

對黑面琵鷺友善之濕地營造計畫
(103)

台江國家公園管理處委託研究報告

中華民國103年12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 (103)

受委託者：國立臺南大學

研究主持人：王一匡

研究助理：李昶誠、郭庭豪、呂宗原、謝佳汶、陳曉瑩

黃元照、李家徹、韓明益、邱顯皓

台江國家公園管理處委託研究報告

中華民國103年12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	IX
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
第一節養殖工作紀要	15
第二節水質調查結果	17
第三節魚類調查結果	24
第四節生物量估計	27
第五節底棲生物	30
第六節虱目魚收成	37
第七節 校區鳥類調查結果	42
第八節 魚塭鳥類調查結果	55
第九節 南區濕地	64
第五章結論與建議	69
第一節結論	69
第二節建議	71
附錄一調查照片	73
附錄二 魚種名錄	77

對黑面琵鷺友善之濕地營造

附錄三 蝦蟹名錄	79
附錄四 鳥類名錄	81
附錄五 103年度校區鳥類調查資料	84
附錄六 期中審查會議紀錄	87
附錄七 期中審查會議紀錄	91
參考書目	93

表次

表 4-1C3的營養鹽變化	23
表 4-2C3的溶氧變化	23
表 4-3南、北潮溝魚類調查記錄(2月~6月)	25
表 4-4 南、北潮溝魚類調查記錄(8月~10月)	26
表 4-5 各養殖魚塭雜交慈鯛生物量估算	27
表 4-6 各魚塭底棲魚、蝦蟹和螺之密度	29
表 4-7 B和C組魚塭底質化學特性	32
表4-8養殖魚塭底棲生物調查結果	34
表4-9 歷年收成的虱目魚重、飼料量和換肉率	38
表4-10 虱目魚養殖成本分析	41
表4-112014年西校區鳥類調查統計表	44
表4-12 南區濕地的特徵	66

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 濕地和潮溝的(A)鹽度、(B)酸鹼度和(C)溶氧 19
- 圖 4-2 濕地和潮溝的(A) 葉綠素A、(B) PO_4^{3-} -P、(C) NO_3^- -N的濃度 20
- 圖 4-3 養殖魚塢的(A) 酸鹼度、(B) 溶氧和(C)鹽度 21
- 圖 4-4 養殖魚塢的(A)葉綠素A、(B) PO_4^{3-} -P、(C) NO_3^- -N的濃度 22
- 圖 4-5 各魚塢的雜交慈鯛(A)標準體長和(B)體重比較 28
- 圖 4-6 魚塢底泥 (A) 總有機碳含量和 (B) 總氮含量 (%) 33
- 圖 4-7 養殖魚塢底棲生物 (A) 搖蚊科、(B) 沙蠶科、(C) 纓鰓蟲科密度 . . 35
- 圖 4-8 魚塢的虱目魚(A)標準體長、(B)體重和 (C) 肥滿度比較 39
- 圖 4-9 2013和2014各魚塢的虱目魚的體重比較 40
- 圖 4-10 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 47
- 圖 4-11 南大七股西校區在留鳥和冬候鳥期之(A)鳥種數、(B)鳥隻數之比較 . 48
- 圖 4-12 南大七股西校區(A)鳥種數、(B)鳥隻數隨時間之變化 48
- 圖 4-13 南大七股西校區之(A)雁鴨科隻數、(B)鷺科隻數、(C) 鶇科隻數、(D)
鶇科隻數隨時間之變化 49
- 圖 4-14 南大七股西校區之(A)燕鶇隻數、(B)黑面琵鷺隻數隻數隨時間之變
化 51
- 圖 4-15 南大七股西校區之四個區域在留鳥期之(A)鳥種數、(B)密度之比較 . 53
- 圖 4-16 南大七股西校區之四個區域在冬候鳥期之(A)鳥種數、(B)密度之比較 54
- 圖 4-17 魚塢放水前後密度比較，(A)A組、(B)B組、(C)C組和(D)D組有放水的魚塢
鳥類密度高於沒有放水的鳥類密度 56
- 圖 4-18 魚塢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
魚塢鳥種數高於沒有放水的鳥種數 58

圖 4-19 第一組魚塢放水後，鷓鴣科、鷺科、 鶺鴒科、黑面琵鷺和高蹺鶺鴒的隻數變化，
(A)A2、(B)B2、(C)C2和(D)D2的鳥隻數變化 59

圖 4-20 第二組魚塢放水後，鷓鴣科、鷺科、 鶺鴒科、黑面琵鷺和高蹺鶺鴒的隻數變化，
(A)A3、(B)B1、(C)C1、(D)D1的鳥隻數變化 60

圖 4-21 魚塢放水後，調查到各魚塢中黑面琵鷺的隻次變化，(A)第一批放水的魚
塢和(B) 第二次批放水的魚塢及C2 62

圖 4-22 七股西校區南區濕地編號 65

圖4-23 南區濕地的 (A) 鳥隻數和 (B) 鳥種數 67

圖 4-24 南區濕地的 (A) 濕地面積和鳥密度、(B) 濕地面積和鳥種數的散佈
圖 68

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，在2010/2011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；從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塢進行養殖實驗，比較四種提供食源的方式，魚塢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）。並且進行同組魚塢水位降低和沒有降低水位的鳥類利用調查比較，以評估黑面琵鷺等候鳥食源的方式。

三、重要發現

今年度養殖仍使用南、北潮溝的水，因為今年度的降雨較少。今年度水質調查結果顯示，濕地與南和北潮溝在電導度、鹽度和酸鹼度上有顯著差異，22和29號濕地的鹽度和電導度較低；雖然22和29號濕地都有蘆葦覆蓋，兩者仍有差異。南和北潮溝和北潮池的葉綠素A較高；其他的水質變數和營養鹽沒有差異。比較魚塢，只有酸鹼度有差異，其他水質因素皆沒有差異；雖然C3有較高的平均營養

對黑面琵鷺友善之濕地營造

鹽，C1和C2有較高的平均葉綠素A，因為變異數高所以不顯著。

今年度在4月初開始進行魚塭整理，5月初沒有適合大小的魚苗放養，因此，5月20日才放虱目魚苗。C3魚塭在6月底曾發生魚群死亡的現象；原因可能為底棲絲狀藻死亡後分解，消耗氧氣，造成缺氧的現象。

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塭較不相同，種類也較多，南潮溝魚種最多。以剪鰭法估計雜交慈鯛的數量，有餵食的虱目魚池的雜交慈鯛最多，也最大，沒有餵食魚池的雜交慈鯛較小。底棲魚蝦蟹以虱目魚、野生魚池和沒有餵食的雜交慈鯛魚池較多，有餵食的雜交慈鯛池較少。

比較B和C組的底棲動物，B組底泥的總有機碳和總氮沒有明顯變化，但是搖蚊隨著時間減少。C組底泥的總有機碳和含水率跟著餵食飼料增加，總氮沒有變化，腺帶刺沙蠶和纓鰓蟲隨著餵食而增加。

比較往年收成，今年（103年）的養殖虱目魚收成量比去年低，但是比前年高；可能因為今年比去年晚開始養殖。以C1虱目魚收成量最高，C2次之，C3最低。換肉率以C3最高，C1次之，C2最低。虱目魚重量以C1和C3較重，C2最低。

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9月底至隔年3月初為冬候鳥期，9、10月冬候鳥/過境鳥到達，3月底至9月初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、高蹺鴿、小白鷺和褐頭鷓鴣。今年校區旁的61號道路持續施工，加上人員由東校區騎車至魚塭區的干擾，與往年比較，利用西校區高峰期鳥類數量下降。

西校區鳥類分區調查結果顯示，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和密度；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；鳥類密度以南潮池區最高，乾草地區最低。

魚塭降低水位前，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 102/103 年的魚塭實驗結果顯示，大致而言，降低水位之後，利用魚塭鳥類的密度高於降低水位之前和沒有降低水位的魚塭鳥類密度，利用魚塭的鳥種數也高於降低水位之前和沒有降低水位的魚塭鳥種數。在水位降低後，許多鷺科、鶉科、鴿科、鷓鴣科等鳥類進魚塭覓食，包括黑面琵鷺也經常在魚塭中覓食。103/104 年降低水位的實驗仍在進行中，已經記錄到黑面琵鷺等鳥類在魚塭覓食。

因為部份南區濕地與潮溝的通路被封閉，今年度開始對南區的濕地進行瞭解。在年初，有些濕地逐漸乾涸，68和74號濕地仍可感潮，65和66號濕地和68號濕地連通，64、68、70和74號濕地水位降低。各個濕地有不同的鳥類利用時間和方式。

本計畫結果提供黑面琵鷺友善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，102/103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

對黑面琵鷺友善之濕地營造

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，維護養殖戶收入並提供

食物給黑面琵鷺等候鳥，以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）。台江國家公園包含其中 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。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，大部份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，使得黑面琵鷺難以找到食源，需要補充黑面琵鷺的食源（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，過去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，適合做為黑琵及候鳥食源養殖實驗和棲息地營造研究的場所。

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。
- 三、瞭解適合黑面琵鷺之棲息環境（實驗區）。

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

我們期望的願景為在七股地區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的主張相符合。里山倡議主張促進符合生物多樣性基本原則的活動，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)。里山倡議包括了五個生態和社會經濟層面的觀點：一、在承載量與環境恢復能力(resilience)的限度內使用資源；二、循環使用自然資源；三、認識在地傳統與文化的價值和重要性；四、透過各方利益關係者的參與和合作，從事自然資源和生態系服務的永續和多功能管理；五、促成永續的社會經濟(包括減貧、糧食安全、永續的生計和授予在地社區權力)。

一般水產養殖戶認為，鳥類為水產養殖的有害生物，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，並且已經成功，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

日本兵庫縣豐岡市以復育水稻田棲地復育重新引進的東方白鸛(*Ciconia boyciana*)。東方白鸛為瀕臨絕種的鳥類，主要在俄羅斯西伯利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，造成其食物水生動物減少；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水深控制。豐岡市政府從 2005 年 9 月 24 日開始放東方白鸛，並推出東方白鸛之舞的產品標章，從 2004 年開始，不使用或減少 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)。

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。因為涉禽和許多水鳥需要 2 至 6 英吋的水深，稻農需要更早進水，維持淹水更久的時間，並緩慢降低水位。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 2011)。在柬埔寨，巨鸛 (*Thaumatibis gigantea*) 為一種瀕危物種，農民以保護和監測巨鸛的方式種植稻米者，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，一直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。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關於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)。

濕地的水鳥利用

探討水鳥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) 研究水鳥對 25 個濕地的利用，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)、浮鴨(dabbling duck) 和涉鳥(wading bird) 的鳥種數在淺水濕地較多，而潛鳥(diving bird)

鳥種數在深水濕地較多 (Colwell and Taft,2000)。鳥的密度也與水深度相關，涉鳥和浮鴨的密度在淺水濕地較多，而潛鳥的密度在深水濕地較多 (Colwell and Taft,2000)。Taft 等人 (2002) 進一步以實驗法，在冬季和春季降低濕地水位以進行比較，結果指出在冬天水位降低的濕地的濱鳥 (shorebird) 和水鴨 (teal) 密度增加；浮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因子為水深變異。

國立臺南大學七股西校區溼地

臺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、花身鰱或黑鯛)、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 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。虱目魚收成已經完成，收成虱目魚製成罐頭。水質分析大致上顯示 1 至 4 月份樣本鹽度和電導度較高，因為降雨較少；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施用，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，魚群集組成較不同。102 年，C1 和 C3 的虱目魚較長，C2 較小；C3 的虱目魚最重，平均 650 克，C1 平均 587.4 克次之，C2 平均 519.8 克最輕；肥滿度沒有差異。C1 共收成 3114 公斤，C2 共收成 2370 公斤，C3 共收成 1350 公斤。若雜交慈鯛有餵食，生物量會較高。鳥類調查結果顯示，10 至 4 月中為冬候鳥期，4 月中至 9 月主要為留鳥，黑面琵鷺在冬候鳥期時利用校區棲息。分區調查顯示，在留鳥期，魚塭和北蘆葦區有較高的鳥種數和密度，南區和乾草地區較低；在冬候鳥期，雖然鳥種數沒有差異，但魚塭、北蘆葦區和南區的密度較高。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，降低水位後的鳥類密度高於降低水位前的鳥類密度，也高於沒有降低水位的魚塭的鳥類密度。

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被收回為校地，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。

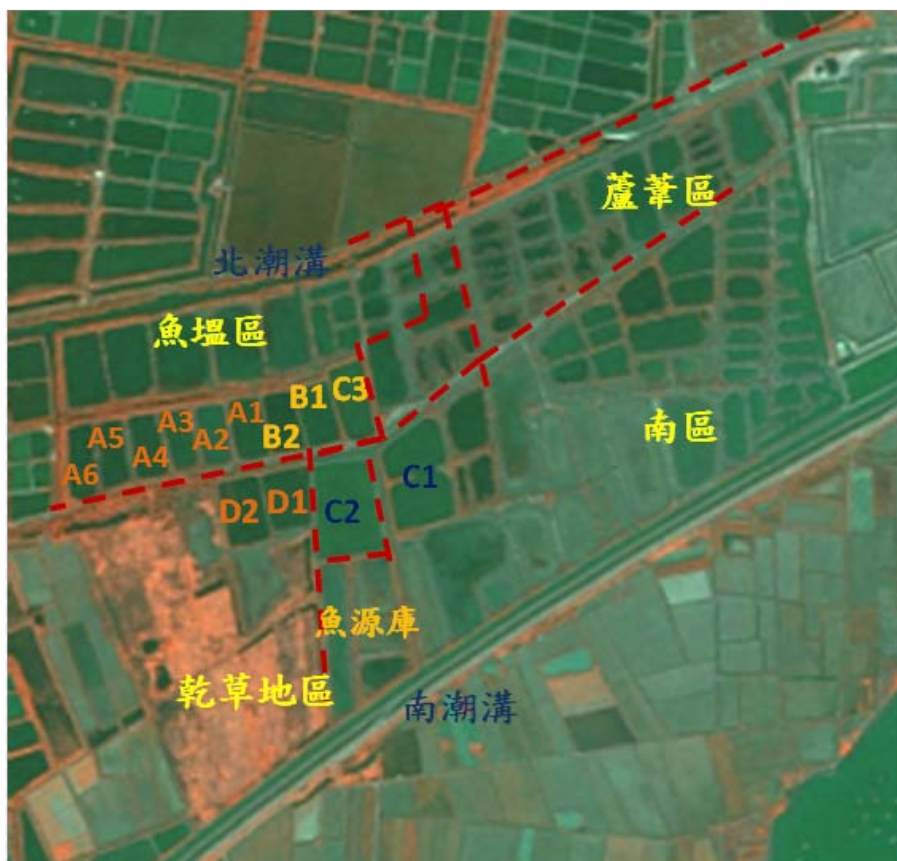


圖 3-1、計畫實驗地點在國立臺南大學七股校區西校區，實驗組 A 為野生魚種不餵食、B 為雜交慈鯛不餵食、C 為虱目魚且餵食及 D 為雜交慈鯛且餵食。虛線為鳥類調查穿越線。

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、水源供給和維護魚塭；二是購買魚苗及飼料，並餵食魚隻；三是水質、鳥類、魚類和底棲動物調查；四為在魚塭降低水位後，監測鳥類的使用魚塭和濕地。

魚塭準備

整理魚塭準備養殖的工作包括將水抽乾並曬池，以清除池底有機物。虱目魚塭在整理過後，以米糠鋪撒於魚塭，進水以培養藻類做為虱目魚食源。

在養殖前，先對潮溝和魚塭進行整理，潮溝整理包括將魚塭區中央的潮溝疏濬，讓水能流通，以提供魚塭水源。魚塭的整理則包括築堤、土堤維護、挖深溝和整平等工作。

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；每個實驗組有兩個魚塭。虱目魚為淺坪式的養殖，並且增加一池C3，以提供鳥類食源；兩池虱目魚C1和C2各放5000隻虱目魚苗，C3放3000隻。野生魚種為來自於潮溝的魚，如同廢休養魚塭，但是擁有潮溝的魚源。雜交慈鯛池放養來自校區魚源庫土生的雜交慈鯛。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。在南北邊的潮溝，經過我們連續的調查發現，雜交慈鯛已經在校區周遭和東魚塭的潮溝建立族群。

本計畫執行養殖實驗的進行，購買魚苗放養，購買草本飼料，提供魚隻食物。

提供抽水幫浦油料和維護，抽水調節水以維護水質，在夜間抽排水以維護魚塭有足夠的溶氧，確保魚隻存活。

草本飼料每 1050 公斤的成份為：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 公斤及鈣粉（岩石） 15 公斤。加肥草本飼料以全脂豆粉和米糠增加油脂，每 1050 公斤成份為：黃豆粉（沙拉油副產品） 400 公斤、全脂豆粉 150 公斤、米糠（全脂） 285 公斤、粉頭（日本高黏性） 200 公斤、鈣粉（宜蘭岩石） 15 公斤。

魚塭動物調查

在放養魚隻後，管理員進行投餌餵食，並注意和控制水質，以加水和排水改善水質。魚類採樣的目的是為瞭解虱目魚的成長和野生魚的群聚組成，採樣原則上每兩個月進行一次，以蛇籠捕捉，俗稱蜈蚣網，網目 0.75 公分。每個蛇籠以竹竿固定後，再放入餌料誘捕魚隻。於調查前一天下午放網，第二天收魚。蛇籠網在魚塭的架設位置為西南方角落，網口面向北方，以利於引導沿著魚塭周圍活動的魚隻進入網袋。另外，以細網（網目 0.2 公分）包覆蝦籠置於岸邊，採集仔稚魚，以瞭解於魚隻是否繁殖。捕捉後記錄魚隻標準體長、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，其餘魚種記錄其數量。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 22、29 和 74 號濕地及南潮溝（SC）、北潮溝（NC）和北潮池（NCP）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及底棲動物組成變化和底泥環境特性之關係，在虱目魚收成前進行。調查分成兩個部份，第一個是估計底棲的魚蝦蟹螺貝類等生物量，以底拖網採樣進行。底拖網採樣時，拖行長度

10 公尺，拖網寬度 2.6 公尺，有固定的拖網採樣面積；魚、蝦蟹和螺貝類分別現場秤重。第二是以 Ekman 採泥器採樣底泥表層的大型無脊椎動物和底泥，Ekman 採泥器長和寬各 15 公分。以 Ekman 採泥器採樣時，每個魚塭分成 3 格，每格各取 1 個樣本；樣本在現場以 500 μm 的篩網清洗，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。

水質分析

在每次採樣時，以野外型水質儀記錄養殖池和潮溝的溶氧、鹽度、水溫、酸鹼度和電導度；以專人連續測量記錄水質，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 μm 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 $^{\circ}\text{C}$ 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 $^{\circ}\text{C}$ 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、氨氮和硝酸鹽氮，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 (NIEAW427.53B)，氨氮以靛酚比色法分析 (NIEA W448.51B) 和硝酸鹽以分光光度計法分析 (NIEA W419.51A)。

鳥類的調查

七股西校區全區的鳥類群集以穿越線法調查，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，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。此外，我們將西校區分成四區：北蘆葦、南潮池、魚塭和乾草地區。調查時，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。

在虱目魚收成過後將排定時間，逐池降低水位，供候鳥進食，並排定人員每隔一天進行鳥類監測。在魚塭降低水位後調查魚塭土堤內的鳥類，開始日期為降

低水位當天，調查記錄時間約自清晨 6 時開始，記錄魚塭包括 A1、A2、A3、B1、B2、C1、C2、D1、D2 共 12 池，加上南區濕地的記錄。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。在降低水位期間，利用高塔鋼架觀察記錄魚塭的黑面琵鷺和鳥類。

資料分析

水質分析

水質因子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。

養殖分析

魚塭魚隻的肥滿度(condition factor)計算方式為(體重(g))/(體長(cm))³ 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，但是本實驗為粗放養殖，換肉率會較高。

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) 探討鳥類樣本群集之間的分群，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，選取適當的分群數量，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。鳥類群集組成資料先轉換為相對豐度。

降趨對應分析(Detrended Correspondence Analysis)探討鳥類樣本群集之間的

對黑面琵鷺友善之濕地營造

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。分析資料為群集物種的相對豐量。降趨的目的為去除的對應分析的曲線效應（arch effect）

密度比較

魚塭實驗處理間的密度和鳥種數差異則以 t 檢定分析或單因子變異數分析（one-way ANOVA）判斷，若是結果顯著，則以 Duncan 多重比較分析比較處理間的高低。

第四章 結果與討論

第一節 養殖工作紀要

今年度因為利用 C3 捕捉水鳥並上標籤，所以延自 4 月初開始整理魚塭，在 4 月中整理完成。因為部份魚塭低窪處仍有積水，需要先將水抽乾之後開始曬坪。魚塭整理部份包括土堤整理、C2 魚塭中央推平、南區濕地與南潮溝連通的水管埋設及魚塭部份整平濬深。虱目魚在整理過後，以施放米糠增肥培養藻類，以幫浦抽取潮溝的水進入。

西校區南區有數池與潮溝連接的通路在去年遭到封閉，今年埋設 8 吋水管接通南潮溝，原本預計共有 50、57、65、70 和 74 號濕地接通，每個濕地兩隻水管。在施作時，因為漁民抗議，只有 50 和 57 完成，65 只埋設一支水管。74 號原本已經有 1 支水管連通。

原本預計於 5 月初放養虱目魚苗，由於 5 月初只能買進今年第二批繁殖的虱目魚苗，當時體型只有 2 至 3 寸，不適合放養。直到 5 月 20 日早上，自高雄市彌陀區取得魚苗，約中午 12 點開始放入 4 寸的虱目魚苗，C1 和 C2 各放 5000 隻魚苗，C3 放 3000 隻魚苗。在放入後第二天，C3 就有約兩百隻魚苗死亡。6 月份開始陸續自魚源庫（A4 至 A6）中捕捉雜交慈鯛，放至雜交慈鯛魚塭（B1、B2、D1、D2 和 A3 魚源庫）。

在 6 月底，C3 水質變差，虱目魚浮頭。6 月 25 日魚類調查時，以人工清理魚塭底部的藻類。6 月 30 日清晨，虱目魚死亡約二千一百隻。7 月 1 日清晨，再死亡約七百隻，C3 的虱目魚已經幾乎全部死亡。C3 在換水之後，於 7 月 13 日，由七股六孔碼頭黃先生魚塭購入二千隻 5 寸虱目魚魚苗，C3 至收成前，沒有再發生魚群死亡。

