

對黑面琵鷺友善之濕地營造計畫  
(102)

台江國家公園管理處委託研究報告

中華民國一百零二年十二月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)



# 對黑面琵鷺友善之濕地營造計畫 (102)

受委託者：國立臺南大學

計畫主持人：王一匡

研究助理：李昶誠、林子筠、彭上恩、郭庭豪

李家徹、邱顯皓、林宜憲、楊韻平

呂宗原、賴詩閔

## 台江國家公園管理處委託研究報告

中華民國一百零二年十二月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

# 對黑面琵鷺友善之濕地營造

## 目次

摘要	III
第一章 緒論	1
第一節 研究緣起與背景	1
第二節 研究目標	2
第二章 文獻回顧	3
第一節 對鳥類友善的農業	3
第二節 黑面琵鷺食源之棲地營造	5
第三章 研究方法	9
第一節 研究地區	9
第二節 研究方法	10
第四章 結果與討論	15
第一節 水質調查結果	15
第二節 魚類調查結果	19
第三節 校區濕地	22
第四節 生物量估計	26
第五節 虱目魚收成	28
第六節 校區鳥類調查結果	31
第七節 魚塭鳥類調查結果	43

第八節 魚塭鳥類調查結果	61
第五章 結論與建議	63
第一節 結論	63
第二節 建議	65
附錄一 調查照片	67
附錄二 養殖工作紀要	71
附錄三 累積調查魚種名錄	73
附錄四 累積調查蝦蟹名錄	74
附錄五 累積校區鳥類名錄	75
附錄六 期中審查會議記錄	78
附錄七 期末審查會議記錄	81
參考文獻	83

表次

表 4-1 魚類調查統計表 . . . . .	20
表 4-2 各養殖池雜交慈鯛生物量估算 . . . . .	26
表 4-3 各魚塭底棲魚、蝦、蟹之密度 . . . . .	28
表 4-4 今年與去年收成的虱目魚重、飼料量和換肉率 . . . . .	29
表 4-5 虱目魚塭養殖成本分析 . . . . .	30
表 4-6 2013年鳥類統計表 . . . . .	32
表 4-7 各種提供食源的魚塭類型特性比較 . . . . .	54





圖次

圖 3-1 計畫實驗地點在國立臺南大學七股校區西校區 . . . . . 9

圖 4-1 乾季樣區水質狀況 . . . . . 16

圖 4-2 濕季樣區水質狀況 . . . . . 17

圖 4-3 南、北潮溝和潮池(A)葉綠素A和(B)鹽度的比較 . . . . . 18

圖 4-4 南大七股西校區濕地編號圖，較深顏色為感潮濕地 . . . 19

圖 4-5 南大七股西校區濕地分群 . . . . . 24

圖 4-6 南大七股西校區三群濕地的比較 . . . . . 25

圖 4-7 各魚塢的雜交慈鯛全長和體重比較 . . . . . 27

圖 4-8 魚塢的虱目魚全長和體重比較 . . . . . 29

圖 4-9 歷次調查鳥類群聚之 (A)群集分析之樹狀圖和分群及(B)降  
趨典型分析之散佈圖，數字代表調查時間的鳥類群聚 . . 35

圖 4-10 南大七股西校區在留鳥和冬候鳥季之(A)鳥種數、(B)鳥隻數  
和(C)Shannon-Weaver多樣性指數之比較 . . . . . 36

圖 4-11 南大七股西校區(A)鳥種數、(B)鳥隻數和(C)  
Shannon-Weaver 多樣性指數隨時間之變化 . . . . . 37

圖 4-12 南大七股西校區之(A)雁鴨科隻數、(B)鷺科隻數、(C) 鵲科  
隻數、(D)鴿科隻數隨時間之變化 . . . . . 38

圖 4-13 南大七股西校區之(A)燕鴿隻數、(B)黑面琵鷺隻數、(C) 尖尾  
鴨、(D)環頸雉隻數隨時間之變化 . . . . . 39

圖 4-14 南大七股西校區之四個區域在留鳥期之(A)鳥種數、(B)密度、  
(C) Shannon-Weaver 多樣性指數之比較 (平均數 ± 標準  
誤) . . . . . 41

圖 4-15 南大七股西校區之四個區域在冬候鳥期之(A)鳥種數、(B)密  
度、(C) Shannon-Weaver 多樣性指數之比較 (平均數 ± 標準  
誤) . . . . . 42

圖 4-16 魚塭放水前後密度比較，(A)A 組、(B)B組、(C)C組和(D)D組  
有放水的魚塭鳥類密度高於沒有放水的鳥類密  
度 . . . . . 44

圖 4-17 魚塭放水前後鳥種數比較，(A)A 組、(B)B組、(C)C組和(D)D  
組有放水的魚塭鳥種數高於沒有放水的鳥種數 . . . . . 46

圖 4-18 第1組魚塭放水後，鳥隻數變化，(A)A1、(B)B2、(C)C2和(D)D1  
的鳥隻數變化 . . . . . 48

圖 4-19 第2組魚塭放水後，鳥隻數變化，(A) A2、(B) B1、(C) C1、(D)  
C3和(E) D2的鳥隻數變化 . . . . . 49

圖 4-20 魚塭放水後，調查到各魚塭中黑面琵鷺的隻次變化，(A)第  
一批放水的魚塭和(B) 第二次批放水的魚塭及C2 . . . . . 51

圖 4-21 魚塭放水前後密度比較，(A)A 組、(B)B組、(C)C組和(D)D組有放水的魚塭鳥類密度高於沒有放水的鳥類密度。53

圖 4-22 魚塭放水前後鳥種數比較，(A)A 組、(B)B組、(C)C組和(D)D組有放水的魚塭鳥種數高於沒有放水的鳥種數。55

圖 4-23 第一組魚塭放水後，鷓鴣科、鷺科、 鴿科、黑面琵鷺和高蹺鴿的隻數變化，(A)A2、(B)B2、(C)C2和(D)D2的鳥隻數變化57

圖 4-24 第二組魚塭放水後，鷓鴣科、鷺科、 鴿科、黑面琵鷺和高蹺鴿的隻數變化，(A) A1、(B) B1、(C) C1、(D) D1的鳥隻數變化。 . . . . . 58

圖 4-25 102/103年魚塭放水後，調查到各魚塭中黑面琵鷺的隻變化，(A)第一批放水的魚塭和(B) 第二次批放水的魚塭及C2。60

圖 4-26 不同魚塭類型間的 (A) 葉綠素A、(B) 雜交慈鯛、(C) 多毛類和(D)放水後鳥類密度的比較。 . . . . . 62

# 對黑面琵鷺友善之濕地營造

## 摘要

關鍵詞：黑面琵鷺、候鳥、棲地營造、生態永續的養殖、虱目魚

### 一、研究緣起

臺南市黑面琵鷺統計數字顯示，黑面琵鷺在過去五年皆有約一千隻次以上的數量，除了在99/100年度調查的平均調查數量約為834隻次，相對於前一年度資料，數量明顯減少了35%。分析其原因，食源供應不足為主要原因之一；今年黑面琵鷺資料也顯示在七股地區有食源不足的現象。因此補充黑面琵鷺的食源和棲地為維持穩定渡冬族群之方式。國立臺南大學的七股西校區為生態保育用地，並且已經有養殖實驗經驗，適合做為提供候鳥食源及進行棲地營造的場所。

### 二、研究方法及過程

本計畫調查校區的鳥類和魚類群集，利用南大七股西校區內的魚塭進行養殖實驗，比較四種提供食源的方式，並且進行同組魚塭水位降低和沒有降低水位的鳥類利用調查比較，提供黑面琵鷺等候鳥食源。魚塭實驗養殖種類包括野生魚種池、雜交慈鯛池（不餵食）、淺坪虱目魚池（餵食）及雜交慈鯛池（餵食）。

### 三、重要發現

今年度水質調查結果顯示，在乾季，各樣區的鹽度和電導度有顯著差異，與南和北潮溝和連通的濕地鹽度較高，魚塭因為水逐漸蒸發而鹽度也升高。在溼季，各樣區的鹽度和電導度也有顯著差異，蘆葦濕地 22 和 29 較低，其他樣區和魚塭因為使用潮溝的水，所以較高。今年度魚塭水源使用南、北潮溝和北潮池的水，與去年使用雨水為水源不同；因此，今年魚塭的鹽度比去年高。

魚類以雜交慈鯛為極優勢種，南、北潮溝和北潮池的魚類組成與魚塭較不相

## 對黑面琵鷺友善之濕地營造

同，種類也較多。以剪鰭法估計雜交慈鯛的數量，C3 的雜交慈鯛數量最多也最重，沒有餵食的 A 和 B 組雖然魚隻較多，但是因為魚隻較小，所以總重低；而有餵食的 D 組總重較高。底棲魚以 C3 的蝦虎最多，依序為 A2 和 B1；底棲蝦蟹以 C 組魚塭最高，其中 C2 最多。

比較往年收成，今年的養殖虱目魚收成量最高，因為養殖魚塭做了曬池整理也沒有雜交慈鯛的族群暴發。以 C1 虱目魚收成量最高，C2 次之，C3 最低，在養殖中後期，C2 常有浮頭的現象，因此魚隻也較小。換肉率以 C1 最高，C2 次之，C3 最低。

西校區濕地依據 1979 年魚類與野生動物保護署的濕地和深水棲地分類系統初步分類，可以分為河口的紅樹林、河口泥質潮間帶濕地、河口泥質亞潮帶潮池濕地和河口泥質亞潮帶蘆葦濕地，共 4 類；此外，校區尚有 10 個魚塭。西校區濕地也有高度的多樣性，濕地的差異可以由岸邊植物覆蓋比例、最深水深、濁度、溶氧和鹽度解釋約 90 %。

連續的西校區鳥類調查顯示鳥類群聚有明顯的時間性變化，以 10 月至隔年 4 月中為冬候鳥期，9、10 月冬候鳥/過境鳥到達，4 月中至 9 月為留鳥為優勢的時期。冬候鳥期優勢的種類包括赤頸鴨、蒼鷺、黑面琵鷺、夜鷺和小白鷺；留鳥期優勢的種類包括夜鷺、高蹺鴉、小白鷺和褐頭鷓鴣。今年校區旁的 61 號道路進行施工，有噪音和震動的干擾；南區濕地與南潮溝連接的水路被封閉，南區濕地逐漸乾涸，減少水鳥可利用的棲地；與往年比較，利用西校區高峰期數量下降約 40%。

西校區鳥類也有空間上的差異，分區調查結果顯示，在留鳥期，北蘆葦區和魚塭區比南區和乾草地區有較高的鳥種數、密度和 Shannon-Weaver 多樣性。在冬候鳥期，魚塭區的鳥種數最高，北蘆葦區次之，南區和乾草地區較少；鳥類密度以魚塭區、南區和北蘆葦區較高。

這兩年的魚塭實驗資料顯示，整體而言，降低水位魚塭的鳥類密度和鳥種數高於放水前魚塭的鳥類密度和鳥種數，也高於同組沒有放水的魚塭的鳥類密度和

鳥種數。在水位降低後，許多鷺科、鶉科、鵲科、鸚科等鳥類進魚塭覓食，包括黑面琵鷺也經常在魚塭中覓食。

比較各類型的魚塭，有餵食的虱目魚池的雜交慈鯛最多，有放雜交慈鯛的池次之，野生魚池最少。底棲魚蝦蟹以虱目魚、野生魚池和沒有餵食的雜交慈鯛較多，有餵食的雜交慈鯛最少。

本計畫已經增加對鳥類友善的淺坪虱目魚塭的瞭解，並且對魚塭水位操作對鳥類的好處有初步的瞭解，也評估四種提供食源的魚塭。本計畫為少有的研究與保育結合的計畫，有示範與指標的作用；建議未來進一步瞭解魚塭水位操作及鳥類的利用魚塭，以建立實務經驗，提供其他保護區操作的依據；本實驗區未來可成為生態養殖教育場所，可以協助將淺坪虱目魚塭和水位操作的方式推廣至養殖魚塭。此外，本計畫也對西校區建立瞭解，未來可以規劃西校區為濕地生態及養殖文化自然博物館，未來持續的監測可以提供此區規劃所需的資料。

去年在放水之後，黑面琵鷺和候鳥利用魚塭覓食。大致上，降低水位魚塭的鳥類密度和鳥種數高於放水前魚塭的鳥類密度和鳥種數，也高於同組沒有放水的魚塭的鳥類密度和鳥種數。本計畫結果提供生態養殖推廣和保護區經營管理的知識與實務經驗。

#### 四、主要建議事項

##### 建議一

改善南區濕地和南潮溝的水的流通，以營造水鳥的覓食環境：短程建議

主辦機關：台江國家公園管理處

協辦機關：國立臺南大學

本研究調查發現七股西校區的南區與南潮溝流通的水路已經被封閉，過去感潮或蓄水的南區濕地已逐漸乾涸；因此，今年在冬候鳥數量高峰期的鳥隻數已經明顯減少；有必要讓水能流通，以改善水鳥棲地。在中程目標上，目前感潮濕地區是

## 對黑面琵鷺友善之濕地營造

無法調控水位，期待未來能規劃感潮濕地區，設置水位控制設施，以便利和較精準的方式調控水位。

### 建議二

在研究區擴增黑面琵鷺等候鳥食物來源：短程建議

主辦機關：台江國家公園管理處

協辦機關：國立臺南大學

今年度許多黑面琵鷺在2、3月時到學甲濕地生態園區和高雄茄萣濕地棲息，很可能是七股區黑面琵鷺食源不足造成的現象。本研究已經提供黑琵和候鳥一部份的食物和棲地，未來可以在西校區內擴大增加食源，例如讓現有魚塭的連續飼養提供多批的食物，以及增加感潮灘地的經營方式增加食源。

### 建議三

規劃西校區為濕地生態及養殖文化自然博物館：中程建議

主辦機關：台江國家公園管理處

協辦機關：國立臺南大學、臺南市政府

西校區有紅樹林、河口泥質潮間帶濕地、河口泥質亞潮帶潮池濕地和河口泥質亞潮帶蘆葦濕地，具有濕地多樣性和鳥類等生物多樣性，可成為生態保育的場所和環境教育的場域。此外，本實驗區未來可成為生態養殖教育場所，可以協助將淺坪虱目魚塭和水位操作的方式推廣至養殖魚塭。

### 建議四

營造與候鳥共存的里海地景：中、長期建議

主辦機關：台江國家公園管理處

協辦機關：臺南市政府農業局、行政院農業委員會林務局、行政院農業委員會漁



業署

本實驗結果說明傳統淺坪虱目魚養殖有利於黑面琵鷺及其他候鳥利用，未來可以與臺南市政府農業局等單位合作，對於在東魚塭或其他區域進行傳統淺坪虱目魚養殖的養魚戶，給與租稅上的減輕或銷售上的協助，維護養殖戶收入並保育黑面琵鷺等候鳥，以共同營造與候鳥友善共存的里海地景。



## 第一章 緒論

### 第一節 研究緣起與背景

在營建署評選出的國家重要濕地中，在臺南海岸就有 2 個國際級的濕地（曾文溪口濕地及四草濕地），及 4 個國家級的海岸濕地（八掌溪口濕地、鹽水溪口地、北門濕地、七股鹽田濕地）。臺江國家公園的範圍包含其中 2 個國際級的濕地（曾文溪口濕地及四草濕地）及 2 個國家級的海岸濕地（鹽水溪口地、七股鹽田濕地），擁有豐富的自然資源與高度的生物多樣性。臺南海岸濕地吸引大量的水鳥及候鳥棲息，其中包括列於紅皮書中瀕危的（endangered）黑面琵鷺（Black-faced Spoonbill, *Platalea minor* Temminck & Schlegel (1849)）。

臺南地區黑面琵鷺族群普查顯示，在近幾年皆有約一千隻以上的數量，但是在 2010/2011 年度，黑面琵鷺在台灣的平均族群數量驟降至 834 隻次，相對於前一年度資料，數量明顯減少了 35%，引起社會及管理單位的關注。在今年二、三月，黑面琵鷺飛到之前記錄較少的地區覓食和棲息，如學甲濕地生態園區和高雄茄苳鹽田濕地。分析其原因，可能有以下三個：食源供應不足、氣候異常和人為干擾（蔡和黃 2011）。

養殖魚塢通常有豐富的下雜魚，會吸引候鳥覓食，尤其是傳統淺坪式虱目魚塢的操作方式提供冬候鳥較佳的覓食環境。近年來，因為養殖魚種的經濟效益的差別，有些魚塢已經轉變為石斑魚苗和文蛤養殖，因此食源數量逐年減少，使得黑面琵鷺難以在此覓食，需要補充食源給黑面琵鷺（蔡 2009）。

國立臺南大學的七股西校區有約八十公頃面積，臨近黑面琵鷺保護區和東魚塢。南大已經完成七股校區的規劃，七股西校區是以提供棲息地給候鳥和其他野生動植物為目標（國立臺南大學 2010）。並且，這兩年的調查結果顯示黑面琵鷺及其他候鳥利用此區覓食和棲息，因此，適合做為黑面琵鷺及候鳥食源養殖實驗

對黑面琵鷺友善之濕地營造

和棲息地營造研究的場所。

我們期望的願景為營造一個與自然和諧相處的養殖地景，本計畫先營造一個魚塭實驗案例，做為未來推廣的基礎，而這樣的想法與里山倡議主張相符合。里山倡議（Satoyama Initiative）主張促進符合生物多樣性基本原則的活動（趙2011），它的願景在於實現社會與自然和諧共生的理想，按照自然過程進行社會經濟活動（包括農業與林業），亦即塑造一個人類與自然共存的正面關係。透過永續的自然資源管理和使用以及生物多樣性的妥善維持，讓現今以及未來的人類都可以穩定地享受各種從自然中獲得的惠益。里山倡議也主張從社會和科學的角度，重新檢討人類和自然的關係應該如何作用，將此稱為社會生態的生產地景（socio-ecological Production landscapes）。

## 第二節 研究目標

由於台南七股地區魚塭養殖產業的變遷和棲地的改變，造成的黑面琵鷺食源數量逐年減少，因此需要發展增加食源的方式及發展有利於黑面琵鷺的魚塭養殖方式。本計畫具有以下目標：

- 一、 進行魚塭實驗，評估提供黑面琵鷺和候鳥食源的方式。
- 二、 瞭解利用實驗養殖魚塭的鳥類狀況與數量。
- 三、 瞭解適合黑面琵鷺之棲息環境，包括實驗區和校區。

希望本計畫的結果能提供候鳥的保護區經營管理的參考，並說明淺坪式的虱目魚養殖在黑面琵鷺和候鳥保育上的意義，做為倡導淺坪式的虱目魚養殖的依據。

## 第二章 文獻回顧

一般水產養殖戶認為，鳥類為水產養殖的有害生物 (Glahn et al. 2000, Glahn and King 2004)，因此，勸導水產養殖戶對鳥類友善有很高的衝突和困難度；但是，在農業區裡，對野生動物友善的農業作法已經有些案例，並且已經有成效，可以做為對鳥類友善的水產養殖的參考。

### 第一節 對鳥類友善的農業

在日本兵庫縣豐岡市以水稻田棲地復育重新引進的東方白鸛(Oriental White Stork) (The Satoyama Initiative 2013)。東方白鸛為瀕臨絕種的鳥類，主要在俄羅斯西伯利亞和中國黑龍江的濕地繁殖，於冬季飛往中國、台灣、韓國和日本過冬，估計全世界現存數量約有 2,500 至 4,000 隻。在日本，東方白鸛在 1865 年的江戶時代已經有記錄，但是族群數量一直下降，兵庫縣豐岡市被證實為東方白鸛在日本的最後一個棲息地，最後一隻野生鳥於 1971 年死去。推究其原因包括明治政府放寬使用槍械，導致其過份被射殺；二次大戰之後過度砍伐樹木，破壞其築巢棲息環境；整體環境的破壞，全面損害其棲息地；乾田農法的普及，造成其水生動物食物減少；殺蟲劑與化學肥料的使用。因此，豐岡市政府推動東方白鸛友善農法，提出下列要求：不使用農藥或減少 75 % 農藥、在生長季不使用肥料、以煮沸的水消除種子帶的病菌、管理田地排水、增加田地淹水時間及控制水深。從 2004 年開始，不使用農藥或減少 75 % 農藥的農田面積都持續在增加；不使用農藥的米的價格最高，減少農藥的米的價格比沒減量的米的價格要高；他們稱之為生態系服務的代價 (Payments for ecosystem services)。豐岡市政府從 2005 年 9 月 24 日開始野放東方白鸛，並推出東方白鸛之舞的產品標章。

## 對黑面琵鷺友善之濕地營造

2011年，美國農業部自然保育署在遷徙鳥類棲地啟動計畫下(Migratory Bird Habitat Initiative)，提供268萬美金的初期計畫，與農民簽約，改變他們的稻田和生產方式為有利於涉禽和水鳥。稻農需要提早進水，維持淹水更久的時間，並緩慢放水；涉禽和許多水鳥需要2至6英吋的水深。此外，稻農要改變田埂為緩坡，使其能讓鳥築巢和休息，幼鳥能容易來回於巢和水域。甚至，有些稻農提供人工鳥巢結構物(PR Newswire 2011)。

在世界上，目前有幾個行銷販賣有利於鳥類的稻米的案例。在西班牙，鳥類保育組織SEO/BirdLife在2001年創立Riet Vell公司，以促進對鳥類友善的有機農業生產及行銷，他們的目的是提供健康的產品，同時保育鳥類的棲地；對於消費者而言，購買他們的產品不僅拯救歐洲的物種和生態系，並且可以促進鄉村地區的社會經濟的發展(Riet Vell 2013)。在柬埔寨，巨鷺(Giant Ibis)為一種瀕危物種，農民以保護和監測巨鷺的方式種植稻米者，經由野生動物友善企業網絡(The Wildlife Friendly Enterprise Network)認證，則稱為Ibis Rice™。野生動物友善企業網絡列出提供這種稻米的旅館和餐廳，給消費者參考。野生動物友善企業網絡致力於保育瀕危野生動物的產品的發展和行銷，同時也保持鄉村經濟的活力。

## 第二節 黑面琵鷺友善之棲地營造

### 香港米埔自然保護區

世界自然基金會香港分會自1983年管理米埔自然保護區，在保護區內進行研究和增設教育設施，同時推出多項保育工作維持濕地。米埔保護區極具生物多樣性，擁有豐富的動植物物種，遍佈6種濕地，包括魚塘、基圍(傳統蝦塘)、潮間帶泥灘、紅樹林、蘆葦叢及淡水池塘。2003年起設立研究及監測部門，有兩個目標：評估世界自然基金會在米埔自然保護區生境管理工作上的成效及增加

具保育價值的濕地物種的生態及管理需要方面的基礎知識。黑面琵鷺、水鴨和濱鳥被選為工作重點物種，務求可快速地評估影響有關目標的管理工作成效，包括控制水位及植物高度等，並在有需要的時候，採取補救工作（世界自然基金會香港分會 2011）。

### 水鳥類利用濕地

探討水鳥類利用魚塭的文獻很少，因為絕大部份水鳥和魚塭的文獻都在討論水鳥和魚塭生產之間的衝突（Stickley, Jr., et al., 1992; TraPP et al., 1995; Glahn *et al.* 2000）。但是，有一些探討水鳥利用濕地和農業水域（包括水稻田、蓄水池和溝渠等）的研究（Colwell and Taft, 2000; Taft et al., 2002; Sebastián-González et al., 2009; ElPhick et al., 2010）。

Colwell and Taft（2000）在美國加州中央山谷（Central Valley）的水鳥利用 25 個濕地的研究結果顯示，總鳥種數與濕地面積成正比、與水深成反比、與地形多樣性成正比（Colwell and Taft, 2000）；水鳥（waterbird）、水面鴨（dabbling duck）和涉鳥（wading bird）的鳥種數在淺水濕地增加，而潛鳥（diving bird）鳥種數在深水濕地增加（Colwell and Taft, 2000）。鳥的密度也與水深度相關，涉鳥和水面鴨的密度在淺水濕地增加，而潛鳥的密度在深水濕地增加（Colwell and Taft, 2000）。Taft 等人（2002）進一步以實驗法降低濕地在冬季和春季的水位進行比較，結果指出在冬天水位降低的濕地的水鳥（shorebird）和水鴨（teal）密度增加；水面鴨和潛鳥在降低水位的後期增加；水鳥的鳥種數和密度在水位 10 至 20 公分並有 30 至 40 公分的水位差時最高。

在少數的探討水鳥類利用魚塭的文獻中，華寧等人（2009）在崇明東灘對冬季水鳥利用魚塭做調查，結果指出大面積的魚塭比小面積的有較高的鳥種數和密度，水位的高低影響游禽（natatores）和涉禽（grallatores）的利用；在降低水位後，影響游禽鳥種數和密度的主要因子為水面積，影響涉禽鳥種數和密度的主要

對黑面琵鷺友善之濕地營造

因子為水深變異。

### 國立臺南大學七股西校區溼地

台南地區養殖魚塭類型會影響鳥類的進食使用。養殖魚塭類型可以分為五種：長年深水養殖（石斑或烏魚）、長年淺水養殖（文蛤和麒麟龍鬚菜）、一年深水養殖（七星鱸、金目鱸、花身鱮或黑鯛）、一年淺水養殖（彈塗魚）及季節性淺水養殖（虱目魚和蝦）（蔡 2009）。一般而言，以季節性養殖和一年深水養殖為對黑面琵鷺較有利，黑面琵鷺數量與這兩種養殖面積為正相關；黑面琵鷺數量也與廢休養魚塭面積呈正相關；長年深水養殖及長年淺水養殖都無法讓黑面琵鷺數量受惠（蔡 2009）。養殖漁民為了追求較高的利潤，通常會採取長年深水養殖及長年淺水養殖。在東魚塭區，石斑魚苗養殖和文蛤養殖面積逐年上升，而傳統虱目魚養殖面積從 2001 年的 179 公頃減少至 2011 年的 30.8 公頃（蔡 2009），黑面琵鷺的食物來源逐年減少。

為了增加黑面琵鷺的食源，需要推廣有利於黑面琵鷺的傳統淺坪式虱目魚養殖方式，因此，台江國家公園管理處已經於 100 和 101 年度進行了增加黑面琵鷺食源的生態養殖計畫。虱目魚收成後製成罐頭。101 年水質分析顯示 1 至 4 月份樣本鹽度和電導度較高，因為在乾季降雨較少；5 月有梅雨及 6 至 8 月颱風季降雨量較高，因此 4 月之後樣本的鹽度和電導度較低。1 至 3 月份樣本水溫較低，因此溶氧較高，其他月份樣本水溫較高，因此溶氧較低。隨著溫度升高和養殖飼料餵食的進行，魚塭葉綠素 A（生產力）增加。魚類調查結果顯示，不論在南北潮溝、潮池或魚塭，雜交慈鯛都是極為優勢的種類。南北潮溝的魚種類較多，魚類群聚組成較不同。101 年，C1 收成的虱目魚較大隻，最重達 3 台斤，因為有過冬的虱目魚留在此成長；C3 的體長最小，因為 C3 的雜交慈鯛大量暴增，影響虱目魚的生長。不計過冬的虱目魚，C2 的成長速率最快，C1 次之，C3 最慢。總收成以 C2 最多，C3 最少。在養殖池中，C1 有過冬且有餵食的雜交慈鯛和較多大型捕食者存在，魚隻較大，C3 是有餵食、非過冬且少捕食者，魚隻多且小，適合



鳥類進食。估計各池雜交慈鯛數量，與虱目魚混養的和有餵食魚塭的雜交慈鯛生長速率較快，生物量也較高；而野生魚池生物量較低。鳥類調查結果顯示，10至4月中為冬候鳥季，4月中至9月主要為留鳥，黑面琵鷺在冬候鳥季時利用校區棲息。分區調查顯示，魚塭區有較高的鳥種數，南區有較多的數量。在養殖池的水位放低之後，觀察到黑面琵鷺和候鳥在養殖池覓食。大致上，降低水位魚塭的鳥類密度和鳥種數高於放水前魚塭的鳥類密度和鳥種數，也高於同組沒有放水的魚塭的鳥類密度和鳥種數。



