

## 靜宜大學 函

地址：43301 台中市沙鹿區臺灣大道七段20  
0號

傳 真：04-26530075

聯 絡 人：陳德治（生態人文學系）

電子郵件：tcchen@pu.edu.tw

連絡方式：04-26328001# #17513

受文者：行政院農業委員會林務局

發文日期：中華民國106年2月21日

發文字號：靜大人社(五)字第1060000310號

速別：普通件

密等及解密條件或保密期限：

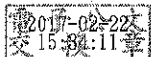
附件：利用保育類野生動物成果報告書\_2016水雉.pdf、結案報告\_2016水雉.pdf(利用  
保育類野生動物成果報告書\_2016水雉.pdf、結案報告\_2016水雉.pdf)

主旨：檢送「水雉棲地利用模式及棲地生物多樣性研究計畫」利  
用保育類野生動物成果報告書及計畫結案報告各1份備查  
，請查收惠復。

說明：依貴局105年5月5日農授林務字第1051700762號函辦理。

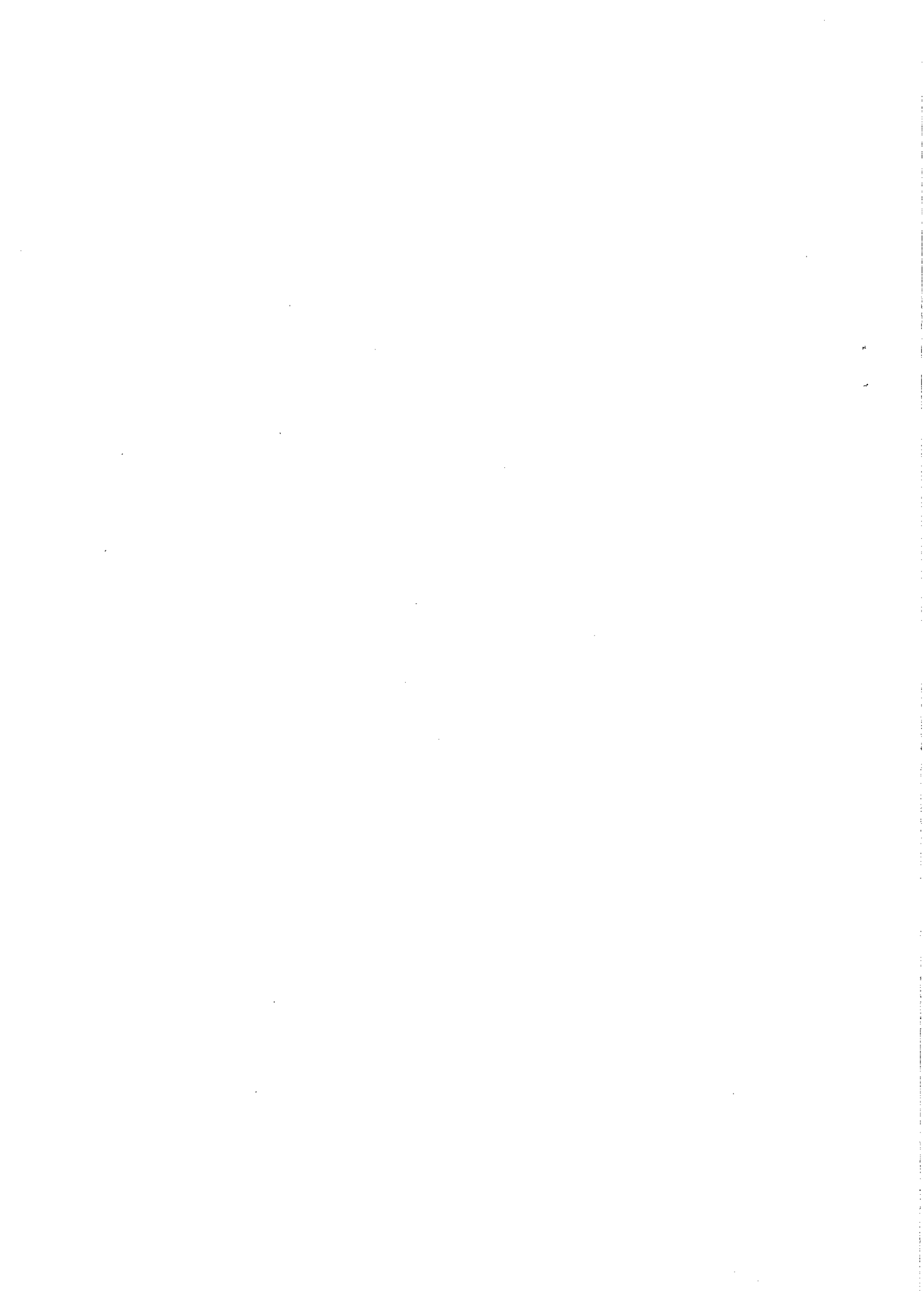
正本：行政院農業委員會林務局

副本：



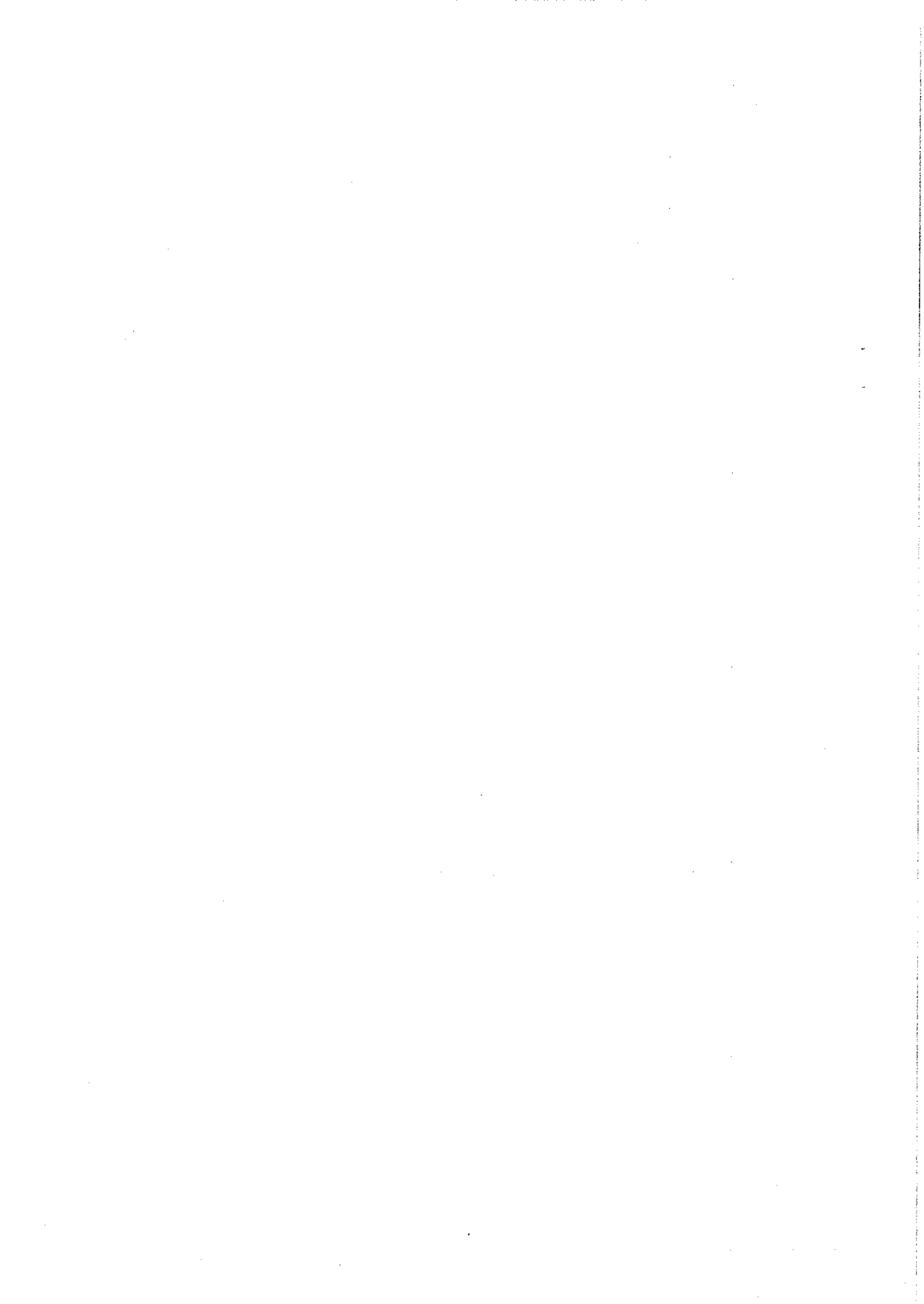
校長 唐傳義





利用保育類野生動物成果報告書 (一個計畫一份報告)