在 9 月 11 日，C1 水質變差，約有 500 隻虱目魚死亡，到收成前沒有大群魚隻死亡。C2 和 C3 虱目魚在 10 月 30 日順利收成，送至日寶罐頭工廠製作黑琵虱目罐頭。C1 配合自然旅遊活動和社會企業計畫在 11 月 8 日收成，送至虱目魚加工廠取魚肚和製作魚丸。當時以網目較大的刺網做圍網，可能重量較輕，虱目魚可以自網底逃脫；因此圍網捕捉數次之後仍然有許多虱目魚在魚塭內。11 月 29 日，雇用魚工將 C1 剩下的虱目魚收完，以圍網收魚兩次，仍收得 1 千 7 百多斤。

第二節 水質調查結果

魚塭水質

在2月份，除了C3仍未降低水位，其他的魚塭皆完全乾涸或只剩少量積水，因此，只對潮溝和濕地的野外水質和營養鹽皆進行測量。在4月份，魚塭尚未進水，因此，也只測量潮溝和濕地。在6月份，魚塭已經進水並放入魚隻，所以，對魚塭、潮溝和濕地都進行調查。

今年度仍使用南和北潮溝的水養殖，因為1到4月份幾乎沒有降雨，5月份只有些微降雨，6月份也沒有降雨（資料來源中央氣象局七股氣象站），沒有足夠雨水輸入。在4月的調查資料顯示，南、北潮溝的鹽度高達40‰，可能因為長期沒有降雨，水蒸發而鹽度上升；南潮溝水的溶氧較北潮溝和池略低。在6月份，南、北潮溝的鹽度降至30‰左右，因為南潮溝連接曾文溪口，所以鹽度略低些。7月降雨約60公厘；8月降雨較多約306公厘；9月仍有降雨約62公厘。10和11月沒有明顯的降雨。整年的降雨量偏低。

比較濕地和潮溝的水質因子，電導度和鹽度有顯著差異（ $F = 10.83$ ， $P < 0.001$ ； $F = 24.84$ ， $P < 0.001$ ），Duncan多重比較檢驗的結果顯示22和29號濕地為較低的一組，其他水體為較高的組（圖4-1）。酸鹼度也有顯著差異（ $F = 4.31$ ， $P = 0.006$ ），22號濕地和南潮溝為較低的一組，其他水體為較高的組。溫度和溶氧並不顯著。雖然22號濕地的平均溶氧較低，可能是溶氧變異數較大，因此不顯著（圖4-1）。22號濕地在北蘆葦區，蘆葦茂密，可能是因為底部蓄積的有機物的分解作用，造成溶氧和酸鹼度較低。29號濕地也在北蘆葦區，水淺且面積較大，蘆葦覆蓋少，溶氧高且變化大，可能是因為浮游和底棲藻類的光合作用造成。在營養鹽方面， NH_4^+-N 、 NO_2^--N 、 NO_3^--N 和 $\text{PO}_4^{3-}-\text{P}$ 都不顯著。水體中葉綠素A有顯著差異（ $F = 3.42$ ， $P = 0.018$ ），22、29、74號濕地和南潮溝為較低的一組，南、北潮溝和潮池為較高的一組（圖4-2）。儘管22和29號濕地的平均濁度較低，因為

北潮溝和潮池的變異數較大，所以水體間的差異不顯著。

比較魚塢的水質因子，僅有酸鹼度有顯著差異 ($F = 2.51$, $P = 0.034$)，B1、D1和D2為較高的一組，B1、D2和其他水體為較低的組 (圖4-3)。電導度、鹽度、溫度和溶氧不顯著。雖然C3曾經有魚群暴斃並且平均溶氧較低，因為B1和C2有較大的變異數，所以差異不顯著 (圖4-3)。在營養鹽方面， $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2^-\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 和 $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 都不顯著；葉綠素A和濁度也不顯著。 $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 的機率正好在0.05，C3平均值較高， $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 也以C3平均值較高 (圖4-4)；但是，C3在這兩個因子的變異數都較大，可能因此結果不顯著。C1和C2的葉綠素A值的變異數都較大，可能因此結果不顯著；C3的葉綠素A濃度並非最高，排行第4高。

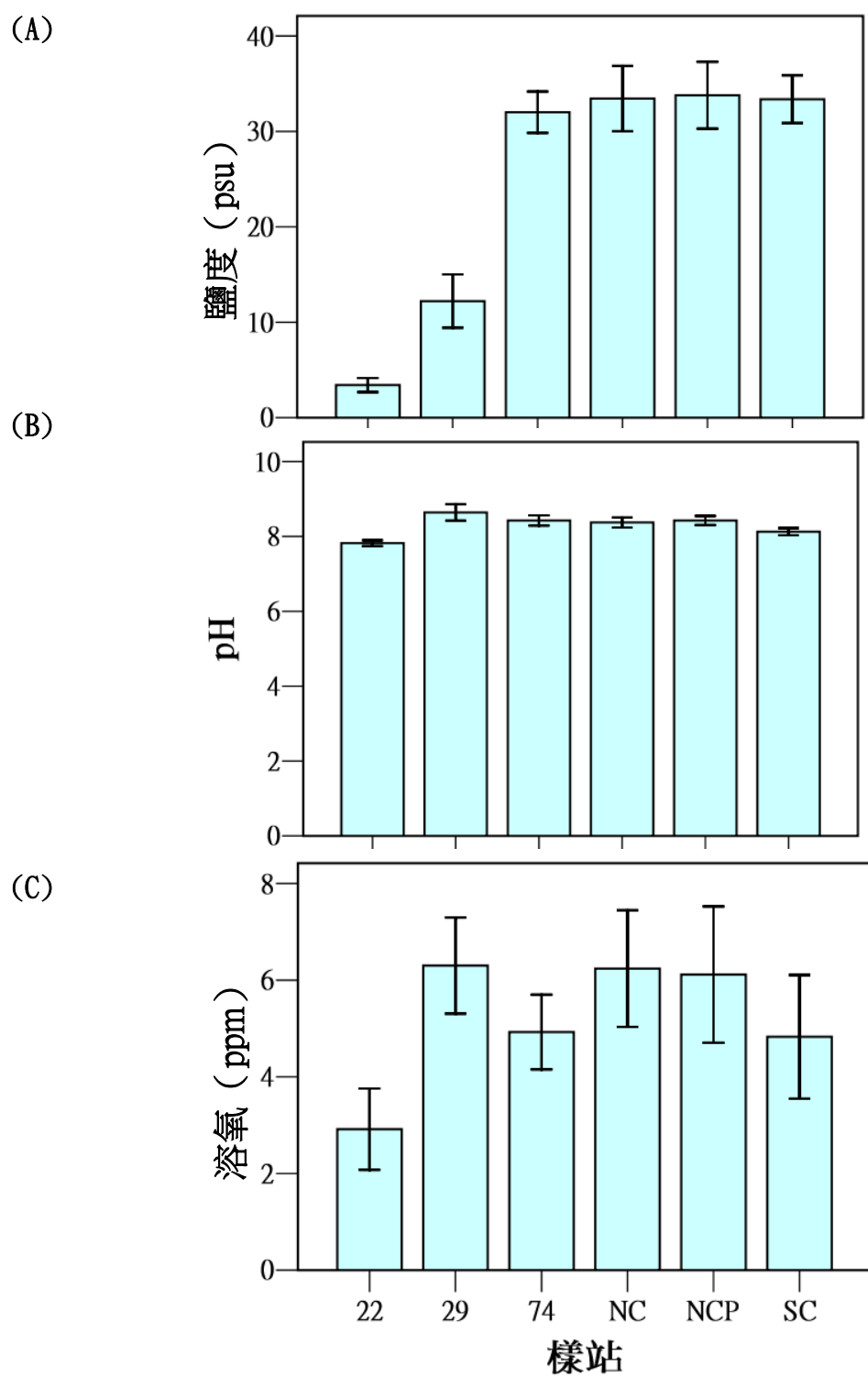


圖4-1、濕地和潮溝的(A)鹽度、(B)酸鹼度和(C)溶氧。

(平均數 ± 標準誤)

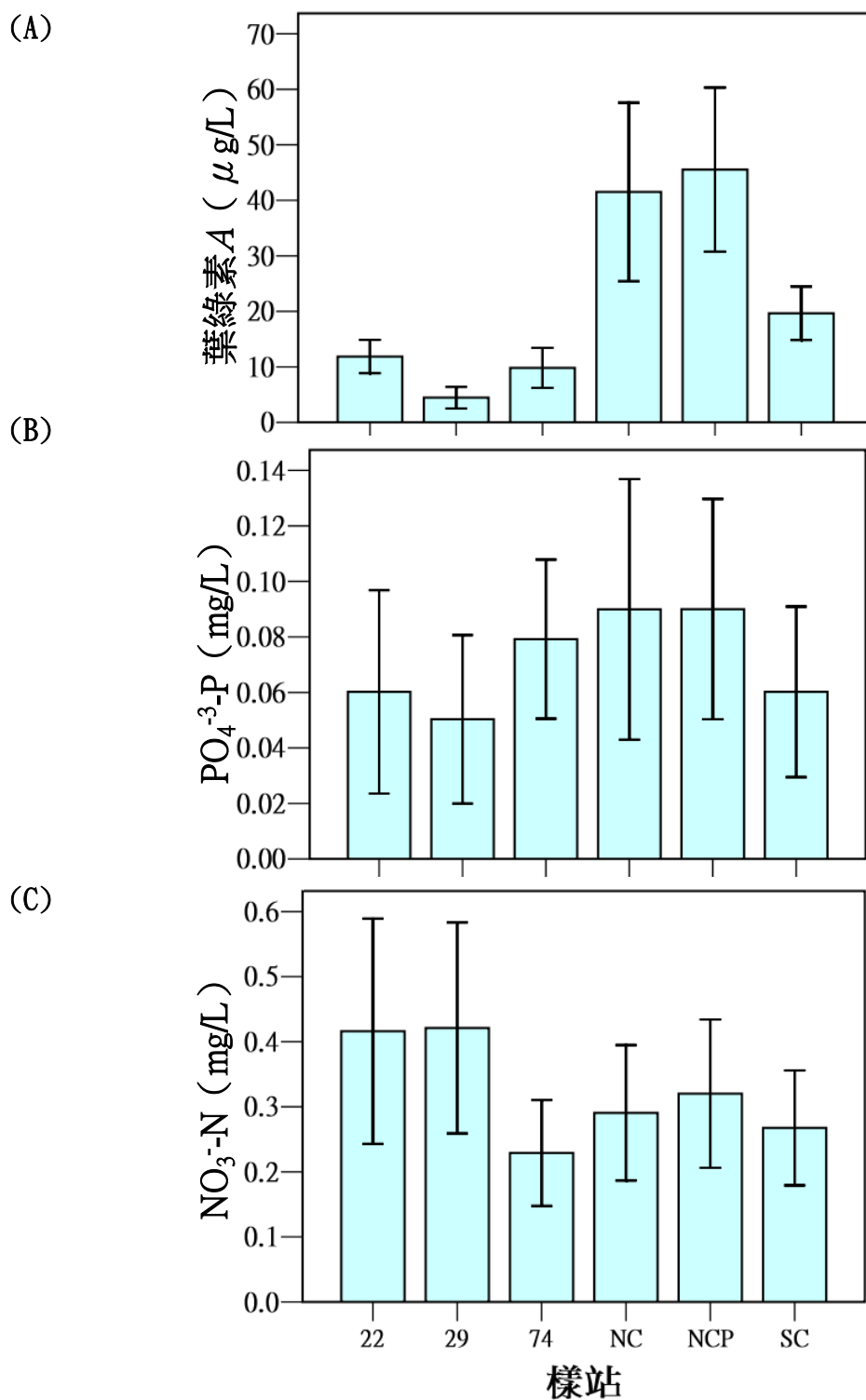


圖4-2、濕地和潮溝的(A)葉綠素A、(B) $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 、(C) $\text{NO}_3^{-}\text{-N}$ 的濃度。

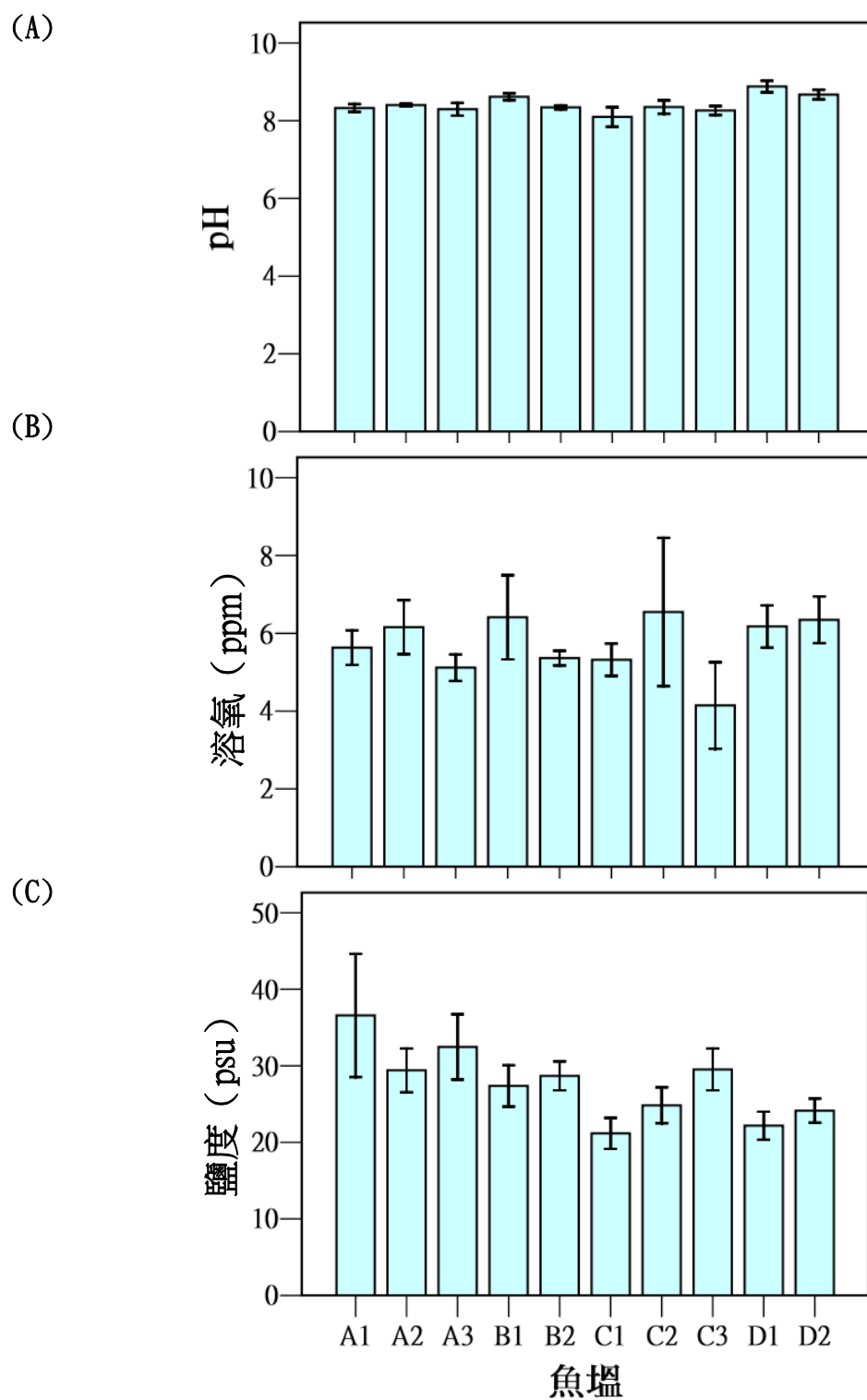


圖4-3、養殖魚塢的(A)酸鹼度、(B)溶氧和(C)鹽度。

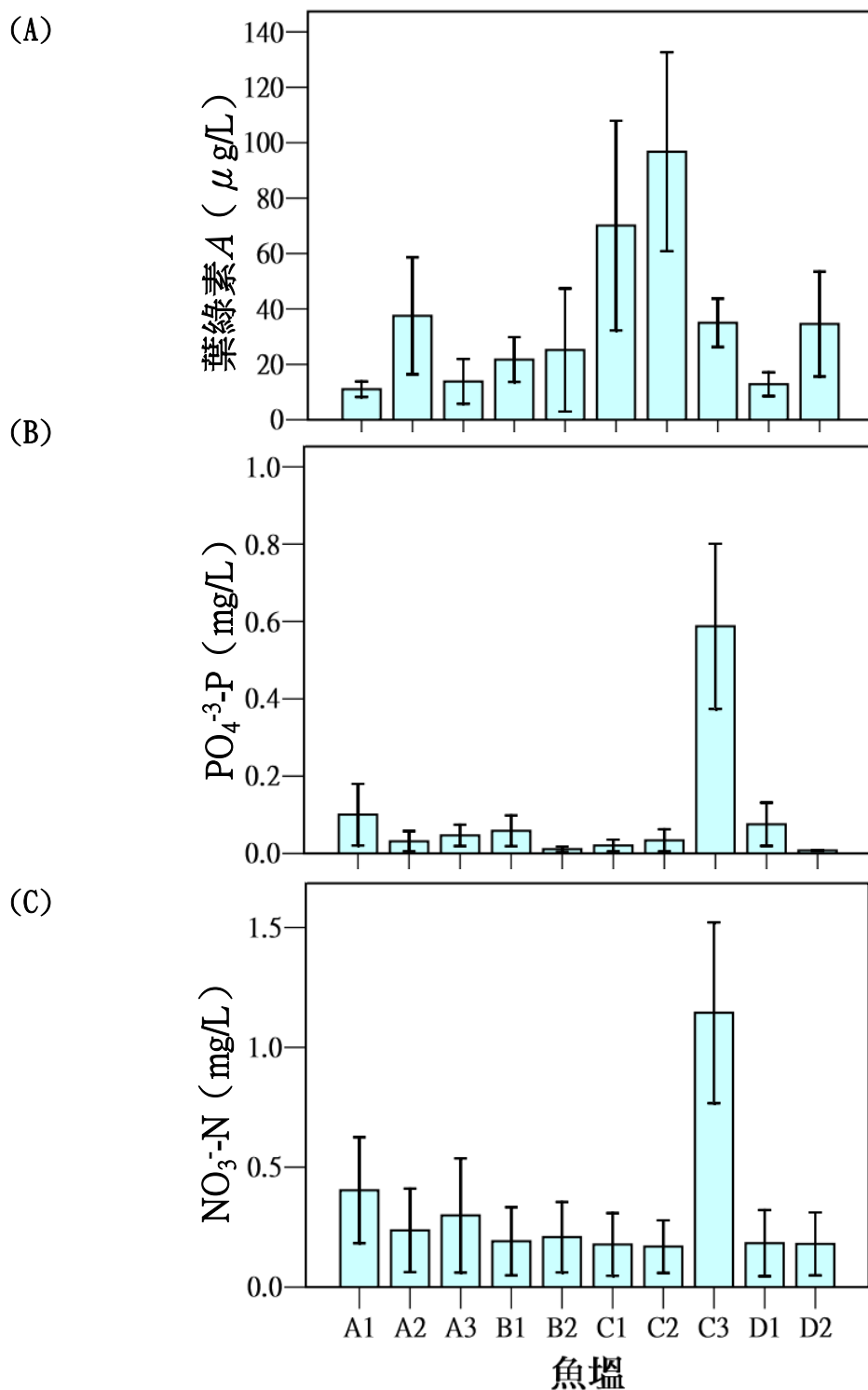


圖4-4、養殖魚塢的的(A)葉綠素A、(B)PO₄³⁻-P、(C)NO₃⁻-N的濃度。

C3的魚群死亡事件分析

針對C3的魚隻死亡的事件做分析，由營養鹽的資料顯示（表 4-1），相較於 6 月 25 日的營養鹽濃度，6 月 30 日和 7 月 2 日的 NO_3^- -N、 NO_2^- -N和 PO_4^{3-} -P的濃度大幅增加； NH_3 -N並無明顯變化；葉綠素A 略為增加。

另外，由溶氧數據（表 4-2）可以看出清晨溶氧下降為虱目魚死亡的可能原因，溶氧下降至約 1.5 ppm。6 月 25 日的調查資料顯示，C3 的溶氧是所有魚塢中最低的。由於養殖池中底棲絲狀藻類自 6 月中開始死亡分解，雖然於 6 月 25 日以人工方式清除了底棲藻，造成藻類死亡之後，營養鹽大幅增加，造成微生物作用旺盛，消耗溶氧，使得溶氧下降至極低的濃度，因而造成魚隻浮頭，魚隻因溶氧不足而死亡。

建議未來 C3 在養殖前要增加曝曬時間，以翻土和曝曬去除土壤中的有機物質，並考量是否需要以米糠增肥培養藻類。在藻類的抑制方面，因為考量目前市面上殺藻劑均含有銅，一旦使用會留存於魚塢中，因此不建議使用。雖然國外有天然植物性的殺藻劑，但是尚未找到適合購買的方式。

表 4-1、C3 的營養鹽變化。

日期	時間	NH_3 -N (mg/L)	NO_3^- -N (mg/L)	NO_2^- -N (mg/L)	PO_4^{3-} -P (mg/L)	葉綠素 A ($\mu\text{g/L}$)
6 月 25 日	14:00	0.222	0.488	0.016	0.316	23.70
6 月 30 日	13:20	0.218	2.135	0.052	1.273	23.70
7 月 2 日	5:00	0.226	2.141	0.052	0.984	26.66
7 月 2 日	6:00	0.218	2.203	0.052	1.267	26.66

表 4-2、C3 的溶氧變化。

日期	溶氧(ppm)	溶氧(%)	備註
6 月 25 日	2.88	42.4	下午
6 月 30 日	3.12	44.1	下午
7 月 2 日	1.53	20.7	清晨

7月2日 1.20 17.0 清晨

第三節 魚類調查結果

本計畫於5月20日放入4寸虱目魚苗，放入魚池前取樣50隻，標準體長為 10.9 ± 1.5 公分(平均 \pm 標準差)，全長為 13.2 ± 2.0 公分，體重 21.7 ± 15.1 克，肥滿度為 1.51 ± 0.56 。

C3魚塭於6月30日死亡的虱目魚經測量後的體型大小如下：標準體長為 20.3 ± 1.3 公分(平均 \pm 標準差)，全長為 24.6 ± 1.5 公分，體重 142.0 ± 27.7 克，肥滿度為 1.68 ± 0.12 。

C3魚塭於7月13日放入5寸虱目魚苗二千隻，其體型大小如下：標準體長為 13.2 ± 1.0 公分，全長為 16.2 ± 1.2 公分，體重 42.0 ± 11.6 克，肥滿度為 1.79 ± 0.30 。

