

**110 年度「墾丁國家公園龍鑾潭重要濕地  
(國家級)外來種魚類移除計畫」**

(編號：486-110-03-493)

**投標單位：嘉南藥理大學**

**委託單位：墾丁國家公園管理處  
中華民國 110 年 12 月**



契約編號：486-110-03-493

## 110 年度「墾丁國家公園龍鑾潭重要濕地 (國家級)外來種魚類移除計畫」

受委託單位：嘉南藥理大學

研究主持人：黃大駿

協同主持人：梁世雄、邱郁文、左承偉

研究員：蔡政達、葉芳伶

研究經費：新臺幣四十九萬捌仟元整

### 墾丁國家公園管理處委託辦理計畫報告

中華民國110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)



# 110 年度墾丁國家公園龍鑾潭重要濕地(國家級)外來種魚類移除計畫

## 成果報告基本資料表

一、辦理單位	墾丁國家公園管理處		
二、受託單位	嘉藥學校財團法人嘉南藥理大學		
三、年託單度	110 年度	計畫編號	486-110-03-493
四、計畫性質	勞務委託		
五、計畫期間	110 年 3 月 9 日至 110 年 12 月 25 日		
六、本期期間	110 年 3 月 9 日至 110 年 12 月 25 日		
七、計畫經費	498 千元		
	資本支出	仟元	經常支出 498.000 仟元
	土地建築	仟元	人事費 90.000 仟元
	儀器設備	仟元	業務費 101.000 仟元
	其 他	仟元	差旅費 154.400 仟元
			設備使用及維護費租金 58.000 仟元
			材料費 25.000 仟元
			其他 4.500 仟元
			雜支費 21.645 仟元
			行政管理費 45.455 仟元
八、摘要關鍵詞 (中英文各三筆)	龍鑾潭、外來種魚類、外來種移除 Longluan Lake, alien fishes, invasive species, eradication of invasive species		
九、參與計畫人力資料：			
參與計畫人員姓名	工作要項或撰稿章節	現職與簡要學經歷	計畫參與期程
黃大駿	督導計畫執行 計劃報告撰寫	嘉南藥理大學環境資源管理系 教授	110 年 3 月 9 日至 110 年 12 月 25 日
梁世雄	外來種移除策略規劃	高雄師範大學生物科技系 教授	110 年 3 月 9 日至 110 年 12 月 25 日
邱郁文	外來種調查協力 外來種環境教育規劃	嘉義大學生物資源學系暨研究所 副教授	110 年 3 月 9 日至 110 年 12 月 25 日
左承偉	路亞釣法教學 外來種調查協力	旭傳媒 U-OUTDOOR 頻道 總編輯	110 年 3 月 9 日至 110 年 12 月 25 日
蔡政達	1.協助外來種採集 2.文獻蒐集與彙整 3.研習活動協助辦理	嘉南藥理大學環境資源管理系 兼任講師 及 計劃經理人	110 年 3 月 9 日至 110 年 12 月 25 日
葉芳伶	1.協助外來種採集 2.文獻蒐集與彙整 3.研習活動協助辦理	嘉南藥理大學環境資源管理學系 研究助理	110 年 3 月 9 日至 110 年 12 月 25 日



## 目 錄

表 次.....	III
圖 次.....	V
摘 要.....	VII
第一章 緒論.....	1
第一節 計畫緣起 .....	1
第二節 工作項目及內容 .....	1
第三節 文獻資料蒐集 .....	1
第二章 工作執行方法 .....	9
第一節 外來種魚類移除工作 .....	10
第二節 外來種魚類資料整理 .....	11
第三章 結果.....	13
第一節 外來種魚類移除成果 .....	13
第二節 不同移除方式成效分析 .....	15
第三節 不同移除方式魚類死亡率分析 .....	19
第四節 不同外來種魚類移除成效分析 .....	21
第五節 歷年不同捕獲方式捕獲之比較 .....	25
第六節 五年外來魚類移除數量之變化 .....	28
第四章 結論與建議 .....	31
第一節 結論 .....	31
第二節 經營管理建議事項 .....	33
第五章 參考資料 .....	35
1. 生態相關文獻 .....	35
2. 相關網站 .....	37
附件一、期初評審會議審查委員提問及回應 .....	39
附件二、期末評審會議審查委員提問及回應 .....	40
附件三、外來種移除工作照 .....	42





## 表 次

表 1-1	龍鑾潭常見外來魚種及其危害 .....	6
表 1-2	歷年外來種原生種與外來種數量(隻) .....	8
表 2-1	各樣區全球衛星定位系統(GPS)座標位置表 .....	9
表 2-2	各樣區移除工作努力量 .....	11
表 3-1	不同方式捕獲外來種與原生種數量(隻) .....	13
表 3-2	不同方式捕獲數量(隻) .....	14
表 3-3	各樣區不同捕獲數量(隻) .....	14
表 3-4	不同照棲地類型捕獲數量(隻) .....	15
表 3-5	路亞釣法不同時間捕獲種類及數量(隻) .....	16
表 3-6	路亞釣法不同樣區捕獲種類及數量(隻/人/次) .....	16
表 3-7	長沉籠法於不同樣區捕獲種類及數量(隻) .....	17
表 3-8	長沉籠法於不同樣區捕獲種類及數量(隻/籠/次) .....	17
表 3-9	電氣採捕法於不同樣區捕獲種類及數量(隻) .....	18
表 3-10	不同移除方式魚類死亡率(%) .....	20
表 3-11	線鱧於不同樣區捕獲數量及體長分布 .....	21
表 3-10	歷年不同採捕方式捕獲數量 .....	28
表 3-11	歷年不同採捕方式線鱧及斑駁尖塘鱧捕獲數量 .....	28
表 3-12	歷年移除外來種原生種與外來種種類及數量(隻) .....	29
表 3-13	歷年捕獲種類及數量(隻) .....	29



## 圖 次

圖 1-1	龍鑾潭各種魚類數量比例圖.....	3
圖 1-2	龍鑾潭魚類原生種與外來種數量比例圖.....	3
圖 1-3	龍鑾潭魚類原生種與外來種生物量比例圖.....	4
圖 1-4	常見外來魚種.....	7
圖 1-5	歷年龍鑾潭長期監測原生種與外來種數量及物種數變化圖..	8
圖 2-1	龍鑾潭外來種移除樣區.....	9
圖 2-2	龍鑾潭外來種移除方式。.....	12
圖 3-1	電氣採捕法捕獲不同外來魚類之數量比例圖.....	19
圖 3-2	線鱧於路亞釣捕及電氣採捕法捕獲體長之區間分布圖.....	22
圖 3-3	斑駁尖塘鱧於長沉籠法及電氣採捕法捕獲體長之分布圖....	23
圖 3-4	不同方式捕獲數量百分比.....	27
圖 3-5	不同方式捕獲種類之數量百分比.....	27



# 摘要

關鍵字：龍鑾潭、外來種魚類、外來種移除

## 一、計畫緣起

龍鑾潭是內政部公告的國家級國家重要濕地，近年魚類調查資料顯示外來種比例明顯增加，而原生種已明顯逐年減少。因此，為減少龍鑾潭掠食性外來種魚類種類與數量，以降低對於原生種魚類及生物多樣性之危害，而進行外來種魚類移除計畫。

## 二、研究方法與過程

本研究於龍鑾潭，利用路亞釣捕、長沉籠及電氣捕捉法等方式針對線鱧(*Channa striata*)、斑駁尖塘鱧(*Oxyeleotris marmorata*)、紅鰭鮨(*Chanodichthys erythropterus*)、尼羅口孵非鯽(*Oreochromis niloticus*)、吉利慈鯛(*Coptodon zillii*)及絲鰭毛足鬥魚(*Trichogaster trichopterus*)等外來種魚類進行移除。移除過程中，記錄捕獲之魚種、重量及全長等資料，並利用該資料，提出外來種魚類移除管理建議。

## 三、計畫成果

本計劃於4月2日至7月4日，經路亞釣法、長沉籠及電魚器採捕等方式進行四次外來種魚類移除，調查期間共66人次參與，共計捕獲2,451隻魚類，其中**外來種1,830隻**，原生種621隻—主要目標外來種魚類線鱧及斑駁尖塘鱧本年度分別移除501隻及119隻。今年採捕過程中魚類總死亡率為13.5%，其中長沉籠採捕方式死亡率(32.8%)最高，其次為電氣採捕(9.2%)，路亞釣捕對採捕物種死亡率最小的採捕方式。不同調查方式中路亞釣法主要捕獲線鱧、吉利慈鯛及紅鰭鮨較多；電氣採捕法則以絲鰭毛足鬥魚、吉利慈鯛、線鱧及鰲條捕獲較多；長沉籠則以鰲條、絲鰭毛足鬥魚、紅鰭鮨、斑駁尖塘鱧及臺灣石鮒捕獲較多。爾後持續以路亞釣捕及長沉籠，再配合電氣採捕法共同進行時，應該可以同時捕獲不同時期的線鱧及斑駁尖塘鱧等外來魚種，並且可以更有效抑制目標族群增加。

## 四、建議事項

本研究結果顯示，外來種移除工作已有明顯的成效。因此建議，應持續利用路亞釣捕、長沉籠及電氣採捕法共同進行外來種魚類移除的工作。此外，減少民眾進行放生或放養的行為的環境教育工作也應持續。



## Abstract

**Key words:** Longluan Lake, alien fishes, invasive species, eradication of alien specie

**[Introduction]** In Taiwan, the Longluan Lake in the Ken-ting National Park has long been recognized as an important habitat for overwintering birds. Previous studies have shown that more alien invasive fishes have currently been recorded than native fishes in the Lake. Due to its strong environmental adaptability and carnivorous diet, these alien fishes have caused significant negative impacts on the biodiversity of native fishes and aquatic organisms in the Longluan Lake.

**[Materials and Methods]** To protect the aquatic organisms in the Longluan Lake, this study selected lure fishing, fyke nets and electro-fishing to eradicate alien invasive fishes — including *Channa striata*, *Oxyeleotris marmorata*, *Oreochromis niloticus niloticus*, *Coptodon zillii*, and *Trichogaster trichopterus*.

**[Results and Discussion]** A totality of 2,451 individuals was collected by 4 eradication trips in the Longluan Lake from April to June 2021. Among them, 1,830 alien invasive fishes and 621 native fishes were captured. Our results showed the voule of total mortaily rata of fish was 13.5% in this year, of which the mortaily rata of fish in lure fishing, fyke nets and electro-fishing were <1%, 32.8%, and 9.2%, respectively in different fish methods. Moreover, the captured size of *C. striata* and *O. marmorata* by the electro-fishing method are smaller individuals that are mostly habited in areas where luya fishing and fyke nets are difficult to capture in the marsh. Therefore, if lure fishing and fyke nets methods are used together with electro-fishing method, it should be possible to simultaneously capture *C. striata* and *O. marmorata* from different periods and regions, and will more effectively restrain their fish population size in the Longluan Lake.

**[Suggestion]** We suggested that it is essential to continue the projects to eradicate the alien fishes from the Longluan Lake and to educate the community members on the prevention, eradication and management of invasive alien fishes.





