

## 壹、前言

近年來許多研究顯示鸕鶿科水鳥的族群量持續在遞減，而主要原因為棲地的消失與破壞 (Brown *et al.* 2001, Morrison *et al.* 2001, Thomas *et al.* 2006)，棲地破壞消失的壓力主要來自海岸地區的開發、都市化(Hoyo *et al.* 1996)，尤其非繁殖地區最為嚴重(Senner and Howe, 1984, Myers *et al.* 1987, Brown *et al.* 2001)，在非繁殖地區，水鳥為了遷徙返回繁殖地，必須儲存足夠的能量，因此必須攝取相當的食物來維持身體狀況(Urfi *et al.* 1996)，所以良好的覓食地能令水鳥攝取足夠的食物，但僅具有良好覓食地仍是不足夠的，Roger(2003)指出休息地和覓食地對水鳥是同等重要的，僅具有良好的覓食地無法吸引水鳥至該地區使用，必須附有良好的休息地，才會被水鳥利用。

在漲潮時，水鳥會從覓食地飛往尋找休息地，而在退潮時則從休息地回到覓食地覓食(Hale 1980)，因此休息地的選擇對水鳥來說是很重要。一個好的休息地，能讓水鳥所消耗的能量降至最低，水鳥選擇休息地有兩大基本準則，第一為水鳥被捕食機率低，捕食者的捕食可能導致水鳥驚飛，而捕食者的攻擊行為可能易讓水鳥受傷，當達一定程度時，水鳥會放棄原有休息地；其次為所消耗的能量低(Roger 2006)，因此水鳥為了降低能量消耗，滿潮時水鳥休息地通常會選擇在距離覓食灘地近的地方(Piersma *et al.* 1993)，而其他因子如干擾、微氣候環境等也可能影響水鳥能量的消耗，甚至影響水鳥休息地的選擇(Davidson and Rothwell 1993, Wiersma and Piersma 1994)。

台灣沿海濕地面積總計約佔 11896 公頃，因板塊的作用與地形特色，兼以亞熱帶氣候帶入的豐沛雨量，造就了今日西部沿海的泥質灘地和河口沼澤等地形(邱 2004)。彰化縣海岸更擁有全台灣最大黑色泥質沙灘地，

而彰化縣漢寶濕地和王功濕地更位處水鳥東亞-澳洲遷徙線上一個重要的過境站與度冬地，擁有廣大的潮間帶灘地，每年都吸引大量的水鳥覓食。漲潮時灘地被潮水覆蓋無法利用，因此水鳥被迫往內陸尋找休息地，而漢寶、王功近岸棲地環境主要為文蛤養殖漁塭，加上緊鄰的周邊環境為沼澤、稻作濕地、旱地、草叢、防風林等棲地，形成了生態多樣的漢寶溼地，也是台灣重要野鳥棲息地（Important Bird Area, IBA）之一。

由於近年來都市的擴張和工商業的發展使得人們對海岸資源的需求益形迫切，造成海岸地區的生態資源遭受嚴重的影響(張 1998)，而彰濱沿岸地區長久以來面臨不斷的開發與發展，例如工業區的開發、道路的興建，均導致水鳥棲息地的喪失。根據中興工程顧問有限公司(1996-2008)委託東海大學環境科學與工程所在漢寶濕地的長期鳥類監測資料發現在漢寶、王功溼地漲潮時，潮間帶會僅剩離岸較遠的小面積沙洲可供棲息，且大潮時會將這些天然的棲息地覆蓋而無法利用，因此水鳥被迫往沿岸地區尋找人工休息地，目前沿岸地區水鳥能利用的人工休息地為放乾的漁塭池或漁塭堤岸，放乾的漁塭池能提供休息中的水鳥足夠的食物量，但養殖漁塭池一年收成一次，放乾漁塭約為三天至一禮拜，且並非每天都有乾漁塭池可提供水鳥休息，因此當未有乾漁塭時，僅剩漁塭堤岸可供利用，由監測資料中發現這些被利用的漁塭堤岸為少數且特定的並非隨機分布，因此本研究擬進行棲地環境因子的測量與分析並配合鳥群在渡冬時期數量上的變化，來瞭解哪類的環境條件會影響水鳥在漁塭堤岸環境的棲地選擇，藉由本研究的調查標定出重要敏感的堤岸分布，同時本研究結果亦可在未來重要水鳥棲地面臨開發時能據以迴避重要堤岸，且可作為改善或營造新的鳥類棲息地時之參考，以降低開發造成生態環境的衝擊程度。

## 貳. 文獻回顧

### 一. 休息地的選擇

水鳥休息地的選擇可能受到單一或更多因子的影響，包含影響能量消耗因子(Rogers *et al.* 2006)、捕食者的攻擊(Cresswell 1994；Rogers *et al.* 2006)、疾病、物化環境因子(Rehfishch, Insley and Swann 2003；Rogers *et al.*, 2006)、棲地偏好(Gill, Norris and Sutherland 2001)和人為干擾(Kirby, Clee and Seager 1993)，而 Roger(2006)指出主要影響水鳥選擇休息地有兩大基本準則，第一為被捕食率低，捕食者的捕食可能導致水鳥驚飛，而捕食者的攻擊行為可能易讓水鳥受傷，甚至達一定程度時，水鳥會放棄原有休息地，其次為能量消耗低，水鳥通常為了節省能量，會選擇在距離覓食地近的地方作為休息地(Piersma *et al.* 1993)，但是也可能有其他因素而導致水鳥選擇在較遠的地方作為休息地，例如在干擾較低的地方，水鳥所支出的能量也相對地降低、微環境也可能影響水鳥休息地的選擇，以下將其分為能量因素和環境因素兩方面來討論。

#### 1. 能量方面

當漲潮時水鳥為了降低能量上的消耗，因此通常選擇在距離覓食地近的地方休息(Piersma *et al.* 1993)，而為了儲備能量，在漲潮時大部份的時間水鳥幾乎都是在休息(Roger 2003)；例如在阿拉斯加的研究發現漲潮時有 77% 的黑腹濱鵲都呈現在休息的狀態(Handel and Gill 1996)，但是當休息中的水鳥遇到干擾時，可能造成水鳥警戒或驚飛，導致能量消耗(Rehfishch *et al.* 1996)，甚至造成被捕食率的增加(Fox and Madsen 1997；Bechet, Giroux and Gauthier 2004)，有研究顯示當休息地干擾過大時會造成水鳥族群量減少 (Pfisher, Harrington and Lavine 1992；Tubbs, Tubbs and Kirby 1992)、轉換到別的休息地 (Burton, Evans and Robinson 1996)。Davidson and Rothwell(1993)指出捕食者和人為的干擾

對休息的水鳥造成行為上的影響，可將行為上的影響分為三種，休息、警戒、驚飛(Colwell and Sundeen 2000)，而干擾可以則分為自然干擾與人為干擾。

### (1) 自然干擾

水鳥容易因捕食者的捕食而受傷，在某些地區，捕食者的捕食情況是很嚴重的，例如有研究觀察到在加州度冬的黑腹濱鵝至少有 21% 的族群量被猛禽捕食(Page and Whitacre 1974)，雖然漢寶和王功地水鳥捕食者種類和數量相較之下均不多，但即使捕食機率低，仍會對水鳥行為產生影響(Roger 2003)，為了躲避捕食者捕食，水鳥通常會以稀釋效應與驚飛兩種方法；其中稀釋效應最為常見，此方法為大量的水鳥聚集在一起降低被捕食率，且更容易發現潛伏的捕食者(Cresswell 1994)，另一種驚飛的方式是當捕食者或威脅接近水鳥時，水鳥會立刻受驚而飛行，但此種方式對水鳥來說是高能量的消耗，因此除非必要否則不會採取此種方式(Davidson and Rothwell 1993)。

### (2) 人為干擾

在許多濕地中，人為干擾對休息的水鳥來說，主要來源為人為活動、車輛、狗(Davidson and Rothwell 1993)，而賞鳥者的觀察也可能對休息的水鳥造成干擾，導致水鳥騷動甚至導致驚飛(Cresswell 1994)。

## 2. 休息地環境因子

休息地環境因子可能影響水鳥休息地的選擇，例如休息的背景顏色能成為水鳥的保護色，讓捕食者不易發現、休息地的植被高度或周圍是否有高的建築物都可能影響水鳥偵測捕食者的能力(Roger 2003)、休息地的開闊環境與大小除了能提供較多水鳥休息，較易偵測捕食者(Burton, Evans and Robinson 1996; Rehfish, Insley and Swann 2003)，更可藉由稀釋效應來降低被捕食機率(Roberts 1996; Lima 1998)。

水鳥休息時為了維持體溫，會消耗能量(Roger 2006)，因此當寒風吹襲時為了減少能量的消耗，水鳥會利用休息地環境避免熱量的散失，因而影響休息地的選擇(Battley *et al.* 2003)，過去的研究發現風速會影響黑腹濱鷸休息地的選擇(Handel and Gill 1992)，因此水鳥為了避免能量上的消耗，會選擇可遮蔽寒風吹襲的場所 (Peters and Otis 2007)。

## 二. 漢寶、王功重要性

彰化海岸位處於東亞澳候鳥遷徙線中繼站，是水鳥重要覓食地、棲息地和繁殖地(蔣等 2003)，其中漢寶濕地更被名列為台灣重要野鳥棲地(IBA)(中華野鳥學會 2008)，度冬期的主要優勢鳥種為鵠科的東方環頸鵠和鷸科的黑腹濱鷸 (呂 1997)。根據國際拉姆薩公約(Ramsar 1971)，認定群聚性水鳥數量若符合以下兩項標準即為國際重要濕地:經常性達兩萬隻水鳥以上，或者經常性有某種或亞種，總族群數量佔全世界 1% 以上，漢寶濕地和王功濕地的水鳥族群量皆符合國際重要濕地的兩項標準，水鳥的族群量均達遷徙線總族群量的 1% 以上。包括東方環頸鵠、黑腹濱鷸、翻石鷸、鐵嘴鵠、大杓鷸等(蔣等 2003；方 2004)。

由中興工程顧問有限公司(1996-2008)委託東海大學環境工程科學研究所進行的彰濱工業區長期鳥類監測資料顯示，彰濱地區有多樣棲地可供水鳥棲息與覓食，在沿岸活動的水鳥族群主要棲地為潮間帶灘地、河口、內陸的漁塭及農地，當滿潮時，主要的休息地為潮間帶灘地、內陸漁塭和農地，但當潮水達一定高度時，潮間帶灘地會被淹沒而無法利用，此時水鳥會選擇漁塭堤岸休息，群聚於堤岸上休息的水鳥數量可達 8000 隻以上，但調查後發現並非每條漁塭堤岸都停棲休息，只有少數且特定的漁塭堤岸會被利用，顯示特定漁塭堤岸為漢寶濕地與王功濕地重要的休息地類型。

### 三. 優勢鳥種

#### 1. 東方環頸鴿

東方環頸鴿是小型的鴿科鳥類，體長約為 15~17 公分，族群廣泛分布於台灣的西部海岸，數量頗為豐富(陳 2000)，但在美洲的亞種卻被列為受威脅物種之一(Winton *et al.* 2000)，其族群減少的主要原因，可能為填海造陸、都市化、與各類人為干擾的增加，造成海岸棲地的破碎化與消失(Hoyo 1996)。

#### 2. 黑腹濱鶇

黑腹濱鶇屬於小型鶇科鳥類，體長約 19 公分(林等 1991)，繁殖地為阿拉斯加西部、西伯利亞東北部、勘察加半島、庫頁島的苔原濕地(Warnock and Gill 1996, Lappo and Tomkovich 1998)。其度冬時期主要分散於日本、南韓、中國大陸沿海與台灣，棲息環境包括海岸潮間灘地、河口沙洲、濕地及漁塭等。

### 四. 經營管理

根據美國環保署(1990)提出生態補償程序原則，即實施生態補償需考慮到之順序應該依據迴避(Avoidance)、減輕(Mitigation)、補償(Compensation)的程序，也就是所謂的補償程序三原則。此原則強調，當開發行為可能造成生物棲地之破壞或生態品質之降低時，必須首先考慮迴避(或部分迴避)可能造成衝擊的區域；而當無法迴避或是僅能部分迴避時，則需設法讓衝擊最小化，亦即實施各種工程性與非工程性之減輕衝擊措施；而當應用所有可行之減輕措施後，仍造成棲地之損失或生態品質之降低時，才是補償制度的實施時機。

以荷蘭為例，荷蘭於歐洲國家中，是交通建設與土地使用密度最高的國家。荷蘭國土面積 41,526 平方公里，擁有 124,530 公里的道路，相當於

每平方公里的土地就有約 3 公里長的道路，因此棲地破碎化現象非常嚴重，造成許多動物之遷徙路徑因為道路建設或各種開發而阻斷。因此荷蘭於 1990 年正式實施了國家生態網路 (National Ecological Network, NEN) 計畫。1993 年荷蘭政府更引進美國的生態補償原則，並提出兩大目標，第一、致力將自然保育的觀念於規劃階段即能融入大型公共建設的決策中；第二、當建設執行時，須對自然環境進行生態補償以滿足「無淨損失」的原則。為了達到無淨損失的目標，荷蘭實施一連串的補償計畫來減少衝擊，以確保生態環境品質不致惡化(林等 2006)。