調查區以雜交慈鯛為優勢種類，除了虱目魚塭外，在魚塭和潮溝都是如此。但是，南、北潮溝（SC、NC）和北潮池（NCP）的魚類組成資料與魚塭較不同，因此呈現南、北潮溝、北潮池和選擇濕地的資料。在大部份樣本中，以大鱗鯪為優勢種，在有些樣本中雜交慈鯛仍為優勢種類（表4-3、4-4）。南潮溝魚種數較其他樣站多；濕地中捕獲較多蝦虎科的魚。

表 4-3、南、北潮溝和濕地 2 至 6 月魚類調查資料。

魚種	2/23	2/23	2/23	4/27	4/27	4/27	4/27	6/26	6/26	6/26	6/26
	NC	NCP	SC	NC	NCP	SC	29 號	NC	NCP	SC	74 號
大棘鑽嘴魚											1
曳絲鑽嘴魚		1									
大鱗鯪	3	2	23		5	9		1			3
虱目魚	1										
棕塘鱧									1		
黃鰭鯛											2
環球海鯨		3		1							
點帶叉舌鰕虎							2				1
雀細棘鰕虎								1			
雜交慈鯛	1	4		3	4	6			3		1
彎線雙邊魚							2				1
魚隻數	5	10	23	4	9	19	1	1	4	8	1
魚種數	3	4	1	2	2	4	1	2	3	5	1

表 4-4、南、北潮溝和濕地 8 至 10 月魚類調查資料。

魚中文名	8/24 NC	8/24 NCP	8/24 SC	8/24 29 號	8/24 74 號	10/4 NC	10/4 NCP	10/4 SC	10/4 29 號	10/4 74 號
大眼海鯷	1									
大棘鑽嘴魚			1							
曳絲鑽嘴魚	1	2								
竹針魚		1								
花身雞魚							1			
虱目魚										
大鱗鯪		1	3			14	24	7		
烏魚								2		
小緋鰕虎				1						1
雀細棘鰕虎									6	1
點帶叉舌鰕虎	1									1
棕塘鱧										
黑塘鱧						1				
環球海鯨		1	2					1		
黃鰭鯛										
雜交慈鯛		3	8		9	1		14		
彎線雙邊魚										
魚隻數	3	8	14	1	9	16	25	24	6	3
魚種數	3	5	4	1	1	3	2	4	1	3

第四節 生物量估計

雜交慈鯛生物量

雜交慈鯛為養殖魚塢中的優勢魚類，於 10 月份以剪背鰭法估算隻數和生物量。估算結果以 D2 隻數最多也最重（表 4-5）；A2 魚隻數第二，魚重第三；D1 魚重第二，魚隻數第三。B1 隻數和魚重遠低於其他魚塢，B1 可能因為環境惡化造成雜交慈鯛族群數量較低。A1、A2 和 B2 雖然魚隻較 D1 多，但是因為魚隻較小，所以總重較 D1 輕。C1 和 C2 的雜交慈鯛極少。

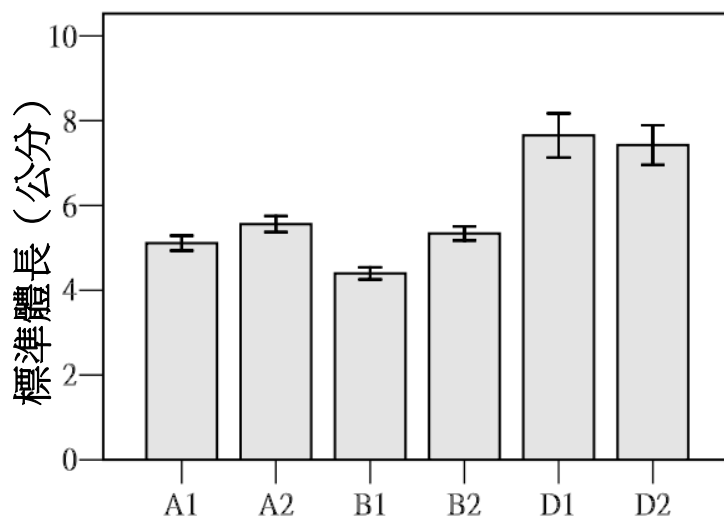
將各養殖池雜交慈鯛的大小做比較，結果顯示標準體長、全長和體重均為顯著不同 ($F = 17.3, P < 0.001$; $F = 18.6, P < 0.001$; $F = 9.3, P < 0.001$) (圖 4-5)；在體長方面，Duncan 多重比較顯示，D1 和 D2 的體長最長，A1、A2 和 B2 為中間組，A1 和 B1 為最小的一組。全長的 Duncan 多重比較結果與體長的相似。在體重方面，D1 和 D2 為最重，其他魚塢的雜交慈鯛為一組。有餵食的 D 組也體型較大，沒有餵食的雜交慈鯛體型較小，這兩年的資料都有相似的結果。

表 4-5、各養殖魚塢雜交慈鯛生物量估算。

魚塢	剪鰭隻數		魚重(克)		估算隻數		估算魚重(Kg)	
	102 年	103 年	102 年	103 年	102 年	103 年	102 年	103 年
A1	0	619	0	4.6±0.8	0	38,783	0.0	178.4
A2	596	568	6.1±1.1	6.8±1.2	26,864	51,841	163.0	352.5
A3	548	0	7.3±1.3	0	12,297	0	90.1	0.0
B1	165	549	13.6±2.5	3.3±0.6	9,461	5,316	128.3	17.5
B2	294	620	8.9±1.6	5.9±1.1	17,345	39,461	153.5	232.8
D1	180	609	20.4±3.7	19.5±3.5	19,547	34,830	398.8	679.2
D2	300	502	26.4±4.8	17.5±3.1	5,327	80,228	140.8	1476.2
C1	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0
C2	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0

C3	313	0.467±8.5	0	0	30,300	0.0	1,416.0
----	-----	-----------	---	---	--------	-----	---------

(A)



(B)

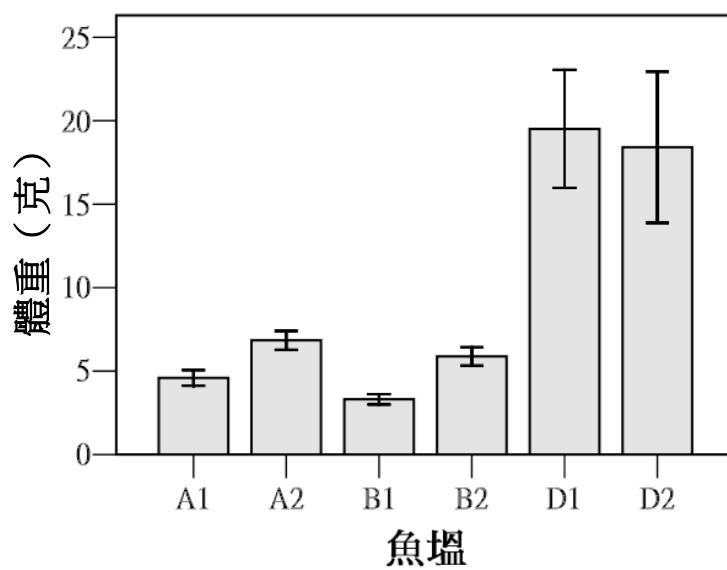


圖 4-5、各魚塭的雜交慈鯛(A)標準體長和(B)體重比較。

底棲魚蝦蟹

底棲魚蝦蟹生物量以拖網法估計。捕捉到的底棲魚類以蝦虎科魚為主，每個魚塭都有蝦虎；魚密度以 D2 最高，C2 次之，A2 第三；C1 和 D1 最低。蝦蟹以 C1 和 C2 密度較高，A1、A2、B2、C3 和 D1 沒有捕捉到。螺之密度以 A2 最高，D2 次之，B2 第三；B1 完全沒有螺，C3 較低。今年在虱目魚塭進水時，以細網濾水，排除雜魚進入虱目魚塭；未來建議使用較大孔徑的網，讓更多東方白蝦可以進入虱目魚塭。

表 4-6、各魚塭底棲魚、蝦蟹和螺之密度。

魚塭編號	魚密度 (克/平方公尺)	蝦蟹密度 (克/平方公尺)	螺密度 (克/平方公尺)
A1	1.3	0.0	13.1
A2	2.4	0.0	92.2
B1	1.1	0.5	0.0
B2	2.4	0.0	43.3
C1	0.1	2.4	16.0
C2	3.1	1.6	41.8
C3	2.2	0.0	6.0
D1	0.2	0.0	25.9
D2	4.9	1.0	71.0

第五節 底棲生物

底泥特性

本研究於今年的5、7、9和11月，針對校區內魚塢（C組：C1和C2；B組：B1和B2）進行底質沈積物的採集。分析結果顯示，無添加養殖飼料的B組魚塢總有機碳（total organic carbon: TOC）與總氮（total N: TN）含量分別介於0.24-0.63%和0.09-0.17%之間，而有添加養殖飼料的C組魚塢總有機碳與總氮含量則是分別介於0.14-1.07%和0.07-0.15%之間。底質的含水量分布，B組魚塢的數值介於27.22-36.04%，而C組魚塢的數值則是介於26.37-34.52%（表4-7）。一般而言，底質環境中的有機碳、氮成分是影響底棲生物群聚分布的重要食物來源(邱，2010)。

以底質的總有機碳含量比較B組魚塢底質數據的季節性變化，結果發現，5月所採集的平均總有機碳含量（B1:0.50±0.01%，B2:0.39±0.04%）與7月（B1:0.45±0.09%，B2:0.40±0.085%）採集數據並無大幅差別。而有添加養殖飼料的C組魚塢底質數據顯示，7月所採集的底質平均總有機碳含量（B1:0.73±0.18%，B2:0.57±0.09%）明顯高於與5月（B1:0.36±0.06%，B2:0.21±0.04%）（圖4-6A）。

以底質的總氮含量而言，季節性變化的程度則沒有總有機碳明顯(圖4-6B)。B組魚塢結果顯示，5月的TN平均含量（B1:0.13±0.02%，B2:0.11±0.01%）略高於7月（B1:0.12±0.01%，B2:0.10±0.01%）而C組魚塢的結果顯示，C1無呈現季節性差異(5月:0.11±0.02%;7月:0.11±0.02%)，而C2在7月(0.08±0.01%)的平均含量則低於5月（0.11±0.01%）(圖4-6B)。

比較底質的含水量變化，在C組魚塢，隨著添加飼料的天數增加，底質含水量也呈現增加的趨勢(5月:30.14±2.37%,28.67±0.56%;7月:31.97±1.06%,30.07±0.70%)。而無添加飼料的B組魚塢則是呈現含水量下降的趨勢（5月:34.50±

0.62%， $32.81 \pm 0.75\%$ ；7月： $32.84 \pm 1.87\%$ ， $30.75 \pm 2.59\%$) (表 4-7)。由於未食用餌料逐漸累積於底質表層，鬆散的餌料堆積更會造成底質含水量的逐漸增加，而本研究分析結果符合此種現象。

底棲生物群聚結構分析

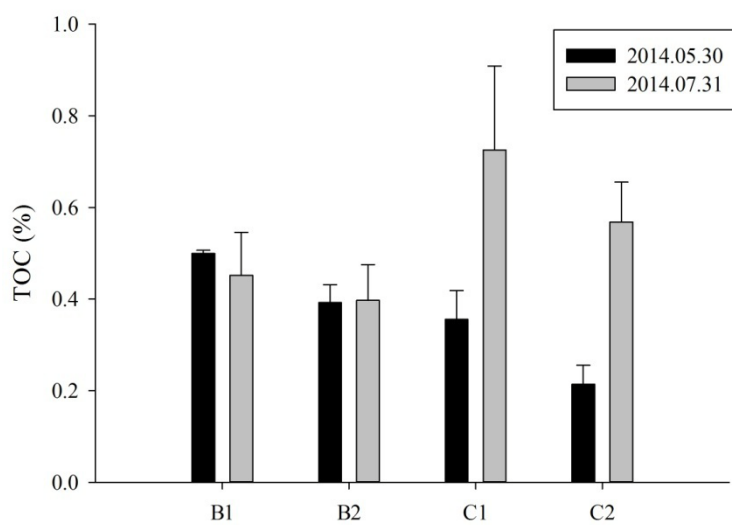
本研究經由 103 年 5 月與 7 月的採樣，校區養殖魚塭內 (B1, B2, C1, C2) 共同存在的三種優勢種底棲生物為：雙翅目(Diptera)的搖蚊科(Chironomidae)、沙蠶科(Nereidae)的腺帶刺沙蠶(*Neanthes glandicineta*)以及纓鰓蟲科(Sabellidae)。

本研究以上述 3 種優勢生物種類來說明有機質的添加與否對於七股校區養殖魚塭內底棲生物群聚結構變化之影響。以搖蚊科(Chironomidae)生物而言，由於 B 組魚塭四周遍佈雜草與低矮灌木林，而魚塭降低水位養殖初期 (5 月) 的採集結果發現大量的幼生搖蚊 (B1: 1599 ± 1511 隻/平方公尺，B2: 968 ± 309 隻/平方公尺) (圖 4-7A)。隨養殖時間增加，7 月採集結果顯示，B1 魚塭已無出現搖蚊，而 B2 魚塭的搖蚊數量亦大幅度驟減到 15 ± 15 隻/平方公尺。C 組魚塭周圍僅有少數低矮雜草，而無明顯的灌木存在。5 月採集結果顯示，搖蚊數量明顯少於 B 組魚塭 (C1: 無搖蚊，C2: 440 ± 221 隻/平方公尺)。而七月的搖蚊數量亦呈現顯著性減少 (C1: 59 ± 15 隻/平方公尺，C2: 無搖蚊) (圖 4-7A)。

表 4-7，B 和 C 組魚塭底質化學特性。

底質特徵	103.05.30				103.07.31			
	B1	B2	C1	C2	B1	B2	C1	C2
總有機碳(TOC, %)								
含量範圍	0.49-0.51	0.32-0.45	0.26-0.47	0.14-0.29	0.30-0.63	0.24-0.49	0.45-1.07	0.39-0.66
平均值	0.50	0.39	0.36	0.21	0.45	0.40	0.73	0.57
標準誤差	0.01	0.04	0.06	0.04	0.09	0.08	0.18	0.09
總氮(TN, %)								
含量範圍	0.11-0.13	0.09-0.11	0.08-0.15	0.10-0.11	0.11-0.17	0.10-0.13	0.08-0.14	0.07-0.09
平均值	0.12	0.10	0.11	0.11	0.13	0.11	0.11	0.08
標準誤差	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01
含水量(%)								
含量範圍	33.37-35.49	31.96-34.31	26.37-34.52	27.59-29.47	29.55-36.04	27.22-35.80	30.13-33.79	28.75-31.15
平均值	34.50	32.81	30.14	28.67	32.84	30.75	31.97	30.07
標準誤差	0.62	0.75	2.37	0.56	1.87	2.59	1.06	0.70

(A)



(B)

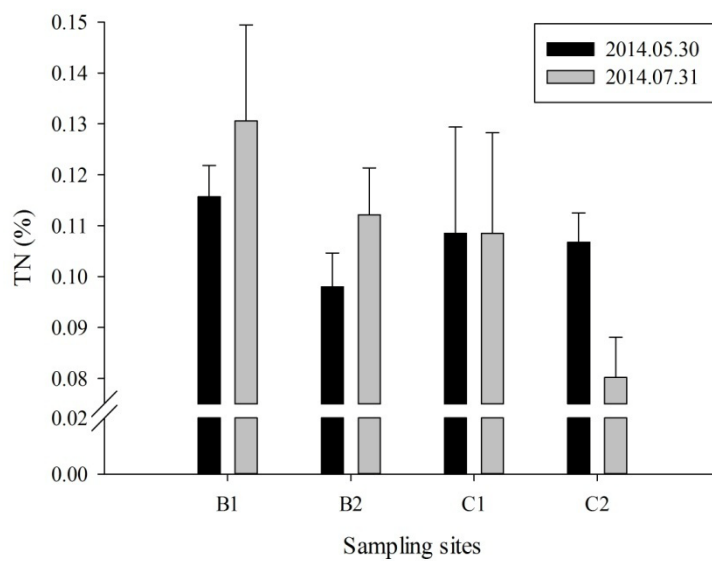


圖 4-6、魚塭底泥 (A) 總有機碳含量 (%) 和 (B) 總氮含量 (%)。

表 4-8、養殖魚塭底棲生物調查結果。

底棲生物	103/5/30				103/7/31			
	B1	B2	C1	C2	B1	B2	C1	C2
Fishes (魚類)								
Gobiidae (鰕虎科)		15±15						
Arthropoda (節肢動物門)								
Amphipoda (端腳目)								59±15
Decapoda(十足目)	15±15							
Diptera (雙翅目)								
Chironomidae(搖蚊科)	1599±1511	968±309		440±221		15 ±15	59±15	
Mollusca (軟體動物門)								
Potamididae (海蟪科)		29±15				15±15		1819±1203
<i>Cerithidea cingulata</i> (栓海蟪)								
Scaphandridae (粗米螺科)		59±29						
Laternulidae (薄殼蛤科)				15±15			15±15	
Naticidae (玉螺科)				44±25				29±15
Annelida (環節動物門)								
Polychaeta (多毛綱)								
Nereidae (沙蠶科)								
<i>Neanthes glandicincta</i> (腺帶刺沙蠶)	1027±471	176±67		73±29		147±78	73±15	293±53
Orbiniidae (錐頭蟲科)	836±300	29±29						
Spionidae (海稚蟲科)	117±29	59±59		44±25				
Sabellidae (纓鰓蟲科)	15±15	29±29				15±15	631±184	851±169

平均值±標準誤差；隻/平方公尺²

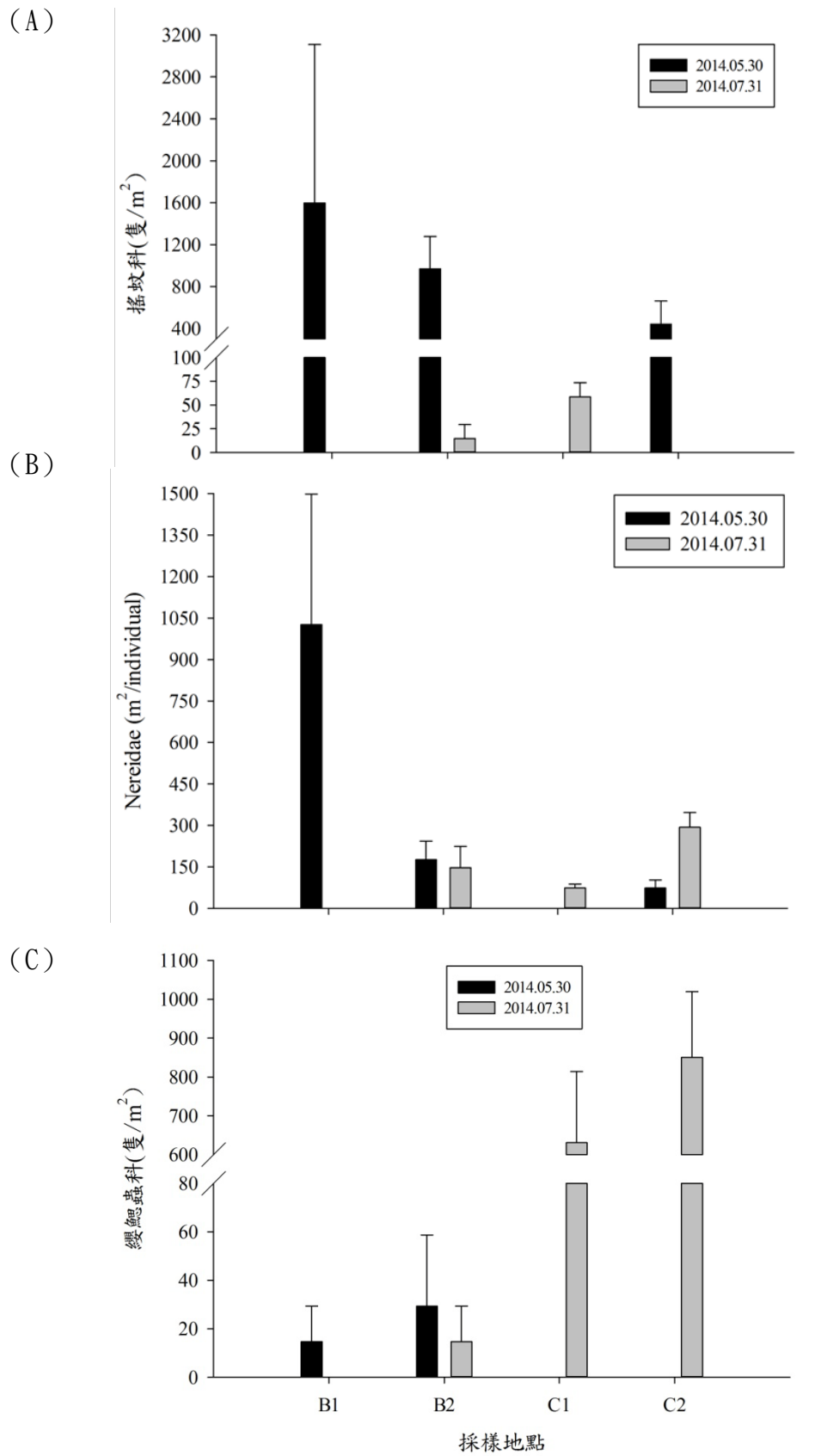


圖 4-7、養殖魚塭底棲生物 (A) 摇蚊科、(B) 沙蠶科和 (C) 纓鰓蟲科 密度。

在 B 組魚塢，由於該魚塢水沒有乾涸，且無添加飼料餵養吳郭魚。因此放養初期便發現大量腺帶刺沙蠶 (B1: 1027±471 隻/平方公尺, B2: 176±67 隻/平方公尺) (圖 4-7B)。而在 7 月的採集結果顯示，密度大幅度降低 (B1: 無沙蠶, B2: 147±78 隻/平方公尺)。而在 C 組的魚塢則呈現與 B 組相反的狀態。由於飼料的定期添加，腺帶刺沙蠶數量豐度在 5 月 (C1: 無沙蠶, C2: 73±29 隻/平方公尺) 明顯低於 7 月 (C1: 73±15 隻/平方公尺, C2: 293±53 隻/平方公尺) (圖 4-7B)。根據過去在七股地區潮間帶底棲多毛類的研究報告顯示，在一年四季中腺帶刺沙蠶 (*Neanthes glandicineta*) 的個體數量佔當地所有多毛類個體數的 38% 以上，是屬於是七股地區底質環境主要優勢物種 (邱等, 2011)。在七股校區的養殖魚塢內，由於飼料的添加造成底質有機物質的逐步累積，而多毛綱沙蠶科 (Nereidae) 的腺帶刺沙蠶為校區內養殖魚塢的繁生優勢物種。

