○		CR
	燕科	家燕	<i>Hirundo rustica</i>			CS,CW,CT
		洋燕	<i>Hirundo tahitica</i>			CR
		赤腰燕	<i>Cecropis striolata</i>			CR
	扇尾鶯科	黃頭扇尾鶯	<i>Cisticola exilis</i>	○		UCR
		灰頭鷓鶯	<i>Prinia flaviventris</i>			CR
		褐頭鷓鶯	<i>Prinia inornata</i>	○		CR
	鶉科	白頭翁	<i>Pycnonotus sinensis</i>	○		CR
	鶯科	極北柳鶯	<i>Phylloscopus borealis</i>			CT,UCW
	繡眼科	綠繡眼	<i>Zosterops japonicus</i>			CR
	鶉科	赤腹鶉	<i>Turdus chrysolaus</i>			CW
	鷓科	野鷓	<i>Luscinia calliope</i>			UCW
		黃尾鷓	<i>Phoenicurus aureus</i>			UCW
		藍磯鶉	<i>Monticola solitarius</i>			RR,CW
		灰斑鷓	<i>Muscicapa griseisticta</i>			UCT
		寬嘴鷓	<i>Muscicapa dauurica</i>			UCT
	麻雀科	麻雀	<i>Passer montanus</i>			CR
	梅花雀科	斑文鳥	<i>Lonchura punctulata</i>			CR
	鷓科	黃鷓	<i>Motacilla flava</i>			CW,CT
		白鷓	<i>Motacilla alba</i>			CR,CW

表 1、鰲鼓溼地所有調查鳥種名錄 (續)

目	科	中文名	學名	特有性	保育等級	遷移習性
		樹鵲	<i>Anthus hodgsoni</i>			CW
		赤喉鵲	<i>Anthus cervinus</i>			UCW
	雀科	花雀	<i>Fringilla montifringilla</i>			RW
	鵲科	黃喉鵲	<i>Emberiza elegans</i>			RW
		黑臉鵲	<i>Emberiza spodocephala</i>			CW
外來種	鵲科	鵲鵲	<i>Copsychus saularis</i>			
	鵲科	埃及聖鵲	<i>Threskiornis aethiopicus</i>			
	八哥科	白尾八哥	<i>Acridotheres javanicus</i>			

註一：◎台灣特有種；○台灣特有亞種。

註二：I 瀕臨絕種保育類；II 珍貴稀有保育類；III 其它應予保育類。

註三：名錄參中華民國野鳥學會(2008)，遷移屬性參中研院劉小如團隊(2008)。

前方英文字母表出現頻率 / R-稀有；UC-不普遍；C-普遍；L-局部區域

最後一個英文字母表生息狀態 / R-留鳥；W-冬候鳥；S-夏候鳥；

T-過境鳥；E-外來種

表 2、各月份在 200*200 m 溼地樣區所記錄之鳥種、總觀察隻次與 S-W 指數 (後續)

目	科	中文名	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	總計		
雁形目	雁鴨科	赤膀鴨										*	18		
		赤頸鴨	*								*	*	*	718	
		花嘴鴨	*		*	*				*	*			19	
		琵嘴鴨	*	*							*	*	*	1557	
		尖尾鴨	*								*	*	*	527	
		白眉鴨								*	*	*	*	102	
		小水鴨	*	*							*	*	*	450	
		鳳頭潛鴨											*	*	73
				斑背潛鴨										*	8
鸕鷀目	鸕鷀科	小鸕鷀	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	380		
鸛形目	鸛科	黑面琵鷺		*						*		*	11		
		栗小鷺				*						*	2		
		夜鷺	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	510	
		池鷺								*				1	
		黃頭鷺	*	*	*	*	*	*	*					477	
		蒼鷺	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	356	
		紫鷺	*											1	
		大白鷺	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	674	
		中白鷺	*	*	*	*					*	*		10	
		小白鷺	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1041	
		鵜形目	鸕鷀科	鸕鷀	*						*	*	*	*	416
隼形目	鷹科	魚鷹										*	3		
		鳳頭蒼鷹								*				1	
鶴形目	秧雞科	白腹秧雞										*	1		
		紅冠水雞	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	268	
		白冠雞	*										*	5	
鸕形目	長腳鸕科	高蹺鸕	*	*	*	*			*	*	*	*	909		
		反嘴鸕	*	*	*								*	106	
	鸕科	太平洋金斑鸕	*	*	*				*	*	*	*	*	87	
		灰斑鸕									*	*	*	9	
		小環頸鸕			*				*	*			*	93	
		東方環頸鸕	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	332	
		班尾鸕			*	*								9	
	鸕科	中杓鸕			*					*				4	
		大杓鸕	*									*	*	82	
		鶴鸕		*	*	*						*	*	50	

