

確保黑面琵鷺食源之生態養殖計畫 (101)

台江國家公園管理處委託研究報告

中華民國101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)

確保黑面琵鷺食源之生態養殖計畫 (101)

受委託者：國立臺南大學

研究主持人：王一匡

研究助理：李家徹、黃日聖、莊弘穎、楊韻平、陳麒麟

李昶誠、林宜憲、彭上恩、林子筠

台江國家公園管理處委託研究報告

民國101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)

確保黑面琵鷺食源之生態養殖

目次

表次 ······ V

圖次 ······ VII

摘要 ······ XI

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 黑面琵鷺食源之生態養殖 ······ 6

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 ······ 23

 第四節 底棲動物調查結果 ······ 36

 第五節 校區鳥類調查結果 ······ 40

第六節 魚塭鳥類調查結果	58
第七節 提供食源的魚塭比較	71
第八節 傳統淺坪虱目魚養殖概要	74
第五章 結論與建議	77
附錄一 期中報告會議記錄	81
附錄二 工作會議記錄	85
附錄三 期末報告會議記錄	89
附錄四 調查照片	92
參考書目	97

表次

表 4-1 累計調查魚種名錄	25
表 4-2 收成虱目魚標準體長及生長速率	31
表 4-3 收成虱目魚重及生長速率	31
表 4-4 虱目魚塭收成虱目魚與其他魚種狀況，單位公斤	31
表 4-5 虱目魚塭養殖成本分析	32
表 4-6 估計出的各池雜交慈鯛族群數量與魚重	33
表 4-7 各漁塭底泥群聚底棲動物多樣性	37
表 4-8 各漁塭底泥底棲動物群聚組成	37
表 4-9 各漁塭拖網群聚底棲動物多樣性	38
表 4-10 各漁塭拖網底棲動物群聚組成	39
表 4-11 累積校區鳥類名錄	43
表 4-12 各種提供食源的魚塭特性比較	72
表 4-13 傳統淺坪虱目魚養殖月曆（田渙玉編 1977）	75

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，實驗組A為野生魚種不餵食、B為雜交慈鯛不餵食、C為虱目魚餵食及D為雜交慈鯛餵食。虛線為鳥類調查穿越線 9
- 圖 4-1 水質資料主成份分析結果顯示魚塭水質之改變 18
- 圖 4-2 魚池逐月的(A)水溫、(B)鹽度、(C)葉綠素、(D)溶氧變化 20
- 圖 4-3 乾季(10至4月)各樣站的(A)鹽度、(B)濁度和(C)葉綠素的平均值和標準誤 21
- 圖 4-4 溼季(5至9月)各樣站的(A)鹽度、(B)濁度和(C)葉綠素的平均值和標準誤 22
- 圖 4-5 魚類調查結果的降趨對應分析之(A)樣站散佈圖，(B)魚種散佈圖。NC：北潮溝，SC：南潮溝 26
- 圖 4-6 C1、C2和C3的虱目魚標準體長與體重之關係 27
- 圖 4-7 C1、C2和C3的虱目魚標準體長與體重關係斜率之比較 28
- 圖 4-8 C1、C2和C3的虱目魚(A)體長和(B)體重之比較 28
- 圖 4-9 C1、C2和C3的虱目魚肥滿度之比較 29
- 圖 4-10 C2和C3的虱目魚標準體長成長之比較 29
- 圖 4-11 C2和C3的虱目魚重量成長之比較 30

圖 4-12 魚塭中雜交慈鯛(A) 標準體長和(B) 體重之比較	34
圖 4-13 魚塭中雜交慈鯛肥滿度之比較	35
圖 4-14 南大七股西校區鳥種數隨時間之變化	47
圖 4-15 南大七股西校區鳥類隻數隨時間之變化	47
圖 4-16 南大七股西校區Shannon-Weaver多樣性指數隨時間之變 化	48
圖 4-17 南大七股西校區各棲地的鳥類隻數百分比	48
圖 4-18 雁鴨科出現集中於冬候鳥季	49
圖 4-19 調查到夏候鳥燕 鴿的出現時間與數量	49
圖 4-20 南大七股西校區裡黑面琵鷺出現時間與數量	50
圖 4-21 南大七股西校區裡鷺科鳥類出現的時間與數量	50
圖 4-22 南大七股西校區裡鸕科鳥類出現的時間與數量	51
圖 4-23 南大七股西校區裡 鴿科鳥類出現的時間與數量	51
圖 4-24 歷次鳥類調查資料群集分析之樹狀圖與分群, 數字代表調查 時間	52
圖 4-25 降趨典型分析之(A)樣站散布圖與分群, 數字代表調查時間, (B)鳥種散布圖	52
圖 4-26 南大七股西校區四個區域的(A)鳥種數、(B) 鳥隻數和(C) Shannon-Weaver多樣性指數, 柱上線條為一個標準	55

- 圖 4-27 南大七股西校區四個區域的降趨典型分析結果 55
- 圖 4-28 在留鳥季，南大七股西校區四個區域調查到(A) 鳥種數和(B) Shannon-Weaver diversity比較 56
- 圖 4-29 在候鳥季，南大七股西校區四個區域調查到(A) 鳥種數、(B) 鳥隻數和(C) Shannon-Weaver diversity比較 57
- 圖 4-30 鳥類在不同時段在魚塭的覓食密度不同 58
- 圖 4-31 在放水前後 (A) A1 和(B)A2魚塭鳥類的密度不同 . . . 59
- 圖 4-32 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 . . 62
- 圖 4-33 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 . . 64
- 圖 4-34 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 67
- 圖 4-35 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 69
- 圖 4-36 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 70
- 圖 4-37 不同魚塭類型間的 (A) 葉綠素A、(B) 雜交慈鯛、(C) 多毛類和(D)鳥類密度的比較 73

確保黑面琵鷺食源之生態養殖

圖 4-38 傳統淺坪虱目魚養殖工作圖 76

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

過去的統計數字顯示，黑面琵鷺在過去三年皆有約一千隻次以上的數量，而在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。因此補充黑面琵鷺的食源和棲地為維持穩定渡冬族群之思考方向。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和棲地及進行養殖實驗的場所。

二、研究方法及過程

本計畫利用南大七股西校區內的實驗魚塭，提供黑琵等候鳥食源，比較四種提供食源的方式，並調查校區的鳥類和魚類群集，並且進行魚塭水位降低後的鳥類調查。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（餵食）。

三、重要發現

水質調查結果顯示，魚塭區鹽度由年初的高值，隨著梅雨和颱風降雨而下降；葉綠素隨著溫度和餵食增加而增加。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同，種類也較多。C1收成的虱目魚較大，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。估算各池的雜交慈鯛重量，以C3最多，C1次之，

確保黑面琵鷺食源之生態養殖

A1、A2 和 C2 最少。比較各池雜交慈鯛大小，以 C1 的最長且最重，北潮溝的次之。連續的西校區鳥類調查顯示鳥類群集有明顯的時間性的變化，以 10 至 4 月中為冬候鳥季，4 月中至 9 月主要為留鳥。在放水之後，黑面琵鷺和候鳥利用魚塭覓食，利用魚塭鳥類的密度高於放水之前，利用泥層鳥類的比例增加，鴿科鳥類的比例也增加。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

立即可行建議一

主辦機關：台江國家公園管理處

協辦機關：臺南市政府農業局動物防疫保護處、國立臺南大學

目前觀察到野狗追捕和捕食候鳥，已經影響在校區棲息候鳥隻數，需要協調臺南市政府農業局動物防疫保護處協助捕捉西校區野狗，以免野狗追捕雁鴨和黑面琵鷺等候鳥。

立即可行建議二

主辦機關：台江國家公園管理處

協辦機關：國立臺南大學

本研究對提供黑琵和候鳥食物和棲地已頗有成效，可以在臺南大學七股西校區內持續進行不同型態之棲地經營管理實驗，擴大鳥類豐富度與多樣性。

中長期建議一

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

推廣傳統淺坪虱目魚養殖。本實驗說明傳統淺坪虱目魚養殖有利於候鳥利用，未來可以與臺南市政府農業局合作，對於在東魚塢進行傳統淺坪虱目魚養殖的養魚戶，給與租稅上的減輕，以利推廣。

中長期建議二

主辦機關：台江國家公園管理處

協辦機關：

協調廢棄魚塢進行水位操作。本實驗結果說明在候鳥季降低水位有利於候鳥覓食，未來可以協調廢棄魚塢主人在候鳥季進行放水，以提供食源給候鳥。

Abstract

Keywords: Black-faced Spoonbill, migratory birds, habitat, sustainable aquaculture, milk fish

From past surveys, the numbers of Black-faced Spoonbill were over 1,000 in past 3 years. However, the average number dropped to 834 in year 2010/2011. According to analyses, the lack of food sources is one of the major causes. This project provide habitats for Black-faced Spoonbill and migratory birds by offering food resources and roosting sites in the western part of the Cigu campus of the National University of Tainan. We provided four types of aquaculture ponds: wild fish species, *Oreochromis* sp., milkfish with feed, and *Oreochromis* sp. with feed. Results of water quality showed that salinity increased first in March and April, then decreased with plum rain and rainfalls of the monsoon. Chlorophyll increased with water temperature and feed. Fish survey results showed that *Oreochromis* sp. was extremely dominant in all ponds and tidal channels. Comparing with fish ponds, the fish compositions were different in north and south channels and north pond. C1 had larger milk fish because they were from last year. C3 had the smallest milk fish because *Oreochromis* sp. was highly abundant in C3. C2 had the fastest growing milk fish, C1 was the 2nd, and C3 the last. C2 had the highest milk harvest, whereas C3 had the least. Based on the estimated weight of *Oreochromis* sp., C3 had the most, C1 was the 2nd, and C2 was the least. Comparing weight of *Oreochromis* sp., C1 had the largest and North channel was the 2nd. Results of bird surveys showed temporal changes of bird assemblages. September through mid-April was the winter migratory bird season, whereas mid-April through August was dominated by resident birds. After water levels were lowered, black-faced spoonbill and other birds fed in these ponds. Bird densities, % sediment- feeding birds and % Charadriidae increased in

ponds. The results of this project offer knowledge and experiences for eco-aquaculture and protected area management.

This project provides the immediate and long-term strategies.

Immediate strategies:

1. To protect birds and provide habitats for black-faced spoonbill and birds, wild dogs need to be controlled in the study region. We need to ask the environmental protection bureau of Tainan city to catch these dogs.
2. Black-faced spoonbill and migratory birds utilized foods and habitats provided by this project. In the future, we need to manage habitats of this area. This way, more abundant and diverse bird assemblages may reside in this area.

Mid-term strategies:

1. To promote traditional shallow pond milk fish aquaculture to provide foods for black-faced spoonbill and migratory birds in Tainan city. Taijiang National Park Administration can provide sale-related service to ensure the income of producers. Taijiang National Park Administration can work with the Agriculture Bureau of Tainan city to offer reduction in lease for those participating in traditional shallow pond milk fish aquaculture.
2. Taijiang National Park Administration can work with owners of abandoned ponds to lower water level to provide foods for migratory birds in the winter and spring.

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，在臺南海岸就有兩個國際級的濕地（曾文溪口濕地及四草濕地），及四個國家級的海岸濕地（八掌溪口濕地、北門濕地、七股鹽田濕地、鹽水溪口濕地）。臺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（鹽水溪口濕地、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，在過去三年皆有約 1,000 隻以上的數量，在 2010/2011 年度，黑面琵鷺在臺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。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）。

經濟活動發展與包括黑面琵鷺等候鳥的保育通常具有衝突性，工業區的發展和土地開發減少候鳥的棲息和覓食地；在潮溝和潟湖中密佈的網具減少候鳥的食物，魚塭的開發減少自然棲地。在食物來源減少的情況下，魚塭成為候鳥重要的覓食棲地。養殖魚塭可以提供候鳥食物來源，尤其是傳統淺坪式虱目魚塭在收成後提供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，許多淺坪式虱目魚塭已經轉變為石斑魚（苗）和文蛤養殖，因此食源數量逐年減少，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塭。南大已經進行七股生態校園的規劃，七股西校區為生態保育用地，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），並且已經有養殖實驗經驗，因此，適合做為提供候鳥食源和棲地及進行養殖實驗的場所。

第二節 研究目標

由於臺南地區土地開發和魚塭養殖產業的變遷，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、在國立臺南大學的七股西校區發展野生和人為飼養的魚塭實驗區，評估提供候鳥食源的方式，以增加黑面琵鷺和候鳥食源。
- 二、瞭解鳥類對這些實驗養殖魚塭與七股西校區的利用。
- 三、瞭解魚塭的魚類成長和群聚組成。

希望本計畫的結果能提供候鳥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

生態養殖在本計畫為對黑面琵鷺等候鳥友善的養殖，這樣的解釋在水產養殖中並不常見。對生物友善的思考是一種從生物保育的角度出發的思考，當被保育的生物損害經濟利益時，這時就會產生高程度的利益衝突，其執行的困難度是極高的。從水產養殖與鳥類的衝突的案例上就可以顯現其困難度。而當被保育的生物對經濟利益的損害低，或者可以帶來經濟利益時，則其可行性會較高。本研究在相關單位協助及在公有地上養殖的情況下，可以評估生態養殖可行的操作方式和在經濟上的可行性。然而，從水稻田與鳥類共生以保育鳥類的例子，可以幫助對生物友善的養殖漁業文化發展找出可行的方向。

第一節 對鳥類友善的農業

水稻田提供鳥類食物和棲地，食物包括水稻本身、水田裡的無脊椎動物、脊椎動物和收割後遺留的稻穗，因此吸引不同的鳥類來利用 (Fujioka *et al.* 2010; Stafford *et al.* 2010)。雖然鳥類可能會吃食水稻，但是也被認為有許多的益處，包括雜草的控制、害蟲的控制、幫助營養鹽循環、稻禾的分解、生態旅遊和打獵的收入 (Elphick *et al.* 2010)。可能是因為鳥類可以提供好處給水稻田，因此，鳥類在有些地區的水稻田能受到較友善的對待。

對鳥類友善 (bird-friendly) 的水田的作法可以分為三方面：使用有機農業的方法、提供鳥類棲息地的措施及以保育物種行銷稻米 (Elphick *et al.* 2010)。在使用有機農業的方法方面，因為減少殺蟲劑的使用，減少對鳥類食物和鳥類的傷害，使得水稻田成為對鳥類友善的棲地 (Parsons *et al.* 2010)。

美國加州對遷徙鳥類友善的水田

在美國加州有一個遷徙鳥類保育伙伴關係組織 (The Migratory Bird Conservation Partnership)，這是一個奧杜邦加州分會 (Audubon California)、自然保育組織 (The Nature Conservancy) 和 PRBO 保育科學組織之間的合作關

確保黑面琵鷺食源之生態養殖

係，從 2008 年開始運作，目標是為了要保護和支持加州溼地和農業土地上的遷徙鳥類族群。目前這個組織在加州的中央山谷進行這項工作，範圍包括沙加緬度山谷 (Sacramento Valley) (The Migratory Bird Conservation Partnership 2011)。沙加緬度山谷是位在太平洋遷徙路徑上 (flyway)，為上百萬隻水鳥一個極為重要的渡冬和遷徙停留點，這個山谷有超過 35 萬公頃的冬天積水的稻田，佔冬天水鳥積水棲地面積超過 80%。

在瞭解冬天積水的稻田為水鳥重要的棲地後，遷徙鳥類保育伙伴關係組織與加州稻米委員會和稻農合作，在水稻收成後，再度在稻田蓄水，提供水鳥和遷徙鳥類棲地，而非傳統的放乾水。稻田較長的淹水期可以分解稻桿，此外，有些農民會將一部份田轉變為溼地，有助於提高水溫；這些措施對水鳥和農民都有利。涉禽需要的水深比一般冬天積水的稻田的水深要淺，因此他們與稻農合作，測試提升棲地價值的替代方法。目前仍然在找出各種有利於遷徙鳥類的稻田管理方法，並且提供參與農民申請經費的機會 (Elphick 2004)。

遷徙鳥類保育伙伴關係組織的工作成果敘述如下，促進 250 公頃溼草原的保護，保護築巢的沙丘鶴。與一個 5 千公頃的農莊發展保育計畫，創造人工棲地以連結棲地廊道，準備河濱和溼地復育。與加州稻米委員會合作，執行鳥類友善管理實驗。完成聖約克 (San Joaquin) 河和溼地保育行動計畫，找出保育的策略和優先區域，以與私有地地主合作增加農地對遷徙鳥類的價值為主要策略。並招募 100 位公民科學家，執行秋天長嘴杓鷗 (long-billed curlews) 的路邊調查 (The Migratory Bird Conservation Partnership 2011)。PRBO 保育科學組織以「評估一個替代方法管理加州中央山谷收成後的稻田」贏得 2011 年雨林聯盟 (Rainforest Alliance) 的 EcoIndex 最佳監測和評估獎。

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。稻農要提早進水，維持更久的淹水時

間，並緩慢放水，因為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)。

其他國家案例

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 鵜 (Giant Ibis) 為一種瀕危物種，保護和監測巨 鵜的稻農經由野生動物友善企業網絡 (The Wildlife Friendly Enterprise Network) 認證，生產的米被稱為 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產品的發展和行銷，同時也保持鄉村經濟的活力。

目前還有一些相近的案例可以參考。在臺灣的苗栗，有一家山水米公司，以補助簽約農民以有機的方式生產，並且在田間放鴨子，利用鴨子吃掉稻中雜草和害蟲，而排出的糞便可作為肥料，創造「鴨間稻」的品牌。小小的黃鴨非常可愛，讓小朋友放到稻田裡更是吸引媒體的報導，贏得一些消費者的認同。然而，稻間鴨最後也是要供食用的！這個案例只可以做為有機農業的例子，它並沒有實質鳥類保育的內容。在韓國的非軍事區和平民控制區 (Civilian Control Zone)，這個區域有豐富的生物多樣性，丹頂鶴 (red-crowned crane) 和白枕鶴 (white-naped crane) 為其中稀有的鳥類，在這些鳥類棲息區域生長的米被稱為 Cheorwon Crane Rice，可以享有較高的售價 (Lee *et al.* 2007)。然而，這個區域曾經數次討論成立保留區，以保護這些鳥類，但是，都因為地主和農民的強烈反對而作罷 (Kim *et al.* 2011)。

第二節 黑面琵鷺食源之生態養殖

香港米埔自然保護區

米埔自然保護區在后海灣，佔地 380 公頃。后海灣濕地位於香港西北，是亞洲生物多樣性最豐富的濕地之一。后海灣濕地佔地 2,700 公頃，為多種物種提供棲身之所，更是遷徙性候鳥的天堂；在冬季的中期，曾於后海灣記錄多達 6 萬隻水鳥的壯觀景象。1995 年 9 月 4 日，內后海灣 1,500 公頃的土地獲《拉姆薩爾公約》劃為「國際重要濕地」，讓香港尚存最大面積的濕地得以保存（世界自然基金會香港分會 2011）。

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，同時推動多項濕地保育工作。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方面需要的基礎知識。黑面琵鷺、水鴨和濱鳥被選為重點工作物種，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）。

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（苗）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、花身鱖或黑鯛）、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。以臨近黑面琵鷺主棲地的七股區東魚塢為例，石斑魚苗養殖和文蛤養殖面積逐年上升，而傳統淺坪虱目魚養殖面積從 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和棲地逐年減少。

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，臺江國家公園管理處已經於 100 年度進行了增加黑面琵鷺食源的生態養殖計畫。魚類調查結果顯示，不論在南北潮溝、潮池或魚塢，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。在養殖池中有餵食雜交慈鯛的平均體重較沒有餵食的要高。估計各池雜交慈鯛隻數量，D2、C1 和 B1 魚隻數量較多；D2、B1、D1 和 C1 雜交慈鯛生長速率較快。鳥類調查結果顯示，7 和 8 月在西校區的鳥類群集較相似，9 和 10 月的鳥類群集較相似，而 11 和 12 月有較多的雁鴨等候鳥，鳥類相與之前的有差異。在虱目魚收成後，養殖池水位放低，已經調查到黑琵和候鳥在放低水位的魚池覓食，放低水位的魚塢，鳥類密度比沒有放低水位的魚塢要高。

確保黑面琵鷺食源之生態養殖

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 鯪雜交慈鯛及鰕虎類等。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；土堤灌叢優勢植物有鯽魚膽、海馬齒、鹽地鼠尾粟、裸花鹼蓬等。

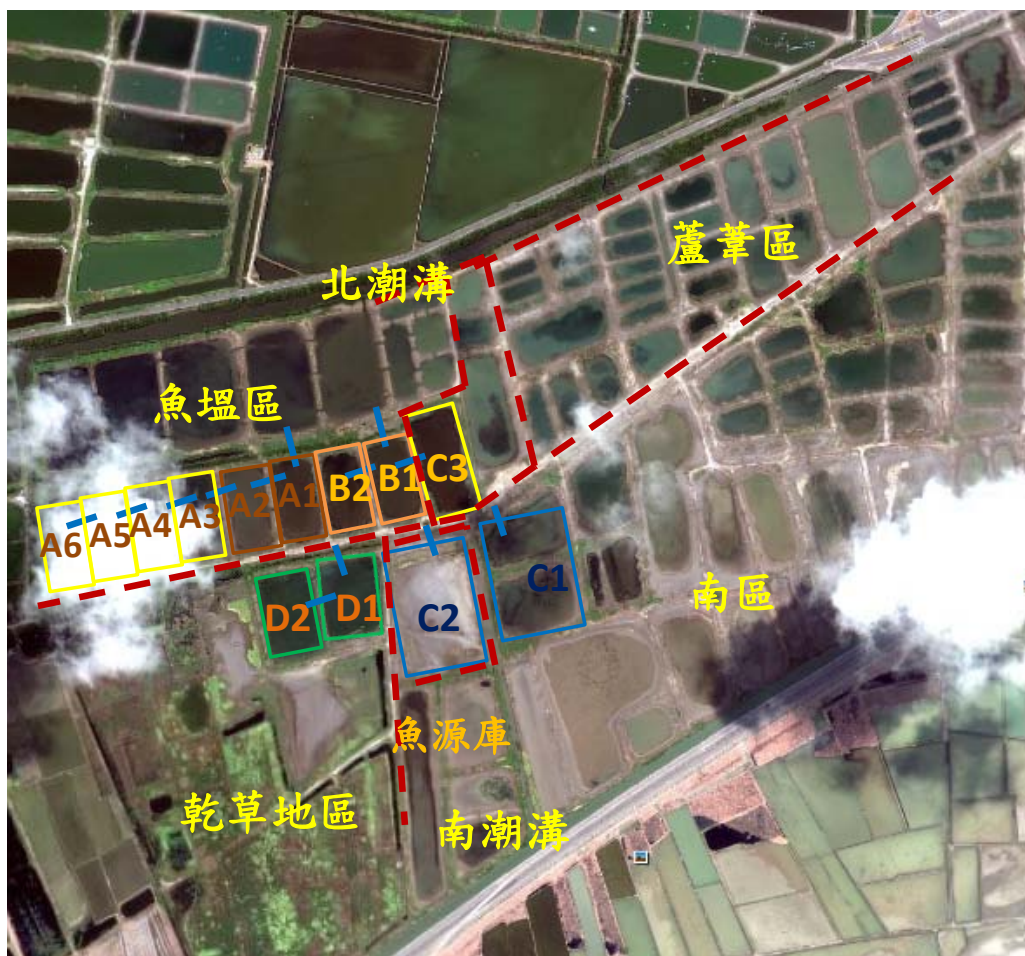


圖 3-1、計畫實驗地點在國立臺南大學七股校區西校區，實驗組 A 為野生魚種不餵食、B 為雜交慈鯛不餵食、C 為虱目魚餵食及 D 為雜交慈鯛餵食。虛線為鳥類調查穿越線。底圖來源為 Google Map。

第二節 研究方法

本計畫分為四個部份，第一個是整理魚塭準備養殖及處理魚塭運作；二是購買魚苗及飼料，並執行養殖工作；三是水質、鳥類和魚類等生物調查；四為在魚塭調整水位後，監測使用魚塭的鳥類。

一、魚塭準備

整理魚塭準備養殖的工作包括先曬池，以清除池底有機物。對虱目魚池，在清明節前以米糠鋪撒於魚塭，進水以培養藻類，作為虱目魚食源。到放魚苗後，開始進行養殖實驗。養殖場地需要進行潮溝和魚塭的整理，潮溝整理包括清理淤積的潮溝，讓水能流通。魚塭的整理則包括築堤、修復土堤、土堤植草和護岸等工作。魚塭主要的水源為南潮溝的水和雨水。