纓鰓蟲科 (Sabellidae) 的密度亦呈現與腺帶刺沙蠶相同的趨勢。在 B 組魚塢的數量隨著時間增加而減少。7 月 (C1: 15±15 隻/平方公尺, C2: 29±29 隻/平方公尺) 生物數量明顯低於 5 月 (C1: 沒有纓鰓蟲, C2: 15±15 隻/平方公尺) (圖 4-7C)。而在 C 組魚塢 (C1, C2) 的數量則是隨著養殖時間而大幅增加。由 5 月的沒有纓鰓蟲出現，到 7 月的纓鰓蟲高密度 (C1: 631±184 隻/平方公尺, C2: 851±169 隻/平方公尺) (圖 4-7C)。

根據上述底質環境分析與底棲生物群聚分析結果得知，養殖飼料的添加與否對於南北兩側魚塢的底質環境造成顯著性的明顯差異。由於南北兩側魚塢周遭植被環境的差異造成養殖初期的底棲生物群聚結構組成的差異。再加上所輸入的養殖海水亦來自於不同區域的南 B 組潮溝以及養殖飼料添加與否的差異，間接造成南北兩側魚塢的底質環境變化亦出現顯著性差異。

第六節 虱目魚收成

虱目魚收成

今年虱目魚共收成 4259 公斤 (7098 斤) (表 4-9)，去年虱目魚收成 6705 公斤 (11175 斤)，而前年虱目魚收成 2312.3 公斤 (3853.8 斤) (表 4-9)。今年總收成比去年低，但是比前年高。C1、C2 和 C3 池分別各收成 1735、1590 和 934 公斤。換肉率以 C3 最佳，每餵食 2.71 公斤的飼料可以生長 1 公斤的虱目魚肉；C1 換肉率為 3.48 次之；而 C2 為 3.81 最低。相較於全黃豆飼料實驗的換肉率 3.17 ± 0.42 (Shiau et al., 1988)，本研究結果在合理範圍內。C2 在餵食時觀察到比較不吃餌料的狀況。C3 再養殖的隻數降低到二千隻，可能因為密度低，競爭低，所以魚隻長得較好。

比較 3 池收成的虱目魚大小，魚全長有顯著差異 ($F = 5.10, P = 0.008$)，Duncan 事後比較顯示 C1 和 C3 的虱目魚較長，分別 38.3 ± 0.4 和 38.3 ± 0.4 公分，C2 較短為 36.5 ± 0.6 公分。標準體長也有顯著差異 ($F = 3.69, P = 0.029$) (圖 4-8)，Duncan 事後比較顯示 C3 和 C1 較長，分別為 31.3 ± 0.3 和 31.0 ± 0.3 公分，C2 最小為 30.0 ± 0.4 公分。魚重也有顯著差異 ($F = 10.26, P < 0.001$)，Duncan 事後比較顯示 C1 和 C3 的虱目魚較重，分別為 527.0 ± 19.9 克和 574.3 ± 17.1 克，C2 較輕為 456.3 ± 19.4 克。三池虱目魚的肥滿度有顯著差異 ($F = 14.29, P < 0.001$)，Duncan 事後比較顯示 C3 最肥為 1.86 ± 0.03 ，C1 次之為 1.75 ± 0.03 ，C2 最小為 1.66 ± 0.03 。

將去年和今年各虱目魚的重量做比較，魚標準體長有顯著差異 ($F = 14.11, P < 0.001$)，Duncan 事後比較顯示 102 的 C1 和 C3 為最長的一組，102 的 C2 和 103 的 C1 和 C3 為中間的組，103 的 C1 和 C2 為最小的一組。魚重也有顯著差異 ($F = 11.81, P < 0.001$)，Duncan 事後比較顯示 102 的 C3 為最重的一組，102

的 C1 和 103 的 C3 為第二高的組，102 的 C2 和 103 的 C1 和 C3 為一組，103 的 C2 為最小的一組（圖 4-9）。

表 4-9、這三年收成的虱目魚重、飼料量和換肉率。

虱目魚	103 年			102 年			101 年		
	收成 (kg)	飼料 (Kg)	換肉率	收成 (kg)	飼料 (Kg)	換肉率	收成 (kg)	飼料 (Kg)	換肉率
C1	1735	5664.1	3.48	3114	7841.8	2.63	632	5485.8	9.54
C2	1590	5644.7	3.81	2370	7521.5	3.36	1679	5526.6	3.48
C3	934	2301.1	2.71	1221	6286.4	5.50	1.3	3001.9	NA

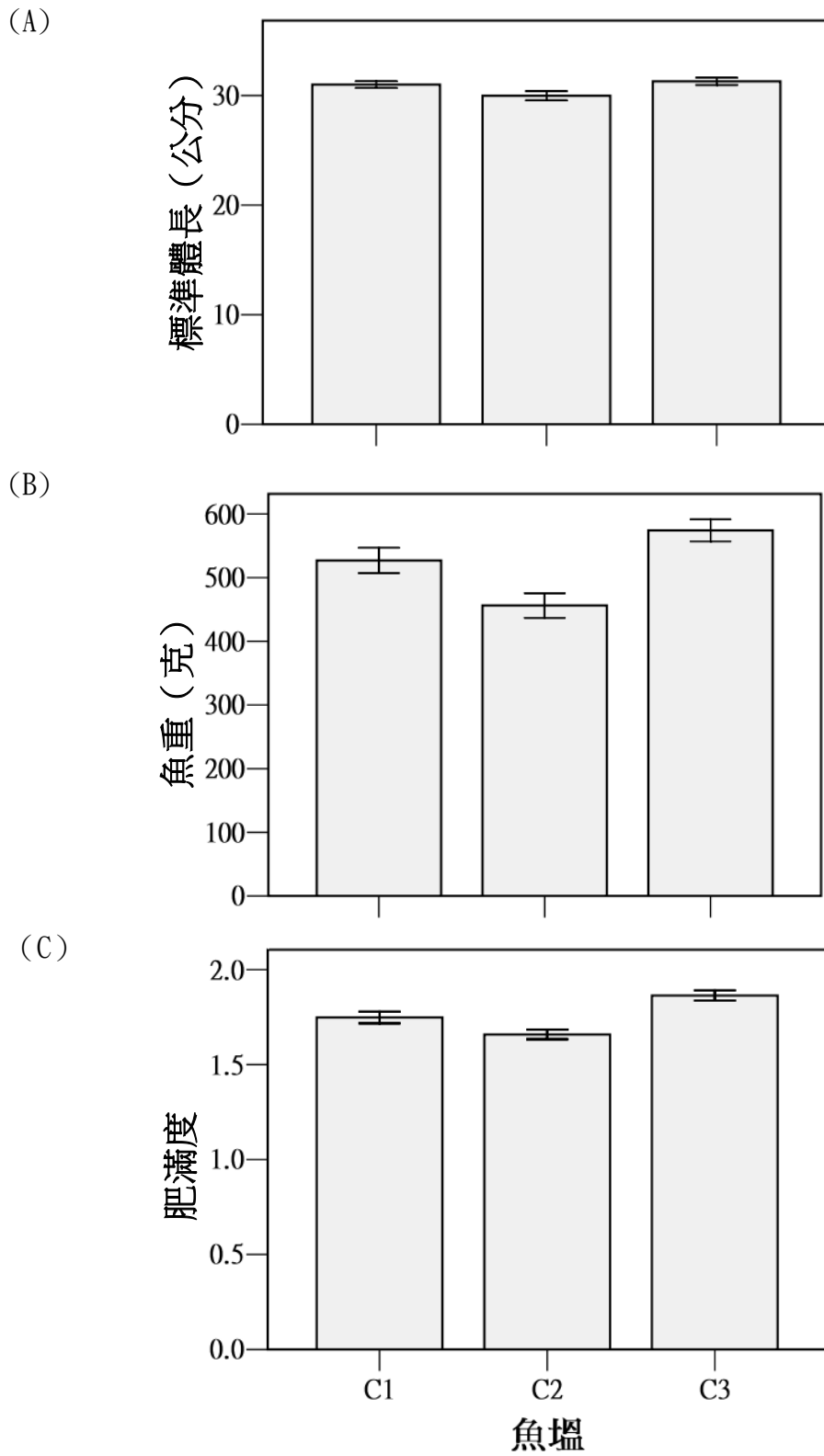


圖 4-8、魚塭的虱目魚(A)標準體長、(B)體重和 (C) 肥滿度比較。

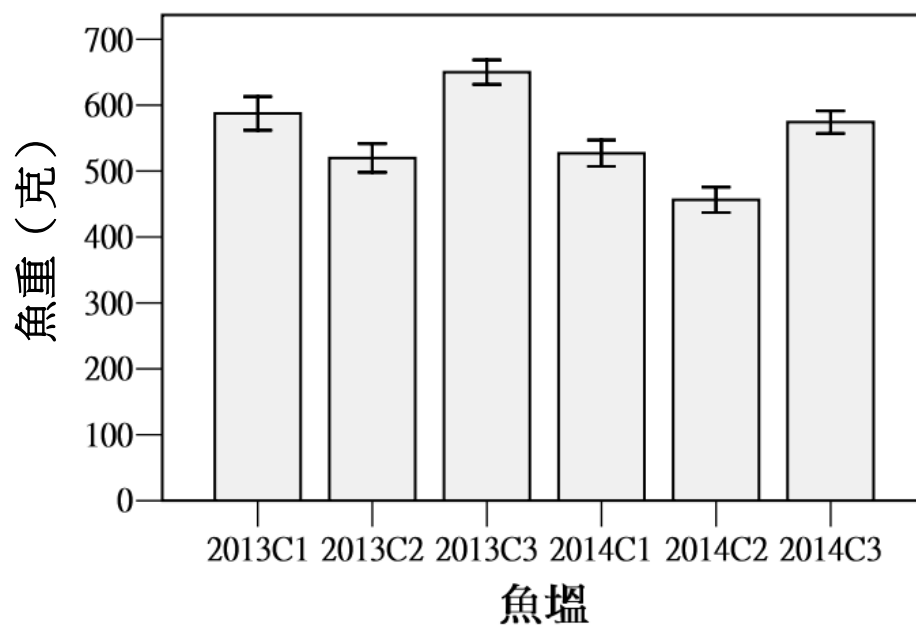


圖 4-9、102 和 103 各魚塢的虱目魚的體重比較。

成本分析

比較虱目魚池每公斤收成的飼養成本(表 4-10), C2 每公斤收成的成本最高為 91 元。C1 的成本為每公 84 元, C3 的成本最低為 72 元。C3 可能因為放養密度較低, 魚隻的成長較好, 單位成本較低。C1 曾經有魚群死亡的狀況。

表 4-10、虱目魚塢養殖成本分析。

項目	C1	C2	C3
飼料(元)	99,451	99,199	47,790
魚苗(元)	25,000	25,000	9,000
油(元)	15,000	15,000	8,000
收魚工資(元)	5,600	5,600	2,800
總成本(元)	145,051	144,799	67,590
收成(公斤)	1,735	1,590	934
單位成本 (元/公斤)	84	91	72

第七節 校區鳥類調查

校區鳥類調查結果

今年度(103)冬季、春季與秋季交替的鳥種數在28種以上，鳥種數最高在3月初、4月底與11月初，分別為28、29和28種。5月底至7月底之間的鳥種數明顯減少到20種以下，最少為6月初的14種，從8月初又開始增加。鳥類數量最多在10月底，因有雁鴨科過境，調查到811隻；最少在7月初，有87隻(表4-11)。

優勢鳥種隨季節而變化，冬季主要以蒼鷺為優勢種，其他優勢冬候鳥有小水鴨、埃及聖鸛、黑腹濱鵲和大白鷺等(表4-11)。直到3月底，冬春交替，夜鷺數量開始增加，逐漸轉為主要優勢鳥種之一，並持續到夏末，其他夏季優勢鳥種有大白鷺、小白鷺，且陸續增加棕沙燕、褐頭鷓鴣、長腳鷓鴣、灰頭鷓鴣與赤腰燕。8月底，已有候鳥開始過境，優勢鳥種開始轉變為冬候鳥的鵲鴿科，有青足鵲、夜鷺和小環頸鵲，其他優勢鳥種陸續有金斑鵲、蒼鷺、小白鷺、大白鷺。10月底則加入了雁鴨科為優勢種。

今年度較特別的是長腳鷓鴣在6月變得特別多；鳥類調查時，走在西校區的主要道路上，大部分路程都能看到長腳鷓鴣4隻到9隻不等，一路在身邊警戒、驅趕或擬傷，其他鳥種像小白鷺剛降下到蘆葦區路邊的水池覓食也會立即遭到驅離，有可能會稍微影響到其他鳥類利用西校區棲地。

今年進出西校區的主要路線是從東校區走石頭路，使得之前有調查記錄到夏候鳥燕鴿，今年並未在石頭路上築巢和棲息，但還是能看到燕鴿在乾草地區與魚塭區之間飛行和盤旋。

100年度從7月份開始調查至12月，校區鳥類調查共記錄到25科54種。101年度調查，校區鳥類調查共記錄到28科65種。102年度調查，校區鳥類調查共記錄到30科64種。103年度調查從1月至11月初，校區鳥類調查共記錄

到 28 科 58 種。

累計校區鳥類調查共記錄到 34 科 84 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 4-11、103 年西校區鳥類調查統計表。

日期	鳥種數	隻數	優勢種 (%)
1 月 12 日	26	169	蒼鷺(25.4)、小水鴨(15.4)
1 月 25 日	25	380	蒼鷺(42.6)、埃及聖鸛(12.6)
2 月 8 日	23	679	大白鷺(32.8)、蒼鷺(27.2)、黑腹濱鵝(12.4)
2 月 22 日	27	280	蒼鷺(30.7)、大白鷺(24.6)
3 月 8 日	28	274	蒼鷺(43.1)、褐頭鷓鴣(7.7)
3 月 22 日	22	397	夜鷺(36.5)、蒼鷺(13.6)
4 月 12 日	24	244	大白鷺(28.3)、夜鷺(23.8)、小白鷺(11.5)
4 月 26 日	29	164	夜鷺(32.3)
5 月 10 日	23	188	小白鷺(23.9)、夜鷺(19.1)、大白鷺(13.3)、
5 月 25 日	18	143	大白鷺(23.8)、棕沙燕(18.9)、夜鷺(13.3)、 褐頭鷓鴣(10.5)
6 月 15 日	14	111	夜鷺(25.2)、長腳鵝(12.6)、褐頭鷓鴣(10.8)
6 月 29 日	16	113	褐頭鷓鴣(24.8)、夜鷺(20.4)、長腳鵝(10.6)
7 月 5 日	16	87	褐頭鷓鴣(25.3)、長腳鵝(17.2)、 夜鷺(13.8)、灰頭鷓鴣(9.2)
7 月 29 日	17	146	大白鷺(24.7)、褐頭鷓鴣(18.5)、夜鷺(17.1)
8 月 15 日	21	155	大白鷺(25.2)、夜鷺(16.8)、赤腰燕(7.7)、 褐頭鷓鴣(7.7)
8 月 29 日	25	225	青足鵝(17.3)、夜鷺(15.1)、小環頸鵝(13.8)
9 月 11 日	24	197	小白鷺(12.7)、金斑鵝(13.2)、蒼鷺(11.7)
9 月 29 日	22	561	小白鷺(44.6)、大白鷺(25.7)、蒼鷺(10.0)
10 月 11 日	23	249	大白鷺(33.3)、蒼鷺(18.9)、夜鷺(8.4)
10 月 25 日	21	811	赤頸鴨(31.4)、小水鴨(28.9)、 黑面琵鷺(12.1)
11 月 8 日	28	248	蒼鷺(18.5)、小水鴨(16.1)、琵嘴鴨(10.5)、 夜鷺(10.5)

鳥類群聚結構

分析自 100 年 (2011 年) 7 月到 103 年 11 月共三年半的調查結果，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 4-10A)，群一為 3 月底至 9 月初的群聚，群二為 9 月底至隔年 3 月初的群聚。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 4-10B)。群一的指標物種有中白鷺、黑翅鳶、棕沙燕與家燕，群二的指標物種有赤足鵡、洋燕、赤頸鴨、小水鴨、紅頸濱鵡與尖尾鴨；群一的優勢種(占總數百分比)有夜鷺(18.5)、小白鷺(9.1)、長腳鵡(9.0)、褐頭鷓鴣(5.4)、大白鷺(5.4)、，群二的優勢種(占總數百分比)有赤頸鴨(21.1)、蒼鷺(16.4)、小水鴨(6.5)、大白鷺(6.5)、黑面琵鷺(5.8)。

獨立樣本 t 檢定顯示鳥種數和隻數在冬候鳥期高於留鳥期 ($t = -4.67, P < 0.001$; $t = -5.83, P < 0.001$) (圖 4-11)，冬候鳥期的平均鳥種數為 26 高於留鳥期的 21，冬候鳥期的平均鳥隻數為 545 隻高於留鳥期的 241 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 4-12)。調查到的鳥類隻數是從 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 次調查達到一千七百多隻，主要是雁鴨科的赤頸鴨數量 1229 隻(圖 4-12B)。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開始進行景觀工程，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。102 年 10 和 11 月調查到的隻數再度下降至 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；此外，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。

以常見的鳥類科別作數量分析，雁鴨科的數量顯示 10 月至隔年 4 月為數量較高的時間(圖 4-13A)，但是 102 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；103 年雁鴨科調查總數也低於前一年度，比前一年度約少了 500 隻，推測可能人為干擾與部分水池很快乾涸，致棲息的雁鴨科數

量下降。2011年11月第1次調查的雁鴨科數量是最高時候，佔了該次調查隻數約70%；6、7和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3年的9月開始增加，數量最高點是10和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4-13B）。鷓科、鴿科鳥類幾乎全年都可以觀察到，在冬候鳥期數量較高，但是數量變動大（圖4-13C和4-13D）。由燕鴿的數量能明顯看出其為夏候鳥（圖4-14A），今年因為人員由東校區進入魚塭區，以致未調查到燕鴿築巢和停棲。黑面琵鷺每年在10月開始出現，101年持續至4月中，102和103年只停留至3月初（圖4-14B），而在其他地方有出現的記錄，可能顯示七股地區食物不足。102年冬候鳥期在西校區的黑面琵鷺數量較以往少，七股主棲地的數量也是較以往少，而在頂山與茄荳地區的數量有增加的趨勢。

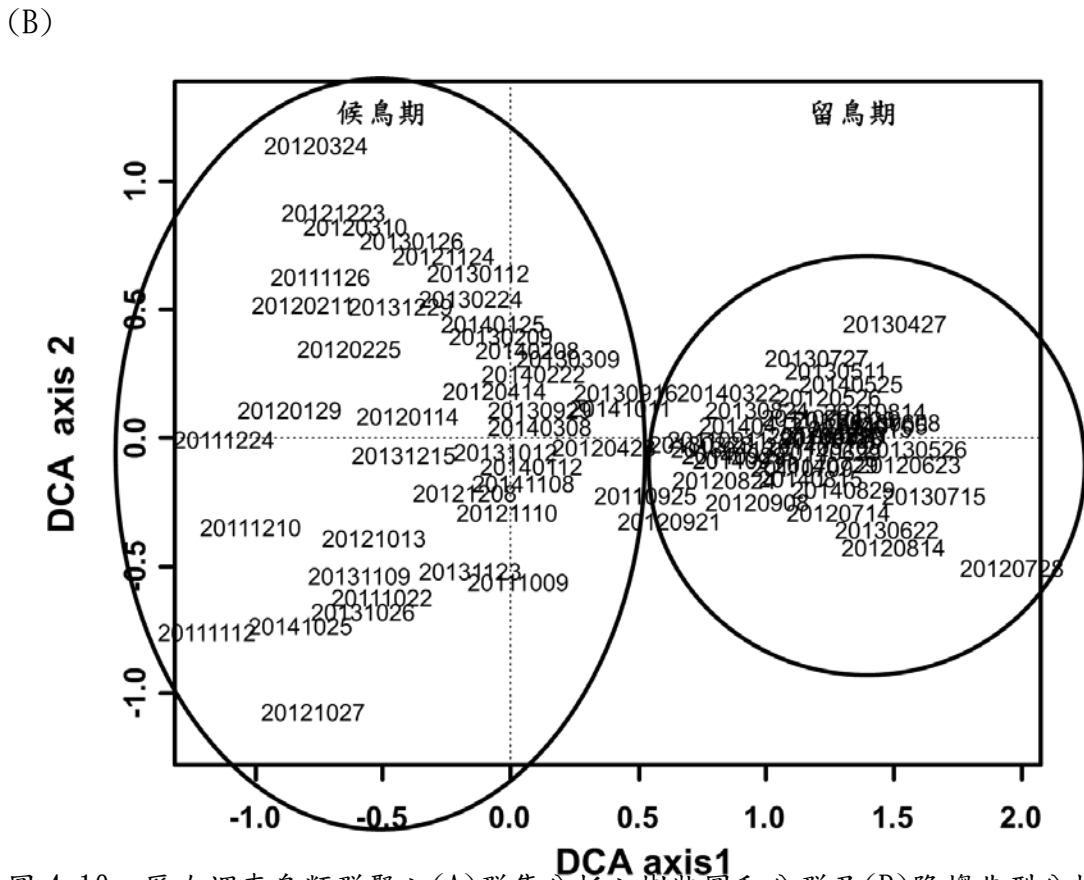
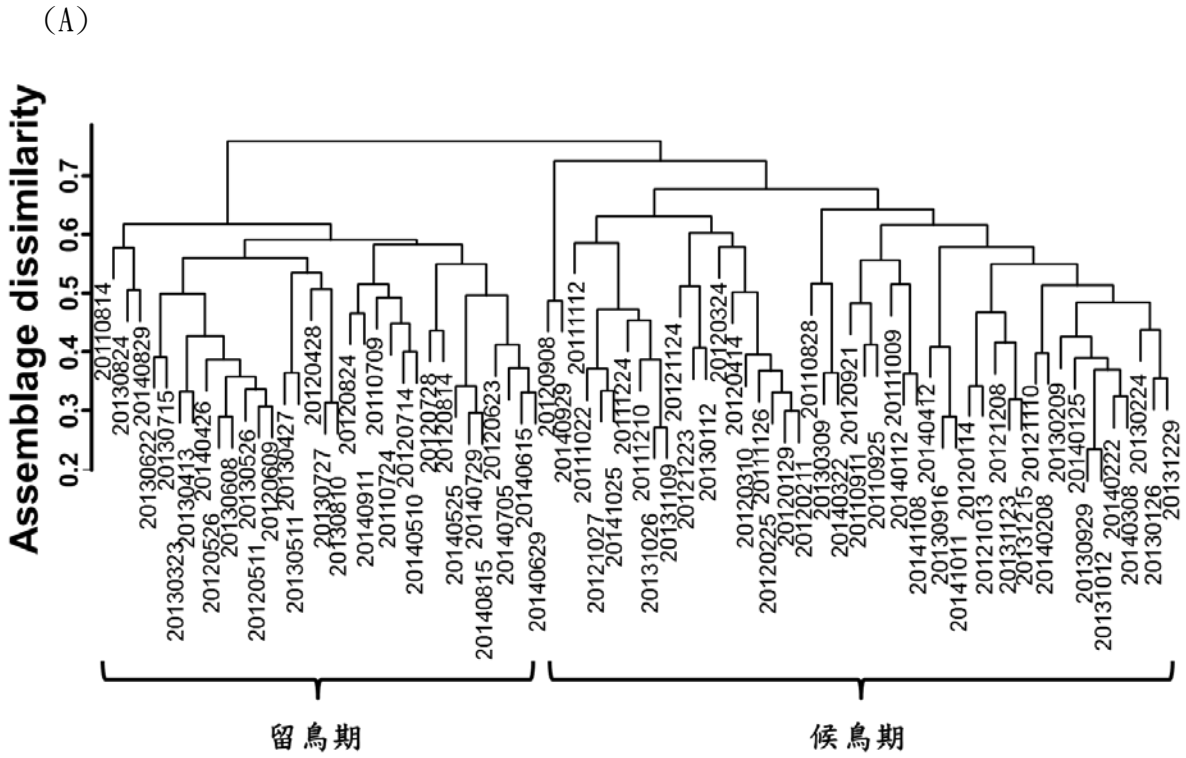