生態補償制度是在開發行為與環境生態之間取得平衡的一項重要制度，更可以改善現有生態環境破壞的情況，一方面可以遏止生態品質持續惡化，達到「無淨損失」的地步；另一方面，在積極的意義上，如能妥善應用生態補償制度，更可改善生態環境品質，同時亦可減少社會上正反兩方爭議，加速公共政策推行，滿足整體社會對經濟需求與生態、環境之維護，使得台灣社會得以朝向永續的方向發展(林等 2006)。

## 參、研究地點與方法

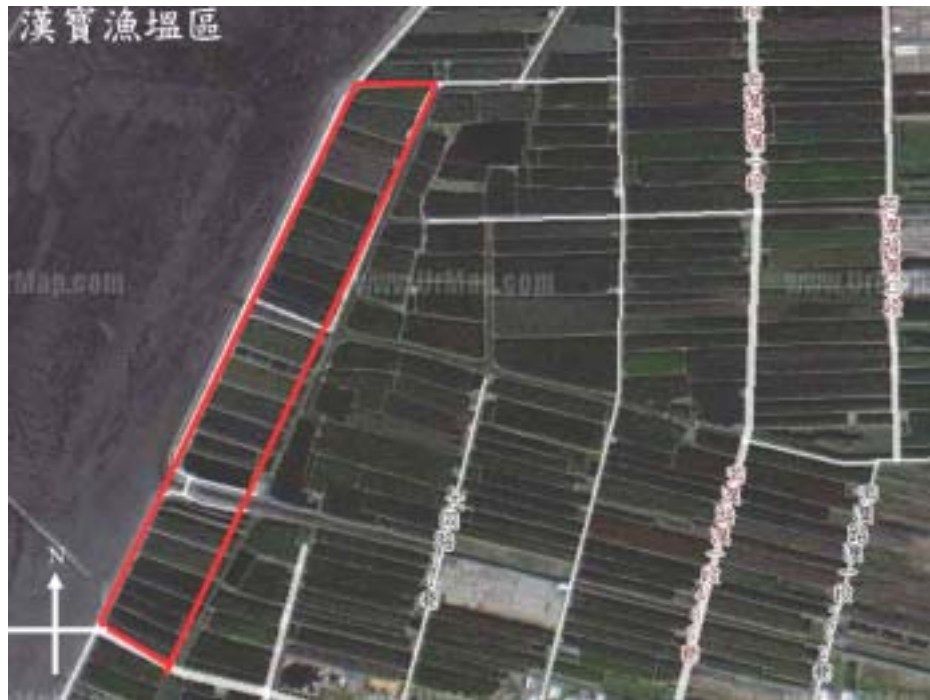
### 一. 研究地點

本研究在 2007 年 11 月底至 2008 年 2 月底進行前期調查，瞭解日間滿潮時水鳥的停棲位置並配合中興工程顧問有限公司委託東海大學環境科學與工程所在彰濱工業區的 13 年鳥類監測調查報告(1996-2008)結果得知水鳥休息範圍，因此研究地點設為彰化漢寶漁塭和王功永興養殖漁塭區(以下簡稱王功漁塭)，範圍如圖一、二所示。



圖一. 漢寶與王功濕地





圖二 a. 漢寶漁塭區



圖二 b. 王功漁塭區

圖二. 漢寶和王功漁塭區，紅色框為研究樣區範圍

## 二. 研究方法

### (一) 研究對象

黑腹濱鶇和東方環頸鴿在彰化海岸度冬族群數量最大(李 2002),因此本研究目標鳥種為東方環頸鴿和黑腹濱鶇。

### (二) 研究時間

本研究在 2007 年 11 月底至 2008 年 2 月底進行前期調查,每月大潮時兩區各進行 2 次調查,共進行 14 次調查,瞭解日間滿潮時休息地的概況與水鳥的停棲位置,在 2008 年 11 月底至 2009 年 2 月底,每月大潮時兩區各進行 4 次野外調查,共進行 28 次調查,記錄滿潮後兩小時內水鳥選擇於何種漁塭堤岸與族群量。

### (三) 水鳥調查方法

本研究配合潮水表(參考中央氣象局潮汐資料)選擇適合的潮水高度,進行調查,而在野外觀察中利用單筒望遠鏡,記錄研究範圍中漁塭堤岸上目標鳥種休息之數量和環境因子資料。

### (四) 環境因子調查

本研究將環境因子調查分為兩大類來探討:棲地偏好因子、能量因子,藉由環境因子的調查並配合水鳥在漲潮時休息地的選擇,來比較探討哪一類的因子為主要影響水鳥休息地選擇的原因。

## 1.棲地偏好因子

本研究漢寶漁塭樣區含有 23 條堤岸；王功漁塭區則含有 169 條堤岸。

### (1). 堤岸長度

研究樣區中漁塭堤岸長度為固定的，因此在研究調查間，只進行一次測量，藉由雷射測距儀測量工具，測量堤岸長度。

### (2). 堤岸寬度

研究樣區中漁塭堤岸寬度為固定的，因此在研究調查間，只進行一次測量，利用捲尺測量實驗範圍裡每條堤岸的寬度。

### (3). 堤岸類型

研究樣區中堤岸主要分為兩種類型：

A.水泥堤：由水泥構成的堤岸(如圖三)

B.土堤：由泥土構成的堤岸(如圖四)



圖三. 水泥堤



圖四. 土堤

#### (4). 植被覆蓋度

在研究範圍中每條漁塭堤岸之植被覆蓋度都不一樣，而為了瞭解植被覆蓋度是否會影響水鳥休息地的選擇，首先概估整條魚塭堤岸植被的面積所佔百分比，再將所收得之數據區分為 6 組(如圖五 0 %、1-25 %、26-50 %、51-75 %、76-99 %、100 %)。



圖五. 植被覆蓋度分級示意圖

## 2. 能量因子

### (1). 堤覓食地的距離

水鳥在滿潮休息時為了降低能量上的支出會選擇距離覓食地近的地方為休息地，為了瞭解王功漁塭區水鳥族群是否會受距離覓食地遠近影響，因此根據前期調查、西濱快速公路(台 61 線)員林大排至西濱大橋環境影響評估報告(2008)和王功永興風力發電環境影響評估報告(2008)發現主要從王功濕地南側飛入尋找休息地，因此將王功地區分為四區(如圖六)，並以覓食地為起點，利用衛星圖測量，測得王功 A、B、C、D 四區覓食地至堤岸的垂直距離為 60m、925m、1779m、2653m。



圖六. 王功漁塭區堤岸至覓食地距離之分區

## (2).堤岸方向與風向

在野外觀察中發現漢寶和王功漁塭區的水鳥主要休息在東西向漁塭堤岸，並且利用東西向堤岸的背風坡避風(如圖七)，因此在滿潮期間紀錄水鳥停棲的堤岸方向、數量，以瞭解水鳥是否偏好利用東西向漁塭堤岸進行避風情況。本實驗研究樣區，堤岸方向共分兩種，東西向與南北向，而根據中央氣象局(2008)顯示彰化濱海地區風向在9月至隔年4月大多為北北東風，因此風向為固定的。



圖七. 水鳥利用漁塭堤岸背風面避風情況

## (3)風速

為了要瞭解風速達至何種程度水鳥會利用漁塭堤岸背風坡避風，因此在每次野外調查在最高潮後兩小時內進行風速的數據收集，每十分鐘測量一次最大風速，兩小時內共可得 13 筆數據，將其平均，可得平均最大風速，再根據蒲福風級表將其分為五級 (第一等級為 0~2m/s、第二等級為 3~5m/s、第三等級為 6~8m/s、第四等級為 9~11m/s、第五等級為 12~14m/s)。

## (4)堤岸坡度

在研究範圍中，堤岸坡度為固定且每條堤岸的坡度都不同(如圖八)，因此在研究期間針對每條堤岸坡度以水平儀進行一次的測量。

為瞭解水鳥在特定風速下所偏好的堤岸背風坡坡度，研究期間同時記錄水鳥停棲於各堤岸的位置和數量，位置分為背風坡、迎風坡和堤頂。



圖八 a. 緩坡



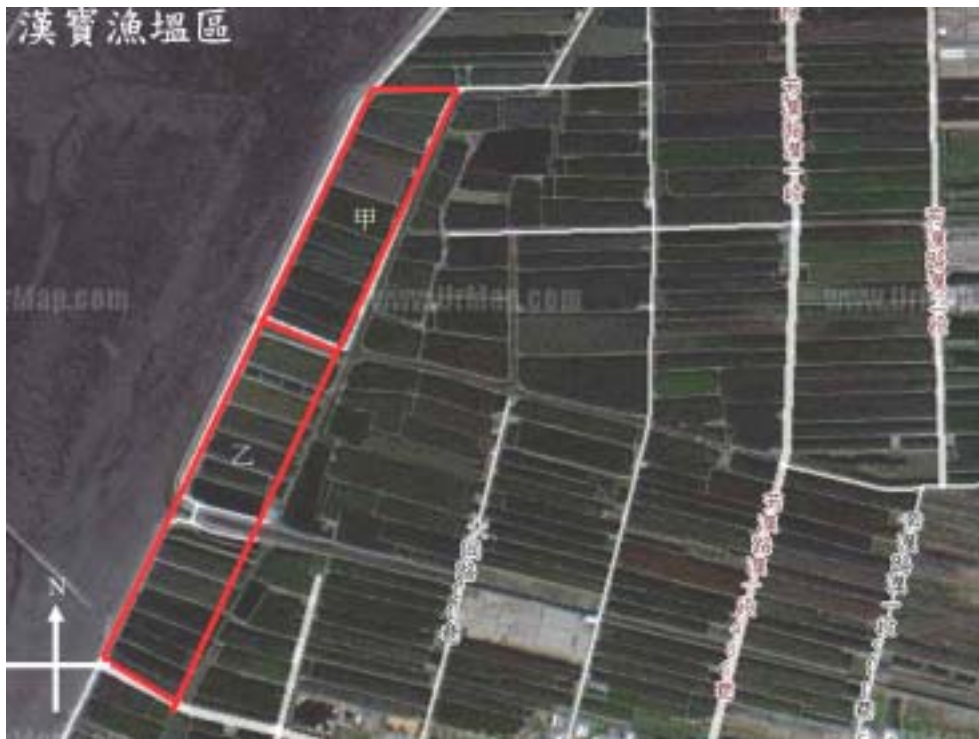
圖八 b. 陡坡

圖八. 堤岸坡度

#### (5). 干擾

在許多濕地中，水鳥休息地的主要干擾來源為人為活動、狗，但捕食者的攻擊也會造成水鳥高能量的消耗，干擾的發生與強弱會影響水鳥休息的行為，當干擾過大時水鳥則會採取驚飛方式，但此行為相當消耗能量(Davidson and Rothwell 1933)，因此為了瞭解干擾源的出現與發生是否會影響水鳥的行為甚至造成驚飛的情況，收集干擾源出現次數並紀錄受干擾後水鳥是否驚飛及次數，但由於地區過大，人力不足的情況下無法同時進行，所以將漢寶漁塭區劃分為甲、乙兩區；王功漁塭區劃分為甲、乙、丙、丁四區(如圖九)。

在2008年11月底至2009年2月底的野外調查中記錄漢寶和王功漁塭各區干擾的來源出現次數、鳥群狀態是否驚飛與次數，每月在大潮時進行4次調查，各區進行14次，且每區調查30分鐘。



圖九(a)漢寶漁塭區





圖九(b)王功漁塭區

圖九. 漢寶和王功漁塭干擾之分區

#### (五) 統計分析方法

##### 1. 堤岸環境是否會影響水鳥在堤岸上的數量

為了瞭解水鳥所偏好的堤岸環境因子為何，因此首先利用 VIF 值來判斷各環境因子是否有共線性情況，再利用線性回歸分析來瞭解堤岸環境因子與水鳥是否出現之相關性；而自變數中只有植被覆蓋度與堤岸結構分級（如表一）；其餘則帶入原始數據。

表一. 自變數分級表

堤岸環境因子	等級	組別
植被覆蓋度	1	無植被
	2	有植被
堤岸類型	1	土堤
	2	水泥堤

## 2. 水鳥是否對各堤岸環境因子有偏好範圍

在分析影響水鳥數量的環境因子之後，為了進一步了解是否有偏好範圍，將有影響水鳥的堤岸環境因子進行分組，分組為總範圍均等化（如表二），再利用單因子變異數分析來探討水鳥是否對各堤岸環境因子有偏好範圍，並作調查期間各等級環境因子水鳥有出現之堤岸數量(n，如表二)與平均水鳥數量作圖。

表二. 單因子變異數分析自變數分級表

表二(a)漢寶環境因子分級表

環境因子	等級	組別	水鳥出現此範圍堤岸數量
堤岸坡度	1	30~35(°)	43
	2	36~40(°)	14
	3	41~45(°)	8
	4	46~50(°)	13
堤岸長度	1	<180(m)	1
	2	181~190(m)	13
	3	191~200(m)	28
	4	201~210(m)	36
堤岸寬度	1	<100 (cm)	10
	2	101~110(cm)	24
	3	111~120(cm)	32
	4	>120 (cm)	12
植被覆蓋度	1	0(%)	47
	2	1~25(%)	12
	3	26~50(%)	10
	4	51~75(%)	9