計畫名稱	水雉棲地利用模式及棲地生物多樣性研究計畫(105 林發-7.2-保-19)			<input checked="" type="checkbox"/> 補助或委託計畫 <input type="checkbox"/> 自行研究	
服務機關	靜宜大學生態人文學系	申請人	陳德治	職稱	助理教授
核准期限	105.05.05~105.12.31				
動物種類	核准利用數量	捕捉數量	出生(+)死亡(-)數量	後續處理方式 (如標本、至原地釋放數量)	備註(色環、晶片號碼、發報器頻率或各縣(市)實際利用數量)
1.中名：水雉 學名： <i>Hydrophasianus chirurgus</i>	30	30	0	原地釋放 30 隻	台南市釋放 30 隻
2.中名： 學名：					
3.中名： 學名：					
4.中名： 學名：					
5.中名： 學名：					
6.中名： 學名：					
研究初步成果摘要	<p>本計畫之目的在於透過繫放工作，追蹤水雉個體的活動範圍，確立水雉棲地利用模式。並透過水棲生物的採樣調查及水質監測，探討慣行農法(施用農藥)與有機耕作的菱角田，水棲生物多樣性及水質是否有所差異。</p> <p>今年度共繫放 30 隻水雉，所有個體均為水雉生態教育園區中的個體。繫放個體中有 19 隻可辨識性別，其中雄鳥 11 隻，雌鳥 8 隻。30 隻個體中，成鳥 5 隻，亞成鳥 25 隻。雄性成鳥平均體重 130.00g(n=2)，雌性成鳥平均體重 175.00g(n=3)，雄性亞成鳥平均體重 125.56g(n=9)，雌性亞成鳥平均體重 188.00g(n=5)，性別未辨的亞成鳥平均體重為 131.36g(n=11)。雄性成鳥平均身長 197.50mm(n=2)，雌性成鳥平均身長 216.67mm(n=3)，雄性亞成鳥平均身長 201.22(n=9)，雌性亞成鳥平均身長 237.00mm(n=5)，性別未辨的亞成鳥平均身長為 197.09mm(n=11)。</p> <p>繫放個體共計回收觀察紀錄 11 筆，其中 9 筆紀錄均在水雉生態教育園區中，僅有 2 筆資料出現在園區東側靠近台 1 號省道附近的菱角田。2 隻區外回收紀錄的個體，據捕捉地點距離分別為 1610 公尺和 1658 公尺。依此推斷園區內的水雉，度冬期僅在周邊適宜棲地中覓食，並不會離開園區太遠。</p> <p>水質檢測資料顯示，水雉生態教育園區之導電度最低，含氧量則為園區最高，因此顯示出水雉生態教育園區之污染程度最低，所以擁有最高的水生生物多樣性，對水雉而言，是最佳的棲地。</p> <p>有機耕種菱田含氧量較慣行耕種菱田高，因此水生生物多樣性也較高，但在導電度及其他因子上則互有高低，顯示區外菱角田雖採有機方式耕種，但在水源來源難以掌握下，仍會受外在環境影響而有所差異。但整體而言，有機耕種的菱角田無論在水生生物多樣性和水質因子上，仍略優於慣行耕種菱角田。</p> <p>關鍵字：水雉、菱角、繫放、水質、有機</p>				



行政院農業委員會林務局補助計畫 105 林發-7.2-保-19

■公開

□限閱

## 水雉棲地利用模式及棲地生物多樣性研究計畫

Habitat utilization model and habitat biodiversity study of  
Pheasant-tailed jacana.

執行單位：靜宜大學

研究主持人：陳德治

研究人員：陳德治、唐光佑

中華民國 105 年 12 月 31 日



林務局補助計畫

105 林發-7.2-保-19

水雉棲地利用模式及棲地生物多樣性研究計畫

研究主持人 陳德治

日期 105.12.31

# 目 錄

中 文 摘 要 .....	3
一、前言.....	4
二、研究方法.....	6
(一) 水雉繫放 .....	6
(二) 水雉棲地利用模式研究.....	6
(三) 水雉棲地水棲生物多樣性研究及水質監測.....	7
三、結果與討論 .....	8
(一) 水雉繫放 .....	8
(二) 水雉棲地利用模式研究.....	8
(三) 水雉棲地水棲生物多樣性研究及水質監測.....	9
四、檢討與建議 .....	12
五、參考文獻.....	13

## 表 目 錄

表一、水雉繫放金屬環號及色環組合表 .....	15
表一、水雉繫放金屬環號及色環組合表(續).....	16
表二、水雉形質測量記錄表 .....	17
表二、水雉形質測量記錄表(續).....	18
表三、水雉繫放回收紀錄表 .....	19
表四、各樣區水生生物每月採集紀錄表 .....	20

## 圖 目 錄

圖一、水雉繫放地點及繫放個體回收紀錄分布圖 .....	21
圖二、各樣區水生生物多樣性指數與均勻度指數圖 .....	22
圖三、各樣區水生生物非度量多维尺度分析圖 .....	23
圖四、各樣區年平均水溫數值圖 .....	24
圖五、各樣區年平均含氧量數值圖 .....	24
圖六、各樣區年平均導電度數值圖 .....	25
圖七、各樣區年平均酸鹼度數值圖 .....	25
圖八、各樣區年平均硝酸鹽含量數值圖 .....	26
圖九、各樣區年平均磷酸鹽含量數值圖 .....	26
圖十、各樣區硝酸鹽和磷酸鹽含量月份變化數值圖 .....	26



## 中 文 摘 要

本計畫之目的在於透過繫放工作，追蹤水雉個體的活動範圍，確立水雉棲地利用模式。並透過水棲生物的採樣調查及水質監測，探討慣行農法(施用農藥)與有機耕作的菱角田，水棲生物多樣性及水質是否有所差異。

今年度共繫放 30 隻水雉，所有個體均為水雉生態教育園區中的個體。繫放個體中有 19 隻可辨識性別，其中雄鳥 11 隻，雌鳥 8 隻。30 隻個體中，成鳥 5 隻，亞成鳥 25 隻。雄性成鳥平均體重 130.00g(n=2)，雌性成鳥平均體重 175.00g(n=3)，雄性亞成鳥平均體重 125.56g(n=9)，雌性亞成鳥平均體重 188.00g(n=5)，性別未辨的亞成鳥平均體重為 131.36g(n=11)。雄性成鳥平均身長 197.50mm(n=2)，雌性成鳥平均身長 216.67mm(n=3)，雄性亞成鳥平均身長 201.22(n=9)，雌性亞成鳥平均身長 237.00mm(n=5)，性別未辨的亞成鳥平均身長為 197.09mm(n=11)。

繫放個體共計回收觀察紀錄 11 筆，其中 9 筆紀錄均在水雉生態教育園區中，僅有 2 筆資料出現在園區東側靠近台 1 號省道附近的菱角田。2 隻區外回收紀錄的個體，據捕捉地點距離分別為 1610 公尺和 1658 公尺。依此推斷園區內的水雉，度冬期僅在周邊適宜棲地中覓食，並不會離開園區太遠。

水質檢測資料顯示，水雉生態教育園區之導電度最低，含氧量則為園區最高，因此顯示出水雉生態教育園區之汙染程度最低，所以擁有最高的水生生物多樣性，對水雉而言，是最佳的棲地。

有機耕種菱田含氧量較慣行耕種菱田高，因此水生生物多樣性也較高，但在導電度及其他因子上則互有高低，顯示區外菱角田雖採有機方式耕種，但在水源來源難以掌握下，仍會受外在環境影響而有所差異。但整體而言，有機耕種的菱角田無論在水生生物多樣性和水質因子上，仍略優於慣行耕種菱角田。

關鍵字：水雉、菱角、繫放、水質、有機

## 一、前言

水雉為台灣二級保育鳥類，因棲地遭受經濟開發需求而減少，導致全台數量曾降至不到 30 隻，且侷限分布於台南市官田區及周邊區域，嚴重面臨在台滅絕之危機(陳 2008)。

因台灣高速鐵路開發，路線行經水雉僅存之主要棲地—官田區葫蘆埤周邊地區，為挽救此珍貴稀有保育鳥類之生存，自此開啟水雉保育工作，在行政院農業委員會林務局的多年支持下，結合台南市政府、民間保育組織與企業之力，進行多項水雉保育及棲地復育工作，包括菱農獎補助措施以及官田水雉生態教育園區的設置，多年努力下，2015 年最新的台南市水雉普查共紀錄有約 700 隻水雉個體散佈於台南市各地，2016 年 12 月進行普查，總數已突破 1000 隻，但主要族群分布區仍以官田區為主(水雉生態教育園區個人觀察)。

水雉對棲地有嚴格的專一性，僅能在鋪滿浮葉性水生植物的埤塘或淺水溼地棲息繁衍 (del Hoyo *et al.* 1996)，目前台南市各地發現水雉分布之處多為菱角田，僅水雉生態教育園區有較多樣化的棲息環境供水雉選擇利用，但園區外之菱角田有許多屬於稻作—菱角輪作區，部分菱田在轉作水稻時，因土壤鬆軟或地形限制因素，無法採用耕耘機翻土插秧方式耕作，故而採行稻種直播法，農人為避免稻種遭鳥類取食影響日後收成，因此在播種前先以農藥浸泡稻種，期能減少鳥類取食時所造成的損失，卻也因此造成水雉中毒事件頻傳，對為數不多的水雉族群造成傷害，也有損政府之保育形象。

此外菱角田中有福壽螺及菱角金花蟲等病蟲，啃食菱角植株導致產量減少，農人因此施用大量農藥除螺(蟲)，造成菱角田水棲昆蟲生物多樣性降低，而水雉在繁殖期主要以水棲昆蟲為主要食物來源，因此大量使用農藥不但減少水雉食物來源，亦有可能造成農藥累積效應使對水雉產生生存上的影響。