## 第三章 研究方法

### 第一節 研究地區

本計畫實驗地點在國立臺南大學七股校區西校區，鄰近黑面琵鷺保護區和東魚塢區（圖 3-1），可以就近吸引鄰近的黑面琵鷺和其他鳥類來利用，為增加食源的良好地點。這個區域原本都是私人承租的魚塢，在建立南大七股校區前收回為校地，並且將魚塢破堤。建立校區後，在此地常見的魚類包括大鱗鯪、雜交慈鯛及鰕虎等。優勢的沼澤植物為蘆葦、海雀稗與莎草科的莞；潮溝紅樹林主要以海茄苳為主，也有欖李及紅海欖；堤岸灌叢優勢植物有鯽魚膽、海馬齒、鹽地鼠尾粟、裸花鹼蓬等。

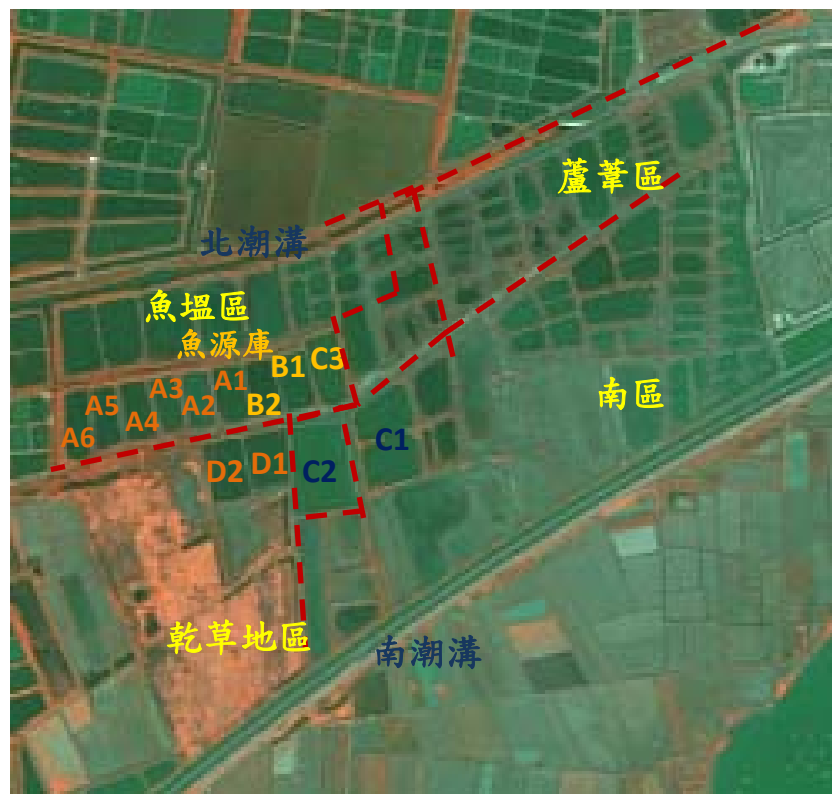


圖 3-1、計畫實驗地點在國立臺南大學七股校區西校區。實驗組 A 為野生魚種不餵食、B 為雜交慈鯛不餵食、C 為虱目魚且餵食及 D 為雜交慈鯛且餵食。虛線為鳥類調查穿越線。

## 第二節 研究方法

本研究工作分為四個部份，第一個是整理魚塭準備養殖及養殖工作；二是購買魚苗及飼料，並協助魚塭餵食；三是水質、鳥類、魚類和底棲動物調查；四為在魚塭調整水位後，使用魚塭鳥類。

### 魚塭準備

整理魚塭準備養殖的工作為抽乾水，之後曬池，以清除池底有機物。在虱目魚池，以米糠鋪撒於魚塭，進水以培養藻類，做為虱目魚食源。到放魚苗後，開始進行養殖實驗。

今年已於三月份，進行潮溝和魚塭的整理，潮溝整理包括將魚塭區的潮溝疏濬，讓水能流通，以提供魚塭水源；魚塭底部整理和推深；整理土堤等工作。

### 魚塭實驗

本實驗是為瞭解在不同的養殖型態下，包括野生、放養及是否餵食的型態，其中魚類的生物量，以及鳥類在調整水位後對魚塭的利用，以評估提供候鳥食源的方式。在此地實驗處理包括野生魚種不餵食(A組)、雜交慈鯛不餵食(B組)、虱目魚且餵食(C組)及雜交慈鯛且餵食(D組)，共四組；每個實驗組兩個重覆。虱目魚為淺坪式的養殖，並且增加一池，延後其放水操作時間。野生魚池有來自於潮溝的魚，如同廢休養魚塭。雜交慈鯛池放養捕捉自魚源庫土生的雜交慈鯛，因為適應當地鹽度狀況，可以比買的魚隻有較好的存活率和持續繁殖的機會。兩池虱目魚C1和C2各5000隻，C3放3000隻。相較於雜交慈鯛池，我們希望能瞭解野生的魚源是否能提供足夠的食物給候鳥，是否需要以雜交慈鯛提供食源。在南、北潮溝，我們的調查都發現雜交慈鯛為優勢魚類，雜交慈鯛已經在東魚塭的潮溝建立族群。

本計畫執行養殖實驗的進行，包括購買魚苗放養、購買飼料、魚塭環境管理和抽水調整水位等，另外也包括提供油料補給、捕捉雜交慈鯛魚隻、割草和場地的維護等工作。飼料使用草本原料，成份包括豆粉、米糠、粉頭、酒糟和鈣粉。

#### 魚塭動物調查

在放養魚隻後，實驗開始，管理員進行投餌餵食，並注意和控制水質，以抽水和排水改善水質。魚類採樣的目的為瞭解魚的成長和野生魚的群聚組成，採樣原則上每 2 個月進行一次，以蜈蚣網捕捉，網目 0.75 公分，長度 9 公尺。於調查前一天下午放網，第 2 天收魚。每個蜈蚣網以竹竿固定後，再放入餌料誘捕魚隻。另外以細網（網目 0.2 公分）包覆蝦籠置於岸邊，以瞭解仔稚魚的出現。記錄捕捉魚隻的標準體長、尾叉長和全長，以及溼重；記錄後將魚隻放回。若單一魚種數量過多，則取樣約 30 隻記錄其體長和體重，其餘記錄其數量。若一池捕捉數量少，則以手拋網等其他網具協助捕捉。採樣已取得台南市政府農業局的許可。除了在 4 組實驗魚塭採樣，也在南潮溝 (SC)、北潮溝 (NC) 和北潮池 (NCP) 採樣，另外，新增 22、29 和 74 號濕地採樣。養殖池雜交慈鯛數量估計在虱目魚收成前進行，以標放再捕捉法估計，以剪去背鰭前半部做為標記方法；依大小比例估算魚塭雜交慈鯛的生物量。對於其他數量較少的魚類，將在虱目魚收穫時秤重計算。

底棲動物調查的目的為瞭解其在實驗魚塭中的生物量和組成，在虱目魚收成前進行；調查分成兩個部份，第一個是底棲的魚蝦蟹螺貝類等，以底拖網採樣，第二是底泥中的大型無脊椎動物 (infaunal macrobenthos)，以 Ekman 採泥器採樣。底拖網採樣時拖行長度 10 公尺，拖網寬度 3 公尺。採樣時每個魚塭分成 3 區，每區取樣一個樣本；樣本在現場以 500  $\mu\text{m}$  的篩網清洗，估計無脊椎動物之濕重。底棲動物樣本以 5% 福馬林保存，帶回實驗室處理；在實驗室挑出動物並分類，挑出的魚蝦蟹螺貝分類至種，並照相及保存；其他大型無脊椎動物分類至科，並估計無脊椎動物之溼重。定面積底泥採樣管內徑 3 公分、長度 10 公分，每區採

對黑面琵鷺友善之濕地營造

樣 3 個樣本做底泥粒徑和碳氮比例等分析。

### 水質分析

在每次採樣時，記錄養殖池和潮溝的水質，以野外型水質儀記錄溶氧、鹽度、水溫、酸鹼度和電導度；並取回 500mL 水樣，於實驗室測量濁度和葉綠素 *A*。葉綠素 *A* 以乙醇萃取法分析，在記錄過濾體積後，以孔徑  $0.7\mu\text{m}$  玻璃纖維濾紙過濾；濾紙放於試管中，加入 95% 乙醇 10mL 萃取葉綠素，並置於在黑暗中  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$  水浴煮 30 分鐘，每 10 分鐘搖一次，均勻溶解後進行離心；抽取離心管中的上層液體，以螢光光度計進行分析並記錄；若是沒有馬上進行分析，則保存在  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  的冰箱中。此外，也對魚塭水中營養鹽進行分析，項目包括磷酸鹽磷、氮和硝酸鹽氮，分析依照環境保護署環境檢驗所公告之方法，分析儀器為分光光度計，磷酸鹽以維生素丙法分析 (NIEA W427.53B)，氮氮以靛酚比色法分析 (NIEA W448.51B) 和硝酸鹽分光光度計法分析 (NIEA W419.51A)。

### 鳥類的調查

七股西校區全區的鳥類群聚以穿越線法調查，穿越線調查在每個月的第二和四週的星期六早上進行記錄，每兩週進行一次，調查時間約為 6 點半至 9 點，以望遠鏡協助調查；穿越線調查路線在圖 3-1。記錄時，註明鳥類棲息環境狀況和行為。行為種類包括覓食及停棲；環境棲地因子包括水域、土堤、木麻黃林、紅樹林、灌叢及乾草地。此外，我們將西校區分成四區：蘆葦、南區、魚塭和乾草地區，分別記錄出現鳥類。

在虱目魚收成過後將排定時間，在每一組選擇一個魚塭，降低水位至 15 公分，另一池不降低水位。在魚塭開始降低水位時，以排定人員調查魚塭土堤內的鳥類，隔天進行 1 調查次。調查記錄時間為早上 6 時，記錄魚塭包括 A1 至 A6、B1、B2、C1、C2、C3、D1、D2 共 12 池，加上蘆葦和南區的記錄。除記錄魚塭水位之外，記錄魚塭內水域、溼土和乾土地面積百分比，及記錄鳥隻是在土堤、水

域、溼土或乾土地區域活動。在降低水位前，增加對魚塭的每週一次的鳥類調查。

## 資料分析

### 水質分析

水質因子將以單因子變異數分析 (One-way Analysis of Variance) 比較不同月份和養殖池之間的差異。此外，以主成份分析 (PrinciPal ComPonent Analysis) 探索水質變化的狀況；主成份分析的目的為以較少的組合變數 (comPOSITE variables) 代表許多變數的共同變化或趨勢。

### 養殖分析

魚類成長速率以計算魚重及魚長的比生長速率，並且建立魚長和魚重之間的關係， $W=aL^b$ 。

魚塭魚隻的肥滿度(condition factor)計算方式為(體重(g)/(體長(cm))<sup>3</sup>) x 100。

換肉率為餌料轉換係數(feed conversion ratio) 計算方式為攝餌量(Kg)/魚體增重量(Kg)，一般高密度養殖而言，換肉率在 2 以內，但是粗放養殖換肉率可能會較高。

雜交慈鯛族群數量估計的以下列公式計算 (Lincoln-Peterson estimator)。

$$N = \frac{(n1 + 1)(n2 + 1)}{(m2 + 1)} - 1$$

n1：標記的隻數    n2：第二次捕捉到的隻數    m2：捕捉到有標記的隻數  
群聚分析

以群集分析 (Cluster analysis) 探討魚類和鳥類樣本群聚之間的分群，樣本間的距離以 Bray-Curtis 不相似度指數計算，以群的平均 (grouP average) 為聯結方式 (linkage method)，結果以樹狀圖呈現，以視覺判斷分群的相似度值，再進行各分群間的相似性係數分析 (Analysis of Similarities, ANOSIM)，計算各群之群間差異是否高於群內差異，若各群之間有顯著差異，則所劃分之群得以成立。魚類和鳥類群聚組成資料先轉換為相對豐度。

## 對黑面琵鷺友善之濕地營造

降趨對應分析(Detrended Correspondence Analysis)探討魚類和鳥類樣本群聚之間的相似與否，以結果圖判斷樣本之間的遠近，配合群集分析的分群結果畫出，顯示降趨對應分析和群集分析結果的對應。分析資料為群聚物種的相對豐量。降趨的目的為去除的對應分析的曲線效應 (arch effect)。

### 密度比較

魚塭實驗組間的密度、鳥種數和 Shannon-Weaver 多樣性指數以 t 檢定分析或單因子變異數分析 (one-way ANOVA) 判斷是否有差異。



## 第四章 結果與討論

### 第一節 水質調查結果

今年度水質資料區分為乾季和溼季進行分析，溼季為 5 至 9 月，乾季為其他月份。在乾季，各樣區的鹽度和電導度有顯著差異 ( $F = 4.26, P < 0.001$ ;  $F = 3.54, P = 0.002$ ) (圖 4-1)，與南、北潮溝有連通的 A4、A5、A6 和 74 的鹽度和電導度較高，超過 30‰，其他樣區較低。各樣區的磷酸鹽磷有顯著差異 ( $F = 18.47, P < 0.001$ )，C3 的磷酸鹽磷最高，其他樣區較低。其他葉綠素 A、濁度和硝酸鹽氮等水質因子沒有顯著差異。

在溼季，各樣區的鹽度和電導度有顯著差異 ( $F = 3.15, P = 0.015$ ;  $F = 3.19, P = 0.014$ ) (圖 4-2)，濕地 22 和 29 號的鹽度和電導度較低，其他樣區和魚塢因為使用潮溝的水所以較高；濕地 22 和 29 號為蘆葦濕地，只有在大雨後校區淹沒時，才會與潮溝連通，否則蓄積雨水，鹽度皆在 10‰ 以下。各樣區的硝酸鹽氮有顯著差異 ( $F = 3.40, P = 0.01$ )，A2、A3、C3、B2、D2 和 B1 的硝酸鹽氮為較高的一組，74 最低。

南、北潮溝為今年主要的養殖水源，因此比較它們在水質上的差異。南、北潮溝和潮池的水質在濁度上有顯著差異 ( $F = 4.08, P = 0.044$ ) (圖 4-3)，南潮溝濁度較北潮溝高，可能因為南潮溝潮水進出侵蝕土堤。南、北潮溝和潮池在鹽度和葉綠素 A 上沒有顯著差異 ( $F = 0.28, P = 0.76$ ;  $F = 2.54, P = 0.12$ )，但是北潮溝和潮池在葉綠素 A 上有很大的標準誤，造成雖然平均數高，但是結果不顯著。北潮溝和潮池在雨季可以蓄積較淡的水，例如在 5 月份開始降雨之後，北潮溝和潮池降至 15‰，而南潮溝在 29‰。

今年度因為提早在 4 月進水，當時梅雨尚未到，因此，魚塢的水源主要為潮溝的水，與去年魚塢在養殖前中期以雨水為水源不同。因此，去年魚塢鹽度在養

對黑面琵鷺友善之濕地營造

殖前中期皆在 10‰ 以下，而今年鹽度較去年高；而使用南潮溝水的魚塭鹽度較使用北潮池水的魚塭稍高。南、北潮溝的鹽度不同可能為有以下原因，南潮溝連通曾文溪的水門在漲退潮時打開進水，而北潮溝和潮池持續蓄積雨水；另外，養殖池的水是否混合也會影響鹽度，因為沒有混合時高鹽度的水在下、低鹽度的水在上形成鹽度分層，而我們測到的是表水層的水。南、北潮溝的葉綠素 *A* 的差異可能是因為北潮池的受陽光照射面積大，因此浮游藻類較多，而南北潮溝受陽光照射面積小。若是差異持續，則未來在魚塭的管理上應該儘量以北潮池為主要進水水源，因為其具有藻類較多和在雨季鹽度低的優點。

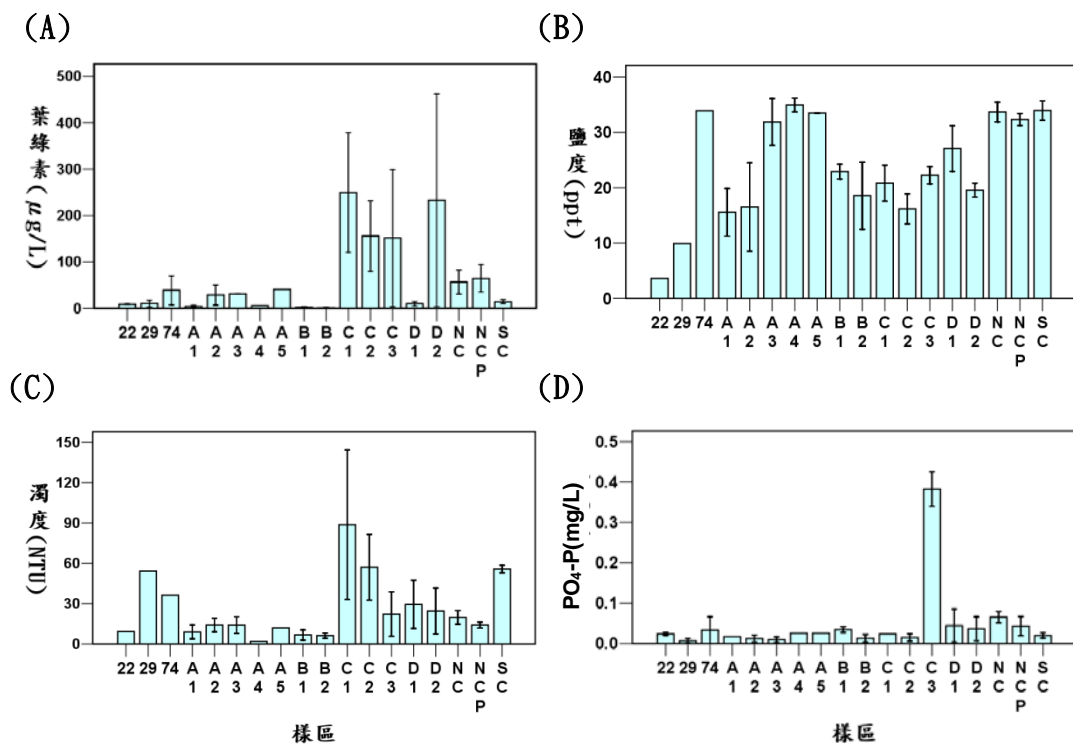


圖 4-1、乾季樣區水質狀況，(A)葉綠素 *A*、(B)鹽度、(C)濁度和(D)磷酸鹽磷。

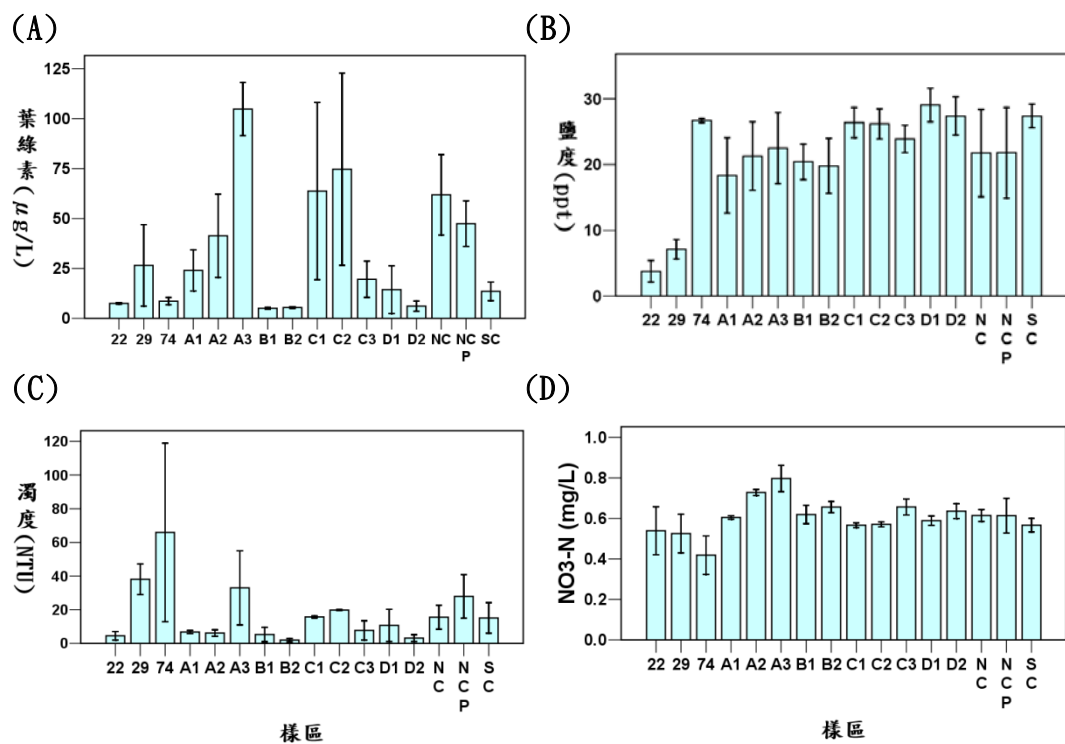


圖 4-2、濕季樣區水質狀況，(A)葉綠素 A、(B)鹽度、(C)濁度和(D)硝酸鹽氮。

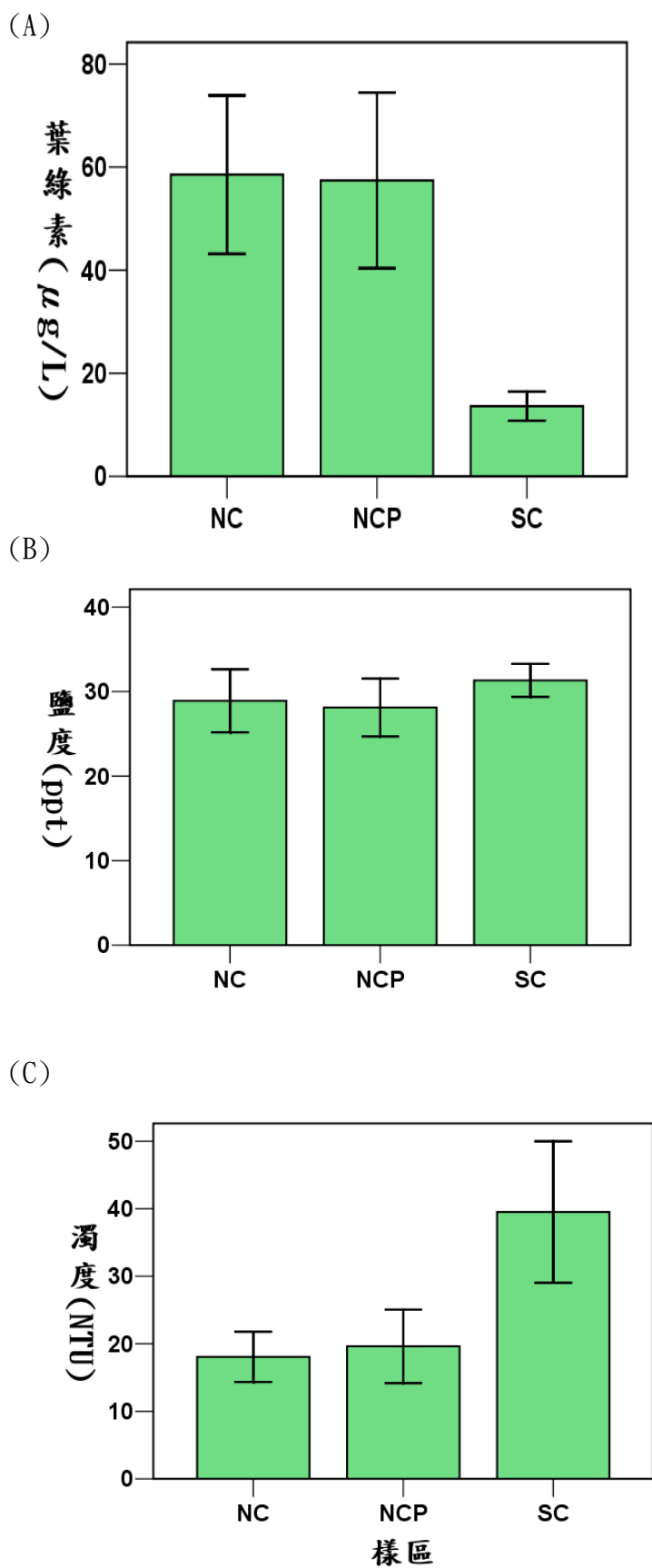


圖 4-3、南、北潮溝和潮池(A)葉綠素 A、(B)鹽度、(C)濁度的比較。

## 第二節 魚類調查結果

各養殖池(除 C1~C3 以外)及野生池 A4~A6 的優勢種均為雜交慈鯛(表 4-1)，因為養殖池本身就有放養雜交慈鯛。也因雜交慈鯛又為強勢外來物種，Shannon-Weaver 多樣性指數普遍較低。而 C1、C2 和 C3 為虱目魚養殖池，為了增加養殖效益，在放養虱目魚前已曬乾，除了少數隨著放養魚苗或抽水時一起被引入的魚隻外，池中較少其他雜魚，所以並無捕捉到其他種水層魚類。而 C3 在 10 月的優勢種變成雜交慈鯛，原因為避免在養殖過程中雜交慈鯛搶食飼料導致虱目魚成長不佳，所以在虱目魚苗成長大之後，才將雜交慈鯛放入 C3，以增加過冬候鳥的食物來源。另外，十月捕捉的慈鯛數量遠遠超出其他月份是因為十月是標放法實施的月份，為了標記足夠數量的慈鯛，因此加大了該次捕捉的努力量，以增加再捕捉到有標記魚隻的機率。

北潮溝 (NC)、北潮池 (NCP) 及南潮溝 (SC) 的 Shannon-Weaver 多樣性指數通常較其他樣站來得高，且每次採樣的優勢種多有變化，包含慈鯛、鯔、大棘鑽嘴和四線雞魚等許多不同的物種，原因為此三個樣點均有連通外界潮溝，而南潮溝則連通到曾文溪口，因此有許多不同的魚種會隨著潮水進入，使得多樣性指數高於其他樣站。

本計畫累積調查到的魚種共 9 目 20 科 40 種，列表於附錄三。累積調查到的蝦蟹共 6 科 13 種，列表於附錄四。

表 4-1、魚類調查統計表。

日期	樣站	魚種數	隻數	Shannon-Weaver 指數	優勢種 (%)
1 月 21 日	A4	1	19	0	雜交慈鯛(100%)
1 月 21 日	A5	2	103	0.13	雜交慈鯛(97.1%)
1 月 21 日	NC	3	22	0.82	帆鰭胎鱈(59.1%)、烏魚 (33.3%)
1 月 21 日	NCP	2	3	0.64	雜交慈鯛(66.7%)
1 月 21 日	SC	3	11	0.60	雜交慈鯛(81.8%)
3 月 24 日	26	1	133	0	雜交慈鯛(100%)
3 月 24 日	74	2	4	0.56	點帶叉舌鰕虎(75%)、彈塗 魚(25%)
3 月 24 日	NC	1	20	0	雜交慈鯛(100%)
3 月 24 日	NCP	1	19	0	雜交慈鯛(100%)
3 月 24 日	SC	3	24	0.54	鰻(83.3%)
5 月 5 日	B1	1	1	0	雜交慈鯛(100%)
5 月 5 日	B2	1	2	0	雜交慈鯛(100%)
5 月 5 日	C1	1	1	0	虱目魚(100%)
5 月 5 日	C3	1	1	0	虱目魚(100%)
5 月 5 日	D1	1	3	0	雜交慈鯛(100%)
5 月 5 日	D2	1	6	0	雜交慈鯛(100%)
5 月 5 日	NC	1	2	0	雜交慈鯛(100%)
5 月 5 日	NCP	1	3	0	點帶叉舌鰕虎(100%)
5 月 5 日	SC	2	9	0.53	大鱗鯪(77.8%)、雜交慈鯛 (22.2%)
7 月 21 日	A1	1	31	0	雜交慈鯛(100%)
7 月 21 日	A2	1	75	0	雜交慈鯛(100%)
7 月 21 日	A3	2	76	0.12	雜交慈鯛(97.4%)
7 月 21 日	B1	1	30	0	雜交慈鯛(100%)
7 月 21 日	B2	2	34	0.36	雜交慈鯛(88.2%)
7 月 21 日	C1	1	11	0	虱目魚(100%)
7 月 21 日	C2	1	11	0	虱目魚(100%)
7 月 21 日	C3	1	7	0	虱目魚(100%)
7 月 21 日	D1	3	47	0.52	雜交慈鯛(83.0%)
7 月 21 日	D2	2	39	0.33	雜交慈鯛(89.7%)
7 月 21 日	NC	5	12	1.23	大棘鑽嘴(58.3%)
7 月 21 日	NCP	3	6	1.01	四線雞魚(50%)、大棘鑽嘴 (33.3%)