表二(b)王功環境因子分級表

環境因子	等級	組別	水鳥出現此範圍堤岸數量
堤岸坡度	1	35~40(°)	33
	2	41~45(°)	14
	3	46~50(°)	16
	4	51~55(°)	14
	5	56~60(°)	2
	6	61~65(°)	9
堤岸長度	1	<230(m)	7
	2	231~240(m)	9
	3	241~250(m)	10
	4	251~260(m)	62
堤岸寬度	1	50~100(cm)	27
	2	101~150(cm)	25
	3	151~200(cm)	20
	4	201~250(cm)	2
	5	251~300(cm)	10
	6	301~350(cm)	2
	7	>351(cm)	1
植被覆蓋度	1	0(%)	62
	2	1~25(%)	12
	3	26~50(%)	11
	4	51~75(%)	1
	5	76~99(%)	2
	6	100(%)	1

### 3. 堤岸至覓食地距離與水鳥數量關係

為了瞭解堤岸至覓食地距離的遠近是否會影響水鳥數量，利用 Pearson 相關性分析來分析堤岸至覓食地距離與水鳥數量是否呈現相關性，將堤岸至覓食地距離四區分為 60m、925m、1779m、2653m，而應變數部分則帶入原始數據。

#### 4. 各種干擾源出現是否造成驚飛

為了瞭解各種干擾源出現與否會導致水鳥驚飛，將各種干擾源出現次數與驚飛次數進行 Pearson 相關性分析進行瞭解

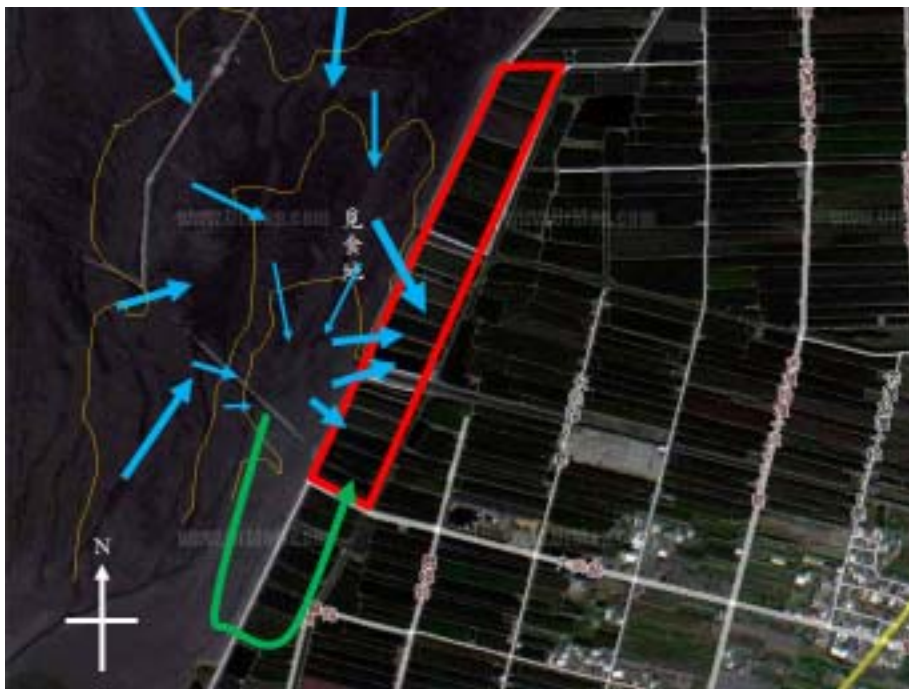
## 肆、結果

本研究自 2007 年 11 月底至 2008 年 2 月底，先進行前測，了解水鳥停棲範圍與利用漁塭堤岸休息之情況，自 2008 年 11 月底至 2009 年 2 月底後，每月進行 4 次調查，共進行了 28 次野外調查，並配合彰濱工業區鳥類監測調查報告(2008)瞭解鸕鶿科水鳥利用滿潮休息地之概況。

## 一. 鸕鶿科水鳥利用滿潮休息地之概況

### 1. 漢寶漁塭

在野外調查中發現，未漲潮時，水鳥主要利用灘地進行覓食，當潮水逐漸漲潮時，水鳥則被迫往地勢較高的灘地上移動，之後再飛往尋找休息地，而根據中央氣象局的資料可得知，彰濱地區的風向為北北東風，因此在野外觀察中發現風小時鳥群會往灘地的東方尋找休息地，但風大時，水鳥則會往灘地的東南方尋找休息地，再受到北北東風的影響，因此會逆著風向往北飛，尋找休息地(如圖十)。



圖十. 漢寶濕地水鳥族群飛行情況(紅色框為實驗範圍、黃色線為潮水線、藍色箭頭為風速小時，水鳥飛行方向而粗細為水鳥數量多寡、綠色箭頭為風大時水鳥飛行方向)

由中興工程顧問有限公司(1996-2008)委託東海大學環境科學與工程

所作的長期鳥類監測資料，範圍包含本研究漢寶濕地，比較監測計畫和本研究同一度冬期的調查結果(2007年11月底至2009年2月底)，可發現休息於漢寶漁塭的東方環頸鵒和黑腹濱鵒月平均數量佔全漢寶濕地總數的85%以上，顯示漲潮時，水鳥主要休息在漢寶的特定且少數的海堤堤岸(如表三)。

表三. 漢寶濕地與漁塭區東方環頸鵒與黑腹濱鵒數量(月平均隻次)

	漢寶濕地(mean±SD)	漢寶漁塭 (mean±SD)
水鳥數量	4660±760	3883±548

## 2. 王功漁塭

在野外調查中發現，未漲潮時，水鳥主要利用王功養殖漁塭區外的南側與西側灘地進行覓食，漲潮時，因漁塭區南邊的灘地較晚被潮水覆蓋，水鳥則先飛往南邊灘地，直到南邊灘地也被潮水覆蓋，無法利用時，水鳥則飛往王功養殖漁塭區內，利用特定且少數的漁塭堤岸作為休息地(如圖十一)，而王功漁塭區腹地較大，主要為文蛤養殖池，文蛤養殖約一年收成一次，因此在研究期間，會有較高機率發現地主將收成的漁塭整地曬池三天至一禮拜的情況，吸引大量的水鳥選擇休息在放乾的漁塭池裡，造成王功地區休息在堤岸上之水鳥數量的波動，因此在2007年11月底至2009年2月底收集王功地區水鳥在漁塭堤岸上的數量，王功漁塭區每次漲潮期間利用漁塭堤岸休息之水鳥月平均數量 $1471\pm 316$ 隻( $n=8$ )。



圖十一. 王功濕地水鳥族群飛行情況(紅色框為實驗範圍、黃色線為潮水線、藍色箭頭為風速小時，水鳥飛行方向)

### 3. 重要敏感之漁塭堤岸

前期作業的野外觀察中發現漢寶和王功漁塭區在漲潮時水鳥會利用特定且少數的漁塭堤岸作為滿潮休息地，且此為穩定情況，代表這些特定堤岸具重要性，因此求得每次調查的平均數量，標定出重要敏感的漁塭堤岸。

#### (1) 漢寶

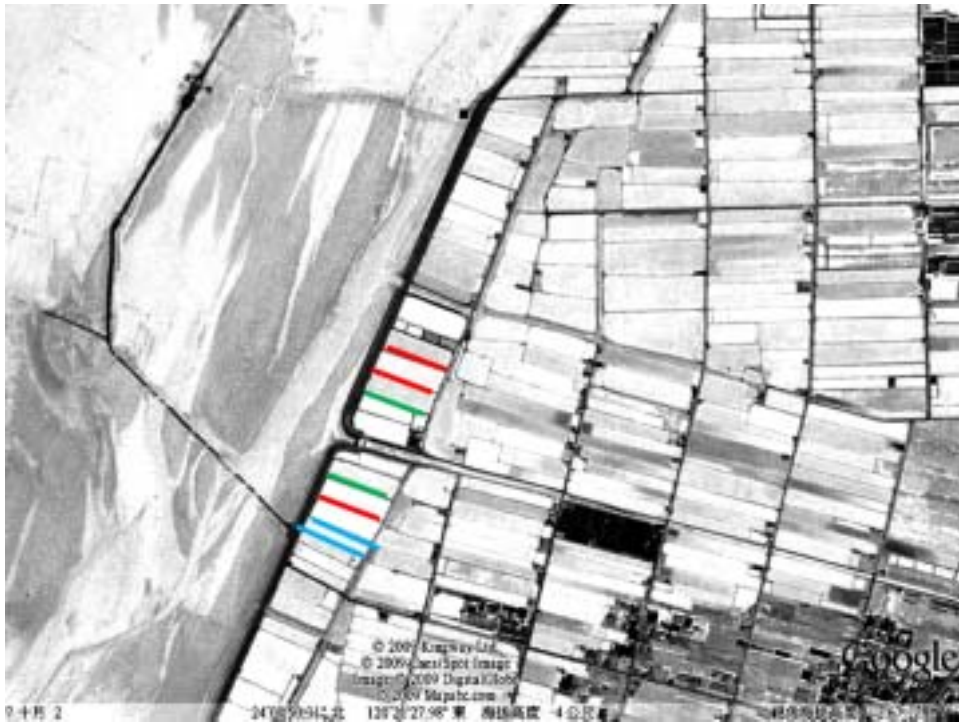
在 2008 年 11 月底至 2009 年 2 月底，野外結果發現每次漲潮漁塭堤岸水鳥平均數量為 500 隻以上有 3 條； 300 隻以上有 2 條； 50 隻以上有 2 條(如圖十二)。

#### (2) 王功

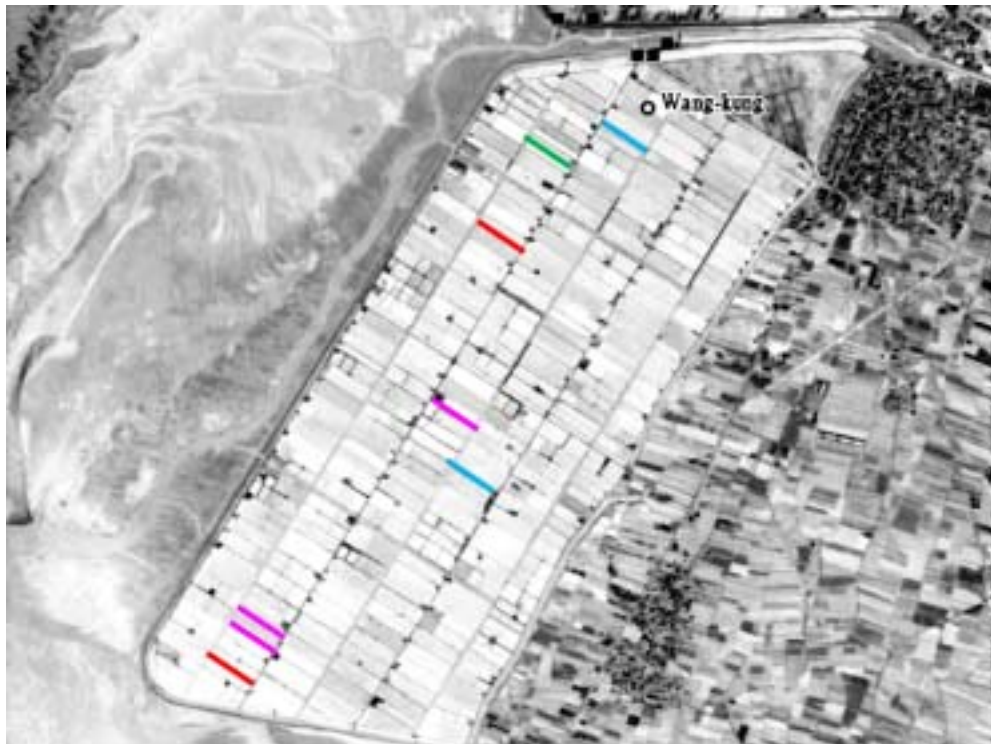
在 2008 年 11 月底至 2009 年 2 月底，野外結果發現每次漲潮魚塭



堤岸水鳥平均數量為 500 隻以上有 2 條； 300 隻以上有 1 條； 100 隻以上有 3 條； 50 隻以上有 2 條(如圖十三)。



圖十二. 漢寶漁塭重要敏感的堤岸(紅色為大於 500 隻以上；綠色為 300 隻以上；藍色為 50 隻以上)



圖十三. 王功漁塭重要敏感的堤岸(紅色為大於 500 隻以上；綠色為 300 隻以上；粉紅色為 100 隻以上；藍色為 50 隻以上)

## 二. 棲地方面因子對鳥類族群之關係

在 2007 年 11 月底至 2008 年 2 月底野外觀察時發現，漢寶和王功漁塭區水鳥雖利用距離灘地近的漁塭堤岸作為休息地，但並非每條漁塭堤岸都停棲，只停在少數且特定的漁塭堤岸，因此推測可能堤岸上環境因子影響水鳥休息地的選擇，在 2008 年 11 月底至 2009 年 2 月底進行堤岸環境因子的數據收集，以瞭解堤岸環境因子與鷓鴣科族群之關係。

### 1. 棲地方面因子是否會影響鷓鴣科水鳥在堤岸上的數量

將漢寶和王功漁塭區之堤岸長度、堤岸寬度、堤岸類型、植被覆蓋度、堤岸坡度與水鳥數量作線性回歸如表四、表五所示，由 VIF 值中可得知各環境因子 VIF 值小於 10，因此各環境因子並沒共線性情況，且漢寶與王功漁塭區堤岸長度、堤岸寬度、植被覆蓋度與東方環頸鴿數量呈顯著差異 ( $P < 0.05$ )。