為減少水雉中毒事件發生，增加水雉食物來源，在林務局支持下，慈心有機農業發展基金會輔導以及友善大地有機聯盟投入協助下，水雉生態教育園區開始積極遊說菱農轉作有機無毒方式栽種菱角，並說服農民減少稻種施毒的直播法耕作方式，期能營造水雉友善的耕作環境，以提供水雉更多的棲息空間。目前已有近二十公頃的農田加入，年產近 60 公噸的米，50 公噸的二角菱和 13 公噸的菱角仁。

但此種水雉友善的耕作方式，對水雉生存上能提供多大的幫助，至今仍缺乏科學性的資料佐證，文獻指出，影響鳥類生殖成功與否的因素有許多，涵蓋生物和非生物的因素，生物因子有食物豐富度、族群密度、種內及種間競爭、掠食者壓力、寄生蟲、生殖個體本身因素(年齡、位階、繁殖經驗)等(Burger 1982, Frederic 2007, Fowler 1995, Geslin 2004, Garamszegi 2004, Marzal 2005)；環境因子則包括氣候因素(溫度、雨量)、繁殖棲地面積、繁殖棲地週遭地景類型、棲地破碎化、都市化程度、人類干擾、生殖時間等(Bradley 1997, Burger 1982, Donovan 1995, Parsons 2003, Morneau 1995, Newhouse 2008, Powell 1998, Powell 2000, Rodríguez 2003, Verhulst 1995, Urfi 2003)。慣行農法和有機耕種是否在食物豐富度(水棲昆蟲多樣性及豐富度)上有差異？二種耕種方式在水質上是否有差異？是否反映在水雉棲地品質上，進而對水雉生存帶來影響？為了能以科學性數據，釐清不同的菱角耕種方式，在水雉棲地品質上的影響，以說服更多農人加入，以及說服消費者支持購買，因此，本計畫將透過繫放工作，追蹤水雉個體的活動範圍，確立水雉棲地利用模式，了解不同耕作方式的菱角田，水雉的利用模式是否有差異。另外，亦將透過水棲生物的採樣調查，釐清慣行農法(施用農藥)與有機耕作的菱角田，水棲生物多樣性是否有所差異。透過科學性的研究數據，提供水雉棲地保育及經營管理上更好的策略。

## 二、研究方法

### (一) 水雉繫放

時間：2016 年 3 月 1 日至 2016 年 12 月 31 日

地點：水雉生態教育園區、台南市各水雉棲息區域

工作內容：

1. 以霧網捕捉水雉，進行各項形質測量。
2. 每隻水雉個體以中華鳥會統一編號規格之金屬環進行繫放，並輔以不同顏色編組之塑膠色環做為野外個體辨識之用。
3. 今年度共計繫放 30 隻個體。
4. 依照「台灣野生生物遺傳物質冷凍典藏計畫」使用之鳥類遺傳物質採集方法，每一隻繫放個體以毛細管採集血液樣本，作為 DNA 分析之用。此 DNA 樣本可用於研究水雉族群遺傳學以及親子關係鑑定之研究。

### (二) 水雉棲地利用模式研究

時間：2016 年 3 月 1 日至 2016 年 12 月 31 日

地點：水雉生態教育園區、台南市各水雉棲息區域

工作內容：

1. 追蹤觀察繫放的個體，記錄其出現位置之 GPS 座標，並記錄其出現位置之各項棲地環境因子，以作為棲地利用模式分析之用。

2. 每個月進行台南市全區水雉調查 1~2 次，以掌握繫放個體之活動模式。

### (三) 水雉棲地水棲生物多樣性研究及水質監測

時間：2016 年 3 月 1 日至 2016 年 12 月 31 日

地點：水雉生態教育園區、台南市各水雉棲息區域

工作內容：

1. 選擇 2 塊慣行農法菱角田，2 塊有機農法菱角田以及水雉生態教育園區內 1 塊棲地作為調查樣區。
2. 將 5 個樣區各別劃分為數個 1×1 公尺的採集區。
3. 每個月於 5 個樣區中，各隨機選取 3 個採集區，進行水棲昆蟲採集，保存在 70%酒精中攜回進行鑑種及計數。採集方法以網目 0.5 mm，直徑 20 cm 之不銹鋼篩網，撈取 1×1 公尺的採集區中所有的水棲昆蟲。
4. 比較三種不同耕作方式的水雉棲地，其水生生物多樣性，分析其差異。
5. 每月進行 7 個樣區水棲昆蟲採集時一併作簡易水質檢測，建立水質監測基礎資料。

### 三、結果與討論

#### (一) 水雉繫放

進行 20 次水雉繫放工作，共捕捉繫放 30 隻個體，分別繫上統一編號序列之金屬環以及供野外辨識之塑膠色環(表一)。繫放地點集中在水雉生態教育園區 4、5 號池間土堤；7、8 號池間土堤；8、9 號池間土堤以及緊鄰園區西側的瓦瑤溝邊外圍菱角田區，根據觀察，瓦瑤溝邊外圍菱角田區的水雉個體均為園區中飛至外圍覓食的個體，所以今年度繫放的所有水雉均為水雉生態教育園區中的個體(圖一)。

繫放個體中有 19 隻可辨識性別，其中雄鳥 11 隻，雌鳥 8 隻。30 隻個體中，成鳥 5 隻，亞成鳥 25 隻。

雄性成鳥平均體重 130.00g(n=2)，雌性成鳥平均體重 175.00g(n=3)，雄性亞成鳥平均體重 125.56g(n=9)，雌性亞成鳥平均體重 188.00g(n=5)，性別未辨的亞成鳥平均體重為 131.36g(n=11) (表二)。

雄性成鳥平均身長 197.50mm(n=2)，雌性成鳥平均身長 216.67mm(n=3)，雄性亞成鳥平均身長 201.22mm(n=9)，雌性亞成鳥平均身長 237.00mm(n=5)，性別未辨的亞成鳥平均身長為 197.09mm(n=11) (表二)。

#### (二) 水雉棲地利用模式研究

繫放個體共計回收觀察紀錄 11 筆，其中 9 筆紀錄均在水雉生態教育園區中，僅有 2 筆資料出現在園區東側靠近台 1 號省道附近的菱角田(圖

一)。

回收紀錄中，8/16 及 9/9 的二筆紀錄，回收個體均為園區 7、8 號池捕捉的個體，且仍進行繁殖中，回收地點也位於園區 7、8 號池，可見繫放對繁殖個體的干擾影響並不大，遭捕捉的個體於釋放後，仍正常進行繁殖行為。

其他 9 筆回收資料日期均為 12 月，水雉已結束繁殖，進入群聚度冬期，其中 7 筆回收地點均位於園區 5 號池和 6 號池，只有 2 筆位於園區外。

從回收資料可見，水雉生態教育園區的個體，在冬季仍以園區為主要度冬棲地。7 筆園區回收資料中，F08484 有 2 次回收，其餘個體均只回收 1 次。6 隻留在園區度冬的個體，成鳥 2 隻，亞成鳥 4 隻(表三)，區外回收的 2 隻個體，成鳥、亞成鳥各 1 隻，因此成熟度與是否留在園區度冬，或許無直接關係，但因目前回收紀錄不多，難以據此下結論，仍需更多繫放回收資料予以佐證。

2 隻區外回收紀錄的個體，據捕捉地點距離分別為 1610 公尺和 1658 公尺。依此推斷園區內的水雉，度冬期僅在周邊適宜棲地中覓食，並不會離開園區太遠。

### (三) 水雉棲地水棲生物多樣性研究及水質監測

水棲生物一共紀錄 10 種(鑑定至目或科)，在慣行耕作的菱角田中紀錄有 6 種，有機耕作的菱角田中紀錄 9 種，水雉生態教育園區紀錄 10 種。水棲生物全年加總數量上，慣行耕種菱角田最高為 212 隻，有機耕

種菱角田最高為 259 隻，水雉生態教育園區為 208 隻(表四)。

計算生物多樣性指數和均勻度指數，有機耕種菱角田均高於慣行耕種，以水雉生態教育園區為最高(圖二)。

以非度量多維尺度分析(non-metric multi-dimensional scaling, NMDS)各樣區水棲生物組成之差異，慣行和有機耕種菱角田可以顯著區分，水雉生態教育園區亦被分派與有機耕種同類型(圖三)。

以上資料顯示，在水生生物組成及數量上，水雉生態教育園區最佳，有機耕種菱田次之，慣行耕種菱田最差，與一般認知相符合，原因和慣行耕種菱田為防治福壽螺和菱角金花蟲，施用相關農藥，因此造成水生生物在多樣性和數量上均呈現較少的狀況，而水雉以水棲昆蟲為主要食物來源，因此可以合理推論，有機耕種的菱角田，可以提供較多的食物供應量，對水雉而言，是較佳的棲地。

水質測量水溫、含氧量、導電度、酸鹼度、硝酸鹽含量、磷酸鹽含量等因子，各項檢測因子在月份間都有所波動，以年度平均值來看，水溫在各樣區間並無明顯的優劣趨勢(圖四)；含氧量則以水雉生態教育園區最高，有機耕種菱田次之，慣行耕種菱田最低(圖五)；導電度以水雉生態教育園區最低，有機耕種菱田和慣行耕種菱田則互有高低(圖六)；酸鹼度以水雉生態教育園區最低，有機耕種菱田和慣行耕種菱田則互有高低(圖七)；硝酸鹽含量各樣區互有高低，無明顯趨勢(圖八)；磷酸鹽含量則以慣行耕種菱田最高，有機耕種次之，水雉生態教育園區最低(圖九)。