表 4-1、續。

日期	樣站	魚種數	隻數	Shannon-Weaver 指數	優勢種 (%)
7月21日	SC	4	13	0.94	大鱗鯪(69.2%)
10月6日	29	2	3	0.64	小緞鰩(66.7%)、帆鰭 胎鰩(33.3%)
10月6日	A1	1	124	0	雜交慈鯛(100%)
10月6日	A2	2	599	0.03	雜交慈鯛(99.5%)
10月6日	A3	1	548	0	雜交慈鯛(100%)
10月6日	B1	2	170	0.13	雜交慈鯛(97.1%)
10月6日	B2	2	330	0.07	雜交慈鯛(98.5%)
10月6日	C1	1	10	0	虱目魚(100%)
10月6日	C2	1	8	0	虱目魚(100%)
10月6日	C3	2	319	0.09	雜交慈鯛(98.1%)
10月6日	D1	1	180	0	雜交慈鯛(100%)
10月6日	D2	2	301	0.02	雜交慈鯛(99.7%)
10月6日	NC	3	9	0.85	大眼海鯢(66.7%)、虱目 魚(22.2%)
10月6日	NCP	3	7	0.80	環球海鯢(71.4%)
10月6日	SC	5	26	1.24	環球海鯢(46.2%)、雜交 慈鯛(34.6%)

### 第三節 校區濕地

西校區濕地依據 1979 年魚類與野生動物保護署 (The US Fish and Wildlife Service) 的濕地和深水棲地分類系統初步分類，可以分為河口的紅樹林，包括 90 至 92 號濕地 (圖 4-4)；河口泥質潮間帶濕地，包括鄰近南潮溝的潮池，如 50、57、65 和 74 的濕地；河口泥質亞潮帶潮池濕地，包括臨近北潮溝的潮池、野生魚池和南區的潮池，在退潮後仍有水，如 30 至 38 號、A4 至 A6、64 和 69；河口泥質亞潮帶蘆葦濕地，這些濕地大多在北蘆葦區，雖然與潮溝不相連通，但是在大雨過後，水淹漫整個西校區時與潮溝相連；因此，鹽度高於 0.5 Ppt，但是在 10 Ppt 以下，如 1 至 29 號和 39 至 48 號濕地。此外，校區尚有 10 個養殖魚塭不在上述，而 78 至 85 號濕地尚未測量。

以測量到的水深、岸邊植物覆蓋比例、水溫、溶氧、PH、鹽度、電導度和濁度等做群集分析，可以分為三群 (圖 4-5)，與濕地分類結果不相同。三群的差別可以由岸邊植物覆蓋比例、最深水深、濁度、溶氧和鹽度解釋約 90 %，顯示出濕地的多樣性。變異數分析結果顯示三群的岸邊植物覆蓋比例有顯著差異 ( $F = 66.5, P < 0.001$ ) (圖 4-6)，由高至低依序為群三、群二、群一。最深水深有顯著差異 ( $F = 29.3, P < 0.001$ )，依序為群三、群二、群一。濁度有顯著差異 ( $F = 28.8, P < 0.001$ )，由高至低依序為群三和群二、群一。溶氧有顯著差異 ( $F = 15.6, P < 0.001$ )，依序為群二、群三和群一。鹽度有顯著差異 ( $F = 191.8, P < 0.001$ )，依序為群二和群一、群三。



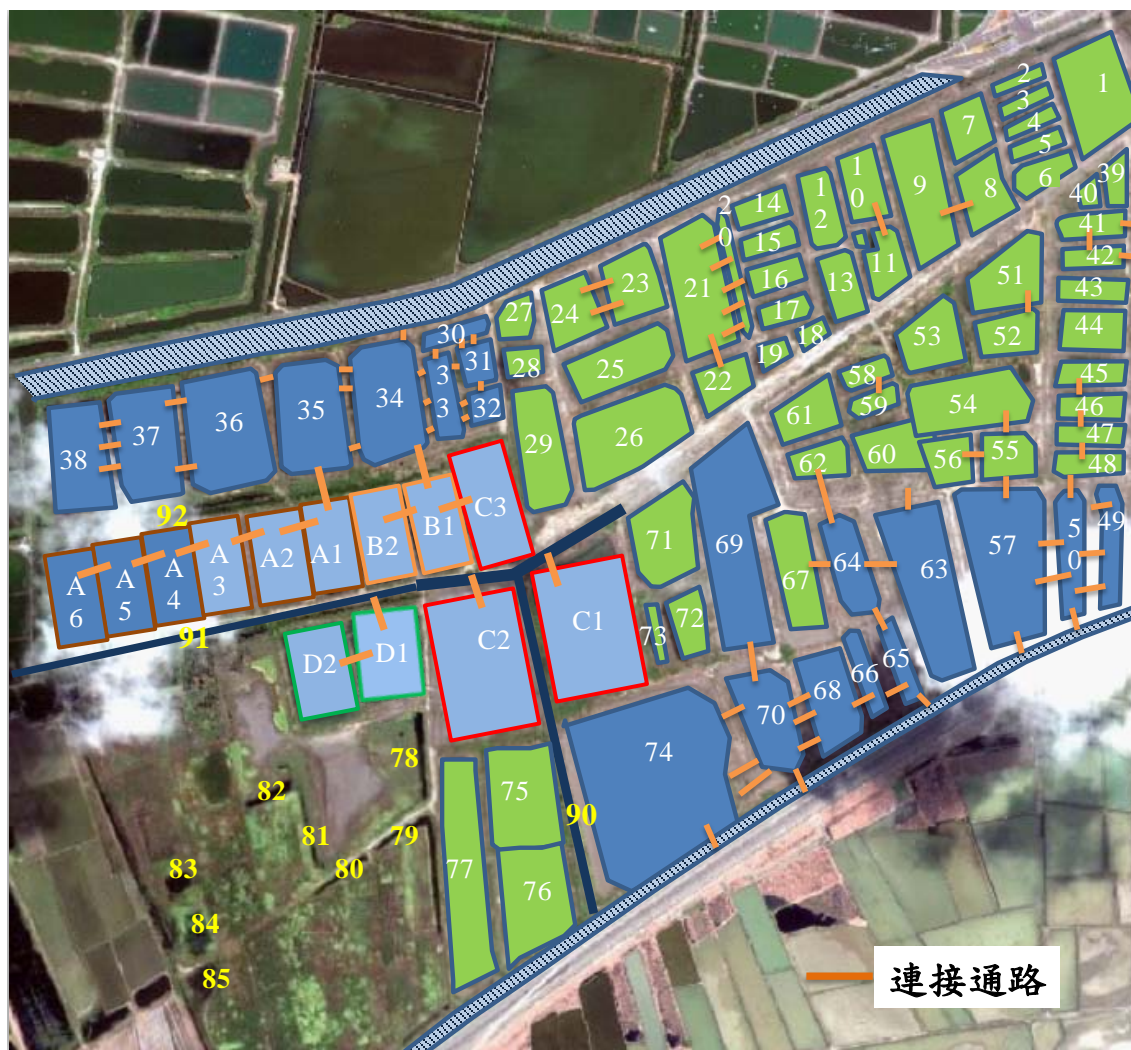


圖 4-4、南大七股西校區濕地編號圖，較深顏色為感潮濕地。

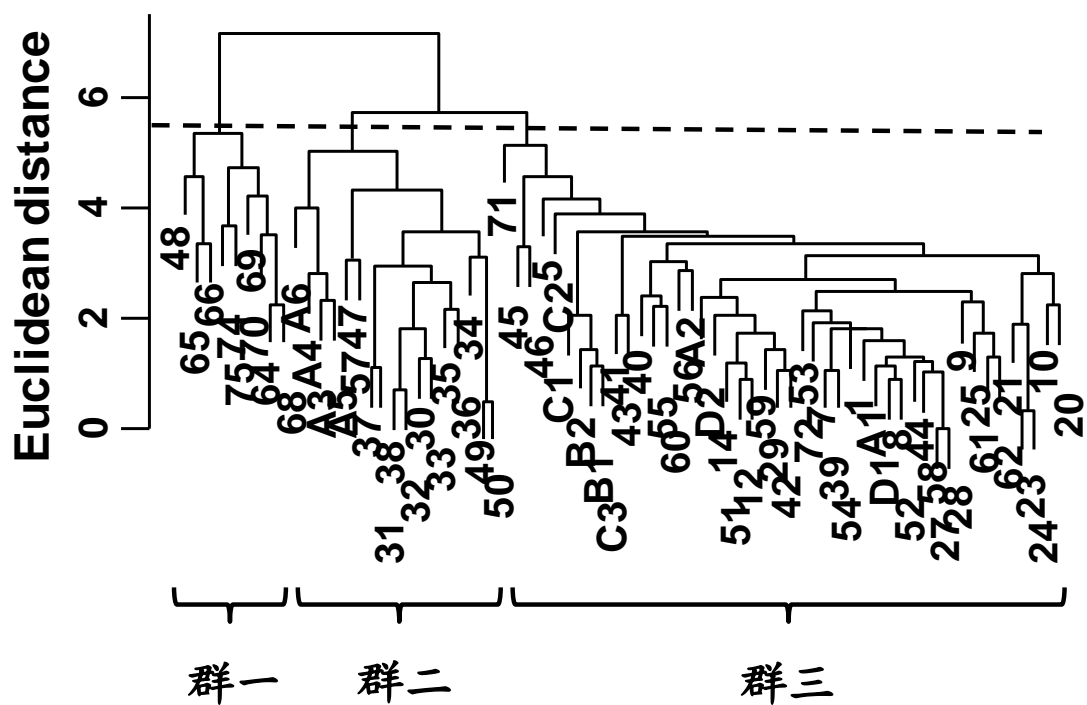


圖 4-5、南大七股西校區濕地分群。

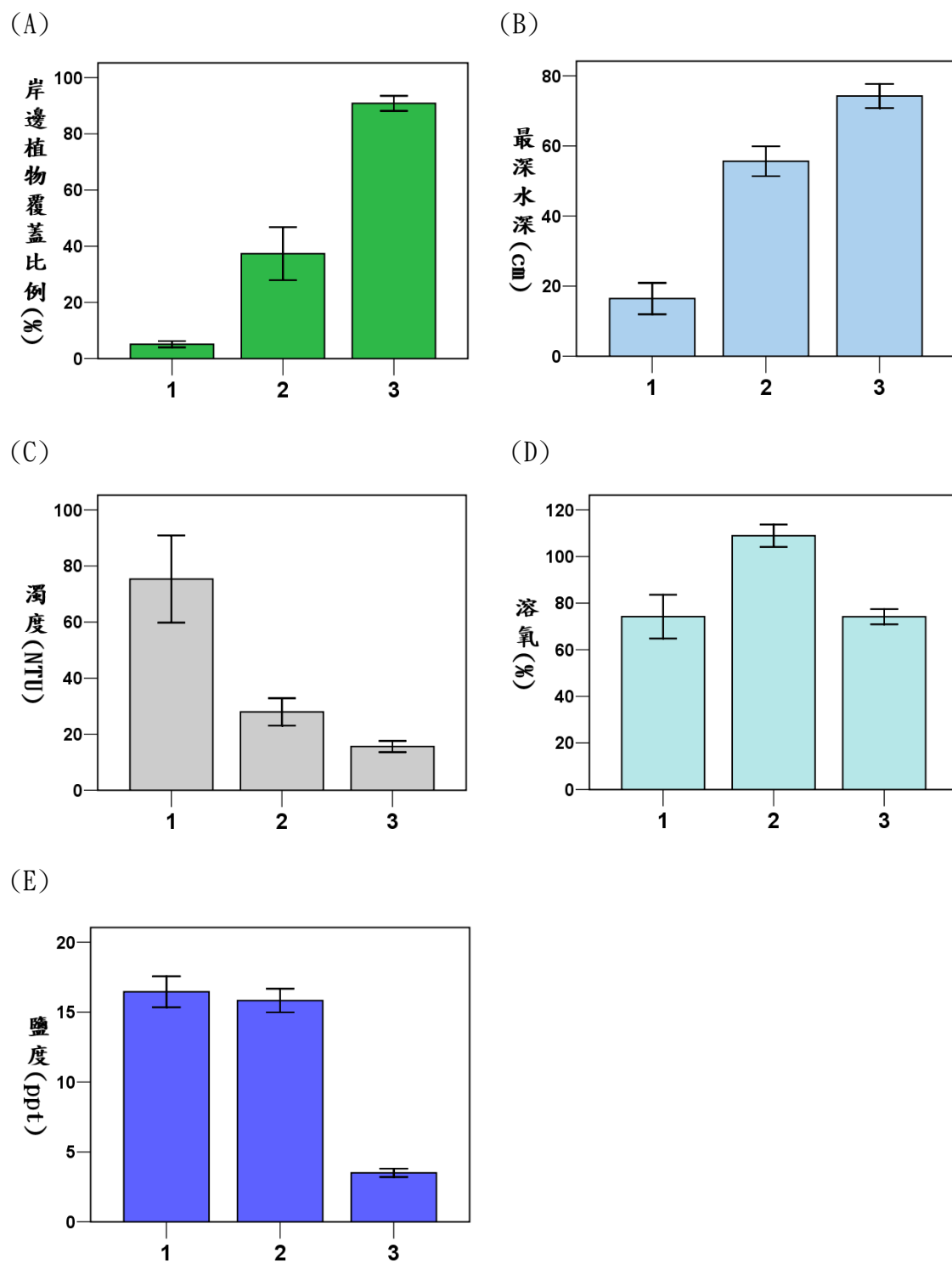


圖 4-6 、南大七股西校區三群濕地的比較。(A)岸邊植物覆蓋比例、(B)最深水深、(C)濁度、(D)溶氧百分比和(E)鹽度。

## 第四節 生物量估計

### 雜交慈鯛生物量

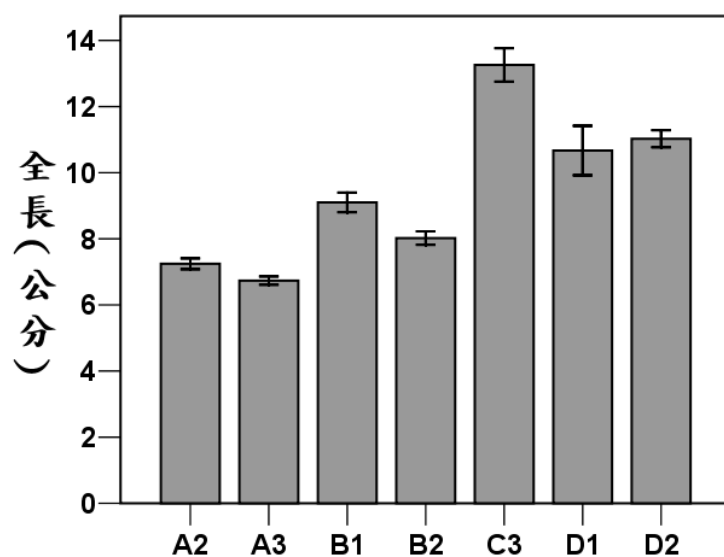
雜交慈鯛為養殖池中的優勢魚類，於10月份以剪背鰭法估算隻數和生物量。估算結果以C3隻數最多也最重（表4-2），A2隻數次之，D1第三。D2雖然魚隻最少，因為魚隻較大，所以總重較A3和B1高。A3雖然魚隻多，因為魚隻較小，所以總重較輕。C1和C2則無雜交慈鯛。

為瞭解各養殖池雜交慈鯛的大小差異，結果顯示標準體長、全長和體重均為顯著不同（ $F = 32.0, P < 0.001$ ； $F = 36.7, P < 0.001$ ； $F = 22.2, P < 0.001$ ）（圖4-7）；Duncan事後比較顯示，C3的雜交慈鯛體長和全長最長，D1和D2為第二組，B1為第三組，A2和B2為第四組，A2和A3的雜交慈鯛最小為第五組。在魚重方面，C3的雜交慈鯛也是最重，D1和D2為第二組，D1和B1為第三組，B1和其他魚塢為第四組。C3因為放入的雜交慈鯛較大隻，所以體型較大；有餵食的D組也體型較大；沒有餵食的雜交慈鯛體型較小。

表 4-2、各養殖池雜交慈鯛生物量估算。

魚池	剪鰭隻數	估算隻數	估算魚重 (Kg)
A2	596	26,864	162.97
A3	548	12,297	90.09
B1	165	9,461	128.28
B2	294	17,345	153.53
C3	313	30,300	1,416.02
D1	180	19,547	398.82
D2	300	5,327	140.80

(A)



(B)

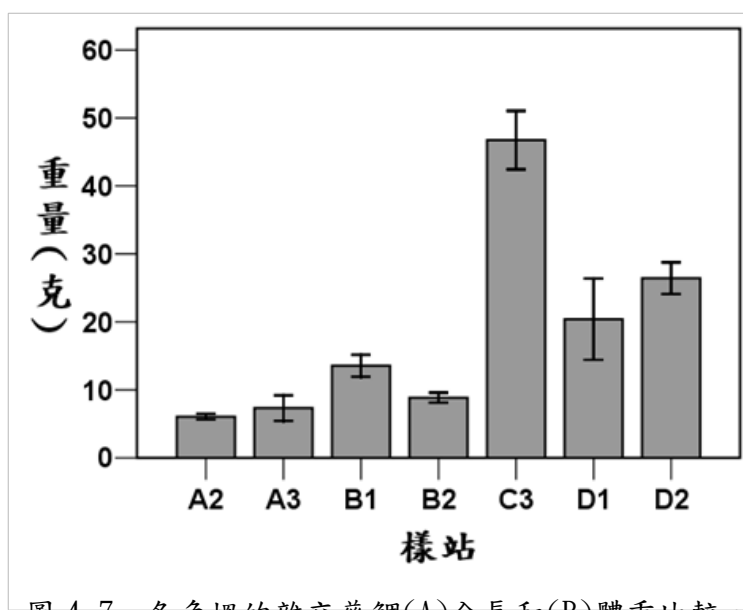


圖 4-7、各魚塢的雜交慈鯛(A)全長和(B)體重比較。

### 底棲魚蝦蟹

底棲魚蝦蟹以拖網法估計。捕捉到的底棲魚為蝦虎，魚密度以 C3 最高，A2 次之；除 D1 沒有捕捉到，每個魚塢都有蝦虎。蝦蟹以 C 組魚塢密度較高，其中 C2 最高，C2 曾經有大量東方白蝦死亡；其他魚塢只有 B2 有蝦蟹。

表 4-3、各魚塭底棲魚、蝦、蟹之密度。

魚塭	魚密度 (克/平方公尺)	蝦蟹密度 (克/平方公尺)
A2	1.3	0.0
A3	0.3	0.0
B1	0.9	0.0
B2	0.7	0.2
C1	0.5	0.3
C2	0.1	0.8
C3	6.8	0.6
D1	0.0	0.0
D2	0.1	0.0

## 第五節 虱目魚收成

### 虱目魚收成

放養的 4 寸虱目魚苗在放入魚池前取樣 42 隻，標準體長為  $11.2 \pm 0.2$  公分（平均  $\pm$  標準誤），全長為  $13.6 \pm 0.3$  公分，體重  $26.2 \pm 1.7$  克，肥滿度為  $1.01 \pm 0.02$ 。

今年虱目魚收成 6834 公斤（11390 斤），而去年虱目魚收成 2312.3 公斤（3853.8 斤）（表 4-4）。C1、C2 和 C3 池分別各收成 3114、2370 和 1350 公斤。換肉率以 C1 最佳，每餵食 2.63 公斤的飼料可以生長 1 公斤的虱目魚肉，C2 為 3.36 次之，而 C3 為 4.93 較差。C2 收穫量較少和魚隻較小的原因為 C2 的水質較差，C2 在養殖中後期常出現魚隻浮頭的現象。C3 至養殖後期才出現魚隻浮頭的現象。C1 則收成前兩天才發生魚隻浮頭的現象。C3 虱目魚隻數只有 C1 的 60%，投的飼料量約 C1 的 75%，未來可以減少 C3 飼料量。

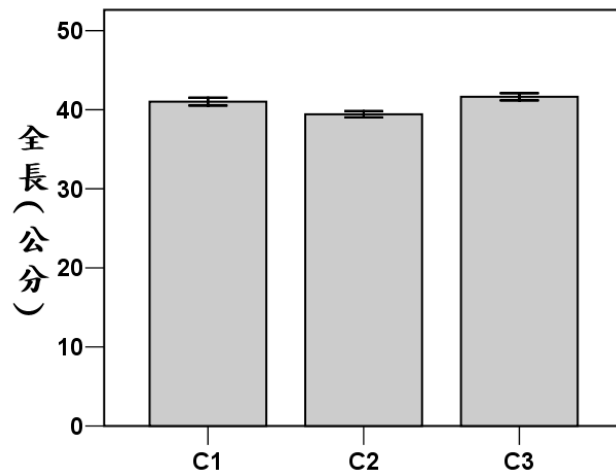
比較三池收成的虱目魚大小，魚全長有顯著差異（ $F = 6.30$ ， $P = 0.003$ ）

(圖 4-8)，Duncan 事後比較顯示 C1 和 C3 的虱目魚較長，分別  $41.6 \pm 0.5$  和  $41.0 \pm 0.5$  公分，C2 較短為  $39.4 \pm 0.4$  公分。魚隻重有顯著差異 ( $F = 8.68$ ， $P < 0.001$ )，Duncan 事後比較顯示 C3 的虱目魚較重為  $650.0 \pm 18.5$  克，C1 次之為  $587.4 \pm 25.5$  克，C2 較輕為  $519.8 \pm 21.7$  克。三池虱目魚的肥滿度沒有顯著差異 ( $F = 1.30$ ， $P = 0.277$ )。

表 4-4、今年 (102) 與去年 (101) 收成的虱目魚重、飼料量和換肉率。

虱目魚	今年收成 (Kg)	飼料(Kg)	換肉率	去年收成 (Kg)	飼料(Kg)	換肉率
C1	3114	7841.84	2.63	632	5485.83	9.54
C2	2370	7521.46	3.36	1679	5526.6	3.48
C3	1350	6286.42	4.93	1.3	3001.88	NA

(A)



(B)

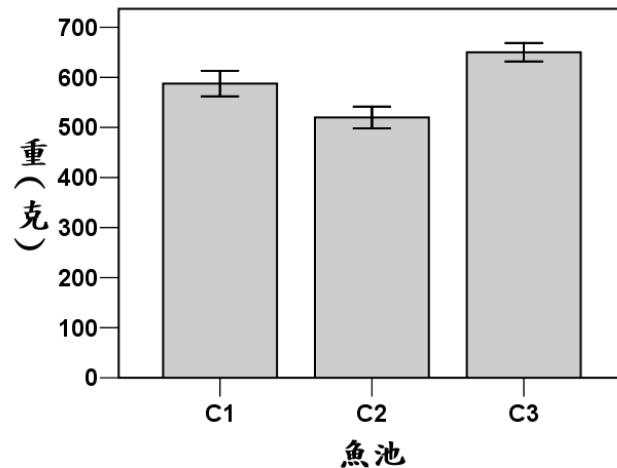


圖 4-8、魚塢的虱目魚(A)全長和(B)體重比較。

### 成本分析

比較每公斤收成的飼養成本(表 4-5),C3 每公斤收成的成本最高為 110 元, C2 的成本為 74 元, C1 的成本最低為 58 元。可能因為 C3 中有雜交慈鯛, 因此投飼料量的比例增加。C1 的水質較穩定, 到收成前才有浮頭的狀況, 死的魚隻較少, 因此成本最低。C2 的水質較差, 有數次的浮頭和東方白蝦死亡的狀況。

表 4-5、虱目魚塢養殖成本分析。

項目	C1	C2	C3
飼料(元)	136,997	131,400	109,824
魚苗(元)	22,500	22,500	13,500
油(元)	12,000	12,000	6,000
收魚工資(元)	5,600	5,600	2,800
總成本(元)	181,097	175,500	134,124
收成(公斤)	3,114	2,370	1,221
單位成本(元/公斤)	58	74	110



## 第六節 校區鳥類調查結果

### 校區鳥類調查結果

1月及2月(2013年)虱目魚池已收完魚，並降低水位提供水鳥覓食，因而黑面琵鷺出現在優勢種(表4-6)。3月第二次調查後，原來較為優勢的蒼鷺開始換成夜鷺，蒼鷺在3月第一次調查已準備北返，夜鷺持續在校區中為優勢種。到9月，大白鷺、蒼鷺又南遷至校區。10月第一次調查，調查到雁鴨開始遷入校區；11月第一次調查，赤頸鴨為最優勢種，數量最大，覓食、棲息於南潮池區的非感潮深水池(水深30公分以上)。

鳥種數在2月份最高，主因水位降低，使鷓鴣、鴿科、鷺科與鸚鵡科鳥類可以共同在濕地和魚塭中覓食；次高為秋冬季9月到11月，主要候鳥在那段時間遷移來臺南，最低則在春末至夏季，也就是冬候鳥北返後與南遷之前。鳥類隻數最多在初春(2月第二次調查709隻、3月第一次調查623隻)跟秋末(10月第一次調查597隻、11月第一次調查599隻)。今年候鳥期在校區調查到的鳥類隻數低於前兩年候鳥期的鳥類隻數。

Shannon-Weaver 多樣性指數最高則是在初春(2月第一次調查多樣性指數2.7、2月第二次調查多樣性指數2.6)跟初冬(11月第二次調查多樣性指數2.7、12月第一次調查多樣性指數2.6)。