表四. 漢寶漁塭區環境因子與東方環頸鴿與黑腹濱鴿在堤岸上數量之關係(n=78)

(a). 東方環頸鴿

	t	Sig.	VIF
堤岸坡度	.215	.830	1.970
堤岸型態	-.843	.400	2.346
植被覆蓋度	-8.373	.000**	2.223
堤岸長度	2.444	.015*	2.046
堤岸寬度	-3.685	.000**	1.198

(b). 黑腹濱鵲

	t	Sig.	VIF
堤岸坡度	.180	.857	1.970
堤岸型態	-.567	.571	2.346
植被覆蓋度	-6.089	.000**	2.223
堤岸長度	1.869	.063*	2.046
堤岸寬度	-2.617	.009**	1.198

\*表 p value<0.05, \*\*表 p value<0.01

表五.王功漁塭區環境因子與東方環頸鵲與黑腹濱鵲在堤岸上數量之關係(n=88)

(a). 東方環頸鵲

	t	Sig.	VIF
堤岸坡度	3.635	.456	1.073
堤岸型態	-5.716	.543	1.204
植被覆蓋度	-7.502	.000**	1.044
堤岸長度	4.634	.000**	1.204
堤岸寬度	-2.395	.017**	1.130

(b). 黑腹濱鵲

	t	Sig.	VIF
堤岸坡度	3.230	.573	1.073
堤岸型態	-4.913	.872	1.204
植被覆蓋度	-6.953	.000**	1.044
堤岸長度	4.968	.000**	1.204
堤岸寬度	-3.670	.000**	1.130

\*表 p value<0.05, \*\*表 p value<0.01

## 2. 各環境因子偏好範圍

由表得知漢寶和王功漁塭區堤岸長度、堤岸寬度、植被覆蓋度會影響堤岸上的兩鳥種數量，因此進一步探討各環境因子所偏好的範圍，利用單因子變異數分析進行瞭解。

### (1) 堤岸長度

#### (a) 漢寶漁塭區

研究期間漢寶漁塭區的堤岸長度範圍為 160m 至 205m，將堤岸長度劃分等級與東方環頸鴿與黑腹濱鵲數量作單因子變異數分析如表六(a)，分析結果達顯著水準( $P < 0.05$ )，東方環頸鴿和黑腹濱鵲偏好於較長的堤岸，並依照堤岸長度等級與東方環頸鴿、黑腹濱鵲平均數量作圖表示，68%東方環頸鴿和 69%黑腹濱鵲選擇第 4 等級的漁塭堤岸(201m~210m)；29%東方環頸鴿和 29%黑腹濱鵲選擇第 3 等級的魚塭堤岸(191m~200m)；2%東方環頸鴿和 2%黑腹濱鵲選擇第 2 等級的漁塭堤岸(181m~190m)；1%東方環頸鴿選擇第 1 等級的漁塭堤岸( $< 180m$ ) (如圖十四)。

#### (b) 王功漁塭區

研究期間王功漁塭區的堤岸長度範圍為 124m 至 260m，將堤岸長度劃分等級與鳥群在堤岸上之數量作單因子變異數分析如表六(b)，分析結果達顯著水準( $P < 0.05$ )，東方環頸鴿和黑腹濱鵲偏好於較長的堤岸，並依照堤岸長度等級與鳥群數量作圖表示，45%東方環頸鴿和 55%黑腹濱鵲選擇第 4 等級的漁塭堤岸(251m~260m)；35%東方環頸鴿和 22%黑腹濱鵲選擇第 3 等級的漁塭堤岸(241m~250m)；7%東方環頸鴿和 8%黑腹濱鵲選擇第 2 等級的漁塭堤岸(231m~240m)；13%東方環頸鴿和 14%黑腹濱鵲選擇第 1 等級的漁塭堤岸( $< 230m$ )。(如圖十五)。

表六. 漢寶和王功漁塭區堤岸長度分級與東方環頸鴿、黑腹濱鶇數量關係

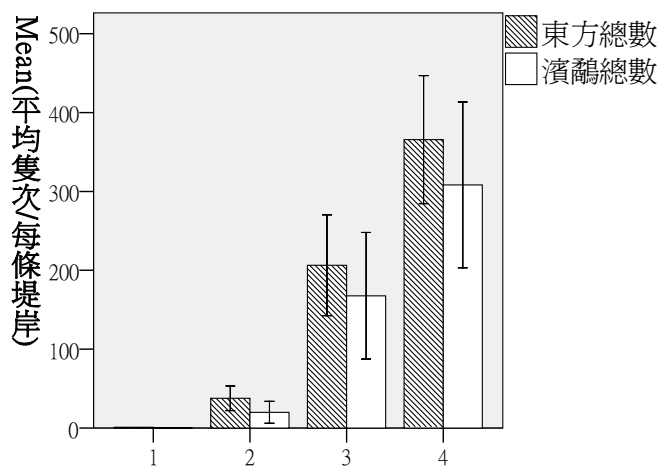
(a)漢寶漁塭區(n=78)

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
東方總數	Between Groups	1182224.407	3	394074.802	10.215	.000**
	Within Groups	2854775.042	74	38578.041		
	Total	4036999.449	77			
濱鶇總數	Between Groups	909324.643	3	303108.214	4.768	.004**
	Within Groups	4704163.472	74	63569.777		
	Total	5613488.115	77			

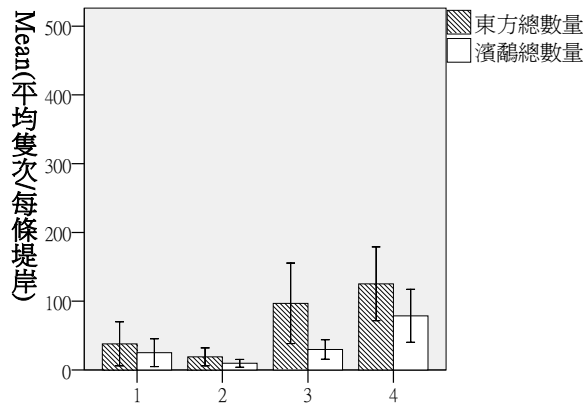
(b)王功漁塭區(n=88)

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
東方環頸鴿	Between Groups	235963.619	3	78654.540	3.525	.018*
	Within Groups	1874078.381	84	22310.457		
	Total	2110042.000	87			
黑腹濱鶇	Between Groups	104820.700	3	34940.233	3.137	.030*
	Within Groups	935491.016	84	11136.798		
	Total	1040311.716	87			

\*表 p value<0.05, \*\*表 p value<0.01



圖十四. 漢寶漁塭區堤岸長度各範圍之東方環頸鴿與黑腹濱鶇平均數量  
(第 1 等級為<180m；第 2 等級為 181m~190m；第 3 等級為 191m~200m；第 4 等級為 201m~210m)



圖十五. 王功漁塭區堤岸長度等級與東方環頸鴿和黑腹濱鵲平均數量  
(第 1 等級為<230m; 第 2 等級為 231~240m; 第 3 等級為 241~250m; 第 4 等級 251~260m)

## (2) 堤岸寬度

### (a) 漢寶地區

研究期間漢寶漁塭區的堤岸寬度範圍為 50cm 至 530cm，將堤岸寬度劃分等級與鳥群在堤岸上之數量作單因子變異數分析如表七(a)，分析結果顯示達顯著水準( $P < 0.05$ )，東方環頸鴿和黑腹濱鵲偏好於較窄的堤岸，並依照堤岸寬度等級與鳥群平均數量作圖表示，5%東方環頸鴿和 6%黑腹濱鵲選擇第 1 等級漁塭堤岸(<100cm)；56%東方環頸鴿和 64%黑腹濱鵲選擇第 2 等級(101cm~110cm)；21%東方環頸鴿和 21%黑腹濱鵲選擇第 3 等級(111cm~120cm)；18%東方環頸鴿和 9%黑腹濱鵲選擇第 4 等級(>120cm)(如圖十六)。

### (b) 王功漁塭區

研究期間王功漁塭區的堤寬範圍為 67cm 至 635cm，將堤岸寬度劃分等級與鳥群在堤岸上之數量作單因子變異數分析如表七(b)，分析結果顯示達顯著水準( $P > 0.05$ )，東方環頸鴿和黑腹濱鵲偏好於窄的堤岸，並依照堤岸寬度等級與鳥群數量作圖表示，65%東方環頸鴿與 64%黑腹濱鵲選擇第 1

等級漁塭堤岸(<100cm)；8%東方環頸鴿和 6%黑腹濱鶇選擇第 2 等級  
 (101cm~150cm)；7%東方環頸鴿和 10%黑腹濱鶇選擇第 3 等級  
 (151cm~200cm)；2%東方環頸鴿和 2%黑腹濱鶇選擇第 4 等級  
 (201cm~250cm)；6%東方環頸鴿和 10%黑腹濱鶇選擇第 5 等級  
 (251cm~300cm)；12%東方環頸鴿與 7%黑腹濱鶇選擇第 6 等級  
 (301cm~350cm)；1%黑腹濱鶇選擇第 7 等級(>351cm)。(如圖十七)。

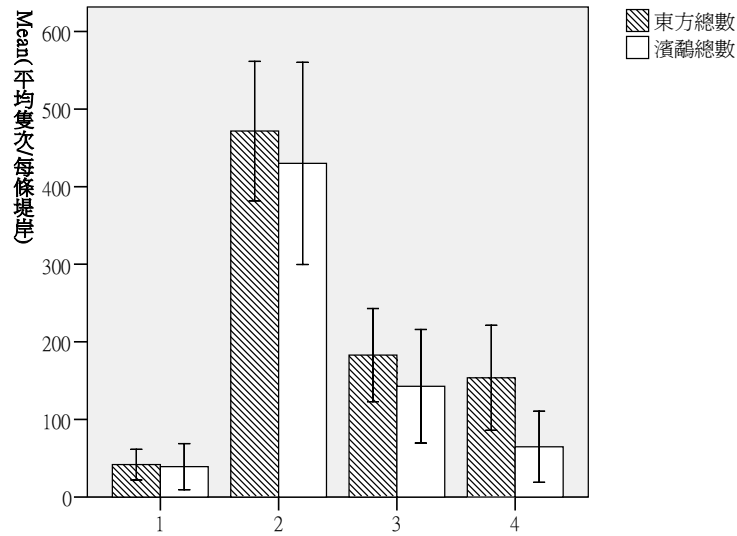
表七. 漢寶和王功漁塭區堤岸寬度分級與東方環頸鴿、黑腹濱鶇數量關係  
 (a)漢寶漁塭區(n=78)

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
東方環頸鴿	Between Groups	1568032.810	3	522677.603	21.904	.000**
	Within Groups	1765797.408	74	23862.127		
	Total	3333830.218	77			
黑腹濱鶇	Between Groups	1662849.715	3	554283.238	14.520	.000**
	Within Groups	2824868.400	74	38173.897		
	Total	4487718.115	77			

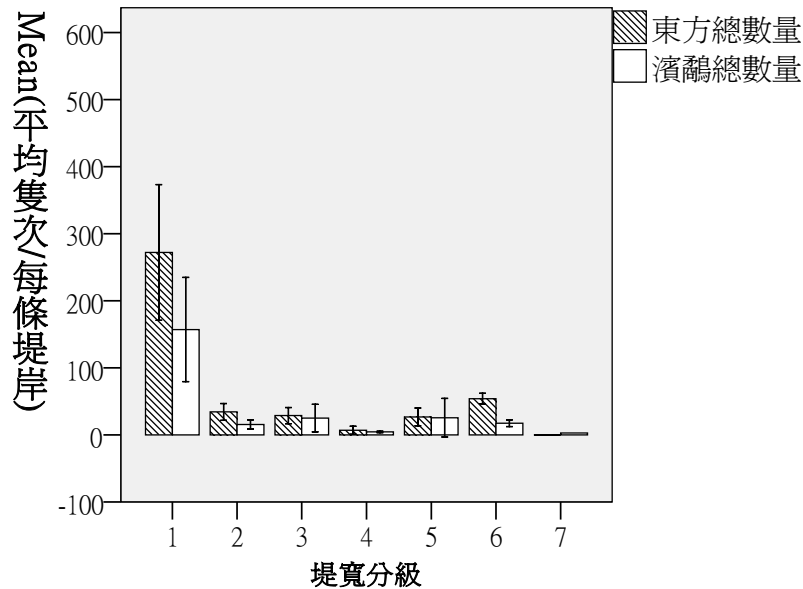
(b)王功地區(n=88)

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
東方總數量	Between Groups	1091134.711	6	181855.785	7.917	.000**
	Within Groups	1837538.807	81	22969.235		
	Total	2928673.517	87			
濱鶇總數量	Between Groups	352984.191	6	58830.698	4.183	.001*
	Within Groups	1125159.327	81	14064.492		
	Total	1478143.517	87			

\*表 p value<0.05, \*\*表 p value<0.01



圖十六. 漢寶漁塭區堤岸寬度各範圍之東方環頸鴿與黑腹濱鴿平均數量  
(第 1 等級為 <100cm；第 2 等級為 101~110 cm；第 3 等級為 111~120 cm；第 4 等級為 >120 cm)