表 2、各月份在 200*200 m 溼地樣區所記錄之鳥種、總觀察隻次與 S-W 指數 (續)

目	科	中文名	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	總計
		赤足鶺鴒	*	*		*	*			*	*	*	66
		小青足鶺鴒	*	*	*				*	*	*	*	58
		青足鶺鴒	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	178
		鷹斑鶺鴒		*									5
		磯鶺鴒	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	62
		黃足鶺鴒	*										2
		翻石鶺鴒										*	9
		大濱鶺鴒			*								23
		紅胸濱鶺鴒	*		*						*	*	86
		長趾濱鶺鴒	*										21
		尖尾濱鶺鴒			*							*	17
		彎嘴濱鶺鴒										*	4
		黑腹濱鶺鴒	*	*						*	*	*	461
	鷗科	紅嘴鷗										*	230
		鷗嘴燕鷗										*	3
		裏海燕鷗	*								*	*	56
		燕鷗			*				*	*			124
		小燕鷗		*	*		*	*	*				37
鴿形目	鳩鴿科	紅鳩	*										1
佛法僧目	翠鳥科	翠鳥	*	*		*	*	*	*			*	9
雀形目	伯勞科	紅尾伯勞							*				1
		棕背伯勞			*								3
	卷尾科	大卷尾		*		*			*				3
	燕科	家燕	*	*									6
	扇尾鶯科	褐頭鷓鶯				*							1
	鶉科	白頭翁	*	*		*							3
	鵲鴿科	黃鵲鴿		*									1
	麻雀科	麻雀				*							1
外來種	鸚科	埃及聖鸚							*	*		*	23
	八哥科	白尾八哥							*				2
		目	5	4	2	3	2	2	5	4	3	8	10
		科	8	9	4	9	2	3	9	5	4	11	22
		種	34	30	24	22	13	14	27	26	27	42	66
		隻次	1120	911	807	695	369	310	650	1207	2270	2467	10806
		H'	2.75	2.51	2.30	2.08	1.60	2.08	2.47	2.38	2.39	2.86	3.11

表 3、溼地樣區之鳥種同功群與 4 類棲地覆蓋百分比的相關性分析(correlation Z test)，粗黑體字表其 $p < 0.05$

同功群		水體		泥灘		草澤		其他	
		<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
種數	岸鳥泥灘涉禽	-0.093	0.018	0.213	<0.001	-0.101	0.011	-0.079	0.046
	浮水禽游涉禽	0.001	0.984	0.005	0.893	0.007	0.860	-0.014	0.716
	涉水禽高草游涉禽	-0.097	0.014	0.038	0.333	0.052	0.188	0.104	0.008
	陸域鳥種	-0.158	<0.001	0.018	0.656	0.130	0.001	0.199	<0.001
隻次	岸鳥泥灘涉禽	-0.065	0.103	0.169	<0.001	-0.086	0.029	-0.082	0.039
	浮水禽游涉禽	0.020	0.620	-0.026	0.515	0.003	0.948	<0.001	0.994
	涉水禽高草游涉禽	-0.184	<0.001	0.026	0.506	0.033	0.408	0.352	<0.001
	陸域鳥種	-0.124	0.002	0.028	0.486	0.090	0.023	0.142	<0.001

表 4、東石農場造林地之各月份記錄鳥種、總記錄隻次與 S-W 指數 (後續)