水質檢測資料顯示，水雉生態教育園區之導電度最低，因為導電度為灌溉用水之污染重要指標，導電度愈低表示污染程度愈少，此外含氧



量亦為園區最高，而含氧量對水棲生物的生存極為重要，因此顯示出水雉生態教育園區之汙染程度最低，所以擁有最高的水生生物多樣性，對水雉而言，是最佳的棲地。

有機耕種菱田含氧量較慣行耕種菱田高，因此水生生物多樣性也較高，但在導電度及其他因子上則互有高低，顯示區外菱角田雖採有機方式耕種，但在水源來源難以掌握下，仍會受外在環境影響而有所差異。但整體而言，有機耕種的菱角田無論在水生生物多樣性和水質因子上，仍略優於慣行耕種菱角田。

各樣區硝酸鹽及磷酸鹽含量在月份間有明顯變動，推論和菱角田施肥時程有關，各樣區硝酸鹽和磷酸鹽含量均在 10~12 月大幅增加，和此時期施用肥料促進菱角結實有關。水雉生態教育園區和有機耕種菱田的磷酸鹽含量均低於慣行耕種菱田，原因僅施用有機氮肥，未使用其他化學肥料之故(圖十)。

#### 四、檢討與建議

今年度計畫執行過程中，因學校公文流程有所延誤，導致繫放時程延後，至 6 月底才開始進行繫放工作，因此多數個體為 10 月下旬之後才補捉到，造成探討棲地利用模式所需之水雉繫放回收資訊不足，日後應該持續調查繫放上環個體之分布，累積更多回收資料，以對水雉生態教育園區中之水雉個體，在區內及區外的移動模式及棲地利用模式做更深入的探討。

水質檢測和水生生物採樣部分，原預定進行 3 塊有機耕作菱角田及 3 塊慣行耕種菱田之檢測，但有機耕種菱田經詢問菱農後，僅有 2 塊菱田願意提供採樣，因此最終選擇有積和慣行耕種的菱田都選取二個樣區進行水質檢測和水生生物採樣分析。

為對水雉生態教育園區內之水雉個體的活動範圍大小及棲地利用模式進行探討，今年度採用系上上色環的方法以追蹤個體，但從回收資料比數可以發現，此種方式短期內難以獲得大量且確實的資料，需要長期且大量的繫放個體數才有機會累積足夠的資料加以探討，因此建議日後應該進行無線電追蹤或 GPS 紀錄器(GPSRecorder)追蹤，則可以獲得明確的活動範圍及活動地點資訊，並據此進行棲地利用模式探討。

## 五、參考文獻

1. 陳德治。2008。台灣雉尾水雉的生殖生物學。國立台灣大學博士論文。台北。
2. Bradley, M., J. Robin, C. Gordon, and D. Tom. 1997. Influence of weather on breeding success of peregrine falcons in the Arctic. *The Auk* 114:786-791.
3. Burger, J. 1982. An overview of proximate factors affecting reproductive success in colonial birds: concluding remarks and summary of panel discussion. *Colonial Waterbirds* 5:58-65.
4. del Hoyo, J., A. Elliott, and J. Sargatal. 1996. Handbook of the Birds of the World. Vol. 3. Lynx Edicions, Barcelona.:p.276~291.
5. Donovan, T. M., F. R. Thompson, J. Faaborg, and J. R. Probst. 1995. Reproductive success of migratory birds in habitat sources and sinks. *Conservation Biology* 9:1380-1395.
6. Fowler, G. S. 1995. Stages of age-related reproductive success in birds: simultaneous effects of age, pair-bond duration and reproductive experience. *American Zoologist* 35:318-328.
7. Frederic, A., M. Børge, W. Henri, and C. Olivier. 2007. Age-specific reproductive success in a long-lived bird: do older parents resist stress better? *Journal of Animal Ecology* 76:1181-1191.
8. Garamszegi, L. Z., J. Török, G. Michl, and A. P. Møller. 2004. Female survival, lifetime reproductive success and mating status in a passerine bird. *Oecologia* 138:48-56.
9. Geslin, T., S. Questiau, and M.-C. Eybert. 2004. Age-related improvement of reproductive success in Bluethroats *Luscinia svecica*. *Bird Study* 51:178-184.
10. Geslin, T., S. Questiau, and M.-C. Eybert. 2004. Age-related improvement of reproductive success in Bluethroats *Luscinia svecica*. *Bird Study* 51:178-184.
11. Marzal, A., F. d. Lope, C. Navarro, and A. P. Møller. 2005. Malarial parasites decrease reproductive success: an experimental study in a passerine bird. *Oecologia* 142: 541-545.
12. Morneau, F., C. Lkpine, R. DCcarie, M.-A. Villardb, and J.-L. DesGranges. 1995. Reproduction of American robin (*Turdus migratorius*) in a suburban environment . *Landscape and Urban Planning* 32:55-62.
13. Newhouse, M. J., P. P. Marra, and L. S. Johnson. 2008. Reproductive success of House Wrens in suburban and rural landscapes. *The Wilson Journal of Ornithology* 120:99-104.
14. Parsons, K. C. 2003. Reproductive success of wading birds using Phragmites marsh and upland nesting habitats. *Estuaries and Coasts* 26:596-601.
15. Powell, A. N., and C. L. Collier. 1998. Reproductive success of Belding's

- Savannah Sparrows in a highly fragmented landscape. *The Auk* 115:508-513.
16. Powell, B. F., and R. J. Steidl. 2000. Nesting habitat and reproductive success of southwestern riparian birds. *The Condor* 102:823-831.
  17. Rodríguez, C., and J. Bustamante. 2003. The effect of weather on lesser kestrel breeding success: can climate change explain historical population declines? *Journal of Animal Ecology* 72:793-810
  18. Verhulst, S., J. H. van Balen, and J. M. Tinbergen. 1995. Seasonal decline in reproductive success of the Great Tit: variation in time or quality? *Ecology* 76:2392-2403.
  19. Urfi, A. J. 2003. Breeding ecology of birds: why do some species nest singly while others are colonial ? *Resonance - journal of science education* 8:22-32.

表一、水雉繫放金屬環號及色環組合表

編號	環號	左脛	左跗蹠	右脛	右跗蹠
1	F08476	紅	金屬環		
2	F08480	紅	金屬環	紅	
3	F08481	紅	金屬環	藍	
4	F08477	紅	金屬環	黃	
5	F08478	紅	金屬環	白	
6	F08479	紅	金屬環	綠	
7	F08494	藍	金屬環		
8	F08495	藍	金屬環	紅	
9	F06254	藍	金屬環	藍	
10	F08496	藍	金屬環	黃	
11	F08497	藍	金屬環	白	
12	F08498	藍	金屬環	綠	
13	F08482	黃	金屬環		
14	F08483	黃	金屬環	紅	
15	F08487	黃	金屬環	藍	

表一、水雉繫放金屬環號及色環組合表(續)

編號	環號	左脛	左跗蹠	右脛	右跗蹠
16	F08486	黃	金屬環	黃	
17	F08484	黃	金屬環	白	
18	F08485	黃	金屬環	綠	
19	F08488	白	金屬環		
20	F08489	白	金屬環	紅	
21	F08492	白	金屬環	藍	
22	F08490	白	金屬環	黃	
23	F08491	白	金屬環	白	
24	F08493	白	金屬環	綠	
25	F08499	綠	金屬環		
26	F08500	綠	金屬環	紅	
27	F06251	綠	金屬環	藍	
28	F06252	綠	金屬環	黃	
29	F06253	綠	金屬環	白	
30	F06255	綠	金屬環	綠	