# 第一章 緒論

## 第一節 計畫緣起

龍鑾潭是內政部公告之國家級國家重要濕地，亦為國內冬季過冬雁鴨的重要棲息地，其生態資源豐富，近年魚類調查資料顯示外來種比例明顯增加並陸續發現新增加的外來魚種，其推測來源可能為民眾棄養、養殖或垂釣放生或宗教團體放生。此等外來魚種也導致潭中的高體鰱魚(*Rhodeus ocellatus ocellatus*)與臺灣石鮒(*Tanakia himantegus*)等原生魚種明顯逐年減少。其中又以掠食性的外來種魚類—線鱧(*Channa striata*)、斑駁尖塘鱧(*Oxyeleotris marmorata*)及紅鰭鮠(*Chanodichthys erythropterus*)對原生種魚類造成顯著的威脅，同時也連帶影響整個龍鑾潭生態系統及降低生物多樣性。因此，除加強環境教育宣導外，需適時移除外來種魚類以降低危害。

## 第二節 工作項目及內容

- 一、在龍鑾潭(西北、西中、西南、東北、東中及東南區)各區執行外來種魚類移除工作(每區至少4次)，以3種不同捕捉法(如長沉籠、垂釣及電氣採捕等)移除不同目標物種(如線鱧、斑駁尖塘鱧、紅鰭鮠及吉利慈鯛等)，並檢測記錄體長、體重等資料。
- 二、提供電氣捕魚法對原生種死亡之比例分析。
- 三、整理分析移除工作成效並提供未來經營管理策略。

## 第三節 文獻資料蒐集

### 1. 周圍環境概述

龍鑾潭位於屏東縣恆春鎮，墾丁國家公園範圍內，同時也是內政部公告之國家級重要濕地。其位置約距離貓鼻頭約6公里，是國家公園內最大的淡水湖，為半人工水潭的濕地。龍鑾潭潭區形狀近似長方形，呈現西北、東南走向，長約1,600公尺，寬約700公尺。1991年測得平均深度3.5公尺，滿水位水面海拔高度18.5公尺，面積約175

公頃，旱季湖面約有120公頃，為人工築壩而成，是臺灣十二大濕地之一。龍鑾潭主要水源來自龍鑾山溪、東門溪以及潭區周圍坡地逕流雨水，目前為墾丁國家公園重要的冬候鳥棲息地。

過去有關於龍鑾潭較為完整的研究約有23個，最早的研究為陳鎮東與許德惇的「墾丁國家公園內湖沼、溪流及沿岸水質調查研究(二)龍鑾潭之水質底泥特性及沿岸水質監控」(陳鎮東、許德惇，1991)。由2011程建中等「100 年度墾丁國家公園陸域長期生態監測計畫(龍鑾潭重要濕地長期生態監測)」至2016年~2020黃大駿等於105年度至109年度之「墾丁國家公園龍鑾潭與南仁湖水質與水生生物監測計畫」，有針對龍鑾潭區域及其週遭的水質及水生生物的變化有長期的監控資料。此外，黃大駿等在2017年至2020年在龍鑾潭進行106~109年度「墾丁國家公園龍鑾潭重要濕地(國家級)外來種魚類移除計畫」上述計畫均有記錄龍鑾潭中魚類組成的變化。

匯整龍鑾潭歷年資料，該區域共記錄到13科27種魚類，分別為雙邊魚科(Ambassidae)1種、鰻鱺科(Anguillidae)2種、鱧科(Channidae)1種、麗魚科(Cichlidae)5種、鬍鯰科(Clariidae)1種、鯉科(Cyprinidae)7種、塘鱧科(Eleotridae)2種、鰕虎科(Gobiidae)2種、湯鯉科(Kuhliidae)1種、骨甲鯰科(Loricariidae)1種、絲足鱸科(Osphronemidae)1種、花鱒科(Poeciliidae)2種及合鰓魚科(Synbranchidae)1種。長期監測資料顯示每站次平均數量為 $17.7 \pm 43.7$ 隻，近年來數量大致維持穩定的狀態，其中數量以鯉科的鰲條最多，其次為原生外來種的紅鰭鮨與外來種的吉利慈鯛(圖1-1)。雖然長期監測資料顯示近年來數量大致維持穩定的狀態，但是龍鑾潭歷年的原生種與外來種魚類組成比例仍然有很大的變化(圖1-2、圖1-3)。若以魚類數量來看，近年來是以原生種為主；但是，生物量(重量)仍以外來種比例較多。因此，對於外來種的族群量與生物量仍需持續進行監測，尤其是肉食性的線鱧、紅鰭鮨與斑駁尖塘鱧。

龍鑾潭歷年所調查到的魚類數量來看，民國101年至104年前外來種的比例均在10~20%之間改變，105年7月後外來種的數量開始變多(圖1-2，圖1-3)。為了減少外來種的影響，管理處於106年至109年在龍鑾潭以路亞釣法(擬餌)、長沉籠、延繩釣及電氣採捕法等方

式進行外來種移除。移除外來種魚類除掠食性的線鱧、紅鰭鮒及斑駁尖塘鱧外，還有尼羅口孵非鯽、吉利慈鯛與絲鰭毛足鬥魚等魚種。進行移除後，雖然無法完全移除龍鑾潭內的外來種，卻仍可達到抑制外來種族群數量的效果，降低原生種的被捕食壓力，有助於原生種魚類族群的恢復，但是仍應持續進行相關的移除作業，以防止外來種的族群恢復(圖1-2)。

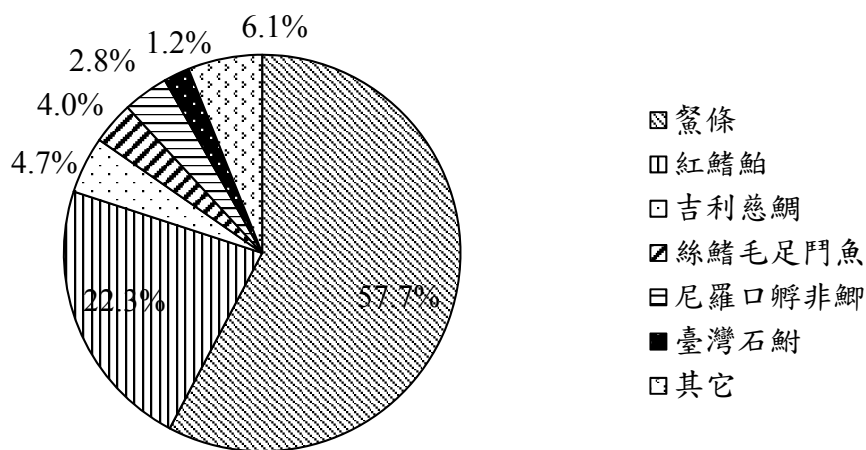


圖 1-1 龍鑾潭各種魚類數量比例圖

(1. 其它包含日本鰻鱺、花鰻鱺、線鱧、橘色雙冠麗魚、莫三比克口孵非鯽、翹嘴鮒、鯉魚、高體鰱鯪、斑駁尖塘鱧、豹紋翼甲鯰、極樂吻鰕虎、*Rhinogobius* sp.、黑邊湯鯉、雙邊魚；2. \*，109年目前僅有3季的調查資料；民國100年3月~109年11月，資料來源：108-109年度龍鑾潭與南仁湖兩處國家級重要濕地基礎調查計畫)

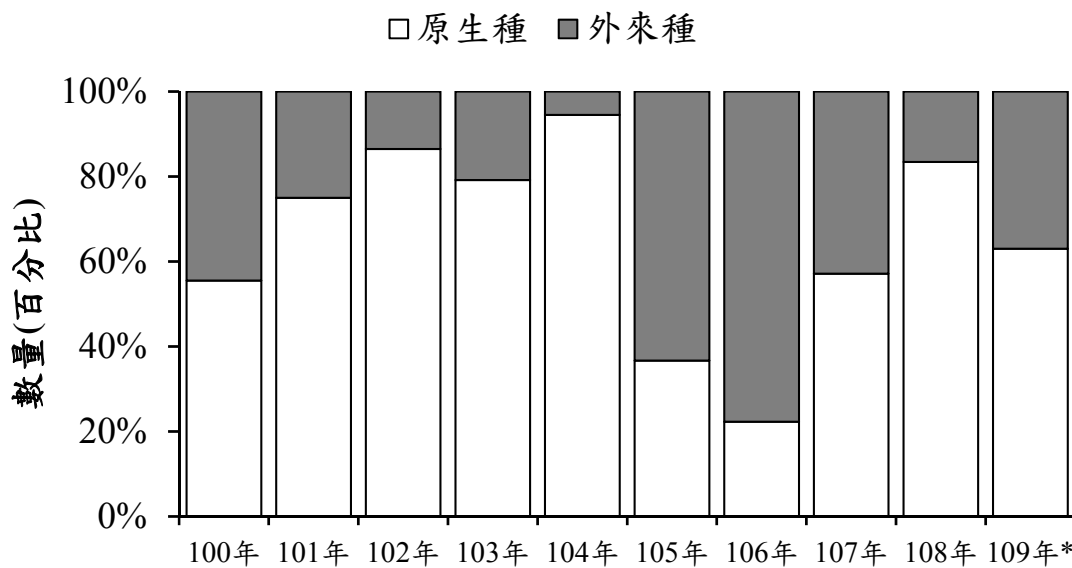


圖 1-2 龍鑾潭魚類原生種與外來種數量比例圖

(\*109年目前僅有3季的調查資料；民國100年3月~109年11月，資料來源：108-109年度龍鑾潭與南仁湖兩處國家級重要濕地基礎調查計畫)

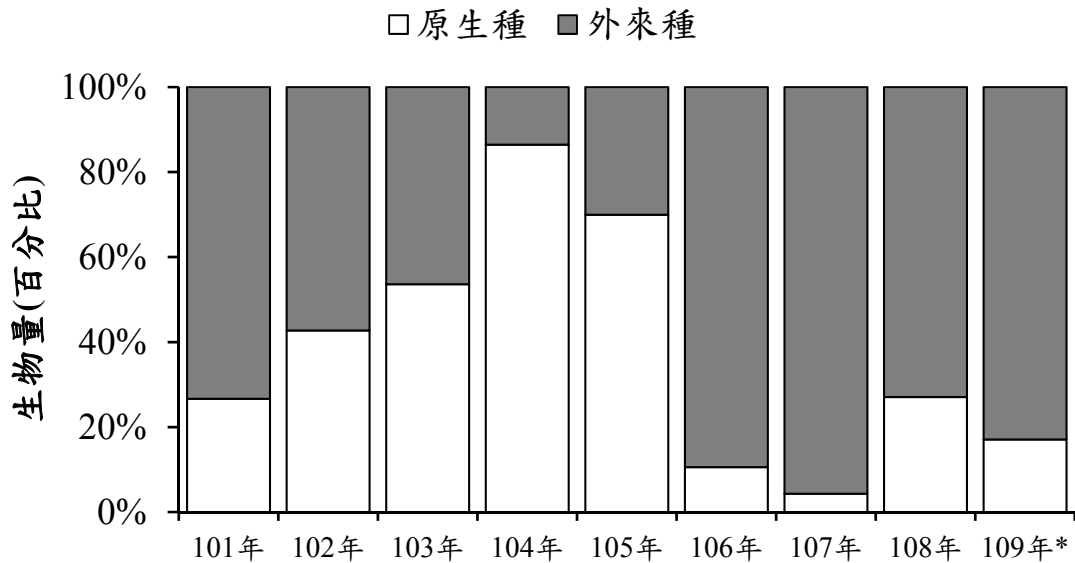


圖 1-3 龍鑾潭魚類原生種與外來種生物量比例圖

(1\*, 109年目前僅有3季的調查資料；民國100年3月~109年11月，資料來源：108-109年度龍鑾潭與南仁湖兩處國家級重要濕地基礎調查計畫)

### 3.龍鑾潭的外來種魚類及其危害

歷年資料顯示，目前龍鑾潭外來種魚類入侵的問題頗為嚴重，其中紅鰭鮒與吉利慈鯛所佔比例最高，另外絲鰭毛足鬥魚、尼羅口孵非鯽(*Oreochromis niloticus*)、斑駁尖塘鱧、線鱧等均為歷年常發現的種類(表1-1，圖1-4)。根據推測，這類外來種魚類極有可能是由排水口流入潭中，或是經由民眾進行放生行為。放生來源主要有，宗教放生、寵物棄養放生、粗放養殖放生，以及垂釣的放生。關於宗教放生，多數人都很清楚，在此就不贅述。寵物棄養放生最著名的例子就是市面上俗稱琵琶鼠的骨甲鯰科魚類，當飼養琵琶鼠的飼主覺得牠們不可愛就將其遺棄，進而造成水域生態的衝擊。粗放養殖放生，是指某些業餘或半職業漁民，會將具有經濟價值之外來魚種放入天然水域，然後再利用網具、釣具等捕捉，或做為自行食用，或做為販售。至於第三種垂釣放生，則是部分缺乏生態觀念的釣友，為了一己的垂釣樂趣，進而放生外來魚種，當作垂釣對象。在這些放生行為下，龍鑾潭內常見的外來種魚類有紅鰭鮒、絲鰭毛足鬥魚、線鱧、尼羅口孵非鯽、吉利慈鯛與斑駁尖塘鱧(表1-1、圖1-4)。其中以紅鰭鮒及俗稱吳郭魚的吉利慈鯛及絲鰭毛足鬥魚的數量較多，是當地的優勢魚種。吉利慈鯛、絲鰭毛足鬥魚這些中小型外來魚類，