校區鳥類調查記錄到28科67種，出現的保育類鳥種包括八哥、紅尾伯勞、環頸雉、燕鴿、黑翅鳶和黑面琵鷺共6種。

表 4-6、2013 年鳥類統計表。

日期	鳥種數	隻數	Shannon-Weaver 多樣性指數	優勢種 (隻數)
1 月 12 日	22	521	2.30	夜鷺(117)、黑面琵鷺(99)、蒼鷺(87)、紅胸濱鷸(55)
1 月 26 日	25	334	2.23	蒼鷺(114)、黑面琵鷺(68)、紅胸濱鷸(35)
2 月 9 日	31	431	2.74	蒼鷺(120)、赤頸鴨(37)
2 月 24 日	33	706	2.63	蒼鷺(190)、黑面琵鷺(85)、黑腹濱鷸(79)
3 月 9 日	26	623	2.33	蒼鷺(161)、夜鷺(149)、大白鷺(62)、黑腹濱鷸(60)
3 月 23 日	25	298	2.56	夜鷺(83)、赤頸鴨(36)、赤腰燕(28)
4 月 13 日	26	256	2.62	夜鷺(70)、高蹺鵠(32)、綠繡眼(25)
4 月 27 日	23	208	2.57	游鵠(39)、高蹺鵠(38)夜鷺(30)
5 月 11 日	19	151	2.54	高蹺鵠(43)、東方環頸鵠(14)
5 月 26 日	23	259	2.31	夜鷺(75)、洋燕(54)、高蹺鵠(30)
6 月 8 日	22	224	2.19	夜鷺(104)、褐頭鷓鴣(17)
6 月 22 日	23	149	2.70	夜鷺(29)、小白鷺(20)、白頭翁(13)、褐頭鷓鴣(13)
7 月 15 日	22	245	2.57	夜鷺(68)、燕鵠(36)
7 月 27 日	26	358	2.35	高蹺鵠(107)、夜鷺(57)、青足鵠(48)、小白鷺(39)
8 月 10 日	23	300	2.44	小白鷺(74)高蹺鵠(64)夜鷺(37)
8 月 24 日	21	151	2.54	青足鵠(43)、夜鷺(18)
9 月 16 日	28	317	2.40	大白鷺(84)、蒼鷺(78)、青足鵠(31)
9 月 29 日	29	422	2.30	蒼鷺(138)、大白鷺(103)

表 4-6、續。

日期	鳥種數	隻數	Shannon-Weaver 多樣性指數	優勢種 (隻數)
10 月 12 日	24	399	2.33	蒼鷺(142)、大白鷺(56)、赤頸鴨(38)
10 月 26 日	28	597	2.03	赤頸鴨(300)、蒼鷺(75)
11 月 9 日	30	599	2.06	赤頸鴨(300)、小白鷺(58)
11 月 23 日	31	57	2.70	赤頸鴨(91)、蒼鷺(38)、綠繡眼(38)
12 月 15 日	29	156	2.59	赤頸鴨(71)、琵嘴鴨(70)、綠繡眼(47)
12 月 29 日	26	78	2.35	蒼鷺(95)、黑面琵鷺(88)、琵嘴鴨(43)

### 鳥類群聚結構

分析自前年 7 月 (2010 年) 到今年 12 月 (2013 年) 共兩年 6 個月的調查結果，將鳥類群聚的相對豐量進行群集分析結果顯示鳥類群聚可以區分為二群(圖 4-9)，群一為 4 月底至 9 月的群聚，群二為 10 月至隔年 4 月中的群聚。但是 2013/4/13 屬於群一；2011 年 9 月底和 2013 年 9 月中的群聚歸屬於群一。降趨典型分析結果也可以將歷次調查分為二群，與群集分析的結果相似 (圖 4-9)。各群的優勢種(>5%)敘述如下，群一優勢種是夜鷺(20.8%)、高蹺 鴉(0.8%)、小白鷺(10.2%)和褐頭鷓鴣(5.6%)；群二優勢種是赤頸鴨(17.0%)、蒼鷺(16.6%)、黑面琵鷺(6.9%)、夜鷺(6.9%)和大白鷺(5.8%)。因此，群一為以留鳥為優勢的群聚，群二為以冬候鳥為優勢的群聚。

獨立樣本 t 檢定顯示鳥種數和鳥隻數在冬候鳥期高於留鳥期 ( $t = -4.27, P < 0.001$ ;  $t = -5.72, P < 0.001$ ) (圖 4-10)，冬候鳥期的平均鳥種數為 27 高於留鳥期的 22，冬候鳥期的平均鳥隻數為 597 隻高於留鳥期的 256 隻。在七股西校區的鳥種數和鳥隻數在 11 月和 3 月前後各有一個高峰 (圖 4-11)，10 至 4 月初的鳥種數大多在 25 種以上，4 月底至 9 月份鳥種數大多在 25 種以下。調查到的鳥

## 對黑面琵鷺友善之濕地營造

類隻數是從9月初前後開始增加，10和11月份達到高峰，於2011年11月第1次調查達到1785隻，主要是雁鴨科的赤頸鴨數量1229隻（圖4-11）。2012年11和12月份鳥類隻數減少是因為校區的流浪狗追逐鳥類，加上南大七股東校區進行景觀工程，所以11月第2次調查到的隻數只有311隻，較10月第2次調查到的1191隻大幅下降。2013年10和11月調查到的隻數再度下降至不到6百隻，比較例年高峰期數量一千隻下降約40%；歸納原因為61號公路在施工，時有巨大噪音和震動；在校區做生態調查的學生干擾鳥類棲息；而校區與南潮溝流通的開口遭到封閉，所以南邊感潮的濕地逐漸乾涸，水鳥數量因此減少。

Shannon-Weaver 多樣性指數反應物種數和均度，所以趨勢與鳥種數和鳥類隻數不同，Shannon-Weaver 指數大致在2和3之間（圖4-11），冬候鳥期與留鳥期沒有差異（ $t=0.87$ ， $P=0.39$ ；圖4-10）。2012年6月第2次調查為2.82，因為均度較高；在2011年11月第1次調查的指數低於2，因為赤頸鴨為高度優勢鳥種。

以各別鳥科的數量分析，雁鴨科的數量顯示10月至隔年4月為數量較高的時間（圖4-12），但是2012年的數量低於2011年的數量，可能是上述提到的施工和水量減少因素造成；2011年11月第1次調查的雁鴨科數量是最高時候，佔了大約70%；6、7、8月份則沒有雁鴨的蹤跡。鷺科鳥類全年都出現，但在候鳥季數量會因遷入而增加，鷺科數量在這兩年9月開始增加，數量最高點是10、11月；而2012年的數量高於2011年的數量，可能是因為2012年的雨量較高（圖4-12）。鵝科鳥類幾乎全年都可以觀察到，在冬候鳥期數量較高，但是有高低大幅差異，在11、12月為最高峰，6至7月為數量最低（圖4-12）。鴿科鳥類也幾乎全年都可以觀察到，但是數量變動大，8至10月的數量較多，以6至7月為數量最低（圖4-12）。今年下半年的鵝科和鴿科數量比過去少。由燕鴿的數量能明顯看出其為夏候鳥（圖4-13），且今年調查到的數量比去年和前年多，有逐年增加的趨勢。黑面琵鷺在10月開始出現，2012年持續至4月中，2013年持續至3月初（圖4-13），而在其他地方有出現的記錄，可能顯示食物不足。今年候鳥期

的黑面琵鷺數量也比過去少。尖尾鴨在 2011/2012 年的冬候鳥期出現，但是在 2012/2013 年的冬候鳥期完全沒有記錄，原因不明，需要持續關注。環頸雉只有在 2012 年調查到，今年沒有出現，需要持續關注。

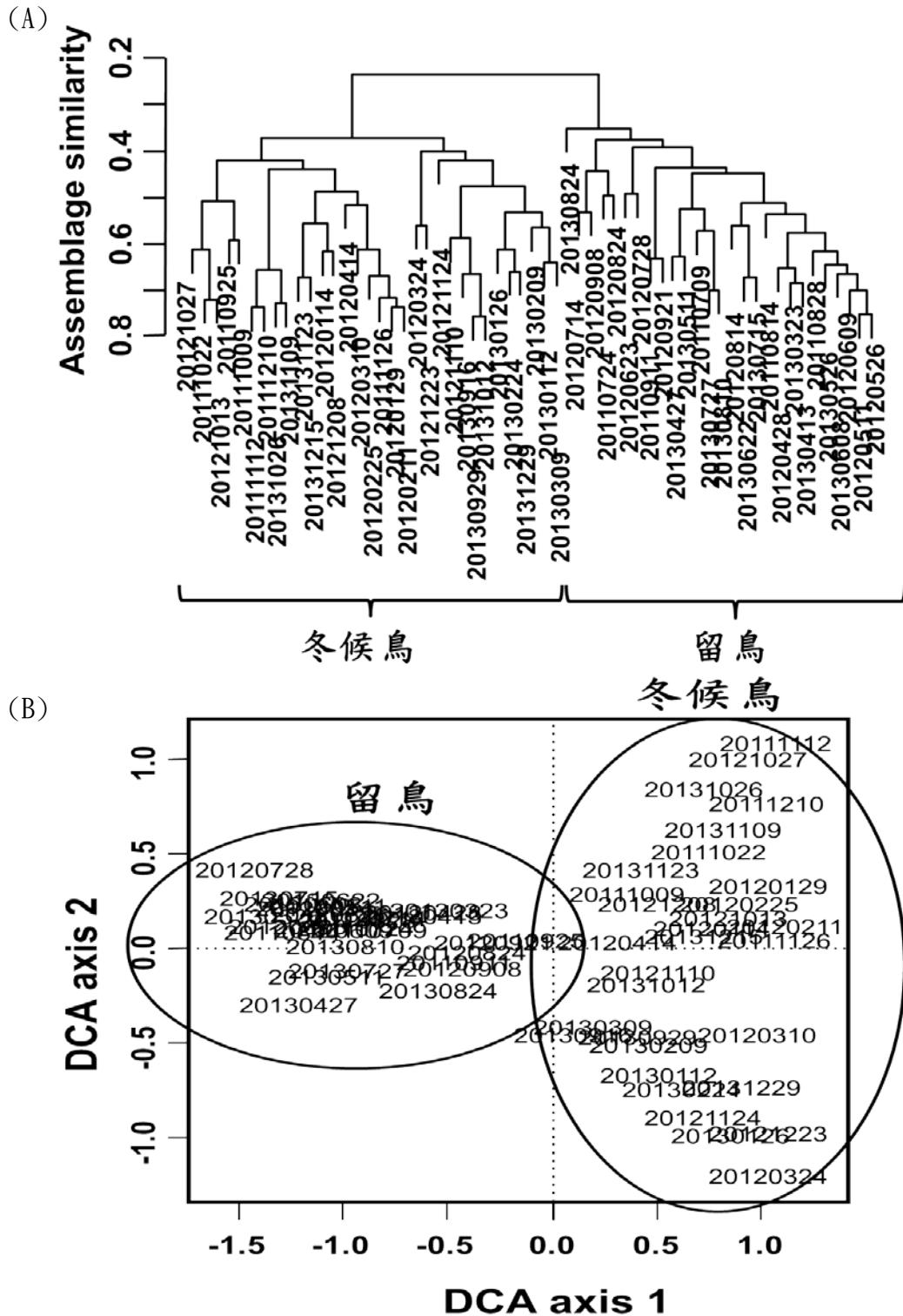


圖 4-9、歷次調查鳥類群聚之 (A)群集分析之樹狀圖和分群及(B)降趨典型分析之散佈圖，數字代表調查時間的鳥類群聚。

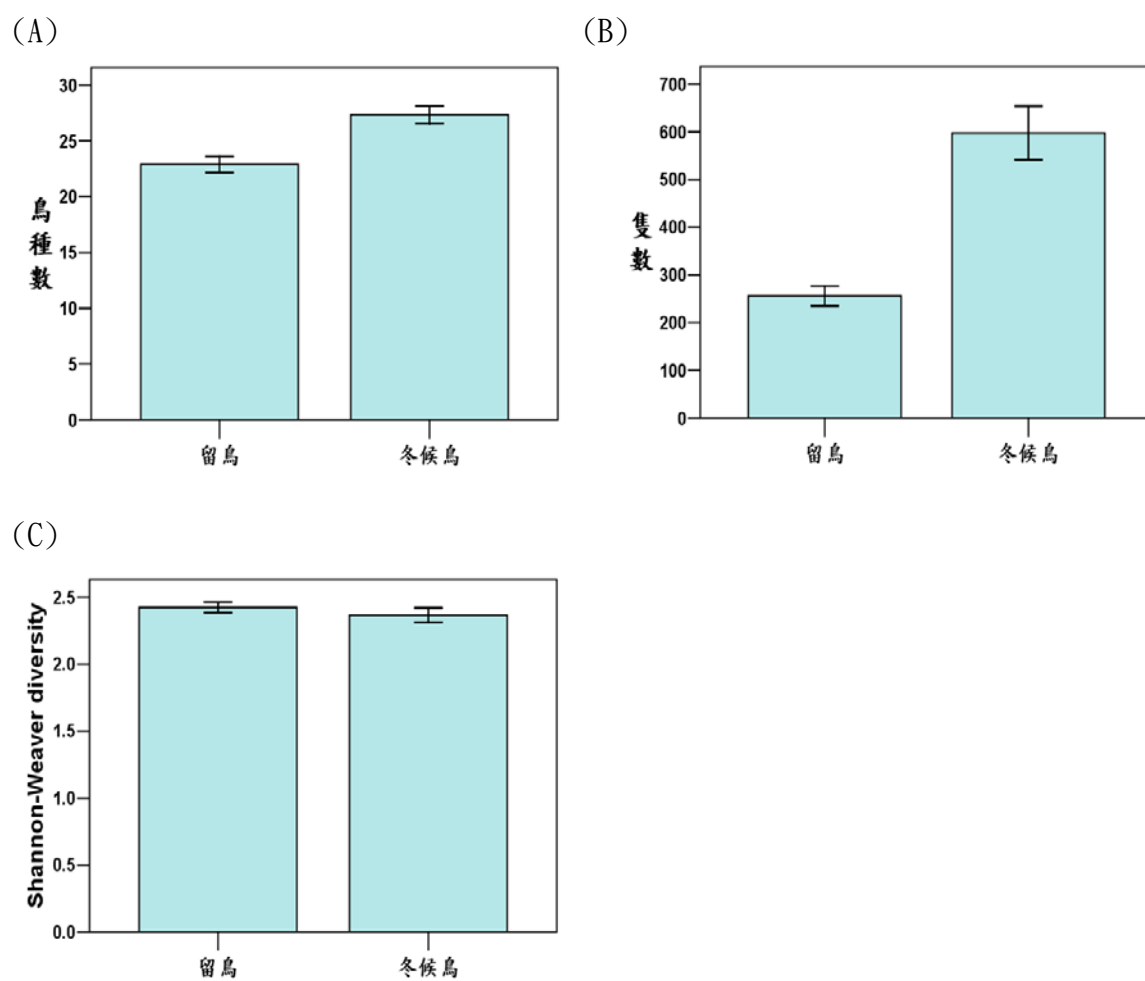
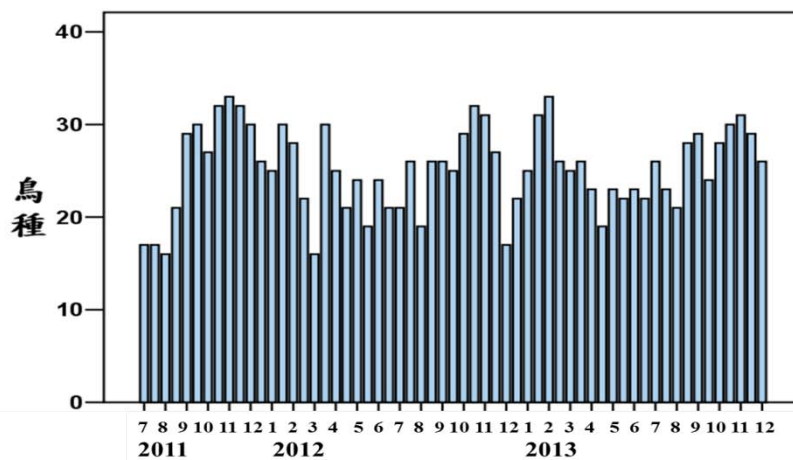
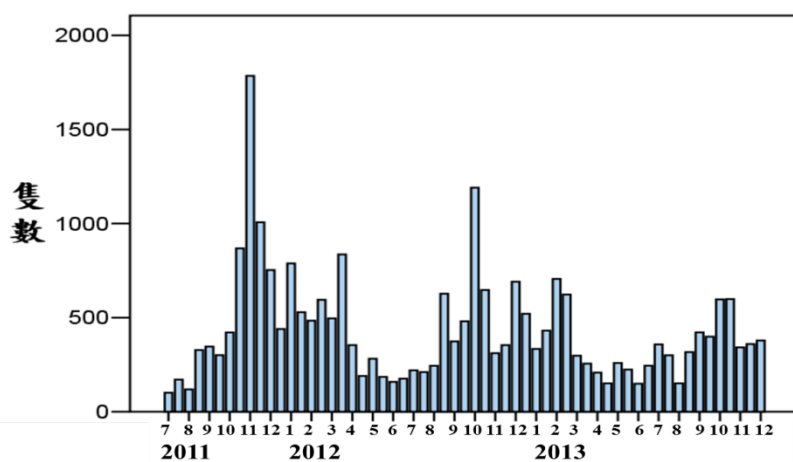


圖 4-10、南大七股西校區在留鳥和冬候鳥季之(A)鳥種數、(B)鳥隻數和 (C)Shannon-Weaver 多樣性指數之比較。

(A)



(B)



(C)

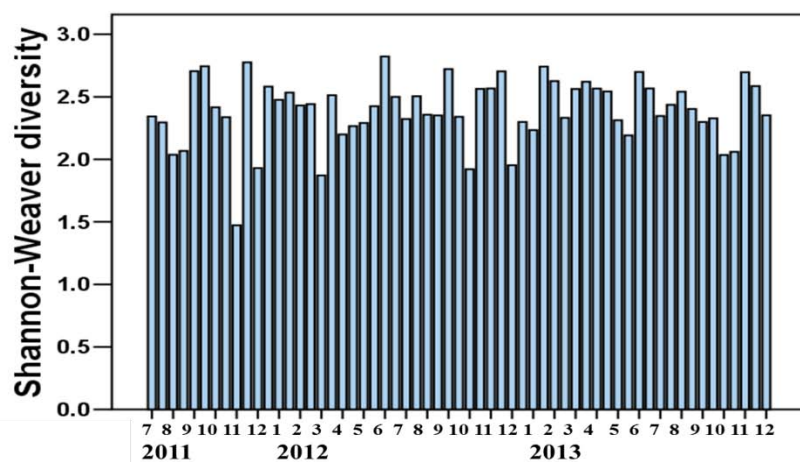
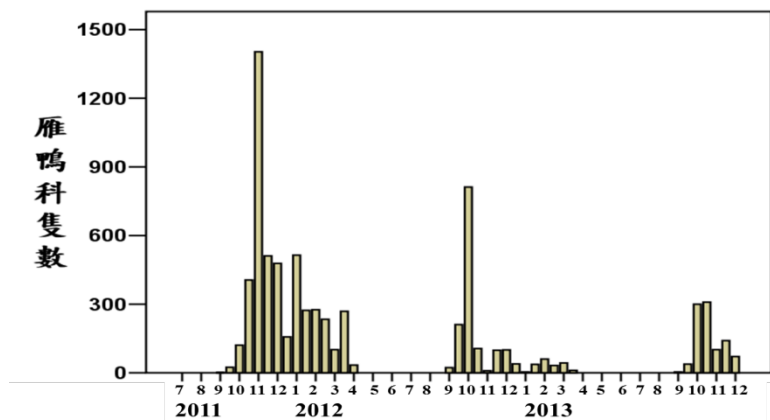
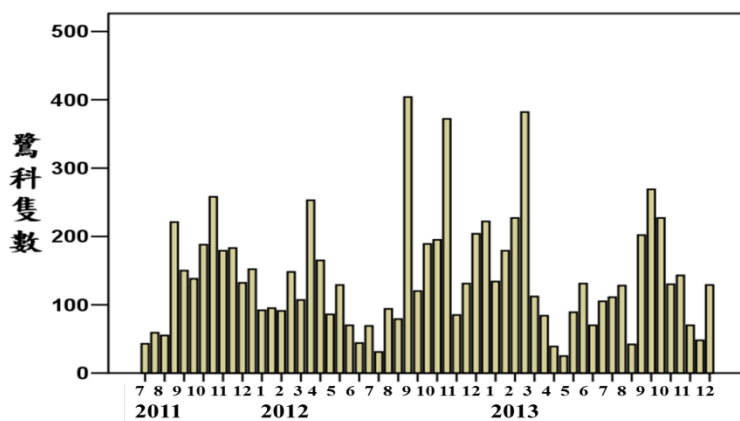


圖 4-11、南大七股西校區(A)鳥種數、(B)鳥隻數和(C) Shannon-Weaver 多樣性指數隨時間之變化。

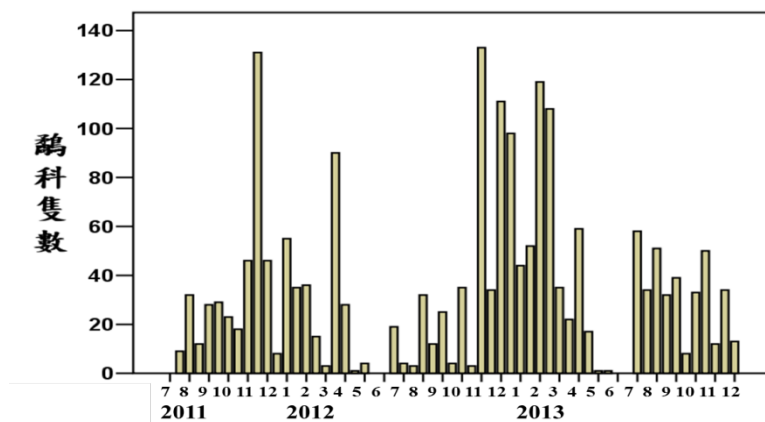
(A)



(B)



(C)



(D)

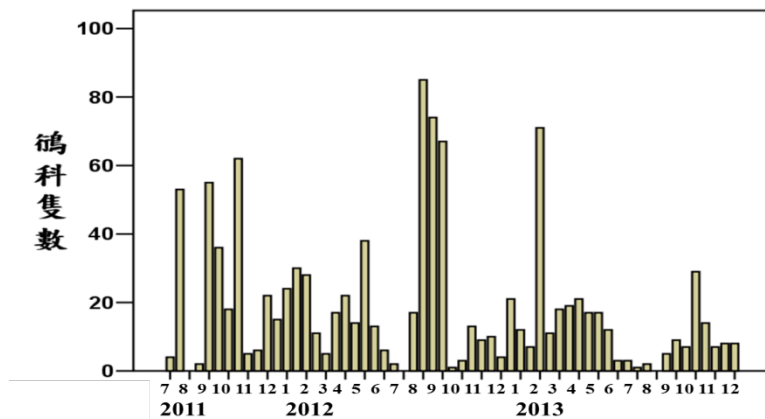


圖 4-12、南大七股西校區之(A)雁鴨科隻數、(B)鷺科隻數、(C) 鸚科隻數、(D)

鴿科隻數隨時間之變化。



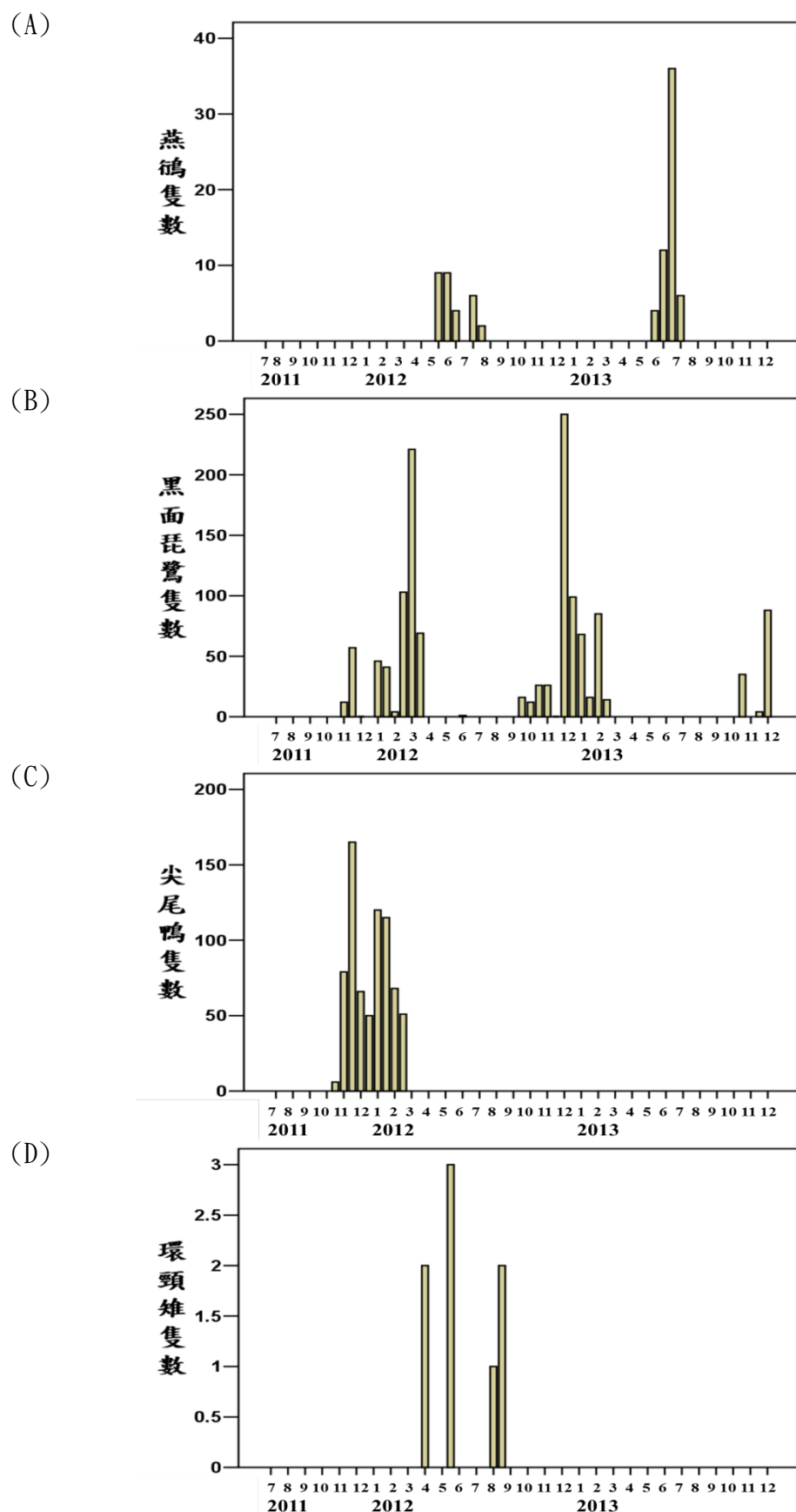


圖 4-13、南大七股西校區之(A)燕鴿隻數、(B)黑面琵鷺隻數、(C) 尖尾鴨、(D)

環頸雉隻數隨時間之變化。

## 校區分區調查結果

從 2012 年 4 月份開始，我們將南大七股西校區分為北蘆葦區、南區、乾草地區和魚塭區 4 個區域，在鳥類調查時分區記錄。依據留鳥期和冬候鳥期分別分析調查結果，在留鳥期，4 個區域的鳥種數顯著不同 ( $F = 24.3, P < 0.001$ )，Duncan 事後比較顯示魚塭區和北蘆葦區的鳥種數高於南區和乾草地區 (圖 4-14)。4 個區域的鳥隻密度顯著不同，( $F = 11.6, P < 0.001$ )，Duncan 事後比較顯示魚塭區和北蘆葦區的鳥隻密度高於南區和乾草地區。Shannon-Weaver 多樣性指數也顯著不同 ( $F = 23.7, P < 0.001$ )，Duncan 事後比較顯示魚塭區和北蘆葦區的 Shannon-Weaver 多樣性指數高於南區和乾草地區。魚塭區的面積較小，但鳥種較多，是因為此區有較多的喬木，包括海茄苳、銀合歡和黃槿等，吸引不同類型的鳥類，而其他區沒有這樣的棲地；鳥隻密度高可能是因為棲地多樣性高和魚塭養殖吸引鳥隻。魚塭區在留鳥期的優勢鳥類包括高蹺鴿、小白鷺、夜鷺、小鷺鶯、洋燕和褐頭鷓鴣。北蘆葦區的優勢鳥類包括夜鷺、褐頭鷓鴣、紅冠水雞、東方環頸鴿、白頭翁、洋燕和小鷺鶯。乾草地區的優勢鳥類包括夜鷺、小白鷺、中白鷺和小白鷺，偶有發現大卷尾、喜鵲、綠繡眼等鳥類棲息。而南區則以高蹺鴿、燕鴿、東方環頸鴿、小白鷺和金斑鴿為優勢。