目	科	中文名	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	總計
雁形目	雁鴨科	花嘴鴨		*		*							4
鸛形目	鷺科	栗小鷺						*					1
		夜鷺			*		*	*					8
		池鷺						*					1
		黃頭鷺		*	*	*	*	*	*	*	*		217
		大白鷺						*					1
		中白鷺						*					8
		小白鷺					*	*					11
隼形目	隼科	紅隼	*		*					*	*	*	17
		遊隼								*			1
	鷹科	魚鷹	*										1
		黑翅鳶	*		*	*		*	*	*	*		9
		大冠鷲										*	1
		東方澤鵒	*									*	3
		灰澤鷲										*	1
		灰面鵟鷹		*									3
鶴形目	秧雞科	白腹秧雞		*	*	*							5
		紅冠水雞						*					17
	三趾鶉科	棕三趾鶉	*	*	*	*		*	*	*			22
鷓形目	長腳鷓科	高蹠鷓						*					27
	鴿科	太平洋金斑鴿						*					2
		小環頸鴿						*					1
	彩鷓科	彩鷓						*					2
	鷓科	田鷓						*					4
		鷹斑鷓						*					11
		磯鷓						*					3
	燕鴿科	燕鴿						*					2
鴿形目	鳩鴿科	珠頸斑鳩	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	77
		紅鳩	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1989
鴉形目	杜鵑科	番鴉			*	*	*	*					11
雨燕目	雨燕科	小雨燕	*	*	*	*	*	*					47
佛法僧目	翠鳥科	翠鳥					*	*					3
鴉形目	啄木鳥科	小啄木	*	*	*	*		*	*	*	*	*	23
雀形目	伯勞科	紅尾伯勞	*	*				*	*	*	*	*	232
		棕背伯勞	*	*				*	*	*		*	46

表 4、東石農場造林地之各月份記錄鳥種、總記錄隻次與 S-W 指數 (續)

目	科	中文名	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	總計
	卷尾科	大卷尾	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	513
	王鷓科	黑枕藍鷓	*	*	*			*					7
	燕科	家燕	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	110
		洋燕	*	*	*	*		*		*			19
		赤腰燕			*	*		*			*		8
	扇尾鷺科	黃頭扇尾鷺									*		1
		灰頭鷓鷺	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	240
		褐頭鷓鷺	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	516
	鷺科	極北柳鷺			*						*		5
	繡眼科	綠繡眼	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1151
	鶇科	白頭鶇	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1921
	鶇科	赤腹鶇		*								*	2
	鷓科	野鷓	*	*									9
		黃尾鷓	*										1
		灰斑鷓		*									1
		寬嘴鷓		*								*	2
	麻雀科	麻雀	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	614
	梅花雀科	斑文鳥	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	244
	鵲科	樹鵲	*										2
	雀科	花雀	*	*				*					11
	鷓科	黃喉鷓									*		5
		黑臉鷓	*	*							*	*	13
外來種	鷓科	鵲鷓		*	*	*	*	*		*	*		15
	鷓科	埃及聖鷓						*					1
	八哥科	白尾八哥	*	*	*		*	*	*	*		*	35
		目	5	6	6	6	4	8	3	4	4	4	11
		科	18	18	17	14	12	24	11	13	14	11	33
		種	27	29	25	21	18	41	17	21	22	19	60
		隻次	718	987	840	940	1026	1140	871	732	526	484	8264
		H'	2.16	1.98	2.25	2.10	2.15	2.53	2.21	2.09	2.08	1.91	2.33

表 5、東石農場造林地各樣區間的 Jaccard's similarity index (上矩陣)和 Morisita's similarity index(下矩陣)，其中樣區名後面的數字 1 代表高鬱蔽、2 代表中鬱蔽、3 代表低鬱蔽、4 代表無鬱蔽