牠們在習性上屬於中小型雜食性，與鯽魚(*Carassius auratus*)、鱒魚等原生魚部分生態習性相近，因此出現與原生物種競爭的現象，加上牠們繁殖速度快，使得原生魚種的生存空間更形壓迫。

龍鑾潭更嚴重的生態危機是具有不少性情兇猛的掠食性魚類棲息，如俗稱「泰國鱧」的線鱧、人稱「總統魚」及「筍殼魚」的紅鰭鮒與斑駁尖塘鱧，這幾種魚都是以節肢動物、魚類甚至是兩生類為食，並且都是成長快速且食量大的掠食者，所以對於當地的本土種生物有著相當大的捕獵壓力。外來物種對於本土多樣性之減少有直接影響。估計約有40%物種消失，可能因為生物引入而導致。線鱧屬於掠食性魚種，食性組成包含魚類、蝦蟹、水生昆蟲、兩棲類、爬行類等，幾乎涵蓋水域所有生物及部份陸域生物。這就像是日本於明治時期由美洲引進肉食性的掠食魚大口黑鱸(*Micropterus salmoides*)至琵琶湖放流，結果造成當地原生的鯉科中小型魚種，如鯽魚、羅漢魚(*Pseudorasbora parva*)，以及大陸鱒魚(*Rhodeus ocellatus*)的數量驟減的例子。令人擔心的還不只是魚類的問題。外來魚種除了上述影響外，亦有可能進一步透過生產力、營養循環、干擾幅度頻度，或土壤植被結構的改變而擴及整個生態系，就像非洲維多利亞湖引入尼羅尖吻鱸(*Lates niloticus*)後，除直接的掠食讓超過200種以上的原生魚類滅絕外，更由此改變該生態系的食物網結構。換言之，龍鑾潭極有可能因為魚種漸漸為外來種取代後，最後影響了龍鑾潭留鳥或候鳥的族群量。

表 1-1 龍鑾潭常見外來魚種及其危害

中 文 名 ( 學 名 )	影 響	最 小 成 熟 體 長	生 態 危 害 度	參 考 文 獻
線 鱧 ( <i>Channa striata</i> ) (俗稱：泰國鱧)	1. 掠食性魚種以節肢動物、魚類、兩生類為食。 2. 成長快速且食量大的掠食者。	23.5cm	高	梁與謝 (2011) 梁與謝 (2012) GISD (2019)
斑 駁 尖 塘 鱧 ( <i>Oxyeleotris marmorata</i> ) (俗稱：筍殼魚)	1. 肉食性，攻擊性強。 2. 攝食其他小型魚類，或蝦、蟹等無脊椎動物。	600g	高	FishBase(2019)
紅 鰭 鮑 ( <i>Chanodichthys erythropterus</i> ) (俗稱：曲腰魚)	1. 肉食性，攻擊性強。 2. 攝食其他小型魚類，或蝦、蟹等無脊椎動物。	11cm 17.6g	中高	左(2010)
吉 利 慈 鯛 ( <i>Coptodon zillii</i> ) (俗稱：吳郭魚)	1. 高耐污性及耐低溶氧，水體污染後可成為優勢物種。 2. 高繁殖能力(約 1000~600 顆卵/次)，全年均可繁殖。 3. 生長快速 4. 領域性強 5. 雜食性，與原生種競爭食物。 6. 挖掘巢穴產卵，影響底棲生物群聚。	>20cm	中高	GISD (2019) FishBase(2019)
絲 鰭 毛 足 鬥 魚 ( <i>Trichogaster trichopterus</i> ) (俗稱：三點仔、兩撇)	1. 高耐污性及耐低溶氧，水體污染後可成為優勢物種。 2. 雜食性，與鱒鰻等原生魚部分生態習性相近，因此出現與原生生物種競爭的現象。 3. 繁殖速度快，使得原生魚種的生存空間更形壓迫。	--	中低	FishBase(2019)
尼 羅 口 孵 非 鯽 ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) (俗稱：吳郭魚)	1. 高耐污性及耐低溶氧，水體污染後可成為優勢物種。 2. 高繁殖能力(約 300~500 顆卵/次)，雌口孵魚可以每兩個月繁殖一次。 3. 生長快速 4. 領域性強 5. 雜食性，與原生種競爭食物。 6. 挖掘巢穴誘請雌魚前來產卵，影響底棲生物群聚。	8~9cm	中	GISD (2019)

資料來源：本計畫。



圖 1-4 常見外來魚種

資料來源：本計畫。

#### 4. 106 年~109 年龍鑾潭外來種魚類移除成果

本計畫由106年至109年期間進行四年的外來種魚類移除，移除期間共計捕獲外來種4,742隻(表1-2)，移除過程中目標魚種線鱧及斑駁尖塘鱧分別移除1,020隻及347隻。除目標魚種線鱧及斑駁尖塘鱧外，移除過程中同時也移除吉利慈鯛與尼羅口孵非鯽(後簡稱：吳郭魚)、絲鰭毛足鬥魚、雙邊魚、琵琶鼠魚、蟾鬚鯰、鯉魚及境內移入外來種—紅鰭鮒等其它8種外來種魚類。四年移除外來種移除工作以109年捕獲數為最高，其主要原因為該年加入電氣採捕法進行以往草澤區中路亞釣法難以捕捉的個體採捕。

電氣採捕法為109年開始進行的採捕方式，主要希望可以捕獲藏匿於草澤中線鱧及斑駁尖塘鱧的幼魚。109年的調查結果顯示，若以路亞釣捕及電氣採捕法共同配合時，應該可以同時捕獲不同時期之線鱧；若以長沉籠及電氣採捕法共同配合時，應該可以同時捕獲不同時期之斑駁尖塘鱧，並且可以更有效抑制兩種外來種魚類族群增加。

表 1-2 歷年外來種原生種與外來種數量(隻)

種類\民國年	106	107	108	109	總計
外來種	564	620	477	3,115	4,776
原生種	103	94	372	1,888	2,457
<b>總計</b>	<b>667</b>	<b>714</b>	<b>849</b>	<b>5,003</b>	<b>7,233</b>

資料來源：109 年度「墾丁國家公園龍鑾潭重要濕地(國家級)外來種魚類移除計畫」。

經由龍鑾潭長期監測的資料顯示，歷年外來種魚類捕獲數量有逐年減少的情況，原生種的捕獲量也有逐年增加的情況(圖1-5)。因此，初步研判，經由四年的移除工作，外來種魚類數量已經有減少的狀態，同時原生種魚類數量，亦趨於回升的情形(圖1-5)。

除目標魚種線鱧及斑駁尖塘鱧外，境內移入外來種紅鰭鮨為肉食性魚類；吳郭魚有較強的繁殖力以及與原生種競爭食物及空間的能力，亦是需要移除的外來魚種。雖然，四年移除共移除667隻紅鰭鮨及1,032隻吳郭魚(包括 尼羅口孵非鯽、吉利慈鯛、橘色雙冠麗魚、及雜交吳郭魚)，但是移除工作中仍不斷發現，有民眾放生紅鰭鮨及吳郭魚的情形。由於目前世界上少有外來種完全移除的案例，只有在有限的資源下限縮族群，減輕外來種造成的衝擊。

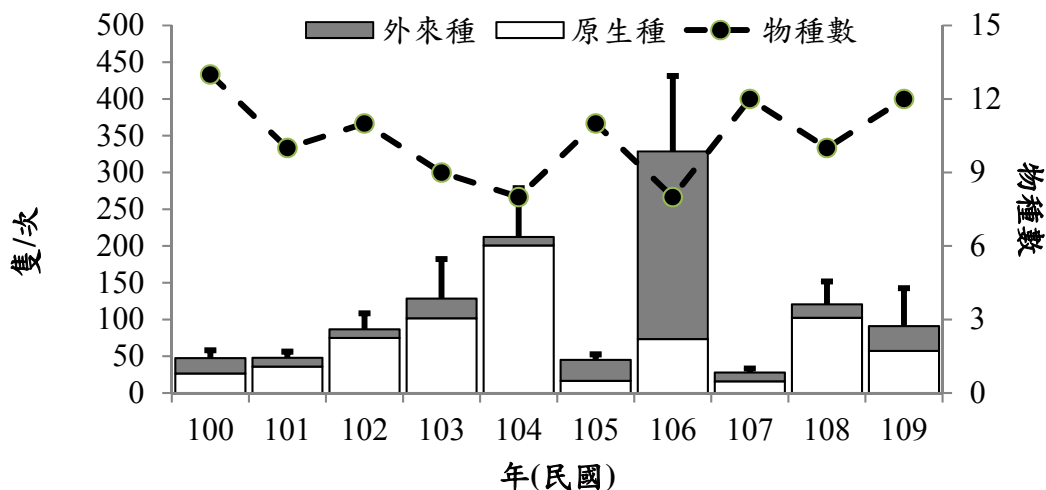


圖 1-5 歷年龍鑾潭長期監測原生種與外來種數量及物種數變化圖

資料來源：(民國 100 年 3 月~109 年 11 月，資料來源：108-109 年度龍鑾潭與南仁湖重要濕地(國家級)基礎調查計畫與 106 年本團隊調查資料)。



## 第二章 工作執行方法

本計畫將龍鑾潭分成 6 樣區(圖 2-1；表 2-1)，利用路亞釣法及長沉籠等方式進行 4 次三天兩夜的外來種魚類移除，並於龍 1、龍 2 及龍 3 樣區進行電氣捕捉法進行輔助。移除過程中記錄捕獲之魚種、重量及全長等資料，並利用該資料作為外來種魚類移除管理建議之基本資料。

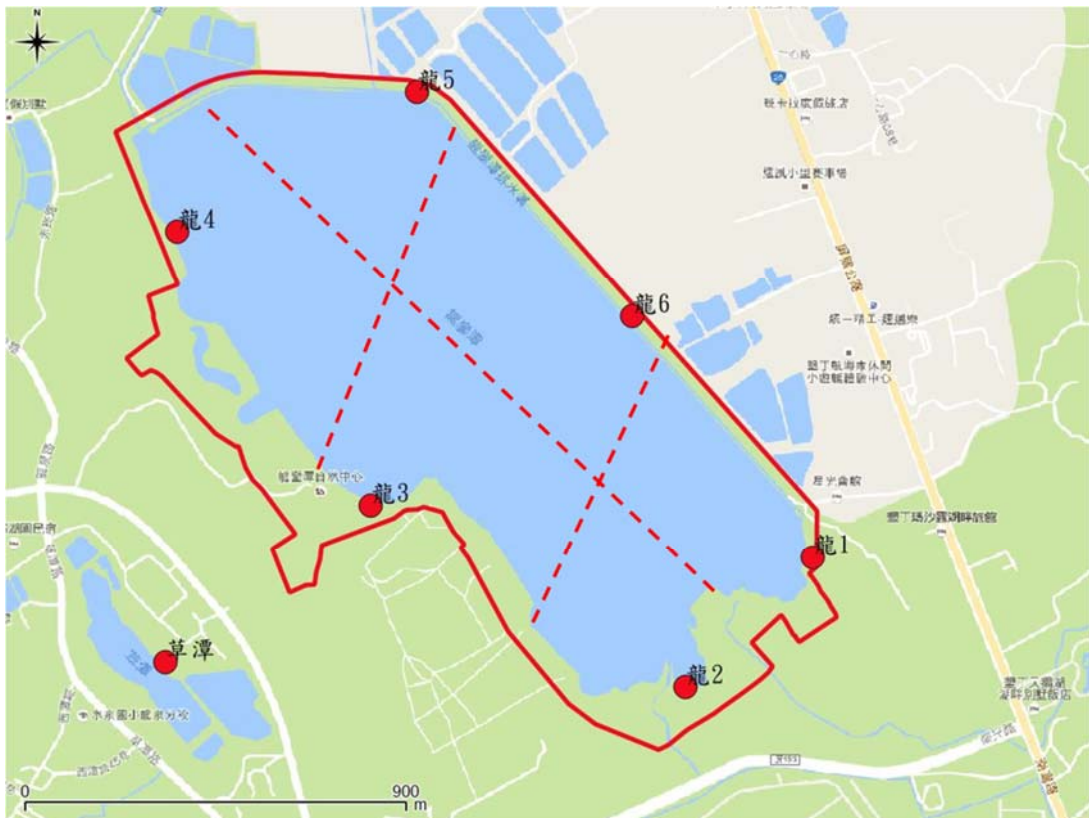


圖 2-1 龍鑾潭外來種移除樣區

(資料來源：本計畫)