二、魚塭實驗

本實驗是為瞭解在不同的養殖型態下，包括野生和放養及是否餵食的型態，其中魚類的成長和魚類群聚組成，以及鳥類在調整水位後對魚塭的利用。本實驗的目的為評估提供候鳥食源的方式。實驗包括使用野生和放養的魚及是否餵食的情況，實驗處理包括野生魚種不餵食(A)、雜交慈鯛不餵食(B)、虱目魚餵食(C)及雜交慈鯛餵食(D)，共四組；除C組3個重覆，每個實驗組2個重覆。今年虱目魚增加1池C3，共3池在6月4日C1和C2各放5000隻4寸虱目魚苗，C3放3000隻虱目魚苗。6月11日在B和D組各池放1萬隻雜交慈鯛魚苗。另外，再增加1個雜交慈鯛魚源庫，預備在候鳥缺乏食物時，能提供食物。虱目魚為傳統淺坪式的養殖；野生魚種來自於潮溝進來的魚，如同廢休養魚塭，但是擁有潮溝的魚源。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，我們數次的調查都有發現雜交慈鯛，雜交慈鯛已經在東魚塭的潮溝建立族群。在放養魚隻後，實驗

開始，進行投餌餵食，並注意和控制水質，以抽水和排水改善水質。

三、魚塭動物調查

魚類採樣的目的為瞭解魚的成長和野生魚的群聚組成，採樣原則上每個月進行一次，以蛇籠捕捉，因為其網口多易於捕捉魚隻；蛇籠於調查前一天下午放網，第二天收魚。另外以細網（網目 0.2 公分）包覆蝦籠置於岸邊，以瞭解魚苗的出現。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，其餘記錄其數量。採樣已取得臺南市政府農業局的許可。養殖池雜交慈鯛數量估計以標放再捕捉法估計，以剪去背鰭前部做為標記方法。

底棲動物調查的目的為瞭解其在實驗魚塭中的動物組成，在虱目魚收成前後進行；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。底拖網採樣時記錄拖網的拖行長度 10 公尺，拖網開口寬度 2 公尺，網目 3 公厘。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 15 格，每次隨機取樣 3 格，混合成一個樣本，記錄採到的底泥樣本體積；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，挑出的魚蝦蟹螺貝分類至種；其他大型無脊椎動物分類至科，並照相及保存。

四、水質調查

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 $^{\circ}\text{C}$ 下水浴

確保黑面琵鷺食源之生態養殖

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°C 的冰箱中。

五、鳥類的食源管理

在虱目魚收成之後，將調查鳥類對魚塭的利用，並持續調查魚類群聚組成。收成對象包括虱目魚，收成後將計算魚產量。在虱目魚收成後，將留下雜魚，不予許採收，供給為黑面琵鷺和候鳥的食物。此外，以抽水機控制魚塭水位於 16 公分以下，以利黑面琵鷺及候鳥覓食。

六、鳥類的調查

鳥類調查分為穿越線和群集計數法兩種，穿越線法的目的在調查七股西校區全區的鳥類群集，群集計數法目的在記錄利用實驗魚塭的鳥類群集。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一。記錄時，註明鳥類棲息環境狀況和行為。行為種類包括覓食和停棲；環境棲地因子包括水域、堤防、木麻黃林、紅樹林、灌叢及乾草地。此外，在 9 月份開始，分別記錄實驗魚塭的鳥類種類和數量。

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，開始日期為放水當天開始連續 5 天調查，之後隔天調查進行 7 次；調查記錄時間為 7、10、13 及 16 時，記錄魚塭包括 A1 至 A6、B1、B2、C1、C2、D1、D2 共 12 池，加上中央潮溝南、北邊各記錄一份。調查時分兩班人員進行，7-13 時一班，13-19 時第二班，共連續進行 5 天，之後每隔天進行清晨鳥調。在記錄期之間，在貨櫃上觀察記錄黑面琵鷺的進出。

七、資料分析

(一) 水質分析

水質因子將以單因子變異數分析 (one-way Analysis of variance) 比較不同月份之間的差異；以 10 月至隔年 4 月為乾季，5 至 9 月為濕季，區分乾濕季比較養殖池之間的差異。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) 代表許多變數的變化或趨勢。

(二) 養殖分析

1. 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， $W=aL^b$ 。
2. 魚塢魚隻的肥滿度 (condition factor) 計算方式為(體重(g))/(體長(cm))³ x 100。
3. 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會較高。
4. 魚塢實驗組間的雜交慈鯛的大小和肥滿度差異以單因子變異數分析 (one-way ANOVA)，若有差異則以 Duncan 事後比較區分大小分組。
5. 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

(三) 群聚分析

1. 以群集分析 (Cluster analysis) 探討魚類和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，以視覺判斷分群的相似程度值，再進行各分群間的相似性係數分析 (Analysis of Similarities, ANOSIM)，

確保黑面琵鷺食源之生態養殖

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。魚類和鳥類群集組成資料先轉換為相對豐度。

2. 降趨對應分析(Detrended Correspondence Analysis)探討魚類和鳥類樣本群集之間的相似與否，以雙軸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。降趨的目的為去除對應分析結果的曲線效應 (arch effect)

3. 魚塭密度比較

魚塭實驗組間的密度和鳥種數差異則以單因子變異數分析 (one-way ANOVA) 判斷同組魚塭在降低水位前 5 次調查和降低水位後 5 次調查 (06:30 記錄) 是否有差異；若有差異則以 Duncan 事後比較魚塭大小並分組。

第四章 結果與討論

第一節、養殖工作紀要

本年度在 4 月底，大部份候鳥已離開臺南地區，因此於 5 月初開始進行魚塭進水，並且積蓄雨水，減少水的鹽度。5 月底豐沛的梅雨，使得魚塭水位超過 50 公分，鹽度降至 10 ppt 左右。於五月中，在 3 個虱目魚池（C1、C2、C3）施放米糠，以培養藻類。

魚苗於 6 月順利放入魚塭。6 月 4 日放入 4 寸虱目魚苗 1 萬 3 千尾，兩個大的魚池各 5 千尾（C1 和 C2），C3 放 3 千尾。6 月 11 日放入 3 寸雜交慈鯛魚苗，虱目魚池不放雜交慈鯛。今年增加一個魚源庫，放入雜交慈鯛魚苗 4 萬尾。在放魚苗後，開始餵食飼料，並記錄每池餵食的飼料量。本次飼料全部為植物性成份，主要成份包括豆粉、粉頭和米糠，沒有使用魚類蛋白質，因此為不傷害海洋魚類及生態系的飼料。

6 月中的泰利颱風帶來極大的雨量，幸運地，水位沒有溢出堤防，但是；C2 池有兩段土堤被雨水沖毀，若再有大雨，有潰堤的風險。已經雇用怪手將 C2 土堤修復，並且整理部份潮溝和道路。此外，雇用臨時工在裸露的土堤上植草，以保護土堤，在候鳥期可以供給鳥類利用。草源為現有土堤上茂密的植物，以確保可以在當地土壤和鹽度狀況下存活，但是，植草後，降雨較少，需要持續照顧植草。另外，也使用溫室網蓋住容易受侵蝕的土堤。

虱目魚已經於 11 月 7、8 日收成，C1 因為中間有分隔半島，影響拖網收魚進行，因此，我們用網目較大的刺網再收 2 次，均有捕獲。

11 月 8 日開始放水第 1 組魚塭：A1、B2、C2 和 D1，並進行鳥調；A1、B2、和 D1 的水位在 12 日降至 15 公分，而 C2 的水位在 26 日降至 15 公分；12 月 7 日開始放水第 2 組魚塭 A2、B1、C1、C3 和 D2，並進行鳥調；A2、B1 和 D2 的水位在 12 日降至 15 公分，而 C3 和 D2 的水位在 12 月 11 日降至 15 公分，而 C1

確保黑面琵鷺食源之生態養殖

的水位在 12 月 22 日降至 15 公分。

本研究除了發現在校區北邊的池塘有外人來設蛇籠及拖網捕捉魚的情況，干擾北邊的 5 個感潮池的鳥類利用。野狗威脅校區鳥類的棲息和覓食，魚塭放水之後，有不少的野狗(約 9 隻成犬)白天一直在魚塭周圍走動，尋找食物，晚上則在魚塭旁休息，野狗除了會撿魚吃，當沒有了食物，還會攻擊鳥類；曾經看過小白鷺的腳骨在土堤上，被啃到剩下一層膜，以及野狗不斷在校區追逐和驚擾起雁鴨。11 月 24 日的校區鳥調記錄的 311 隻，較 10 月 27 日少了 880 隻，去年 11 月兩次調查均超過 1000 隻。

第二節、水質調查結果

主成份分析結果顯示各月份樣站水質的狀況(圖 4-1)，1 至 4 月份樣本鹽度和電導度較高，因為降雨較少；因為 5 月有梅雨及 6 至 8 月颱風季降雨量較高，降雨都超過 250 公厘，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，魚塢葉綠素 A (生產力) 增加。

以魚塢平均值分析，月份間平均水溫顯著不同 ($F = 188.6, P < 0.001$)；水溫在 1、2、12 月較低約 20°C ，3、4、5、9、10、11 月接近 30°C ，6、7、8 月較高在 30°C 以上(圖 4-2)。月份間平均鹽度顯著不同 ($F = 35.2, P < 0.001$)，鹽度在 1、2、3、4 月升高超過 30ppt，在 5 至 8 月因為降雨量高鹽度降低，5 月梅雨將鹽度降至 10ppt，6 月颱風帶來的豪雨將鹽度降至約 5ppt，8 月中開始沒有降雨，鹽度因此逐月升高，10、11、12 月的鹽度上升接近 20ppt。電導度的變化與鹽度相同。月份間平均葉綠素 A 顯著不同 ($F = 2.0, P = 0.03$)，葉綠素 A 在 1、12 月最高，因為水位低，光合作用旺盛；2、3、4、5 月的葉綠素 A 較低，6 月份溫度升高，藻類增加；放養魚隻後，藻類下降；隨著養殖餵食的進行，葉綠素 A 從 7 月開始逐月增加，在 9、10 月持續上升。月份間平均溶氧也顯著不同 ($F = 24.7, P < 0.001$)，1、2、11、12 月溶氧較高，因為水位低，光合作用旺盛，所以溶氧較高或有過飽和的狀況。而 pH 和濁度沒有月份間的差異。

以乾季(10 至 4 月)和濕季(5 至 9 月)分別比較魚塢間的差異。在乾季，水溫、溶氧和 pH 沒有顯著差異。在鹽度方面，魚塢間有顯著差異 ($F = 2.3, P = 0.02$ ；圖 4-3)；C3 有最低的鹽度，B1 也較低；南潮溝(SC)、北潮溝(NC)和北潮池(NCP)與海洋連接所以鹽度較高；養殖魚池因為水體逐漸蒸發時，鹽度升高，但是平均在 20 ppt 以下。電導度的變化與鹽度相同。濁度方面，魚塢間有顯著差異 ($F = 4.8, P < 0.001$)；C1、C2、C3 和南潮溝(SC)的濁度較其他魚塢高出許多，B2 和 A1 較低；南潮溝已經淤積，濁度可能與潮汐造成的土堤侵

確保黑面琵鷺食源之生態養殖

蝕有關；C1、C2、C3 為飼食的虱目魚池，濁度可能為浮游藻類的增加和生物擾動底泥產生的。在葉綠素 A 方面，樣站間有顯著差異 ($F = 4.6, P < 0.001$)；C2 和 C3 有最高的葉綠素 A，A2、C1、C2 和 D2 較高，B2 和北潮溝較低。

在濕季，水溫、溶氧和 pH 沒有顯著差異。在鹽度方面，樣站間有顯著差異 ($F = 3.3, P = 0.002$ ；圖 4-4)；南潮溝、北潮溝 (NC)、北潮池 (NCP)、A2 和 C1 有較高的鹽度，大部份養殖池的鹽度在 10 ppt 以下，C3 和 D2 接近 5ppt。電導度有顯著差異與鹽度變化相同。濁度方面，魚塭間有顯著差異 ($F = 3.1, P = 0.002$)；南潮溝 (SC)、C2、A2 和 C1 的濁度較其他魚塭高，A1、D2 和 B 組較低。在葉綠素 A 方面，樣站間有顯著差異 ($F = 3.6, P = 0.001$)；C3 有最高的葉綠素 A，A1 最低，除了 C 組和 A2 的養殖池較高，其他養殖池較低，因為 C 組有持續飼食飼料，而 D 組飼食量較少。

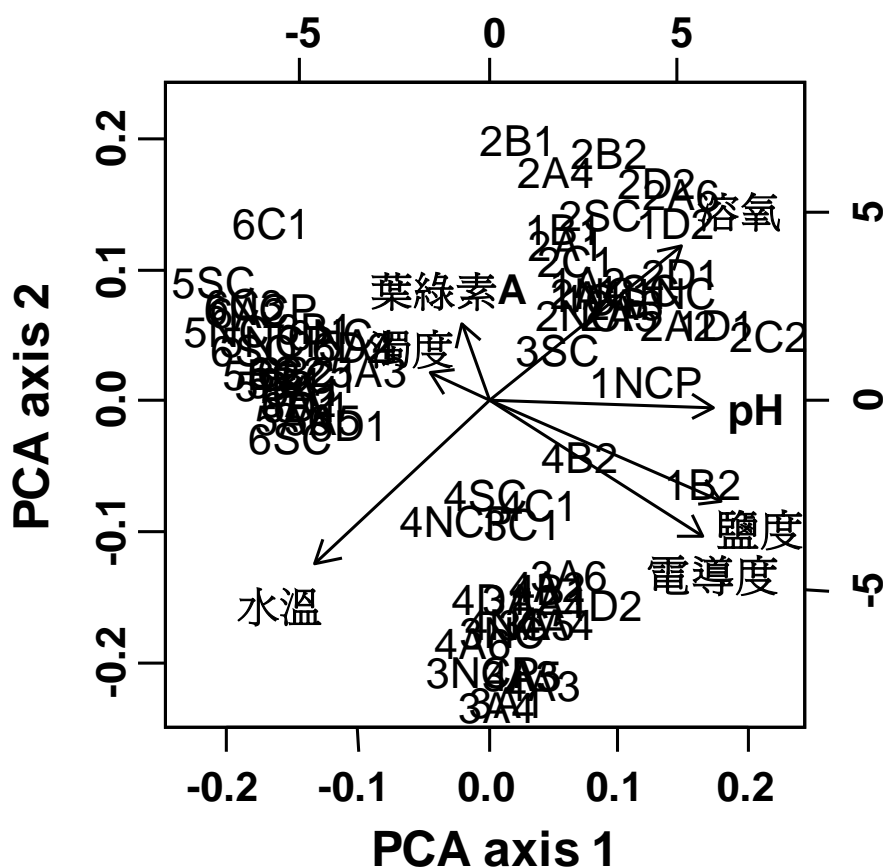
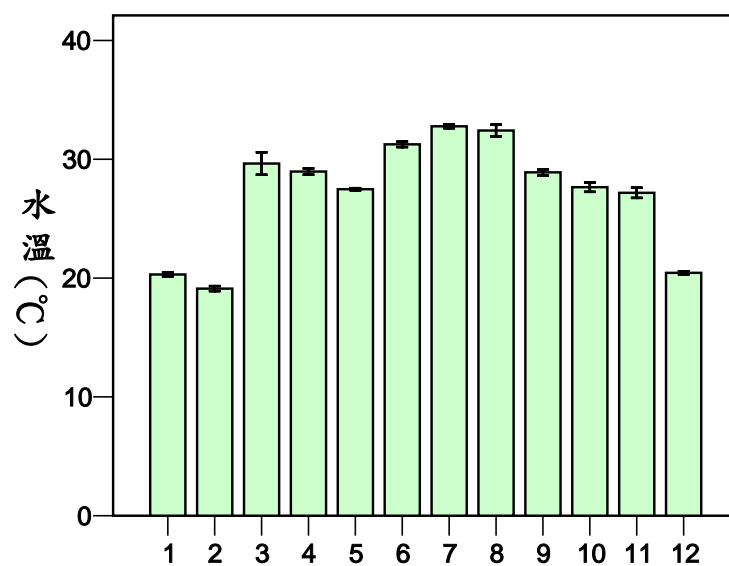
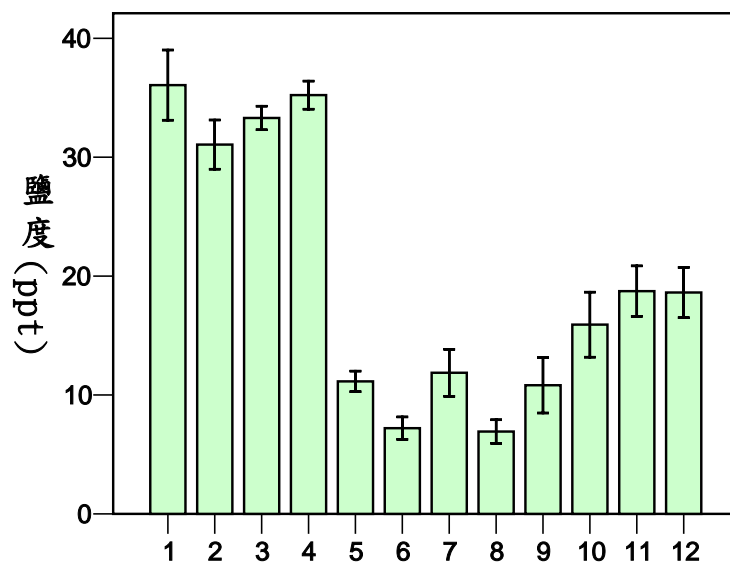


圖 4-1、水質資料主成份分析結果顯示魚塭水質之改變。9C2 代表 9 月份 C2 水質。

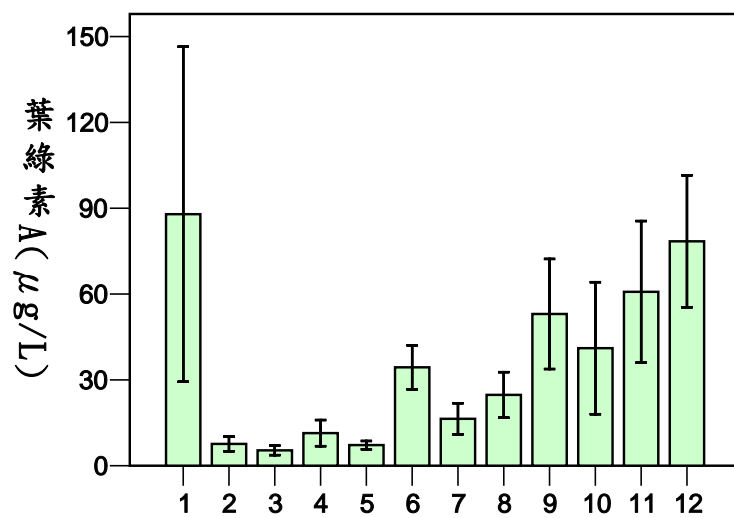
(A)



(B)



(C)



確保黑面琵鷺食源之生態養殖

(D)

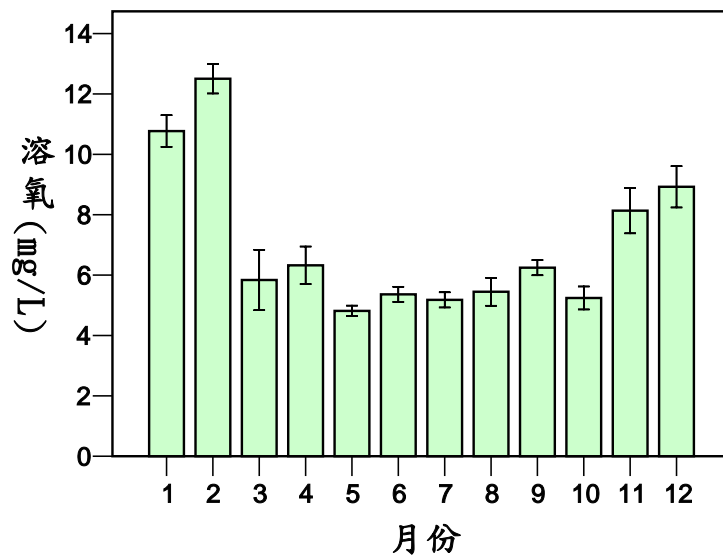
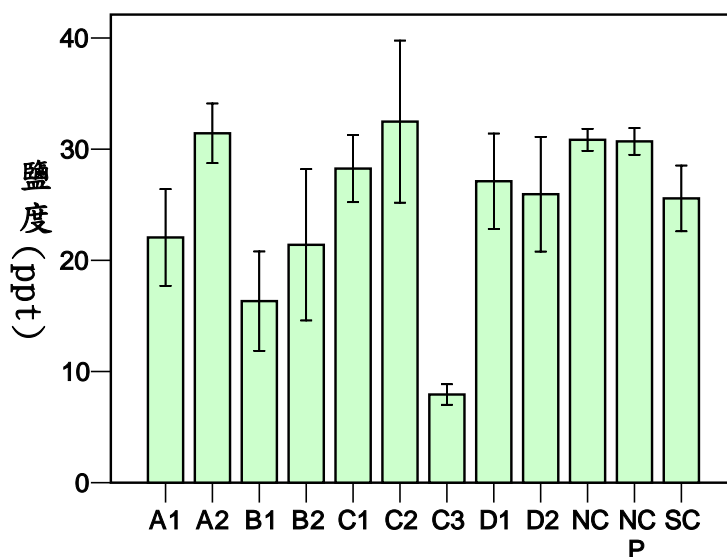
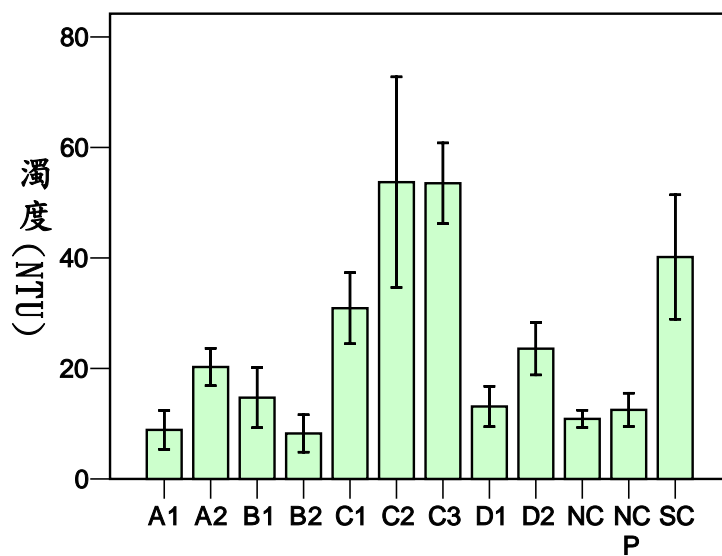


圖 4-2、魚池逐月的(A)水溫、(B)鹽度、(C)葉綠素、(D)溶氧變化。

(A)



(B)



(C)