圖十七. 王功漁塭區堤岸寬度各範圍之東方環頸鴿與黑腹濱鴿平均數量  
(第 1 等級為 50~100cm；第 2 等級為 101~150 cm；第 3 等級為 151~200 cm；第 4 等級為 201~250cm；  
第 5 等級為 251~300cm；第 6 等級為 301~350cm；第 7 等級為 >351cm)

### (3) 植被覆蓋度

#### (a) 漢寶漁塭區

將植被覆蓋度劃分為六級與鳥群在堤岸上之數量作單因子變異數分析如表八(a)，分析結果顯示達顯著水準( $p < 0.05$ )，東方環頸鴿和黑腹濱



鷓偏好於無植被的堤岸，並依照植被覆蓋度等級與鳥群在堤岸上數量作圖表示，46%東方環頸鴿和 51%黑腹濱鷓選擇第 1 等級植被覆蓋度的漁塭堤岸(0%)；39%東方環頸鴿和 37%黑腹濱鷓選擇第 2 等級植被覆蓋度的漁塭堤岸(1~25%)；8%東方環頸鴿和 2%黑腹濱鷓選擇第 3 三等級植被覆蓋度的漁塭堤岸(26~50%)；7%東方環頸鴿和 10%黑腹濱鷓選擇第 4 等級植被覆蓋度的漁塭堤岸(51~75%) (如圖十八)。

### (b)王功漁塭區

將植被覆蓋度劃分為六級與鳥群在堤岸上之數量作單因子變異數分析如表八(b)，分析結果顯示達顯著水準( $p < 0.05$ )，東方環頸鴿和黑腹濱鷓偏好於無植被的堤岸，並依照植被覆蓋度等級與鳥群在堤岸上平均數量作圖表示，64%東方環頸鴿和 61%黑腹濱鷓選擇第 1 等級植被覆蓋度的漁塭堤岸(0%)；17%東方環頸鴿和 22%黑腹濱鷓選擇第 2 等級植被覆蓋度的漁塭堤岸(1~25%)；19%東方環頸鴿和 12%黑腹濱鷓選擇第 3 等級植被覆蓋度的漁塭堤岸(26~50%)；3%黑腹濱鷓選擇第 4 等級植被覆蓋度的漁塭堤岸(十九)。

表八. 漢寶和王功漁塭區植被覆蓋度等級與東方環頸鴿、黑腹濱鷓數量關係

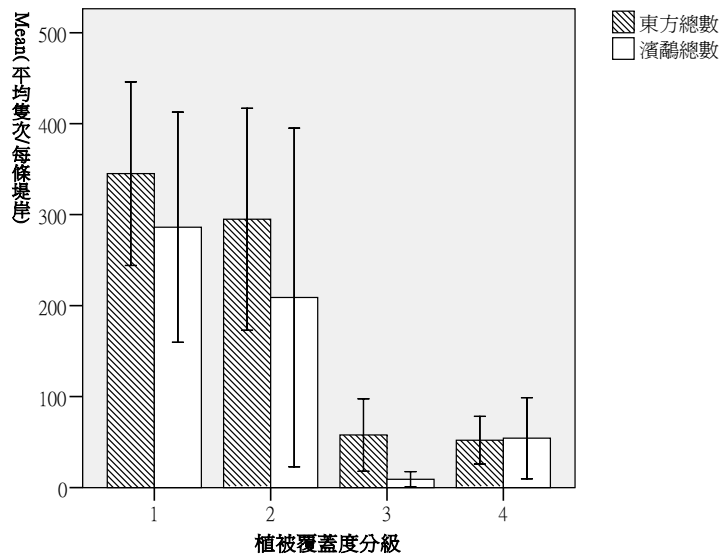
(a)漢寶漁塭區(n=78)

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
東方總數	Between Groups	1263713.344	3	421237.781	16.396	.000**
	Within Groups	1901116.874	74	25690.769		
	Total	3164830.218	77			
濱鷓總數	Between Groups	807326.934	3	269108.978	5.410	.002**
	Within Groups	3681188.361	74	49745.789		
	Total	4488515.295	77			

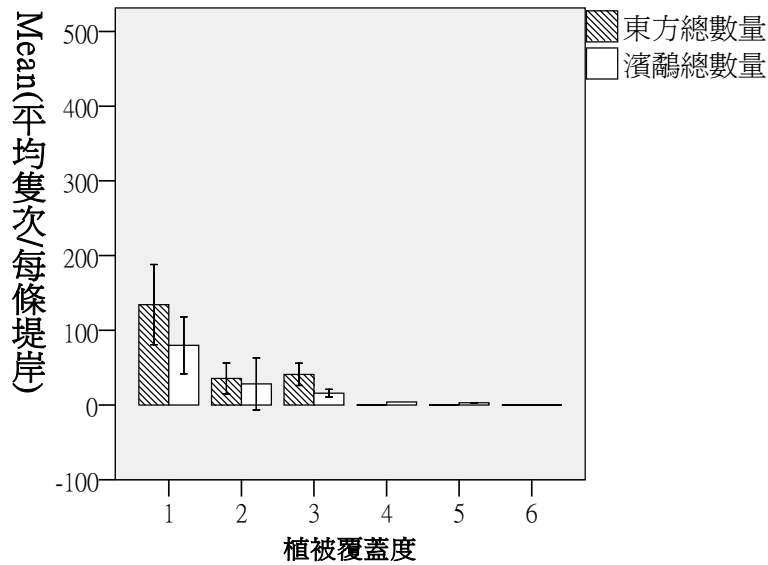
(b)王功漁塭區(n=88)

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
濱鵲總數量	Between Groups	299782.517	5	59956.503	6.639	.000**
	Within Groups	740529.199	82	9030.844		
	Total	1040311.716	87			
東方總數量	Between Groups	413640.367	5	82728.073	3.999	.003**
	Within Groups	1696401.633	82	20687.825		
	Total	2110042.000	87			

\*表 p value<0.05, \*\*表 p value<0.01



圖十八. 漢寶漁塭區植被覆蓋度各範圍之東方環頸鴿與黑腹濱鵲平均數量 (第1等級為0%；第2等級為1~25%；第3等級為26~50%；第4等級為51~75%)



圖十九. 漢寶漁塭區植被覆蓋度各範圍之東方環頸鴿與黑腹濱鶇平均數量 (第 1 等級為 0%；第 2 等級為 1~25%；第 3 等級為 26~50%；第 4 等級為 51~75%；第 5 等級 76~99%；第 6 等級 100%)

## 二. 干擾因子對水鳥選擇休息地之影響

水鳥為了減少能量上的消耗，理論上會選擇在距離覓食地近與干擾較低的地方休息，且可能會利用微棲地環境減少能量上的消耗，在 2007 年 11 月底至 2008 年 2 月底發現漲潮時水鳥會在距離覓食地近的漁塭堤岸上休息，並發現當風速達至一定程度時，水鳥會停棲漁塭堤岸背風坡避風，降低能量上的消耗，且在野外觀察時發現漢寶、王功地區常有遊覽車、地主、賞鳥者、狗、猛禽等各種干擾，因此在能量因子方面，進行堤岸至覓食地之距離、風速與坡度、干擾的數據收集，以瞭解能量方面因子與鳥類族群之關係。

### 1. 堤岸至覓食地之距離

2008 年 11 月底至 2009 年 2 月底的調查中，王功 A、B、C、D 四區每次調查的水鳥平均數量(如表九)，A 區佔 31%、B 區 7%、C 區 48%、D 區 14%，再將堤岸至覓食地的距離對水鳥數量的相關性分析如表十所示，堤岸至覓

食地距離與水鳥數量呈不顯著的相關( $P>0.05$ ), 表示堤岸至覓食地距離並不影響堤岸上兩鳥種數量多寡。

表九. 堤岸至覓食地距離分區與兩鳥種數量(平均隻次)

樣區	東方環頸鴿數量 (mean±SD)	黑腹濱鵲數量 (mean±SD)	研究期間水鳥利用的各區堤岸數
A	154.3±211.9	78.9±121.2	22
B	33.0±31.6	35.0±68.2	22
C	239.2±160.3	187.0±171.4	13
D	72.1±120.7	25.0±42.6	31

表十. 堤岸至覓食地距離與兩鳥種數量的相關性檢定

	堤岸至覓食地距離-黑腹濱鵲	堤岸至覓食地距離-東方環頸鴿
Pearson Correlation	-0.092	-0.105
P Sig.	0.393	0.332
N	88	88

\*表 p value<0.05, \*\*表 p value<0.01

## 2. 風向與堤岸方向和風速與坡度

### (1) 風向與堤岸方向

在 2008 年 11 月底至 2009 年 2 月底野外觀察中發現, 漢寶地區全為東西向漁塭堤岸, 但王功地區有 169 條東西向漁塭堤岸, 39 條南北向漁塭堤岸, 但在研究期間發現並無水鳥停棲漁南北向漁塭堤岸。

### (2) 堤岸坡度與風速

#### a. 漢寶-東方環頸鴿

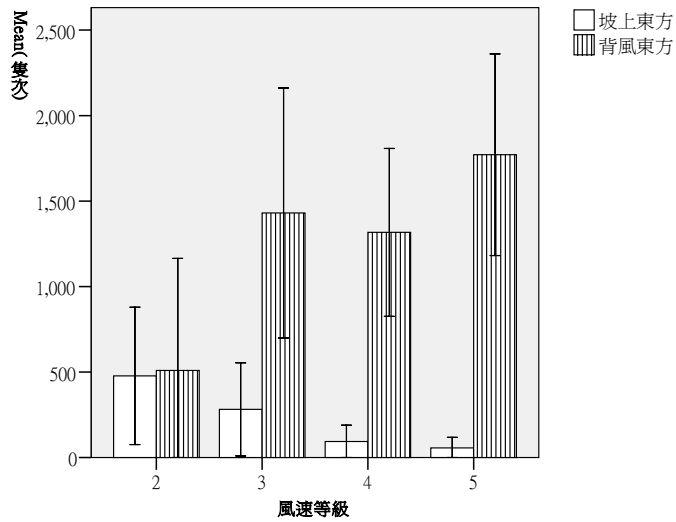
研究期間最大風速為 14 m/s, 最低風速為 3 m/s, 以風速等級與東方環頸鴿在堤岸上休息位置之平均數量作圖如圖二十(a), 表示當風速等級達到 2 以上時(3 m/s 以上), 東方環頸鴿會停棲於背風坡, 有 85%的東方環頸鴿會利用漁塭堤岸的背風坡避風, 而當風速等級為 3 時(6m/s 以上), 東方環頸鴿明顯的利用堤岸背風坡避風。

漢寶漁塭區堤岸坡度最小為  $34^\circ$ ，最大為  $70^\circ$ ，將坡度劃分等級與東方環頸鴿數量作單因子變異數分析如表十一(a)，分析結果顯示漢寶漁塭區東方環頸鴿數量與堤岸坡度分級達顯著水準( $P < 0.05$ )，東方環頸鴿明顯偏好於較緩的坡度，並依照堤岸坡度等級與東方環頸鴿平均數量作圖表示，40%東方環頸鴿會利用第 1 等級的漁塭堤岸坡度 ( $30^\circ \sim 35^\circ$ )；35%東方環頸鴿利用第 2 等級的漁塭堤岸坡度 ( $36^\circ \sim 40^\circ$ )；24%東方環頸鴿利用第 3 等級的漁塭堤岸坡度 ( $41^\circ \sim 45^\circ$ )；1%東方環頸鴿利用第 4 等級的漁塭堤岸坡度 ( $46^\circ \sim 50^\circ$ )，共有 99%水鳥會利用小於  $45^\circ$  的漁塭堤岸坡度。(如圖二十一)。

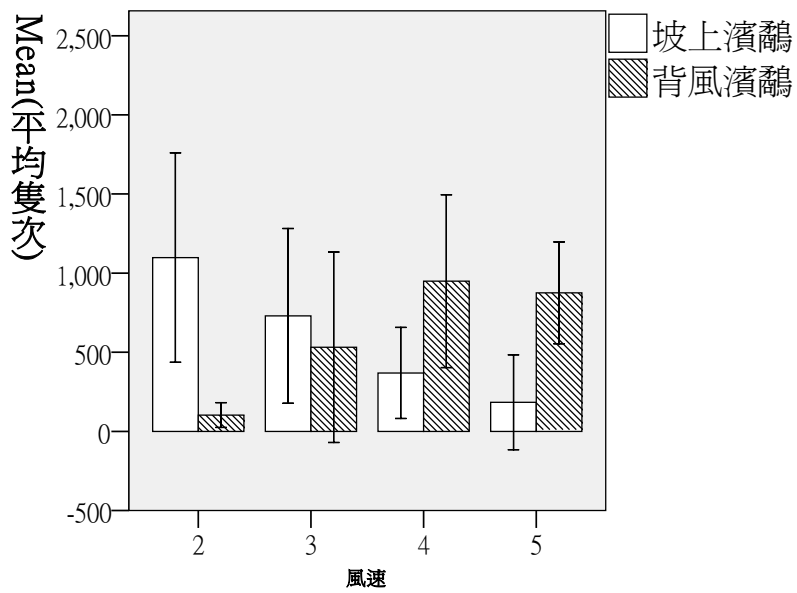
#### b. 漢寶-黑腹濱鶉

以風速等級與黑腹濱鶉在堤岸上休息位置之數量作圖如圖二十(b)，表示當風速等級達到 4 以上時( $9\text{m/s}$  以上)，黑腹濱鶉會停棲於背風坡，有 75%黑腹濱鶉會利用漁塭堤岸的背風坡避風，當風速等級小於 4 時( $8\text{m/s}$  以下)，水鳥則主要利用堤頂休息。