表二、水雉形質測量記錄表

日期	地點	標標	經理編號	I號	R號	台	性別	成熟度	體重 (g)	體長 (mm)	翼長 (mm)	嘴長 (mm)
20160728	圖區7、8號池	X	Y	R	A	I號 R號	♀	成	195.00	210.00	30.05	28.19
20160804	圖區7、8號池	120.313197	23.181904	R	A	A	♀	成	190.00	215.00	31.09	27.74
20160804	圖區7、8號池	120.313197	23.181904	R	A	W	♂	成	140.00	180.00	32.14	37.12
20160905	圖區7、8號池	120.313197	23.181904	R	A	G	♂	成	120.00	215.00	37.08	26.68
20160905	圖區7、8號池	120.313197	23.181904	R	A	R	♀	成	120.00	170.00	30.20	25.89
20160905	圖區7、8號池	120.313197	23.181904	R	A	B	♀	成	90.00	175.00	28.77	24.19
20160905	圖區7、8號池	120.313197	23.181904	Y	A		♀	成	120.00	180.00	28.64	26.31
20160905	圖區7、8號池	120.313197	23.181904	Y	A	R	♀	成	115.00	168.00	30.74	26.90
20160906	圖區7、8號池	120.313197	23.181904	Y	A	W	♀	成	140.00	225.00	29.65	25.83
20160923	圖區8、9號池	120.313263	23.180817	Y	A	G	♀	成	115.00	190.00	29.62	26.67
20161002	瓦寮溝邊(圖區西側)	120.310093	23.182598	Y	A	Y	♀	成	125.00	200.00	29.78	28.63
20161002	瓦寮溝邊(圖區西側)	120.310093	23.182598	Y	A	B	♀	成	125.00	203.00	29.20	26.49
20161015	瓦寮溝邊(圖區西側)	120.310093	23.182598	W	A		♀	成	180.00	225.00	31.24	26.72
20161015	瓦寮溝邊(圖區西側)	120.310093	23.182598	W	A	R	♀	成	190.00	255.00	33.95	29.39
20161016	瓦寮溝邊(圖區西側)	120.310093	23.182598	W	A	Y	♂	成	140.00	202.00	31.92	25.04
20161016	瓦寮溝邊(圖區西側)	120.310093	23.182598	W	A	W	♂	成	130.00	190.00	31.76	26.10
20161016	瓦寮溝邊(圖區西側)	120.310093	23.182598	W	A	B	♂	成	125.00	187.00	30.84	24.92
20161016	瓦寮溝邊(圖區西側)	120.310093	23.182598	W	A	G	♂	成	150.00	215.00	35.99	25.79
20161016	瓦寮溝邊(圖區西側)	120.310093	23.182598	B	A		♀	成	145.00	220.00	31.92	28.32
20161016	瓦寮溝邊(圖區西側)	120.310093	23.182598	B	A	R	♀	成	170.00	237.00	32.98	29.93
20161016	瓦寮溝邊(圖區西側)	120.310093	23.182598	B	A	Y	♂	成	150.00	212.00	34.41	26.32
20161028	瓦寮溝邊(圖區西側)	120.310093	23.182598	B	A	W	♂	成	120.00	189.00	25.67	24.32
20161028	瓦寮溝邊(圖區西側)	120.310093	23.182598	B	A	G	♀	成	220.00	265.00	33.60	28.61
20161028	瓦寮溝邊(圖區西側)	120.310093	23.182598	G	A		♂	成	135.00	205.00	30.32	26.38
20161028	瓦寮溝邊(圖區西側)	120.310093	23.182598	G	A	R	♀	成	180.00	223.00	32.53	28.77
20161029	瓦寮溝邊(圖區西側)	120.310093	23.182598	G	A	B	♂	成	100.00	195.00	27.51	25.48
20161029	瓦寮溝邊(圖區西側)	120.310093	23.182598	G	A	Y	♂	成	155.00	215.00	29.59	26.80
20161029	瓦寮溝邊(圖區西側)	120.310093	23.182598	G	A	W	♂	成	120.00	235.00	30.03	27.13
20161029	瓦寮溝邊(圖區西側)	120.310093	23.182598	B	A	B	♀	成	135.00	215.00	32.29	25.17
20161029	瓦寮溝邊(圖區西側)	120.310577	23.181788	G	A	G	♀	成	180.00	225.00	32.03	27.71

色標代碼：紅 R 藍 B 黃 Y 白 W 綠 G 黑 A

表二、水雉形質測量記錄表(續)

鼻孔位置 (mm)	翼長 (mm)	翼寬 (mm)	尾羽長 (mm)	翅長 (mm)	翅首徑 (mm)	翅尾長 (mm)	趾長(mm)含爪				趾長(mm)無爪			
							1	2	3	4	1	2	3	4
5.64	300.00	120.00	249.00	39.54	4.98	54.32	6.65	72.65	79.72	72.44	22.16	49.95	59.99	56.30
6.52	283.00	105.00	295.00	40.17	5.12	55.29	6.28	75.00	79.42	76.34	25.61	52.47	62.26	64.90
6.33	253.00	110.00	205.00	31.82	4.82	48.79	5.59	65.34	72.40	63.24	18.34	45.88	54.35	52.99
4.92	275.00	105.00	140.00	33.19	4.45	55.99	5.63	58.37	71.53	79.85	73.94	55.10	58.70	61.09
5.51	235.00	95.00	55.00	30.85	4.19	53.89	4.91	42.86	59.49	68.17	62.68	46.99	54.57	53.29
5.71	257.00	92.00	55.00	29.62	4.16	52.09	5.32	32.95	62.28	71.31	66.99	41.49	57.87	55.87
4.85	225.00	99.00	53.00	29.10	3.35	30.34	4.65	45.97	60.82	68.36	63.47	46.43	54.16	52.39
4.22	223.00	92.00	52.00	30.54	3.62	51.91	5.04	41.60	61.42	65.73	63.91	45.23	51.31	51.84
4.37	248.00	105.00	255.00	29.94	4.79	52.27	5.35	54.93	68.54	78.95	70.11	42.27	57.62	54.64
5.82	230.00	98.00	50.00	34.34	4.70	53.55	5.01	44.33	63.99	71.22	67.45	48.38	58.47	53.50
4.65	265.00	107.00	78.00	33.18	4.48	57.38	5.10	49.38	66.95	74.26	67.21	48.61	58.78	56.83
5.62	240.00	94.00	72.00	25.15	4.61	51.01	5.39	49.83	64.29	70.66	67.03	45.63	55.30	53.11
6.79	270.00	109.00	94.00	27.54	3.79	55.20	5.15	49.39	64.64	72.89	67.81	49.13	57.58	55.65
5.61	285.00	105.00	102.00	29.00	4.01	53.78	6.19	50.15	67.34	76.76	70.09	49.85	59.56	57.01
4.75	255.00	93.00	82.00	25.03	3.91	53.94	5.25	45.84	61.80	72.55	65.64	47.48	55.69	53.03
5.00	245.00	100.00	75.00	28.42	3.57	42.69	4.87	43.09	57.63	64.43	57.67	44.89	49.36	47.59
5.21	237.00	97.00	77.00	24.25	3.30	49.11	5.80	41.99	55.50	62.54	55.41	41.06	46.41	44.15
5.27	250.00	100.00	90.00	27.03	4.56	53.28	5.70	46.86	63.41	71.29	66.22	49.94	55.91	54.73
5.11	243.00	95.00	75.00	25.70	4.36	50.54	5.23	49.16	68.28	75.18	68.54	51.27	58.34	56.45
5.99	278.00	115.00	87.00	31.84	4.57	36.42	4.70	53.93	72.15	81.48	74.45	53.11	64.01	62.06
4.84	265.00	107.00	50.00	26.32	3.70	48.58	5.27	47.81	64.27	71.66	66.99	46.66	54.36	53.63
5.10	217.00	90.00	79.00	24.91	4.08	39.11	4.86	40.96	56.78	62.98	55.14	42.84	49.35	44.56
6.03	284.00	105.00	104.00	29.17	5.32	49.97	6.00	54.92	72.32	83.57	75.15	53.87	63.43	60.62
5.94	227.00	90.00	88.00	26.63	4.43	45.90	5.06	48.47	64.44	72.30	68.63	46.31	54.55	53.32
4.27	265.00	100.00	99.00	32.41	4.22	46.35	5.16	50.13	60.47	72.81	67.37	47.36	54.40	55.33
4.73	223.00	0.00	56.00	29.71	3.43	39.74	4.44	45.48	59.72	67.73	64.75	46.33	53.05	52.14
4.81	240.00	5.00	87.00	24.14	4.56	43.47	5.25	54.45	66.12	73.95	63.91	47.52	58.99	55.76
6.21	245.00	90.00	50.00	25.41	3.47	52.31	5.00	47.96	64.61	70.17	67.63	49.41	58.90	55.47
4.68	243.00	98.00	94.00	27.61	4.70	45.65	5.49	51.4	61.63	70.69	63.49	42.84	53.68	50.11
4.60	270.00	105.00	115.00	33.90	4.24	41.14	5.83	52.45	68.97	76.01	71.19	52.34	59.64	56.97

末趾面



表三、水雉繫放回收紀錄表

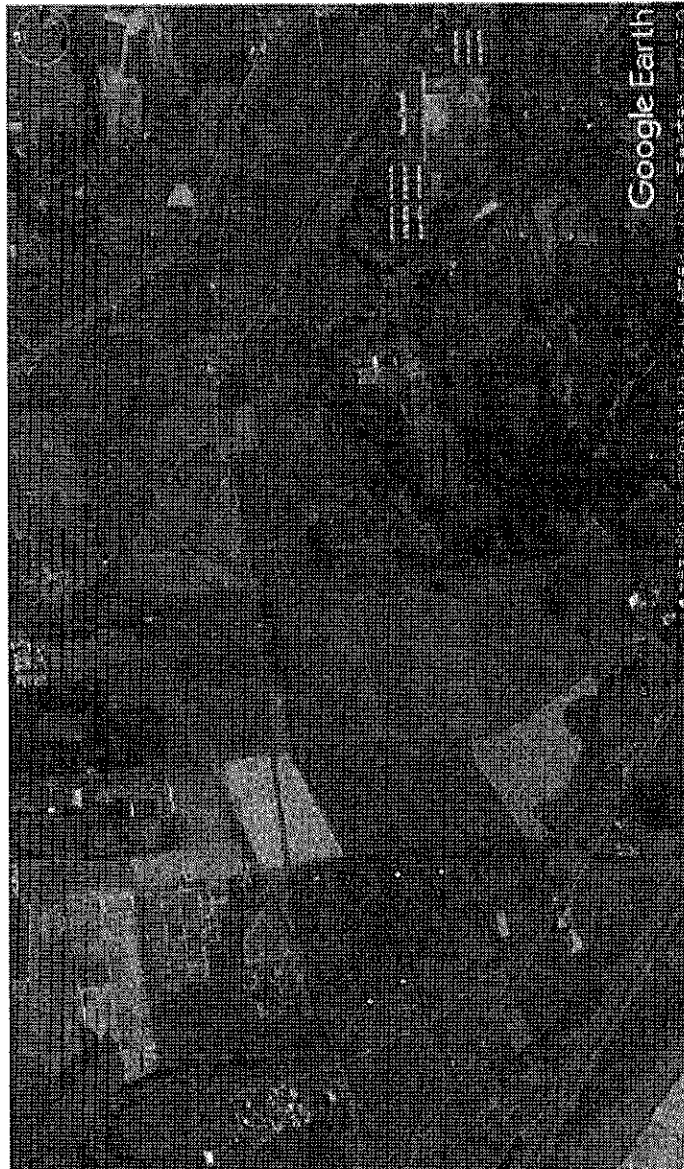
日期	鋁環編號	色環組合		座標		地點	備註
		L L附	R R附	X	Y		
20160816	F08477	R	A	Y	120.312805	23.182183	園區7-2號池
20160909	F08484	Y	A	W	120.312739	23.180891	園區8-5號池
20161201	F08484	Y	A	W	120.312882	23.183240	園區6號池
20161201	F08497	B	A	W	120.313185	23.183300	園區6號池
20161201	F08495	B	A	R	120.312885	23.183061	園區6號池
20161209	F08476	R	A		120.329203	23.184335	園區5號池
20161210	F08479	R	A	G	120.312156	23.183481	園區5號池
20161210	F08480	R	A	R	120.328152	23.186083	園區5號池
20161211	F08495	B	A	R	120.311908	23.183207	園區5號池
20161211	F08484	Y	A	W	120.312040	23.183097	園區5號池
20161227	F08482	Y	A		120.313138	23.183128	園區6號池