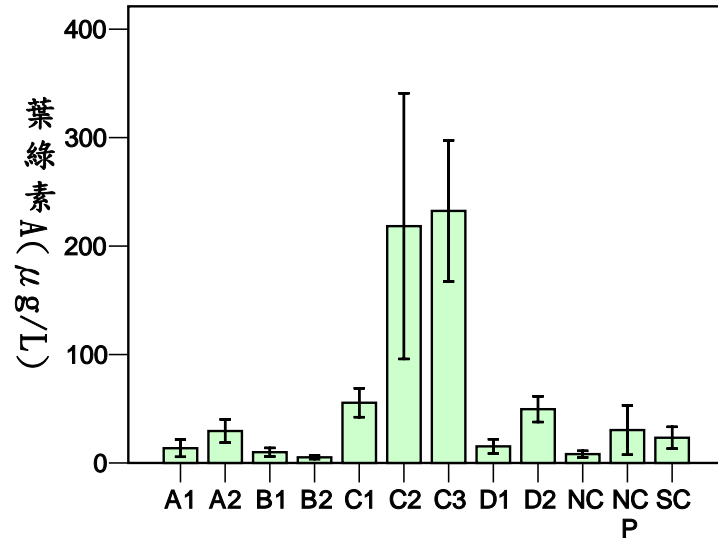
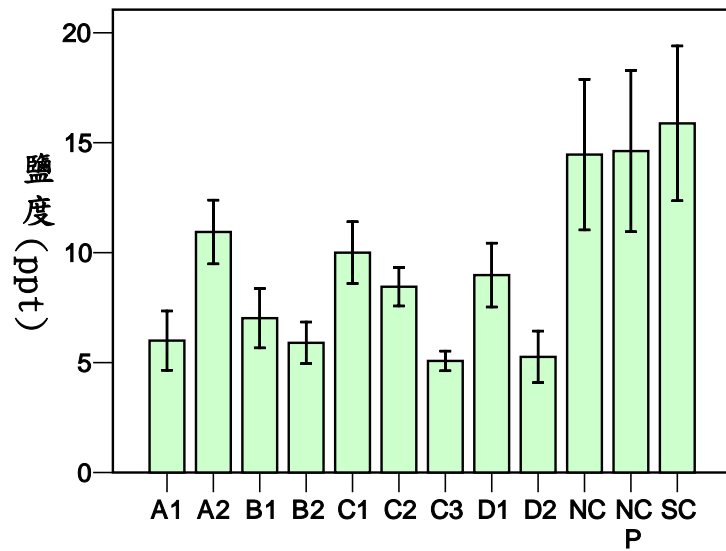
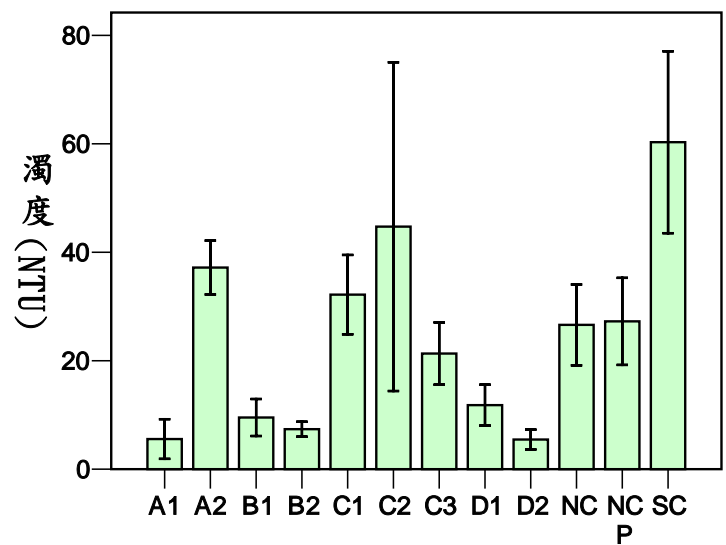


圖 4-3、乾季 (10 至 4 月) 各池的 (A) 鹽度、(B) 濁度和 (C) 葉綠素的平均值和標準誤。

(A)



(B)



確保黑面琵鷺食源之生態養殖

(C)

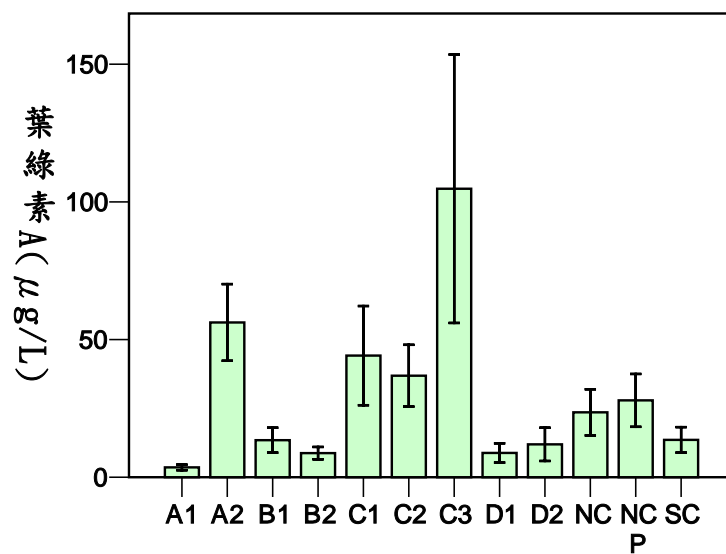


圖 4-4、溼季 (5 至 9 月) 各樣站的(A) 鹽度、(B) 濁度和(C) 葉綠素的平均值和標準誤。

第三節、魚類調查結果

魚塭調查結果

本年度魚類調查狀況敘述如下。在 101 年初，C2、D1 及 D2 的水曾經乾涸一段時間，而 A1 和 A2 水淺；C3、B1 和 B2 在 3 月份只剩下小塊區域有水；C1 池則保持 20 公分以上的水位狀態。1 月份有 2 隻黑腹濱鷸鑽進北潮池蛇籠，因為退潮時水位極低，所以濱鷸可以進到蛇籠。2 月再度於南潮溝捕獲眼絲鵠鯊，牠目前只有在南潮溝出現。3 月在 A3 及 6 月在 C1 都各捕捉到一隻白鰻，全長分別為 50 及 65 公分，去年沒有捕捉到白鰻的紀錄。A5 和 A6 中，雜交慈鯛極為優勢，但是仍有大肚魚、帆鰭胎鱈、鰻(烏魚)、雀細棘鰕虎和鋸緣青蜉等出現。棕塘鱧與頭孔塘鱧也是去年度在此區沒有調查到的魚種，都在 C1 捕獲。

7 月各實驗池均以雜交慈鯛為優勢物種，A1、B1、B2 等池捕獲的魚隻除了放養的雜交慈鯛以外，很少有其他的魚種，而野生池 A2 的魚種則明顯偏多。8 月各個魚池捕獲的種類並沒有太大的改變；北潮溝捕獲到的大棘鑽嘴魚(俗稱瓦米仔)是經濟魚種，南潮溝捕獲的白鰻也是漁民經常食用的魚種之一。C3 因為雜交慈鯛大量生長，虱目魚受雜交慈鯛搶食飼料的影響，因此體型與 C1 和 C2 的虱目魚相較之下出現了明顯的差距。

10 月中進行標放法魚隻，各池都必須捕捉到足夠的數量，以利標放法進行，因此使用手拋網等各種方式捕捉魚隻。

去年至今年累計共記錄魚 8 目 19 科 39 種(表 4-1)，雜交慈鯛為最優勢種類，其他依序為虱目魚、大棘鑽嘴魚、大鱗鰻和白鰻等。本年度魚類調查分析結果與去年度相似。魚類調查結果以降趨對應分析檢視(圖 4-5)，大部份的調查樣本皆集中於雜交慈鯛附近，因為這些樣本皆以雜交慈鯛最為優勢；而分佈在周圍的樣本有南潮溝(SC)、北潮溝(NC)、北潮池(NCP)，南、北潮溝和北潮池樣本的魚種組成有較多其他種類的魚；在第二軸的負向，C 組樣本聚集，因為這些魚池有較多的虱目魚。

確保黑面琵鷺食源之生態養殖

今年度南潮溝 (SC) 累計魚種數最多，達 12 種，南潮溝以雜交慈鯛為優勢種，其他包括較多的日本海鯨、白 鯪、沙鯪、大鱗鯪、短鑽嘴魚等。北潮池(NCP) 次之，達 11 種，北潮池較多的魚為四線雞魚、大棘鑽嘴魚、曳絲鑽嘴魚、白 鯪、沙鯪和大鱗鯪等。北潮溝 (NC) 共 9 種，雜交慈鯛為優勢種，其他較多的為大鱗鯪、大棘鑽嘴魚、虱目魚、環球海鯨和鰻(烏魚)等。南潮溝與曾文溪有多處連接，而北潮溝與七股瀉湖和黑面琵鷺保護區連接。魚池中以 C1 魚種數最多，共 10 種，C1 鄰近南潮溝，除雜交慈鯛外，有較多的虱目魚、大眼海鯨和正叉舌鰕虎。

在蝦和蟹方面，今年度在北潮溝和北潮池捕捉到較多數量的鋸緣青蟹、草對蝦和刀額新對蝦，5 月在北潮溝和北潮池捕捉到的草對蝦長約 23 公分、重 80 克。南潮溝的蝦蟹以鋸緣青蟹和刀額新對蝦為優勢，3 月在南潮溝捕捉到的鋸緣青蟹甲寬 14.5 公分、重達 931 克。其他調查到的蟹類尚有鈍齒短槳蟹、字紋弓蟹和遠海梭子蟹。其他調查到的蝦類尚有東方白蝦和短溝對蝦。另外，也曾發現斑龜在 C3 棲息。

表 4-1、累計調查魚種名錄。

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>Sphyaena 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>Pseudogobius 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>	+	
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>	+	
海鯰目	大眼海鯰科	大海鯰	<i>Megalops cyprinoides</i>	+	
	海鯰科	大眼海鯰	<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>	+	
鼠鱗目	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	高體四鬚鯉	<i>Hypsibarbus pierrei</i>	+	

註：+++優勢，++普遍，+稀少。

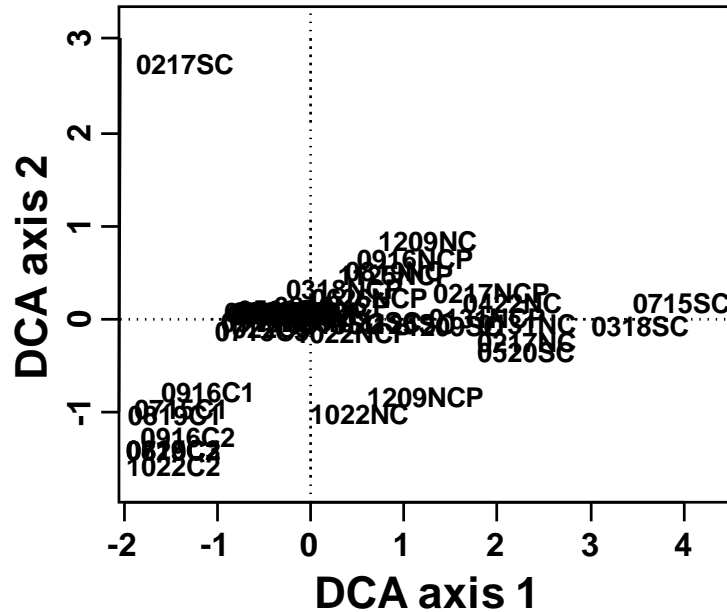


圖 4-5、魚類調查結果的降趨對應分析之樣站散佈圖圖。NC：北潮溝，NCP：北潮池，SC：南潮溝。0318 SC：3 月 18 日在南潮溝的群集。

虱目魚成長速率

6 月 4 日虱目魚放養時的平均全長為 13.0 ± 0.2 (± 1 標準誤) 公分、體重 17.8 ± 0.83 克。11 月虱目魚收成時，C2 和 C3 平均全長分別為 34.3 ± 0.3 公分和 26.1 ± 0.6 公分，體重分別為 379.3 ± 12.8 克和 129.4 ± 8.3 克，C2 中除大眼海鱧外，沒有雜交慈鯛等雜魚；C3 則以雜交慈鯛為極優勢種，所以虱目魚長得不好，且收成少。

C1 池因為有去年留下越冬的魚苗，平均全長為 39.4 ± 1.9 公分、體重 744.7 ± 87.7 克，越冬的虱目魚都超過 1 斤，最重可達 3 斤；如果不計算越冬的魚隻，今年放的虱目魚的平均全長為 26.0 ± 0.5 公分，而體重僅有 209.2 ± 6.7 克。C1 生長較慢可能是因為池中有越冬的大眼海鱧和雜交慈鯛等捕食者，越冬的虱目魚體型較大，與今年放養虱目魚競爭食物。

虱目魚的體重與標準體長關係之迴歸線如下，C1 的虱目魚（含越冬）為 $Y=0.024 X^{2.986}$ ，C2 的虱目魚為 $Y=0.003 X^{3.541}$ ，C3 的虱目魚為 $Y=0.04 X^{2.663}$ （圖 4-6）。C1 斜率高於 C2 的斜率，C2 斜率高於 C3 的斜率（圖 4-7），顯示 C1 的魚較肥，

C2 次之。這個現象反應出當體長愈長，單位長度的體重的增加愈多。水產養殖要覽中也說明虱目魚愈長，增加的體重愈多（田渙玉編 1977）。

比較 3 池虱目魚的標準體長與體重，3 池的標準體長有顯著差異 ($F = 18.1$, $p < 0.001$)，Duncan 事後比較顯示體長 $C1 > C2 > C3$ 。3 池的標準體重也有顯著差異 ($F = 22.7$, $p < 0.001$)，Duncan 事後比較顯示體重 $C1 > C2$ 和 $C3$ ，可能是 C2 體重變異大而無法區分 C2 和 C3。3 池的肥滿度也有顯著差異 ($F = 9.2$, $p < 0.001$)，Duncan 事後比較顯示肥滿度 $C1 > C2$ 和 $C3$ ，可能是 C2 肥滿度變異大而無法區分 C2 和 C3。

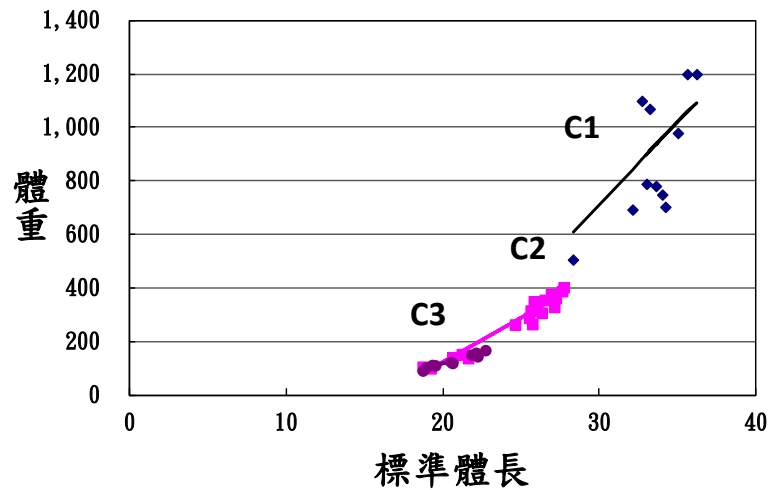


圖 4-6、C1、C2 和 C3 的虱目魚標準體長與體重之關係。C1 為菱形，C2 為方形，C3 為圓形。

確保黑面琵鷺食源之生態養殖

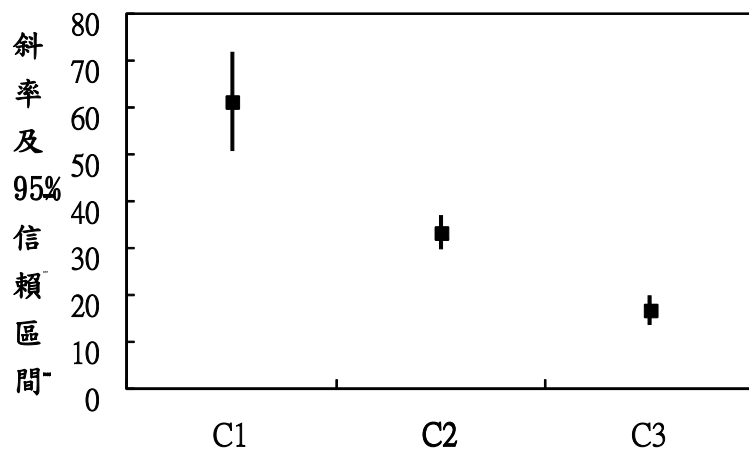


圖 4-7、C1、C2 和 C3 的虱目魚標準體長與體重關係斜率之比較。

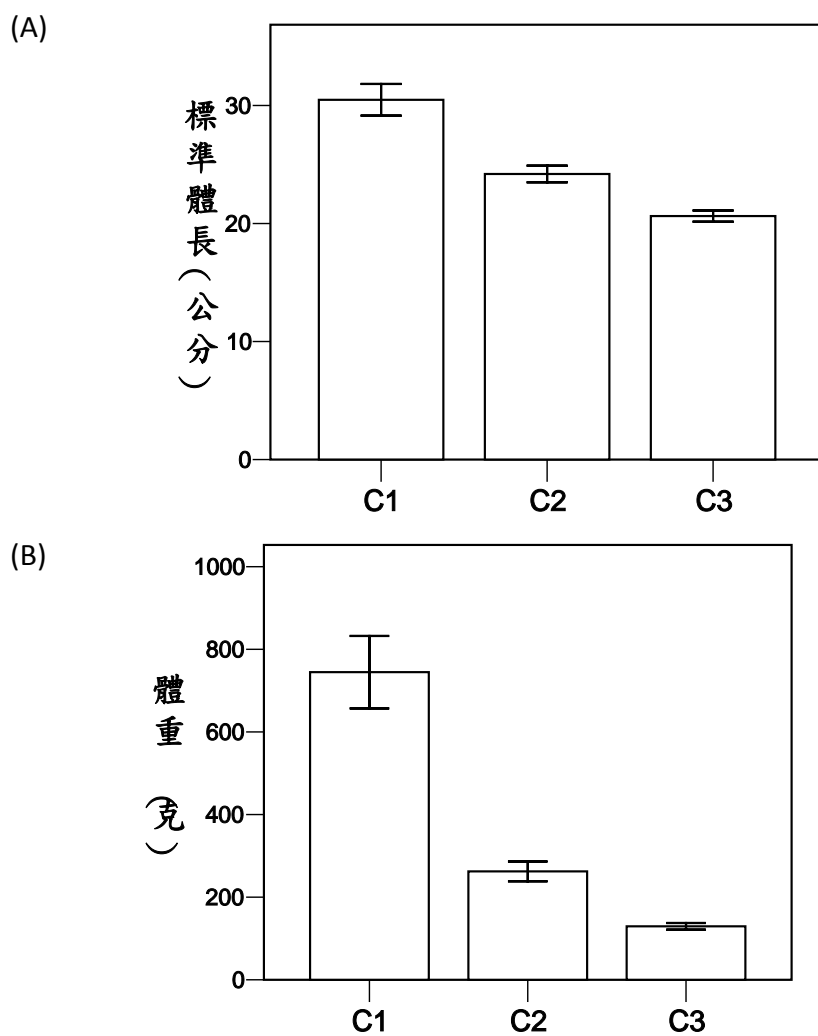


圖 4-8、C1、C2 和 C3 的虱目魚(A)體長和(B)體重之比較。

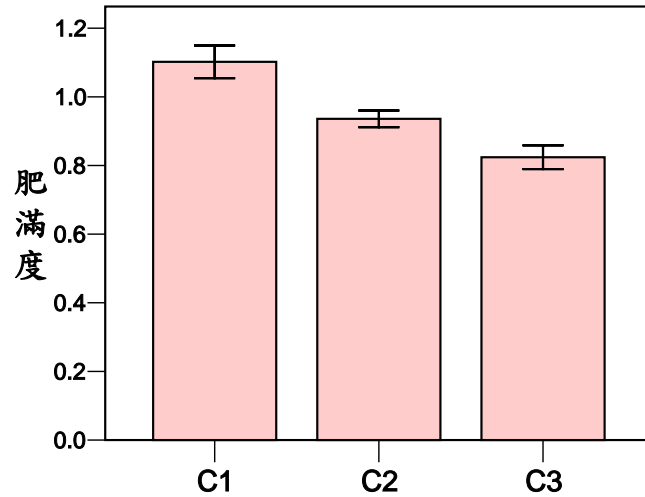


圖 4-9、C1、C2 和 C3 的虱目魚肥滿度之比較。

比較 C2 和 C3 的虱目魚生長，在 22 天之後，C2 虱目魚的體長和體重開始超越 C3，可能的原因為在 C3 有較多土生的雜交慈鯛，在餵食飼料之後生長並繁殖，造成數量暴增，影響虱目魚生長。在 C1 捕捉到的主要為過冬的虱目魚，因此沒有一起比較。

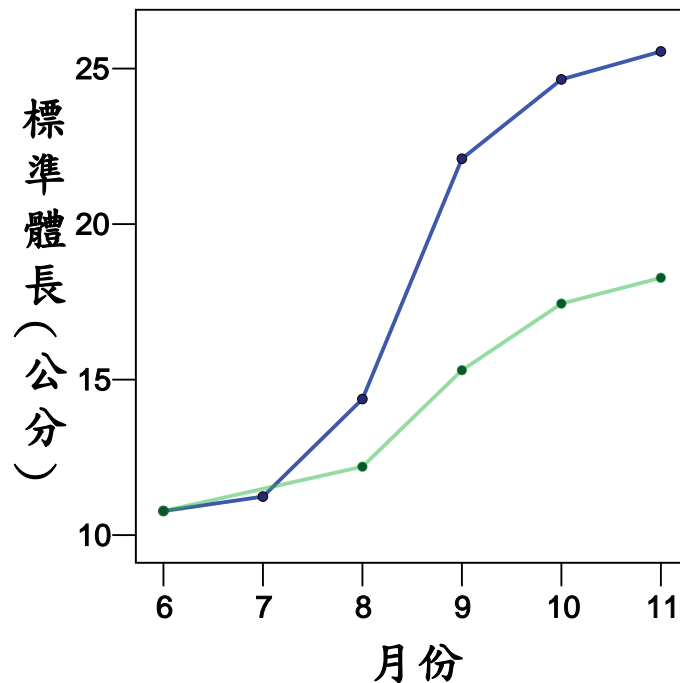


圖 4-10、C2 和 C3 的虱目魚標準體長成長之比較。

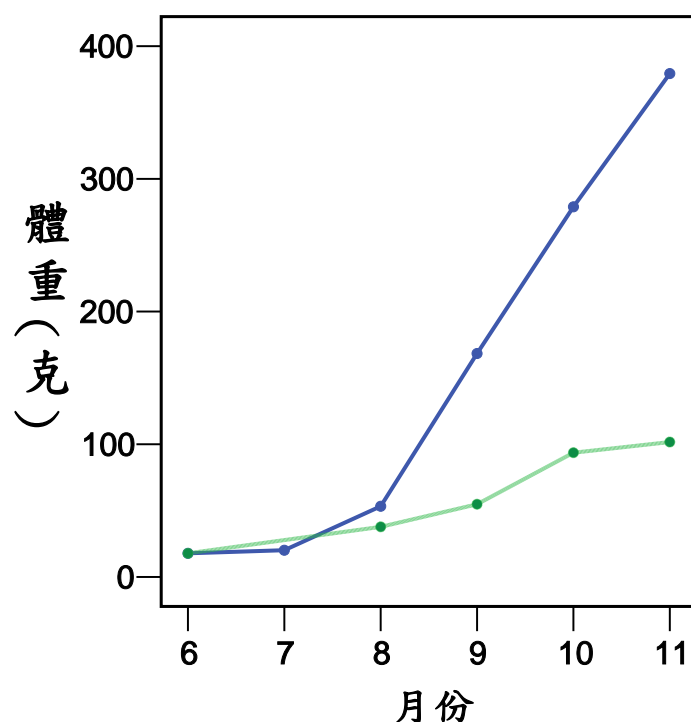


圖 4-11、C2 和 C3 的虱目魚重量成長之比較。

以絕對生長速率計算 (dW/dt)，C1 魚長生長速率為 0.06 公分/日 (不含越冬的虱目魚)，C2 為 0.1 公分/日，C3 為 0.05 公分/日；C1 魚重生長速率為 1.22 g/日，C2 成長速率 2.56 g/日，C3 成長速率 0.59 g/日 (表 4-2、4-3)。C2 生長速率最高，C1 次之，C3 最慢，雖然 C3 仍有增長，但是體重增加緩慢。

若以比生長速率 ($\text{specific growth rate} = (\ln(L_t) - \ln(L_0)) / t \times 100$) 計算，C1 魚長生長速率為 0.42 %/日 (不含越冬的虱目魚)，C2 為 0.61 %/日，C3 為 0.37 %/日；C1 魚重生長速率為 1.57 %/日，C2 成長速率 2.17 %/日，C3 成長速率 1.24 %/日 (表 4-2、4-3)。C2 虱目魚生長較快，C3 最慢。

表 4-2、收成虱目魚標準體長及生長速率（不含越冬的虱目魚）。

魚池	收成平均 (cm)	標準誤 (cm)	絕對生長速率 (cm/日)	比生長速率 (%/日)
C1	20.97	0.63	0.06	0.42
C2	25.55	0.22	0.10	0.61
C3	18.27	0.47	0.05	0.37

表 4-3、收成虱目魚重及生長速率（不含越冬的虱目魚）。

魚池	收成平均 (g)	標準誤 (g)	絕對生長速率 (g/日)	比生長速率 (%/日)
C1	209.17	6.71	1.22	1.57
C2	379.32	12.84	2.56	2.17
C3	129.38	8.32	0.59	1.24