漢寶漁塭區坡度範圍為  $34^\circ \sim 70^\circ$  將坡度劃分等級與黑腹濱鶉數量作單因子變異數分析如表十一(a)，分析結果顯示漢寶漁塭區黑腹濱鶉數量與坡度等級達顯著水準( $P < 0.05$ )，黑腹濱鶉明顯偏好停棲於較緩的坡度，並依照堤岸坡度等級與黑腹濱鶉平均數量作圖表示，42%黑腹濱鶉會利用第 1 等級的漁塭堤岸坡度 ( $30^\circ \sim 35^\circ$ )；36%黑腹濱鶉利用第 2 等級的漁塭堤岸坡度 ( $36^\circ \sim 40^\circ$ )；20%黑腹濱鶉利用第 3 等級的漁塭堤岸坡度 ( $41^\circ \sim 45^\circ$ )；2%黑腹濱鶉利用第 4 等級的漁塭堤岸坡度 ( $46^\circ \sim 50^\circ$ )，共有 98%利用  $45^\circ$  以下的漁塭堤岸坡度。(如二十一)。

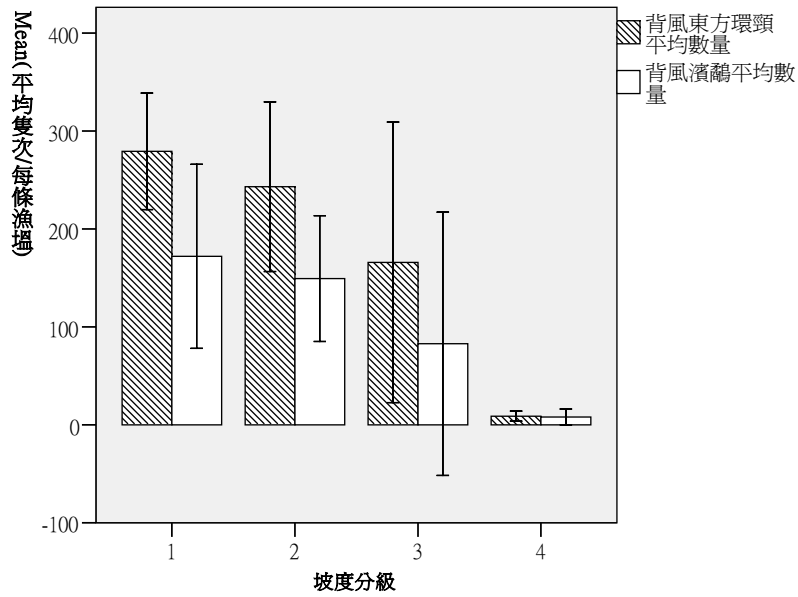


圖二十(a). 漢寶漁塭區東方環頸鵒各風速等級背風坡與堤頂水鳥平均數量  
 (第2等級為:3~5 m/s, 第3等級為:6~8 m/s, 第4等級為:9~11 m/s, 第5等級為:12~14 m/s)



圖二十(b). 漢寶漁塭區黑腹濱鵒各風速等級背風坡與堤頂水鳥平均數量  
 (第2等級為:3~5 m/s, 第3等級為:6~8 m/s, 第4等級為:9~11 m/s, 第5等級為:12~14 m/s)

圖二十. 漢寶漁塭區東方環頸鵒與黑腹濱鵒各風速等級背風坡與堤頂水鳥平均數量



圖二十一. 漢寶漁塭區各坡度等級背風坡東方環頸鴿與黑腹濱鶇平均數量 (第 1 等級為 30°~35°; 第 2 等級為 36°~40°; 第 3 等級為 41°~45°; 第 4 等級為 46°~50°)

表十一. 漢寶和王功漁塭區堤岸背風坡坡度分級與東方環頸鴿、黑腹濱鶇數量關係

(a) 漢寶漁塭區

		Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
東方環頸鴿數量	Between Groups	846743.646	3	282247.882	8.398	.000**
	Within Groups	2487086.572	74	33609.278		
	Total	3333830.218	77			
黑腹濱鶇數量	Between Groups	611229.309	3	203743.103	3.821	.013*
	Within Groups	3946226.845	74	53327.390		
	Total	4557456.154	77			

(b) 王功漁塭區

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
東方環頸鴿	Between Groups	337309.799	5	67461.960	4.084	.002**
	Within Groups	1354633.973	82	16519.927		
	Total	1691943.773	87			
黑腹濱鶇	Between Groups	125267.829	5	25053.566	2.925	.018*
	Within Groups	702371.989	82	8565.512		
	Total	827639.818	87			

\*表 p value<0.05, \*\*表 p value<0.01

### c. 王功-東方環頸鴿

研究期間最低風速為 1.5 m/s，最大風速為 14 m/s，以風速等級與東方環頸鴿在堤岸上休息位置之平均數量作圖如圖二十二(a)，表示當風速等級達到 2 以上時(3 m/s 以上)，東方環頸鴿會停棲於背風坡，有 80%的東方環頸鴿會利用漁塭堤岸之背風坡避風，而當風速等級小於 2 時(2m/s 以下)，水鳥主要利用堤頂休息。

王功漁塭區坡度範圍為 30°~90°，將坡度劃分等級與東方環頸鴿數量作單因子變異數分析如表十一(b)，分析結果顯示王功漁塭區東方環頸鴿數量與堤岸坡度等級達顯著水準( $P < 0.05$ )，東方環頸鴿偏好於較緩的坡度，並依照堤岸坡度等級與東方環頸鴿平均數量作圖表示，62%東方環頸鴿選擇第 1 等級的漁塭堤岸背風坡(35°~40°)；33%東方環頸鴿選擇第 2 等級的漁塭堤岸背風坡(41°~45°)；4%東方環頸鴿選擇第 3 等級的漁塭堤岸背風坡(51°~55°)；1%東方環頸鴿選擇第 4 等級的漁塭堤岸背風坡(66°~70°)，共 95%利用 45°以下的漁塭堤岸坡度（如圖二十三）。

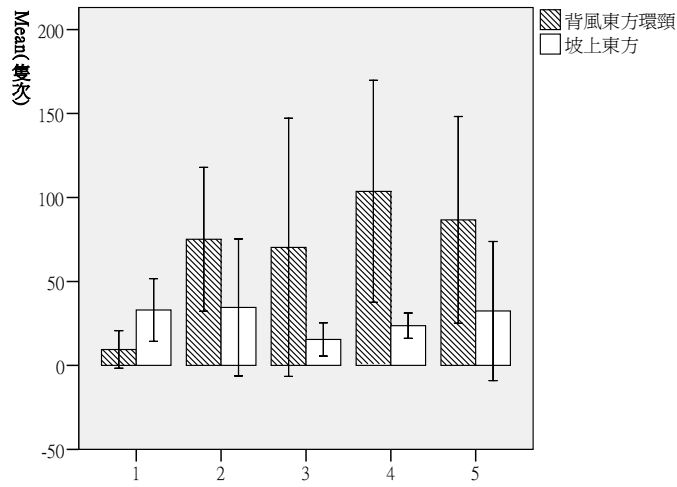
### d. 王功-黑腹濱鶉

以風速等級與黑腹濱鶉在堤岸上休息位置之平均數量作圖如圖二十二(b)，表示當風速等級達到 4 以上時(9 m/s 以上)，黑腹濱鶉停棲於背風坡，有 76%的黑腹濱鶉會利用漁塭堤岸之背風坡避風，但當風速等級小於 4 時(<8m/s)，黑腹濱鶉則主要利用堤頂休息。

王功漁塭區坡度範圍為 30°~90°，將坡度劃分等級與黑腹濱鶉數量作單因子變異數分析如表十一(b)，分析結果顯示王功漁塭區黑腹濱鶉數量與堤岸坡度等級達顯著水準( $P < 0.05$ )，黑腹濱鶉偏好於較緩的坡度，並依照堤岸坡度等級與東方環頸鴿平均數量作圖表示，62%黑腹濱鶉會選擇第 1 等級的漁塭堤岸背風坡(35°~40°)；34%黑腹濱鶉選擇第 2

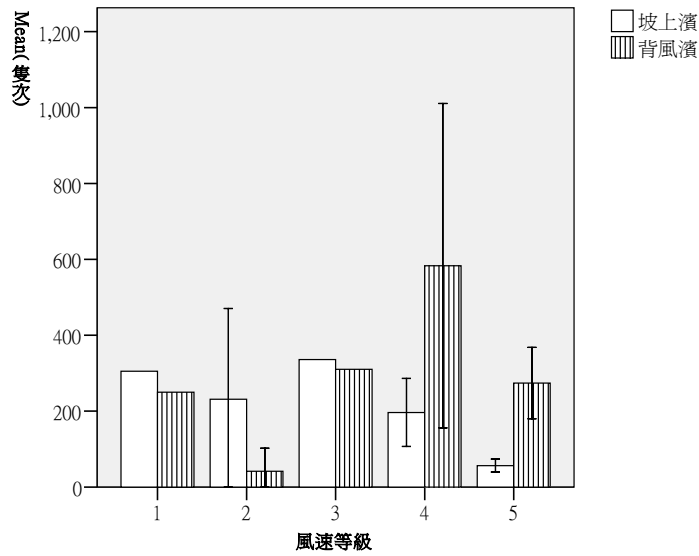


等級漁塭堤岸背風坡(41°~45°)；4%選擇第3等級漁塭堤岸背風坡(51°~55°)(如圖二十三)。



圖二十二 (a)王功漁塭區東方環頸鴿背風坡與坡頂數量比較

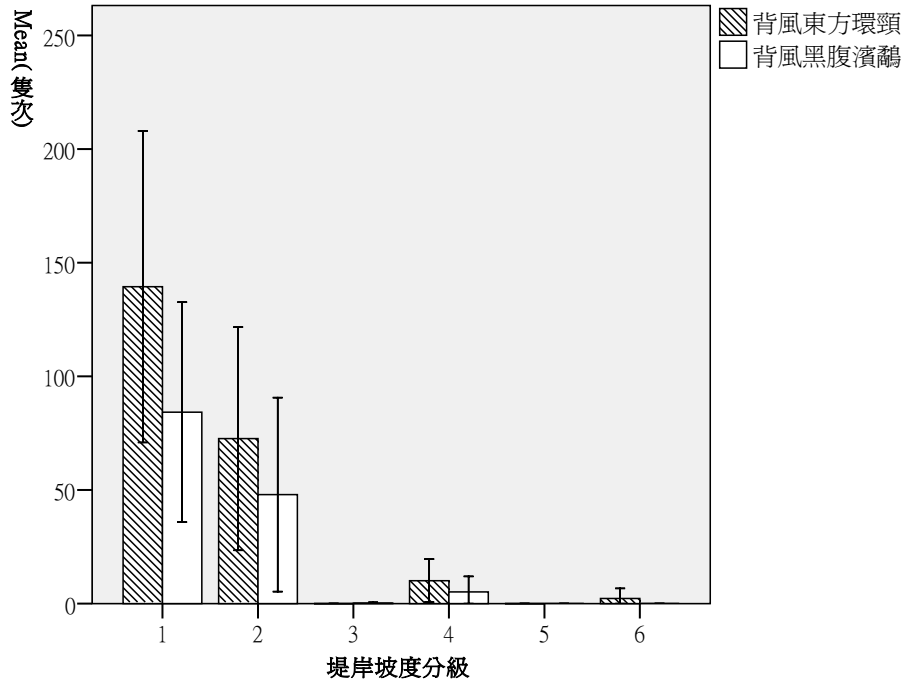
(第1等級為0~2 m/s，第2等級為3~5 m/s，第3等級為6~8 m/s，第4等級為9~11 m/s，第5等級為12~14 m/s)



圖二十二(b)王功漁塭區黑腹濱鴿背風坡與坡頂數量比較

(第1等級為0~2 m/s，第2等級為3~5 m/s，第3等級為6~8 m/s，第4等級為9~11 m/s，第5等級為12~14 m/s)