圖 4-10、歷次調查鳥類群聚之(A)群集分析之樹狀圖和分群及(B)降趨典型分析之散佈圖，數字代表調查時間的鳥類群聚。

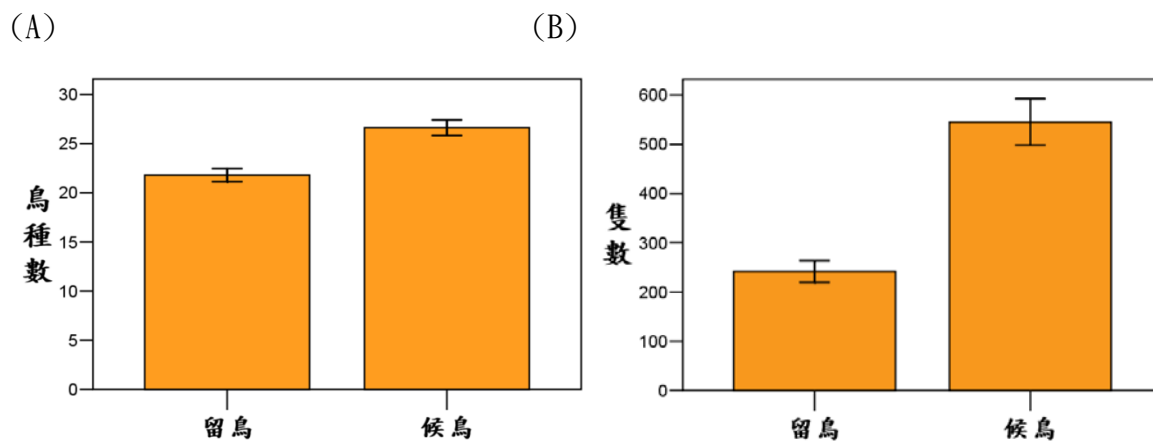


圖 4-11、南大七股西校區在留鳥和冬候鳥期之(A)鳥種數、(B)隻數之比較。

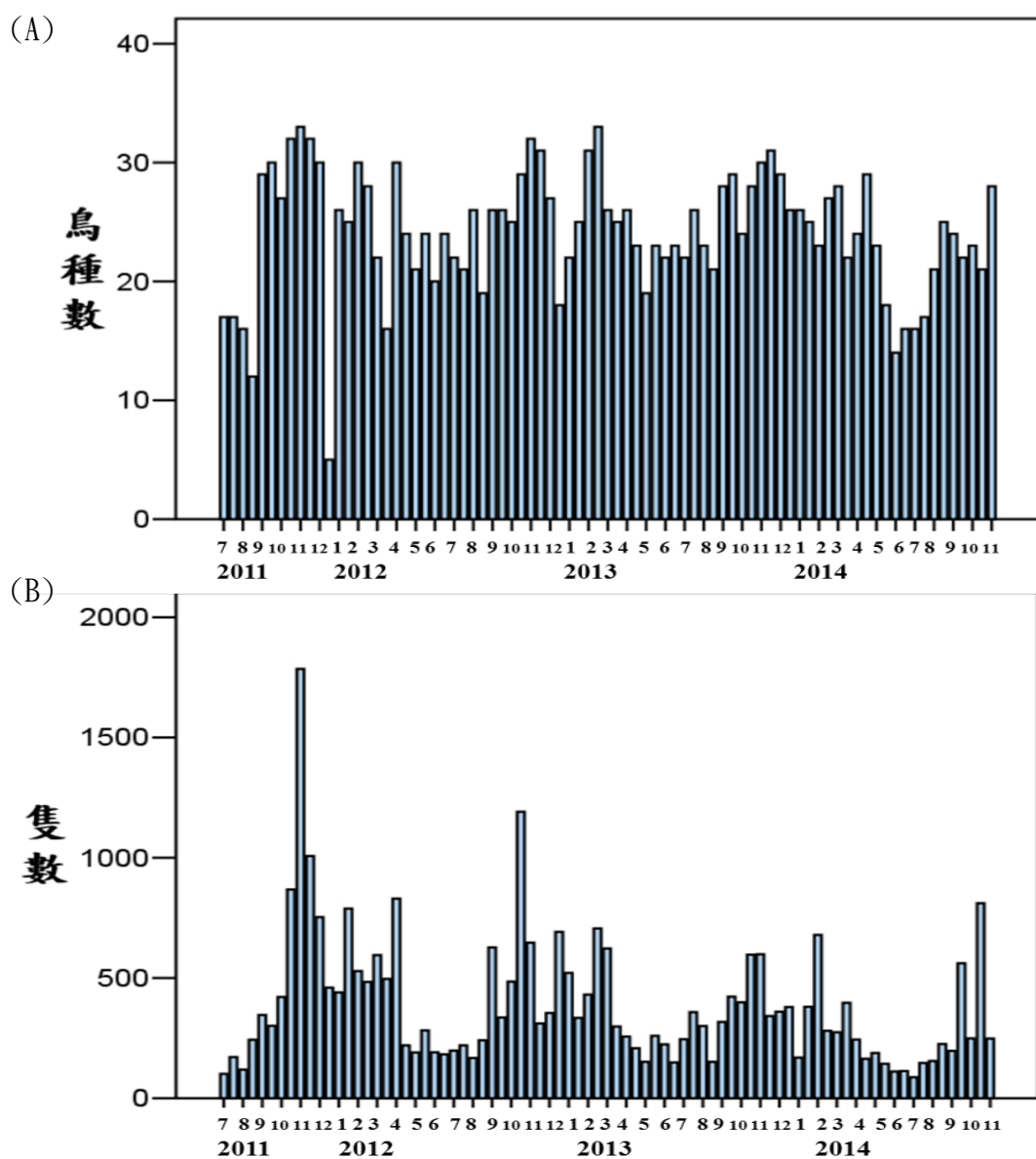
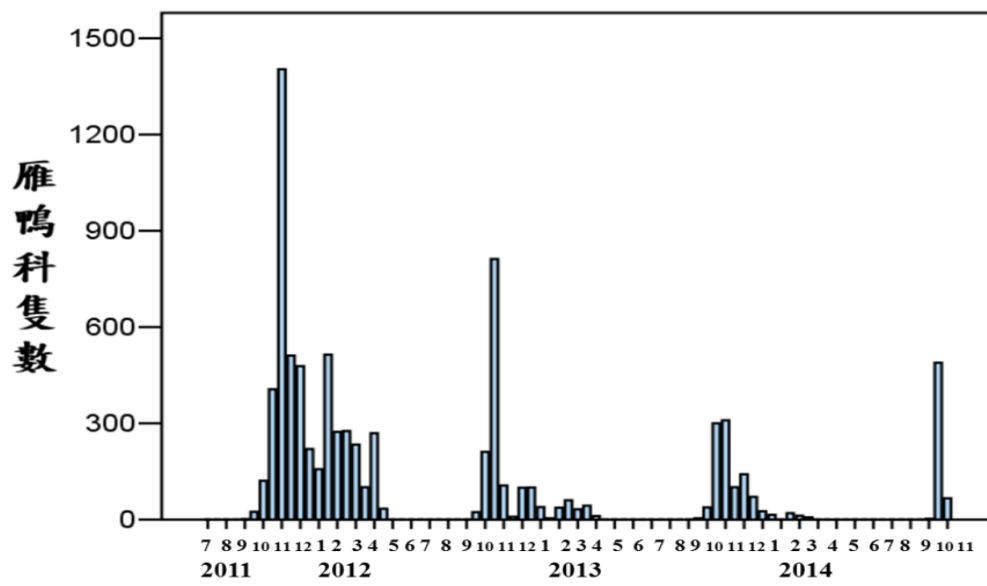
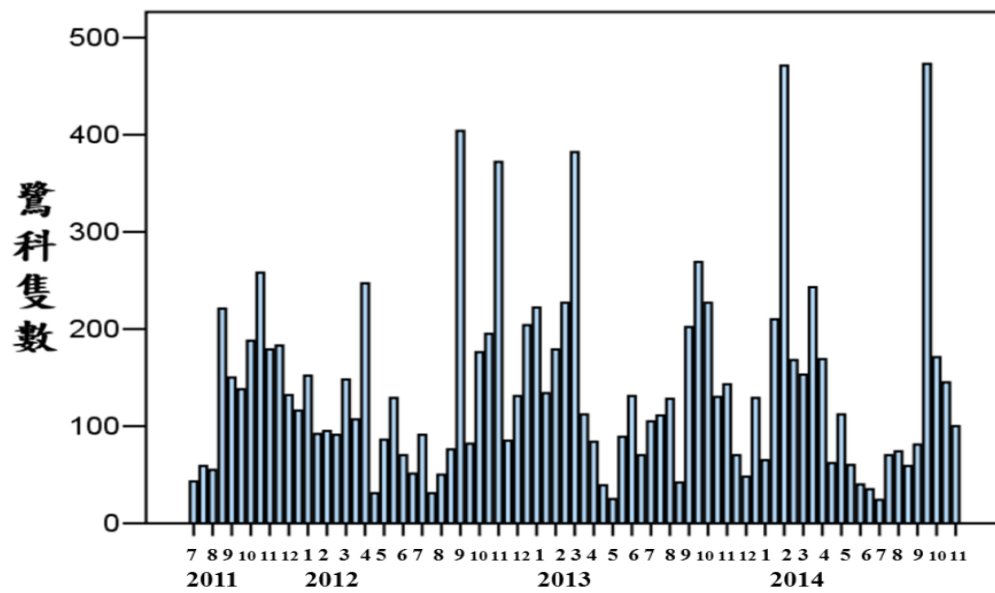


圖 4-12、南大七股西校區(A)鳥種數、(B)鳥隻數隨時間之變化。

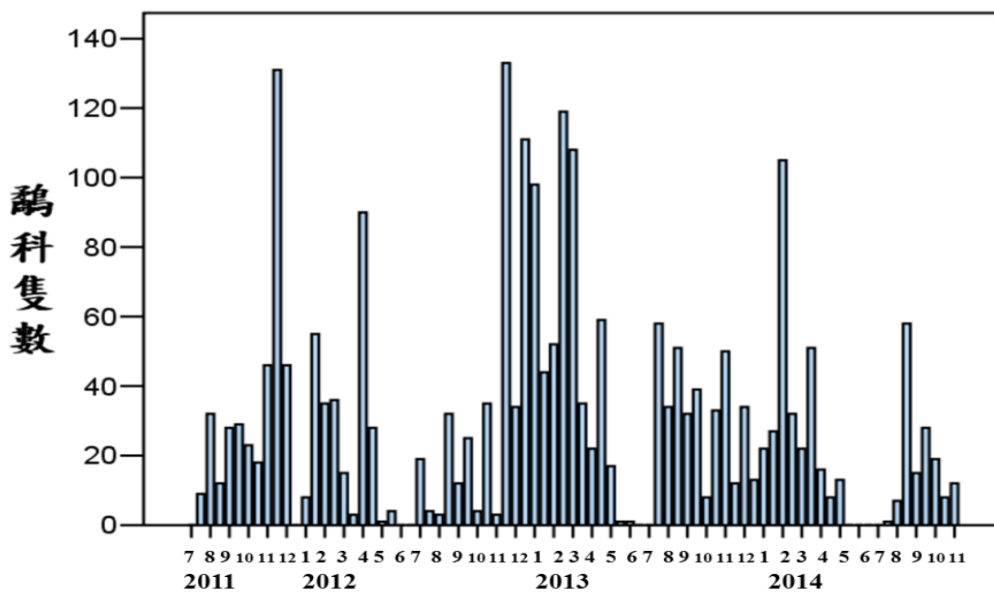
(A)



(B)



(C)



(D)

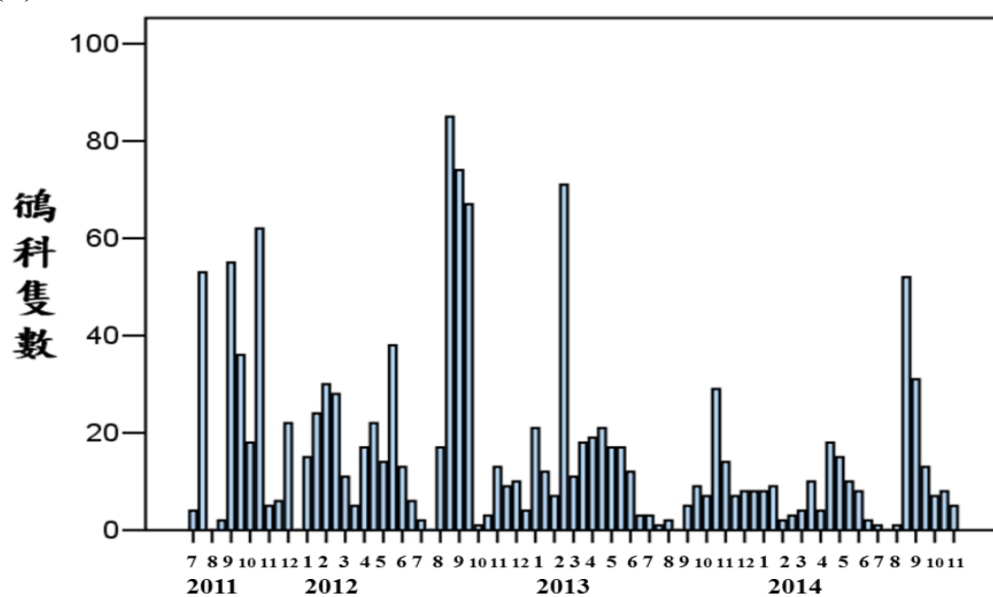
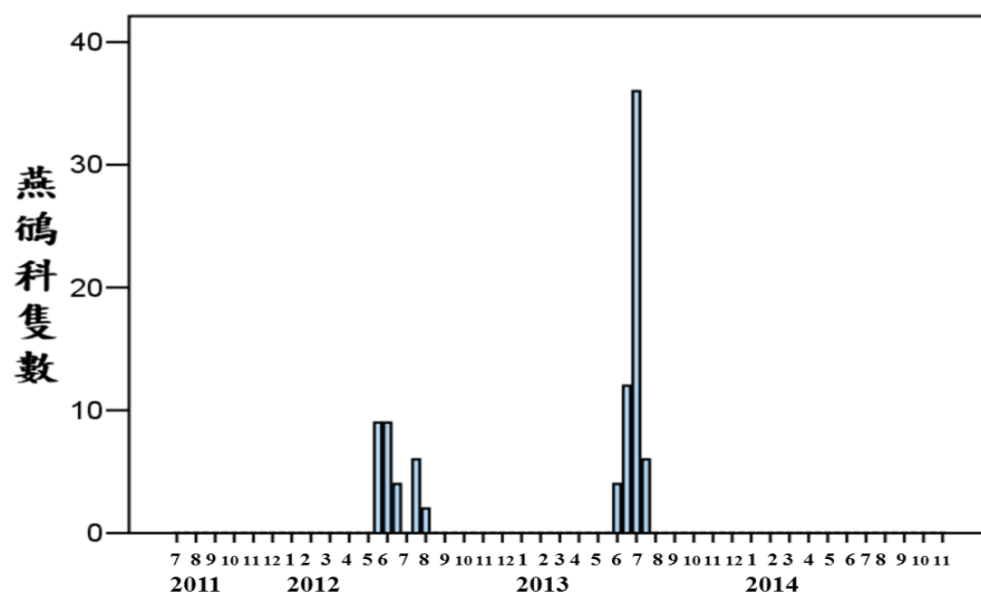


圖 4-13、南大七股西校區之(A)雁鴨科隻數、(B)鷺科隻數、(C)鴿科隻數、(D)

鴿科隻數隨時間之變化。

(A)



(B)

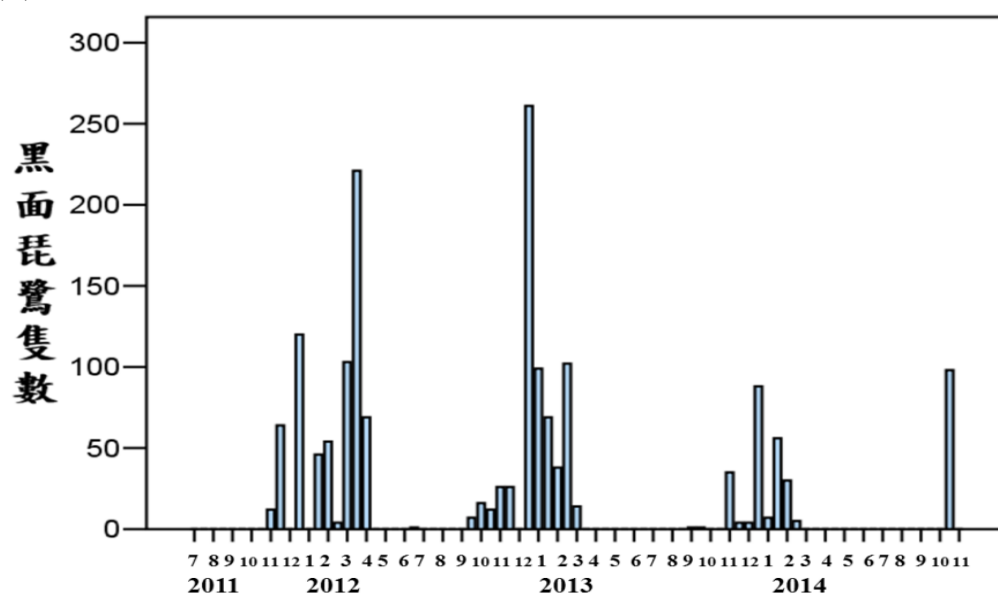


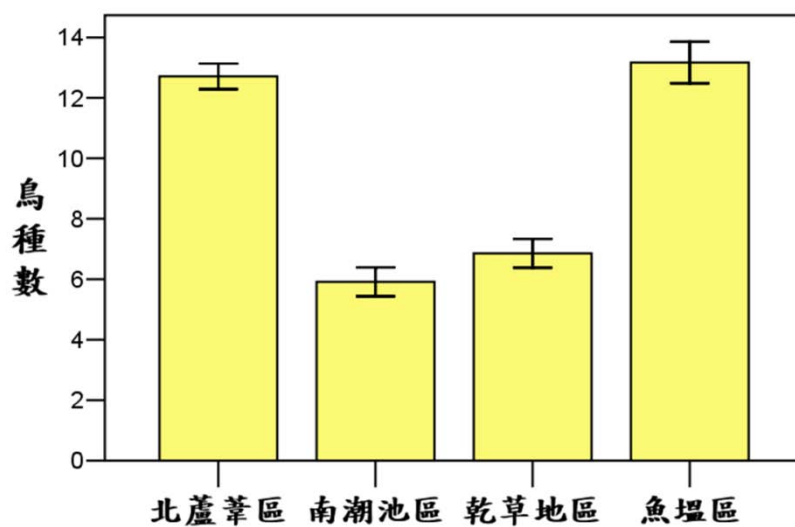
圖 4-14、南大七股西校區之(A)燕鴿隻數、(B)黑面琵琶隻數隨時間之變化。

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、南潮池區、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 ($F = 52.38, P < 0.001$)，Duncan 事後比較顯示魚塭區和北蘆葦區的鳥種數高於南潮池區和乾草地區 (圖 4-15)。4 個區域的鳥類密度顯著不同，($F = 10.19, P < 0.001$)，Duncan 事後比較顯示北蘆葦區、魚塭區和乾草地區的密度顯著高於南潮池區。魚塭區的面積較小，但鳥種較多，可能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，而其他區沒有這樣多樣的棲地；此外，魚塭養殖也吸引鳥類來本區利用。魚塭區在留鳥期的優勢鳥類包括長腳鷸、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、東方環頸鵒、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、中白鷺和大白鷺，偶有發現大卷尾、喜鵲和綠繡眼等鳥類棲息。而南潮池區則以長腳鷸、燕鵒、東方環頸鵒、小白鷺和金斑鵒為優勢。

在冬候鳥期，4 個區域的鳥種數顯著不同 ($F = 56.7, P < 0.001$)，Duncan 事後比較顯示魚塭區鳥種數最高，北蘆葦區次之，乾草地區和南潮池區鳥種數最少 (圖 4-16)。4 個區域的鳥類密度顯著不同 ($F = 3.59, P < 0.016$)，Duncan 事後比較顯示南潮池區的密度最高，魚塭區和北蘆葦區次之，乾草地區最低。南潮池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。南潮池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、鷸科、鵒科、鷓鴣科和鸚鵡科等鳥類前來覓食，優勢種包括紅胸濱鷸、長腳鷸、蒼鷺、大白鷺和青足鷸。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。

(A)



(B)