虱目魚收成

虱目魚塭收成狀況於表 4-4。C1 魚塭因為捕食者大眼海鯷(*Elops machnata*) 過多，收成時達到 125 公斤（約 5 百多隻），體長超過 30 公分；而大型雜交慈鯛（體長超過 30 公分）多達 83.4 公斤，影響今年放養的虱目魚的收成。C1 大魚多，小魚的數量少，推測也是受到捕食的影響。雖然有越冬虱目魚的補充，但是仍收成較少，未來有改進成長的空間。除了捕食者的原因之外，C1 魚塭中間有分隔島影響牽網收成的效率。C2 沒有捕捉到雜交慈鯛，但是有大眼海鯷。因為網目的限制，C3 在表中捕捉到的多為大型雜交慈鯛，但是池中小型雜交慈鯛的隻數較多，因此另以標記法估算。

表 4-4、虱目魚塭收成虱目魚與其他魚種狀況，單位公斤。

魚塭	虱目魚	大眼海鯷	烏魚	雜交慈鯛
C1	632.4	125.0	12.6	83.4
C2	1678.8	2.0		
C3	1.3			13.6

確保黑面琵鷺食源之生態養殖

虱目魚換肉率及成本分析

C1 的飼料餵食量為 5485.8 公斤，C2 為 5526.6 公斤，C3 為 3001.9 公斤。C1 的虱目魚增重為 575.2 公斤（包括越冬魚隻），C2 增重為 1589.8 公斤，C3 受到雜交慈鯛肆虐和水質較差的影響並無增重。以(攝取飼料量/增重量)計算飼料換肉率，C1 為 9.5，C2 為 3.5。一般淺坪虱目魚換肉率值約為 1.67，C2 稍高，C1 為太高。C1 收成低是因為受到過冬大眼海鯪和雜交慈鯛的捕食；C2 則可能受到定期拋網捕魚的驚嚇而長得較慢，受驚嚇後的虱目魚可能會有一段時間不進食；有些養殖戶是不讓他人靠近虱目魚塢，以免虱目魚受驚嚇。

虱目魚塢養殖成本分析項目包括飼料、魚苗、油、收魚工錢，再計算總成本（表 4-5）。C2 總成本最高為 114,638 元，C1 總成本次之為 114,638 元，C3 總成本為 62,100 元；C1 和 C2 單位成本分別為 168.6 和 63.9 元/公斤。

表 4-5、虱目魚塢養殖成本分析。

項目	C1	C2	C3
飼料(元)	88,688	89,347	48,530
魚苗(元)	15,950	15,950	9,570
油(元)	2,000	2,000	0
收魚工(元)	8,000	8,000	4,000
總成本(元)	114,638	115,297	62,100
收成(公斤)	632.4	1678.8	1.29
單位成本(元/公斤)	168.6	63.9	

魚塢雜交慈鯛生物量估算

為瞭解魚塢中候鳥可以吃的魚類數量和重量，我們進行族群數量的估計。養殖池中以雜交慈鯛為極度優勢的魚類，因此以雜交慈鯛族群數量和重量為代表。族群數量估計以標記及再捕捉方法（mark and re-capture）進行，魚隻標記以剪去背鰭前部方式進行。我們在實驗室中觀察比較剪鰭的位置，發現臀鰭的長回速率較快，且常有因為受到其他魚隻攻擊而有破鰭的情況；背鰭的長回速率較慢，剪去背鰭前部對雜交慈鯛活動能力影響小，也不至於造成魚隻死亡，因此適合做標記。

我們在 10 月中進行雜交慈鯛捕捉剪鰭的工作，之後放回；於隔週進行再捕捉的工作，以估計魚族群數量。雜交慈鯛在每一個魚池的重量以每一池的平均魚隻重量為基準，乘以該池估計的魚隻數，獲得該池的估計值。

估計出的各池雜交慈鯛族群數量於表 4-6。各池魚的數量有相當大的差異，以 C3 估算的數量最多，重量也最高，C1 次之；而 C2 沒有捕捉到雜交慈鯛，在收成時也沒有捕捉到雜交慈鯛。而 A1 及 A2 的數量最少，因為這兩池是野生魚池。今年度 D1 和 D2 的數量及重量較低，可能是因為今年提供較少的飼料，D2 生長情形較 D1 好。

表 4-6、估計出的各池雜交慈鯛族群數量與魚重。

魚池	剪鰭隻數	估算隻數	估算魚重 (Kg)
A1	29	2,414	44.85
A2	83	1,735	25.95
B1	251	11,255	236.28
B2	162	7,740	112.03
C1	55	3,863	869.83
C3	251	77,237	2,607.93
D1	252	9,803	113.20
D2	650	18,322	176.14

確保黑面琵鷺食源之生態養殖

比較各魚塭中雜交慈鯛的大小，各魚塭標準體長顯著不同 ($F = 85.9, p < 0.001$)，Duncan 事後比較顯示體長 $C1 > \text{北潮溝 (NC)} > B1$ 和 $C3 > A1、A2、B1、B2、D1$ 和南潮溝 (SC) $> A1、A2、B2、D1、D2$ 和南潮溝 (SC)。各魚塭標準體重也顯著不同 ($F = 74.0, p < 0.001$)，Duncan 事後比較顯示體重 $C1 > NC > A1、A2、B1、B2、C3、D1、D2$ 和南潮溝 (SC)。各魚塭魚隻標肥滿度也顯著不同 ($F = 4.6, p < 0.001$)，Duncan 事後比較顯示 $D2$ 雜交慈鯛肥滿度最高，其他魚塭相近，北潮溝 (NC) 雜交慈鯛肥滿度較低。

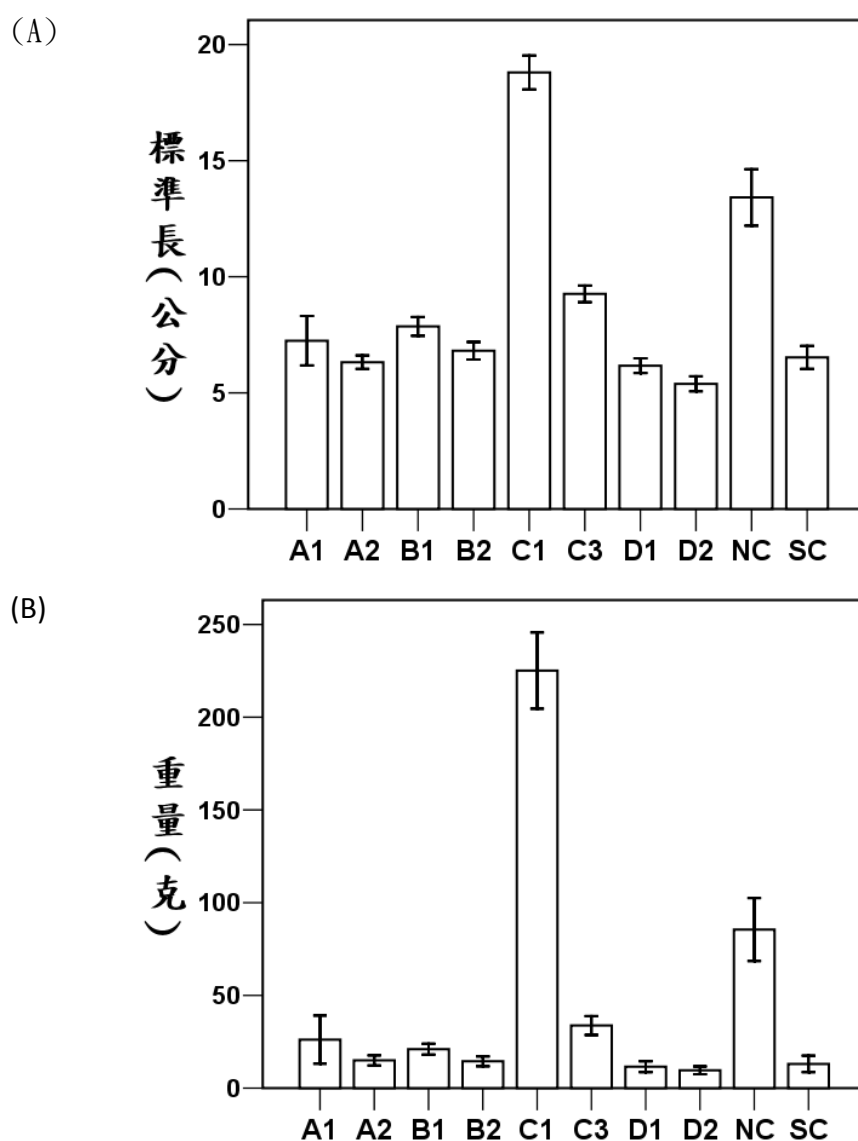


圖 4-12、魚塭中雜交慈鯛(A) 標準體長和(B) 體重之比較。

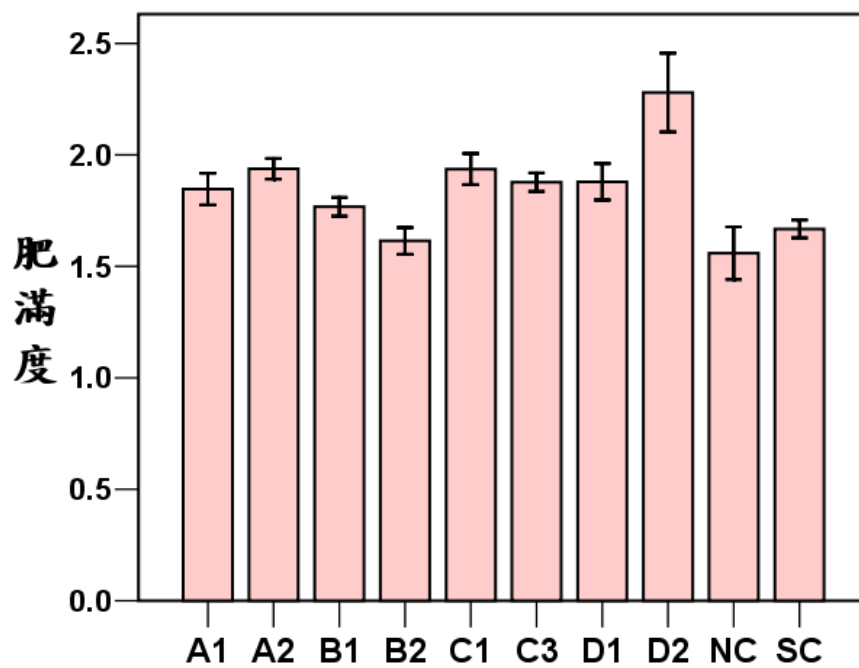


圖 4-13、魚塭中雜交慈鯛肥滿度之比較。

第四節、底棲動物調查結果

底泥樣本

底泥樣本共採集到 3 門 13 科，9395 隻大型底棲無脊椎動物。A1 和 C2 的科數較多，D2 最少；Shannon-Weaver diversity 以 C1、C2 和 A1 較高，D2 和 B1 較少；密度以 B1 和 B2 較高，A2 和 C3 較少（表 4-7）。

優勢種整體來說以螺貝類數量最多，多毛類其次，節肢動物最少。A1 的底棲動物優勢種為粗米螺科、海蜷螺科和錐頭蟲科（表 4-8）。B1 的底棲動物優勢種為海蜷螺科、纓鰓蟲科和沙蠶科。B2 的底棲動物優勢種為海蜷螺科、纓鰓蟲科和沙蠶科。C2 的底棲動物優勢種為殼菜蛤科、纓鰓蟲科和粗米螺科。D1 的底棲動物優勢種為殼菜蛤科、海蜷螺科和鈎蝦。D2 的底棲動物優勢種為海蜷螺科、錐頭蟲科及鈎蝦，最優勢種皆為螺貝類。A2 的底棲動物優勢種為沙蠶科、鈎蝦及纓鰓蟲科。C1 的底棲動物優勢種為海稚蟲科、錐頭蟲科和纓鰓蟲科。C3 的底棲動物優勢種為錐頭蟲科、海蜷螺科和纓鰓蟲科，最優勢種皆為多毛類。節肢動物以 C2 的牙蟲科，及 A1 的仰蝨科較特別，鈎蝦則各魚塭皆有。

表 4-7、各魚塭底泥群聚底棲動物多樣性。

多樣性	A1	A2	B1	B2	C1	C2	C3	D1	D2
科數	10	7	7	6	8	9	6	7	4
Shannon-Weaver diversity	1.37	1.13	0.41	1.02	1.43	1.86	0.87	0.64	0.18
總個體數	690	195	2493	1882	642	720	429	1118	1226
密度(個/cm ³)	0.22	0.05	0.83	0.54	0.16	0.21	0.12	0.35	0.41
多毛類 個體數	49	118	246	541	599	375	348	15	42
多毛類密度 (個/cm ³)	0.02	0.03	0.08	0.16	0.15	0.11	0.10	0.01	0.01
底泥體積(mL)	3100	3600	3000	3500	4000	3400	3500	3200	3000

表 4-8、各魚塭底泥底棲動物群聚組成 (百分比)。

門	綱	科	A1	A2	B1	B2	C1	C2	C3	D1	D2
軟體動物	腹足綱	海蜷螺科	26.67	0.51	89.33	66.74	4.83	3.74	17.91	15.30	96.17
軟體動物	腹足綱	粗米螺科	52.61	4.10	0.64	4.46		16.48		1.16	
軟體動物	雙殼綱	殼菜蛤科	3.62				0.16	26.18		80.77	
節肢動物	昆蟲綱	牙蟲科						0.28			
節肢動物	昆蟲綱	仰蝽科	0.14								
節肢動物	昆蟲綱	搖蚊科	2.61	0.51	0.04				0.23		
節肢動物	昆蟲綱	蠓科	0.29					0.83	0.23		
節肢動物	昆蟲綱	蜻蜓科							0.23		
節肢動物	軟甲綱	鈎蝦	6.67	34.36	0.12	0.05	0.31	0.55	0.47	1.43	0.41
環節動物	多毛綱	沙蠶科	0.58	51.28	1.08	8.93	8.88	13.02		0.54	0.16
環節動物	多毛綱	海稚蟲科					46.26	9.00		0.18	
環節動物	多毛綱	錐頭蟲科	5.07		0.12	2.13	22.43	7.76	68.84	0.63	3.26
環節動物	多毛綱	纓鰓蟲科	1.45	8.72	8.66	17.69	15.73	22.16	12.09		

確保黑面琵鷺食源之生態養殖

拖網樣本

拖網樣本共採集到 11 種、6314 隻底棲動物，數量以螺為優勢。A1、C2、D1 的物種數較多，B1、B2、C1、C3 最少；Shannon-Weaver diversity 以 D1 和 A1 較高，C2 和 B1 較少；密度以 B1、B2 和 A2 較高，D2 較少（表 4-9）。

A1、A2、B1、B2、C1、C3、D1、D2 的底棲動物優勢種為螺貝類，C2 的優勢種為東方白蝦；A1 的優勢魚類為頭紋細棘鰕虎；D1 的優勢魚類為爪哇擬鰕虎，D2 的優勢種類為雜交慈鯛。

A1 的優勢類為流紋蜷、頭紋細棘鰕虎、栓海蜷。A2 的優勢類為流紋蜷、栓海蜷、頭紋細棘鰕虎。B1 的優勢類為流紋蜷、爪哇擬鰕虎、頭紋細棘鰕虎。B2 的優勢類為流紋蜷、栓海蜷、雜交慈鯛。C1 的優勢類為流紋蜷、栓海蜷、頭紋細棘鰕虎。C2 的優勢類為東方白蝦、栓海蜷、小擬鰕虎。C3 的優勢類為流紋蜷、頭紋細棘鰕虎、雜交慈鯛。D1 的優勢類為流紋蜷、土嘴瓜殼菜蛤、爪哇擬鰕虎。D2 的優勢類為雜交慈鯛、流紋蜷及栓海蜷。

表 4-9、各魚塭拖網群聚底棲動物多樣性。

多樣性	A1	A2	B1	B2	C1	C2	C3	D1	D2
物種數	6	5	4	4	4	7	4	7	5
Shannon-Weaver diversity	1.01	0.58	0.15	0.63	0.82	0.28	0.47	1.10	1.04
個體數	477	1069	1310	1065	269	652	217	1208	47
總密度 (個/m ²)	23.85	53.45	65.5	53.25	13.45	32.6	10.85	60.4	2.35
魚蝦密度 (個/m ²)	4.85	0.4	1.7	0.6	0.45	31.35	1.2	8.95	1.35

表 4-10、各魚塭拖網底棲動物群聚組成（百分比）。

門	綱	中文名	A1	A2	B1	B2	C1	C2	C3	D1	D2
脊索動物	條鰭魚綱	大肚魚	0.21								
脊索動物	條鰭魚綱	雜交慈鯛	0.63	0.28	0.31	0.66			4.61	2.07	53.19
脊索動物	條鰭魚綱	小擬鰕虎						1.23			
脊索動物	條鰭魚綱	小繸鰕虎								0.08	2.13
脊索動物	條鰭魚綱	頭紋細棘鰕虎	19.50	0.37	1.07		3.35	0.31	6.45	1.99	
脊索動物	條鰭魚綱	爪哇擬鰕虎		0.09	1.22	0.47		0.15		10.35	2.13
節肢動物	軟甲綱	東方白蝦						94.48			
節肢動物	軟甲綱	鋸齒長臂蝦								0.33	
軟體動物	腹足綱	流紋蝨	65.83	77.08	97.40	74.08	68.03	0.31	88.02	55.55	36.17
軟體動物	腹足綱	栓海蝨	7.76	22.17		24.79	26.02	3.37	0.92		6.38
軟體動物	雙殼綱	土嘴瓜殼菜蛤	6.08				2.60	0.15		29.64	

第五節、校區鳥類調查結果

本年度鳥類調查期間觀察到的重點事件，敘述如下。3月的氣溫開始升高，植物相在3、4月份生長茂密，昆蟲也大量出現。1月份第1次調查到鳥種數26、隻數440，優勢種為蒼鷺、赤頸鴨和尖尾鴨；第2次調查到鳥種數25、隻數788，優勢種為赤頸鴨、尖尾鴨和小水鴨。2月份第1次調查到鳥種數30、隻數529，優勢種為尖尾鴨、赤頸鴨和蒼鷺；2月第1次調查有小天鵝，據校區魚塭管理員周先生的觀察，調查的前一週左右就出現在校區中，3月第1次的調查過後就沒再看到了，推測已北返。2月份第2次調查到鳥種數28、隻數484，優勢種為赤頸鴨、琵嘴鴨和尖尾鴨，自2月第2次調查發現在陸域的小型鳥類活動逐漸頻繁。3月份第1次調查到鳥種數22、隻數595，優勢種為黑面琵鷺、琵嘴鴨和夜鷺；1月第2次和3月第1次的調查觀察到澤鳧在校區停棲。3月份第2次調查到鳥種數16、隻數496，優勢種為黑面琵鷺、琵嘴鴨和蒼鷺；3月第2次調查有兩百多隻的黑面琵鷺聚集在七股校區靠近173縣道的魚塭中，此時黑面琵鷺的北返已將近尾聲。4月份第1次調查到鳥種數30、隻數836，優勢種為赤頸鴨、夜鷺和高蹺鴿；第2次調查到鳥種數25、隻數354，優勢種為夜鷺、高蹺鴿和赤頸鴨。4月第2次的調查沒有記錄到黑面琵鷺，據瞭解當時還剩下一些尚未北返。

5月份第1次調查到鳥種數21、隻數190，優勢種為夜鷺、珠頸斑鳩和高蹺鴿；第2次調查到鳥種數24、隻數282，優勢種為夜鷺、東方環頸鴿和高蹺鴿。5月份提早來的梅雨鋒面帶來大量降雨，影響了在校區築巢繁殖的高蹺鴿，因為高蹺鴿今年反常的將巢築在魚塭中稍微高出水面5到10公分的小土丘，而不築在土堤上，大量的降雨使魚塭水位升高，巢因此被淹沒。推論高蹺鴿巢位較低的原因可能是校區常有野狗出沒，野狗會追鳥，也會吃牠的蛋，所以牠將巢築在較低且隱密的地方；此外，蛇類也是鳥的捕食者，在校區數量也不少。6月份第1次調查到鳥種數19、隻數185，優勢種為夜鷺、高蹺鴿、褐頭鷓鴣和東方環頸鴿；第2次調查到鳥種數24、隻數159，優勢種為褐頭鷓鴣、高蹺鴿、夜鷺和赤腰燕。

緊接梅雨而來的颱風，也提早在 6 月份開始侵襲臺灣，豪大雨干擾了東方環頸 鴿與夏候鳥燕鴿的繁殖，上述兩種鳥類都是在礫石路面築巢，因此難以抵擋豪大雨的沖刷，原本礫石路面至少有 8 個巢位，在大雨過後不復存在，只剩下巢的形狀，蛋也只剩下一個緊黏於土壤，不過還有幾隻燕 鴿仍在校區中。在 6 月第 2 次鳥類調查，發現了一隻黑面琵鷺出現在校區覓食，牠尚未黃羽，也沒有看到腳環標記。

7 月份第 1 次調查到鳥種數 21、隻數 176，優勢種為小白鷺、褐頭鷓鴣和高蹺鴿；第 2 次調查到鳥種數 21、隻數 220，優勢種為洋燕、赤腰燕和褐頭鷓鴣。在 7 月的第 1 次調查，已經出現了提早過境的鳥類，有青足鵲、赤足鵲等；7 月末的調查發現 6 隻燕鴿在校區中棲息，並發現黃小鷺和栗小鷺在蘆葦叢中棲息。8 月份第 1 次調查到鳥種數 26、隻數 211，優勢種為夜鷺、洋燕和褐頭鷓鴣；第 2 次調查到鳥種數 19、隻數 244，優勢種為金斑鴿、小白鷺和青足鵲。8 月第 1 次調查到鳥類數量較少，可能和調查的前 1 週開始，海葵颱風外圍環流大量降雨有關，校區魚塢中的水位增高不少；8 月第 2 次的調查剛好是颱風登陸當天，發現棲息在岸邊、灌叢與紅樹林的鳥類數量與種類比想像中的多，除了鷺科，金斑鴿、青足鵲、東方環頸鴿及濱鵲等鵲鴿科已有超過 100 隻在校區中停棲，其中以金斑鴿數量最多。9 月份第 1 次調查到鳥種數 26、隻數 627，優勢種為小白鷺、中白鷺和金斑鴿；第 2 次調查到鳥種數 26、隻數 374，優勢種為夜鷺、金斑鴿和高蹺鴿。在 9 月的調查中，鷺、鵲和鴿科的數量有明顯的增加，並在 9 月第 2 次開始有雁鴨科出現的紀錄；但鷺科數量大量的減少，可能是 9 月第 1 次調查剛好遇到鷺科鳥類暫時停棲。

10 月份第 1 次調查到鳥種數 25、隻數 481，優勢種為蒼鷺、小水鴨和赤頸鴨；第 2 次調查到鳥種數 29、隻數 1191，優勢種為赤頸鴨、小水鴨和蒼鷺。雁鴨科在 10 月第 1 次的調查開始占鳥類數量大部分的比例，第 2 次調查雁鴨科數量達到最高峰，約有 900 多隻，但是和 100 年雁鴨最大數量相比，足足少了一半，最主要的威脅是野狗的問題，在校區中野狗的數量越來越多，成犬最多有 9 隻，

確保黑面琵鷺食源之生態養殖

幼犬 2 隻，會群起追逐、攻擊雁鴨，曾在一次的調查中發現，雁鴨科至少被野狗驚飛起 5 次以上；黑面琵鷺是在 10 月份開始在校區記錄到。11 月份第 1 次調查到鳥種數 32、隻數 647，優勢種為大白鷺、蒼鷺和赤頸鴨；第 2 次調查到鳥種數 31、隻數 311，優勢種為紅胸濱鵲、蒼鷺和黑面琵鷺；11 月份雁鴨即大量減少，和往年相比，100 年 11 月份是雁鴨科數量最高峰的時候，今年反而減至去年的 1/10，其主要原因是野狗威脅最大；另外有個怪現象，尖尾鴨在今年年底的調查中幾乎沒有觀察到。2012 年 12 月份第 1 次調查到鳥種數 27、隻數 354，優勢種為蒼鷺、赤頸鴨和夜鷺；第 2 次調查到鳥種數 17、隻數 691，優勢種為黑面琵鷺、赤頸鴨和蒼鷺。