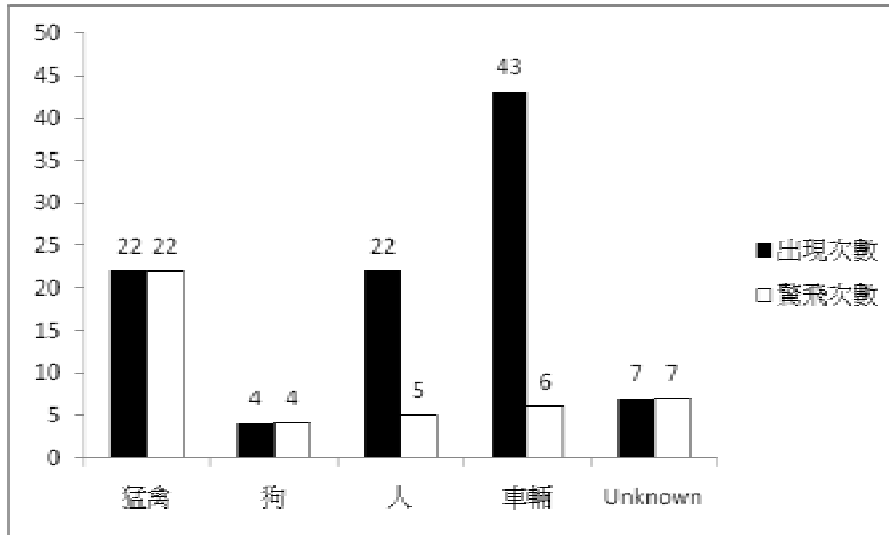
圖二十二. 王功漁塭區各風速等級之背風坡與坡頂東方環頸鴿與黑腹濱鴿數量比較



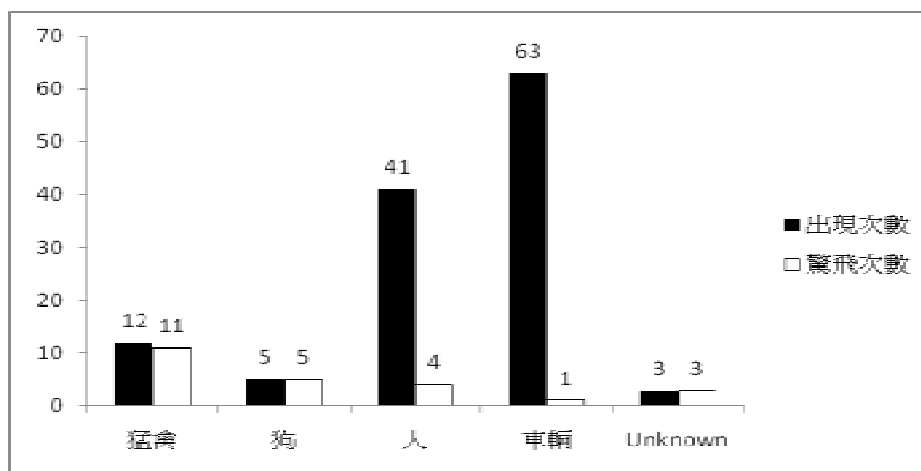
圖二十三. 王功漁塭區各坡度等級之背風面東方環頸鴿與黑腹濱鵲平均數量 (第 1 等級為 35°~40°; 第 2 等級為 41°~45°; 第 3 等級為 46°~50°; 第 4 等級為 51°~55°; 第 5 等級為 46-60; 第 6 等級為 61~65)

### 3. 人、車輛、猛禽、狗

在調查中發現，干擾來源主要可分為五種:猛禽、狗、人、車輛、未知因素(研究期間中未發現造成驚飛之來源)，將這五種類型與干擾後的狀態作圖如圖二十四，可知每種干擾來源在研究期間中所發生次數與驚飛次數，再將每次調查各種干擾源出現次數與驚飛次數作 Pearson 相關性分析(如表十二)，顯示猛禽和狗會造成水鳥驚飛的情況。



(a)漢寶漁塭區



(b)王功漁塭區

圖二十四. 漢寶和王功漁塭區各種干擾來源出現次數與水鳥驚飛次數

表十二. 漢寶和王功漁塭區各種干擾源出現次數與驚飛次數相關性(n=14)

(a)漢寶漁塭區		
漢寶漁塭區	Pearson Correlation	Sig. (2-tailed)
猛禽	1.000	P<0.05
狗	1.000	P<0.05
人	0.104	P>0.05
車輛	0.508	P>0.05

(b)王功漁塭區		
漢寶漁塭區	Pearson Correlation	Sig. (2-tailed)
猛禽	0.921	P<0.05
狗	1.000	P<0.05
人	0.307	P>0.05
車輛	0.179	P>0.05

## 伍、討論

### 一. 堤岸環境因子是否會影響鸕鶿科水鳥在堤岸上數量

#### 1. 堤岸寬度與堤岸長度

從分析結果發現，王功和漢寶漁塭區的堤岸寬度和堤岸長度對東方環頸鴿與黑腹濱鴿族群在堤岸上休息數量有極顯著的影響(表四、表五)，如圖十六所示，在漢寶漁塭區主要集中 101~110cm 堤岸寬度 (漢寶漁塭區堤岸寬度範圍為 50~530cm)，在王功漁塭區如圖十七所示，選擇 70~100cm 堤岸寬度 (王功漁塭區堤岸寬度範圍為 67~635cm)，在野外觀察中發現，漢寶、王功養殖漁塭區固定都會有漁民出入工作，而通常會使用較寬的堤岸通行，因此可能對東方環頸鴿與黑腹濱鴿族群產生干擾，而水鳥選擇休息地通常會選擇在干擾較低的地方休息(Roger 2003)，因此堤岸寬度較窄的地方，當地的漁民較少使用，所以大量的東方環頸鴿和黑腹濱鴿族群會選擇在堤岸寬度較窄的地方休息。

由圖十四所示，在漢寶地區選擇 191~210m 堤岸長度(堤岸長度範圍為 160~206m)，王功地區如圖十五所示，選擇 241~260m 堤岸長度(堤岸長度範圍為 124~270m)，而在研究期間的野外調查發現，漢寶和王功漁塭區時常有人在作業、觀光，而當地的住戶也會飼養許多狗，因此對在漁塭堤岸上休息的水鳥可能是個潛在的威脅，當堤岸外圍有干擾源時，如：移動的車與人、狗等干擾源，大量的東方環頸鴿和黑腹濱鴿會往堤岸後方遷移，增加距干擾源之緩衝距離，且在野外觀察中發現，漢寶與王功漁塭區鸕鶿科水鳥休息時會停棲在特定的魚塭堤岸且有群聚性的現象，當休息地大時能有足夠空間容納大群的鸕鶿科水鳥，甚至可以藉著稀釋效應與較易發現捕食者的優點來降低被捕食率(Roberts 1996; Lima 1998)，因此當堤岸長度越長時，除了能有足夠的緩衝距離去反應干擾源外，更能提供更多的鸕鶿科水鳥休息甚至可以達到降低被捕食率的情況。

## 2. 植被覆蓋度

從分析結果發現，漢寶、王功漁塭堤岸的植被覆蓋度對東方環頸鴿與黑腹濱鴿族群是否在堤岸上出現與休息數量有顯著的影響，兩鳥種皆偏好於無植被的漁塭堤岸上休息，在野外觀察中發現漢寶和王功漁塭區兩鳥種常出現在水泥堤，而造成此原因可能受植被覆蓋度導致，漁塭地主有時會整理土堤，挖掘漁塭池的底泥進行修補，水鳥會利用這些剛修補好完的土堤，但隔段時間後土堤會生出植被，導致水鳥不再使用，Peter 和 Otis(2007)指出良好的休息地條件為無植被、空曠和面積大的棲地，國外的野外觀察也曾發現當植被覆蓋度高時，水鳥較不易偵測捕食者，造成被捕食率提高(Roger 2005)，因此水鳥可能為了降低被捕食率，而選擇在植被覆蓋度較低的堤岸上休息，且在野外觀察中發現水鳥雖然有利用 1%~25%植被覆蓋度的漁塭堤岸，但會離植被一定的距離，並休息在無植被部分，因此當植被覆蓋度高時，水鳥停棲空間也相對的降低。

## 二. 干擾方面因子與鴿科水鳥族群之關係

### 1. 堤岸至覓食地距離

由分析結果發現，堤岸至覓食地距離對水鳥數量並無顯著的影響(如表十)，表示兩鳥種不偏好堤岸至覓食地距離近的地方，Roger(2003)指出水鳥從覓食地飛往休息地平均距離為 3km，最遠可達 10km，而本研究樣區堤岸至覓食地最遠距離為 2.6km，推測堤岸至覓食地距離為水鳥可接受範圍，因此水鳥數量未受堤岸至覓食地距離影響，而野外調查中發現東方環頸鴿與黑腹濱鴿會選擇在少數且特定的漁塭堤岸上休息，休息地的基質與周圍的環境情況都可能影響鴿科水鳥休息地的選擇(Conklin, Colwell and Fox-Fernandez 2008)，因此在小尺度上，堤岸環境因子影響鴿科

水鳥利用漁塭堤岸作為休息地的選擇。

## 2. 風速與坡度

### (1) 漢寶、王功堤岸不同坡度使用情況之比較

在野外觀察中發現水鳥有利用漁塭堤岸背風坡進行避風的情況，經由圖二十、二十二發現兩鳥種當風速達至一定程度時，水鳥會利用漁塭堤岸背風坡避風，且經分析結果(如表十一)，發現在漢寶與王功水鳥都會利用較緩的背風坡坡度，而 Roger(2005)指出鸕鶿科水鳥在非繁殖期時，可能為了盡量避免熱量的散失，影響休息地的選擇，且微環境也可能影響水鳥休息時能量上的消耗 (Piersma and Wiersma 1994)，例如選擇可遮蔽強風吹襲的場所(Kimberly and David 2007)等，因此在漢寶和王功地區，水鳥為了減少能量上的消耗，利用當地的微棲地環境避風並選擇較易於站立的堤岸坡度，雖然漢寶與王功堤岸的坡度並不完全相同(王功樣區的坡度範圍較大)，但由圖二十一、二十三可得知兩區偏好的堤岸坡度並無明顯差異，顯示  $30^{\circ}\sim 45^{\circ}$  的堤岸應是最適合水鳥作為休息地之用。

### (2) 東方環頸鴉與黑腹濱鴉利用堤岸背風坡面之比較

由圖二十、二十二可得知漢寶和王功漁塭區東方環頸鴉在風速 3m/s 以上時會利用堤岸背風坡；黑腹濱鴉則在 9m/s 以上時利用堤岸背風坡，此兩鳥種雖在不同的地點，但是在固定的風速下才會利用堤岸背風坡，且東方環頸鴉較易受風速影響，推測造成差異之可能原因如下：

#### (a) 水鳥外型

野外觀察中發現當風速大時，黑腹濱鴉會將頭藏在翅膀下，此行為可能為了避免頭受寒風吹襲；東方環頸鴉可能受本身體型限制，無此種行為，而且黑腹濱鴉頭型較東方環頸鴉具流線型，迎風時風速阻力也相對的較低。

### (b)重心

兩鳥種的腿長相對於體長來看，黑腹濱鵲腿長較東方環頸鵲短，因此重心較東方環頸鵲低，導致黑腹濱鵲在強風下較能站得穩。

### (c)群聚行為

野外觀察中發現兩鳥種在堤岸上群聚行為有明顯差異，黑腹濱鵲較東方環頸鵲具有群聚性，Burton、Evans 和 Robinson(1996)指出當強風吹襲時，水鳥會採取群聚性方式來降低能量消耗，因此黑腹濱鵲為了能有效的降低能量消耗，會利用群聚性方式。

## 3. 人、車量、猛禽、狗

漢寶和王功濕地棲地類型主要為養殖漁塭區，當地的地主會飼養狗看守或巡邏養殖漁塭區，且賞鳥者的觀察可能對休息的水鳥造成干擾與騷動甚至導致驚飛(Cresswell 1994)，而研究期間時也偶而發現狗或人會到堤岸上或接近漁塭堤岸，造成水鳥警戒或驚飛(如圖二十五)，因此當漲潮時鵲鵲科水鳥進來漁塭堤岸休息時，可能易受狗、車輛、人等因素干擾，從結果得到，在漢寶、王功漁塭區人、車輛出現次數雖最多，但並未造成水鳥驚飛的情況，但當猛禽、狗出現時卻會導致水鳥驚飛的情況(如表十二)，其中更以猛禽最為嚴重，而過去的研究在野外調查時也曾發現漢寶漁塭區主要的干擾源可能為猛禽(胡 2005)，當猛禽和狗在漁塭堤岸周圍時，在漁塭堤岸上休息的鵲鵲科水鳥就會開始警戒或驚飛，為了躲避捕食者而採取驚飛的動作，對水鳥來說能量上會非常消耗(Davidson and Rothwell 1993)，即使當地被捕食率低，對水鳥的行為仍有很大的衝擊(Roger 2003)，因此猛禽和狗的出現對當地水鳥族群來說不止行為產生影響，更加深了水鳥能量的負擔。





圖二十五. 研究地區中狗在堤岸上造成水鳥驚飛

### 三. 結論與建議

在漢寶和王功漁塭區東方環頸鴿與黑腹濱鶇主要選擇在較長的堤岸長度、較窄的堤岸寬度、無植被、坡度緩、水泥的堤岸上休息，而當風速大於 3m/s 時，東方環頸鴿會利用漁塭堤岸背風面進行避風，風速大於 9m/s 時，黑腹濱鶇會利用漁塭堤岸背風面進行避風，且適宜坡度範圍為 30°~45°，而東方環頸鴿與黑腹濱鶇的聚集性更能有效的降低被捕食率，根據國外文獻得知，水鳥休息地的選擇可能受到單一或更多因子的影響，因此本研究推測造成水鳥為何選擇在堤岸長度長、堤岸寬度窄、無植被、水泥堤岸、堤岸坡度緩的堤岸上休息，可能原因如下：