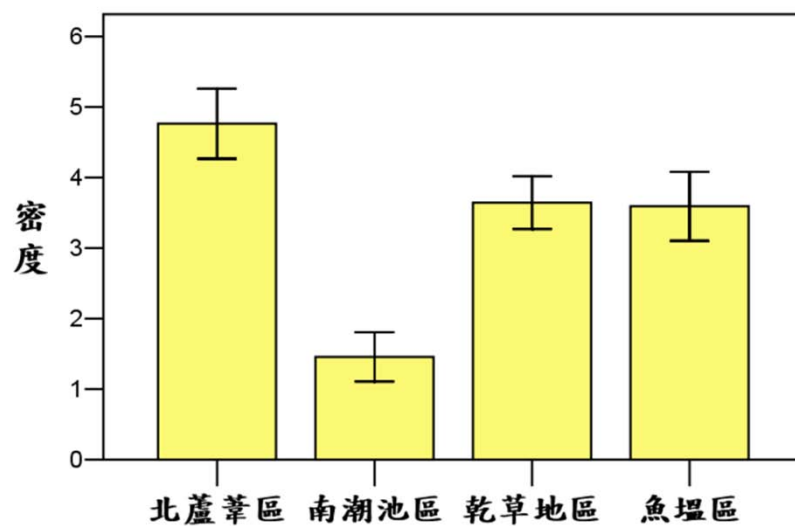
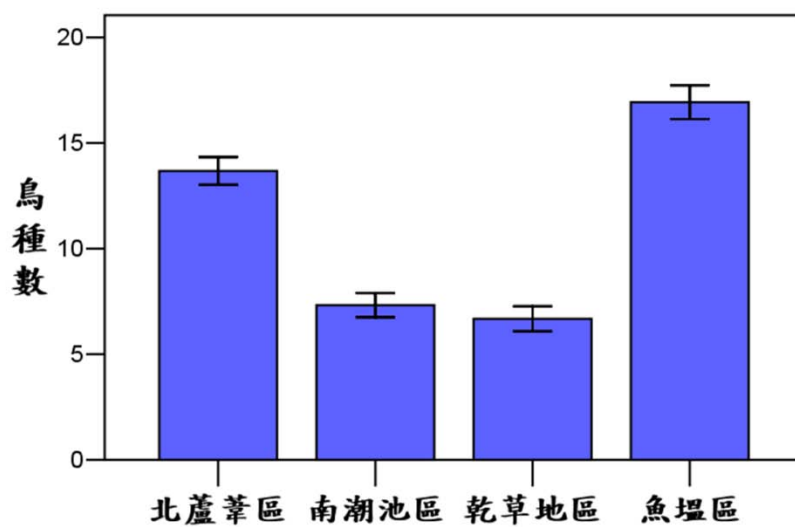


圖 4-15、南大七股西校區 4 個區域在留鳥期之(A)鳥種數、(B)密度之比較。

(A)



(B)

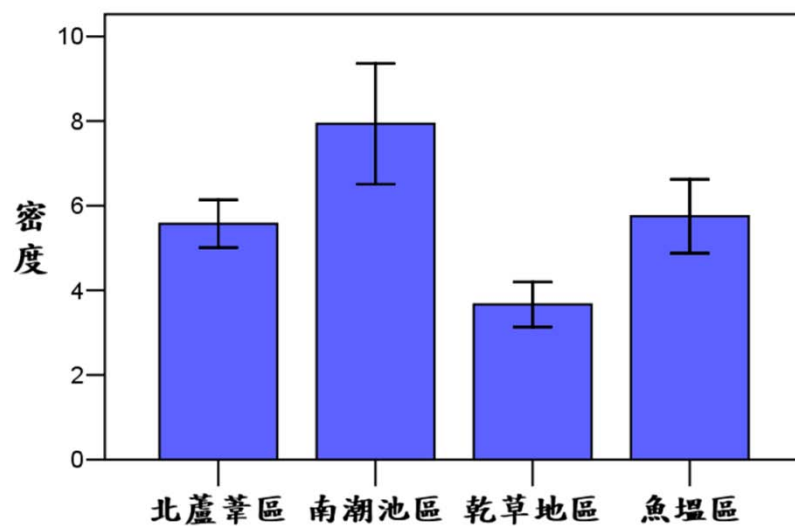


圖 4-16、南大七股西校區之 4 個區域在冬候鳥期之(A)鳥種數、(B)密度之比較。

第八節 魚塭鳥類調查

102/103 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平均水位 20 公分，另外一個維持較高的平均水位約 50 公分以上。第一批降低水位的魚塭為 A2、B2、C2 和 D2；約在 5 週後，降低第二批魚塭 A3、B1、C1 和 D1 的水位。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。

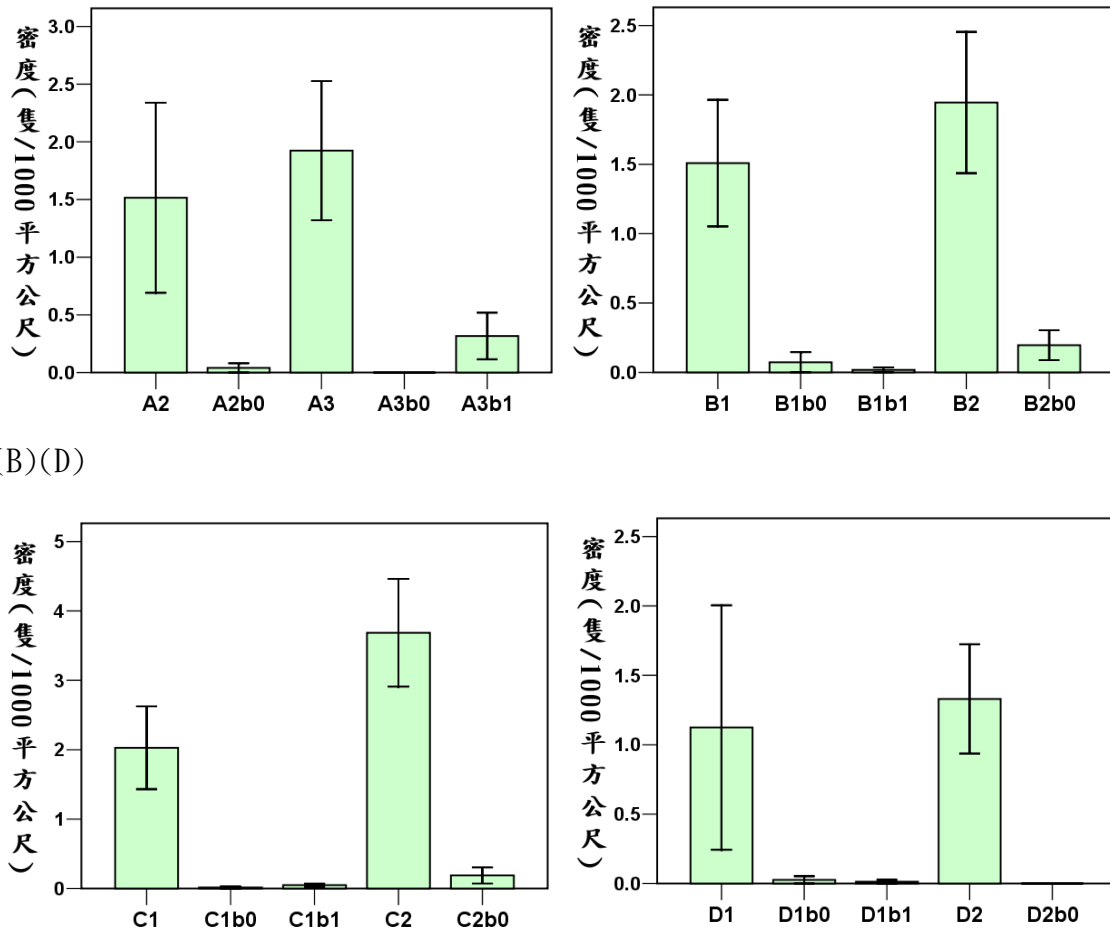
比較 A 組降低水位前後鳥類的密度，有降低水位與沒有降低水位的魚塭在密度上沒有顯著差異（圖 4-17A），雖然降低水位後的 A2 和 A3 的鳥類密度較高，但是因為變異數較大，而造成與降低水位前的鳥類密度（A2b0 和 A3b0）與 A2 降低水位時 A3 的鳥類密度（A3b1）沒有差異。

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魚塭在密度上有顯著差異（ $F = 7.1$ ， $P < 0.001$ ；圖 4-17B），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 降低水位時 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 4-17C），Duncan 事後比較顯示降低水位後的 C1 和 C2 的鳥類密度較高，與降低水位前的鳥類密度（C1b0 和 C2b0）與 C2 降低水位時 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（圖 4-17D），因為 D1 的變異數較大，可能受到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 降低水位時 D1 的鳥類密度（D1b1）沒有差異。

(A)(B)



(B)(D)

圖 4-17、魚塭降低水位前後密度比較，(A)A 組、(B)B 組、(C)C 組和(D)D 組有降低水位的魚塭鳥類密度高於沒有降低水位的鳥類密度。例如：A1 和 A2 為降低水位時的鳥類密度，A1b0 和 A2b0 為降低水位前的鳥類密度，A2b1 為 A1 降低水位時 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 4-18A); 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、降低水位前的鳥種數 (A3b0 和 A2b0) 與 A2 降低水位時 A3 的鳥種數 (A3b1) 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 4-18B), 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 降低水位前的鳥種數 (B1b0 和 B2b0)、

B2 降低水位時 B1 (B1b1) 的鳥種數為較低的一組。

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 ($F = 16.2$, $P < 0.001$; 圖 4-18C)，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 降低水位時 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 4-18D)，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 降低水位前的鳥種數 (D1b0 和 D2b0)、D2 降低水位時 D1 (D1b1) 的鳥種數分為較低的一組。

A2 在降低水位前，有少數鷓科、長腳的高蹺鴿和鷺科鳥類出現。在降低水位後，鷓科、高蹺鴿、鷺科和黑面琵鷺出現形成數量高峰期 (圖 4-19A)。鷓科以青足鷓為優勢。因為魚塭底部凹凸不平，在降低水位後，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，有少量的鷓科和鷺科鳥類出現。在降低水位後，鷓科鳥類大量增加 (圖 4-19B)；鷺科鳥類少量的持續出現。鷓科的優勢鳥類為濱鷓、青足鷓和小青足鷓。

C2 在降低水位後，鷓科、鷺科、高蹺鴿和黑面琵鷺進去覓食，形成數量高豐期，之後鷓科鳥類較多 (圖 4-19C)。鷓科以濱鷓、青足鷓和小青足鷓為優勢；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 4-19D)。降低水位後，鷺科的鳥類先增加，之後鷓科、鴿科、高蹺鴿和黑面琵鷺進入覓食，鷓科和鷺科的鳥類也持續出現約 30 天。鷓科鳥類以青足鷓、小青足鷓和赤足鷓為優勢；鴿科以金斑鴿為主。

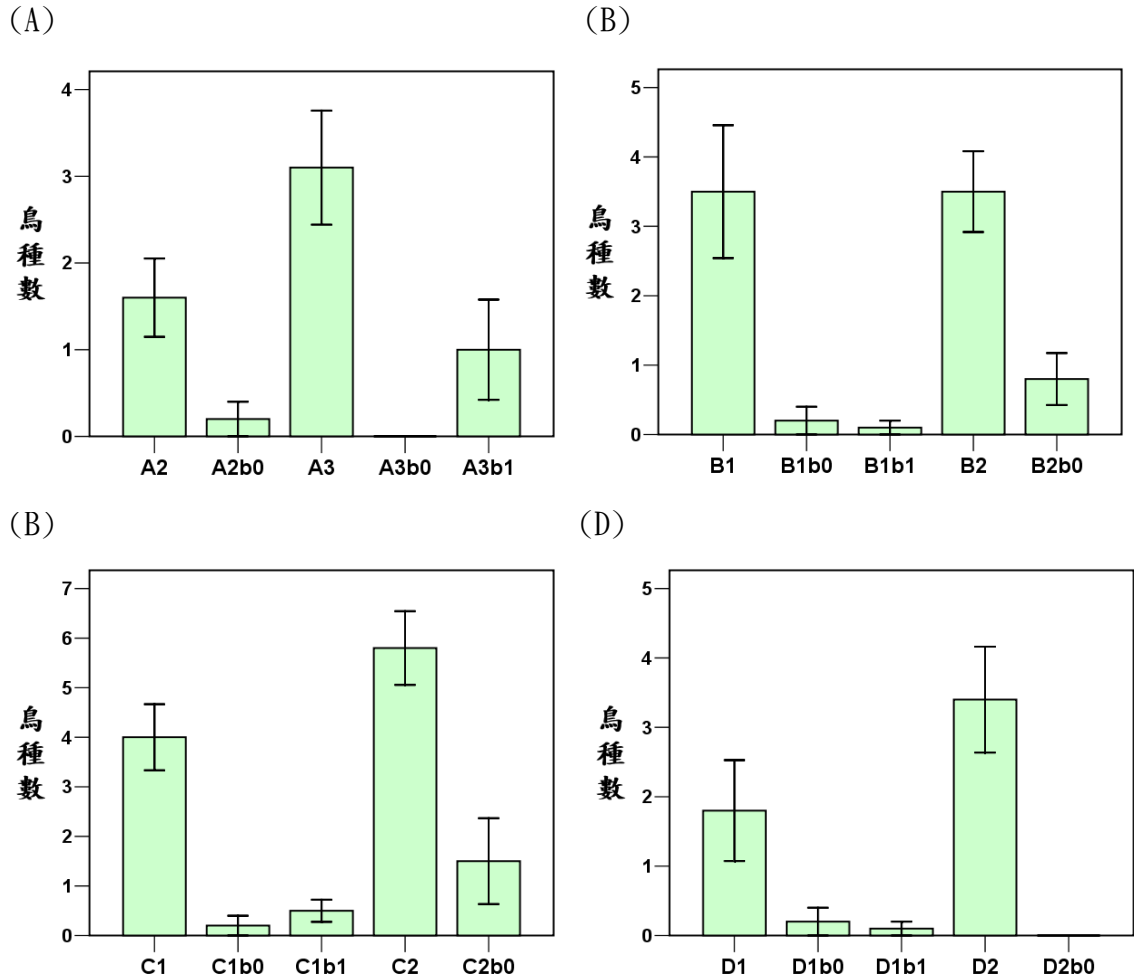


圖 4-18、魚塭降低水位前後鳥種數比較，(A)A 組、(B)B 組、(C)C 組和(D)D 組有降低水位的魚塭鳥種數高於沒有降低水位的鳥種數。

A3 在降低水位前，有高蹺鴿和鷺科鳥類出現。在降低水位後，有高蹺鴿、鵲科和鷺科鳥類的增加，在後期出現鷺科鳥類的尖峰(圖 4-20A)。鵲科的代表為青足鵲和濱鵲。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鴿的出現。在降低水位後，高蹺鴿和鵲科鳥類產生數量尖峰，鷺科鳥類沒有增加(圖 4-20B)。鵲科鳥類包括青足鵲、小青足鵲和赤足鵲。

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 4-20C)。鷺科以蒼鷺最多，也

有大、小白鷺；鷓鴣科以濱鷓鴣數量較多；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，鷓鴣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塭。鴿科主要為東方環頸鴿；鷓鴣科以青足鷓鴣和小青足鷓鴣為主(圖 4-20D)；鷺科鳥類為大、小白鷺。

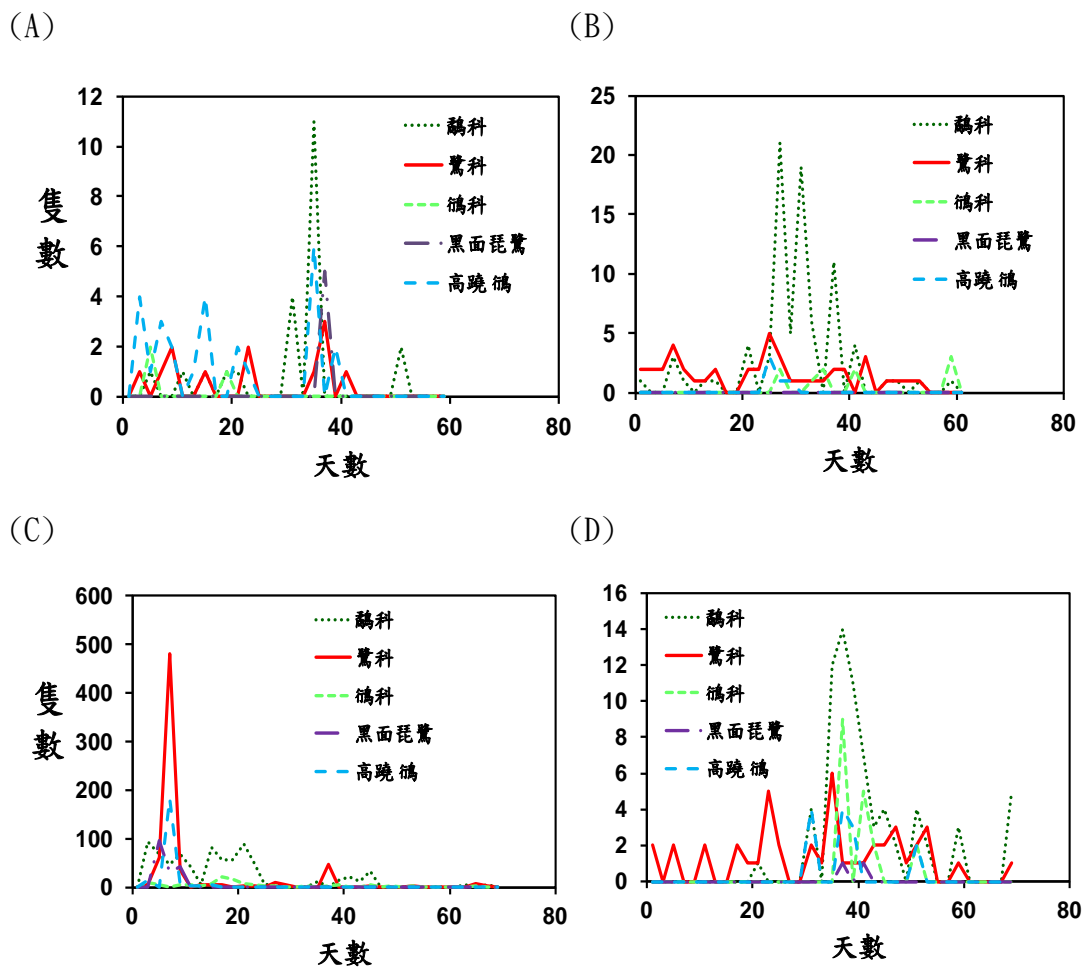


圖 4-19、第一組魚塭降低水位後，鷓鴣科、鷺科、鴿科、黑面琵鷺和高蹺鴿的隻數變化，(A)A2、(B)B2、(C)C2 和 (D)D2 的鳥隻數變化。

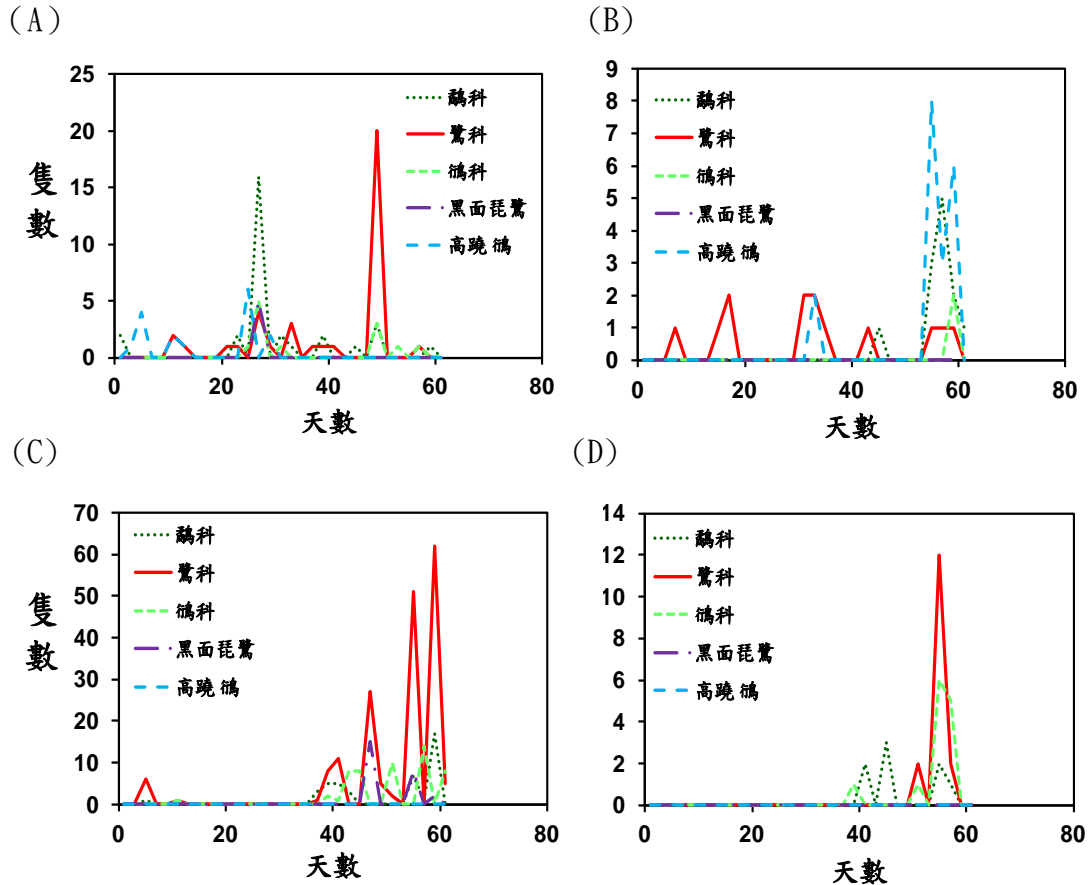


圖 4-20、第二組魚塭降低水位後，鵲科、鷺科、鴿科、黑面琵鷺和高蹺鴿的隻數變化，(A) A3、(B) B1、(C) C1、(D) D1 的鳥隻數變化。

黑面琵鷺

魚塭於 10 月 21 日開始準備降低水位，在降低水位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 4-21)。黑面琵鷺只出現在降低水位的魚塭。由於 C2 魚塭降低水位速度快，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都進入 C2 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，在第一階段降低水位後累計 858 隻次，C1 累積隻最少，累計 168 隻次。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 103 年 1 月 8 日，上午有 105 隻覓食。