校區鳥類調查從去年 7 月到今年累計共調查到 28 科 67 種（表 6-4），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、累積校區鳥類名錄。

中文科名	科名	中文名	種名	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 clypeata</i>	
		綠頭鴨	<i>Anas platyrhynchos</i>	
		澤鳧	<i>Aythya fuligula</i>	
		鸕科	Threskiornithidae	埃及聖鸕
黑面琵鷺	<i>Platalea minor</i>			V

確保黑面琵鷺食源之生態養殖

表 4-11、續。

中文科名	科名	中文名	種名	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>	
鶺鴒科	Scolopacidae	小青足鶺鴒	<i>Tringa stagnatilis</i>	
		赤足鶺鴒	<i>Tringa totanus</i>	
		青足鶺鴒	<i>Tringa nebularia</i>	
		紅胸濱鶺鴒	<i>Calidris ruficollis</i>	
		黃足鶺鴒	<i>Heteroscelus brevipes</i>	
		黑腹濱鶺鴒	<i>Calidris alpina</i>	
		磯鶺鴒	<i>Actitis hypoleucos</i>	

表 4-11、續。

中文科名	科名	中文名	種名	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>Tachybaptus ruficollis</i>	

確保黑面琵鷺食源之生態養殖

校區鳥類群集分析

分析自去年 7 月到今年 11 月超過一整年的鳥類群集調查結果顯示，鳥種數在秋、冬季高於夏季，9 至 2 月份的鳥種數大多在 25 種以上，3 至 8 月份鳥種數大多在 25 種以下（圖 4-14）。觀察到鳥類隻數是從 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龐大（圖 4-15），之後開始減少，4 月中之後降至 500 隻以下。今年 11 月份鳥類隻數減少是因為校區的野狗追逐鳥類，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。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 4-16），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。

以各種棲地的鳥隻百分比分析（圖 4-17），使用水域鳥隻數的比例佔最高，其次是灌叢和紅樹林，因為水域是校區鳥類的主要覓食區域，其中包括了濕地和泥灘地。以雁鴨科的數量分析（圖 4-18），10 月至 4 月為數量較高的時間，2011 年 11 月第 1 次調查的雁鴨科數量是最高的時候，佔了大約 70%，6、7、8 月份則沒有雁鴨的蹤跡。由燕鴿的數量能明顯看出其為夏候鳥（圖 4-19），且今年調查到的數量比去年多了一些。黑面琵鷺在 10 月開始出現，2011 年持續至 4 月（圖 4-20）。鷺科鳥類全年都出現，但在候鳥季數量會因遷入而增加，大致呈現出波形，最高點是 10、11 月，鷺科數量在這兩年 9 月開始增加（圖 4-21）。鶺鴒科鳥類幾乎全年都可以觀察到，在候鳥季數量呈現高低變動，在 11、12 月為最高峰，7 至 9 月為數量較低（圖 4-22）。鴿科鳥類也幾乎全年都可以觀察到，非冬候鳥季的數量較多（圖 4-23）。

將歷次鳥類調查結果的相對豐量進行群集分析，結果顯示鳥類群集可以區分為二群（圖 4-24），群一為 2011 年 7 月至 9 月初及 2012 年 4 月底至 9 月的群集，

群二為 2011 年 9 月底至 2012 年 4 月中以及 2012 年 10、11 和 12 月的群集。降趨典型分析也顯示與群集分析相似的結果(圖 4-25), 可以將歷次調查分為二群。群一主要為留鳥群集, 群二為冬候鳥的群集。各群的優勢種 (>5%) 敘述如下, 群一優勢種是夜鷺、小白鷺、高蹺 鴿、東方環頸鴿和褐頭鷓鴣; 群二優勢種是赤頸鴨、蒼鷺、小水鴨、琵嘴鴨、黑面琵鷺、尖尾鴨和夜鷺。