表 2-1 各樣區全球衛星定位系統(GPS)座標位置表

樣區	全球衛星定位系統(GPS)位置	2011年-2015年所使用名稱
龍 1	21.97462N；120.75078E	東南 03
龍 2	21.97092N；120.74820E	西南 01
龍 3	21.97537N；120.74026E	西中 03
龍 4	21.98114N；120.73609E	西北 06
龍 5	21.98357N；120.74195E	東北 06
龍 6	21.97841N；120.74727E	東中 03

(資料來源：本計畫)

## 第一節 外來種魚類移除工作

移除工作進行前已進行1次行前訓練及共計4次移除工作，每次移除工作共進行三天兩夜採捕。為了瞭解龍鑾潭低水位期(2至6月，後簡稱：乾季)及高水位期(7至9月，後簡稱：濕季)移除成效，同時也維持移除效果，並且不干擾候鳥至龍鑾潭渡冬(每年9月底至隔年3月底)，其移除工作以3次乾季(4-6月)及1次濕季(7月)為主。

經109年度計畫執行結果顯示，電氣採捕法捕獲的線鱧及斑駁尖塘鱧均屬於個體較小，且多位於草澤區路亞釣捕及長沉籠法較難捕獲的地區。因此，若以路亞釣捕及長沉籠，再配合及電氣採捕法共同進行時，應該可以同時捕獲不同時期與不同區域的線鱧及斑駁尖塘鱧，並且可以更有效抑制其族群增加。為有效移除危害較高的外來魚種—線鱧及斑駁尖塘鱧。本年度持續利用路亞釣法、長沉籠及電氣採捕法等種方式，並沿續109年的努力量來進行外來種魚類移除工作。採集到的原生種魚類進行種類鑑定後原地釋放，外來種魚類鑑定後測量其體長及體重後則進行移除。路亞釣法及長沉籠等方式進行外來種魚類移除方式分述於後：

**路亞釣法**主要利用槍柄式或紡車式路亞竿，並利用魚型擬餌、蛙型擬餌及軟蟲擬餌，於早上6~9點左右或下午4~6點晨昏兩個線鱧覓食時間進行釣捕(圖2-2a)。外來種魚類移除採捕期間每次共進行上、下午各兩次釣捕。為有效移除線鱧每次釣捕期間少派任9位釣捕人員進行路亞釣捕，本年度釣捕工作主要於龍1設立2位釣捕人員；龍2設立3位釣捕人員；龍3、龍4、龍5及龍6等樣區設立1位釣捕人員，共計為每次9位人員進行釣捕(表2-2)。

**長沉籠法**，又稱為蜈蚣籠、地籠或長城籠，操作時以兩隻固定錨(重量依現地流速而定)綁在兩端，一端加上浮球標示位置。移除工作使用5公尺長，1公分網目的長沉籠，施放位置必須在流速較緩的區域，籠內放置20公克混合餌料進行1夜誘捕後，於隔日早晨進行收網(圖2-2b)。外來種魚類移除採捕期間每次共進行一夜一次誘捕，進行兩日調查。為有效移除斑駁尖塘鱧，移除工作期間至少使用9具籠具，其中龍1、龍5及龍6等斑駁尖塘鱧密度高的樣區設立2具長沉

籠；龍2、龍3及龍4等斑駁尖塘鱧密度低的樣區設立1具長沉籠。(表2-2)

**電氣捕捉法**，使用的電魚器材主要為Meidi生產之型號380000W之可調整式直流電-背負式電魚器進行捕捉工作(圖2-2c)。電氣捕捉法主要以3人為一組，並於各樣區中草澤及水深較淺的水域，利用背負式電魚器電擊魚體，並配合手抄網撈捕(表2-2)。唯電氣捕魚法為《中華民國漁業法》第48條非經核准不得使用之採捕方法。因此，該捕捉法執行時，需經由行政院農業委員會漁業署申請核定後方可進行該採捕方式。

表 2-2 各樣區移除工作努力量

	龍 1	龍 2	龍 3	龍 4	龍 5	龍 6	總努力量
路亞釣法 (人次)	2	3	1	1	1	1	9
長沉籠 (具)	2	1	1	1	2	2	9
電氣採捕法 (人次)			3				3

(資料來源：本計畫)

## 第二節 外來種魚類資料整理

經由移除外來種魚類採捕資料。將每次採捕之原生種及外來種魚種種類、體長及捕獲地點資料輸入電腦，使用Microsoft Excel進行物種組成及歸隸特性統計，再將所有資料繪成表格，並依據其存在範圍、出現種類及頻率等資料，並依照不同外來魚種進行歸納整理。

並利用106年~110年等五年度的執行成果，繪製移除次數及數量之圖型，以及移除外來魚種最有效率之採捕地點。

此外，為釐清採捕可能造成魚類的死亡情況。本年度將記錄不同採捕方式魚隻死亡的種類與數量，以評估各採捕方式對魚類及水域生態的影響。經由本計畫調查結果，期望可以提供管理單位最有效率的外來種魚類採捕地點、採捕方式及其採捕移除時間等相關之基本數據，並提供未來經營管理策略。



**圖 2-2 龍鑾潭外來種移除方式。**  
(a)路亞釣法操作示意圖及其設備，(b)長沉籠法操作示意圖及其設備，(c) 電氣捕捉法操作示意圖及其設備。(資料來源：本計畫)

### 第三章 結果

本計畫主要利用路亞釣捕、長沉籠及電氣採捕法移除龍鑾潭危害性較高的外來種魚類-線鱧及斑駁尖塘鱧，並同時移除紅鰭鮠、吳郭魚(尼羅口孵非鯽、吉利慈鯛及橘色雙冠麗魚)及絲鰭毛足鬥魚等外來種魚類。本年度工作於4月至7月完成4次移除工作，其成果與討論分述如下。

#### 第一節 外來種魚類移除成果

本計畫於4月2日至7月4日，經路亞釣法、長沉籠及電氣採捕等方式進行四次外來種魚類移除，調查期間共66人次參與，共計捕獲2,451隻魚類，其中外來種1,830隻，原生種621隻(表3-1)。不同調查方式中以電氣採捕法捕獲隻數1,268隻最多，長沉籠法捕獲463隻為次之，路亞釣法捕獲296隻(表3-1)。不同調查方式中路亞釣法主要捕獲線鱧、吉利慈鯛及紅鰭鮠較多；電氣採捕法則以絲鰭毛足鬥魚、吉利慈鯛、線鱧及鰲條捕獲較多；長沉籠則以鰲條、絲鰭毛足鬥魚、紅鰭鮠、斑駁尖塘鱧及臺灣石鮒捕獲較多(表3-2)。

分析六個樣區捕獲魚隻數，其中龍2樣區捕獲1,242隻最多，龍6樣區82隻為最少；捕獲魚種中以絲鰭毛足鬥魚捕獲611隻數量最多，線鱧(501隻)次之，鰲條(412隻)與吉利慈鯛(354隻)其捕獲數亦屬較多的種類(表3-3)。若依照棲地類型區分，將龍1、龍2及龍3樣區歸類為天然棲地，龍4、龍5及龍6歸類為人工棲地，可發現天然棲地捕獲的數量高於人工棲地(表3-4)。其中，外來種魚類在不同的棲地有不同的分布方式，線鱧、紅鰭鮠、尼羅口孵非鯽、吉利慈鯛及絲鰭毛足鬥魚大多集中於天然棲地( $t$ -test,  $p < 0.05$ )，斑駁尖塘鱧在兩種棲地間並無明顯的差異( $t$ -test,  $p > 0.05$ ；表3-4)。

表 3-1 不同方式捕獲外來種與原生種數量(隻)

種類\方式	路亞釣法		長沉籠	電氣採捕	總計
	上午	下午			
外來種	124	171	267	1268	1830
原生種	1	0	196	424	621
總計	125	171	463	1692	2451

資料來源：本研究

表 3-2 不同方式捕獲數量(隻)

種類\採捕法	路亞		長沉籠	電氣採捕	總計
	上午	下午			
線鱧	98	132	6	265	501
斑駁尖塘鱧(筍殼魚)	1	2	52	64	119
紅鰭鮨	8	12	57	35	112
尼羅口孵非鯽(吳郭魚)	3	1	5	67	76
吉利慈鯛(吳郭魚)	11	16	10	317	354
橘色雙冠麗魚(吳郭魚)	2	0	13	6	21
絲鰭毛足鬥魚(三星鬥魚)	0	1	108	502	611
食蚊魚	0	0	0	3	3
豹紋翼甲鯰(琵琶鼠)	0	5	1	0	6
雙邊魚	0	0	13	2	15
蟾鬍鯰	0	0	0	1	1
鯉魚	1	2	2	6	11
鰲條	1	0	158	253	412
臺灣石鮒	0	0	31	80	111
高體鱒鯪	0	0	7	15	22
花鰻鱺	0	0	0	1	1
黃鱔	0	0	0	1	1
鰕虎科	0	0	0	74	74
<b>總計</b>	<b>125</b>	<b>171</b>	<b>463</b>	<b>1692</b>	<b>2451</b>

資料來源：本研究

表 3-3 各樣區不同捕獲數量(隻)

種類\樣區	龍 1	龍 2	龍 3	龍 4	龍 5	龍 6	總計
線鱧	122	221	99	34	19	6	501
斑駁尖塘鱧(筍殼魚)	18	10	25	46	9	11	119
紅鰭鮨	35	35	9	9	10	14	112
尼羅口孵非鯽(吳郭魚)	1	62	7	1	5	0	76
吉利慈鯛(吳郭魚)	40	221	51	30	8	4	354
橘色雙冠麗魚(吳郭魚)	1	1	8	2	5	4	21
絲鰭毛足鬥魚(三星鬥魚)	81	396	28	95	9	2	611
食蚊魚	0	2	0	1	0	0	3
豹紋翼甲鯰(琵琶鼠)	4	1	0	1	0	0	6
雙邊魚	0	1	13	1	0	0	15
蟾鬍鯰	0	1	0	0	0	0	1
鯉魚	2	5	0	3	1	0	11
鰲條	16	180	28	122	27	39	412
臺灣石鮒	4	65	13	26	1	2	111
高體鱒鯪	1	5	0	16	0	0	22
花鰻鱺	0	0	1	0	0	0	1
黃鱔	0	0	1	0	0	0	1
鰕虎科	0	36	9	29	0	0	74
<b>總計</b>	<b>325</b>	<b>1242</b>	<b>292</b>	<b>416</b>	<b>94</b>	<b>82</b>	<b>2451</b>

資料來源：本研究

表 3-4 不同棲地類型捕獲數量(隻)

種類\棲地類型	天然	人工	總計
線鱧	442	59	501
斑駁尖塘鱧 (筍殼魚)	53	66	119
紅鰭鮒	79	33	112
尼羅口孵非鯽 (吳郭魚)	70	6	76
吉利慈鯛 (吳郭魚)	312	42	354
橘色雙冠麗魚 (吳郭魚)	10	11	21
絲鰭毛足鬥魚 (三星鬥魚)	505	106	611
食蚊魚	2	1	3
豹紋翼甲鯰 (琵琶鼠)	5	1	6
雙邊魚	14	1	15
蟾鬍鯰	1	0	1
鯉魚	7	4	11
鰲條	224	188	412
臺灣石鮒	82	29	111
高體鱒鯽	6	16	22
花鰻鱷	1	0	1
黃鱔	1	0	1
鰕虎科	45	29	74
<b>總計</b>	<b>1859</b>	<b>592</b>	<b>2451</b>