表四、各樣區水生生物每月採集紀錄表

月份	慣行1										總和	慣行2										總和
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	4		5	6	7	8	9	10	11	12			
負子蟲	4	6	13	17	15	5	23	3	1	87	1	1	9	4	31	10	36	5	8	105		
細蟪科		1					1			2	2		1					2	5			
蚊科		1	5					2	2	10	1	4	3		5		1	2	16			
四節蜉蝣科										2	2								2			
仰泳蟚	2		4	3	10	8	18	1	6	52	4		13	3	5	12	25	11	5	78		
琵琶科																						
蜻蜓科																						
橫翅目																						
膜翅目																						
牙蟲科				5	3	1				9				2	2	2			6			
數量	6	8	22	25	28	14	44	4	9	160	10	5	26	9	43	24	62	18	15	212		
種數	2	3	3	3	3	3	4	2	3	5	5	2	4	3	4	3	3	3	3	6		

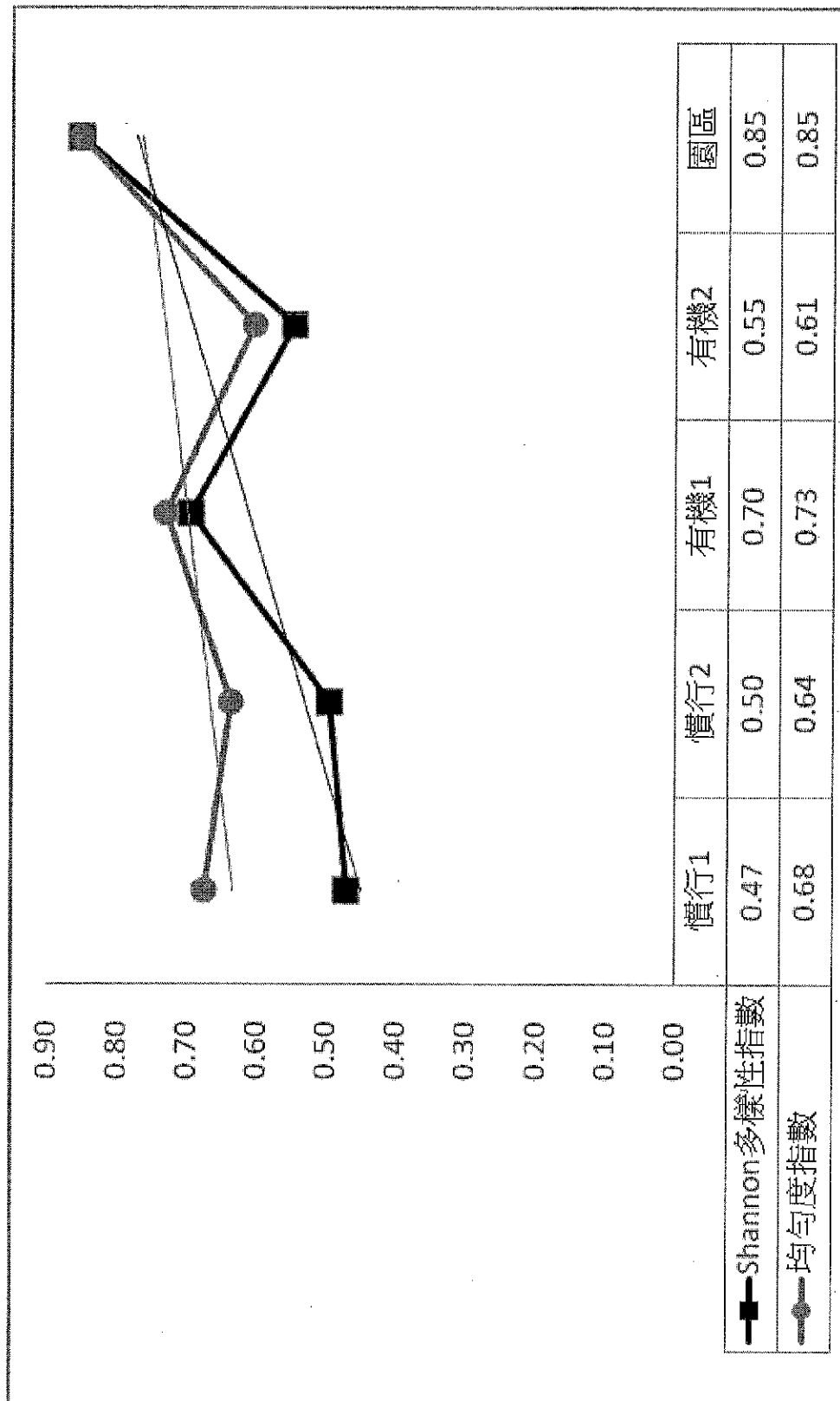
月份	有機1										總和	有機2										總和
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	4		5	6	7	8	9	10	11	12			
負子蟲	12			2	12	22	3	4	7	62		2	5	5	23	9	10	7	6	67		
細蟪科	4		6	2	5	7	11	6	5	46		1		3	2	3	2		2	13		
蚊科	1						2		2	5	1	1	2						4			
四節蜉蝣科		4			2		2			8					1	3			4			
仰泳蟚		1	4	8	2	1	3	8	10	37	45		3	7		11	52	22	8	148		
琵琶科		2								2		4	2						6			
蜻蜓科			3					2	3	8	1					6	1		8			
橫翅目	1									1												
膜翅目																						
牙蟲科	1				1	2				4	4					5			9			
數量	19	7	13	12	22	32	21	20	27	173	51	8	12	15	26	26	75	30	16	259		
種數	5	3	3	3	5	4	5	4	5	9	4	4	4	3	3	4	5	3	3	8		

月份	園區											總和
	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
負子蟲	17			5	9	5	2	3	5	3	49	
細蟪科			2	3		2	3	5	4	2	21	
蚊科			3	1	1	4	3	3		5	20	
四節蜉蝣科			11			5	4	5	7	2	34	
仰泳蟚	5	19					12	8	3		47	
琵琶科				3							3	
蜻蜓科			6								6	
橫翅目			1				2		3		6	
膜翅目					1	1					2	
牙蟲科								11	3	6	20	
數量	22	42	12	11	17	26	35	22	21	208		
種數	2	6	4	3	5	6	6	5	6	10		