魚塭鳥類調查時發現，鳥群在清晨時都已經在魚塭，隨著太陽升起逐漸離開魚塭；因此推測，黑面琵鷺等候鳥主要在半夜進入魚塭覓食。

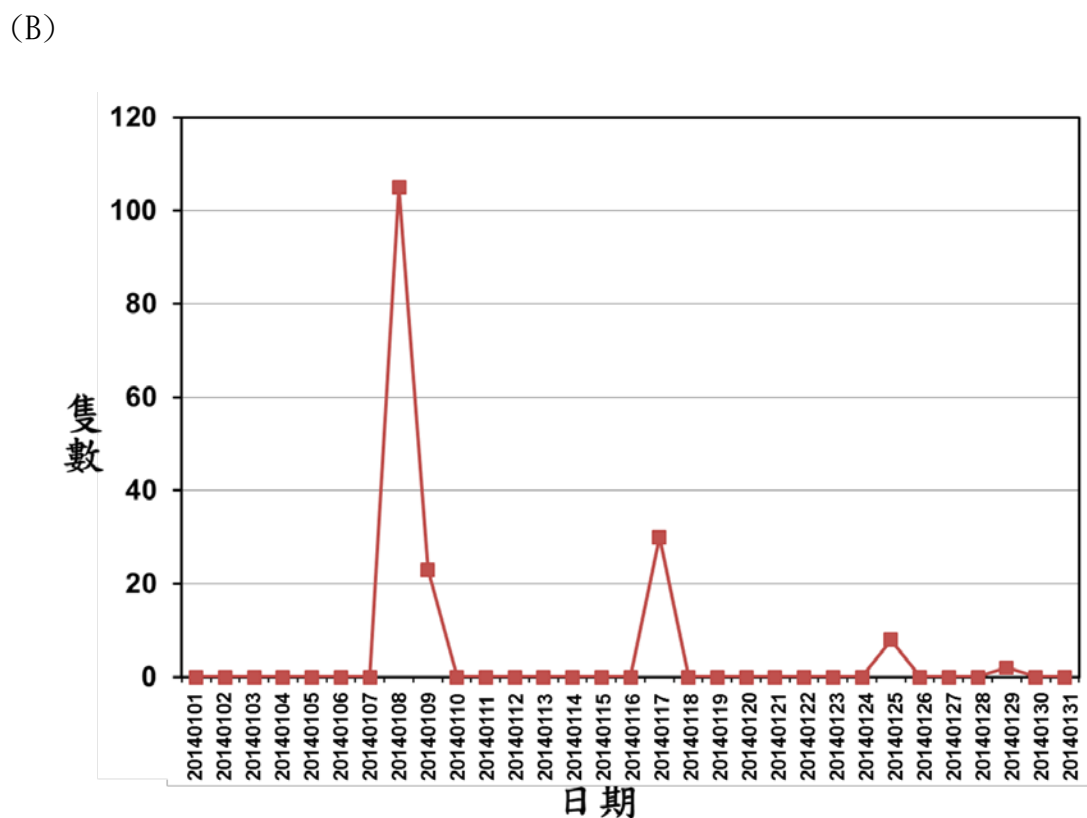
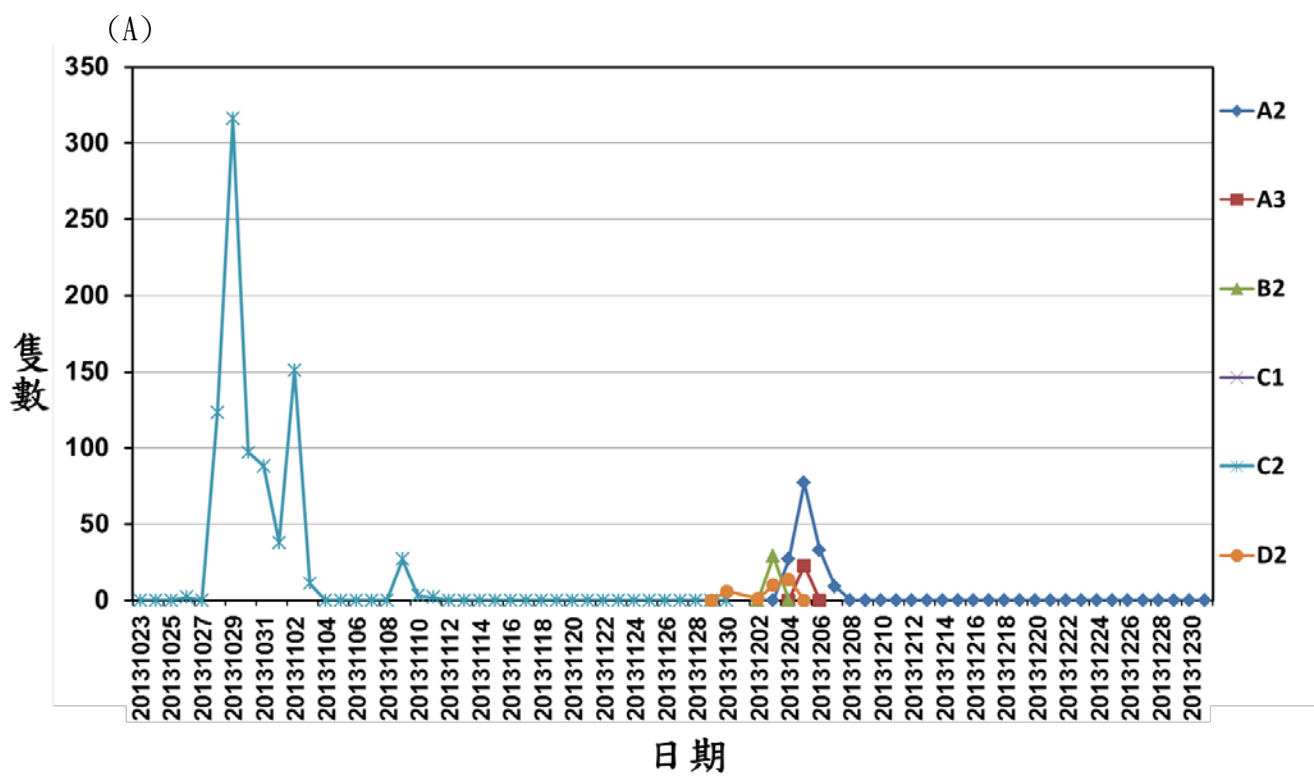


圖 4-21、魚塭降低水位後，調查到各魚塭中黑面琵鷺的隻變化，(A)第一批降低水位的魚塭和(B)第二批降低水位的魚塭及 C1。

103/104 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平均水位 20 公分，另外一個維持較高的平均水位約 50 公分以上。第一批降低水位的魚塭為 A1、B2、C2 和 D1，已經於 11 月 1 日開始排水降低水位，平均水位已降至 20 公分。約在 12 月初，降低第二批魚塭 A2、B1、C1 和 D2 的水位。在目前實驗仍在持續進行中，已經記錄到黑面琵鷺等候鳥在降低水位的魚塭攝食利用。

第九節 南區濕地

在南區調查的濕地列在表 4-12，其中感潮的濕地包括 64、63、65、66、68、70 和 74 號，不感潮的溼地包括 49、50、57、67、69、71、75、76A、76B 和 77 號；76A 和 76B 為兩個有土堤隔離的濕地，調查早期合併記錄為 76（圖 4-22）。65 號濕地主要為 1 條溝，此溝通到 64 和 66 號濕地，此溝在 64 號濕地轉變為開闊水體。66 號濕地也與 68 號濕地連通。

比較各濕地利用的鳥類，各濕地有不同的鳥類密度（ $F = 6.5, P < 0.001$ ），Duncan 多重比較分析結果顯示 63、64、66 和 67 號濕地為密度較高的組，其他濕地屬於較低的組（圖 4-23A）。63 號濕地北面土堤上常有鷺科鳥類停棲；64 號濕地中，鷺科鳥類常停棲在相鄰 63 號濕地的土堤上。67 號濕地較早乾涸，常有鷺科鳥類停棲。69 號濕地常為泥灘地，為鷸科和鴿科鳥類利用。74 號濕地有大面積的水域和泥灘地，常為涉禽利用。各濕地有不同的鳥種數量（ $F = 6.7, P < 0.001$ ），Duncan 多重比較分析結果顯示 63 和 74 號濕地為鳥種數較高的組，其他濕地屬於較低的組（圖 4-23B）。

探討密度和鳥種數與面積和水深的關係，鳥類密度與濕地面積為負相關（ $r = -0.213, P = 0.001, N = 249$ ）（圖 4-24）；鳥類密度與濕地水深不相關。鳥種數與濕地面積為正相關（ $r = 0.482, P < 0.001$ ）；鳥種數與濕地水深和密度都不相關，與水深接近顯著（ $r = 0.124, P = 0.051$ ）。濕地面積和鳥隻數也為正相關（ $r = 0.148, P = 0.019$ ）。

就數個感潮和不感潮的濕地做分析，64 號濕地以深水涉禽的大白鷺和蒼鷺為優勢，雖然到後期 64 號濕地水位降低，仍然有大白鷺和蒼鷺的利用，可能是濕地周遭有地形圍繞，並且可以監視南邊 63、65 和 66 號濕地的食物。74 號濕地以深水涉禽和泥灘涉禽為優勢，74 號濕地的地形像一個淺的碟子，潮溝的水進入之後，中央水位較高，周圍為泥灘地，隨著水蒸發水位逐漸降低，都成為泥

灘的狀態。63號濕地以深水涉禽為最優勢，泥灘涉禽次之，因為與潮溝的水路遭到封閉，水位逐漸降低。

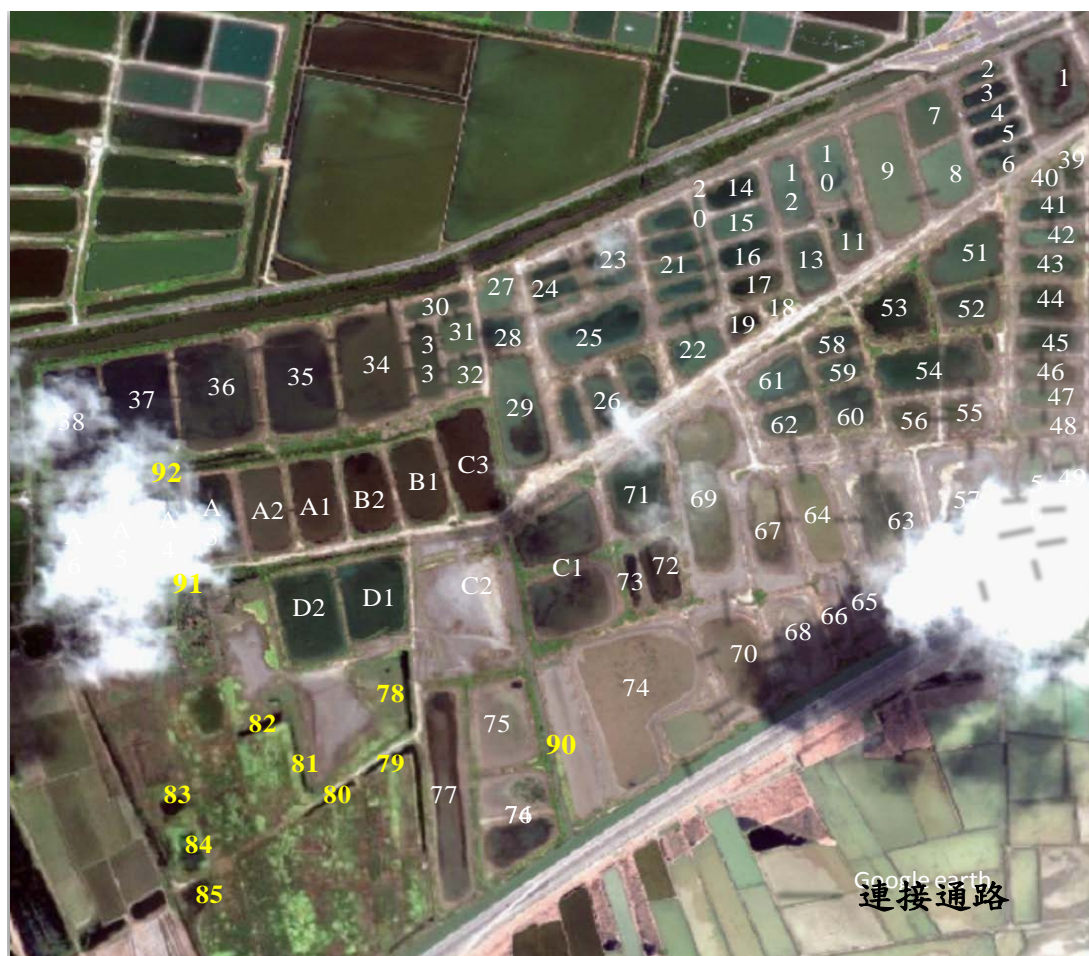


圖 4-22、七股西校區南區濕地編號。

表 4-12、南區濕地的特徵。

濕地	面積(公頃)	感潮	原來 水路	現在 水路	十月平均水深 (公分)	一月平均水深 (公分)
49	0.24	否			7.7	0.0
50	0.51	否			11.4	0.0
57	1.38	否			1.8	0.0
63	1.33	是	開口	水管	8.6	1.6
64	0.57	是		溝	19.1	11.3
65	0.20	是	暗管	水管	17.7	22.5
66	0.10	是		溝	17.3	22.2
67	0.61	否			0.0	0.0
68	0.65	是	暗管	水管	12.4	8.8
69	1.07	否			0.5	0.0
70	0.87	是		水管	10.9	4.7
74	3.29	是	開口	水管	18.2	8.1
75	0.68	否			17.3	0.0
76A	0.30	否			6.8	0.0
76B	0.32	否			15.5	0.6
77	1.02	否			10.5	0.3

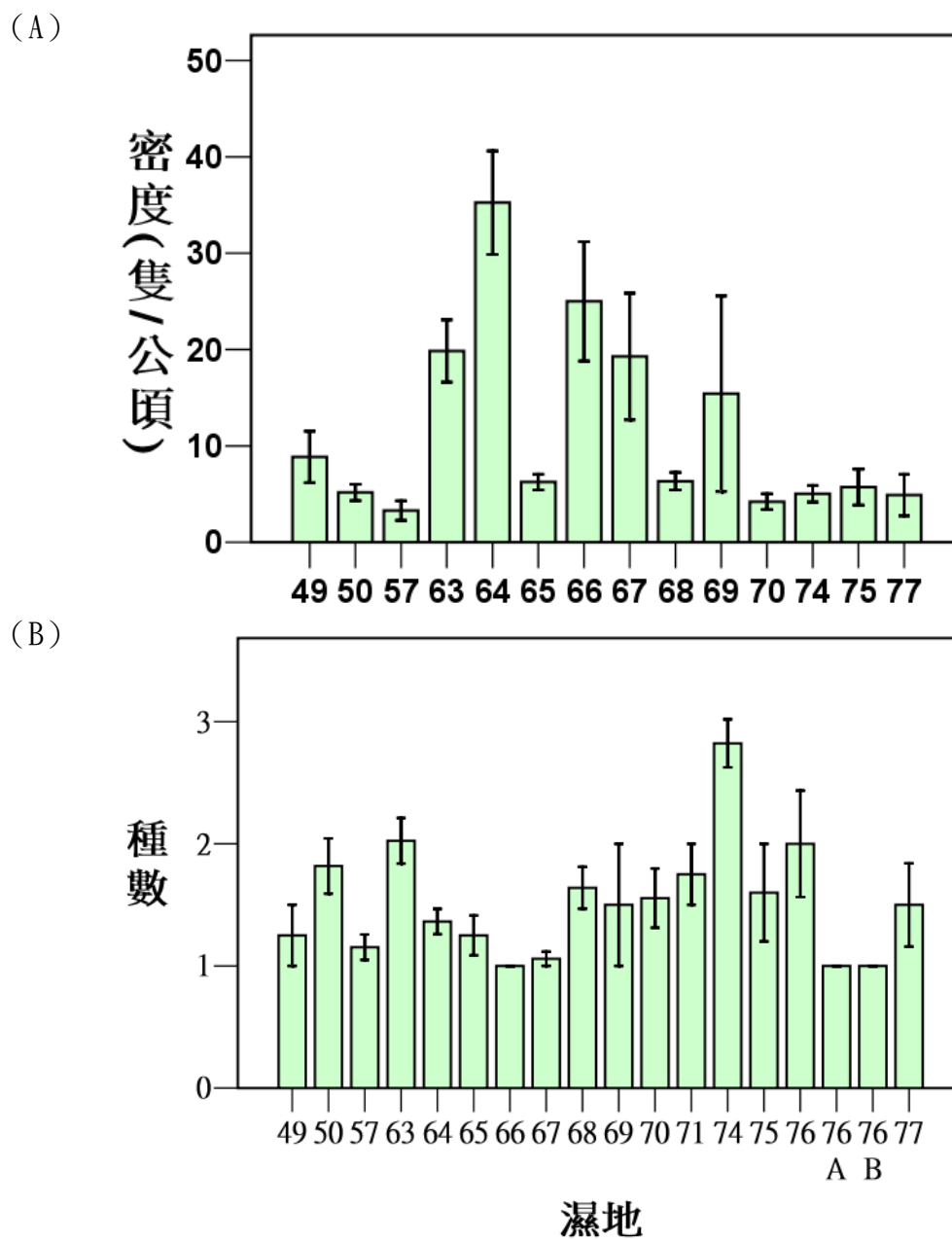


圖 4-23、南區濕地的 (A) 鳥密度和 (B) 鳥種數。

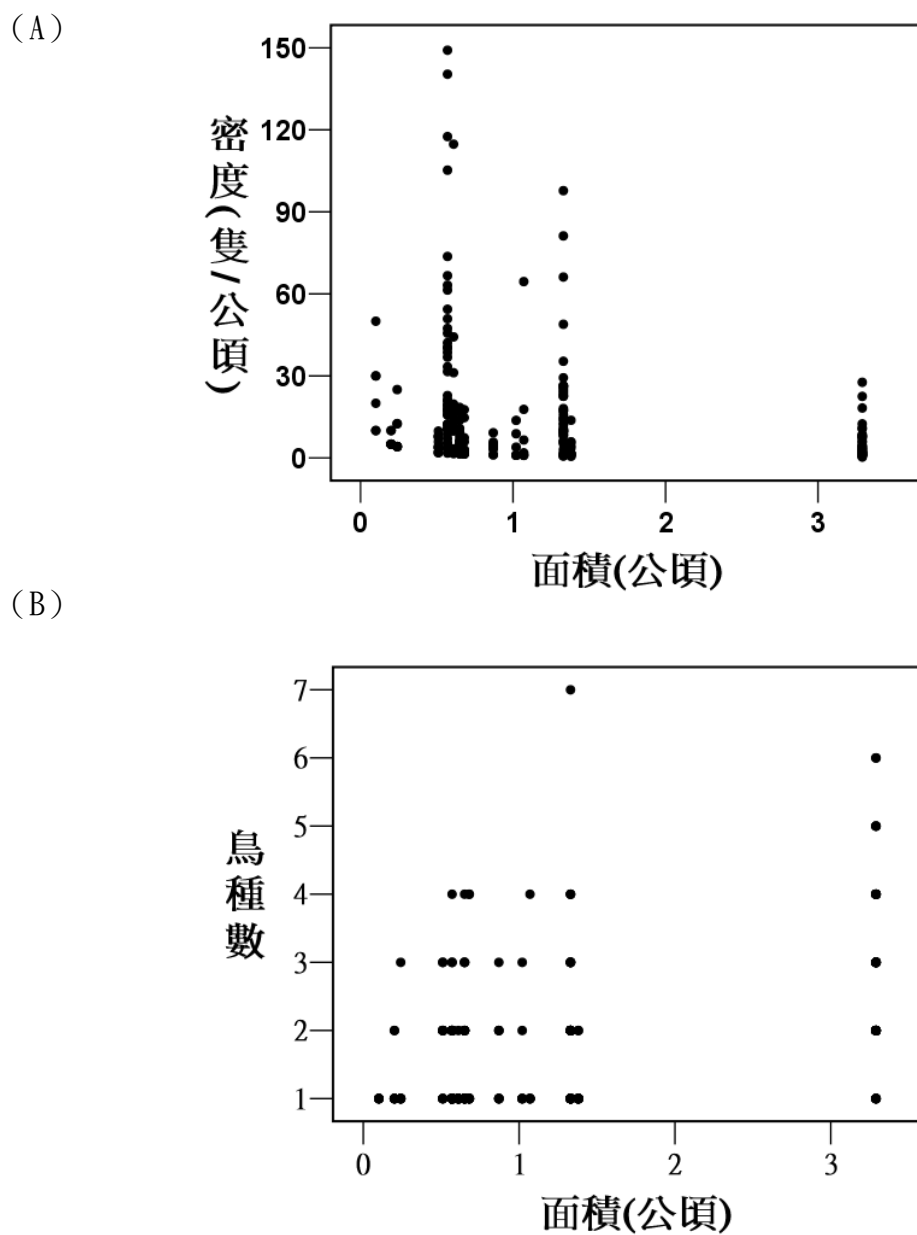


圖 4-24、南區濕地的 (A) 濕地面積和鳥密度、(B) 濕地面積和鳥種數的散佈圖。

第五章 結論與建議

第一節 結論

今年度養殖仍使用南、北潮溝的水，因為今年度的降雨較少，5月降雨很少，6月也沒有降雨。今年度水質調查結果顯示，濕地與南和北潮溝在電導度、鹽度和酸鹼度上有顯著差異，22和29號濕地的鹽度和電導度較低；雖然22和29號濕地都有蘆葦覆蓋，兩者仍有差異。南和北潮溝和北潮池的葉綠素A較高；其他的水質變數和營養鹽沒有差異。比較魚塢，只有酸鹼度有差異，其他水質因素皆沒有差異；雖然C3有較高的平均營養鹽，C1和C2有較高的平均葉綠素A，因為變異數高所以不顯著。

今年度到4月初才進行魚塢整理，5月初沒有適合大小的魚苗放養，因此，5月20日才放虱目魚苗。C3魚塢在6月底有大量的底棲絲狀藻發生，後來發生魚群死亡的現象；依據測量到的數據，原因可能為底棲絲狀藻死亡後分解，消耗氧氣，造成缺氧的現象。

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，南潮溝魚種最多。以剪鰭法估計雜交慈鯛的數量，D2的雜交慈鯛數量最多也最重，D1次重，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。B1可能因為環境惡化造成雜交慈鯛和底棲動物都最少。底棲魚蝦蟹以D2和C2最多，D1、A和B1最少。比較各類型的魚塢，有餵食的虱目魚池的雜交慈鯛最多，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，有餵食的雜交慈鯛較少。

比較B和C組的底棲動物，B組底泥的總有機碳和總氮沒有明顯變化，但是搖蚊隨著時間減少。C組底泥的總有機碳和含水率跟著餵食飼料增加，總氮沒有

變化，腺帶刺沙蠶和纓鰓蟲隨著餵食而增加。

比較往年收成，今年（103 年）的養殖虱目魚收成量比去年低，但是比前年高；可能因為今年比去年晚開始養殖。以 C1 虱目魚收成量最高，C2 次之，C3 最低。換肉率以 C3 最高，C1 次之，C2 最低。虱目魚重量以 C1 和 C3 較重，C2 最低。

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 9 月底至隔年 3 月初為冬候鳥期，9、10 月冬候鳥/過境鳥到達，3 月底至 9 月初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、高蹺鴿、小白鷺和褐頭鷓鴣。今年校區旁的 61 號道路持續施工，加上人員由東校區騎車至魚塭區的干擾，與往年比較，利用西校區高峰期數量下降。