資料來源：本研究

## 第二節 不同移除方式成效分析

不同調查方式中，主要捕獲的魚種均不相同。不同調查方式中路亞釣法主要捕獲線鱧、吉利慈鯛及紅鰭鮒較多；電氣採捕法則以絲鰭毛足鬥魚、吉利慈鯛、線鱧及鰲條捕獲較多；長沉籠則以鰲條、絲鰭毛足鬥魚、紅鰭鮒及斑駁尖塘鱧捕獲較多。

### 1. 路亞釣法

路亞釣法主要移除對象為線鱧。路亞釣法移除過程中主要利用擬餌，於早上6~9點左右或下午4~6點晨昏兩個線鱧覓食時間進行釣捕。本年度釣捕工作主要於龍1設立2位釣捕人員；龍2設立3位釣捕人員；龍3、龍4、龍5及龍6等樣區設立1位釣捕人員，共計為每次9位釣捕人員進行釣捕。執行期間共計釣捕296隻，其中以線鱧230隻最多，佔釣捕數量中的77.7%，吉利慈鯛(27隻)為次要捕獲的種類，平均每人每次釣捕量為 $8.2 \pm 3.6$ 隻/人/次(表3-5)。本年度，上午的釣捕數為125隻，略高於下午捕獲數(171隻，成對樣品T檢定， $p < 0.05$ ；表3-5)。

表 3-5 路亞釣法不同時間捕獲種類及數量(隻)

種類\釣捕時間	上午垂釣	下午垂釣	總計
線鱧	98	132	230
斑駁尖塘鱧 (筍殼魚)	1	2	3
紅鰭鮒	8	12	20
尼羅口孵非鯽 (吳郭魚)	3	1	4
吉利慈鯛 (吳郭魚)	11	16	27
橘色雙冠麗魚 (吳郭魚)	2	0	2
絲鰭毛足鬥魚 (三星鬥魚)	0	1	1
豹紋翼甲鯰 (琵琶鼠)	0	5	5
鯉魚	1	2	3
鰲條	1	0	1
總計	125	171	296
每人每次釣捕量 (釣捕人員數)	8.2±3.6 隻/人/次 (9 人)		

資料來源：本研究

分析路亞釣法於不同樣區捕獲種類及數量結果顯示(表3-6)，釣捕人員利用路亞釣法平均每次釣捕隻數為 $8.22 \pm 3.63$ 隻/人/次。針對主要移除對象—線鱧平均每次每人可捕獲 $6.4 \pm 3.3$ (隻/人/次)，其中龍2樣區為捕獲最多的樣區(11.8隻/人/次)，龍1(10.5隻/人/次)及龍2的草澤區為捕獲的熱點(表3-6)。特別的是龍5為人工棲地的樣區，但是在本年度第1-2次調查時由於水位較低，已經有許多草澤在此處出現，也因為如此使得該區域也有較佳的釣捕狀態。因此，若要以路亞釣法進行線鱧移除選定有草澤的樣區會有較高的移除效率。

表 3-6 路亞釣法不同樣區捕獲種類及數量(隻/人/次)

種類\樣區	龍1	龍2	龍3	龍4	龍5	龍6	平均
線鱧	8.6	8.8	3.3	2.8	4.8	0.0	6.39±3.27
斑駁尖塘鱧 (筍殼魚)	0.0	0.2	0.0	0.3	0.0	0.0	0.08±0.06
紅鰭鮒	0.6	1.0	0.3	0.3	0.0	0.0	0.56±0.29
尼羅口孵非鯽 (吳郭魚)	0.0	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.11±0.16
吉利慈鯛 (吳郭魚)	0.8	1.3	0.0	0.3	1.0	0.0	0.75±0.31
橘色雙冠麗魚 (吳郭魚)	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.06±0.11
絲鰭毛足鬥魚 (三星鬥魚)	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.03±0.06
豹紋翼甲鯰 (琵琶鼠)	0.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.14±0.28
鯉魚	0.0	0.1	0.0	0.5	0.0	0.0	0.08±0.17
鰲條	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.03±0.06
總計(隻/人/次)	10.5	11.8	3.9	4.0	5.8	0.0	8.22±3.63

註：龍1設立2名採捕人員；龍2設立3名採捕人員；龍3、龍4、龍5、龍6樣區設立為1名釣捕人員，共計9人進行釣捕。資料來源：本研究。



## 2. 長沉籠法

長沉籠法，又稱為蜈蚣籠、地籠或長城籠。外來種魚類移除採捕期間，每次共進行一夜一次誘捕，進行兩日調查。為有效移除斑駁尖塘鱧今年度移除工作期間於龍1、龍5及龍6等斑駁尖塘鱧密度高的樣區設立2具長沉籠；龍2、龍3及龍4等斑駁尖塘鱧密度低的樣區設立1具長沉籠。執行期間共計捕獲463隻，其中以鯊條(158隻)最多，絲鰭毛足鬥魚(108隻)為次要捕獲的種類，平均每次調查可捕獲 $12.86\pm 7.93$ (隻/籠/次；表3-8，表3-7)。針對主要移除對象一斑駁尖塘鱧，平均每次可捕獲 $1.44\pm 0.64$ (隻/籠/次)，各樣區中，以龍1( $2.0\pm 2.6$ 隻/籠/次)及龍3( $3.5\pm 3.1$ 隻/籠/次)為主要的捕獲地點(表3-8)。

表 3-7 長沉籠法於不同樣區捕獲種類及數量(隻)

種類\樣區	龍1	龍2	龍3	龍4	龍5	龍6	總計
線鱧	0	0	0	0	0	6	6
斑駁尖塘鱧 (筍殼魚)	16	0	14	2	9	11	52
紅鰭鮑	28	4	4	4	4	13	57
尼羅口孵非鯽 (吳郭魚)	1	0	1	0	3	0	5
吉利慈鯛 (吳郭魚)	3	0	2	1	0	4	10
橘色雙冠麗魚 (吳郭魚)	1	0	4	2	2	4	13
絲鰭毛足鬥魚 (三星鬥魚)	75	20	1	1	9	2	108
豹紋翼甲鯰 (琵琶鼠)	0	0	0	1	0	0	1
雙邊魚	0	0	13	0	0	0	13
鯉魚	1	0	0	0	1	0	2
鯊條	14	35	15	32	25	37	158
臺灣石魨	3	2	4	19	1	2	31
高體鱒	1	3	0	3	0	0	7
總計	143	64	58	65	54	79	463

資料來源：本研究。

表 3-8 長沉籠法於不同樣區捕獲種類及數量(隻/籠/次)

種類\樣區	龍1	龍2	龍3	龍4	龍5	龍6	平均捕獲數(隻/籠/次)
線鱧	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	$0.17\pm 0.33$
斑駁尖塘鱧 (筍殼魚)	2.0	0.0	3.5	0.5	1.1	1.4	$1.44\pm 0.64$
紅鰭鮑	3.5	1.0	1.0	1.0	0.5	1.6	$1.58\pm 1.67$
尼羅口孵非鯽 (吳郭魚)	0.1	0.0	0.3	0.0	0.4	0.0	$0.14\pm 0.14$
吉利慈鯛 (吳郭魚)	0.4	0.0	0.5	0.3	0.0	0.5	$0.28\pm 0.14$
橘色雙冠麗魚 (吳郭魚)	0.1	0.0	1.0	0.5	0.3	0.5	$0.36\pm 0.33$
絲鰭毛足鬥魚 (三星鬥魚)	9.4	5.0	0.3	0.3	1.1	0.3	$3.00\pm 2.98$
豹紋翼甲鯰 (琵琶鼠)	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	$0.03\pm 0.06$
雙邊魚	0.0	0.0	3.3	0.0	0.0	0.0	$0.36\pm 0.72$
鯉魚	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	$0.17\pm 0.33$
鯊條	1.8	8.8	3.8	8.0	3.1	4.6	$4.39\pm 2.66$
臺灣石魨	0.4	0.5	1.0	4.8	0.1	0.3	$0.86\pm 0.73$
高體鱒	0.1	0.8	0.0	0.8	0.0	0.0	$0.19\pm 0.17$
總計	17.9	16.0	14.5	16.3	6.8	9.9	$12.86\pm 7.93$

註：龍1、龍5及龍6等斑駁尖塘鱧密度高的樣區設立2具長沉籠；龍2、龍3及龍4等斑駁尖塘鱧密度低的樣區設立1具長沉籠。資料來源：本研究。

### 3. 電氣採捕法

電氣採捕法為109年開始進行的採捕方式，主要希望可以捕獲藏匿於草澤中線鱧及斑駁尖塘鱧的幼苗。電氣採捕法為三項採捕方式中捕獲種類及總數量最多的採捕方式，本年度共計捕獲1,692隻，其中包括原生種1,262隻及外來種430隻。電氣採捕法採捕以絲鰭毛足鬥魚捕獲最多(502隻)，吉利慈鯛(317隻)為次要捕獲的種類；各樣區中，以龍2、龍3及龍4為主要的捕獲數較多的樣區(表3-9)。針對主要標的物種線鱧及斑駁尖塘鱧共計捕獲265隻及64隻，各樣區中線鱧以龍1、龍2、龍3及龍4為捕獲數較多的樣區；斑駁尖塘鱧則以龍3及龍4為捕獲數較多的樣區。分析捕獲的外來種魚類數量比例顯示，絲鰭毛足鬥魚捕獲比例佔30%，為捕獲比例最高的外來種魚類，其次為吳郭魚(23%，吳郭魚包括尼羅口孵非鯽、吉利慈鯛及橘色雙冠麗魚雜)及線鱧(16%，圖3-1)。

表 3-9 電氣採捕法於不同樣區捕獲種類及數量(隻)

種類\樣區	龍 1	龍 2	龍 3	龍 4	龍 5	龍 6	總計
線鱧	53	116	73	23	0	0	265
斑駁尖塘鱧 (筍殼魚)	2	8	11	43	0	0	64
紅鰭鮒	2	19	3	4	6	1	35
尼羅口孵非鯽 (吳郭魚)	0	59	5	1	2	0	67
吉利慈鯛 (吳郭魚)	31	205	49	28	4	0	317
橘色雙冠麗魚 (吳郭魚)	0	1	2	0	3	0	6
絲鰭毛足鬥魚(三星鬥魚)	6	375	27	94	0	0	502
食蚊魚	0	2	0	1	0	0	3
雙邊魚	0	1	0	1	0	0	2
蟾鬍鯰	0	1	0	0	0	0	1
鯉魚	1	4	0	1	0	0	6
鰲條	2	144	13	90	2	2	253
臺灣石鮒	1	63	9	7	0	0	80
高體鏢鮫	0	2	0	13	0	0	15
花鰻鱺	0	0	1	0	0	0	1
黃鰱	0	0	1	0	0	0	1
<b>蝦虎科</b>	<b>0</b>	<b>36</b>	<b>9</b>	<b>29</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>74</b>
<b>總計</b>	<b>98</b>	<b>1036</b>	<b>203</b>	<b>335</b>	<b>17</b>	<b>3</b>	<b>1692</b>