在冬候鳥期，4 個區域的鳥種數顯著不同 ( $F = 37.6, P < 0.001$ ) (圖 4-15)，Duncan 事後比較顯示魚塭區鳥種數最高，北蘆葦區次之，乾草地區和南區鳥種數最少。4 個區域的鳥隻密度也顯著不同 ( $F = 7.9, P = 0.001$ )，Duncan 事後比較顯示魚塭區、南區和北蘆葦區為鳥密度較高的一群，乾草地區和北蘆葦區為鳥密度較低的一群。4 個區域的 Shannon-Weaver 多樣性指數也不同 ( $F = 27.3, P < 0.001$ )，Duncan 事後比較顯示魚塭區和北蘆葦區的 Shannon-Weaver 多樣性指數大於乾草地區和南區。南區在冬候鳥期的密度增加，但是鳥種數沒有明顯增加，因為此區有許多感潮池，常有許多鷺科在土堤上棲息，黑面琵鷺也會和鷺科一起棲息，加上潮溝邊有感潮濕地，吸引鳥類利用。南區的優勢鳥種包括蒼鷺、赤頸

鴨、黑面琵鷺、小水鴨和大白鷺，明顯與乾季有差別。魚塭區則因放低水位，大量鷺科、鶉科、鴿科、鷓鴣科、鸚鵡科等鳥類前來覓食，優勢種包括紅胸濱鶉、高蹺鴿、蒼鷺、大白鷺和青足鶉。北蘆葦區優勢種包括赤頸鴨、紅冠水雞、夜鷺、小白鷺和褐頭鷓鴣。而乾草地區則以夜鷺、蒼鷺、綠繡眼、褐頭鷓鴣和紅鳩為優勢的鳥類。

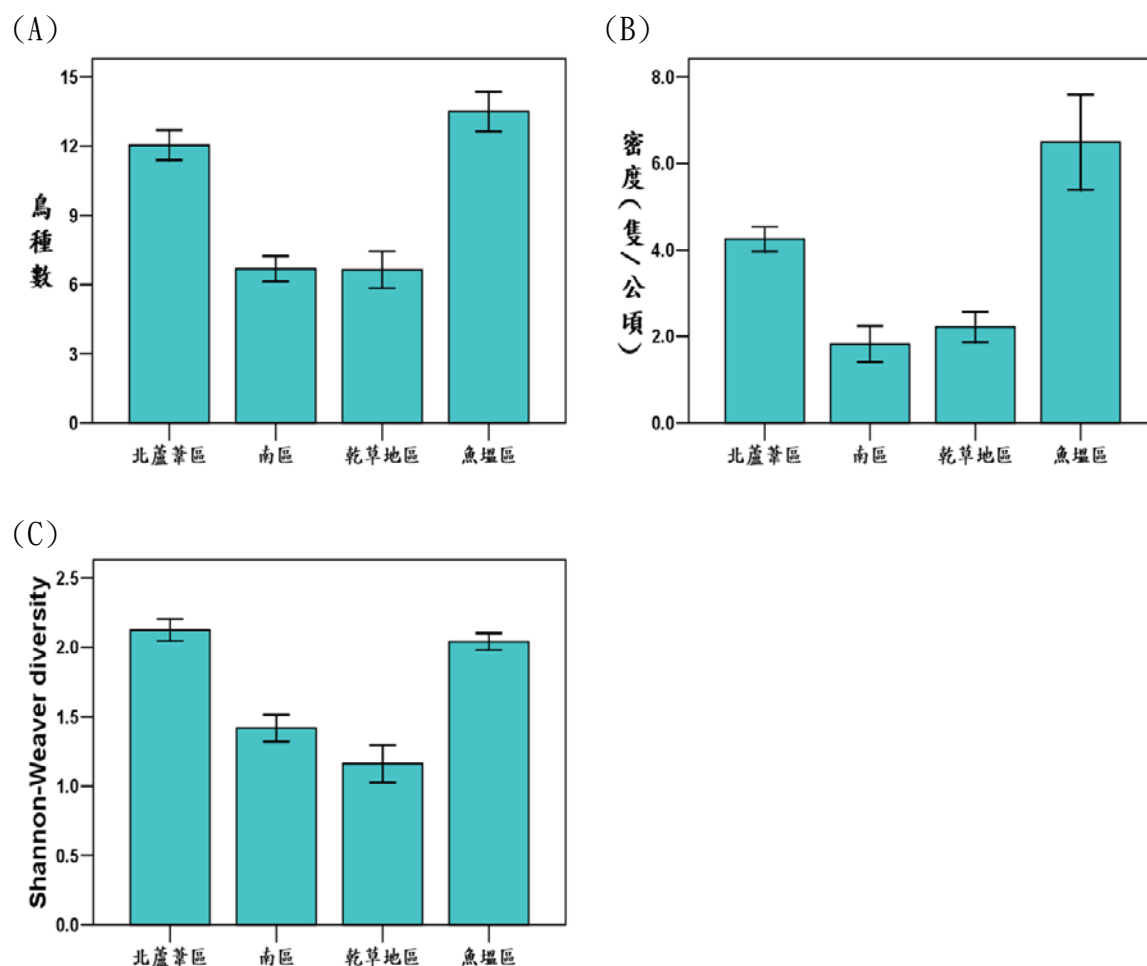


圖 4-14、南大七股西校區之四個區域在留鳥期之(A)鳥種數、(B)密度、(C)

Shannon-Weaver 多樣性指數之比較 (平均數 ± 標準誤)。

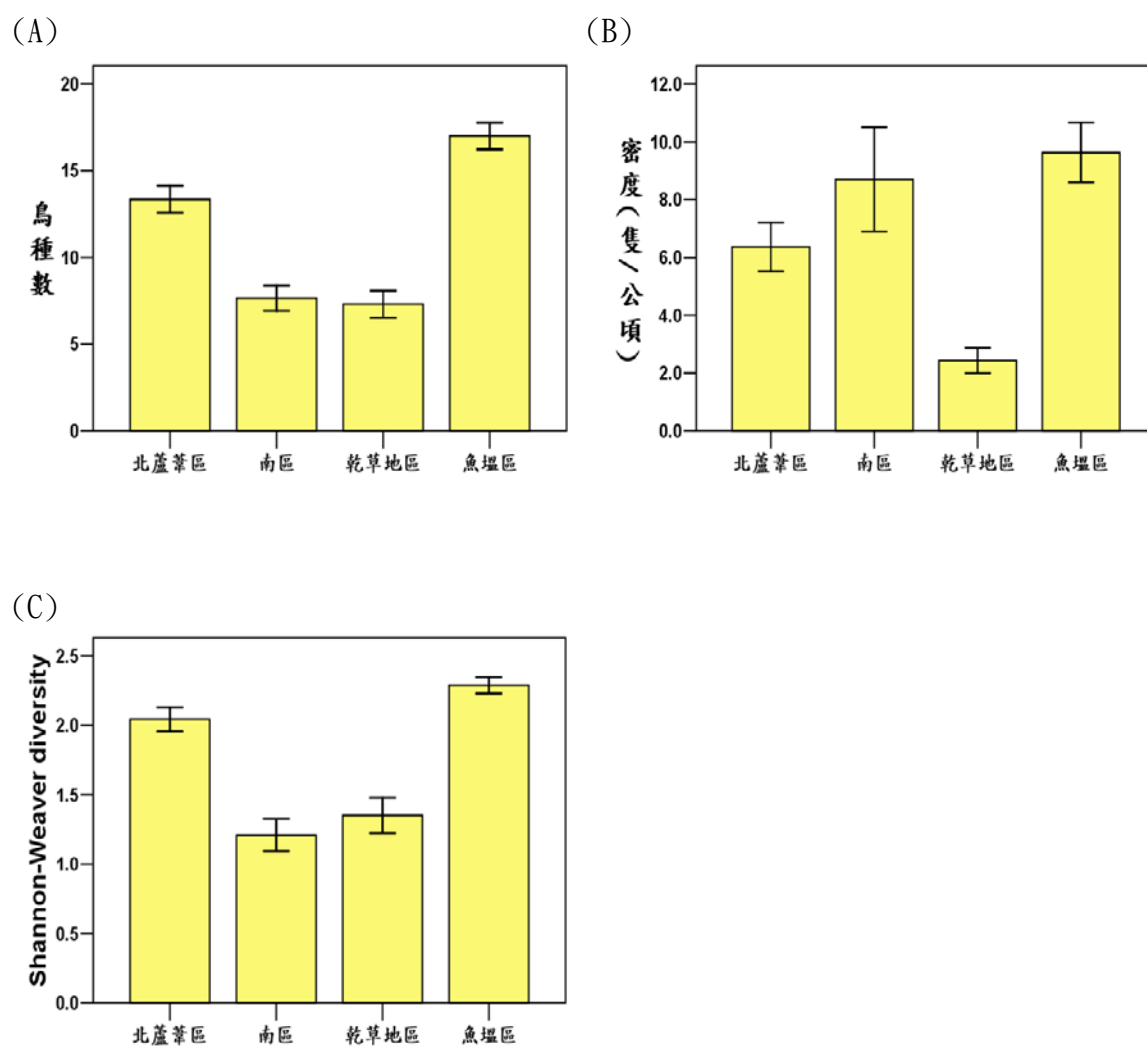


圖 4-15、南大七股西校區之四個區域在冬候鳥期之(A)鳥種數、(B)密度、(C) Shannon-Weaver 多樣性指數之比較 (平均數 ± 標準誤)。

## 第七節 魚塭鳥類調查結果

### 2012/2013 魚塭降低水位實驗

魚塭降低水位的實驗安排如下。四組魚塭中，各選一個魚塭先降低水位至 15-20 公分，另外一個維持較高的水位約 50 公分。第一批降低水位的魚塭為 A1、B2、C2、D1；在三週後，第二批降低水位的魚塭為 A2、B1、C1、C3、D2。放水前是指在放水工作之前的鳥調資料，放水後是指水位降至 15 公分時的鳥調資料。

各魚塭放水的速度不同，因為各魚塭大小不同，調查的前期有些魚塭水位仍在 15 公分以上，沒有明顯大量的鳥類利用，尤其 C2 放水的速度最慢，A1、B2 和 D1 水位下降較快，但是因魚塭為底部為淺碟形，中央的積水較深。從 11 月 12 日開始，利用魚塭的鳥類有明顯的增加；但是 C2 鳥類最大量是在 11 月 26 日，有 580 隻鳥類在 C2 覓食。此外，11 月 17 日降雨 80.5 公厘，增加水位高度，11 月底仍有小量降雨，影響魚塭水位。

比較 A 組降低水位前後鳥類的密度，有降低水位與沒有降低水位的池在密度上有顯著差異 ( $F = 8.6, P < 0.001$ ; 圖 4-16A)，Duncan 事後比較顯示，降低水位後的 A1 的鳥類密度最高，A2 的密度雖然較高，但是與放水前的鳥類密度 (A1b0 和 A2b0) 與 A1 放水時 A2 的鳥類密度 (A2b1) 沒有差異。可能是因為 A2 水的濁度高且魚量低，不易吸引鳥類，直到後期才有少數的高蹺 鴿利用。

比較 B 組降低水位前後鳥類的密度，有降低水位與沒有降低水位的池在密度上有顯著差異 ( $F = 3.2, P = 0.04$ ; 圖 4-16B)，Duncan 事後比較顯示，降低水位後的 B1 和 B2 的鳥類密度最高，放水前的鳥類密度 (B1b0 和 B2b0) 與 B2 放水時 B1 的鳥類密度 (B1b1) 有差異。

比較 C 組降低水位前後鳥類的密度，有降低水位與沒有降低水位的池在密度

## 對黑面琵鷺友善之濕地營造

上有顯著差異 ( $F = 11.6$ ,  $P < 0.001$ ; 圖 4-16C), Duncan 事後比較顯示, 放水後的 C3 密度最高, 其他相同; 若是去除 C3, 仍有顯著差異 ( $F = 3.3$ ,  $P = 0.03$ ), Duncan 事後比較顯示降低水位後的 C1 和 C2 的鳥類密度較高, 與放水前的鳥類密度 (C1b0 和 C2b0) 與 C2 放水時 C1 的鳥類密度 (C1b1) 有差異。

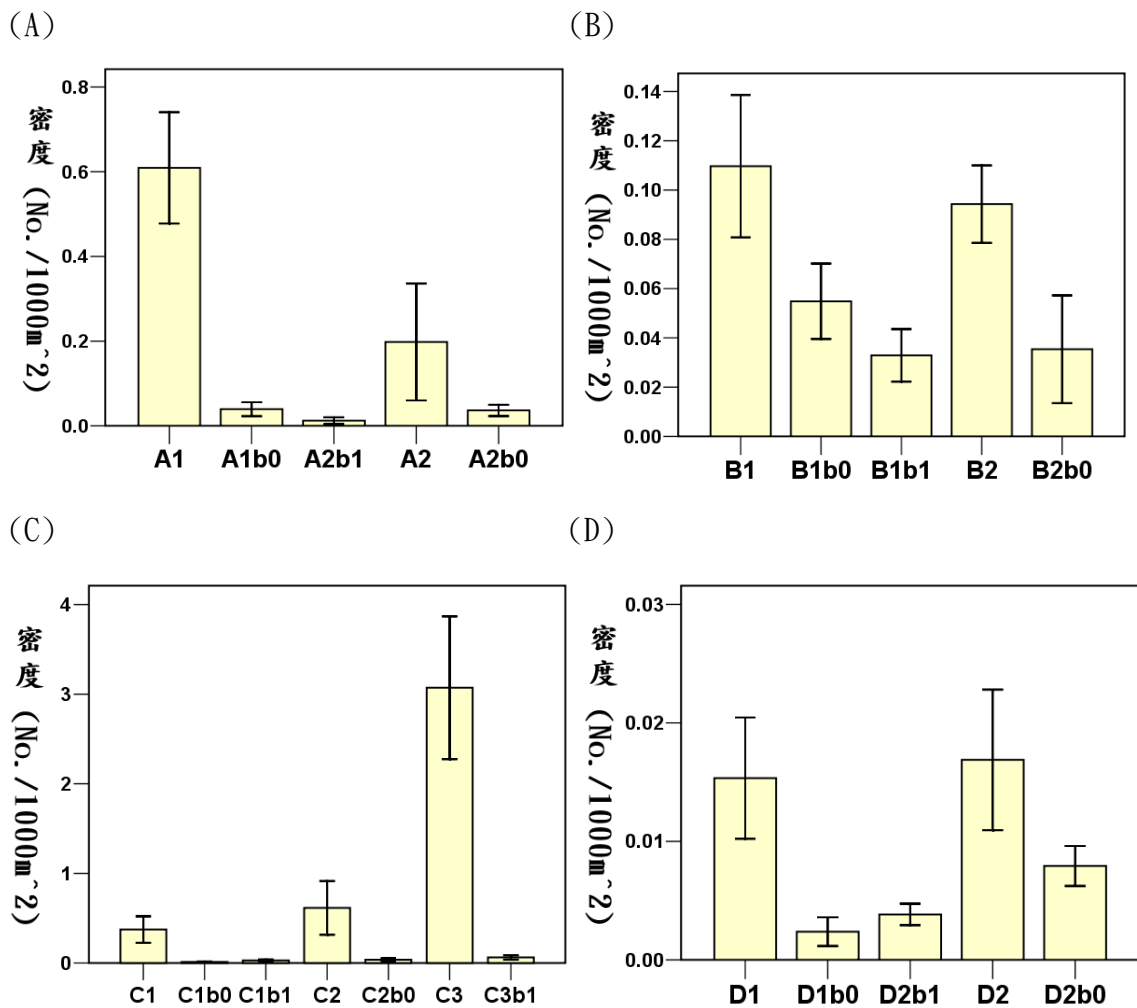


圖 4-16、魚塭放水前後密度比較, (A)A 組、(B)B 組、(C)C 組和(D)D 組有放水的魚塭鳥類密度高於沒有放水的鳥類密度。例如: A1 和 A2 為放水時的鳥類密度, A1b0 和 A2b0 為放水前的鳥類密度, A2b1 為 A1 放水時 A2 的鳥類密度。

比較 D 組降低水位前後鳥類的密度, 有降低水位與沒有降低水位的池在密度

上有顯著差異 ( $F = 3.3$ ,  $P = 0.03$ ; 圖 4-16D), Duncan 事後比較顯示, 降低水位後的 D1、D2 和放水前 D2 的鳥類密度 (D2b0) 為較高的 1 組, 放水前的鳥類密度 (D1b0 和 D2b0) 與 D1 放水時 D2 的鳥類密度 (D2b1) 較低的 1 組。D2 離貨櫃活動區較遠、鄰近樹林且土堤高, 因此較隱密, 常有水鳥在此躲藏, 所以有較高的鳥類密度。

比較 A 組降低水位前後鳥種數, 有降低水位與沒有降低水位的池在鳥種數上有顯著差異 ( $F = 6.2$ ,  $P = 0.002$ ; 圖 4-17A), Duncan 事後比較顯示, 降低水位後的 A1 的鳥種數最高, A2 的鳥種數雖然較高, 但是與放水前的鳥種數 (A1b0 和 A2b0) 與 A1 放水時 A2 的鳥種數 (A2b1) 沒有差異。可能是因為 A2 水的濁度高且魚量低, 不易吸引鳥類利用。

比較 B 組降低水位前後鳥種數, 有降低水位與沒有降低水位的池在鳥種數上有顯著差異 ( $F = 5.1$ ,  $P = 0.005$ ; 圖 4-17B), Duncan 事後比較顯示, 降低水位後的 B1、B2 和 B2 放水時 B1 (B1b1) 的鳥種數較高, B1 放水前的鳥種數 (B1b0) 與 B2 放水時 B1 (B1b1) 的鳥種數分為 1 組, 放水前的鳥種數 (B1b0 和 B2b0) 為較低的 1 組。

比較 C 組降低水位前後鳥種數, 有降低水位與沒有降低水位的池在鳥種數上有顯著差異 ( $F = 10.5$ ,  $P < 0.001$ ; 圖 4-17C), Duncan 事後比較顯示, 降低水位後的 C3 和 C2 的鳥種數較高, 降低 C1 水位後、C2 放水前的鳥種數 (C2b0) 和 C2 放水時 C1 和 C3 (C1b1 和 C3b1) 的鳥種數分為 1 組, C2 放水時的 C1 和 C3 (C1b1 和 C3b1) 與放水前的鳥種數 (C1b0 和 C2b0) 為較低的 1 組。

比較 D 組降低水位前後鳥種數, 有降低水位與沒有降低水位的池在鳥種數上有顯著差異 ( $F = 3.0$ ,  $P = 0.04$ ; 圖 4-17D), Duncan 事後比較顯示, 降低水位後的 D1、D2 和 D2 放水前的鳥種數 (D2b0) 的鳥種數較高, 降低水位後的 D1、D1 放水時 D2 (D2b1) 與放水前的鳥種數 (D1b0 和 D2b0) 為較低的 1 組。

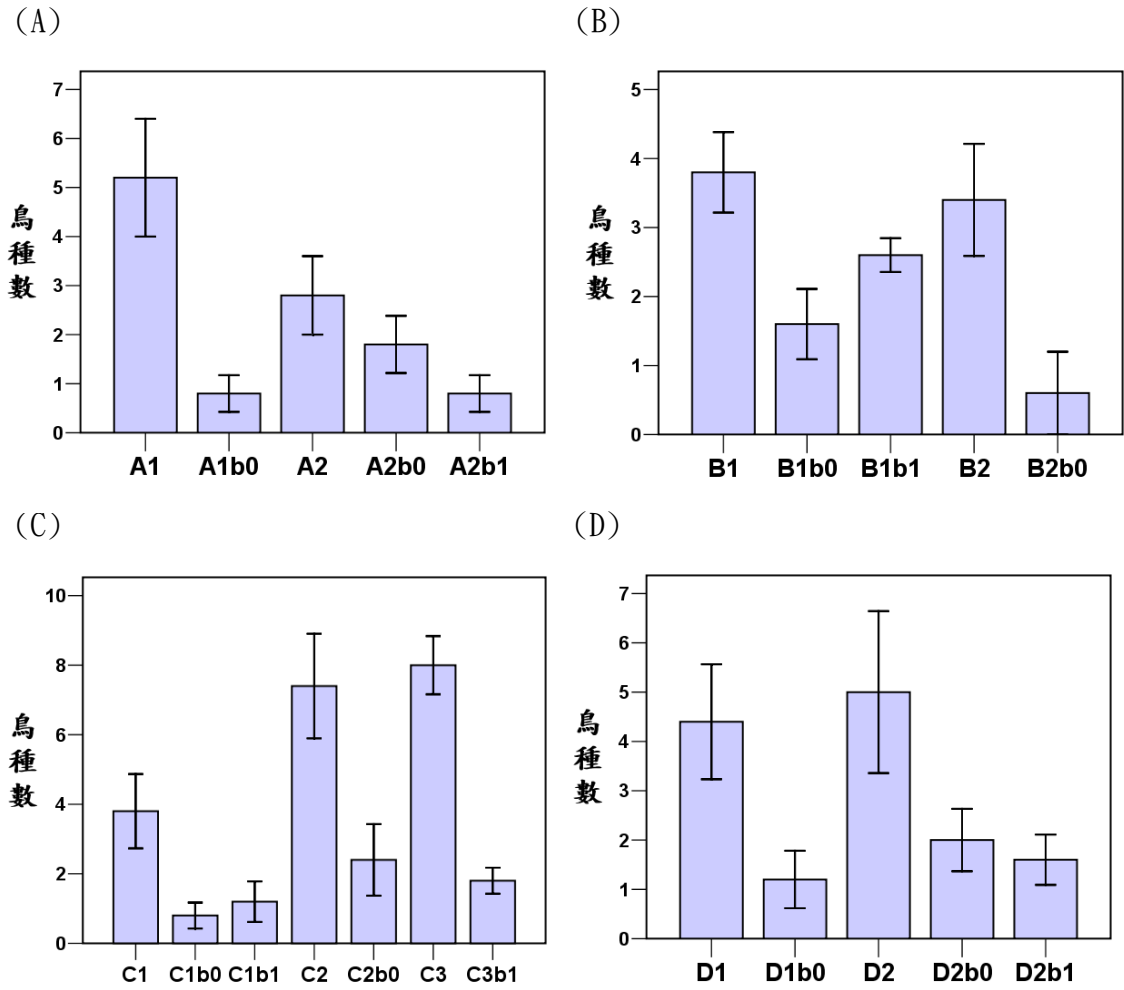


圖 4-17、魚塭放水前後鳥種數比較，(A)A 組、(B)B 組、(C)C 組和(D)D 組有放水的魚塭鳥種數高於沒有放水的鳥種數。例如:A1 和 A2 為放水時的鳥種數，A1b0 和 A2b0 為放水前的鳥種數，A2b1 為 A1 放水時 A2 的鳥種數。

A1 在降低水位後，鶺鴒科、長腳的高蹺 鶺、鶺科和黑面琵鷺數量同時增加，形成數量高峰期，之後維持低數量（圖 4-18A）。降低水位後以高蹺 鶺、鶺科的青足鶺和小青足鶺及鶺科的黑面琵鷺和埃及聖鶺數量較多，鶺科的大、小白鶺雖然有出現，但是數量不多。因為魚塭底部凹凸不平，在放水後，淺水的灘地浮現，



因此，同時吸引腳長度不同的鳥類覓食。此外，小水鴨和赤頸鴨也有相當多的數量出現。

B2 在降低水位後，高蹺 鴿和鷺科鳥類增加(圖 4-18B)；相較於其他魚塭，B2 的鳥密度是較低的。B2 的優勢鳥類為高蹺 鴿、大白鷺、青足鷺及中白鷺和小白鷺。

C2 面積較大，放水速度較慢，但是淺碟狀的魚塭底部，讓周圍的水位先降低，鷺科、鷺科和鸕科鳥類先進去覓食；等到水位降低後，較多的黑面琵鷺、鷺科鳥類和高蹺 鴿進入覓食(圖 4-18C)，之後鳥類數量降低，仍有數次整群的黑面琵鷺和鷺科鳥類進入覓食；而鷺科的青足鷺和紅胸濱鷺等持續在 C2 覓食。

D1 水位降低較快，但是覓食鳥類以鷺科的青足鷺和小青足鷺為主(圖 4-18D)；鷺科鳥類雖然有持續出現，但是數量較少，高蹺 鴿數量也少，偶有小群的黑面琵鷺進入覓食。

A2 在降低水位後，鳥隻數量較少，在後期才有較多的高蹺 鴿出現(圖 4-19A)，可能原因為 A2 水較濁、水質佳、魚隻較少，鳥類不易發現魚隻，因此覓食者較少。

B1 在降低水位後，鳥隻數量少，持續有少數鷺科鳥類和高蹺 鴿(圖 4-19B)；在後期有黑面琵鷺群進入覓食，相較於其他魚塭，B1 的鳥密度也是較低的。

C1 面積較大，放水速度較慢，且池底為碟形，降低水位後，以鷺科的紅胸濱鷺和濱鷺數量較多(圖 4-19C)，持續有鷺科鳥類出現，後期有黑面琵鷺、埃及聖鸕和東方環頸鴿等出現。C1 的雜交慈鯛的體型最大，不適合吞食，後期的黑面琵鷺可能吃食小隻的蝦虎科魚類。

C3 在降低水位後，鷺科、鷺科、埃及聖鸕和黑面琵鷺數量同時大量增加(圖 4-19D)，鷺科主要是大、小白鷺，鷺科主要是紅胸濱鷺和青足鷺等，在數量高峰之後鳥隻數量明顯下降。