西校區鳥類分區調查結果顯示，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和密度；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；鳥類密度以南潮池區最高，乾草地區最低。

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，大致而言，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、鶺鴒科、鴿科、鷓鴣科、鸚鵡科等鳥類進魚塭覓食，包括黑面琵鷺也經常在魚塭中覓食。103/104 降低水位的實驗仍在進行中。

今年度開始對南區的濕地進行瞭解，因為濕地與潮溝的通路被封閉，所以，在年初，有些濕地逐漸乾涸，65 和 66 號濕地的水路沒有受影響，64、68、70 和 74 號濕地水位降低。各個濕地有不同的鳥類利用時間和方式。

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。

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，102/103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

對黑面琵鷺友善之濕地營造

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，維護養殖戶收入並提供食物給黑面琵鷺等候鳥，以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>整平 C2 中間的隆起</p>	<p>埋設水管連接濕地和南潮溝</p>
	
<p>將虱目魚苗放於 C3</p>	<p>測量虱目魚苗大小</p>
	
<p>C3 中的底棲絲狀藻</p>	<p>人工清除 C3 中的底棲絲狀藻</p>

附錄一、調查照片

	
<p>高蹺鴛的蛋和巢位</p>	<p>高蹺鴛的蛋和巢</p>
	
<p>以米糠餵食雜交慈鯛</p>	<p>高蹺鴛</p>
	
<p>魚塭水位降低後的鳥類利用</p>	<p>魚塭水位降低後的鳥類利用</p>

附錄一、調查照片

	
<p>搬運虱目魚</p>	<p>遊客參與圍網捕虱目魚</p>
	
<p>架設幫浦</p>	<p>採樣底棲動物</p>
	
<p>拖網估計魚蝦蟹生物量</p>	<p>再捕獲剪鰭的雜交慈鯛</p>

附錄二、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 sp.</i>	+++	
	鰕虎科	頭紋細棘鰕虎	<i>Acentrogobius viganensis</i>	+	
		青斑細棘鰕虎	<i>Acentrogobius viridipunctatus</i>	+	
		點帶叉舌鰕虎	<i>Glossogobius olivaceus</i>	+	
		小鰕鰕虎	<i>Mugilogobius 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 phthalmonema</i>	+	
		正叉舌鰕虎	<i>Glossogobius giuris</i>	+	
		金叉舌鰕虎	<i>Glossogobius aureus</i>	+	
		鰕科	四線雞魚	<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>Leiognathus 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>	+		
絲足鱸科	三星毛足鱸	<i>Trichogaster trichopterus</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	花鱔科	帆鱔胎鱔	<i>Poecilia velifera</i>	+	
		大肚魚	<i>Gambusia affinis</i>	+	
海鯉目	大眼海鯉科	大海鯉	<i>Megalops cyprinoides</i>	+	
	海鯉科	大眼海鯉	<i>Elops machnata</i>	+	
鯉形目	鯉科	日本海鯉	<i>Nematalosa japonica</i>	+	
		環球海鯉	<i>Nematalosa come</i>	+	
	鯉科	漢氏綾鯉	<i>Thryssa hamiltonii</i>	+	
鼠鱈目	虱目魚科	虱目魚	<i>Chanos chanos</i>	++	
鰻形目	鰻鱺科	日本鰻	<i>Anguilla japonica</i>	+	
鯉形目	鯉科	高體四鬚鮠	<i>Hypsibarbus pierrei</i>	+	

註：+++優勢，++普遍，+稀少

附錄三、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>

附錄四、鳥類名錄。

中文科名	科名	中文名	學名	保育等級
雉科	Phasianidae	環頸雉	<i>Phasianus colchicus</i>	II
雁鴨科	Anatidae	小天鵝	<i>Cygnus columbianus</i>	
		小水鴨	<i>Anas crecca</i>	
		赤頸鴨	<i>Anas penelope</i>	
		綠頭鴨	<i>Anas platyrhynchos</i>	
		琵嘴鴨	<i>Anas clypeata</i>	
		尖尾鴨	<i>Anas acuta</i>	
		白眉鴨	<i>Anas querquedula</i>	
		鳳頭潛鴨	<i>Aythya fuligula</i>	
鸕鶿科	Podicipedidae	小鸕鶿	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	
鵝科	Threskiornithidae	埃及聖鵝	<i>Threskiornis aethiopica</i>	
		黑面琵鷺	<i>Platalea minor</i>	I
鷺科	Ardeidae	黃葦鷺	<i>Ixobrychus sinensis</i>	
		栗葦鷺	<i>Ixobrychus cinnamomeus</i>	
		夜鷺	<i>Nycticorax nycticorax</i>	
		黃頭鷺	<i>Bubulcus ibis</i>	
		蒼鷺	<i>Ardea cinerea</i>	
		草鷺	<i>Ardea purpurea</i>	
		大白鷺	<i>Ardea alba</i>	
		中白鷺	<i>Egretta intermedia</i>	
		小白鷺	<i>Egretta garzetta</i>	
鷹科	Accipitridae	黑翅鳶	<i>Elanus caeruleus</i>	II
秧雞科	Rallidae	白胸苦惡鳥	<i>Amaurornis phoenicurus</i>	
		紅冠水雞	<i>Gallinula chloropus</i>	
		白骨頂	<i>Fulica atra</i>	
長腳鷸科	Recurvirostridae	長腳鷸	<i>Himantopus himantopus</i>	
		反嘴長腳鷸	<i>Recurvirostra avosetta</i>	
燕鴿科	Glareolidae	燕鴿	<i>Glareola maldivarum</i>	III

附錄四、續。

中文科名	科名	中文名	學名	保育等級
鶺鴒科	Charadriidae	金斑鶺鴒	<i>Pluvialis fulva</i>	
		灰斑鶺鴒	<i>Pluvialis squatarola</i>	
		小環頸鶺鴒	<i>Charadrius dubius</i>	
		東方環頸鶺鴒	<i>Charadrius alexandrinus</i>	
鶺鴒科	Scolopacidae	赤足鶺鴒	<i>Tringa totanus</i>	
		澤鶺鴒	<i>Tringa stagnatilis</i>	
		青足鶺鴒	<i>Tringa nebularia</i>	
		磯鶺鴒	<i>Actitis hypoleucos</i>	
		黃足鶺鴒	<i>Heteroscelus brevipes</i>	
		紅頸濱鶺鴒	<i>Calidris ruficollis</i>	
		黑腹濱鶺鴒	<i>Calidris alpina</i>	
		鷗科	Laridae	裏海燕鷗
黑腹浮鷗	<i>Chlidonias hybrida</i>			
白翅黑浮鷗	<i>Chlidonias leucopterus</i>			
鳩鴿科	Columbidae	珠頸斑鳩	<i>Streptopelia chinensis</i>	
		紅鳩	<i>Streptopelia tranquebarica</i>	
杜鵑科	Cuculidae	小鴉鵂	<i>Centropus bengalensis</i>	
雨燕科	Apodidae	家雨燕	<i>Apus nipalensis</i>	
翠鳥科	Alcedinidae	翠鳥	<i>Alcedo atthis</i>	
伯勞科	Laniidae	紅尾伯勞	<i>Lanius cristatus</i>	III
		棕背伯勞	<i>Lanius schach</i>	
卷尾科	Dicruridae	大卷尾	<i>Dicrurus macrocercus</i>	
燕科	Hirundinidae	棕沙燕	<i>Riparia paludicola</i>	
		家燕	<i>Hirundo rustica</i>	
		洋燕	<i>Hirundo tahitica</i>	
		赤腰燕	<i>Cecropis striolata</i>	

附錄四、續。

中文科名	科名	中文名	學名	保育等級
鴉科	Corvidae	喜鵲	<i>Pica pica</i>	
百靈科	Alaudidae	小雲雀	<i>Alauda gulgula</i>	
扇尾鶯科	Cisticolidae	棕扇尾鶯	<i>Cisticola juncidis</i>	
		灰頭鷓鴣	<i>Prinia flaviventris</i>	
		褐頭鷓鴣	<i>Prinia inornata</i>	
鶉科	Pycnonotidae	白頭翁	<i>Pycnonotus sinensis</i>	
繡眼科	Zosteropidae	綠繡眼	<i>Zosterops japonicus</i>	
椋鳥科	Sturnidae	八哥	<i>Acridotheres cristatellus</i>	II
		爪哇八哥	<i>Acridotheres javanicus</i>	
		家八哥	<i>Acridotheres tristis</i>	
麻雀科	Passeridae	麻雀	<i>Passer montanus</i>	
梅花雀科	Estrildidae	斑文鳥	<i>Lonchura punctulata</i>	
鵲鴝科	Motacillidae	白鵲鴝	<i>Motacilla alba</i>	
		黃鵲鴝	<i>Motacilla flava</i>	

附錄五、年度校區鳥類調查資料

中文		2014																					
科名	種名	1/12	1/25	2/8	2/22	3/8	3/22	4/12	4/26	5/10	5/25	6/15	6/29	7/5	7/29	8/15	8/29	9/11	9/29	10/11	10/25	11/8	
雉科	環頸雉																					2	
雁鴨科	赤頸鴨																			2	255		
	小水鴨	26	15		13	11	7														234	40	
	琵嘴鴨				7	1																26	
鸕鶿科	小鸕鶿	6	2	11	5	13				4	6	11	5		9	9	4	2		1	3		
鵝科	埃及聖鵝	7	48																				
	黑面琵鷺		8	30	5																	98	
鷺科	黃葦鷺								2	3	2	7	3		1	2	3			1		1	
	栗葦鷺	1					1	2	1			2		4	5	3							
	夜鷺	3	8	30	7	8	145	58	53	36	19	28	23	12	25	26	34	16	16	21	27	26	
	蒼鷺	43	162	185	86	118	54	12			1							23	56	47	50	46	
	草鷺	1				1			1	1												1	
	大白鷺	9	21	223	69	18	19	69	2	25	34		6	4	36	39	3	16	144	83	54	15	
	中白鷺	1		10	1	1				2								1	7	2	1	2	
	小白鷺	7	19	23	5	7	24	28	3	45	4	3	3	4	3	7	16	25	250	17	13	9	
鷹科	黑翅鳶	1			1	1													2			2	
秧雞科	紅胸田雞							1															
	紅冠水雞	7	6	5	8	10	10	1	5			1	1	4	5	4	8	7	4	4	10	14	
	白骨頂							1			1												
長腳鷗科	長腳鷗	3	20	14	8	3	10	7	15	5	7	14	12	15	3		2	7	12	11	18	5	
彩鷗科	彩鷗					1																	
鴿科	金斑鴿	1	2		1		2	5									16	26	2	6	4	2	
	灰斑鴿																1						
	小環頸鴿																31		1				
	東方環頸鴿	7	7	2	3	3	1	2	11	15	1	8	2	1			5	3	1	1	4	3	
	蒙古鴿								1														
	鐵嘴鴿								1										2				

附錄五、續

中文		214																					
科名	種名	1/12	1/25	2/8	2/22	3/8	3/22	4/12	4/26	5/1	5/25	6/15	6/29	7/5	7/29	8/15	8/29	9/11	9/29	1/11	1/25	11/8	
鷓科	中杓鷓																1						
	赤足鷓	1	2	4	5	3	3	2	1							1	17	4	4	3	2	1	
	澤鷓	2	5	4	3	2		3	1	8							1		1				
	青足鷓	6	7	13	1	3	9	8	3	3				1	6	39	11	2	12	6	4		
	鷹斑鷓							3											2	4			
	紅腹濱鷓								1	1													
	紅頸濱鷓					4			2										1				
	彎嘴濱鷓									1													
	黑腹濱鷓	13	13	84	23	1	39															7	
鷗科	黑腹浮鷗																					1	
鳩科	珠頸斑鳩		7	3	3	3	2			1	2	2	3			4	4	2	5	3			
	紅鳩	5		2	1		1	1	2	2	3	9		5		2	5	8		4		3	
雨燕科	家雨燕								2														
翠鳥科	翠鳥		1	4									2			2							
伯勞科	棕背伯勞	1	3				1		1	3	1		2	1			1	2			1	1	
卷尾科	大卷尾		2		2		2	1	1	1	1	2			1			3		1			
燕科	棕沙燕							2				27		3	3	1		13				2	
	家燕			3		1		6	6	1					1	3	1	2				5	
	洋燕		4	7	2		18	2	1		1		1	1	4	1	2		1	2			
	赤腰燕							2	8		4			1	6	12		1				4	
鴉科	喜鵲	1	2		1																		
百靈科	小雲雀	1			1	1	1																
扇尾鶯科	灰頭鷓鶯	6	3	2	4	8	11	8	13	1	5	9	9	8	5	2	4	2	2	2		3	
	褐頭鷓鶯	5	7	4	12	21	12	12	12	1	15	12	28	22	27	12	2	13	12	6	8	5	
鶇科	白頭翁			4	2	1	17	11	5	6		3	5	1	11	2	3	6	4	5	2	6	
繡眼科	綠繡眼		6	12		9			3				8			4				11	18	1	
椋鳥科	爪哇八哥				2		1			3				1			1						
鶉科	黃尾鶉																					1	
麻雀科	麻雀	5								2						6			6			4	
梅花雀科	斑文鳥					2					2						1						
鶉科	黃鶉																					1	

附錄六、期中審查會議紀錄

「對黑面琵鷺友善之濕地營造計畫」

期中審查會議紀錄

壹、會議時間：102 年 8 月 14 日下午 2 時 30 分

貳、開會地點：台江國家公園管理處 2 樓第 2 會議室

參、主持人：呂處長登元 紀錄：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. Shannon-wiener index $H' = -\sum P_i \ln P_i$ S：總種數 P_i ：第種隻個體數
在所有種之個體數總和中所佔之比率。若 S 為未知數變數，每一種被發現機
率不同，應用此公式計算便成問題。

建議：

- (1) S 值以年度調查之總種數為一定值。
- (2) 區域性及年度性比較，應予明確定義其時空範圍。
- (3) 小區域範圍短時間之變動，其比較不具生物學意義。
- (4) H' 等數值本身使用上有諸多限制，故不宜再做進一步統計分析。

2. 針對台江地區濕地棲地多樣性營造，因為濕地區域之生態演替極為迅速，海
岸地形變動亦常常發生。故而以膠管或鋼筋混凝土管路建設水路，在本地區
之風險過高。參考歐美及東亞之濕地營造亦有以挖土機等中大型機具形成功
能性水路，用以操作海岸濕地的演替管理。

孫教授元動

1. 以保育生物學的觀點來看，黑面琵鷺是台江國家公園的旗艦物種，本計畫如何
讓黑面琵鷺變多應該是很明確。

對黑面琵鷺友善之濕地營造

2. 對於淺坪虱目魚魚塭的養殖推廣，在推廣漁民參與部分將相當重要。
3. 對於報告中各項內容的執行日期請列出，相關圖表錯誤部分請更正，例圖 4-18 圖說明部分請修正，圖 4-9 燕鴿為一個種不是一個科；另外附錄鳥類名錄安排請依學術慣例。

葉主任信利

1. 請補充期中審查或評估標準是否已達成執行進度？若無？則再請說明加強或補充進度方式。
2. 期中報告書內容之文字，圖表、說明和”放水”的意思，以及表 4-5，圖 4-13 說明 AIBO、AZBO 等需再檢視。
3. 濕地營造計畫目前之模式應要及早量化。另須經濟化與評估漁民或產業接受之可能性。

六孔管理站呂主任宗憲

1. 有關報告中「頁首」字體的部分，請統一。
2. 報告中請把臺南大學七股西校區地圖放入，以利大家閱讀。
3. 對於報告中國外案例說明，好像沒有完整呈現，可否請老師將案例說明完整補充，這對於本處將有相當參考價值。
4. 對於報告中經濟產值的分析，好像沒有完全呈現，這關係本處未來產品的行銷與品牌形象的運作。

保育研究課黃課長光瀛

對於台 61 線快速道路即將在此區域進行工程，對於緩衝區的設置請受託單位及早進行規劃與因應。

呂處長登元

1. 本計畫就如同各位委員所知，本案已經被內政部列為亮點計畫，而且該計畫將結合國家現階段推動的社會金業模式持續深化。因此本處針對該計畫所衍生的淺坪虱目魚將與地方合作社進行推廣，將產品所增加的利潤回饋漁民，也能讓地方受益；此外對於生態養殖認證部分本處也與臺南大學環境生態學院院長展開初步合作會議，希望能藉由第三方的認證制度提高漁民加入的意願。

受託單位說明

王一匡教授

1. 有關程委員所提統計分析方式，本人曾經與其他老師討論過並且參考現階段國外相關期刊所做的分析。我想對每種不同的分析方式都會產生不同的效果，本人會繼續針對分析方式與其他專門教授進行討論。
2. 對於文章中有關文獻引用、附錄名錄的登寫與圖表書寫錯誤的地方，會再依委員意見加以改正。

陸、結論

一、本案原則審查通過，並請受託單位辦理復續程序。

二、會中所提建議，請受託單位參採並作必要修正。

柒、散會時間下午 4 時

附錄七、期末審查會議紀錄

「對黑面琵鷺友善之濕地營造計畫」

期末審查會議紀錄

壹、會議時間：102 年 12 月 4 日下午 2 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：楊副處長 紀錄：蔡金助

肆、出席人員：如後附出席簽到簿

伍、討論事項：

孫教授元動

1. 第 3 頁，東方白鸛列出學名而非英文名稱。
2. 第 44 頁，表 4-11 鳥種、優勢種…表的呈現，或許可以再詳細些，才能觀看感興趣的鳥種。
3. 第 48 頁，圖表可以嘗試縱軸為年度跟數量，橫軸為 12 個月分，可以容易觀察波動變化。
4. 有時候圖的表示為隻數有時候是密度，是否能說明有什麼特殊的考量？
5. 第 63 頁，南區濕地可以使用複迴歸分析，可以用水深、感潮、面積等變項。
6. 鳥類附錄的保育種建議以保育等級區分，以及累積鳥類名錄的”累積”可以去掉。

程教授建中

1. 魚隻收成的方式跟處理是不是有不同？上次吃到的罐頭感覺腥味較重，感覺跟之前的味道有些不同。
2. 第 42 頁，鳥類調查取樣的努力量可以用標準化的單位表示(人/日)。
3. 第 48~51 頁，圖 4-12~4-14 其中隻數、科、種數可以嘗試縱軸取 log，橫軸是自然數的方式呈現。
4. 第 52 頁，不同季節的伴生鳥種是否有其他方式呈現，目前看來只有文字敘述

對黑面琵鷺友善之濕地營造

的方式。

5. 附錄的鳥種可以標註哪些是伴生鳥種，以及出現的季節。
6. 南區的部分可以多加一些分析。

保育研究課蔡研究員金助

1. 第 25 頁，表項目的排序，29、NC 排在一起……
2. 第 27 頁，C1、C2、C3 也要列出雜交慈鯛。
3. 年度的表示，統一用民國年，或是西元年，不以去年、前年等用詞敘述。

保育研究課黃課長光瀛

1. 密度是不是要用立方體表示，因為魚隻是在水中。

受托單位說明

王一匡教授

1. 有關格式的問題會再檢查修改。
2. 當比較同一區的資料時，圖以隻數表示；當比較不同區的資料時，圖以密度表示。
3. 會再比較不同年份出產的虱目魚罐頭。
4. 會再對南區的資料做一些描述和分析。

陸、結論

一、本案原則通過，請受托單位辦理後續程序。

二、請參考委員意見修改報告。

柒、散會時間：下午四點。

參考書目

英文書目

- Ansell, A. D., R. N. Gibson, and M. Barnes. 1997. Polychaete reproductive patterns, life cycles and life histories: an overview. *Oceanography and Marine Biology* 35: 323-386.
- Cheung, H.-F., and Yu, Y.-T. 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., Baicich, P., Parsons, K. C., Fasola, M., and Mugica, L. 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., Lee, S. D., Kurechi, M., and Yoshida, H. 2010. Bird use of rice fields in Korea and Japan. *Waterbirds* 33(SP 1): 8–29.
- Glahn, J. F., Tobin, M. E., and Blackwell B. F., 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 King, D. T. 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., Steiner, F., and Mueller, E. 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 (*Platatea minor*) at Chiku, Taiwan. *Acta Zoologica Taiwanica* 6: 67–78.
- Lee, S. D., Jablonski, P. G., and Higuji, H. 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 (*Platatea minor*) in Taiwan. Ph.D. Dissertation, Texas A & M University, TX, USA.
- Neori, A., Chopin, T., Troell, M., Buschmann, A. H., Kraemer, G. P., Halling, C., Shpigel, M., and Yarish, C. 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., Mineau, P., and Renfrew, R. B. 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>.
- Severinghaus, L. L., Brouwer, K., Chan, S. Chong, J. R., Coulter, M. C., Poorter, E. P. R., and Wang, Y. 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.
- Shannon, C. E. 1948. A mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal* 27: 379–423.
- Shiau, S-Y., B. S. Pan, S. Chen, H-L. Yu, and S-L. Lin. 1988. Successful use of soybean meal with a methionine supplement to replace fish meal in diets fed to milkfish *Chanos chanos* Forskal. *Journal of the World Aquaculture Society* 19: 14–19.
- 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., Kaminski, R. M., and Reinecke, K. J. 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., Warrick, G. L., and Glahn, J. F. 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 responses 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/>
- Trapp, J. L., Dwyer, T. J., Doggett J. J., and Nickum J. G. 1995. Management responsibilities and policies for Cormorants: United States Fish and Wildlife Service. *Colonial Waterbirds* 18 (SP 1): 226–230.
- Troell, M., Kautsky, N. and Folke, C. 1999. Applicability of integrated coastal aquaculture systems. *Ocean and Coastal Management* 42: 63–69.
- Troell, M., Neori, A., Chopin, T., and Buschmann, A. H. 2005. Biological wastewater treatment in aquaculture - more than just bacteria. *World Aquaculture* 36: 27–31.
- Ueta, M., Melville, D. S., Wang, Y., Ozaki, K., Kanai, Y., Leader, P. J., Wang, C. C., and Kuo, C. Y. 2010. Discovery of the breeding sites and migration routes of Black-faced Spoonbills *Platalea minor*. *IBIS* 142: 340–344.
- 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 Fitzsimmons, K. 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, Phillipines.

Yu, Y. T., and Swennen, C. 2004. Habitat use of Black-faced Spoonbills. *Waterbirds* 27: 129–134.

中文書目

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。

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。

邱英哲，沈子耘，黃家勤，王一匡，許晉榮，葉信利，2011。七股潟湖潮間帶底棲多毛類群聚及其與環境因子之關係。台灣生物多樣性研究 13：

135-151。

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。

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。

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 (103)

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：國立臺南大學

出版日期：103 年 12 月

版次：初版