資料來源：本研究。

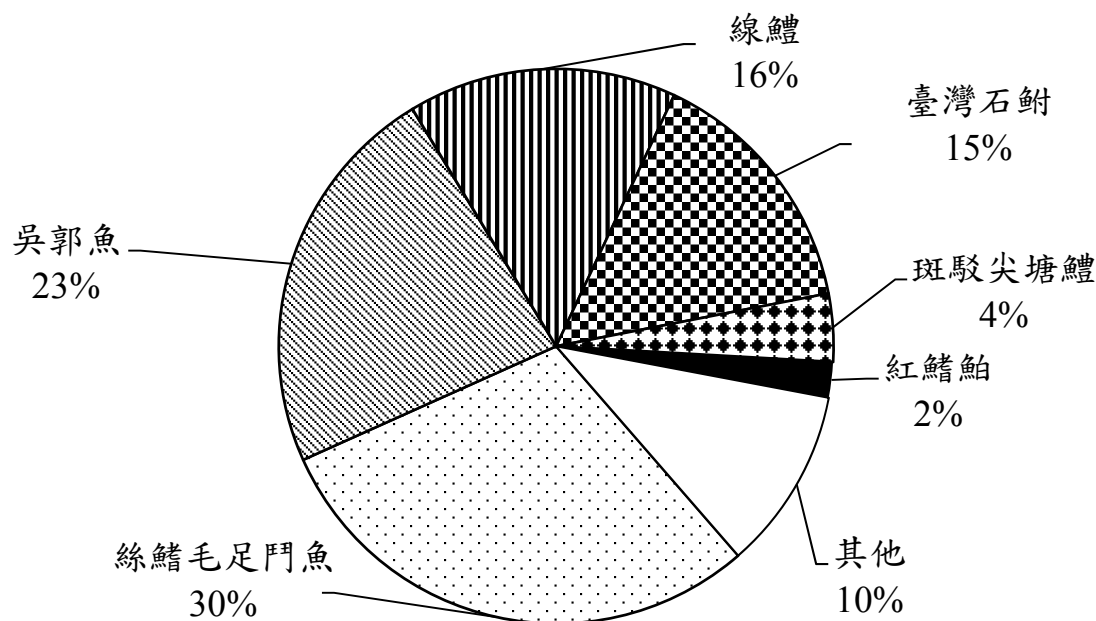


圖 3-1 電氣採捕法捕獲不同外來魚類之數量比例圖

資料來源：本研究。

### 第三節 不同移除方式魚類死亡率分析

為探討路亞釣捕、長沉籠及電氣採捕可能造成魚類的死亡情況。本年度記錄不同採捕方式魚隻死亡的種類與數量，以評估各採捕方式對魚類及水域生態的影響。本年度結果顯示，四次移除過程中魚類死亡率為 13.5%，其中長沉籠採捕方式死亡率(32.8%)最高，其次為電氣採捕(9.2%)，路亞釣捕則是對採捕物種死亡率最小的採捕方式(表 3-10)。

長沉籠為本年度死亡率最高的採捕方式，其中又以雙邊魚、鰲條、臺灣石鮒及高體鱒為死亡率較高的魚種。經現場觀察發現，鰲條等許多小型魚類常卡在籠具的網目上無法移動，導致被其他魚類啃食後死亡。因此，後續若增加長沉籠網目大小，減少小型魚卡於網目上被啃蝕，將會大幅減少長沉籠採捕造成的高死亡率。

電氣採捕法主要利用電場使魚類肌肉強直，造成魚類癱瘓的採捕方式。文獻指出，若使用交流電的採捕有會造成魚類脊柱損傷或內臟損害，進而造成魚類死亡；反觀使用直流電的電氣採捕，魚類脊柱損傷或內臟損傷將有大幅下降的情況(Ainslie et. Al.,1998; Barton and

Grosh, 2005； Dalbey et. al., 1996)。本計畫調查使用直流電電魚器進行捕捉工作，調查過程中其魚類死亡狀況雖然低於長沉籠採捕。但是，移除工作中食蚊魚、高體鱒鮠、臺灣石鮒及鰕虎魚等小型魚類仍有較高的死亡率。現場調查過程中發現，被電暈的魚隻，捕捉後放置清水中大約 3~5 分鐘將會恢復正常的狀況。但是，電氣採捕為單位時間內可以捕獲大量魚類的採捕方式，因此操作時往往把捕獲魚隻同時放入水桶後，再進行後續鑑定與測量。因此，工作時間一久往往因為水桶中水體缺氧造成小型魚類死亡。因此，若在採捕、鑑定及測量過程中增加水桶打氣設備，將有助於降低電氣採捕所造成的魚類死亡現象。此外，電氣採捕雖然為高效率的採集方式，但是也有可能造成魚鰓慢性出血和繁殖影響(Dalbey et. al., 1996)。若是作業人員對電氣採捕施不熟悉時，應嚴格限制其使用，以免傷及非標的生物。

本年度採捕過程中原生種鰲條、臺灣石鮒及高體鱒鮠仍發現有較高的死亡率。其中小型魚隻多卡於長沉籠網目上被啃食致死，為長沉籠高死亡的原因；電氣採捕後的魚隻恢復期間缺氧，為電氣採捕後魚隻死亡之因素。因此，爾後外來種魚類移除時可針對長沉籠網目進行修正，同時也增加電氣採捕後捕獲魚隻恢復期間水中氧氣補充，將會有效降低該類原生物種的死亡率。

表 3-10 不同移除方式魚類死亡率(%)

	路亞釣捕	長沉籠	電氣採捕	總合
線鱧	0.0	0.0	7.9	4.4
斑駁尖塘鱧 (筍殼魚)	0.0	0.0	6.3	3.7
紅鰭鮠	0.0	26.3	8.6	18.9
尼羅口孵非鯽 (吳郭魚)	0.0	20.0	13.4	15.6
吉利慈鯛 (吳郭魚)	0.0	10.0	10.4	10.9
橘色雙冠麗魚 (吳郭魚)	-	0.0	0.0	0.0
絲鰭毛足鬥魚 (三星鬥魚)	-	31.5	7.8	12.1
食蚊魚	-	-	33.3	33.3
豹紋翼甲鯰 (琵琶鼠)	0.0	0.0	-	0.0
雙邊魚	-	100.0	0.0	86.7
蟾鬚鯰	-	-	0.0	0.0
鯉魚	0.0	0.0	0.0	0.0
鰲條	-	41.8	7.1	21.0
臺灣石鮒	-	58.1	18.8	30.6
高體鱒鮠	-	57.1	20.0	31.8
花鰻鱺	-	-	0.0	0.0
黃鱔	-	-	0.0	0.0
鰕虎科	-	-	13.5	13.5
	0.0	32.8	9.2	13.5

註：“-”表示該方式未捕獲該魚種；資料來源：本研究

#### 第四節 不同外來種魚類移除成效分析

##### 1. 線鱧

線鱧(*Channa striata*)為掠食性魚種，多以節肢動物、魚類及兩生類為食，為成長快速且食量大的掠食者。在原生棲地中廣泛分布於各地溪流、沼澤及湖泊，為了避免種內、種間的競爭，線鱧有明顯的區域現象。本計畫共移除線鱧 501 隻，其中電氣採捕法捕獲 265 隻，路亞釣捕所捕獲 230 隻，長沉籠捕獲 6 隻為其中捕獲最少的方式。其中移除數量以龍 1、龍 2 及龍 3 等草澤較多的天然樣區為主要捕獲的區域(表 3-11)。經由不同樣區捕獲數量及體型分布結果顯示，龍 2 除了有較多體長<10cm 的線鱧外，同時也捕獲大量的成熟體。因此，龍 2 樣區極有可能為線鱧繁殖成長的熱區，也為後續進行移除時的重點地區。

表 3-11 線鱧於不同樣區捕獲數量及體長分布

體長(cm)\樣區	龍 1	龍 2	龍 3	龍 4	龍 5	龍 6	總計
<10	0	35	1	0	0	6	42
10-20	3	9	4	3	0	0	19
20-30	7	22	21	3	2	0	55
30-40	45	45	61	11	5	0	167
40-50	56	94	10	12	9	0	181
50-60	10	14	1	4	3	0	32
>60	1	2	1	1	0	0	5
<b>總計</b>	<b>122</b>	<b>221</b>	<b>99</b>	<b>34</b>	<b>19</b>	<b>6</b>	<b>501</b>

資料來源：本研究。

利用 109 年及 110 年分析比較路亞釣捕及電氣採捕法捕獲體長及數量(圖 3-2)。兩年路亞釣捕及電氣採捕法捕獲線鱧數分別為 549 隻及 565 隻，兩種方式並無明顯的差異；但是其路亞釣捕捕獲之體長( $41.6 \pm 7.1$  cm)，確有明顯高於電氣採捕法捕獲的線鱧( $24.3 \pm 15.7$  cm；圖 3-2b)。分析兩年資料顯示，兩年捕獲線鱧中以體長於 30~50 cm 為最多，其次為<10cm 之線鱧，其中 10~20cm 為兩年捕獲最少的體型大小。根據文獻指出，6~9 月為線鱧生殖高峰期，雄雌魚交配後產卵，其卵 1~2 日即可孵化，孵化 4 周後線鱧體長約到 2cm 左右時親魚不再護幼，幼魚也開始脫離群聚，

自 13~15cm 時開始出現領域性，至 22.1 cm 後開始具生殖能力。因此，若以路亞釣捕及電氣採捕法共同配合時，應該可以有效同時捕獲體型<10cm 及>20cm 不同時期之線鱧。但是，若要更有效抑制線鱧族群增加，除路亞釣捕及電氣採捕法共同配合外，應思考如何捕獲體型 10~20cm 的線鱧族群，以有效抑制後續族群增長。

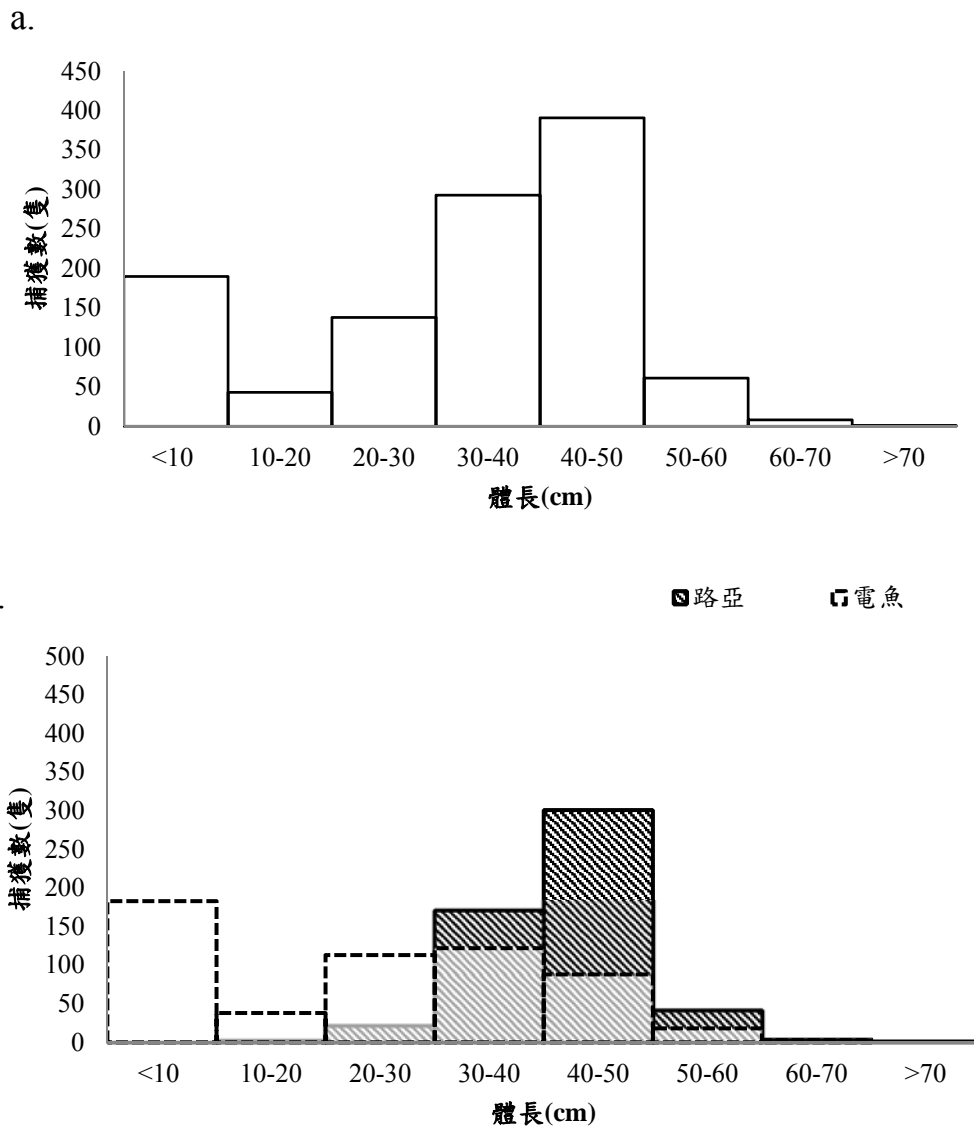


圖 3-2 線鱧於路亞釣捕及電氣採捕法捕獲體長之區間分布圖  
資料來源：本研究。

## 2. 斑駁尖塘鱧

斑駁尖塘鱧(*Oxyeleotris marmorata*)屬於掠食性魚種，攻擊性強，多以小型的魚類或節肢動物為食，為成長較慢，但是具有高經濟價值的掠食者。不喜好游動，通常躲藏於石縫間。在原生棲地中廣泛分布於各地溪流中下游、沼澤及湖泊等緩流區，體型較大的個體會有捕食小個體的現象。屬於暖水域型的物種，適合生存溫度為 15~35°C，最適生長溫度為 25~30°C，屬一年多次生魚類，每年 4~11 月為繁殖期，5~7 月為高峰期。本計畫共移除斑駁尖塘鱧 119 隻，採捕方式大多長沉籠(52 隻)及電氣採捕法(捕獲 64 隻)為主。斑駁尖塘鱧應用長沉籠採捕時，龍 1、龍 3 及龍 6 有較高的捕獲數，電氣採捕法時於天然棲地(龍 2、龍 3 及龍 4)則有較好的移除效率。利用長沉籠捕獲之斑駁尖塘鱧之體型平均體長為 26.3±6.1 cm，其體型大於電氣採捕法所捕獲之體長(10.5±7.6 cm)。因此，若以長沉籠及電氣採捕法共同配合時，應該可以同時捕獲不同時期之斑駁尖塘鱧，並且可以更有效抑制其族群增加。