		樣區																			
		A21-1	A24-1	B09-1	B17-1	D23-1	A27-2	C02-2	C20-2	D06-2	E08-2	B03-3	B06-3	B13-3	B19-3	D09-3	C16-4	C18-4	D14-4	D15-4	E04-4
A21-1		0.647	0.632	0.667	0.824	0.722	0.667	0.684	0.611	0.619	0.500	0.538	0.667	0.650	0.636	0.591	0.522	0.462	0.464	0.650	
A24-1	0.749		0.550	0.667	0.632	0.722	0.579	0.600	0.706	0.545	0.560	0.481	0.765	0.500	0.565	0.522	0.591	0.462	0.414	0.571	
B09-1	0.824	0.901		0.571	0.700	0.619	0.571	0.667	0.600	0.542	0.556	0.483	0.571	0.714	0.696	0.652	0.583	0.464	0.571	0.714	
B17-1	0.633	0.484	0.674		0.737	0.650	0.524	0.545	0.550	0.440	0.519	0.448	0.684	0.591	0.520	0.542	0.609	0.538	0.483	0.591	
D23-1	0.862	0.844	0.900	0.673		0.889	0.650	0.750	0.684	0.542	0.500	0.536	0.650	0.714	0.625	0.652	0.583	0.519	0.517	0.714	
A27-2	0.872	0.929	0.890	0.591	0.919		0.650	0.667	0.684	0.542	0.500	0.536	0.650	0.636	0.625	0.652	0.520	0.519	0.467	0.636	
C02-2	0.874	0.869	0.928	0.660	0.983	0.915		0.619	0.550	0.440	0.464	0.500	0.684	0.591	0.652	0.480	0.480	0.429	0.433	0.591	
C20-2	0.822	0.949	0.862	0.504	0.864	0.975	0.873		0.650	0.520	0.536	0.517	0.700	0.609	0.667	0.625	0.500	0.448	0.452	0.682	
D06-2	0.867	0.670	0.687	0.528	0.853	0.847	0.827	0.820		0.522	0.481	0.464	0.632	0.478	0.542	0.500	0.565	0.444	0.448	0.545	
E08-2	0.888	0.748	0.907	0.739	0.908	0.815	0.902	0.730	0.711		0.500	0.484	0.440	0.444	0.556	0.577	0.464	0.375	0.469	0.500	
B03-3	0.632	0.602	0.550	0.680	0.692	0.750	0.658	0.745	0.765	0.527		0.594	0.519	0.517	0.621	0.484	0.484	0.531	0.486	0.571	
B06-3	0.623	0.480	0.423	0.518	0.606	0.695	0.549	0.671	0.852	0.425	0.868		0.500	0.452	0.600	0.516	0.516	0.429	0.472	0.452	
B13-3	0.854	0.726	0.736	0.570	0.933	0.843	0.901	0.782	0.918	0.815	0.691	0.715		0.591	0.652	0.542	0.542	0.481	0.387	0.522	
B19-3	0.719	0.587	0.541	0.606	0.708	0.794	0.657	0.746	0.877	0.553	0.883	0.977	0.790		0.708	0.667	0.481	0.536	0.484	0.810	
D09-3	0.812	0.619	0.695	0.865	0.789	0.806	0.754	0.730	0.819	0.749	0.855	0.836	0.783	0.906		0.654	0.483	0.438	0.485	0.640	
C16-4	0.811	0.538	0.576	0.676	0.757	0.758	0.734	0.678	0.900	0.654	0.808	0.890	0.857	0.935	0.917		0.500	0.500	0.455	0.600	
C18-4	0.414	0.304	0.171	0.172	0.357	0.486	0.295	0.486	0.689	0.158	0.585	0.867	0.528	0.805	0.560	0.677		0.406	0.548	0.538	
D14-4	0.472	0.310	0.191	0.257	0.376	0.504	0.335	0.521	0.747	0.166	0.671	0.905	0.545	0.840	0.626	0.743	0.952		0.457	0.593	
D15-4	0.637	0.410	0.393	0.443	0.599	0.645	0.538	0.603	0.878	0.430	0.726	0.948	0.742	0.925	0.783	0.882	0.885	0.914		0.533	
E04-4	0.914	0.737	0.879	0.764	0.873	0.819	0.870	0.726	0.705	0.979	0.550	0.467	0.803	0.606	0.796	0.704	0.202	0.215	0.463		