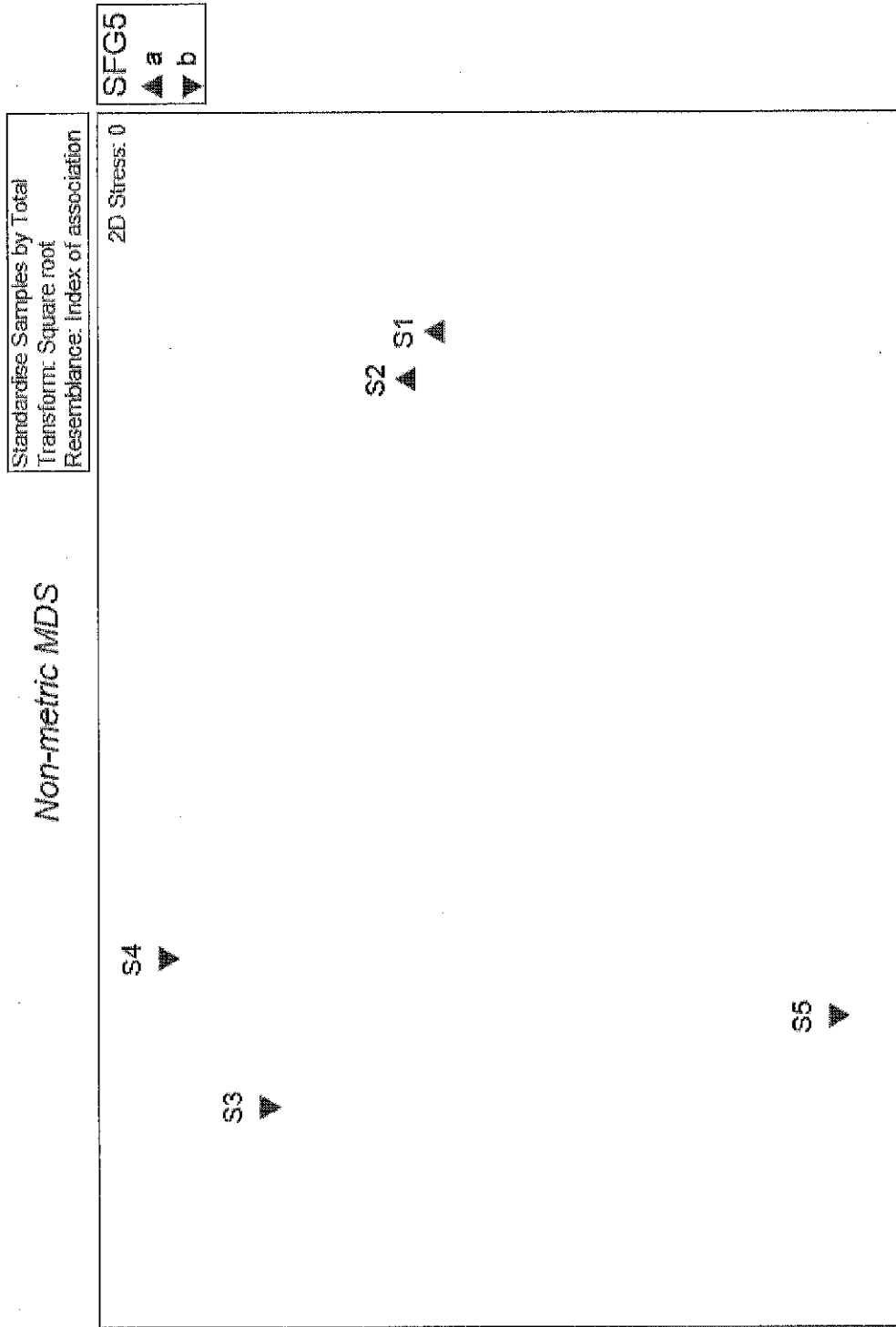


綠色：水雉繫放捕捉地點  
紅色：水雉繫放個體回收地點

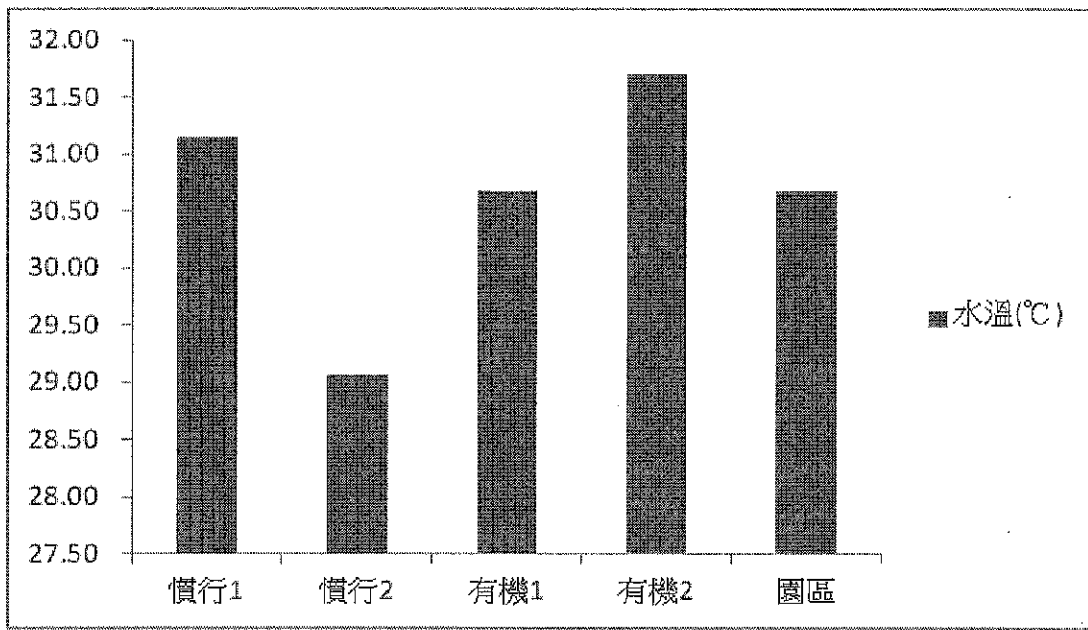
圖一、水雉繫放地點及繫放個體回收紀錄分布圖



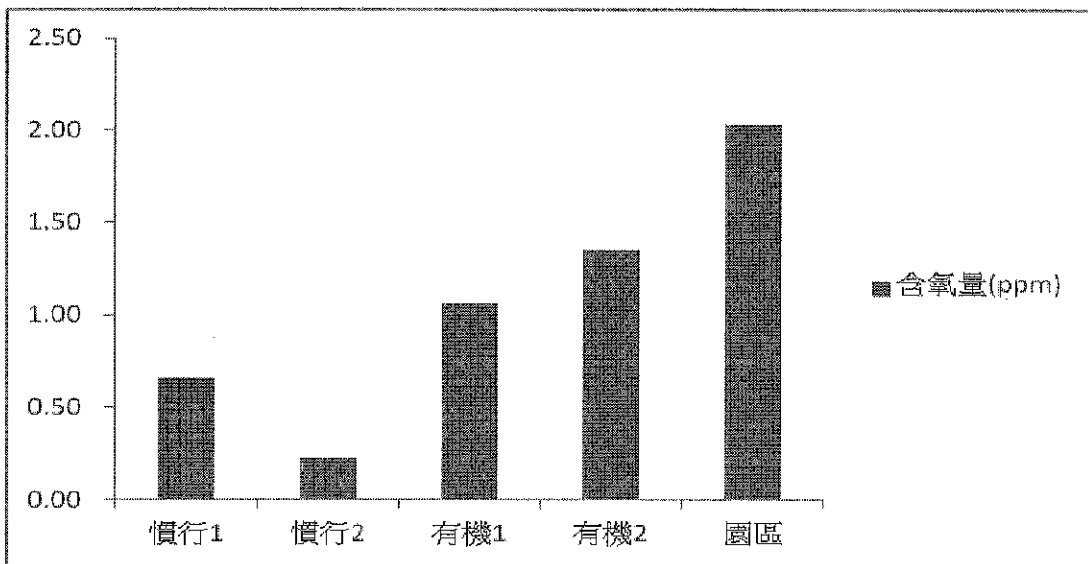
圖二、各樣區水生生物多樣性指數與均勻度指數圖



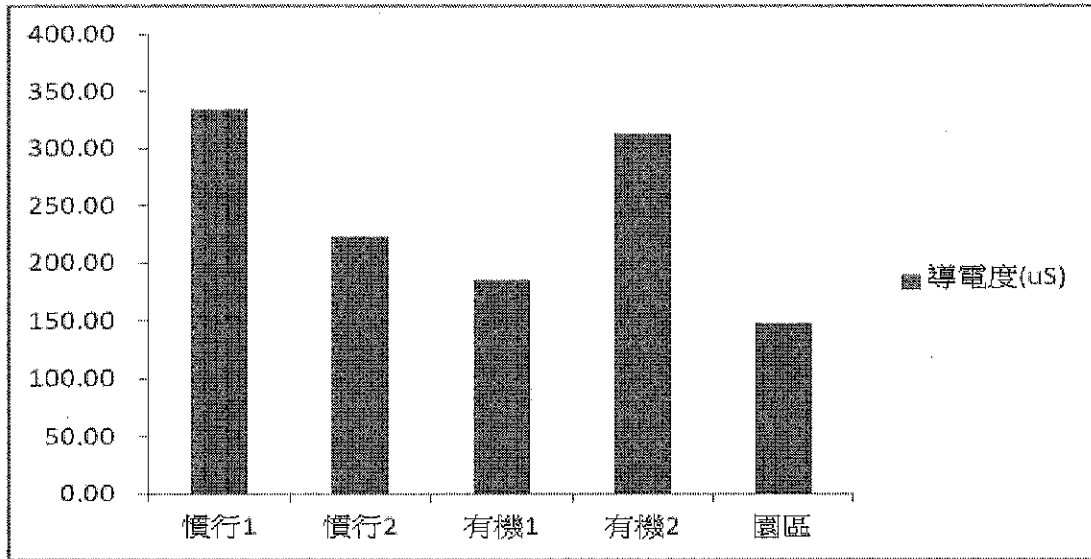
圖三、各樣區水生生物非度量多維尺度分析圖