對黑面琵鷺友善之濕地營造

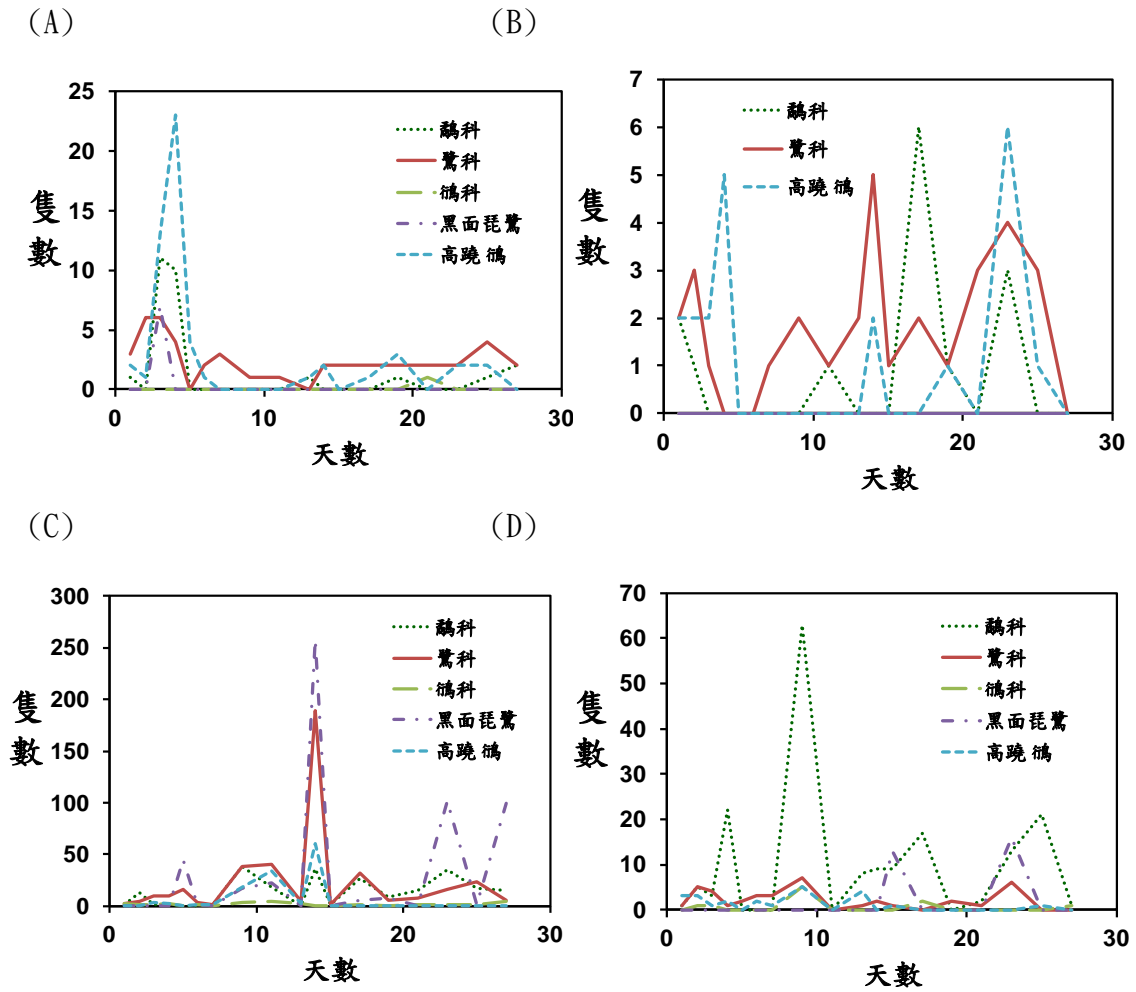


圖 4-18、第 1 組魚塭放水後，鳥隻數變化，(A)A1、(B)B2、(C)C2 和 (D)D1 的鳥隻數變化。

D2 在降低水位後，有較多的黑面琵鷺和埃及聖鸚覓食，鷺科的鳥類也持續出現，鷗科鳥類以紅胸濱鸚和小青足鸚為優勢。後期鳥隻數量明顯下降。D2 較隱密，可能因此受到黑面琵鷺的青睞。

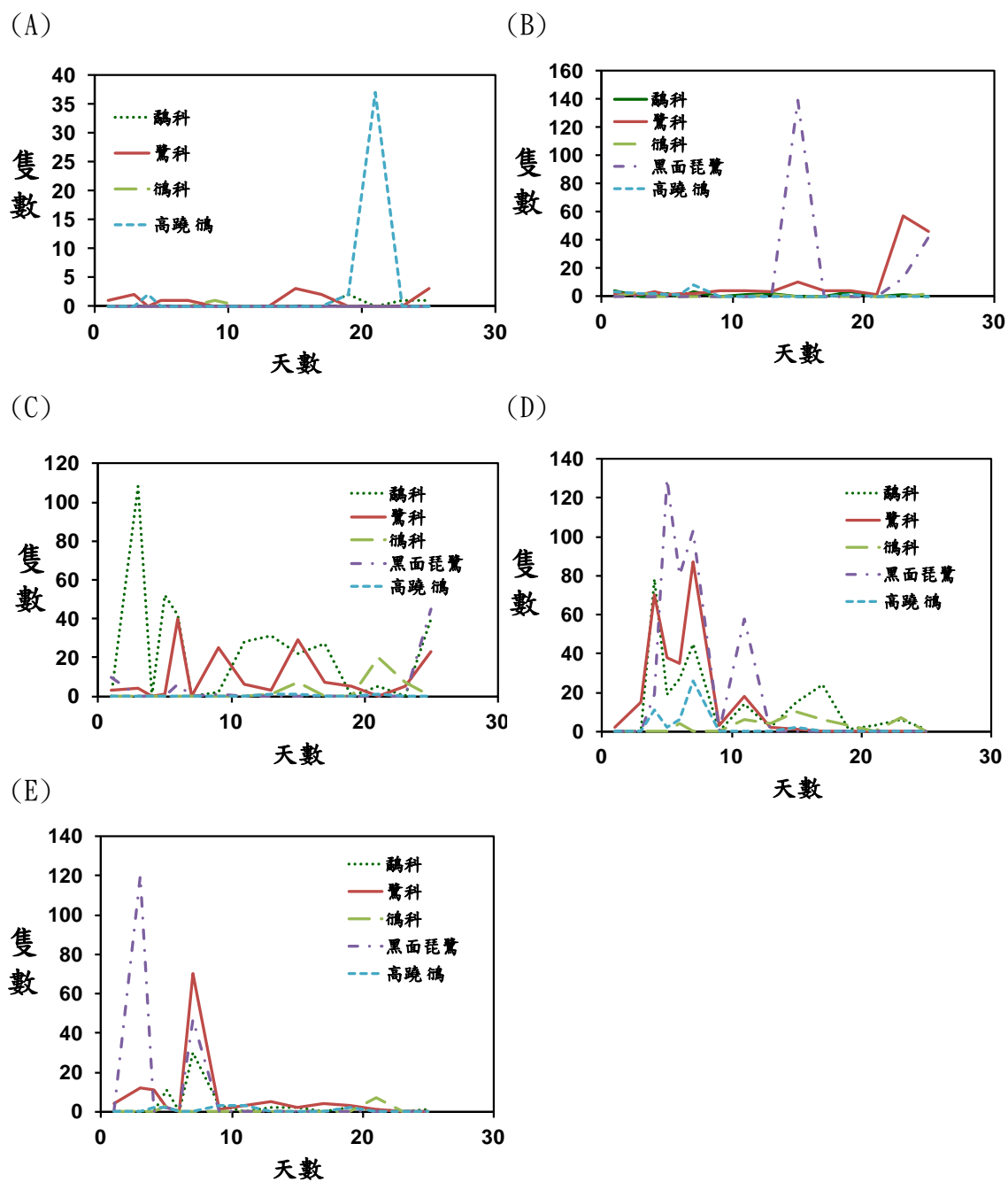
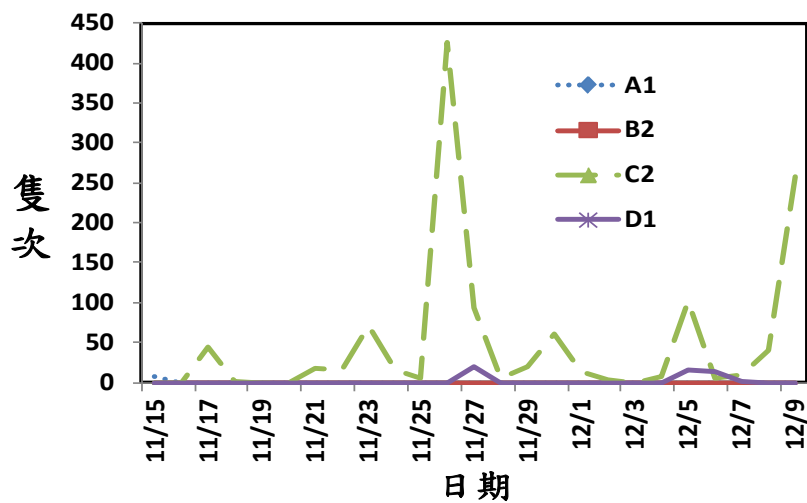


圖 4-19、第 2 組魚塭放水後，鳥隻數變化，(A) A2、(B) B1、(C) C1、(D) C3 和 (E) D2 的鳥隻數變化。

## 黑面琵鷺

魚塭於 101 年 11 月 8 日開始準備放水，在放水期間黑面琵鷺數量極少，在 12 日之後利用魚塭的黑面琵鷺數量開始增加(圖 4-20)。黑面琵鷺只出現在降低水位的魚塭。在野生魚塭 (A 組) 和沒有餵食的雜交慈鯛魚塭 (B 組)，黑面琵鷺數量較少，野生魚塭的黑面琵鷺數量最少。利用虱目魚魚塭 (C 組) 的黑面琵鷺數量比有餵食的雜交慈鯛魚塭 (D 組) 多，然而利用 D2 的黑面琵鷺比 D1 多；在虱目魚塭組中，以 C2 的黑面琵鷺累積隻次最多，在第 1 階段放水後累計 1211 隻，在第 2 階段放水時累積有 416 隻次；C3 累積隻次第 2，在第 2 階段放水後累計 660 隻；C1 累積隻次最少，累計 408 隻。C2 的黑面琵鷺高峰出現在 11 月 26 日，上午有 258 隻黑面琵鷺在覓食，下午有 167 隻黑面琵鷺覓食。C1 的黑面琵鷺高峰出現在 12 月 15 和 16 日，分別有 122 和 98 隻次覓食。C3 的黑面琵鷺高峰出現在 12 月 15 和 16 日，分別有 193 和 154 隻次覓食。

(A)



(B)

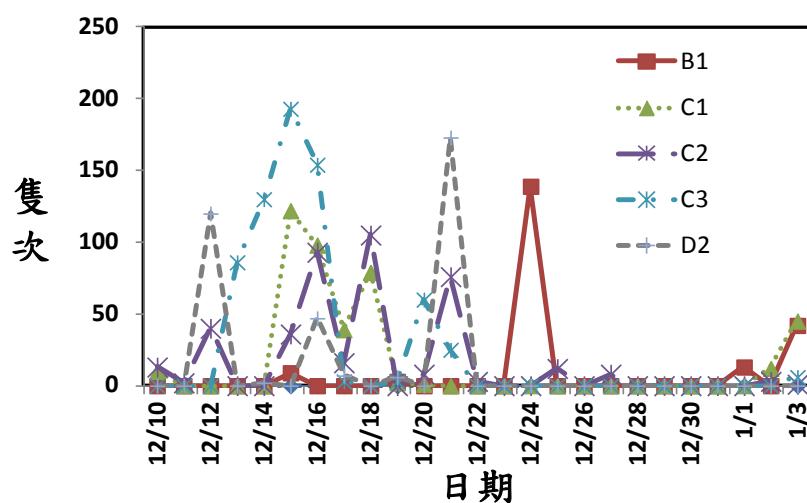


圖 4-20、魚塭放水後，調查到各魚塭中黑面琵鷺的隻次變化，(A)第一批放水的魚塭和(B) 第二批放水的魚塭及 C2。

## 2013/2014 魚塭降低水位實驗

魚塭降低水位的實驗安排如下。四組魚塭中，各選一個魚塭先降低水位至 20 公分，另外一個維持較高的水位約 50 公分以上。第一批降低水位的魚塭為 A2、B2、C2 和 D2；在四週後，第二批降低水位的魚塭為 A3、B1、C1 和 D1。降低水位前是指在降低水位工作之前的鳥調資料，降低水位後是指水位降至 20 公分時的鳥調資料。

比較 A 組降低水位前後鳥類的密度，有降低水位與沒有降低水位的魚塭在密度上沒有顯著差異（圖 4-21A），雖然降低水位後的 A2 和 A3 的鳥類密度較高，但是因為變異數較大，而造成與降低水位前的鳥類密度（A2b0 和 A3b0）與 A2 放水時 A3 的鳥類密度（A3b1）沒有差異。

比較 B 組降低水位前後鳥類的密度，有降低水位與沒有降低水位的池在密度上有顯著差異（ $F = 7.1$ ， $P < 0.001$ ；圖 4-21B），Duncan 事後比較顯示，降低水位後的 B1 和 B2 的鳥類密度最高，降低水位前的鳥類密度（B1b0 和 B2b0）與 B2 放水時 B1 的鳥類密度（B1b1）密度較低。

比較 C 組降低水位前後鳥類的密度，有降低水位與沒有降低水位的池在密度上有顯著差異（ $F = 8.8$ ， $P < 0.001$ ；圖 4-21C），Duncan 事後比較顯示降低水位後的 C1 和 C2 的鳥類密度較高，與放水前的鳥類密度（C1b0 和 C2b0）與 C2 放水時 C1 的鳥類密度（C1b1）密度較低。

比較 D 組降低水位前後鳥類的密度，有降低水位與沒有降低水位的池在密度上沒有顯著差異，因為 D1 的變異數較大，且受校區鳥類較少的影響，造成與降低水位前的鳥類密度（D1b0 和 D2b0）與 D2 放水時 D1 的鳥類密度（D1b1）沒有差異。

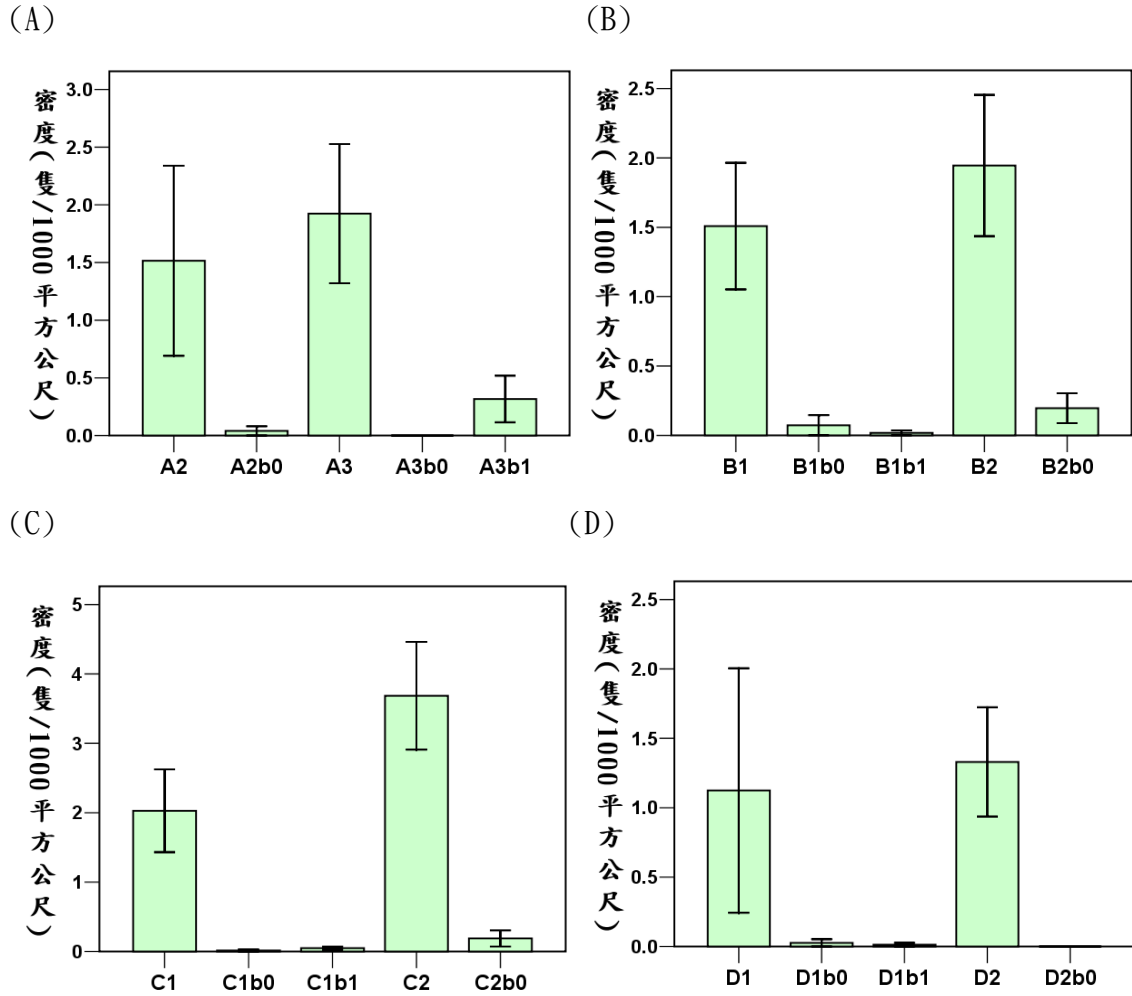


圖 4-21、魚塭放水前後密度比較，(A)A 組、(B)B 組、(C)C 組和(D)D 組有放水的魚塭鳥類密度高於沒有放水的鳥類密度。例如：A1 和 A2 為放水時的鳥類密度，A1b0 和 A2b0 為放水前的鳥類密度，A2b1 為 A1 放水時 A2 的鳥類密度。

比較 A 組降低水位前後鳥種數，有降低水位與沒有降低水位的魚塭在鳥種數上有顯著差異 ( $F = 5.4, P = 0.002$ ; 圖 4-22A)，Duncan 事後比較顯示，降低水位後的 A2 和 A3 為鳥種數較高的一組，但是，A2 的鳥種數與放水前的鳥種數 (A1b0 和 A2b0) 與 A1 放水時 A2 的鳥種數 (A2b1) 也同為較低的一組。

比較 B 組降低水位前後鳥種數，有降低水位與沒有降低水位的池在鳥種數上有顯著差異 ( $F = 13.6, P < 0.001$ ; 圖 4-22B)，Duncan 事後比較顯示，降低水位後的 B1 和 B2 的鳥種數較高，B1 和 B2 放水前的鳥種數 (B1b0 和 B2b0)、B2 放水時 B1 (B1b1) 的鳥種數為較低的一組。

## 對黑面琵鷺友善之濕地營造

比較 C 組降低水位前後鳥種數，有降低水位與沒有降低水位的池在鳥種數上有顯著差異 ( $F = 16.2, P < 0.001$ ; 圖 4-22C)，Duncan 事後比較顯示，降低水位後的 C1 和 C2 的鳥種數較高，降低水位前 C1 和 C2 的鳥種數 (C1b0 和 C2b0) 和 C2 放水時 C1 (C1b1) 的鳥種數分為較低的一組。

比較 D 組降低水位前後鳥種數，有降低水位與沒有降低水位的池在鳥種數上有顯著差異 ( $F = 6.5, P = 0.001$ ; 圖 4-22D)，Duncan 事後比較顯示，降低水位後的 D1 和 D2 的鳥種數較高，D1 和 D2 放水前的鳥種數 (D1b0 和 D2b0)、B2 放水時 D1 (D1b1) 的鳥種數分為較低的一組。

A2 在降低水位前，有少數鷓鴣科、長腳的高蹺鴿和鷺科鳥類出現。在降低水位後，鷓鴣科、高蹺鴿、鷺科和黑面琵鷺出現形成數量高峰期 (圖 4-23A)。鷓鴣科以青足鷓鴣為優勢。因為魚塭底部凹凸不平，在放水後，淺水的灘地浮現，較深的水域也存在，同時吸引腳長度不同的鳥類覓食。此外，小水鴨也曾經出現。

B2 在降低水位前，有少量的鷓鴣科和鷺科鳥類出現。在降低水位後，鷓鴣科鳥類大量增加 (圖 4-23B)；鷺科鳥類少量的持續出現。鷓鴣科的優勢鳥類為濱鷓鴣、青足鷓鴣和小青足鷓鴣。

C2 在降低水位後，鷓鴣科、鷺科、高蹺鴿和黑面琵鷺進去覓食，形成數量高豐期，之後鷓鴣科鳥類較多 (圖 4-23C)。鷓鴣科以濱鷓鴣、青足鷓鴣和小青足鷓鴣為優勢；鷺科以大、小白鷺為優勢。

D2 在降低水位前，有些鷺科大、小白鷺覓食 (圖 4-23D)。降低水位後，鷺科的鳥類先增加，之後鷓鴣科、鴿科、高蹺鴿和黑面琵鷺進入覓食，鷓鴣科和鷺科的鳥類也持續出現約 30 天。鷓鴣科鳥類以青足鷓鴣、小青足鷓鴣和赤足鷓鴣為優勢；鴿科以金斑鴿為主。



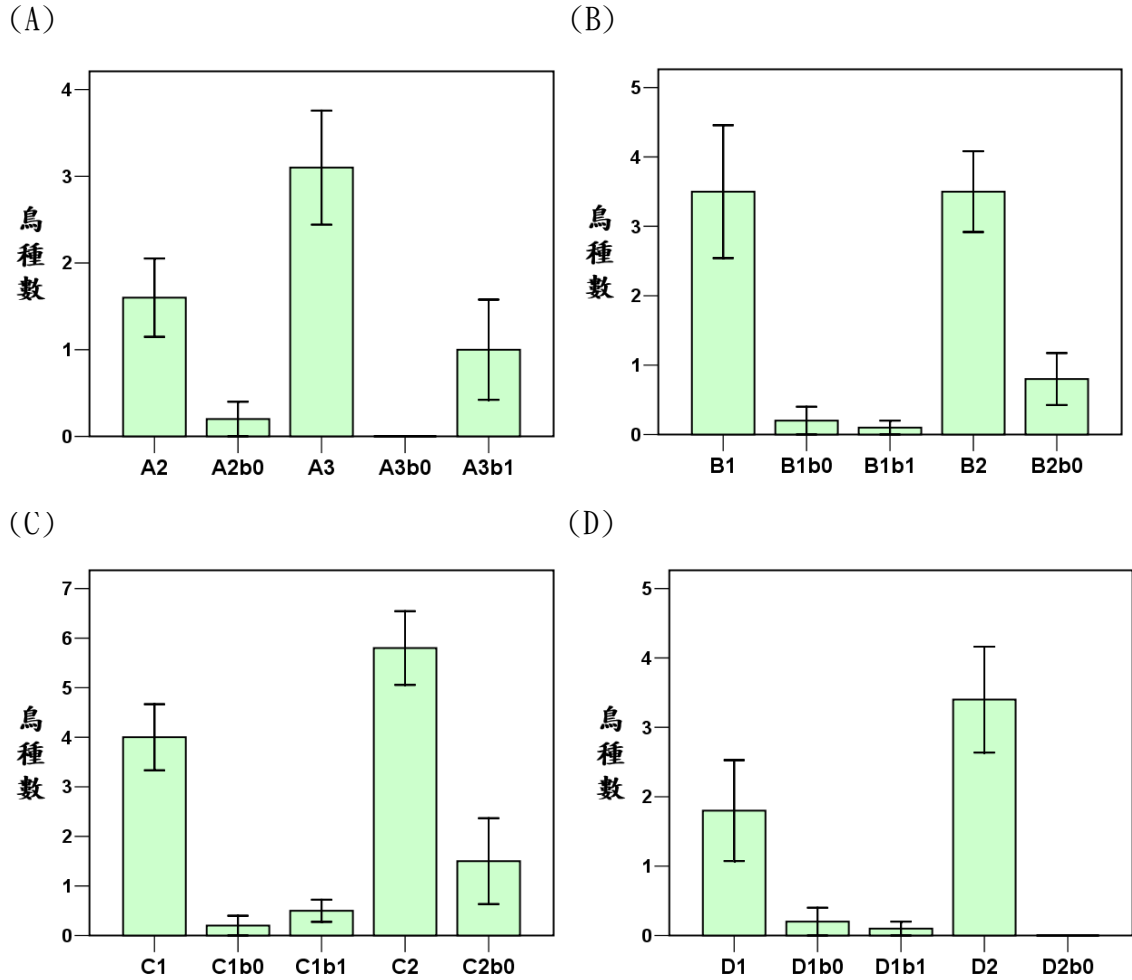


圖 4-22、魚塭放水前後鳥種數比較，(A)A 組、(B)B 組、(C)C 組和(D)D 組有放水的魚塭鳥種數高於沒有放水的鳥種數。例如:A1 和 A2 為放水時的鳥種數，A1b0 和 A2b0 為放水前的鳥種數，A2b1 為 A1 放水時 A2 的鳥種數。

A3 在降低水位前，有高蹺鵒和鷺科鳥類出現。在降低水位後，有高蹺鵒、鵒科和鷺科鳥類的增加，在後期出現鷺科鳥類的尖峰(圖 4-24A)。鵒科的代表為青足鵒和濱鵒。此外，赤頸鴨和琵嘴鴨也曾出現。

B1 在降低水位前，有少量鷺科鳥類和高蹺鵒的出現。在降低水位後，高蹺鵒和鵒科鳥類產生數量尖峰，鷺科鳥類沒有增加(圖 4-24B)。鵒科鳥類包括青足鵒、小青足鵒和赤足鵒。

## 對黑面琵鷺友善之濕地營造

C1 在降低水位前，有只有零星的鷺科鳥類。在降低水位後，鷺科增加數量最多，鵲科、鴿科和黑面琵鷺的數量也增加（圖 4-24C）。鷺科以蒼鷺最多，也有大、小白鷺；鵲科以濱鵲數量較多；鴿科主要為東方環頸鴿。

D1 在降低水位前，少有鳥隻的記錄。在降低水位後，鵲科和 鴿科鳥類先出現，約 15 天後出現鴿科和鷺科鳥類的高峰。在後期，有一群埃及聖鸚進入魚塢。鴿科主要為東方環頸鴿；鵲科以青足鵲和小青足鵲為主(圖 4-24D)；鷺科鳥類為大、小白鷺。