表 6、利用 ANOSIM 檢測 4 類不同鬱蔽度造林地樣區間的組成差異，粗黑體字表其 $p < 0.05$

比較類群	R	<i>p</i>	Permutations	$N \geq \text{observed}$
高鬱蔽 & 中鬱蔽	0.168	0.111	126	14
高鬱蔽 & 中低鬱蔽	0.104	0.198	126	25
高鬱蔽 & 低鬱蔽	0.832	0.008	126	1
中鬱蔽 & 中低鬱蔽	-0.216	0.944	126	119
中鬱蔽 & 低鬱蔽	0.500	0.016	126	2
中低鬱蔽 & 低鬱蔽	0.604	0.016	126	2

表 7、造林地各樣區之喬灌木樹種及數量，樣區名後面的數字 1 代表高鬱蔽、2 代表中鬱蔽、3 代表中低鬱蔽、4 代表低鬱蔽

喬灌木樹種	A21-1	A24-1	B09-1	B17-1	D23-1	A27-2	C02-2	C20-2	D06-2	E08-2	B03-3	B06-3	B13-3	B19-3	D09-3	C16-4	C18-4	D14-4	D15-4	E04-4	總計	
大葉山欖							6															6
小葉欖仁		2						54	57													113
木麻黃		3	2	12	1	2				3	12	1	11	10								57
水黃皮						8	15				1											24
白千層		88		79		76		1	21	63	30		11		59							428
苦楝												1			15							16
茄苳	34		70				14			1		5	6									130
海欖果									1													1
烏柏		1					12				85				1	1						100
福木			2											71								73
穗花棋盤腳													23									23
檸檬桉	56				73		17															146
欖仁												42			3							45
盾柱木															5							5
印度紫檀							6															6
總計	90	94	74	91	74	86	70	55	79	67	128	49	51	81	83	1						1173

表 8、不同鬱蔽度造林地之喬木、灌木及各項植被測值

	高鬱蔽	中鬱蔽	中低鬱蔽	低鬱蔽
喬木樹種	7	10	10	1
喬木棵數	423	357	392	1
平均枯木棵數	3.40	0.00	0.00	0.00
平均喬木棵數	75.00	57.80	45.40	0.00
平均灌木棵數	6.20	13.80	33.00	0.20
平均喬木 DBH(cm)	9.64	4.31	2.85	0.00
平均喬木樹高(m)	5.02	3.17	2.57	0.00
平均灌木樹高(m)	1.33	1.20	1.15	0.12
平均枯木樹高(m)	2.24	0.00	0.00	0.00
平均草本高度(cm)	35.91	52.47	52.04	32.12
平均樹冠層覆蓋度(%)	24.20	4.79	2.07	0.00
平均樹冠層高(m)	6.59	2.90	2.26	0.00