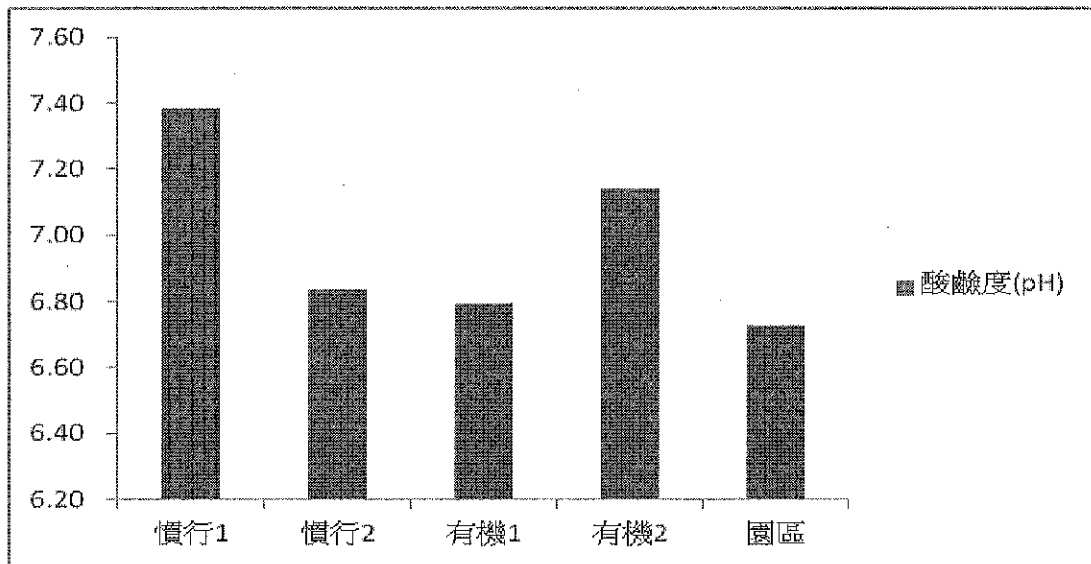
圖四、各樣區年平均水溫數值圖



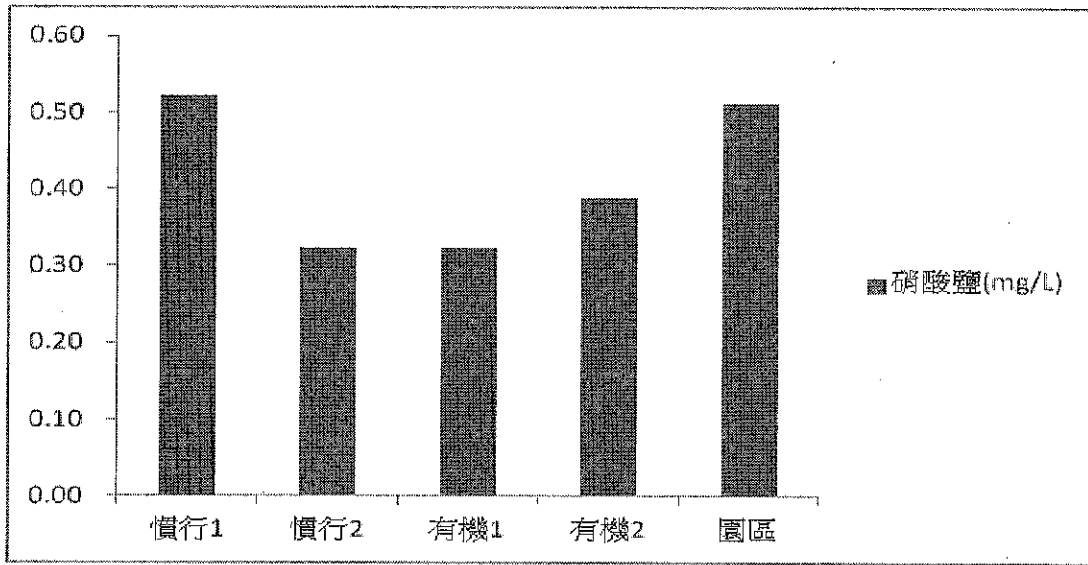
圖五、各樣區年平均含氧量數值圖



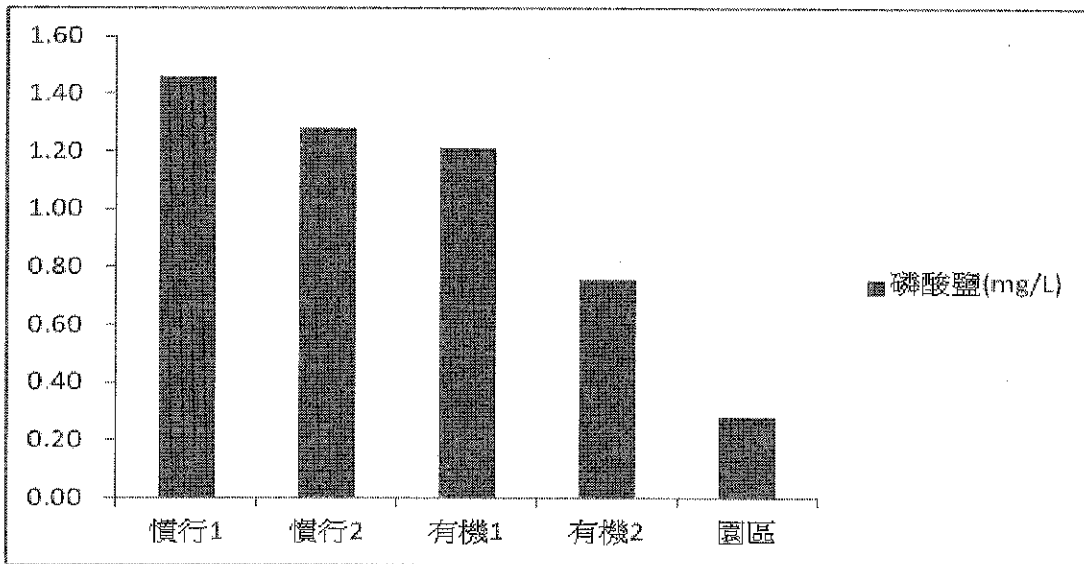
圖六、各樣區年平均導電度數值圖



圖七、各樣區年平均酸鹼度數值圖

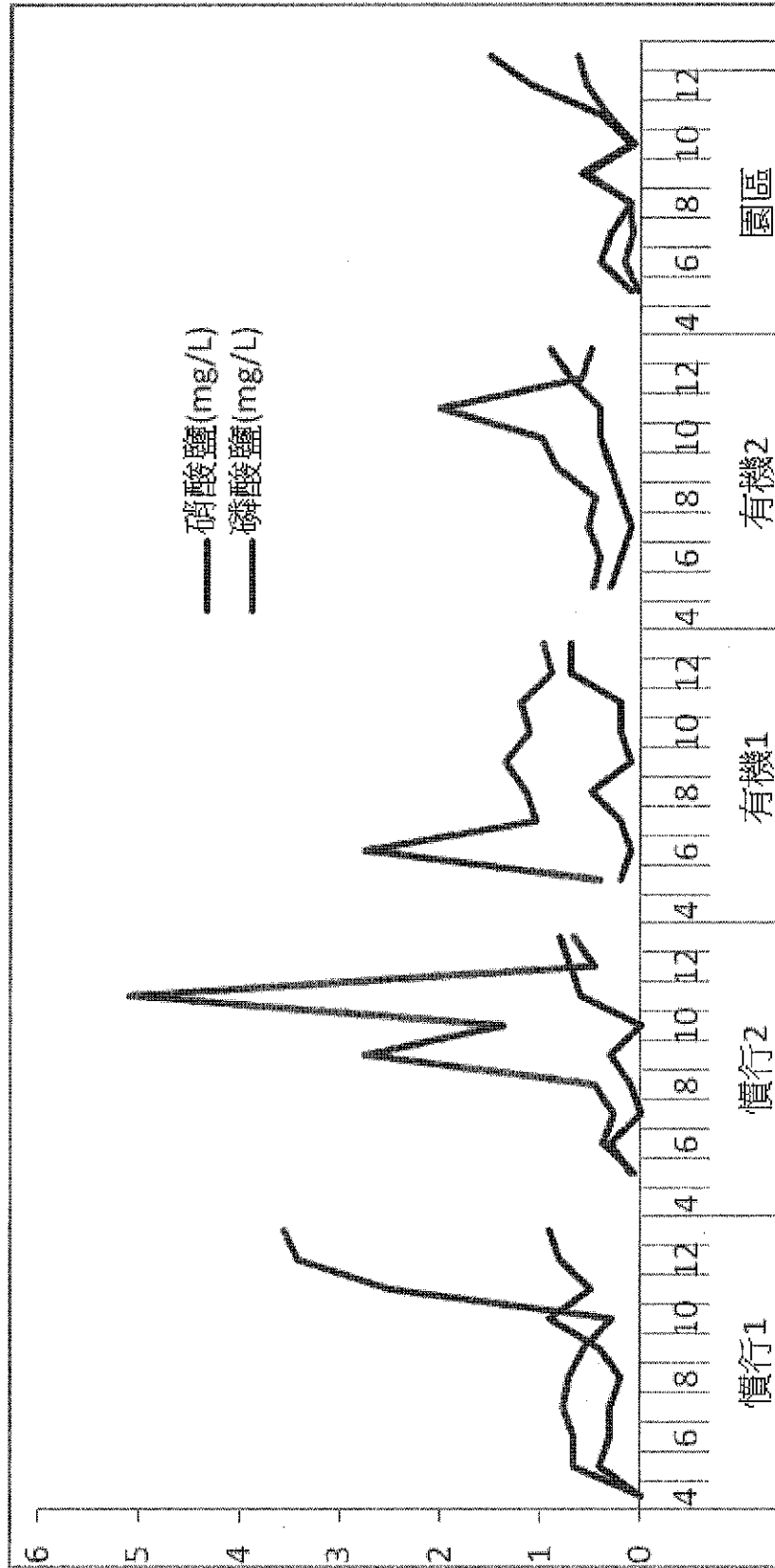


圖八、各樣區年平均硝酸鹽含量數值圖



圖九、各樣區年平均磷酸鹽含量數值圖





圖十、各樣區硝酸鹽和磷酸鹽含量月份變化數值圖