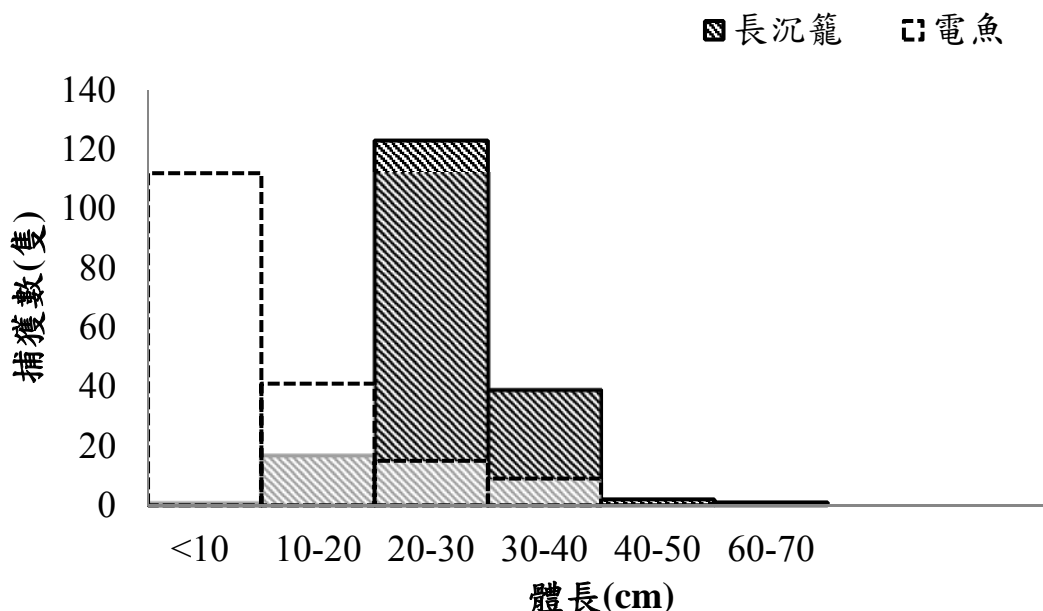


圖 3-3 斑駁尖塘鱧於長沉籠法及電氣採捕法捕獲體長之分布圖  
資料來源：本研究。

### 3.吳郭魚

吳郭魚在臺灣多為吉利慈鯛、尼羅口孵非鯽、雜交吳郭魚及橘色雙冠麗魚的統稱。本年度共移除 451 隻，其中採捕方式大多以電氣採捕法(390 隻)為主要的捕獲方式。吳郭魚都屬於雜食性魚種，多以浮游生物、藻類、水生植物碎屑、腐植質及小型動物等為食。原產於非洲及歐亞大陸，現在廣泛臺灣各地低海拔之河川、池沼及溝渠等水域。吳郭魚對環境的適應力很強，能忍受高污染、低溶氧及混濁的水體，同時生長速度快且對疾病具有較高的抵抗性，但是吉利慈鯛不易與其它種魚雜交，所以經濟效益較經常用與其他種雜交的尼羅口孵非鯽低。吳郭魚屬於暖水域型的物種，所以抗寒能力較差，適合生存溫為 16~35°C，低於 10°C 或高於 40°C 皆不利於生存。本年度調查結果顯示，吳郭魚捕獲最多的樣區為龍 1、龍 2 及龍 3 等天然棲地，其種類又以吉利慈鯛為最多。與 109 年趨勢相同，吳郭魚路亞釣捕所獲之體型平均體長為 19.5±6.3 cm，其體型大於長沉籠(15.0±3.9 cm)及電氣採捕法所捕獲之體長(9.7±7.4 cm)。因此，若以電氣採捕法為主再配合路亞釣捕及長沉籠，應該可以有效抑制其族群數量。

### 4.紅鰭鮒

經以往資料顯示，龍鑾潭中的紅鰭鮒 (*Chanodichthys erythropterus*) 數量有逐年增加的狀況，依調查與訪談結果顯示，推測該魚種可能為國內它地引入的外來種。紅鰭鮒為初級淡水魚，屬於適應性強的中大型魚類，通常生活於湖泊、池塘等靜水域或河川之緩流處。由於游泳能力強，攻擊性亦強，為肉食性魚類，幼魚以水生無脊椎動物及小魚為食，成魚則以小魚為主食，偶而也攝食無脊椎動物。本計畫共移除 112 隻，其中採捕方式大多以電氣採捕法(35 隻)及長沉籠(57 隻)有較多的捕獲方式。紅鰭鮒長沉籠所捕獲之體型平均體長與電氣採捕法並無太大的差異。因此，建議紅鰭鮒移除應以電氣採捕法及長沉籠共同配合應該可以有較佳的移除數量。



## 5. 絲鰭毛足鬥魚

絲鰭毛足鬥魚(*Trichogaster trichopterus*)屬於雜食性魚種，多以浮游生物及昆蟲幼蟲等為食。原產於泰國、馬來半島及婆羅州等淡水水域中，後來因為水族引進的關係，現在廣泛臺灣各地溪流緩流區、池沼、湖泊及水庫等水域或水草茂盛的沼澤區或溝渠。絲鰭毛足鬥魚對環境的適應力很強，能忍受高污染及混濁的水體，在低溶氧的環境中可以利用迷鰓直接和空氣中的氧氣進行氣體交換，來幫助呼吸。絲鰭毛足鬥魚屬於暖水域型的物種，所以抗寒能力較差。本計畫共移除絲鰭毛足鬥魚 611 隻，以電氣採捕法(502 隻)為最有效率的採捕方式。絲鰭毛足鬥魚偏好棲息在天然棲地有較大的捕獲數量，應用電氣採捕法為其主要的移除方式。

### 第五節 歷年不同捕獲方式捕獲之比較

由於歷年釣捕人數及長沉籠使用努力量均不同，因此將歷年捕獲隻數進行努力量校正(以繩釣每次放置6條20米長20鈎之釣組，路亞每次9人進行，長沉籠每次放置9具籠具，電魚(電氣採捕)每次1組人，1組以3人為主)，其結果顯示，電氣採捕法為一個高效率的移除方式(圖3-4)。其中各項方式中，延繩釣法及路亞釣法主要捕獲線鱧、吉利慈鯛及紅鰭鮎較多；電氣採捕法則以絲鰭毛足鬥魚、吉利慈鯛、線鱧及鰲條捕獲較多；長沉籠則以鰲條、絲鰭毛足鬥魚、紅鰭鮎、斑駁尖塘鱧及臺灣石鮒捕獲較多(圖3-5)。

計畫進行期間為了有效移除目標外來種移除效率，路亞釣法及長沉籠各年度均有增加其努力量。路亞釣捕的部分，106年、107年、108年、109年及110年分別設置釣捕人員6位、9位、9位、10位及9位；長沉籠106年為6組籠具，107年後均設置9組籠具。因此，各年度路亞釣法將以隻/人/次校正後表示，長沉籠捕獲資料則以及隻/籠/次進行比例。此外，延繩釣採捕於107年後因為其採捕效率低不再使用，109年及110年則增加電氣採捕法，109年度電氣採捕法共使用2組人員進行，110年因COVID-19疫情提升僅使用1組人員，每組編列人數為3人。

路亞釣法及長沉籠捕獲隻數於不同年度間，利用 one-way ANOVA 比較結果顯示，路亞釣法顯示106年與107~110年捕獲數量上有顯著差異(表3-11;  $p < 0.05$ )；另一方面，長沉籠捕獲隻數中，106年及109年兩年有較高的捕獲數(表3-10)。分析線鱧及斑駁尖塘鱧兩種目標生物歷年不同方式的捕獲情況——路亞釣法的部分對於線鱧有較高的捕獲數，其中每次釣捕每位釣捕人員捕獲隻數(隻/人/次)中又以109年的捕獲效果最佳，其主要原因推測為109年水位為歷年來最低的狀態，因此使今年度有較好的捕獲數；長沉籠對於斑駁尖塘鱧有較好的捕獲數，歷年中又以109年捕獲數最高，其主要原因推測為109年水位為歷年來最低的狀態，因此使今年度有較好的捕獲數(表3-11)。

109年及110年度增加電氣採捕法進行外來種魚類的移除工作，移除結果顯示每組人員每次操作分別可以移除線鱧37.5-66.3隻，斑駁尖塘鱧14.1-21.3隻，其數量均多於路亞釣捕及長沉籠法，為一個高效率的移除方式。特別的是，電氣採捕法捕獲的線鱧及斑駁尖塘鱧多位於草澤區路亞釣捕及長沉籠法較難捕獲的地區(第三章第二節)。此外，路亞釣捕所捕獲之線鱧體型平均體長遠大於電氣採捕法所捕獲；長沉籠所獲之斑駁尖塘鱧體型平均體長同樣大於電氣採捕法所捕獲之體長(第三章第四節)。因此，若以路亞釣捕及長沉籠，再配合及電氣捕魚法共同進行時，應該可以同時捕獲不同時期之線鱧及斑駁尖塘鱧，並且可以更有效抑制其族群增加。此外，電氣採捕法在水深處及豐水季不易操作，爾後建議電氣採捕法應於乾水期操作應該會有較佳的成效。