表 9、造林地 20 個樣區所有植被測值之 PCA 荷量、特徵值與變異解釋百分比

variable	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6
樹種	-0.220	0.175	0.063	-0.246	-0.224	0.077
枯木棵數	-0.153	-0.276	0.220	0.026	0.253	-0.145
喬木棵數	-0.309	0.044	-0.175	0.027	-0.075	-0.030
灌木棵數	-0.108	0.247	0.237	-0.301	0.198	0.139
喬木 dbh	-0.292	-0.143	-0.074	0.051	-0.214	0.029
喬木樹高	-0.307	-0.098	0.046	-0.049	-0.115	-0.168
灌木樹高	-0.251	0.087	-0.051	-0.014	-0.357	0.244
枯木樹高	-0.160	-0.290	0.195	-0.023	0.151	-0.168
裸露地(%)	0.132	-0.104	-0.404	-0.017	0.274	0.069
枯枝(%)	-0.188	0.041	-0.008	-0.377	0.138	-0.087
落葉(%)	-0.187	-0.277	0.006	-0.103	-0.006	-0.240
莎草(%)	0.206	0.133	0.200	-0.165	-0.251	0.278
闊葉(%)	-0.105	0.057	0.004	0.615	0.062	-0.202
草本植物高度	-0.060	0.244	0.091	0.413	-0.240	-0.053
0-50cm 水平遮蔽度	-0.103	0.292	0.233	0.150	-0.049	0.0101
50-100cm 水平遮蔽度	-0.161	0.304	-0.007	0.070	0.270	-0.085
100-150cm 水平遮蔽度	-0.168	0.269	-0.111	-0.082	0.327	-0.040
150-200cm 水平遮蔽度	-0.203	0.215	-0.261	-0.090	0.108	0.034
200-250cm 水平遮蔽度	-0.239	0.113	-0.345	0.001	-0.093	0.039
0-0.5m 枝葉覆蓋度	-0.115	0.099	0.497	-0.093	-0.097	-0.231
1-2m 枝葉覆蓋度	-0.196	0.274	0.012	0.094	0.254	0.031
3-6m 枝葉覆蓋度	-0.223	-0.199	-0.202	-0.060	-0.255	-0.013
>10m 枝葉覆蓋度	-0.137	-0.187	0.213	0.172	0.247	0.566
樹冠覆蓋度(%)	-0.213	-0.190	0.057	0.142	0.096	0.515
平均樹冠層(m)	-0.284	-0.182	0.100	0.010	0.047	0.002
Eigenvalues	8.86	6.44	2.61	2.01	1.43	1.07
%Variation	35.40	25.80	10.40	8.00	5.70	4.30
Cum.%Variation	35.40	61.20	71.90	79.70	85.40	89.70

表 10、鰲鼓溼地漁塭區之各月份調查鳥種名錄、總記錄隻次與 S-W 指數 (後續)

目	科	鳥種名	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	總計
雁形目	雁鴨科	小水鴨									*	*	237
鸕鷀目	鸕鷀科	小鸕鷀	*	*			*	*	*	*	*	*	33
鸛形目	鷺科	栗小鷺					*						1
		黃頭鷺	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1091
		大白鷺	*	*		*		*	*		*		26
		中白鷺	*		*	*	*		*	*	*	*	38
		小白鷺	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1203
鶴形目	秧雞科	白腹秧雞					*	*					2
		紅冠水雞	*	*	*		*	*	*		*	*	18
鸕鷀形目	長腳鸕鷀科	高蹺鸕鷀	*		*		*	*	*		*	*	63
	鸕鷀科	小環頸鸕鷀					*	*	*	*	*	*	206
		東方環頸鸕鷀			*		*	*	*				25
		鐵嘴鸕鷀						*					1
	鸕鷀科	赤足鸕鷀	*				*	*	*	*	*	*	154
		小青足鸕鷀	*							*	*	*	46
		青足鸕鷀	*	*						*	*	*	25
		諾氏鸕鷀									*		4
		白腰草鸕鷀						*					1
		鷹斑鸕鷀					*	*	*	*	*		17
		磯鸕鷀	*				*	*	*	*	*	*	29
		黃足鸕鷀			*								21
		紅胸濱鸕鷀						*					1
	鷗科	黑嘴鷗									*		5
		蒼燕鷗	*		*								64
		小燕鷗				*	*	*					12
		黑腹燕鷗	*	*	*	*		*	*	*	*	*	126
		白翅黑燕鷗										*	1
佛法僧目	翠鳥科	翠鳥	*			*	*	*		*	*	*	16

表 10、鰲鼓溼地漁塭區之各月份調查鳥種名錄、總記錄隻次與 S-W 指數 (續)

目	科	鳥種名	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	總計
雀形目	伯勞科	棕背伯勞									*		1
	卷尾科	大卷尾									*	*	27
	鶉科	藍磯鶉									*		1
	鵲鴿科	黃鵲鴿							*		*	*	11
		白鵲鴿								*		*	5
		赤喉鸚										*	4
外來種	八哥科	白尾八哥				*					*	*	21
		目	5	4	3	4	5	5	5	5	7	7	7
		科	4	1	1	2	7	6	5	4	12	9	14
		種	14	7	9	8	15	18	14	13	23	20	35
		隻次	334	157	181	336	110	317	322	387	739	653	3536
		<i>H'</i>	1.86	1.21	1.28	0.84	1.70	1.73	1.72	1.32	2.00	1.87	2.04