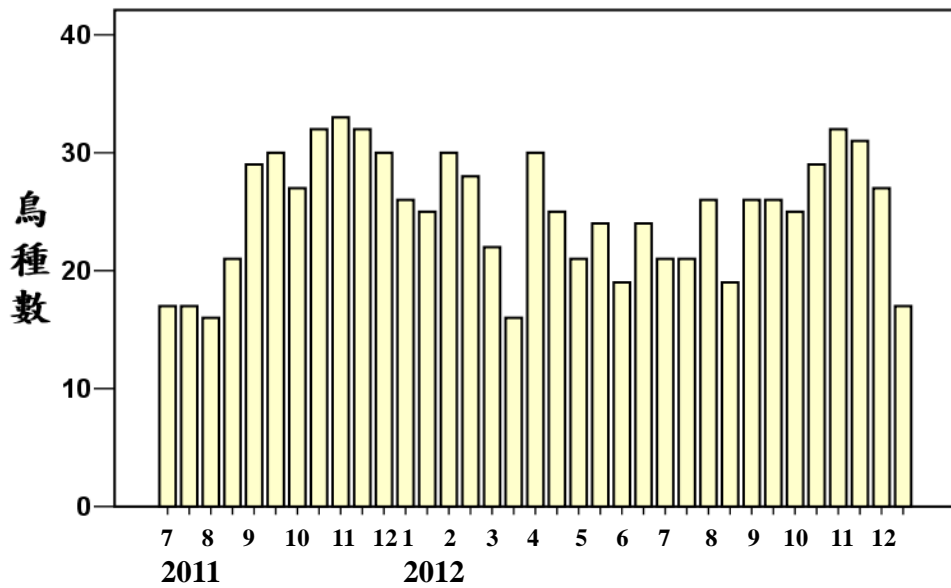


圖 4-14、南大七股西校區鳥種數隨時間之變化。

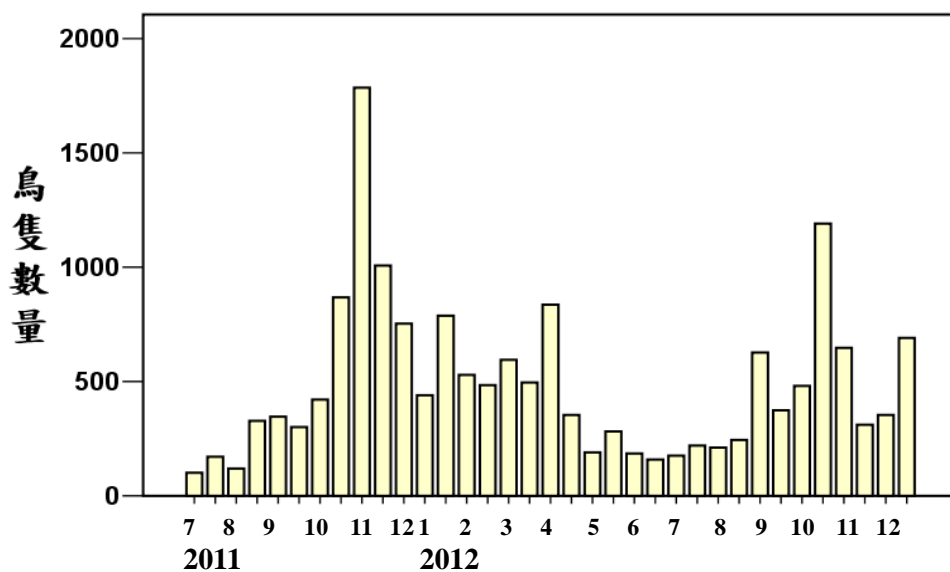


圖 4-15、南大七股西校區鳥類隻數隨時間之變化。

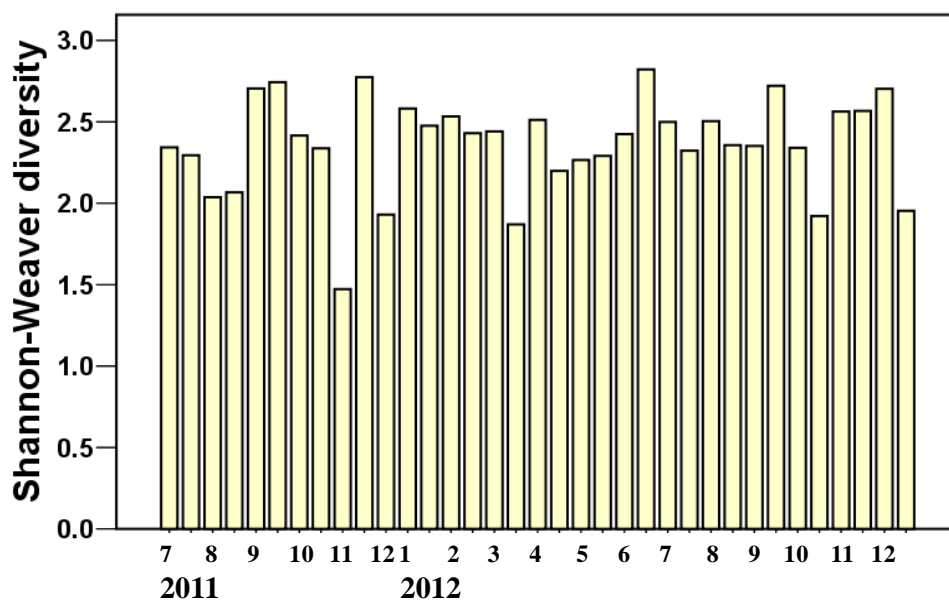


圖 4-16、南大七股西校區 Shannon-Weaver 多樣性指數隨時間之變化。

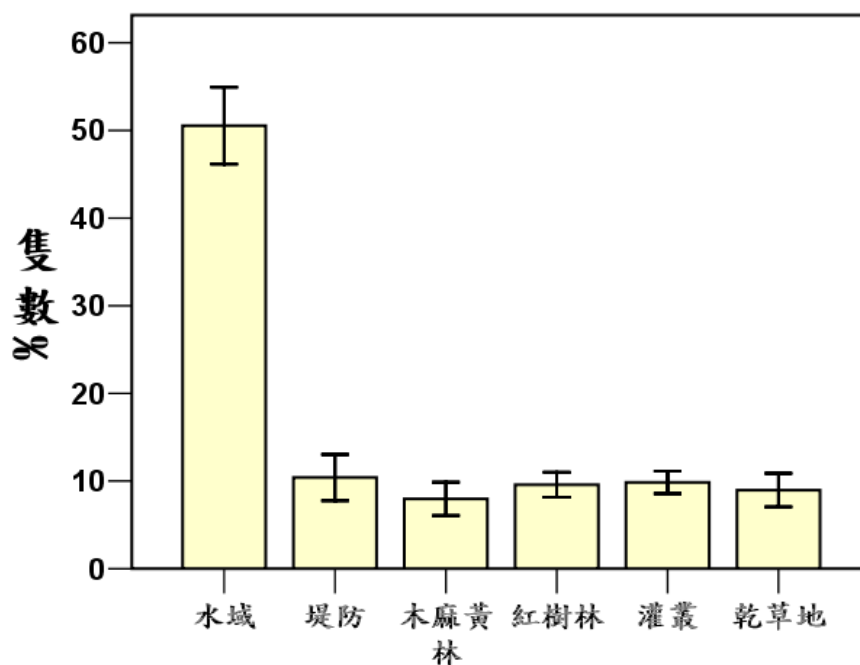


圖 4-17、南大七股西校區各棲地的鳥類隻數百分比。

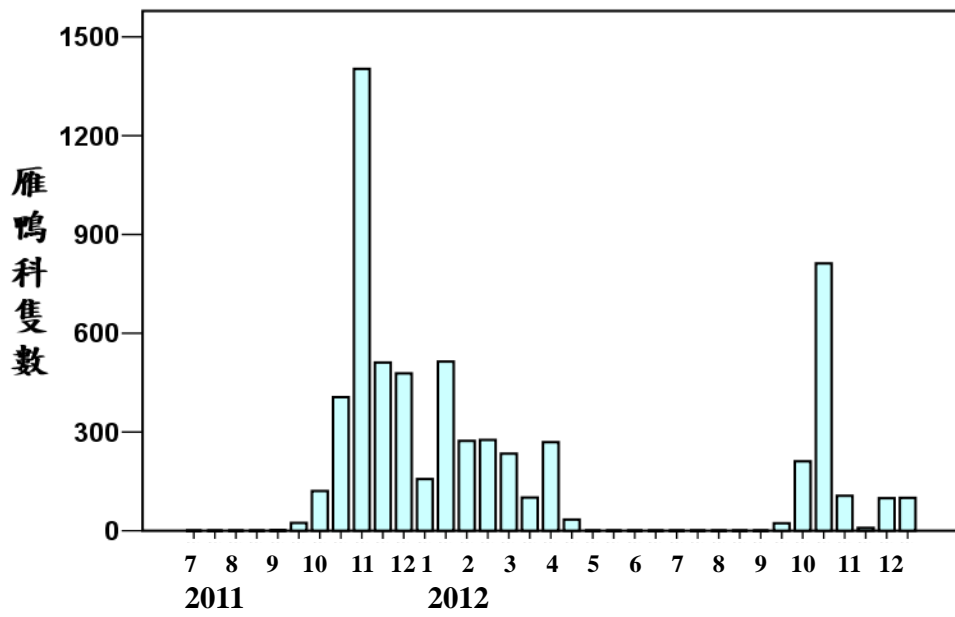


圖 4-18、雁鴨科出現集中於冬候鳥季。

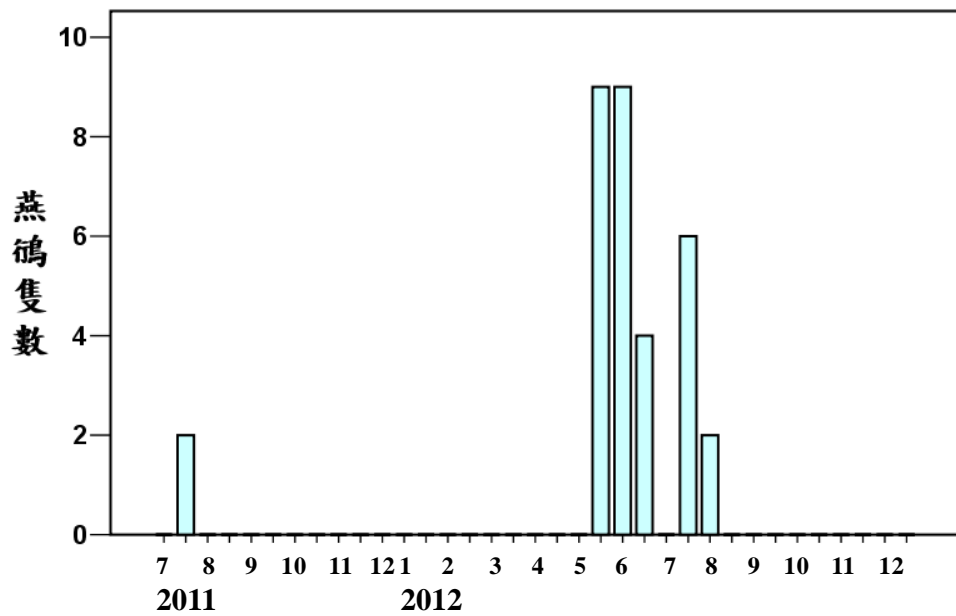


圖 4-19、調查到夏候鳥燕鶻的出現時間與數量。

確保黑面琵鷺食源之生態養殖

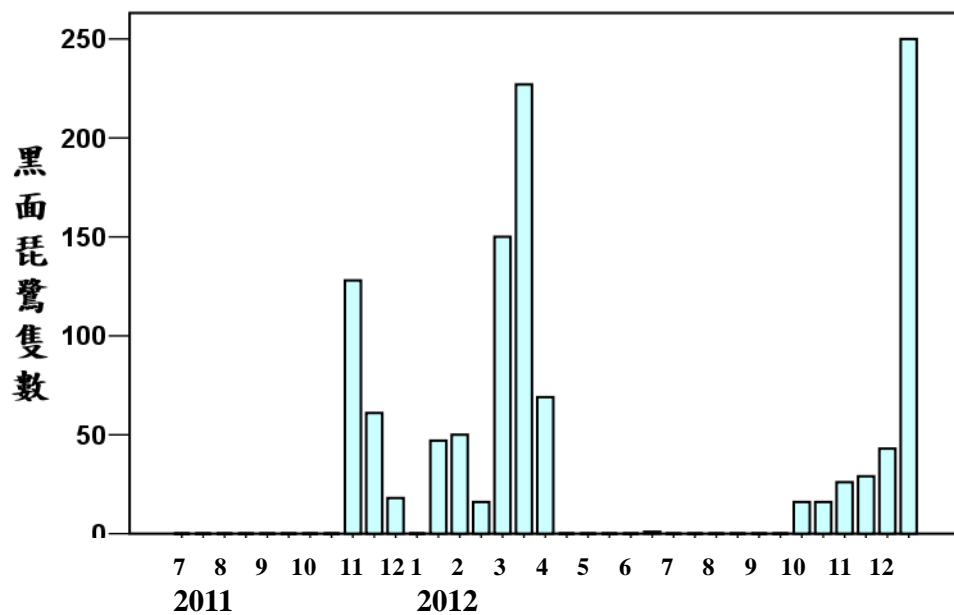


圖 4-20、南大七股西校區黑面琵鷺出現時間與數量。

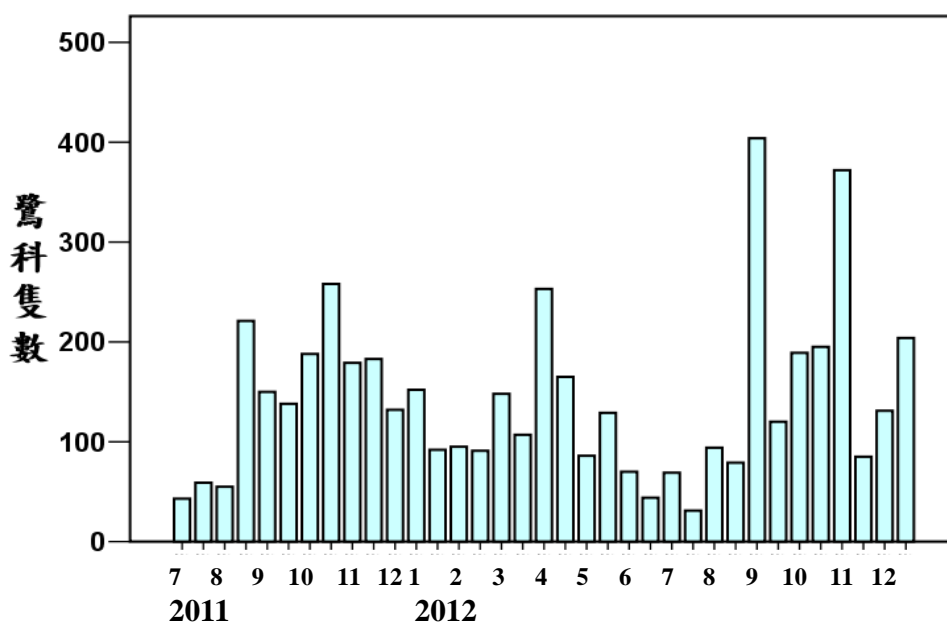


圖 4-21、南大七股西校區裡鷺科鳥類出現的時間與數量。

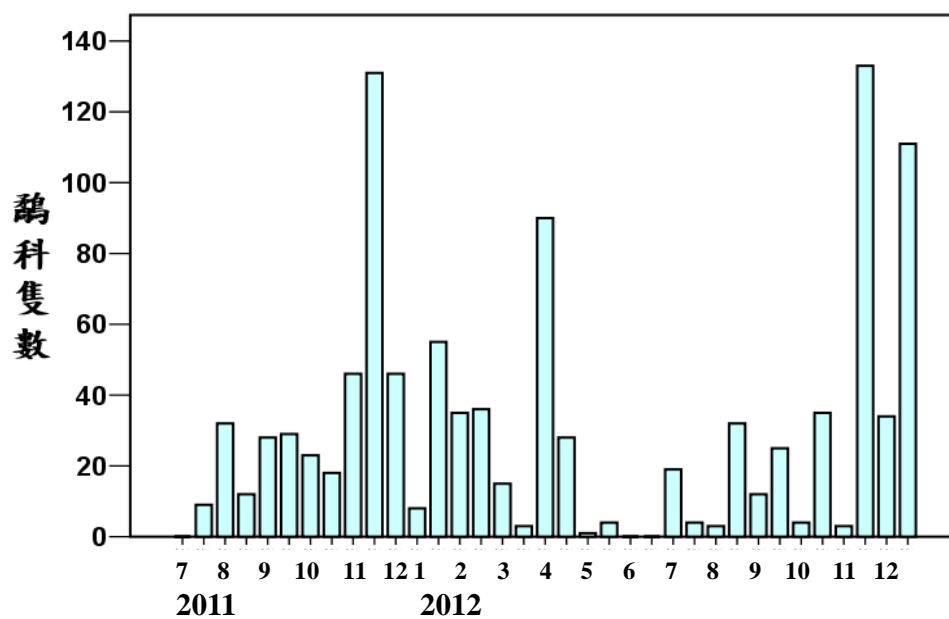


圖 4-22、南大七股西校區裡鵑科鳥類出現的時間與數量。

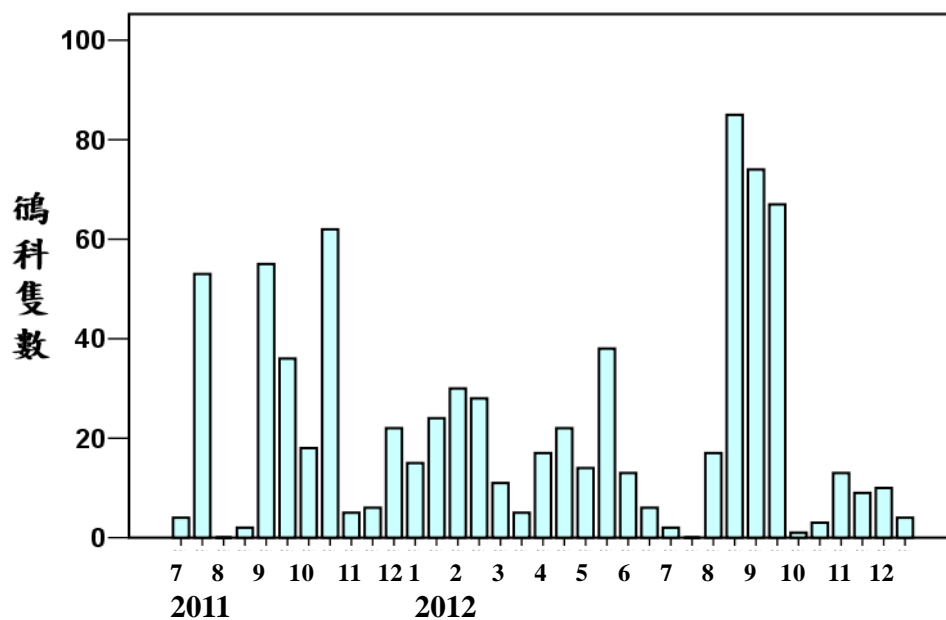


圖 4-23、南大七股西校區裡鵑科鳥類出現的時間與數量。

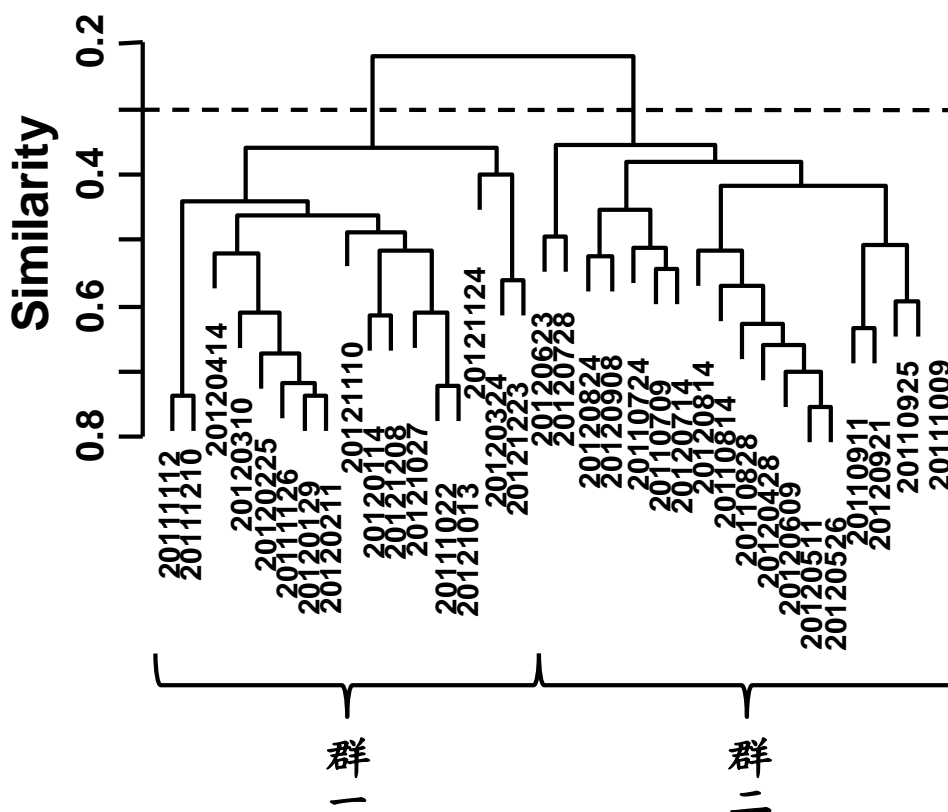


圖 4-24、歷次鳥類調查資料群集分析之樹狀圖與分群，數字代表調查時間。



圖 4-25、降趨典型分析之(A)樣站散布圖與分群，數字代表調查時間，(B)鳥種散布圖。

校區分區鳥類調查

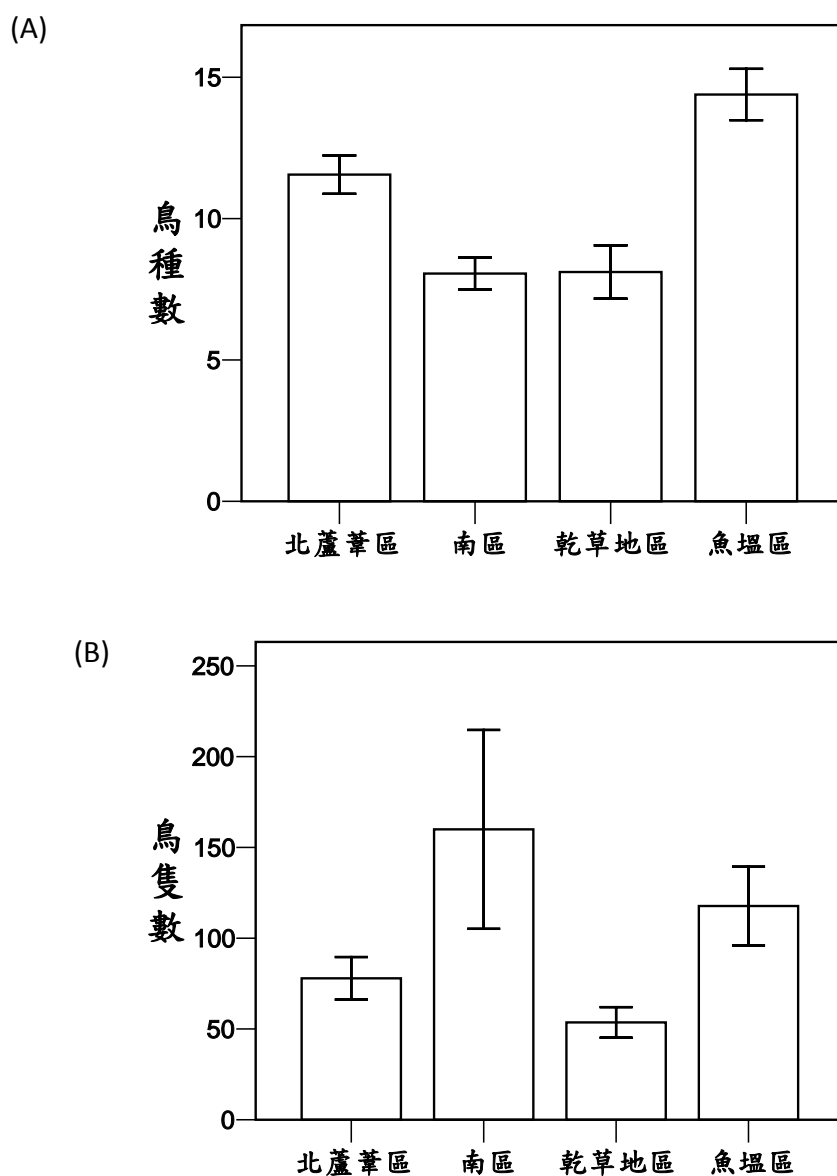
從 2012 年 4 月份開始，我們將南大七股西校區分為北蘆葦區、南區、乾草地區和魚塭區 4 個區域，在鳥類調查時分區記錄。分析調查結果顯示，4 個區域的鳥種數不同 ($F = 12.4, P < 0.001$)，Duncan 事後比較顯示魚塭區 $>$ 北蘆葦區 $>$ 南區 = 乾草地區 (圖 4-26)。雖然南區的平均隻數較多，因為季節間的變異大，造成各區鳥隻數沒有顯著差異 (圖 4-26)。然而，Shannon-Weaver 多樣性指數顯著不同 ($F = 9.7, P < 0.001$)，Duncan 事後比較顯示魚塭區和北蘆葦區 $>$ 南區和乾草地區 (圖 4-26)。魚塭區的鳥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，提供不同類型的鳥類棲地，其他區沒有這樣的棲地。降趨典型分析和群集分析結果顯示難以分群，因為區域的差別加上季節的變化使得大部份群集皆聚集成一群 (圖 4-27)。

在留鳥季，4 個區域的鳥種數不同 ($F = 10.5, P < 0.001$; 圖 4-28)，Duncan 事後比較顯示在鳥種數方面，魚塭區和北蘆葦區 $>$ 乾草地區和南區。4 個區域的鳥數量沒有不同。4 個區域的 Shannon-Weaver diversity 不同 ($F = 6.3, P = 0.001$)，Duncan 事後比較顯示魚塭區和北蘆葦區 $>$ 乾草地區和南區。魚塭區在留鳥季有較多種鳥類覓食和棲息，如小鸛鵛、鷺科、鷗科、秧雞科、燕科等，但數量不多；北蘆葦區則是有鷺科、秧雞科、燕科、小鸛鵛等鳥類棲息；乾草地區與南區則有鷺科、高蹺鵝、燕科等棲息利用，但乾草地區附近偶有發現大卷尾、喜鵲、綠繡眼等鳥類棲息。

在冬候鳥季，4 個區域的鳥種數不同 ($F = 5.5, P = 0.005$; 圖 4-29)，Duncan 事後比較顯示魚塭區 $>$ 北蘆葦區、南區和乾草地區。4 個區域的鳥隻數不同 ($F = 3.8, P = 0.02$)，Duncan 事後比較顯示南區 $>$ 魚塭區、北蘆葦區和乾草地區；南區有許多感潮的廢棄魚塭，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，加上部份魚塭感潮，吸引鳥類利用，所以鳥隻數最多。4 個區域的 Shannon-Weaver diversity 不同 ($F = 4.4, P = 0.01$)，Duncan 事後比較顯

確保黑面琵鷺食源之生態養殖

示魚塭區和北蘆葦區 > 乾草地區和南區。候鳥季因為魚塭水位放低，候鳥前來覓食，使鳥種數增加，而北蘆葦區偶有少見的鳥種棲息利用。魚塭區則因放低水位，大量鷺科、鶉科、鴿科、鷓鴣科等鳥類前來覓食；北蘆葦區和乾草地區則以鷺科為優勢的鳥類。



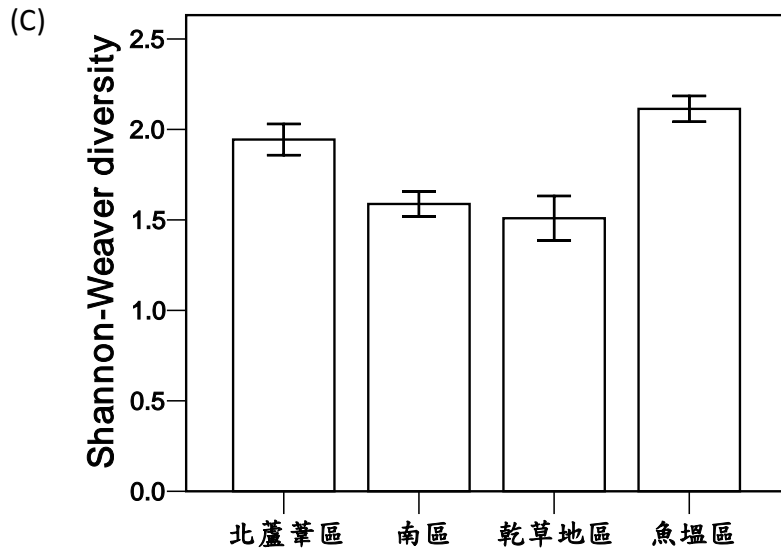


圖 4-26、南大七股西校區四個區域的(A)鳥種數、(B) 鳥隻數和 (C)Shannon-Weaver 多樣性指數，柱上線條為一個標準誤。

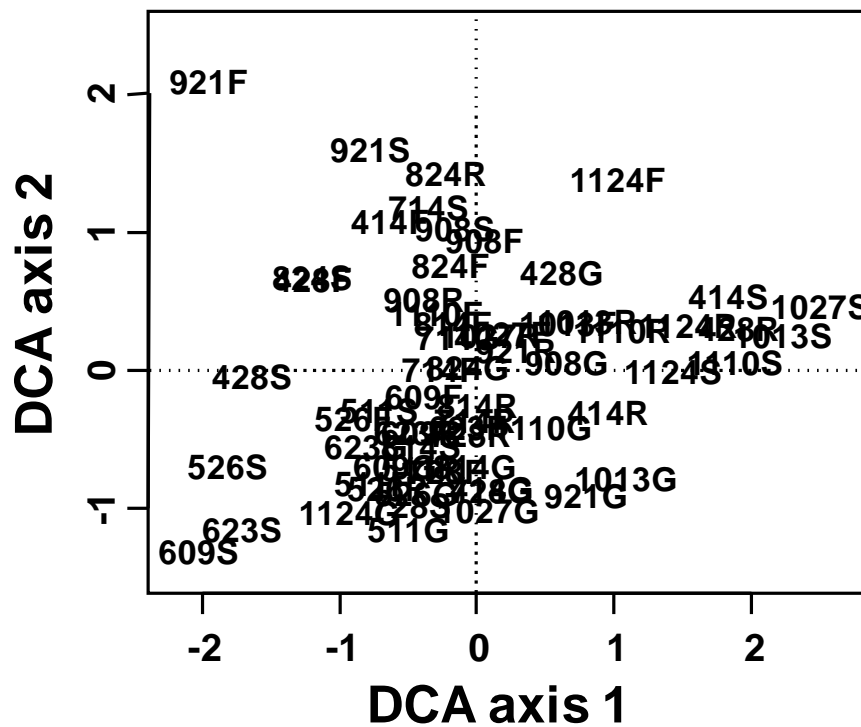


圖 4-27、南大七股西校區四個區域的降趨典型分析結果。

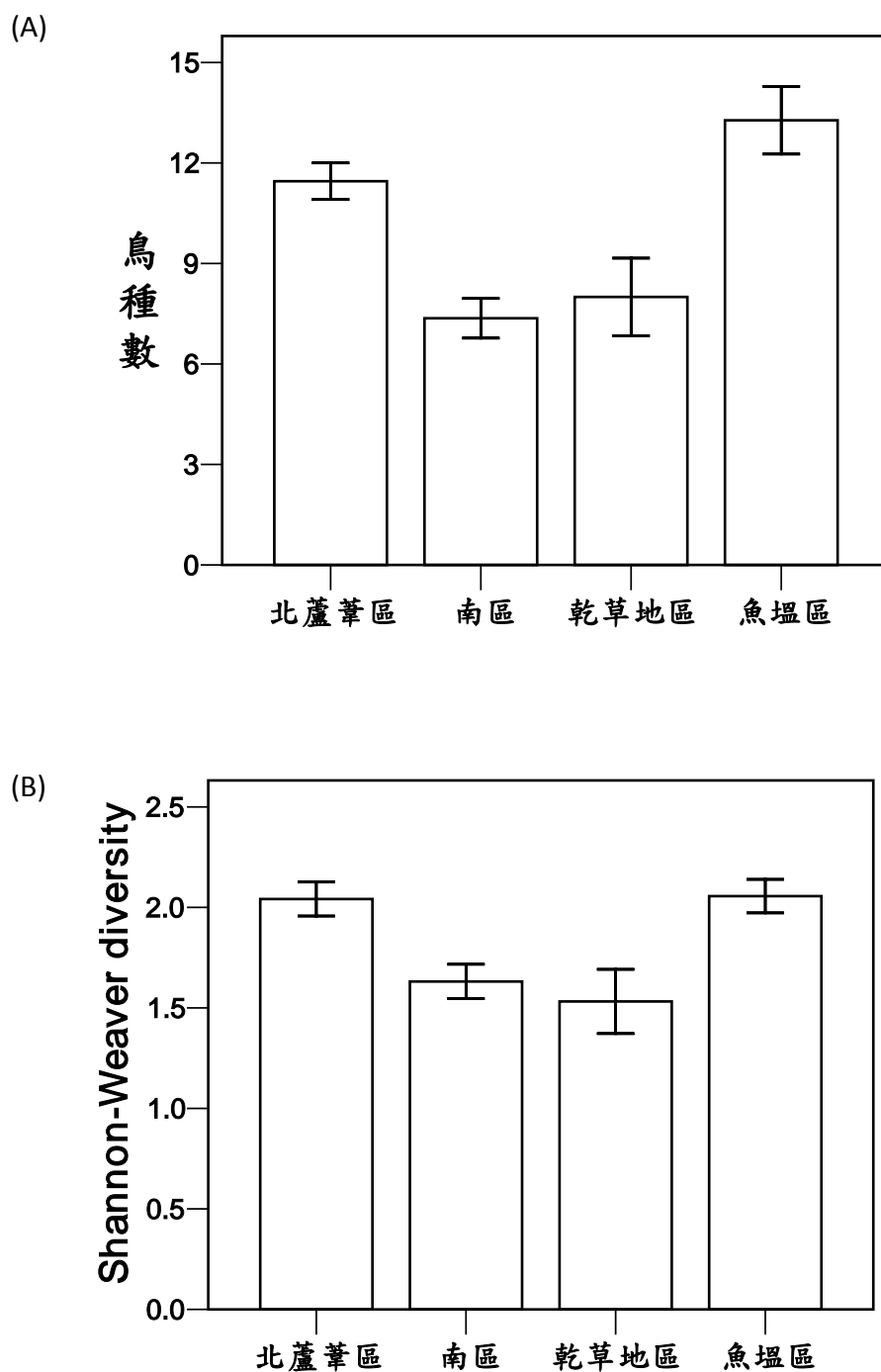


圖 4-28、在留鳥季，南大七股西校區四個區域調查到(A) 鳥種數和(B) Shannon-Weaver diversity 比較。

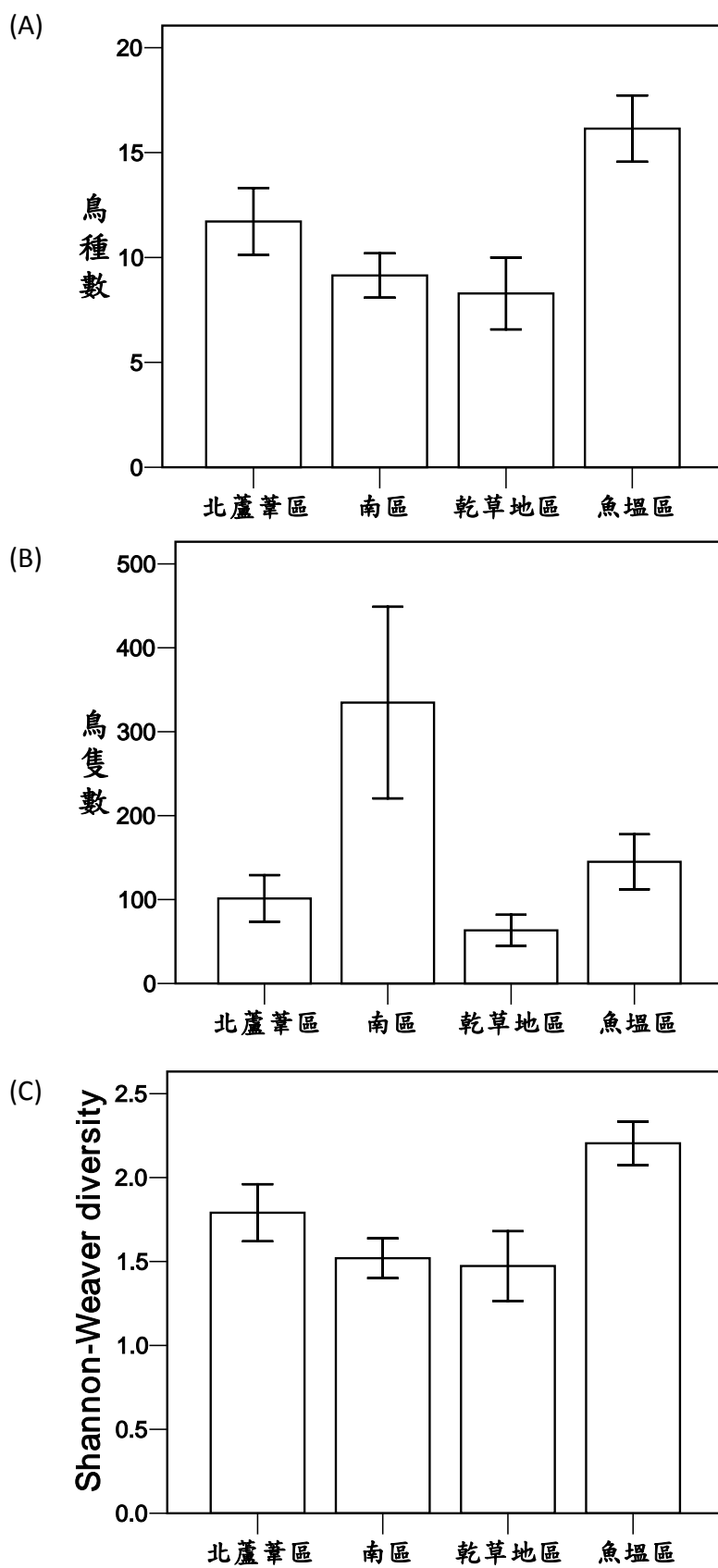


圖 4-29、在候鳥季，南大七股西校區四個區域調查到(A) 鳥種數、(B) 鳥隻數和(C) Shannon-Weaver diversity 比較。

第六節、魚塭鳥類調查結果

101 年初調查結果

在虱目魚收穫之後，降低魚塭水位，已經觀察到黑面琵鷺等候鳥進入魚塭覓食。分析結果顯示在不同時段的鳥類密度有顯著的差異 ($F = 3.29, P = 0.02$ ；圖 4-30)，以清晨 7-10 點調查到的密度為最高，但是也有高的變異。對 A1 和 A2 做放水前後的密度比較，放水後利用魚塭的鳥類密度比放水前高 ($A1: F = 53.0, P < 0.001$ ； $A2: F = 14.0, P = 0.001$ ；圖 4-31)。顯示當魚塭放水後，有較多的鳥類來進食，而當魚塭維持較高的水位時，較少的鳥類能夠在魚塭覓食。

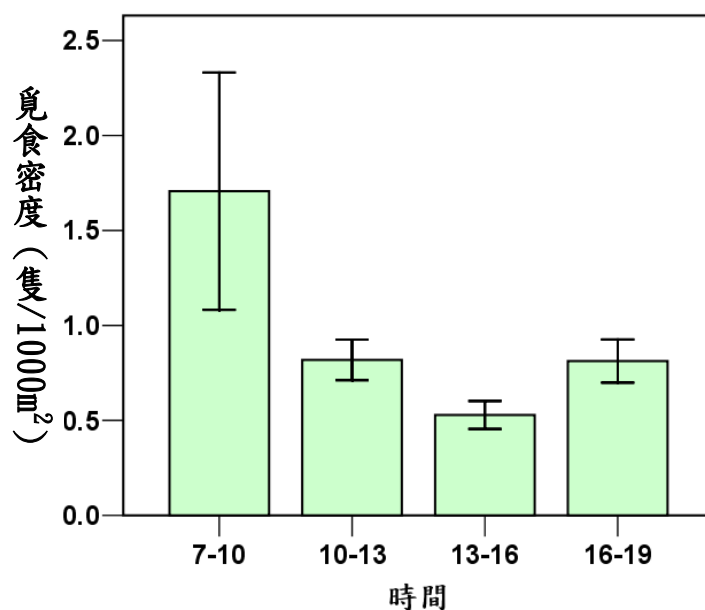
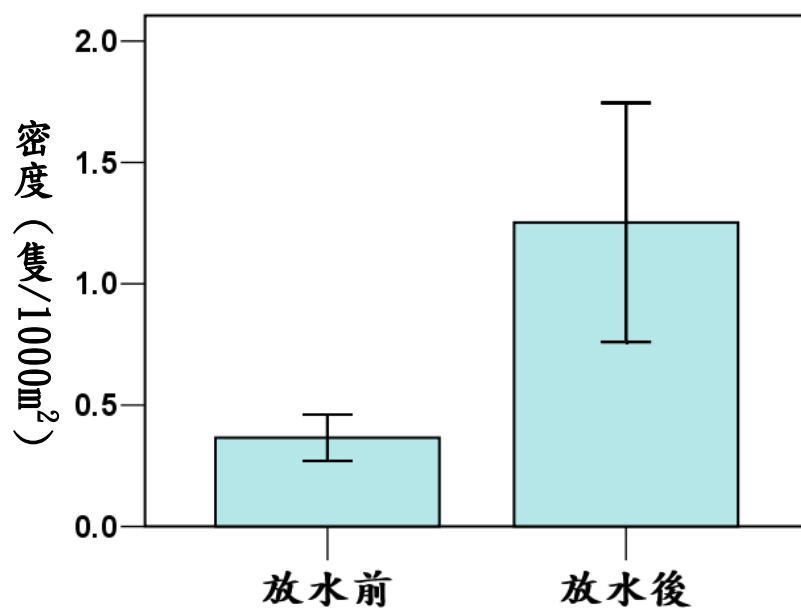


圖 4-30、鳥類在不同時段在魚塭的覓食密度不同。

(A)



(B)

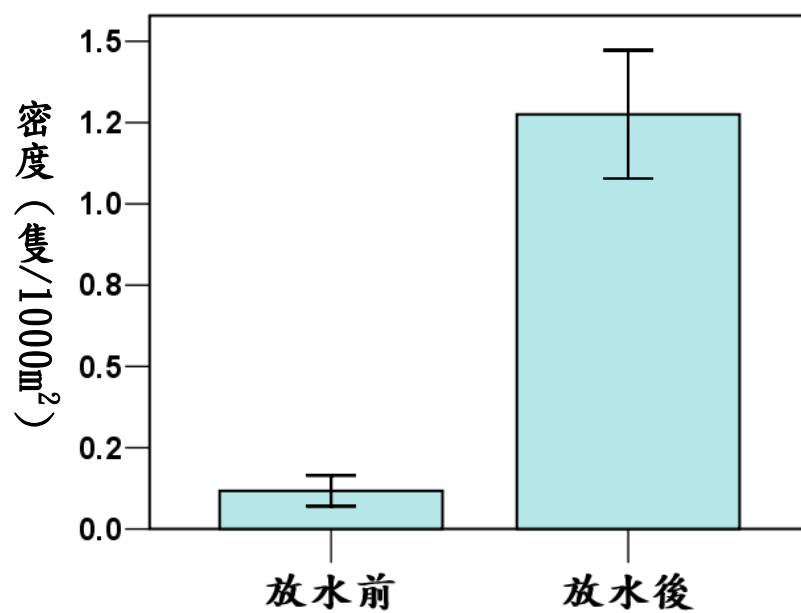


圖 4-31、在放水前後，(A) A1 和(B)A2 魚塭鳥類的密度不同。

101 年底調查結果

各魚塢放水的速度不同，因為各魚塢大小不同，調查的前期有些魚塢水位仍在 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，但是因魚塢為底部為淺碟形，中央的積水較深。從 11 月 12 日開始，利用魚塢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，影響魚塢水位。

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 4-32)，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。