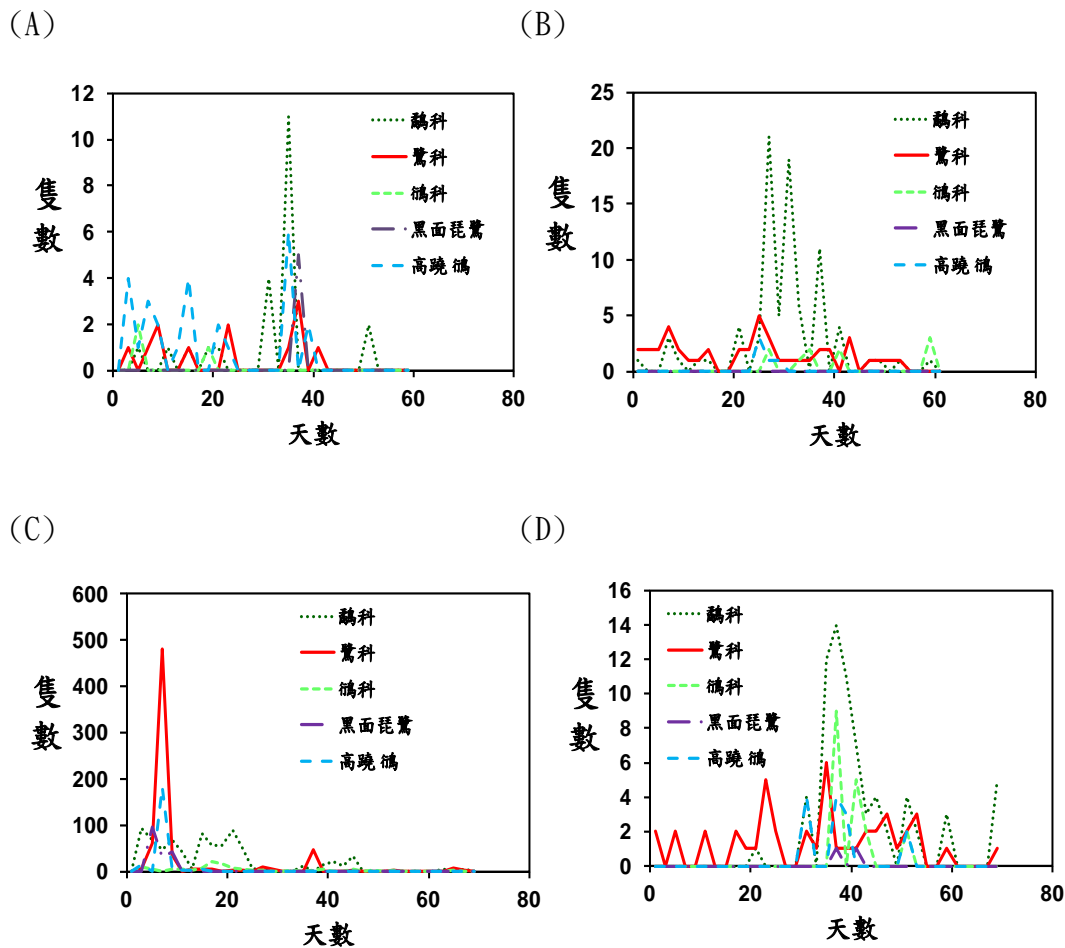


圖 4-23、第一組魚塢放水後，鵲科、鷺科、鴿科、黑面琵鷺和高蹺鴿的隻數變化，(A)A2、(B)B2、(C)C2 和(D)D2 的鳥隻數變化。

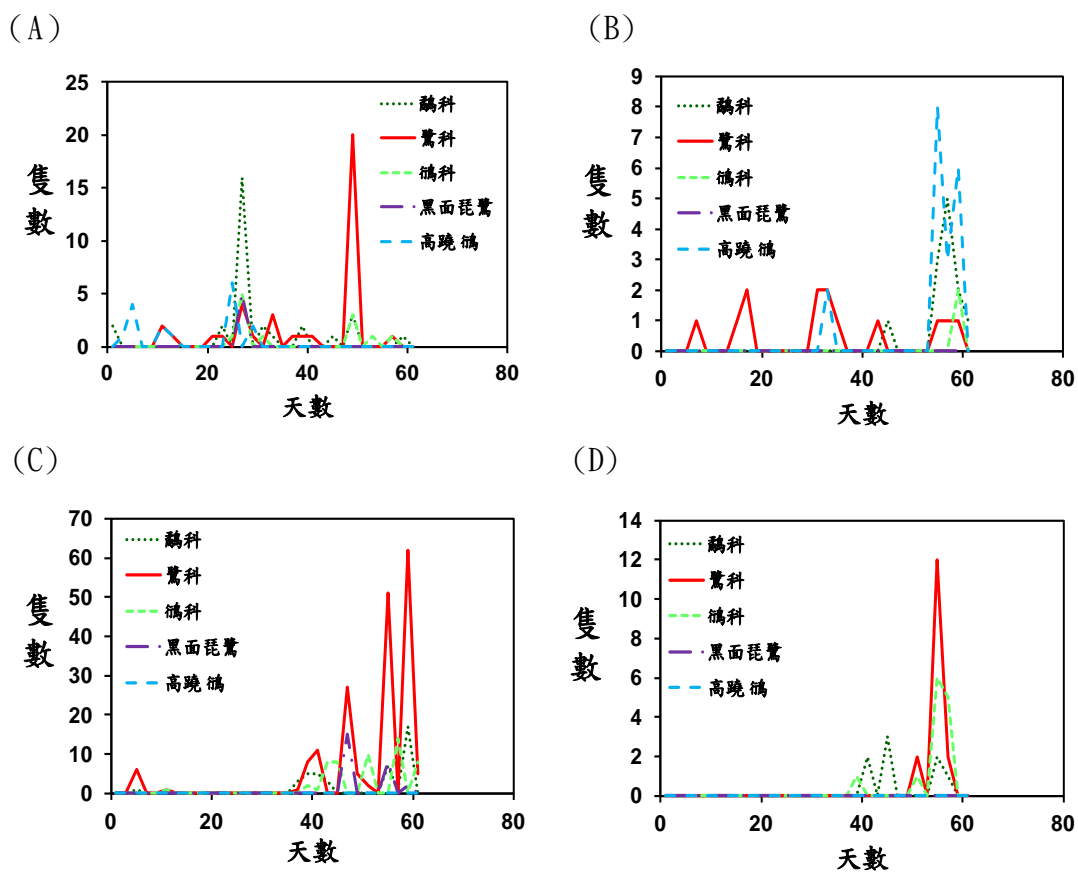


圖 4-24、第二組魚塭放水後，鷓科、鷺科、鴿科、黑面琵鷺和高蹺鴿的隻數變化，(A) A3、(B) B1、(C) C1、(D) D1 的鳥隻數變化。

## 黑面琵鷺

魚塭於 10 月 21 日開始準備放水，在放水期間黑面琵鷺數量極少，在 10 月 28 日之後利用 C2 魚塭的黑面琵鷺數量開始增加(圖 4-25)。黑面琵鷺只出現在降低水位的魚塭。由於 C2 魚塭放水速度快，並有豐富的食物來源，10 月 28 日到 10 月 31 日記錄到黑面琵鷺在上午跟下午 C2 都有覓食。在野生魚塭 (A 組) 和沒有餵食的雜交慈鯛魚塭 (B 組)，皆未記錄到黑面琵鷺直接利用或覓食。有餵食的雜交慈鯛魚塭 (D 組) 在 11 月 30 日下午，平均水位降至 10 公分左右，才記錄到 6 隻黑面琵鷺在 D2 魚塭中覓食。利用虱目魚魚塭 (C 組) 的黑面琵鷺數量比有餵食的雜交慈鯛魚塭 (D 組) 多，然而利用 D2 的黑面琵鷺比 D1 多。在虱目魚塭組中，以 C2 的黑面琵鷺累積隻最多，在第一階段放水後累計 858 隻，C1 累積隻最少，累計 168 隻。C2 的黑面琵鷺高峰出現在 10 月 29 日，上午有 298 隻黑面琵鷺在覓食，下午有 18 隻黑面琵鷺覓食。C1 的黑面琵鷺高峰出現在 2014 年 1 月 8 日，上午有 105 隻覓食。

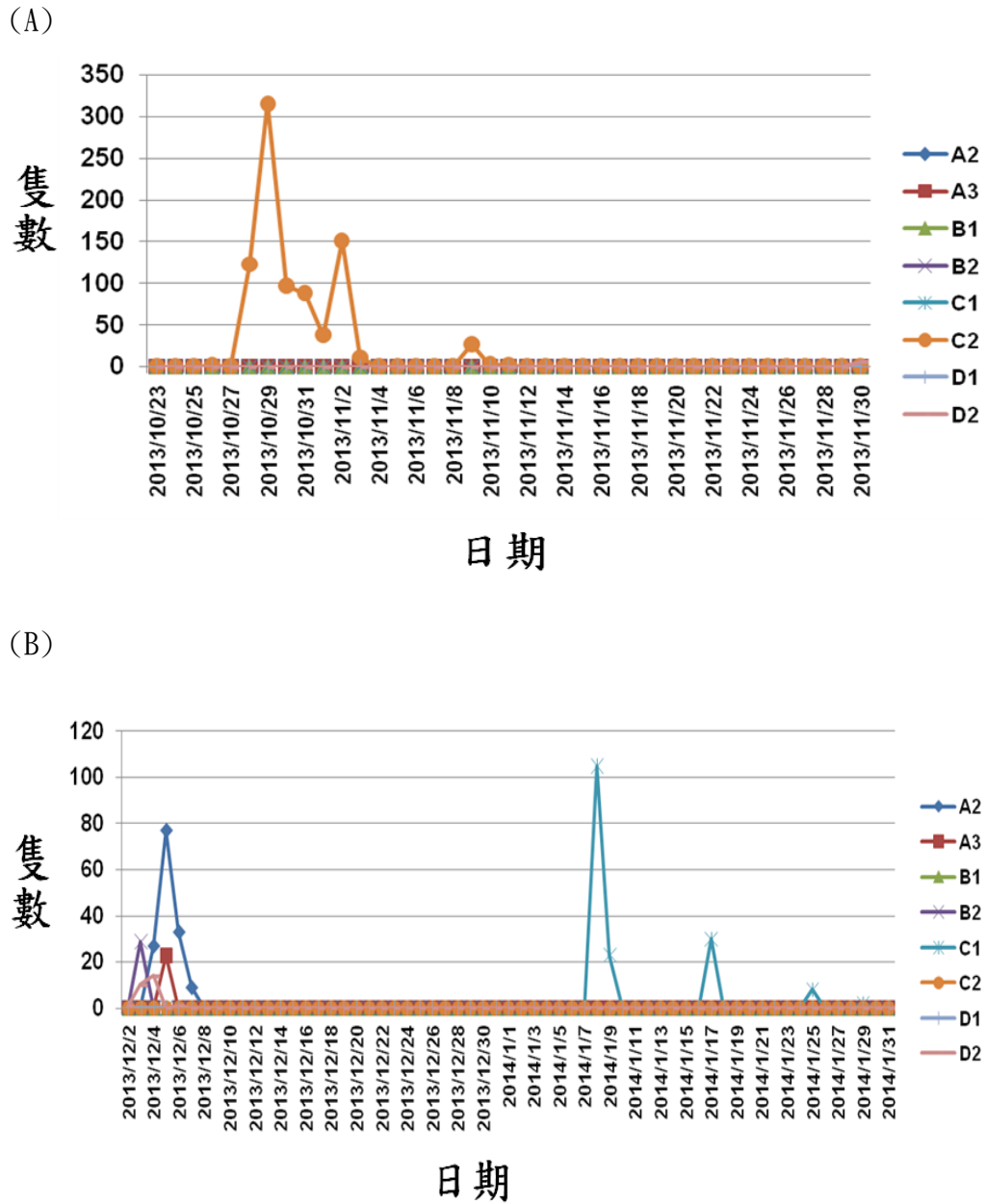


圖 4-25、魚塢放水後，調查到各魚塢中黑面琵鷺的隻變化，(A)第一批放水的魚塢和(B) 第二批放水的魚塢及 C2。

## 第八節、提供食源的魚塭比較

本計畫共計有虱目魚 (C1 和 C2) 及虱目魚和雜交慈鯛混養 (C3)、雜交慈鯛餵食 (D 組)、雜交慈鯛不餵食 (B 組) 和野生魚 (A 組) 魚塭。今年在 C3 放入雜交慈鯛，為混養的狀況。虱目魚魚塭都有餵食飼料。所謂野生魚塭就是廢棄養魚塭的型態，包括有雜交慈鯛為極優勢的魚塭和魚類多樣性較高的魚塭類型。

比較各種提供食源的魚塭類型，魚塭類型間的浮游藻 (葉綠素 *A*) 不相同 ( $F = 6.64, P = 0.001$ )，虱目魚和野生池的浮游藻最高，其他類型較低 (表 4-7，圖 4-26)。藻類生物量為生產力的指標，今年野生池 A3 的浮游藻特別多，但是不見得與雜交慈鯛量相關。雜交慈鯛餵食的 D 組、B 組和 C3 的底棲藻較多，可能有剋他作用，因此水質清澈，浮游藻生物量低。魚塭類型間的底棲魚蝦有顯著差異 ( $F = 30.11, P = 0.003$ )，雜交慈鯛餵食的 D 組最低，可能因為體型較大，可以捕食魚蝦。魚塭類型間的雜交慈鯛密度並不顯著，因為變異數過大 (圖 4-21)。底棲魚蝦包括蝦蟹和底棲小型的蝦虎。在 C2 裡，雜交慈鯛等其他的魚很少，有較多的東方白蝦；在 C3 裡，主要有東方白蝦。養殖成本也有顯著差別 ( $F = 6.64, P = 0.001$ )，以虱目魚 (C 組) 成本最高，雜交慈鯛餵食 (D 組) 第二，因為飼料使用增加費用。鳥類利用魚塭仍在調查當中，將進行結果分析。

沒有餵食飼料的雜交慈鯛池有較高的族群數量，可能是因為魚池過去累積的有機物蓄積在底部，可以供給雜交慈鯛食物，而野生魚池可能因為有捕食者和多種魚隻的競爭，雜交慈鯛較少；依據過去資料，野生魚池的變異和差異很大。但是，有餵食飼料的雜交慈鯛池的飼料量仍低，未來可以增加。今年沒有放入雜交慈鯛的虱目魚池就沒有雜交慈鯛，底棲生物以東方白蝦和蝦虎科魚類為優勢。

表 4-7、各種提供食源的魚塭類型特性比較。

魚塭變數	虱目魚	虱目魚混養	雜交慈鯛餵食	雜交慈鯛不餵食	野生魚
浮游藻 ( $\mu\text{g/L}$ )	79.5 $\pm$ 19.0	14.3 $\pm$ 7.4	8.2 $\pm$ 3.7	4.5 $\pm$ 0.6	55.0 $\pm$ 17.8
雜交慈鯛 (公斤/平方公尺)	0	1738.9 $\pm$ 869	144.7 $\pm$ 31.5	174.2 $\pm$ 62.2	35.4 $\pm$ 9.5
底棲魚蝦蟹 (隻/平方公尺)	3.40 $\pm$ 0.43	16.30	0.28 $\pm$ 0.02	2.65 $\pm$ 0.18	3.23 $\pm$ 0.23
成本 (元)	174,298	132,124	10,975	4,000	2,000

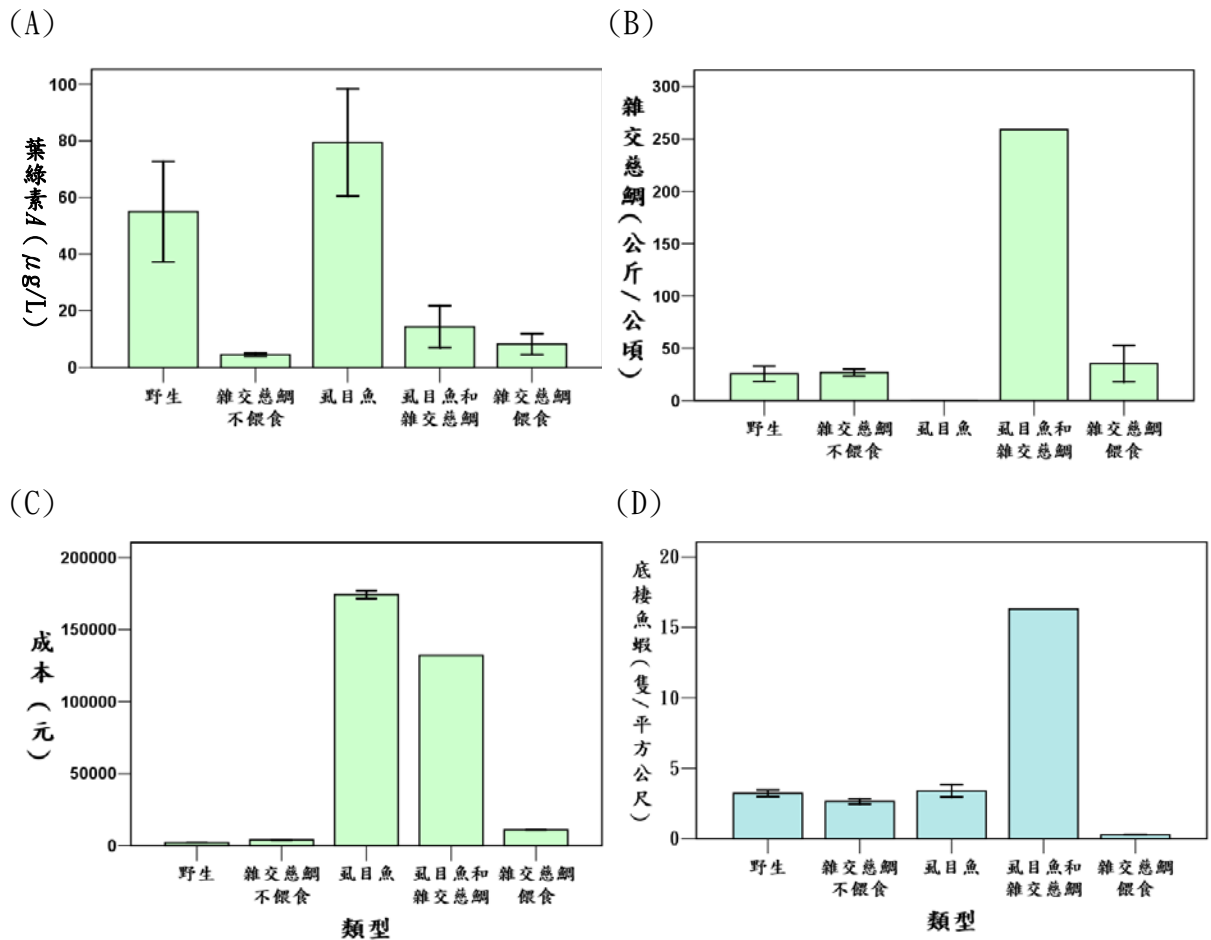


圖 4-26、不同魚塭類型間的 (A) 葉綠素 A、(B) 雜交慈鯛、(C) 多毛類和(D)

放水後鳥類密度的比較。

## 第五章 結論與建議

### 第一節、結論

今年度水質調查結果顯示，在乾季，各樣區的鹽度和電導度有顯著差異，與南和北潮溝和連通的濕地鹽度較高，魚塢因為水逐漸蒸發鹽度也升高；此外，C3的磷酸鹽磷最高；其他的水質和營養鹽沒有差異。在溼季，各樣區的鹽度和電導度也有顯著差異，第22和29號濕地較低，其他樣區和魚塢因為使用潮溝的水所以較高；各樣區的硝酸鹽氮有顯著差異。因為今年度在4月進水，梅雨和颱風尚未到，魚塢水源使用南、北潮溝和北潮池的水，與去年使用雨水為水源不同；因此，今年魚塢的鹽度比去年高。在養殖池開始養殖後，B、D組和C3水質清澈，因為這些池的底棲藻多，剋制浮游藻生長。

魚類以雜交慈鯛為極優勢種，但是南、北潮溝和北潮池的魚類組成與魚塢較不相同，種類也較多。以剪鰭法估計雜交慈鯛的數量，C3的雜交慈鯛數量最多也最重，沒有餵食的A和B組雖然魚隻較多，但是因為魚隻較小，所以總重低；而有餵食的D組雖然魚隻較少，但是魚隻大，尤其是D2總重較高。底棲魚以C3有最多的蝦虎科魚隻，依序為A2和B1；底棲蝦蟹以C組魚塢最高，其中C2最多。

西校區濕地依據1979年魚類與野生動物保護署的濕地和深水棲地分類系統初步分類，可以分為河口的紅樹林、河口泥質潮間帶濕地、河口泥質亞潮帶潮池濕地和河口泥質亞潮帶蘆葦濕地，共4類。西校區濕地也有高度的多樣性，約90%濕地的差異可以由岸邊植物覆蓋比例、最深水深、濁度、溶氧和鹽度解釋。

比較往年收成，今年（102年）的養殖虱目魚收成量最高，因為養殖魚塢做了曬池整理，沒有雜交慈鯛的數量暴發。以C1虱目魚收成量最高，C2次之，C3



最低，在養殖中後期，C2 常有浮頭的現象，因此魚隻也較小。換肉率以 C1 最高，C2 次之，C3 最低。未來可以改進投飼料量增加效率。

連續的西校區鳥類調查顯示鳥類群聚有明顯的時間性變化，以 10 月至隔年 4 月中為冬候鳥期，9、10 月冬候鳥/過境鳥到達，4 月中至 9 月為以留鳥為優勢的時期。冬候鳥期優勢的種類包括赤頸鴨、蒼鷺、黑面琵鷺、夜鷺和大白鷺；留鳥期優勢的種類包括夜鷺、高蹺鴉、小白鷺和褐頭鷓鴣。今年校區旁的 61 號道路進行施工，有噪音和震動的干擾。此外，南區濕地與南潮溝連接的水路被封閉，南區濕地逐漸乾涸，減少水鳥可利用的棲地；與往年比較，利用西校區高峰期數量下降約 40%。

西校區鳥類也有空間上的差異，分區調查結果顯示，在留鳥期，北蘆葦區和魚塭區比南區和乾草地區有較高的鳥種數、密度和 Shannon-Weaver 多樣性；在冬候鳥期，魚塭區的鳥種數最高，北蘆葦區次之，南區和乾草地區較少；鳥類密度以魚塭區、南區和北蘆葦區較高。

魚塭放水前，小鸕鶿在水中覓食；在水質不良時，會有鷺科在岸邊停棲。在這兩年的魚塭實驗結果顯示，大致上，降低水位之後，利用魚塭鳥類的密度高於降低水位之前，利用魚塭的鳥種數也高於降低水位之前。在水位降低後，許多鷺科、鶉科、鴉科、鷗科、鸛科等鳥類進魚塭覓食，包括黑面琵鷺也經常在魚塭中覓食。

比較各類型的魚塭，有餵食的虱目魚池的雜交慈鯛最多，有放雜交慈鯛的池次之，野生魚池最少。底棲魚蝦蟹以虱目魚、野生魚池和沒有餵食的雜交慈鯛較多，有餵食的雜交慈鯛最少。

本計畫已經增加對鳥類友善的淺坪虱目魚塭的瞭解，並且對魚塭水位操作對鳥類的好處有初步的瞭解，也評估四種提供食源的魚塭。本計畫為少有的研究與保育結合的計畫，有示範與指標的作用；建議未來進一步瞭解魚塭水位操作及鳥類的利用魚塭，以建立實務經驗，提供其他保護區操作的依據；本實驗區未來可成為生態養殖教育場所，可以協助將淺坪虱目魚塭和水位操作的方式推廣至養殖

對黑面琵鷺友善之濕地營造

魚塢。此外，本計畫也對西校區建立瞭解，未來可以規劃西校區為濕地生態及養殖文化自然博物館，未來持續的監測可以提供此區規劃所需的資料。

## 第二節、建議

### 建議一

改善南區濕地和南潮溝的水的流通，以營造水鳥的覓食環境：短程建議

主辦機關：台江國家公園管理處

協辦機關：國立臺南大學

本研究調查發現七股西校區的南區與南潮溝流通的水路已經被封閉，過去感潮或蓄水的南區濕地已逐漸乾涸；因此，今年在冬候鳥數量高峰期的鳥隻數已經明顯減少；有必要讓水能流通，以改善水鳥棲地。在中程目標上，目前感潮濕地區是無法調控水位，期待未來能規劃感潮濕地區，設置水位控制設施，以便利和較精準的方式調控水位。

### 建議二

在研究區擴增黑面琵鷺等候鳥食物來源：短程建議

主辦機關：台江國家公園管理處

協辦機關：國立臺南大學

今年度許多黑面琵鷺在2、3月時到學甲濕地生態園區和高雄茄苳濕地棲息，很可能是七股區黑面琵鷺食源不足造成的現象。本研究已經提供黑琵和候鳥一部份的食物和棲地，未來可以在西校區內擴大增加食源，例如讓現有魚塢的連續飼養提供多批的食物，以及增加感潮灘地的經營方式增加食源。

### 建議三

規劃西校區為濕地生態及養殖文化自然博物館：中程建議

主辦機關：台江國家公園管理處

協辦機關：國立臺南大學、臺南市政府

西校區有紅樹林、河口泥質潮間帶濕地、河口泥質亞潮帶潮池濕地和河口泥質亞潮帶蘆葦濕地，具有濕地多樣性和鳥類等生物多樣性，可成為生態保育的場所和環境教育的場域。此外，本實驗區未來可成為生態養殖教育場所，可以協助將淺坪虱目魚塢和水位操作的方式推廣至養殖魚塢。

#### 建議四

營造與候鳥共存的里海地景：中、長期建議

主辦機關：台江國家公園管理處

協辦機關：臺南市政府農業局、行政院農業委員會林務局、行政院農業委員會漁業署

本實驗結果說明傳統淺坪虱目魚養殖有利於黑面琵鷺及其他候鳥利用，未來可以與臺南市政府農業局等單位合作，對於在東魚塢或其他區域進行傳統淺坪虱目魚養殖的養魚戶，給與租稅上的減輕或銷售上的協助，維護養殖戶收入並保育黑面琵鷺等候鳥，以共同營造與候鳥友善共存的里海地景。



附錄一、調查照片。

	
<p>抽乾魚塢的積水</p>	<p>推深 C2</p>
	
<p>挖深的潮溝</p>	<p>清除 C1 中的土堤</p>
	
<p>北潮池的溝</p>	<p>貨櫃屋</p>


附錄一、續。

	
<p>計數虱目魚魚苗</p>	<p>在魚塢放虱目魚魚苗</p>
	
<p>以滑梯放虱目魚魚苗</p>	<p>1月初在B1的黑面琵鷺（陳麒麟攝）</p>
	
<p>魚塢中撈起的水母</p>	<p>口孵卵的雜交慈鯛</p>

附錄一、續。

	
<p>從空中看七股校區</p>	<p>D1 水質清澈</p>
	
<p>剪背鰭標示雜交慈鯛</p>	<p>C2 水質較混濁</p>
	
<p>魚塭有字紋弓蟹</p>	<p>再捕獲的雜交慈鯛</p>

附錄一、續。

	
<p>底泥和底棲生物採樣</p>	<p>底泥芯</p>
	
<p>拖網中的底棲魚蝦</p>	<p>拖網中的樣本</p>
	
<p>被封閉的開口</p>	<p>水鳥在 C2 降低水位後利用</p>



## 附錄二、養殖工作紀要

今年度自 3 月初開始將魚塭水抽乾，因為魚塭低窪處仍有積水，之後開始曬坪。在 3 月中開始整理魚塭，整理部份包括中央潮溝濬深、C2 魚塭濬深、清除 C1 中間的土堤、土堤整理及水路挖通。在整理過後，持續曬坪，至 4 月初進水。之後在虱目魚塭開始施放米糠，以培養藻類。

4 月 17 日早上自安南區吳先生魚塭取得虱目魚苗，約 10 點開始放 4 寸的虱目魚苗進入魚塭，C1 和 C2 各放 5000 隻魚苗，C3 放 3000 隻魚苗。今年度，由 4 月 24 日開始陸續自魚源庫(A4 至 A6)中捕捉雜交慈鯛，放至雜交慈鯛魚塭(B1、B2、D1、D2 和 A1 魚源庫)，每池約放 300 隻大小不等的魚。

魚飼料每 1050 公斤成份包括黃豆粉(沙拉油副產品) 550 公斤、米糠(全脂) 185 公斤、粉頭(日本高黏性) 200 公斤、酒糟(金門高粱) 100 公斤、鈣粉(宜蘭岩石) 15 公斤。整體粗蛋白質比例約在 24 %。

在 6 月底，周先生發現 D1 有數隻中型的海鱧，並且雜交慈鯛魚隻稀少。在 7 月初，先以蜈蚣網誘捕及垂釣捕捉海鱧，但並未成功；再以圍網捕捉，共抓到 3 隻約 30 公分長的海鱧。7 月底再以幫浦降低水位，以圍網捕捉其他的海鱧，7 月 31 日抓到海鱧 17 隻和烏魚 30 隻。陸續自魚源庫中捕捉雜交慈鯛，放至雜交慈鯛魚塭(D1 和 D2)。因為 D1 和 D2 水質清澈，底棲藻茂盛，水中葉綠素 A 低，於 7 月底開始添加米糠施肥，水色已逐漸變為綠色。

因為養殖魚塭沒有水車增氧，在養殖後期陸續有水質變壞和虱目魚浮頭的狀況，估計虱目魚死亡率約 5%。

10 月初開始陸續估計魚塭中的雜交慈鯛生物量和底棲生物量。雜交慈鯛以標示再捕獲法估算，以剪背鰭法標示。底棲生物以 Ekman 採泥器估算不游動的生物，以拖網法估算會游動的底棲魚、蝦和蟹。

10 月 22 日，收成三池的虱目魚，C1 共收虱目魚 3114 公斤、C2 收 2370 公斤、C3 收 1221 公斤，總共收 6705 公斤，等於 11175 台斤，約是去年虱目魚收

## 對黑面琵鷺友善之濕地營造

成量的三倍。

在虱目魚收成後，已經陸續放低魚塭水位至 30 公分。預先測量平均水位的位置，架設水位尺。先降低水位魚塭包括 A2、B2、C2 和 D2，至 12 月初開始降低 A1、B1、C1 和 D1 魚塭的水位，而 C3 則保留至最後再降低水位，以延長供給候鳥食物的時間。從開始降低水位時，魚塭鳥類調查每隔一天於清晨進行。