1. 降低能量消耗
2. 棲地限制
3. 降低被捕食率

水鳥利用漁塭堤岸作為滿潮休息地並非正常的自然現象，乃因特別地理環境而導致，當潮水漲潮時覆蓋整個灘地，使得灘地棲地無法利用，導

致水鳥被迫往內陸找尋休息地，藉由本研究結果可得知研究樣區中有幾條漁塭堤岸具有重要與敏感性，而這幾條漁塭堤岸都具有堤岸長度長、寬度窄、植被覆蓋度低的環境，約可承載 4000 隻水鳥，為漢寶和王功濕地重要的人工休息地，但近年來彰濱海岸卻面臨開發壓力如大城工業區的開發、風力發電機的架設、西濱快速道路開發等，對漢寶和王功濕地的生態環境造成切割效應與原有棲地的破壞，因此保護此人工休息地已是刻不容緩之事。

目前內政部成立國家重要濕地評選小組，其目的為充分瞭解濕地分布狀況，進而區分重要程度，可區分為國際級濕地、國家級濕地、地方級濕地，除了能適度加強保護其生物多樣性資源外，更可申請兩項補助，第一為成立國家重要濕地社區生態巡守隊並推動監測工作；其次為國家重要濕地復育、地景改造、監視系統補助，而評審標準參照聯合國拉姆薩公約 (Ramsar Convention on Wetlands) 判定國際重要濕地濕地準則，根據本研究結果顯示漢寶和王功濕地族群量皆達國際濕地標準，但是卻只有漢寶濕地列為台灣重要野鳥棲息地 (IBA)，且無法定基礎，因此為了加強保護漢寶和王功濕地，可推薦為國家重要濕地，除了能有法令依據保護外，更能申請補助進行生態環境監測，使其生態環境品質持續穩定。

在未來保育方面，遠程目標建議為規劃成國際重要濕地，讓漢寶與王功濕地能有法定依據避免開發，並成立「國家重要濕地社區生態巡守隊」推動監測工作而近程目標首先將重要且敏感的漁塭堤岸劃分為水鳥休息地保護區，鼓勵當地地主能定期維護重要的漁塭堤岸，並從保護區內挑選出具有潛力的漁塭堤岸，將其改善，營造出更多適合水鳥休息的堤岸，而在將來面臨開發時能迴避此水鳥休息地保護區，並可根據本研究結果營造人工休息地，作為補償時的參考依據，降低環境變動對水鳥衝擊之程度，除了能達保育目的外，更能讓養殖業與海岸生態共存共生，提昇養殖產業的附加價值與生態功能。

## 陸、参考文献

- Battley, P. F., Rogers, D.I., Piersma, T. and Koolhaas, A. (2003) Behavioural evidence for heat-load problems in great knots in tropical Australia fuelling for long-distance flight. *Emu*, 103, 97-103
- Brown, S., Hickey, C., Harrington, B. and Gill, R. (2001) United States shorebird conservation plan. Second Edition. Manomet, MA: Manomet Center for Conservation Sciences.
- Burton, N. H. K., Evans, P. R. and Robinson, M. A. (1996) Effects on shorebird numbers of disturbance, the loss of a roost site and its replacement by an artificial island at Hartlepool, Cleveland. *Biological Conservation*, 77, 193-201.
- Burton, N. H. K. and Evans, P. R. (1997) Survival and winter site fidelity of turnstones *Arenaria interpres* and purple sandpipers *Calidris maritima* in northeast England. *Bird Study*, 44, 35-44.
- Collwell, M. A. and Sundeen, K. D. (2000) Shorebird distributions on ocean beaches of northern California. *Journal of Field Ornithology*, 71, 1-15.
- Colwell, M. A., Danufsky, T., Fox, N. W., Roth, J. E. and Concklin, J. R. (2003) Variation in shorebird use of diurnal, high tide roosts: how consistently are roosts used? *Waterbirds*, 26, 484-493.
- Concklin, J. R. and Colwell, M. A. (2007) Diurnal and nocturnal roost site fidelity of Dunlin (*Calidris alpina pacifica*) at Humboldt bay, California. *The Auk*, 124 (2), 677-689.
- Concklin, J. R., Colwell, M. A. and Fox-Frenandez, N.W. (2008) High variation in roost use by Dunlin wintering in California: Implications for habitat Limitation. *Biol. Conserv.*
- Cresswell, W. (1994) Flocking is an effective anti-predation strategy in Redshanks, *Tringa tetanus*. *Anim. Behav*, 47, 433-442
- Davidson, N. C. and Rothwell, P. (1993) Human disturbance to waterfowl on estuaries: Species issue of the *Wader Study Group Bulletin*, 68, 1-106.

Granaderio, J. P., Andrade, J. and Palmeirim, J. M. (2004) Modelling the distribution of shorebirds in estuarine areas using generalised additive models. *J. Sea Res.* 52, 227-240.

Hale, W. G. (1980) *Waders*. Collins, London, UK.

Handel, C.M. and Gill, Jr (1992) Roosting behavior of pre-migratory dunlins (*Calidris alpina*). *Auk*, 109, 57-72

Hoyo, J.D., Elliott A. and Sargatal, J. editors. (1996) *Handbook of the birds of the world*. Lynx Edicions, Barcelona.

Kirby, J. S., Clee, C. and Seager, V. (1993) Impact and extent of recreational disturbance to wader roosts on the Dee estuary: some preliminary results. *Wader Study Group Bulletin*, 68, 53-58.

Lappo, E. G., and Tomkovich, P. S. (1998) Breeding distribution of Dunlin *Calidris alpina* in Russia. *International Wader Studies* 10.

Lima, S. L. (1998) Stress and decision making under the risk of predation: recent developments from behavioral, reproductive and ecological perspectives. *Advances in the Study of Behavior*, 27, 215-290.

Luis, A., Goss-Custard, J. D. and Moreira, M.H. (2001) A method for assessing the quality of roosts used by waders during high tide. *Wader Study Group Bulletin*. 96,71-74.

McGowan, A., Cresswell, W. and Ruxton, G. D. (2002) The effects of daily weather variation on foraging and responsiveness to disturbance in overwintering red knot *Calidris canutus*. *Ardea*, 90, 229-237.

Memorandum of Agreement Between The Department of the Army and The Environmental Protection Agency,  
<http://www.epa.gov/owow/wetlands/regs/mitigate.html>.

Moreira, F. (1995) A utilizaacao das zonas entre-mares do esturio do Tejo por aves aquaticas e suas implicacoes para os fluxos de energia na teia trofica estuarine. PHD thesis, University of Lisbon.

Moreira, F. (1999) Relationships between vegetation structure and breeding bird densities in fallow cereal steppes in Castro Verde, Portugal. *Bird study*, 46, 309-318.

Morrison, R. I. G., Aubry, Y., Butler, R. W., Beyersbergen, G. W., Donaldson, G. M., Gratto-Trevor, C. L., Hicklin, P. W., Johnston, V. H. and Ross, R. K. (2001) Declines in North American shorebird populations. *Wader Study Group Bull.* 94: 34–38.

Page, G. and Whitcare, D. F. (1975) Raptor predation on wintering shorebirds. *Condor*, 77, 73-83.

Pfister, C., Harrington, B. A. and Lavine, M. (1992) The impact of human disturbance on shorebirds at a migration staging area. *Biological Conservation*, 60, 115-126.

Peters, K. A. and Otis, D. L. (2007) Shorebird roost-site selection at two temporal scales: is human disturbance a factor? *Journal of Applied Ecology*, 44, 196-209.

Piersma, T., Hoekstra, R., Dekinga, A., Koolhaas, A., Wolf, P., Battley, P. and Wiersma, P. (1993) Scale and intensity of intertidal habitat use by knots *Calidris canutus* in the western Wadden Sea in relation to food, friends and foes. *Netherlands Journal of Sea Research*, 31, 331e357.

Piersma, T. and Wiersma, P. (1994) Effects of microhabitat, flocking, climate and migratory goal on energy expenditure in the annual cycle of Red Knots. *Avian Biology*, 96, 257-279.

Rehfisch, M. M., Clark, N. A., Langston, R. H. W. and Greenwood, J. J. D. G. (1996) A guide to the provision of refuges for waders: an analysis of 30 years of ringing data from the Wash, England. *Journal of Applied Ecology*, 33, 673-687

Rehfishch, M. M., Insley, H. and Swann, B. (2003) Fidelity of overwintering shorebirds to roost on the Moray Basin, Scotland: implications for predicting impacts of habitat loss. *Ardea*, 91, 53-70.

Riddington, R., Hassall, M., Lane, S. J., Turner, P. A. and Walters, R. (1996) The impact of disturbance on the behavior and energy budgets of Brent Geese *Branta b. bernicla*. *Bird Study*, 43, 269-279.

Roberts, G. (1996) Why individual vigilance declines as group size increases. *Animal Behaviour*, 51, 1077-1086.

Roger, D. I. (2003) High-tide roost choice by coastal waders. *Wader Study Group Bulletin*, 100, 73-79.

Rogers, D. I., Battley, P. F., Piersma, T., Gils, J. A. V. and Rogers, K. G. (2006) High-tide habitat choice: insights from modeling roost selection by shorebirds around a tropical bay. *Animal Behaviour*, 72, 563-575.

Roger, D. I., Piersma, T., Hassell, C. J. (2006) Roost availability may constrain shorebird distribution: Exploring the energetic costs of roosting and disturbance around a tropical bay. *Biol. Conserv*, 133, 225-235.

Rosa, S., Ana, L. E., Jose, P. G. and Jorge, M. P. (2006) High water roost selection by waders: maximizing feeding opportunities or avoiding predation? *Ibis*, 148, 88-97.

Senner, S. E. and Howe, M. A. (1984) Conservation of Nearctic shorebirds. Pp. 379–421 in J. Burger and B. L. Olla, eds. *Behaviour of marine animal*, 5. Shorebirds: breeding behaviour and populations. New York: Plenum Press.

Smit, C. J. and Visser, G. J.M. (1993) Effects of disturbance on shorebirds: a summary of existing knowledge from the Dutch Wadden Sea and Delta area. *Wader Study Group Bull*, 68, 6-19.

Sutherland, W.J. and Goss-Custard, J.D. (1991). Predicting the consequence of habitat loss on shorebird populations. *Acta Congressus Internationalis Ornithologici*, 20,2199-2207.

Thomas, G. H., Lanctot, R. B. and Szekely, T. (2006) Can intrinsic factors explain population declines in North American breeding shorebirds? A comparative analysis. *Anim. Conserv.* 9: 252–258.

Traut, A. H. and Hostetler, M. E. (2004) Urban lakes and waterbirds: effects of shoreline development on avian distribution. *Landscape and Urban Planning*, 69, 69-85.

Urfi, A. J., Goss-Custard, J. D. and Lev. Ditturell, S. E. A. (1996) The ability of oystercatchers *Haematopus ostralegus* to compensate for lost feeding time: field studies on individually marked birds.

Warnock, S. E. and Takekawa. J. Y. (1996) Wintering site fidelity and movement patterns of Western Sandpipers *Calidris mauri* in the San Francisco Bay estuary. *IBIS* 138 : 160-167.

Warnock, N., Page, G. W. and Sandercock, B. K. (1997) Local survival of Dunlin wintering in California. *The Condor* 99 : 906-915.

Winton, B. R., Leslie, D. M. and Rupert. J. R. (2000) Breeding Ecology and management of Snowy Plovers in North-Central Oklahoma. *J. Field Ornithol.* 71(4)573-584.

Wooley, J. B. and Owen, R. B. (1978) Energy costs of activity and daily energy expenditure in the Black Duck. *J. Wildl. Manage.*, 42, 739-745.

Yasue, M. (2006) Environmental factors and spatial scale influence shorebirds' responses to human disturbance. *Biol. Conser.*, 128, 47-54.

中華民國野鳥學會。 1993-2008。鳥類調查資料庫。台北。

中興工程顧問股份有限公司。 1996-2008。彰化濱海工業區開發工程施工期間鳥類監測調查報告。經濟部工業局。台北。

方偉宏 (2004) 2002 年台灣地區冬季濕地水鳥調查。野鳥 2004, 27-29 頁。 台北市：社團法人中華民國野鳥學會。

台灣電力股份有限公司。(2007)王功與永興風力發電計畫環境影響說明書。 台北市：台灣電力股份有限公司。

呂正仁 1997. 大肚溪口鷓鴣科、雁鴨科、鷺科鳥類群聚及族群變動之研究. 東海大學環境科學與工程研究所碩士論文。台中

林鐵雄, 郭宇智 2006。 台灣道路建設導入生態補償制度初探 綠色營建科技研討會, pp. B8-1~B8-12。 高雄

李致安 2002。 大肚溪口南岸濱鷓鴣族群之體脂肪變化與遷徙策略. 東海大學環境科學與工程研究所碩士論文。 台中

邱文彥 2004。 台灣西南沿海生態旅遊發展策略。

胡文寅 2005。 彰化海岸地區度冬期黑腹濱鷓鴣族群估計. 東海大學環境科學與工程研究所碩士論文。 台中

亞新工程顧問股份有限公司 2008。 西濱快速公路員林大排至西濱大橋段新建工程計畫。 交通部公路總局。台北

張長義 1998。 台灣海岸地區環境問題。 14-56 頁 施信民編。 海岸危機。 晨星出版社。 台中



陳宜玲、陳炳煌。2000。東方環頸鴿食性選擇之實驗室研究。東海科學(2) 69-81。

蔣忠祐、陳炳煌、劉威廷、吳彥鋒(2003)台灣彰化地區秋過境不同年齡鐵嘴鴿之遷徙模式。海峽兩岸鳥類學術研討會論文集，249-262頁。台中市：國立自然科學博物館。