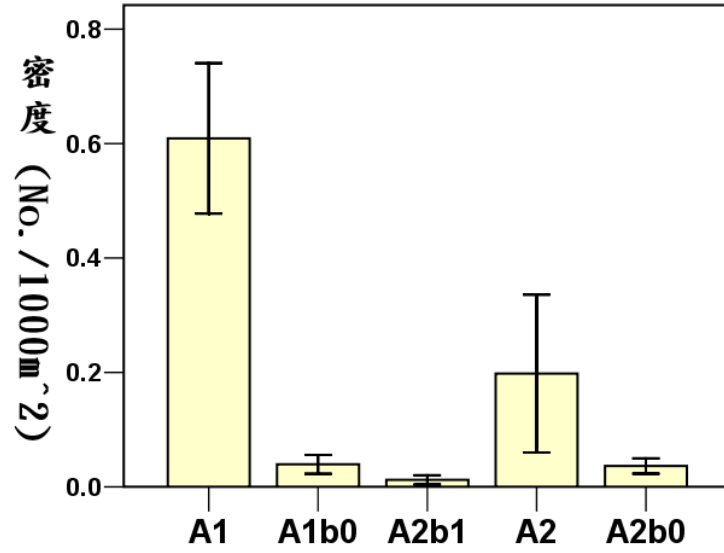
比較 B 組降低水位前後鳥類的密度，有降低水位與沒有降低水位的池在密度上有顯著差異 ($F = 3.2, P = 0.04$ ；圖 4-32)，Duncan 事後比較顯示，降低水位後的 B1 和 B2 的鳥類密度最高，與放水前的鳥類密度 (B1b0 和 B2b0) 與 B2 放水時 B1 的鳥類密度 (B1b1) 有差異。

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上有顯著差異 ($F = 11.6, P < 0.001$ ；圖 4-32)，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。

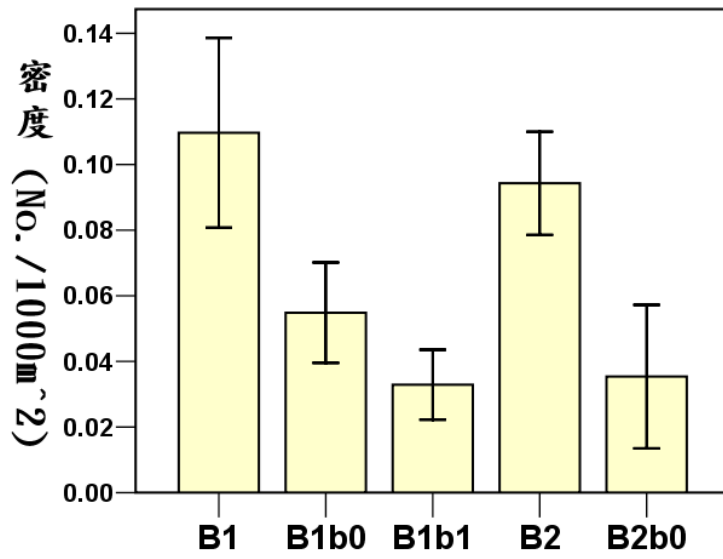
比較 D 組降低水位前後鳥類的密度，有降低水位與沒有降低水位的池在密度上有顯著差異 ($F = 3.3, P = 0.03$ ；圖 4-32)，Duncan 事後比較顯示，降低水位後的 D1、D2 和放水前 D2 的鳥類密度 (D2b0) 為較高的 1 組，放水前的鳥類密度 (D1b0 和 D2b0) 與 D2 放水時 D1 的鳥類密度 (D1b1) 較低的 1 組。D2 離活動

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。

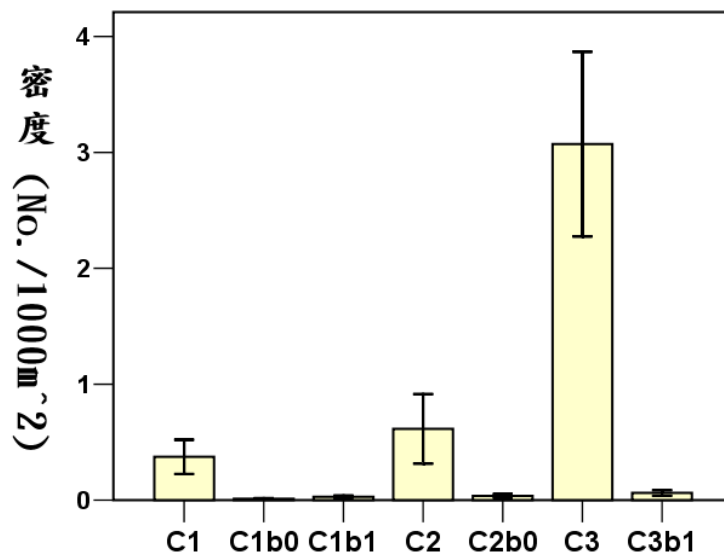
(A)



(B)



(C)



(D)

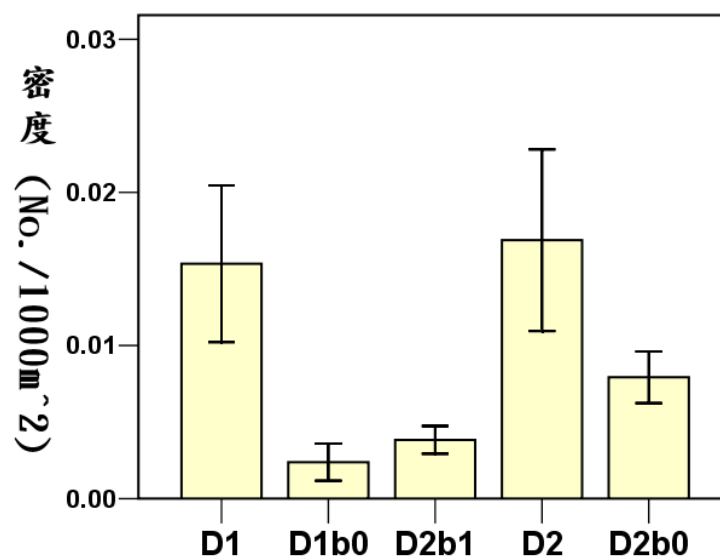


圖 4-32、魚塭放水前後密度比較，(A)A 組、(B)B 組、(C)C 組和(D)D 組有放水的魚塭鳥類密度高於沒有放水的鳥類密度。例如：A1 和 A2 為放水時的鳥類密度，A1b0 和 A2b0 為放水前的鳥類密度，A2b1 為 A1 放水時 A2 的鳥類密度。

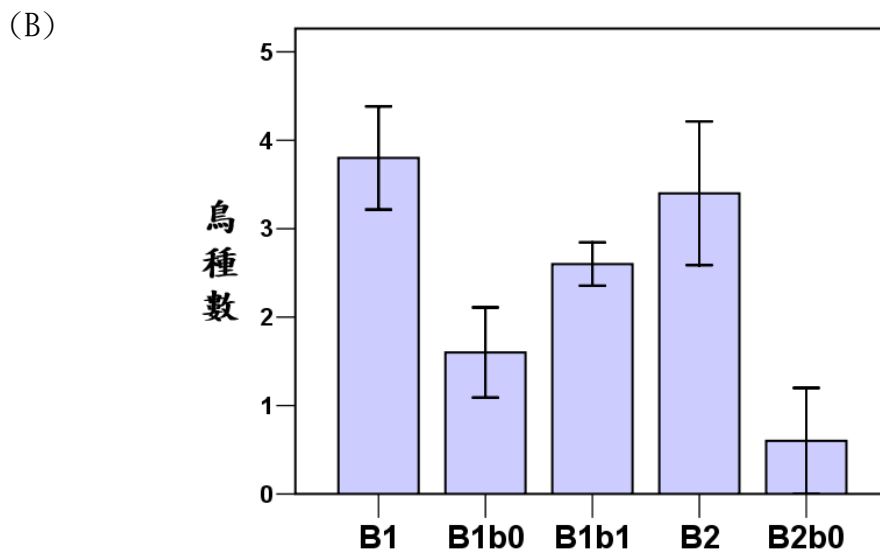
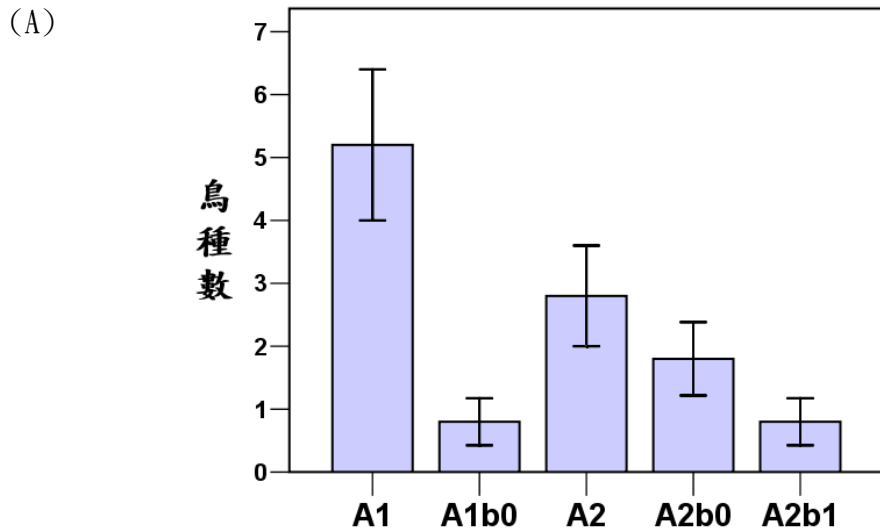
比較 A 組降低水位前後鳥種數，有降低水位與沒有降低水位的池在鳥種數上有顯著差異 ($F = 6.2$, $p = 0.002$; 圖 4-33)，Duncan 事後比較顯示，降低水位後的 A1 的鳥種數最高，A2 的鳥種數雖然較高，但是與放水前的鳥種數 (A1b0 和 A2b0) 與 A1 放水時 A2 的鳥種數 (A2b1) 沒有差異。可能是因為 A2 水的濁度高且魚量低，不易吸引鳥類利用。

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 4-33)，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 4-33), Duncan 事後比較顯示, 降低水位後的 C3 和 C2 的鳥種數較高, 降低水位後的 C1、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 4-33), 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、D2 放水時 D1 (D1b1) 與放水前的鳥種數 (D1b0 和 D2b0) 為較低的 1 組。



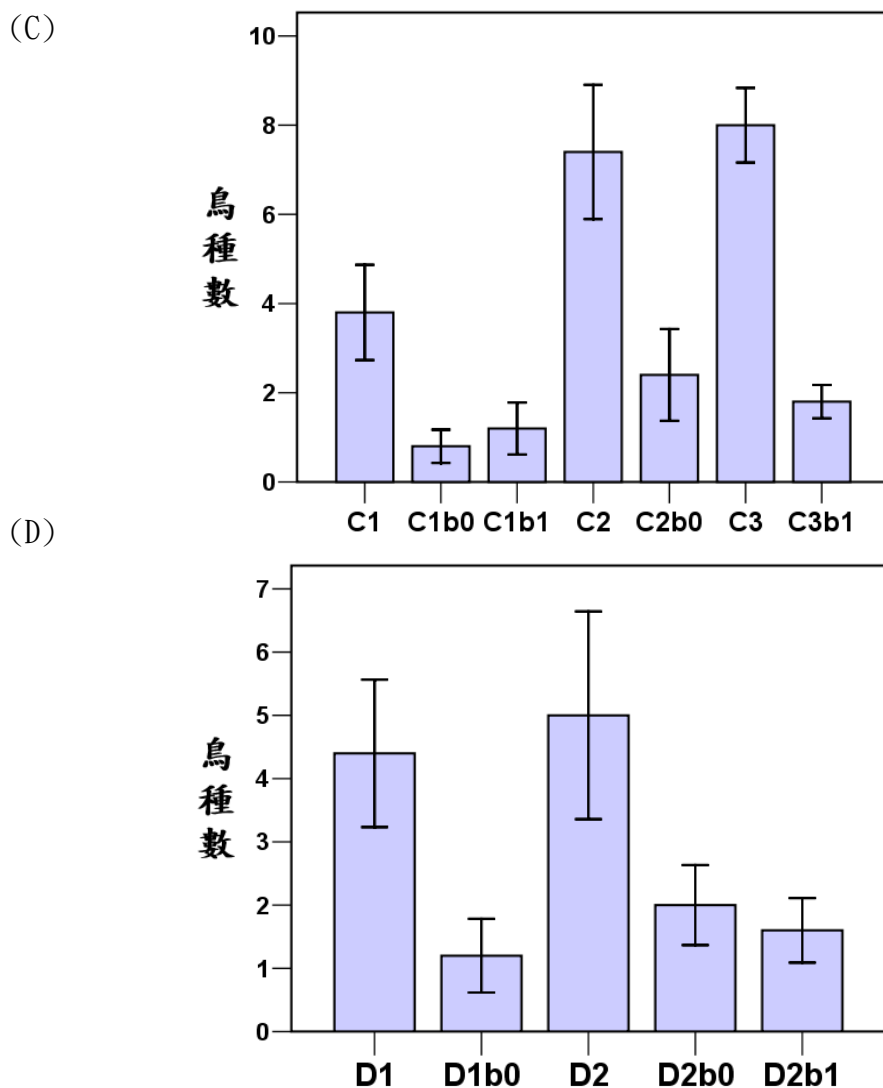


圖 4-33、魚塭放水前後鳥種數比較，(A)A 組、(B)B 組、(C)C 組和(D)D 組有放水的魚塭鳥種數高於沒有放水的鳥種數。例如:A1 和 A2 為放水時的鳥種數，A1b0 和 A2b0 為放水前的鳥種數，A2b1 為 A1 放水時 A2 的鳥種數。

A1 在降低水位後，鷓科、長腳的高蹺鴿、鷺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 4-34）。降低水位後以高蹺鴿、鷓科暗足鷓和小青足鷓及鷓科的黑面琵鷺和埃及聖鷓數量較多，鷺科的大、小白鷺雖然有出現，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 4-34)；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、青足鷗及中白鷺和小白鷺。

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，鷗科、鷺科和鸛科鳥類先進去覓食；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，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；而鷗科的青足鷗和紅胸濱鷗等持續在 C2 覓食。

D1 水位降低較快，但是覓食鳥類以鷗科的青足鷗和小青足鷗為主；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 4-35)，可能因為 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。

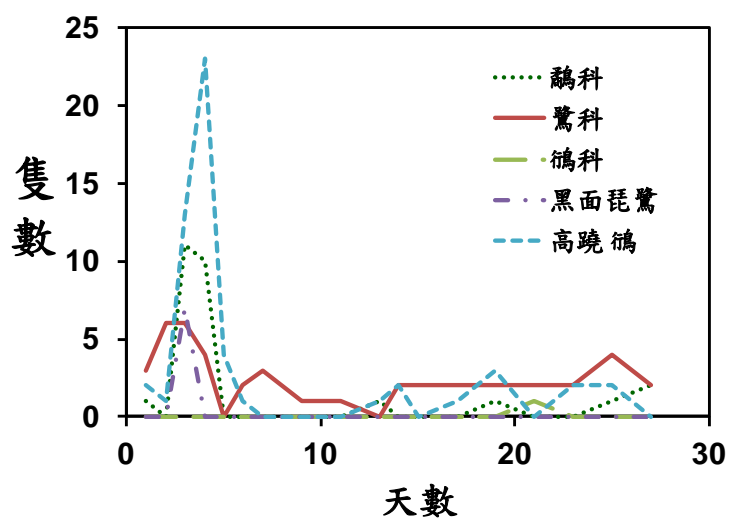
B1 在降低水位後，鳥隻數量少，持續有少數鷺科鳥類和高蹺鴿；在後期有黑面琵鷺群進入覓食，相較於其他魚塭，B1 的鳥密度也是較低的。

C1 面積較大，放水速度較慢，且池底為碟形，降低水位後，以鷗科的紅胸濱鷗和濱鷗數量較多，持續有鷺科鳥類出現，後期有黑面琵鷺、埃及聖鸛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。

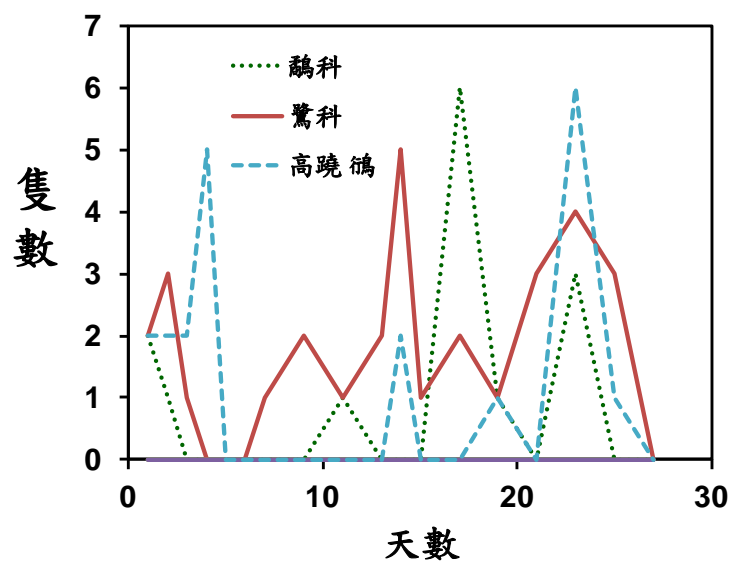
C3 在降低水位後，鷗科、鷺科、埃及聖鸛和黑面琵鷺數量同時大量增加，鷺科主要是大、小白鷺，鷗科主要是紅胸濱鷗和青足鷗等，在數量高峰之後鳥隻數量明顯下降。

確保黑面琵鷺食源之生態養殖

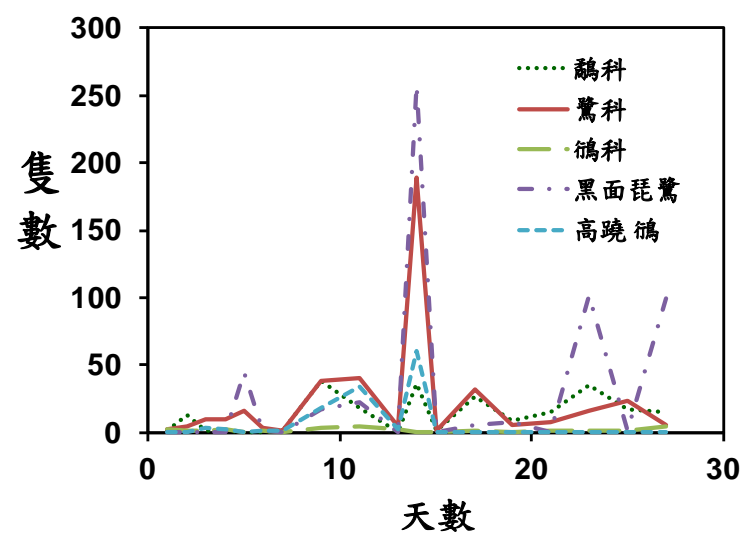
(A)



(B)



(C)



(D)

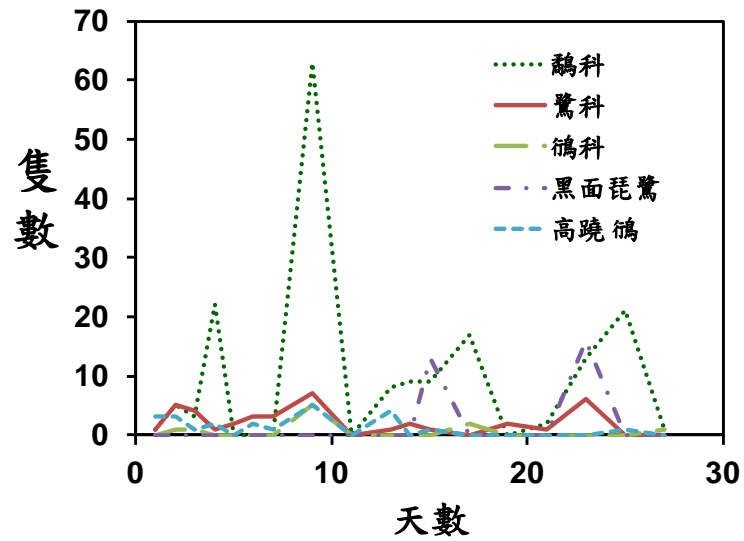
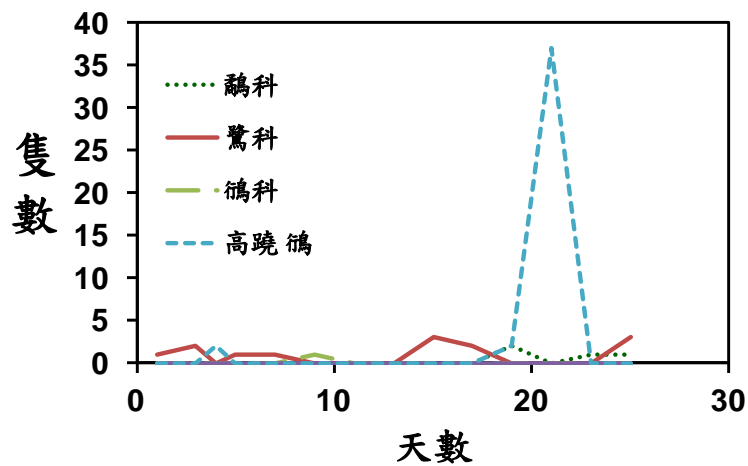


圖 4-34、第 1 組魚塭放水後，鳥隻數變化，(A)A1、(B)B2、(C)C2 和 (D)D1 的鳥隻數變化。

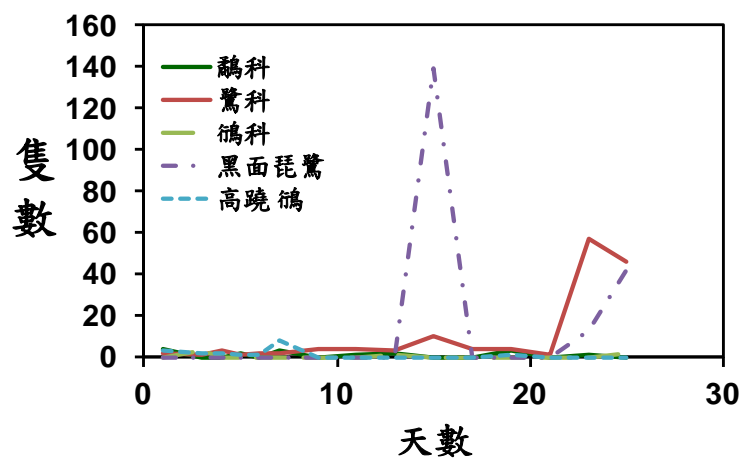
D2 在降低水位後，有較多的黑面琵鷺和埃及聖鸚覓食，鷺科的鳥類也持續出現，鷓科鳥類以紅胸濱鷓和小青足鷓為優勢。後期鳥隻數量明顯下降。D2 較隱密，可能因此受到黑面琵鷺的青睞。

(A)

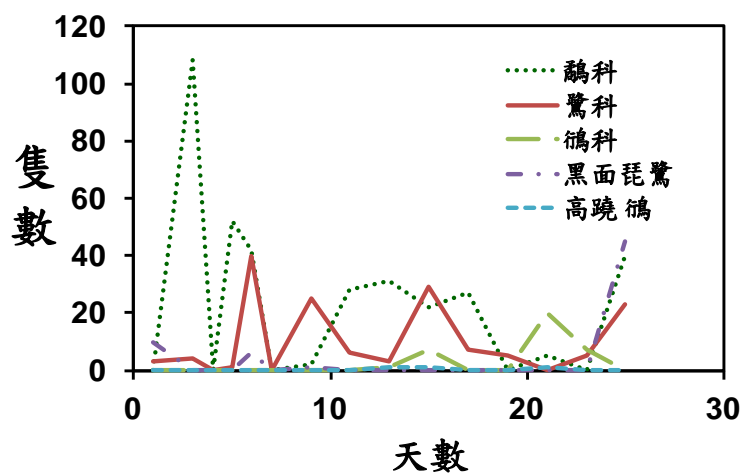


確保黑面琵鷺食源之生態養殖

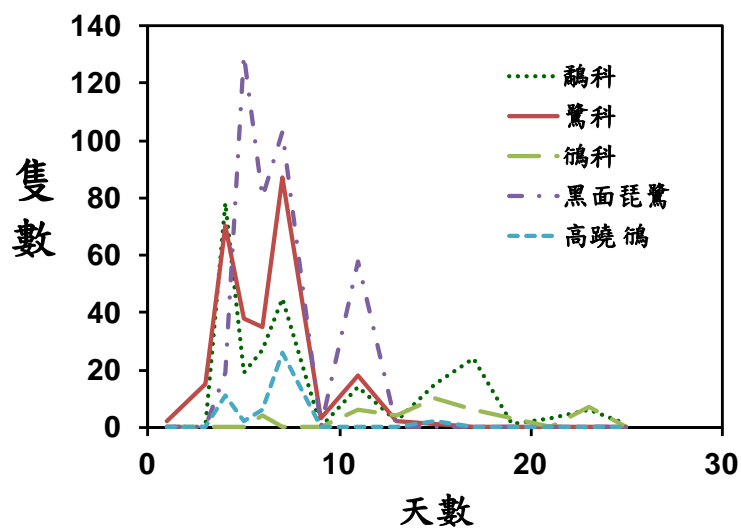
(B)