附錄三、累積調查魚種名錄。

目名	科名	中文種名	學名	豐量	
鱸形目	尖嘴鱸科	金目鱸	<i>Lates calcarifer</i>	+	
	金梭魚科	布氏金梭魚	<i>SPhyraena Putnamae</i>	+	
	金錢魚科	金錢魚	<i>ScatoPhagus argus</i>	+	
	慈鯛科	雜交慈鯛	<i>Oreochromis</i> sP.	+++	
	鰕虎科	頭紋細棘鰕虎	<i>Acentroqobius viqanensis</i>	+	
		青斑細棘鰕虎	<i>Acentroqobius viridiPunctatus</i>	+	
		點帶叉舌鰕虎	<i>Glossogobius olivaceus</i>	+	
		小鰕鰕虎	<i>Muqiloqobius cavifrons</i>	+	
		大彈塗魚	<i>BoleoPhthalmus Pectinirostris</i>	+	
		爪哇擬鰕虎	<i>Pseudoqobius javanicus</i>	+	
		谷津氏猴鯊	<i>CryPtocentrus yatsui</i>	+	
		眼絲鰕鯊	<i>Oxyurichthys oPhthalmonema</i>	+	
		正叉舌鰕虎	<i>Glossogobius giuris</i>	+	
		金叉舌鰕虎	<i>Glossogobius aureus</i>	+	
		鰕科	四線鰕魚	<i>Pelates quadrilineatus</i>	+
		塘鱧科	頭孔塘鱧	<i>OPhiocara PorocePhala</i>	+
			褐塘鱧	<i>Eleotris fusca</i>	+
			黑塘鱧	<i>Eleotris melanosoma</i>	+
	尖頭塘鱧		<i>Eleotris oxycePhala</i>	+	
	鑽嘴魚科	大棘鑽嘴魚	<i>Gerres macracanthus</i>	+	
		曳絲鑽嘴魚	<i>Gerres filamentosus</i>	+	
		短鑽嘴魚	<i>Gerres erythrourus</i>	+	
	鰻科	短棘鰻	<i>Leioqnathus equulus</i>	+	
雙邊魚科	細尾雙邊魚	<i>Ambassis urotaenia</i>	+		
	小眼雙邊魚	<i>Ambassis mioPs</i>	+		
	彎線雙邊魚	<i>Ambassis buruensis</i>	+		
鰻形目	鰻科	鰻	<i>Mugil cePhalus</i>	+	
		大鱗鰻	<i>Liza macrolePis</i>	+	
		白鰻	<i>Chelon subviridis</i>	+	
鯉齒目	花鱗科	帆鰭胎鱗	<i>Poecilia velifera</i>	+	
		大肚魚	<i>Gambusia affinis</i>	+	
海鯷目	大眼海鯷科	大海鯷	<i>MegaloPs cyPrinoides</i>	+	
	海鯷科	大眼海鯷	<i>EloPs machnata</i>	+	
鯢形目	鯢科	日本海鯢	<i>Nematalosa jaPonica</i>	+	
		環球海鯢	<i>Nematalosa come</i>	+	
	鯢科	漢氏綾鯢	<i>Thryssa hamiltonii</i>	+	
鼠鱧目	虱目魚科	虱目魚	<i>Chanos chanos</i>	++	
鰻形目	鰻鱧科	日本鰻	<i>Anquilla jaPonica</i>	+	
鯉形目	鯉科	高體四鬚鯉	<i>HyPsibarbus Pierrei</i>	+	
鱸型目	絲足鱸科	三星毛足鱸	<i>Trichogaster trichoPterus</i>	+	

註：+++優勢，++普遍，+稀少。

附錄四、累積蝦蟹名錄。

目名	科名	中文名	學名
十足目	對蝦科	刀額新對蝦	<i>MetaPenaeus ensis</i>
十足目	對蝦科	白蝦	<i>Penaeus vannamei</i>
十足目	對蝦科	草對蝦	<i>Penaeus monodon</i>
十足目	對蝦科	短溝對蝦	<i>Penaeus semisulcatus</i>
十足目	長臂蝦科	東方白蝦	<i>Exopalaemon orientis</i>
十足目	槍蝦科	敏捷槍蝦	<i>Alpheus strenuus</i>
十足目	梭子蟹科	三疣梭子蟹	<i>Portunus trituberculatus</i>
十足目	梭子蟹科	鈍齒短槳蟹	<i>Thalamita crenata</i>
十足目	梭子蟹科	遠海梭子蟹	<i>Portunus Pelagicus</i>
十足目	梭子蟹科	鋸緣青蟳	<i>Scylla serrata</i>
十足目	方蟹科	字紋弓蟹	<i>Varuna litterata</i>
十足目	方蟹科	台灣厚蟹	<i>Helice formosensis</i>
十足目	沙蟹科	角眼沙蟹	<i>OcyPode ceratoPhthalmus</i>

## 附錄五、累積鳥類名錄。

中文科名	科名	中文名	學名	保育物種
椋鳥科	Sturnidae	八哥	<i>Acridotheres cristatellus</i>	V
		爪哇八哥	<i>Acridotheres javanicus</i>	
		家八哥	<i>Acridotheres tristis</i>	
百靈科	Alaudidae	小雲雀	<i>Alauda gulgula</i>	
伯勞科	Laniidae	紅尾伯勞	<i>Lanius cristatus</i>	V
		棕背伯勞	<i>Lanius schach</i>	
杜鵑科	Cuculidae	番鵒	<i>Centropus bengalensis</i>	
卷尾科	Dicruridae	大卷尾	<i>Dicrurus macrocercus</i>	
長腳鵒科	Recurvirostridae	反嘴鵒	<i>Recurvirostra avosetta</i>	
		高蹺鵒	<i>Himantopus himantopus</i>	
雨燕科	Apodidae	小雨燕	<i>Apus nipalensis</i>	
扇尾鶯科	Cisticolidae	棕扇尾鶯	<i>Cisticola juncidis</i>	
		灰頭鷓鶯	<i>Prinia flaviventris</i>	
		褐頭鷓鶯	<i>Prinia inornata</i>	
秧雞科	Rallidae	白冠雞	<i>Fulica atra</i>	
		白腹秧雞	<i>Amaurornis phoenicurus</i>	
		紅冠水雞	<i>Gallinula chloropus</i>	
梅花雀科	Estrildidae	斑文鳥	<i>Lonchura punctulata</i>	
麻雀科	Passeridae	麻雀	<i>Passer montanus</i>	
雁鴨科	Anatidae	小天鵝	<i>Cygnus columbianus</i>	
		小水鴨	<i>Anas crecca</i>	
		白眉鴨	<i>Anas querquedula</i>	
		尖尾鴨	<i>Anas acuta</i>	
		赤頸鴨	<i>Anas penelope</i>	
		琵嘴鴨	<i>Anas platyrhynchos</i>	
		綠頭鴨	<i>Anas platyrhynchos</i>	
		澤鳧	<i>Aythya fuligula</i>	
		鸚鵡科	Threskiornithidae	埃及聖鸚
黑面琵鷺	<i>Platalea minor</i>			V

附錄五、續。

中文科名	科名	中文名	學名	保育物種
雉科	Phasianidae	環頸雉	<i>Phasianus colchicus</i>	V
燕鴿科	Glareolidae	燕鴿	<i>Glareola maldivarum</i>	V
鷹科	Accipitridae	黑翅鳶	<i>Elanus caeruleus</i>	V
鳩鴿科	Columbidae	紅鳩	<i>Streptopelia tranquebarica</i>	
		珠頸斑鳩	<i>Streptopelia chinensis</i>	
翠鳥科	Alcedinidae	翠鳥	<i>Alcedo atthis</i>	
鴉科	Corvidae	喜鵲	<i>Pica Pica</i>	
燕科	Hirundinidae	赤腰燕	<i>Cecropis striolata</i>	
		洋燕	<i>Hirundo tahitica</i>	
		家燕	<i>Hirundo rustica</i>	
		棕沙燕	<i>Riparia paludicola</i>	
繡眼科	Zosteropidae	綠繡眼	<i>Zosterops japonicus</i>	
鶇科	Pycnonotidae	白頭翁	<i>Pycnonotus sinensis</i>	
鶇鴿科	Motacillidae	白鶇鴿	<i>Motacilla alba</i>	
		黃鶇鴿	<i>Motacilla flava</i>	
鷗科	Laridae	白翅黑燕鷗	<i>Chlidonias leucopterus</i>	
		黑腹燕鷗	<i>Chlidonias hybrida</i>	
		裏海燕鷗	<i>Sterna caspia</i>	
鶇科	Scolopacidae	小青足鶇	<i>Tringa stagnatilis</i>	
		赤足鶇	<i>Tringa totanus</i>	
		青足鶇	<i>Tringa nebularia</i>	
		紅胸濱鶇	<i>Calidris ruficollis</i>	
		黃足鶇	<i>Heteroscelus brevipes</i>	
		黑腹濱鶇	<i>Calidris alpina</i>	
		磯鶇	<i>Actitis hypoleucos</i>	

## 附錄五、續。

中文科名	科名	中文名	學名	保育物種
鷺科	Ardeidae	小白鷺	<i>Egretta garzetta</i>	
		中白鷺	<i>Egretta intermedia</i>	
		大白鷺	<i>Ardea alba</i>	
		夜鷺	<i>Nycticorax nycticorax</i>	
		栗小鷺	<i>Ixobrychus cinnamomeus</i>	
		黃小鷺	<i>Ixobrychus sinensis</i>	
		黃頭鷺	<i>Bubulcus ibis</i>	
		蒼鷺	<i>Ardea cinerea</i>	
		鴝科	Charadriidae	小環頸鴝
灰斑鴝	<i>Pluvialis squatarola</i>			
東方環頸鴝	<i>Charadrius alexandrinus</i>			
金斑鴝	<i>Pluvialis fulva</i>			
鸕鷀科	Podicipedidae	小鸕鷀	<i>Tachypetus ruficollis</i>	

附錄六、期中審查會議紀錄

- 壹、 會議時間：102 年 8 月 15 日上午 10 時
- 貳、 開會地點：台江國家公園管理處 2 樓第 1 會議室
- 參、 主持人：呂處長登元                      記錄：蔡金助
- 肆、 出席人員：如後附出席簽到簿
- 伍、 討論事項：

程教授建中

1. 建議本報告書依內政部營建署規格雙面列印與並將本年度審查意見及回應放入附錄。
2. 建議文中書寫「野狗」，考慮以「流浪狗（犬）」替代。
3. 第 2 章文獻回顧 P3 第一段為本計畫願景，建議整段移往第 1 章。
4. 對於第 2、3、4 章述及里山倡議內容，但未有文獻列出，請補充。
5. 對於第 2 章 P4 列舉販售有利於鳥類的稻米案例，但文獻未列入，及 P6 引用華寧等（2009）在崇明東灘之研究，文獻也未列入，請補充。
6. 對於第 2 章 P6~7 引用諸多資料，亦未列文獻，請補充。
7. 第 4 章第 5 節 P30 為結果概述。但在文中依然充斥推測及可能，似乎有不妥。請參考修正。
8. 第 4 章第 5 節 P34 shannon-weaver 多樣性指數比較後留鳥之季節差異不顯著。在技術上與理論上建議予以更仔細深入探討。對於 P35 圖 4-6 (A) 有些突兀，建議調整版面與 B、C 合為一頁。其他跨頁者亦同樣考慮或單獨加以說明。
9. 埃及聖環 為農委會公告要優先移除之外來種。建議與台南市野鳥學會商討聯繫，採行適當作法。
10. 建議與管理處相關計畫相互溝通，交換資訊以增進棲地管理與伴生鳥種之瞭解。



孫教授元勳

1. 本試驗結果很重要，請討論並提出未來之建議。
2. 對於文章中所提「必要時須捕捉野狗」，其中對「必要時」之界定，請詳細說明。
3. 對於放水試驗，可否延至隔年 2~3 月，如此可以延長黑面琵鷺利用本實驗魚塭之時間；抑或考慮以黑面琵鷺常食用的雜交慈鯛生長模式進行魚塭養殖實驗。
4. 對於黑面琵鷺利用實驗魚塭期間，是否考慮調節只有黑面琵鷺可利用的水位深度。

葉主任信利

1. 期中報告應列出期中評估指標，比對執行成果達成率，包括執行進度、成果及經費使用情形。
2. 本計畫主體為黑面琵鷺友善之濕地營造，倡導淺坪式的虱目魚養殖應只是研究結果後可能建議方法之一，相關配套措施須加以提前仔細評量。
3. 文章中網具專有名辭應呈現一致化，如葉綠素 A 或葉綠素 a?如蛇籠與蜈蚣網何者較易懂?又最好能將網具規格以量化表現，對計算單位努力漁獲量有幫助。
4. 本期中報告有關換肉率與餌料轉換係數(FCR)之代表意義要明確，粗放養殖換肉率真的會較高嗎?飼料投餵策略規劃為何?不足之因應方法為何?
5. 本期中報告關於溶氧(PPm)與溶氧(%)分別意義為何?P16 頁之 PH 與 DO 數值異常之測點解釋為何?
6. 累計調查魚種名錄為何無三星鬥魚? P. 23 可否增加圖片呈現?
7. 西校區濕地只在本期中報告之結果陳述，是否之前已規劃作為黑面琵鷺棲地營造之區域?
8. 綜觀本計畫後續研究應還有值得期待之成果，因此，期中報告所提建議

## 對黑面琵鷺友善之濕地營造

除立即可行對後續計畫會有影響者外，短、中、長期之建議應在期末或計畫完成後有更完善成果與評估。

### 企劃經理課鄭課長修平

1. 對於王老師所做實驗中，在潮溝整理經驗是否可以彙整相關工作流程，做為未來在本處範圍內漁民整理魚塭潮溝之建議。

### 呂處長登元

1. 非常感謝台南大學與本處配合進行該實驗。
2. 本計畫對於本處相當重要，保育研究課應該思考整體資源分配。
3. 對於放水測試，在技術上可否在不同月份進行，請受託單位再行研議。
4. 對於魚飼料的使用，應該朝有機及綠色標章思考。
5. 對於埃及聖環的移除，在技術上請業務課再思考。

## 受託單位說明

### 王一匡教授

1. 有關文章中流水帳紀錄是為了讓管理處了解整體工作過程，後續會在修正報告中依各位委員意見加以修改。
2. 有關文獻引用與圖表的呈現，會再依委員意見加以補充。

### 陸、結論

1. 本案原則審查通過，並請受託單位辦理後續程序。
2. 後續相關研究，請受託單位參酌本次會議各位委員所提意見進行修正；此外報告格式的修正，煩請多費心，以利本處爭取在內政部督導考核時能有好成績。

柒、散會時間：上午 12 時 50 分

附錄七、期末審查會議紀錄

壹、會議時間：102年12月11日上午9時30分

貳、開會地點：台江國家公園管理處2樓第1會議室

參、主持人：呂處長登元(楊副處長金臻代)

記錄：蔡金助

肆、出席人員：如後附出席簽到簿

伍、討論事項：

孫教授元勳

1. 有關今年魚塭放水後，鳥類群聚情形請補充。
2. 圖4-16標題說明不用列出結果。
3. 雁鴨科數量今年較去年減少與雨水減少有關嗎?鷺科數量較多與雨量較多有關係嗎?應再檢視修正。

葉主任信利

1. 友善之濕地營造計畫重點之一為如何形成周遭業者認同或有共識之技術，所以成本效益應精算並尋求生態化多元性產品之推廣。
2. 漁獲時機之考量，除鳥類利用需求外，經濟上誘因及可行性應一併考慮。
3. 魚塭內其他生物量，應可彌補與虱目魚收穫量之差異性。

企劃經理課郭曄嫩

- 1、請老師將實驗成本與一般淺坪虱目魚養殖成本能加以比較。

六孔管理站呂宗憲主任

- 1、建議老師能否在經費許可下將南大七股西校區植被相也一併調查。

保育研究課承辦人員

- 1、今年雁鴨科數量減少，外在因素干擾非常嚴重包括鄰近南大七股校區的台61線快速道路的興建、東魚塭漁民養殖需求而將七股西校區南區棲地水路整個封閉與南大學生在候鳥到來後又在棲地內進行密集的昆蟲調查，這都是影響因素。

對黑面琵鷺友善之濕地營造

2、建議老師將 2 年調查資料彙整比較，以利本處能靈活運用相關資料。

保育研究課黃課長光瀛

1、有關雁鴨科數量減少請分析相關因素。

2、有關該區植被調查，已委託台南大學謝宗欣教授進行，相關成果請王一匡教授與謝教授討論彙整入報告中。

### 受託單位說明

王一匡教授

1. 有關成本效益分析比較，會再依委員意見補充。
2. 對於虱目魚捕撈期程，會再與台江國家公園研究。
3. 對於雨量問題，是文字上有誤，將去年資料與今年誤植，將會予與修正。
4. 對於南七股西校區植被調查會協調本校謝宗欣教授將植被資料放入報告。

### 陸、結論

1. 本案原則審查通過，並請受託單位辦理後續程序。
2. 後續相關研究，請受託單位參酌本次會議各位委員所提意見進行修正。

柒、散會時間：上午 10 時 45 分

## 參考文獻

### 英文部份

- Cheung, H.-F., and Y.-T. Yu. 2009. A review of the PoPulation dynamics of Black-faced SPoonbill. Pages 29-42 in 2009 Coastal Wetlands and water Birds Conservation SymPosium, Endemic SPecies Research Institute, Tainan, Taiwan.
- Colwell, M. A., and O. W. Taft. 2000. Waterbird communities in managed wetlands varying in dePth. *Waterbirds* 23:45-55.
- ElPhick, C. S. 2004. Assessing conservation trade-offs: identifying the effects of flooding rice fields for waterbirds on non-target bird sPecies. *Biological Conservation* 117: 105-110.
- ElPhick, C. S., P. Baicich, K. C. Parsons, M. Fasola, and L. Mugica. 2010. The future for research on waterbirds in rice fields. *Waterbirds* 33(SP 1): 231-243.
- EuroPean Inland Fisheries Advisory Commission (EIFAC). 1988. RePort of the EIFAC Working Party on Prevention and control of bird Predation in aquaculture and fisheries oPerations. Food and Agriculture Organization EIFAC Technical PaPer 51: 1-79.
- Fujioka, M., S. D. Lee, M. Kurechi, and H. Yoshida. 2010. Bird use of rice fields in Korea and JaPan. *Waterbirds* 33(SP 1): 8-29.
- Glahn, J. F., M. E. Tobin, and B. F. Blackwell, editors. 2000. A science-based initiative to manage double-crested cormorant damage to southern aquaculture. USDA Animal and Plant Health InsPection Service, Wildlife Services National Wildlife Research Center, Fort Collins, CO, APHIS 11-55-010.
- Glahn, J. F., and D. T. King. 2004. Bird dePredation. Pages 503-529 in *Biology and Culture of Channel Catfish*, C.S. Tucker and J.A. Hargreaves (eds). Elsevier B.V. Publisher, New York.

- Kim, J., F. Steiner, and E. Mueller. 2011. Cranes, crops and conservation: understanding human Perceptions of biodiversity conservation in South Korea's Civilian Control Zone. *Environmental Management* 47: 1-10.
- Lee, P. F., J. E. Sheu, and B. W. Tsai. 1995. Wintering habitat of black-faced spoonbill (*Platalea minor*) at Chiku, Taiwan. *Acta Zoologica Taiwanica* 6: 67-78.
- Lee, S. D., P. G. Jablonski, and H. Higuçji. 2007. Winter foraging of threatened cranes in the Demilitarized Zone of Korea: Behavioral evidence for the conservation importance of unplowed rice fields. *Biological Conservation* 138: 286-289.
- Liu, L. L. 2006. Wintering activity range and Population ecology of Black-Faced Spoonbill (*Platalea minor*) in Taiwan. Ph.D. Dissertation, Texas A & M University, TX, USA.
- Neori, A., T. ChoPin, M. Troell, A. H. Buschmann, G. P. Kraemer, C. Halling, M. ShPigel, and C. Yarish. 2004. Integrated aquaculture: rationale, evolution and state of the art emphasizing seaweed biofiltration in modern mariculture. *Aquaculture* 231: 361-391.
- PR Newswire. 2011/10/7. Conservationist and Rice Farmers Agree: Project is for the Birds. From <http://www.marketwatch.com/story/conservationists-and-rice-farmers-agree-project-is-for-the-birds-2011-10-07>
- PRBO Conservation Science. 2011. Waterbirds and Agriculture. From <http://www.Prbo.org/cms/630>.
- Parsons, K. C., P. Mineau, and R. B. Renfrew. 2010. Effects of Pesticide use in rice fields on birds. *Waterbirds* 33(SP 1): 193-218.
- Pillay, P. V. R. 2002. *Aquaculture and the Environment*, 2nd Edition. Fishing News Books, Oxford. GB.
- Rainforest Alliance. 2011. Eco-Index. From <http://www.eco-index.org/search/results.cfm?ProjectID=1462>.

- Riet Vell. 2013. Riet Vell. From <http://www.rietvell.com/ingles/index.html>.
- Sebastián-González, E., J. A. Sánchez-ZaPata, and F. Botel. 2009. Agricultural Ponds as alternative habitat for waterbirds: sPatial and temPoral Patterns of abundance and management strategies. *EuroPean Journal of Wildlife Research* 56: 11-20.
- Severinghaus, L. L., K. Brouwer, S. Chan, J. R. Chong, M. C. Coulter, E. P. Poorter, and Y. Wang. 1995. Action Plan for the Black-faced SPoonbill *Platalea minor*. Published by the Chinese Wild Bird Federation, TaiPei, Taiwan. "Task Force to DeveloP an Action Plan for the Preservation of the Black-faced SPoonbill" TaiPei, Taiwan. January 16-22, 1995.
- Siegel-Causey, D. 1997. The Problems of being successful: managing interactions between humans and double-crested cormorants. *SymPosium on Double-Crested Cormorants: PoPulation Status and Management Issues in the Midwest*. USDA National Wildlife Research Center.
- Stafford, J. D., R. M. Kaminski, and K. J. Reinecke. 2010. Avian foods, foraging and habitat conservation in world rice fields. *Waterbirds* 33(SP 1): 133-150.
- Stewart, J. E. 1997. Environmental imPacts of aquaculture. *World Aquaculture* 28: 47-52.
- Stickley, Jr., A. R., G. L. Warrick, and J. F. Glahn. 1992. ImPact of double-crested Cormorant dePredations on Channel Catfish farms. *Journal of the World Aquaculture Society* 23: 192-198.
- Taft, O. W., M. A. Colwell, C. R. Isola, and R. J. Safran. 2002. Waterbird resPoneses to exPerimental drawdown: imPlications for the multisPecies management of wetland mosaics. *Journal of APPLIED Ecology* 39: 987-1001.
- The Migratory Bird Conservation PartnershiP. 2011. The Migratory Bird Conservation PartnershiP. From <http://www.camigratorybirds.org/>
- The Satoyama Initiative. 2013. The Satoyama Initiative 2013. From

## 對黑面琵鷺友善之濕地營造

<http://satoyama-initiative.org/en/>

- TraPP, J. L., T. J. Dwyer, J. J. Doggett, and J. G. Nickum. 1995. Management responsibilities and Policies for Cormorants: United States Fish and Wildlife Service. Colonial Waterbirds 18 (SP 1): 226-230.
- Troell, M., N. Kautsky, and C. Folke, 1999. Applicability of integrated coastal aquaculture systems. Ocean and Coastal Management 42: 63-69.
- Troell, M., A. Neori, T. Chopin, and A. H. Buschmann. 2005. Biological wastewater treatment in aquaculture - more than just bacteria. World Aquaculture 36: 27-31.
- Ueta, M., D. S. Melville, Y. Wang, K. Ozaki, Y. Kanai, P. J. Leader, C. C. Wang, and C. Y. Kuo. 2010. Discovery of the breeding sites and migration routes of Black-faced Spoonbills *Platalea minor*. IBIS 142: 340-344.
- Wildlife Friendly Enterprise Network. 2013. Ibis Rice™. From <http://wildlifefriendly.org/Products/ibis-rice/>
- Wywiałowski, A. P. 1999. Wildlife-caused losses for Producers of channel catfish *Ictalurus Punctatus* in 1996. Journal of the World Aquaculture Society 30: 461-463.
- Yi, Y., and K. Fitzsimmons. 2004. *Tilapia*-shrimp Polyculture in Thailand. Pages 777-790 in New Dimensions in Farmed Tilapia, Bolivar, R., Mair, G., and Fitzsimmons, K. (eds.). Proceedings of ISTA 6. Bureau of Fisheries and Aquatic Resources, Manila, Philippines.
- Yu, Y. T., and C. Swennen. 2004. Habitat use of Black-faced Spoonbills. Waterbirds 27: 129-134.

## 中文部份

中華民國自然生態保育協會，2004。台灣地區黑面琵鷺保育行動綱領建議書。行政院農業委員會。



- 王安利和廖紹安，2008。生態養殖與環保飼料。現代漁業信息 23：3-8。
- 王佳琪，2001。台南七股地區黑面琵鷺度冬之日間活動模式。國立台灣師範大學生物學系碩士論文。
- 王穎、薛天德和陳尚欽，1998。黑面琵鷺棲地監測及經營管理計畫。台南縣政府。
- 王穎、王佳琪和陳尚欽，1999。黑面琵鷺族群監測及棲地利用之研究。行政院農業委員會。
- 王建平、齊心、賴雪端、翁義聰、黃俊賢、黃豔秋、郭東輝、蘇永銘和胡弘仁，2004。黑面琵鷺重要棲息地環境監測。行政院農業委員會。
- 王建平、朱戊杉、陳坤能、陳明志、陳恩倫和翁義聰，2011。黑面琵鷺的食性及其度冬區的漁業資源。2011 黑面琵鷺與沿海濕地保育國際研討會，行政院農委會特有生物研究保育中心、台江國家公園及營建署城鄉發展分署主辦。
- 胡興華、沙志一、李國添、蘇茂森、黃聲威、陳清春和莊慶達，2010。台灣漁業政策研究。財團法人中正農業科技社會公益基金會，臺北市。
- 世界自然基金會香港分會，2011。管理米埔自然保護區。來源  
<http://www.wwf.org.hk/whatwedo/conservation/wetlands/managemaiPo/>。
- 世界自然基金會香港分會，2007。米埔自然保護區研究及監測項目計劃：2007-2011。世界自然基金會香港分會，香港。
- 星島日報，2009/7/13。「綠魚兒」明春上市。來源  
<http://www.singtao.com/archive/fullstory.asP?andor=or&year1=2009&month1=7&day1=13&year2=2009&month2=7&day2=13&category=all&id=20090713a11&keyword1=&keyword2=>
- 翁義聰，2004。台南縣黑面琵鷺生態園區經營及景觀改善規劃案。台南縣政府。
- 國立臺南大學，2010。七股校區生態校園可行性研究。國立臺南大學，台南市。
- 華寧、馬志軍、馬強、宋國賢、湯臣棟、李博和陳家寬，2009。冬季水鳥對崇明東灘水產養殖塘的利用。生態學報 29：6342-6350。
- 趙榮台，2011。里山倡議。大自然雜誌 110：64-67。

## 對黑面琵鷺友善之濕地營造

蔡金助，2009。魚塭類型對台南地區黑面琵鷺空間分布和棲地利用之影響。2009 沿海濕地與水鳥保育國際研討會，行政院農委會特有生物研究保育中心主辦。

蔡金助和黃光瀛，2011。探討年度冬季大台南地區黑面琵鷺族群變動原因暨台江國家公園因應策略。2011 黑面琵鷺與沿海濕地保育國際研討會，行政院農委會特有生物研究保育中心、台江國家公園及營建署城鄉發展分署主辦。

蘇偉成和劉富光，2005。臺灣水產養殖的永續經營。科學發展 385：42-49 頁。

對黑面琵鷺友善之濕地營造計畫 (102)

發行人：呂登元

編撰：王一匡

出版：台江國家公園管理處

地址：70841 台南市安平區城平路 2 號

電話：06-3910000

傳真：06-3911234

網址：<http://www.tjnP.gov.tw/>

委託單位：台江國家公園管理處

受託單位：臺南大學

出版日期：102 年 12 月

版次：初版