(C)



(D)



(E)

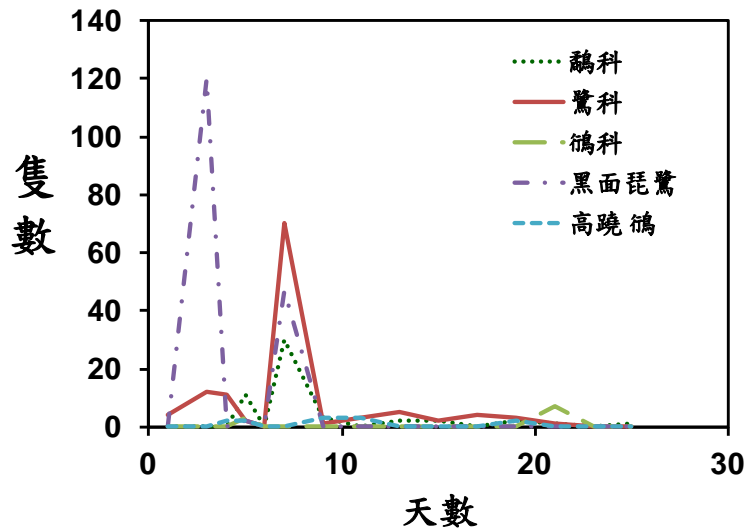
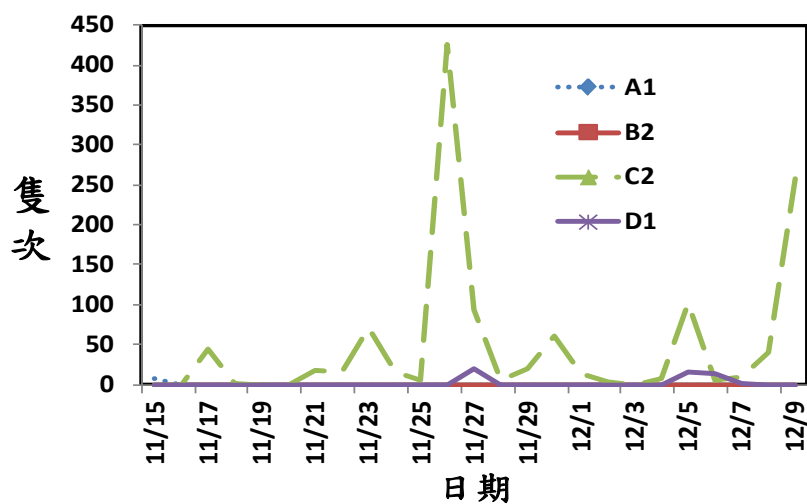


圖 4-35、第 2 組魚塭放水後，鳥隻數變化，(A) A2、(B) B1、(C) C1、(D) C3 和(E) D2 的鳥隻數變化。

黑面琵鷺

魚塭於 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 4-36)。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)

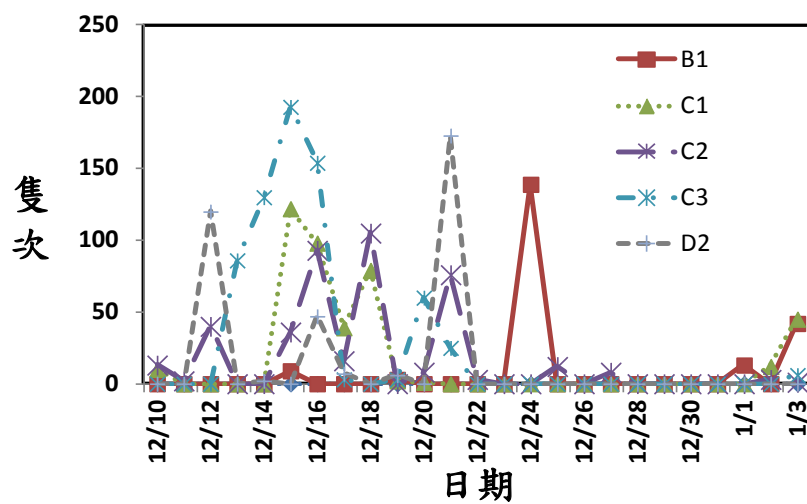


圖 4-36、魚塭放水後，調查到各魚塭中黑面琵鷺的隻次變化，(A)第一批放水的魚塭和(B) 第二次批放水的魚塭及 C2。

第七節、提供食源的魚塭比較

本計畫共計有虱目魚及虱目魚和雜交慈鯛混養 (C 組)、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。虱目魚混養魚塭為去年養殖方式，今年在 C3 只放虱目魚的魚塭有殘留的雜交慈鯛大量暴發的情況，相當於混養的狀況。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。

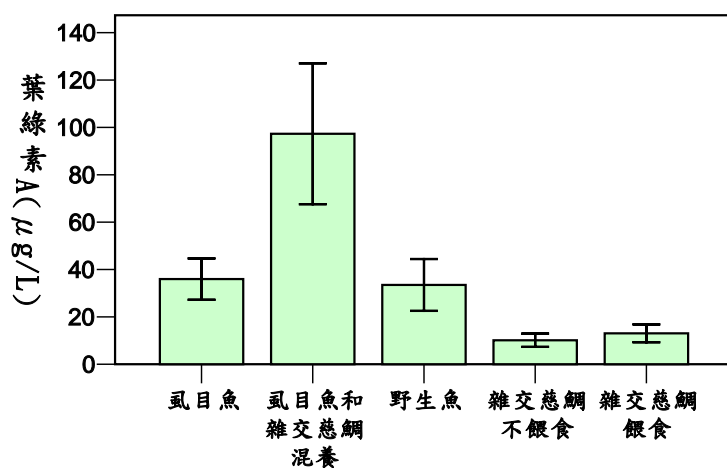
比較各種提供食源的魚塭類型，魚塭類型間的浮游藻 (葉綠素 *A*) 不相同 ($F = 5.3$, $P = 0.002$)，虱目魚和雜交慈鯛混養魚塭的浮游藻最高，其他類型相同 (表 4-12, 圖 4-37)。藻類生物量為生產力的指標，今年雜交慈鯛餵食的 D 組餵食量不夠，所以藻類生物量低，因為飼料的總量不足，只好少量餵食。野生魚魚塭的生產力高可能因為魚塭過去的養份多且儲存在底泥中有關，也有可能因為有些魚種擾動底泥增加營養鹽循環。底棲魚蝦、多毛類密度和雜交慈鯛在魚塭類型間並不顯著，因為變異數過大 (圖 4-37)，魚塭類型間的多毛類密度剛好 $P = 0.05$ 。雜交慈鯛生物量在只放虱目魚魚塭也有變化，今年 C2 裡，雜交慈鯛等其他的魚很少，有較多的東方白蝦；但是 C3 卻有雜交慈鯛數量暴發的情況。利用魚塭鳥類的密度在魚塭類型間不相同 ($F = 5.6$, $P = 0.001$; 圖 4-37)，虱目魚和雜交慈鯛混養類型最高，其他類型相同，雖然虱目魚類型較高，可能因為變異數過大，無法區分差異。另外，雖然 C3 面積小，但是雜交慈鯛生物量較高，所以鳥類密度較高。

綜合以上結果，虱目魚和雜交慈鯛混養類型能提供較多的食物，因此，能夠吸引較多的鳥類利用；而虱目魚魚塭雖然沒有雜交慈鯛，但是仍然有底棲動物做為食物，也能吸引鳥類覓食。其他類型的魚塭雖然在放水後會吸引鳥類利用，但是鳥類密度較低。

表 4-12、各種提供食源的魚塭特性比較。

魚塭變數	虱目魚	虱目魚和雜交 慈鯛混養	雜交慈鯛 餵食	雜交慈鯛不 餵食	野生魚
浮游藻 ($\mu\text{g/L}$)	36.0 \pm 19.5	97.3 \pm 29.7	13.1 \pm 3.8	10.1 \pm 2.8	33.5 \pm 11.0
雜交慈鯛 (公斤)	0	1738.9 \pm 869	144.7 \pm 31.5	174.2 \pm 62.2	35.4 \pm 9.5
底棲魚蝦 (隻/ m^2)	31.35	0.83 \pm 0.38	5.15 \pm 3.8	1.15 \pm 0.55	2.63 \pm 2.23
多毛類密度 (隻/ cm^3)	0.11	0.13 \pm 0.03	0.01 \pm 0	0.12 \pm 0.04	0.03 \pm 0.01
鳥類利用 (隻/ 1000m^2)	0.62 \pm 0.30	1.72 \pm 0.47	0.02 \pm 0.01	0.10 \pm 0.02	0.40 \pm 0.13
成本(元)	106,600	113,800	10,300	8,200	1,000

(A)



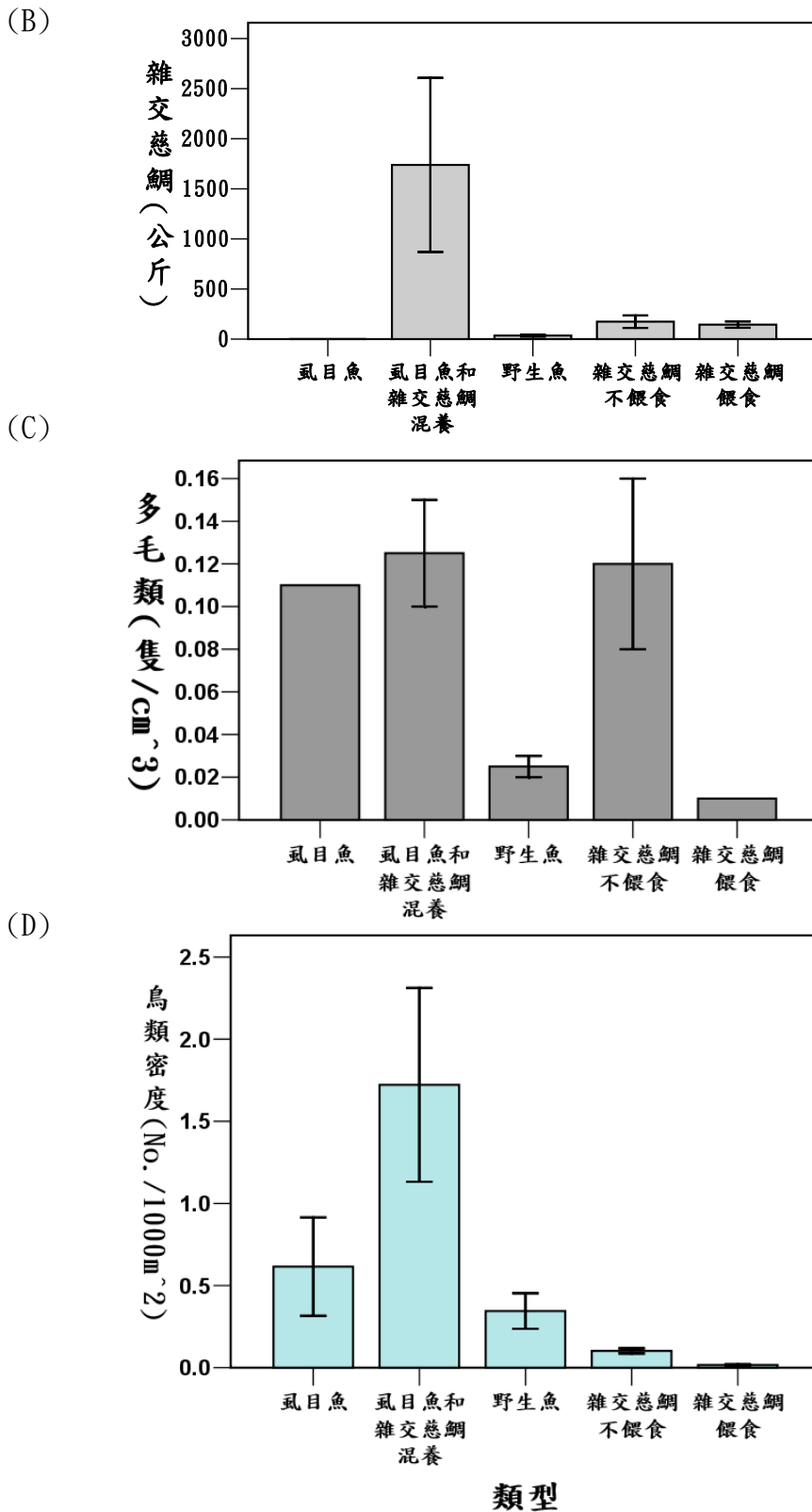


圖 4-37、不同魚塭類型間的 (A) 葉綠素 A、(B) 雜交慈鯛、(C) 多毛類和(D)放水後鳥類密度的比較。

第八節、傳統淺坪虱目魚養殖概要

市場販售的虱目魚大部份來自於養殖業，並沒有虱目魚成魚撈捕漁業。虱目魚養殖可能是起源自荷蘭人或鄭成功時代。在過去，虱目魚養殖池遍佈於雲林縣、臺南、高雄。詳細的傳統淺坪虱目魚養殖描述於田渙玉編（1977）之水產養殖要覽，以下內容摘取自這本書。

傳統淺坪虱目魚塢可分為養成池、魚苗池、越冬池三種池塘（田渙玉編 1977），目前最完整的淺坪虱目魚塢在水產試驗所臺南海水魚繁養殖中心。養成池面積以 4~6 公頃為宜。魚苗池之面積依養成池之池數及面積等而不同，普通約養成池之 2.5~3% 左右，水深在 20~30 公分左右，作為新魚苗一時蓄養之用。越冬池需設於靠近外水路，注排水方便之處，為東西向延長成水溝形，面向南，其上面寬度在 5~8 公尺，溝底寬度為 1.2~1.5 公尺，水深為 2 公尺左右（田渙玉編 1977）。

虱目魚養殖分為準備階段及飼養階段，參考表 4-13 和圖 4-38。準備階段的工作包括魚塢整理與曝池、施肥養殖底棲藻、施放茶粕及放養前注水。飼養階段的工作包括魚苗放養、放養後之管理及施放餌料。一般可以放養魚苗數次，分數次收穫，以取得資金上的靈活運用。

表 4-13、傳統淺坪虱目魚養殖月曆（田渙玉編 1977）。

月份	工作內容
十一	整理池底及土堤。 曝曬池底，任其風化。
十二	引海水入池，再行曝乾。
一	池底曝乾後，任其風化。
二	第二次引海水入池，隨即曝乾。 施放肥料。
三	第三次引海水入池，及第二次施放肥料。 放苦茶粕，以清除雜魚及敵害。 月底放養自行越冬苗及鯤鯨苗。
四	放養本年初期捕獲之魚苗。
五	開始給餌（米糠）。 放養魚苗。
六	繼續給餌（米糠及豆餅或花生餅）。 第一次收穫（自行越冬苗）。 放養本年後期捕獲之魚苗。 殺除紅筋蟲。
七	繼續給餌（米糠及豆餅或花生餅）。 第二次收穫（鯤鯨苗）。
八	繼續給餌（米糠及豆餅或花生餅）。 曬半坪。 第三次收穫（鯤鯨苗）。
九	繼續給餌（米糠及豆餅或花生餅）。 第四、五次收穫（新苗）。
十	整理越冬池。 後期新苗移放越冬池。 其他魚蝦全部撈捕販賣。 放乾水池。

確保黑面琵鷺食源之生態養殖

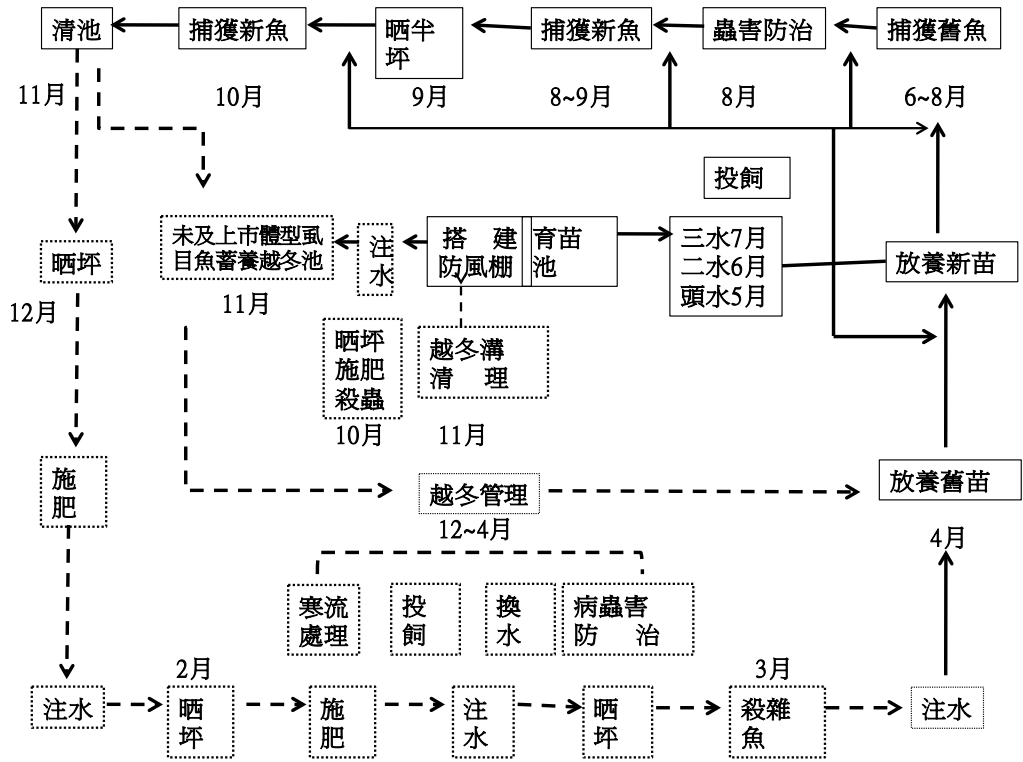


圖 4-38、傳統淺坪虱目魚養殖工作圖（田渙玉編 1977）。

第五章 結論與建議

第一節、結論

本計畫結果顯示，魚塭區鹽度由年初的高值，隨著梅雨和颱風降雨而下降；藻類隨著水溫上升及開始餵食而增加。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同，種類也較多；魚塭以 C1 有最多的種類；此外，白鰻、棕塘鱧和頭孔塘鱧為去年沒有調查到的魚種。以葉綠素 A 為指標，虱目魚池皆有較高的生產力。

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 的體型最小，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。C1 有大量過冬的大眼海鯢及雜交慈鯛，今年放的虱目魚可能多已被捕食，因此換肉率偏低。C2 則受到定期魚隻調查的干擾，虱目魚受到驚嚇，換肉率較低。比較各池雜交慈鯛大小，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，北潮溝的次之。C3 的雜交慈鯛有餵食、非過冬且少捕食者，魚隻多且小，適合鳥類進食。估算各池的雜交慈鯛重量，以 C3 最多，C1 次之，A1、A2 和 C2 最少。

連續的西校區鳥類調查顯示鳥類群集有明顯的時間性變化，以 9 月至 4 月中為冬候鳥季（包括過境鳥），9、10 月冬候鳥/過境鳥到達，4 月底至 8 月主要為留鳥。魚塭放水前，只有小鸕鶿在水中覓食，以及鷺科在岸邊停棲；放水之後，利用魚塭鳥類的密度高於放水之前，鵝科鳥類的比例也增加。11 月份開始進行魚塭水位放低的實驗，在水位降低後，許多鷺科、鸕鶿科、鵝科、鷗科、鸛科等鳥類進魚塭覓食，黑面琵鷺也經常在魚塭中覓食，11 月 26 日 C2 有 258 隻黑面琵鷺在水中覓食，並且已累計至少 1627 隻次黑面琵鷺在 C2 覓食、停棲長達一個多月。

在今年候鳥季，有約 10 隻的野狗在園區追逐雁鴨等鳥類，造成校區鳥類大量減少，目前已經請環保局處理野狗的問題。另外，南大東校區的景觀工程拖延至候鳥季，也是造成校區鳥隻減少的原因之一，未來將協調南大總務處等單位減少在候鳥季的工程施

確保黑面琵鷺食源之生態養殖

作。

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。本計畫為世界上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

控制研究區野狗：立即可行建議

主辦機關：台江國家公園管理處

協辦機關：臺南市政府農業局動物防疫保護處、國立臺南大學

目前觀察到野狗追捕和捕食候鳥，造成雁鴨等鳥類離開棲地，已經影響在校區棲息候鳥隻數，需要協調臺南市政府農業局動物防疫保護處協助捕捉西校區野狗，以免野狗追捕雁鴨和黑面琵鷺等候鳥。

建議二

在研究區進行鳥類棲地營造：立即可行建議

主辦機關：台江國家公園管理處

協辦機關：國立臺南大學

本研究對提供黑琵和候鳥食物和棲地已頗有成效，臺南大學七股西校區具有蘆葦、感潮濕地、乾草地和魚塭等棲地類型，未來可以在西校區內進行不同型態之棲地經營管理實驗，擴大鳥類豐富度與多樣性。

建議三

營造與候鳥共存的養殖區：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，以共同利營造與候鳥共存的養殖區。

建議四

協調廢棄魚塢進行水位操作：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







本實驗結果說明在候鳥季降低水位有利於候鳥覓食，未來可以協調廢棄魚塢主人在冬候鳥季進行放水，降低水位，以提供食源給候鳥；在冬候鳥季過後，提高水位蓄養野生魚蝦等動物。

確保黑面琵鷺食源之生態養殖

附錄四 調查照片

	
<p>年初 D1 水逐漸乾涸</p>	<p>C2 魚塭進水</p>
	
<p>整理土堤</p>	<p>放米糠</p>
	
<p>颱風後修復土堤</p>	<p>濬深潮溝</p>

確保黑面琵鷺食源之生態養殖

	
<p>日本鰻</p>	<p>大雨過後校區淹水狀況</p>
	
<p>頭孔塘鱧</p>	<p>大草蝦</p>
	
<p>金錢魚</p>	<p>剪背鰭標放</p>



2/1 北蘆葦區



3/24 在校區北邊的黑面琵鷺群



5/11 高蹺鴿的蛋



C2 的黑面琵鷺



10/27 雁鴨群



燕鴿的蛋

確保黑面琵鷺食源之生態養殖



計數虱目魚苗



集中虱目魚苗



車上的虱目魚苗



放虱目魚苗



虱目魚拖網捕捉



網袋中的虱目魚

參考書目

英文部份

- 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.
- 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.

確保黑面琵鷺食源之生態養殖

- 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., 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 (*Platalea 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.
- 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.
- 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

確保黑面琵鷺食源之生態養殖

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.

中文部份

中華民國自然生態保育協會，2004。臺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。臺南七股地區黑面琵鷺度冬之日間活動模式。國立臺灣師範大學生物
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。臺南縣政府。

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、臺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。臺灣漁業政策
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。

田渙玉編，1977。水產養殖要覽。漁牧科學雜誌社，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。臺南縣黑面琵鷺生態園區經營及景觀改善規劃案。臺南縣政府。

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，臺南市。

蔡金助，2009。魚塭類型對臺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。探討年度冬季大臺南地區黑面琵鷺族群變動原因暨臺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、臺江國家公園及營建署城鄉發展分署主辦。

楊曼瑜，2006。不同魚塭經營策略對水鳥組成的影響。國立臺灣大學生態學與演化生物學研究所，臺北市。

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。

確保黑面琵鷺食源之生態養殖

確保黑面琵鷺食源之生態養殖計畫 (101)

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 1 月

版次：初版