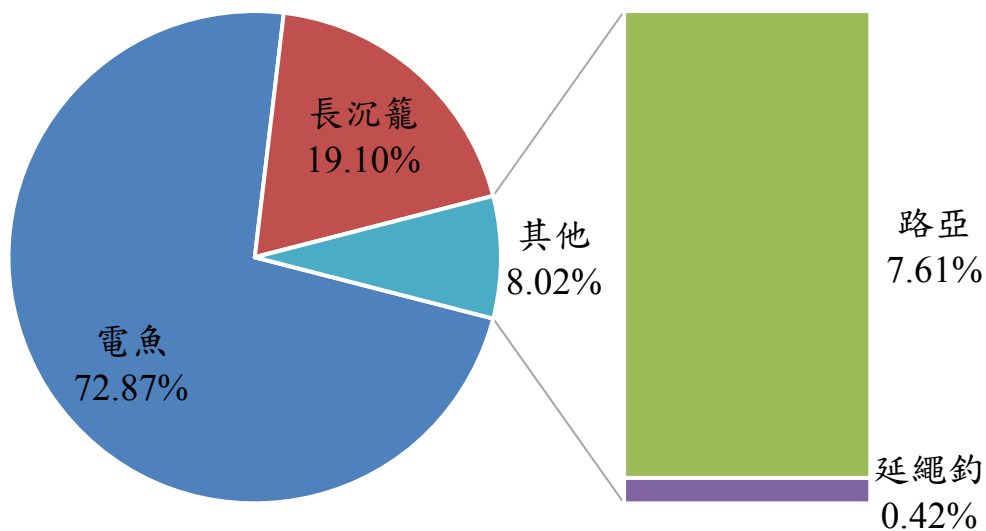


圖 3-4 不同方式捕獲數量百分比  
資料來源：本研究。

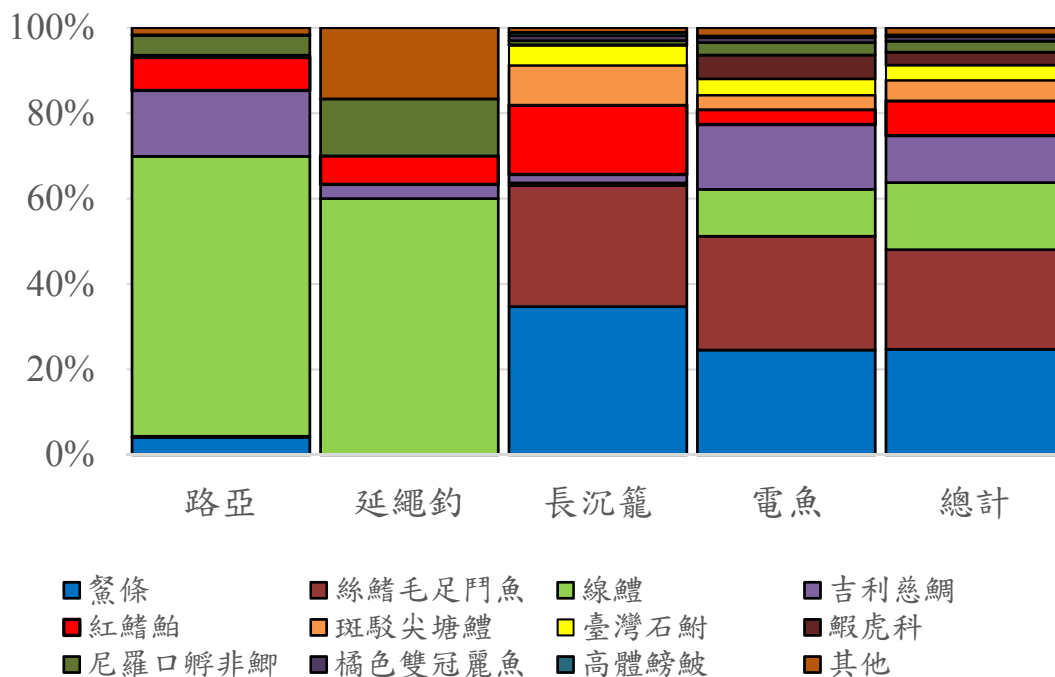


圖 3-5 不同方式捕獲種類之數量百分比

表 3-10 歷年不同採捕方式捕獲數量

捕獲方式\年度	106 年	107 年	108 年	109 年	110 年
路亞(隻/人/次)	2.5±1.1 <sup>a</sup>	8.9±4.2 <sup>b</sup>	8.6±2.3 <sup>b</sup>	10.0±1.7 <sup>b</sup>	8.2±3.6 <sup>b</sup>
長沉籠(隻/籠/次)	23.9±32.4 <sup>a</sup>	10.1±7.3 <sup>b</sup>	15.1±10.1 <sup>b</sup>	37.4±39.2 <sup>a</sup>	12.9±7.9 <sup>b</sup>
延繩釣(隻/6 條)	4.8±4.6	2.8±3.2	-	-	-
電氣採捕(隻/組/次)	-	-	-	891.6±257.9	423.0±242.9

註：“-”為未使用該採捕方式；a,b,c 為利用 one-way ANOVA-Duncan 分析不同年間之差異分組；資料來源：本研究。

表 3-11 歷年不同採捕方式線鱧及斑駁尖塘鱧捕獲數量

捕獲方式\年度	目標物種類	106 年	107 年	108 年	109 年	110 年
路亞(隻/人/次)	線鱧	0.8±0.3 <sup>a</sup>	5.6±4.5 <sup>b</sup>	3.8±1.9 <sup>b</sup>	8.0±1.7 <sup>bc</sup>	6.4±3.4 <sup>b</sup>
	斑駁尖塘鱧	0	0.1±0.1	0.1±0.1	0.2±0.2	0.2±0.2
長沉籠(隻/籠/次)	線鱧	0.1±0.1	0.2±0.3	0	0.1±0.2	0.2±0.4
	斑駁尖塘鱧	0.8±0.4 <sup>c</sup>	1.4±0.8 <sup>b</sup>	0.5±0.3 <sup>c</sup>	3.3±3.6 <sup>ab</sup>	1.4±0.7 <sup>b</sup>
延繩釣(隻/條)	線鱧	4.8±4.6	2.8±3.2	-	-	-
	斑駁尖塘鱧	0	0	-	-	-
電氣採捕(隻/組/次)	線鱧	-	-	-	37.5±38.0	66.3±26.0
	斑駁尖塘鱧	-	-	-	14.1±11.9	21.3±7.0

註：“-”為未使用該採捕方式；a,b,c 為利用 one-way ANOVA-Duncan 分析不同年間線鱧或斑駁尖塘鱧之差異分組；資料來源：本研究。

## 第六節 五年外來魚類移除數量之變化

本計劃由106年至110年期間進行五年的外來種魚類移除，移除期間共計捕獲外來魚種6,605隻及1隻外來種的四脊滑螯蝦，移除過程中目標魚種線鱧及斑駁尖塘鱧分別移除1,521隻及466隻(表3-12、表3-13)。除目標魚種線鱧及斑駁尖塘鱧外，移除過程中同時也移除吉利慈鯛與尼羅口孵非鯽(後簡稱：吳郭魚)、絲鰭毛足鬥魚、雙邊魚、豹紋翼甲鯰(琵琶鼠魚)、蟾鬚鯰及境內移入外來種—紅鰭鮒等其它7種外來種魚類。五年移除外來種移除工作以109年捕獲數為最高，其主要原因為該年正逢低水位，再加上加入電氣採捕法進行採捕，採捕過程中於草澤中捕獲較以往更多的外來種魚類。

除目標魚種線鱧及斑駁尖塘鱧外，境內移入外來種紅鰭鮒為肉食性魚類；吳郭魚有較強的繁殖力以及與原生種競爭食物及空間的能力，亦是需要移除的外來魚種。雖然，五年移除共移除779隻紅鰭

鮎及1,483隻吳郭魚(表3-13)，但是移除工作中仍不斷發現，有民眾放生紅鰭鮎及吳郭魚的情形。由於目前世界上少外來種完全移除的案例，只有在有限的資源下限縮族群，減輕外來種造成的衝擊。因此，由環境教育的源頭，減少民眾進行放生行為。因此仍應加強宣導民眾正確的觀念，才是解決外來種影響的根本工作。

**表 3-12 歷年移除外來種原生種與外來種種類及數量(隻)**

種類\民國年	106	107	108	109	110	總計
外來種	564	620	477	3115	1830	6606
原生種	103	94	372	1888	621	3078
<b>總計</b>	<b>667</b>	<b>714</b>	<b>849</b>	<b>5003</b>	<b>2451</b>	<b>9684</b>

資料來源：本研究。

**表 3-13 歷年捕獲種類及數量(隻)**

種類\民國年	106	107	108	109	110	總計
線鱧	40	220	136	624	501	1521
斑駁尖塘鱧(筍殼魚)	18	54	31	244	119	466
紅鰭鮎	198	155	48	266	112	779
尼羅口孵非鯽(吳郭魚)	36	67	25	102	76	306
吉利慈鯛(吳郭魚)	11	55	102	533	354	1055
橘色雙冠麗魚(吳郭魚)	0	0	0	78	21	99
雜交吳郭魚(吳郭魚)	0	0	0	23	0	23
絲鰭毛足鬥魚(三星鬥魚)	253	62	125	1188	611	2239
孔雀花鱸	0	0	0	13	0	13
食蚊魚	0	0	0	21	3	24
雙邊魚	1	0	1	1	0	3
豹紋翼甲鯰(琵琶鼠)	0	0	2	3	6	11
雙邊魚	0	0	0	5	15	20
蟾鬍鯰	0	0	1	3	1	5
鯉魚	7	7	6	10	11	41
四脊滑螯蝦	0	0	0	1	0	1
鰲條	98	85	301	1478	412	2374
臺灣石鮒	2	8	57	160	111	338
高體鱒鯽	2	0	4	14	22	42
鯽	1	1	3	6	0	11
烏魚	0	0	1	0	0	1
綠背龜鯰	0	0	5	0	0	5
花鰻鱺	0	0	0	12	1	13
褐塘鱧	0	0	0	2	0	2
黃鱔	0	0	0	2	1	3
鰕虎科	0	0	1	214	74	289
<b>總計</b>	<b>667</b>	<b>714</b>	<b>849</b>	<b>5003</b>	<b>2451</b>	<b>9684</b>

資料來源：本研究。



## 第四章 結論與建議

### 第一節 結論

本研究將龍鑾潭分成 6 樣區，利用路亞釣法及長沉籠等方式進行外來種魚類移除。計劃期間共進行 4 次移除工作，每次移除工作共進行三天兩夜採捕。為了不干擾候鳥至龍鑾潭度冬，其移除時間已於 7 月底前間完成。由於今年 5 月底後全國對於 COVID-19 疫情提升自防疫三級，因此於第三次及第四次執行外來種魚類時人員配置較前兩次略少。

本計劃於 4 月 2 日至 7 月 4 日，經路亞釣法、長沉籠及電魚器採捕等方式進行四次外來種魚類移除，調查期間共 66 人次參與，共計捕獲 2,451 隻魚類，其中外來種 1,830 隻，原生種 621 隻。不同調查方式中以電氣採捕法捕獲隻數 1,268 隻最多，長沉籠法捕獲 463 隻為次之，路亞釣法捕獲 296 隻。不同調查方式中路亞釣法主要捕獲線鱧、吉利慈鯛及紅鰭鮒較多；電氣採捕法則以絲鰭毛足鬥魚、吉利慈鯛、線鱧及鰲條捕獲較多；長沉籠則以鰲條、絲鰭毛足鬥魚、紅鰭鮒、斑駁尖塘鱧及臺灣石鮒捕獲較多。目標外來種魚類線鱧及斑駁尖塘鱧本年度分別移除 501 隻及 119 隻，各項外來種魚類移除成效分述如下：

- 線鱧移除部分。本計畫共移除線鱧 501 隻。其中，路亞釣捕所捕獲 230 隻，電氣採捕法捕獲 265 隻為主要的移除方式。若以路亞釣捕及電氣採捕法共同配合時，應該可以有效捕獲不同時期之線鱧。其中移除數量以草澤較多的天然樣區為主要捕獲的區域，龍 2 為線鱧繁殖成長的熱區，也為後續進行移除時的重點地區。
- 斑駁尖塘鱧移除部分。本計畫共移除斑駁尖塘鱧 119 隻，採捕方式大多以長沉籠(52 隻)及電氣採捕法(捕獲 64 隻)為主。若以長沉籠及電氣採捕法共同配合時，應該可以同時捕獲不同時期之斑駁尖塘鱧，並且可以更有效抑制其族群增加。

- 吳郭魚(吉利慈鯛、尼羅口孵非鯽、雜交吳郭魚及橘色雙冠麗魚移除部分。本年度共移除 451 隻，其中採捕方式大多以電氣採捕法(390 隻)為主要的捕獲方式。若以電氣採捕法為主再配合路亞釣捕及長沉籠，應該可以有效抑制其族群數量。
- 紅鰭鮒移除部分。本計畫共移除 112 隻，其中採捕方式大多以電氣採捕法(35 隻)及長沉籠(57 隻)為較多的捕獲方式。建議紅鰭鮒移除應以電氣採捕法及長沉籠共同配合應該可以有較佳的移除數量。
- 絲鰭毛足鬥魚移除部分。本計畫共移除絲鰭毛足鬥魚 611 隻，以電氣採捕法(502 隻)為最有效率的採捕方式。絲鰭毛足鬥魚偏好棲息在天然棲地，因此有較大的捕獲數量，應用電氣採捕法為其主要的移除方式。

今年度整理採捕過程中魚類總死亡率為 13.5%，三種方式中長沉籠採捕方式死亡率(32.8%)最高，其次為電氣採捕(9.2%)，路亞釣捕為對採捕物種死亡率最小的採捕方式。長沉籠採捕過程中，小型魚隻卡於長沉籠網目上，進而被啃掉致死為長沉籠高死亡率的原因；電氣採捕後的魚隻恢復期間缺氧，為電氣採捕後魚隻死亡之因素。因此，爾後外來種魚類移除時可針對長沉籠網目進行修正，同時也增加電氣採捕後捕獲魚隻恢復期間水中氧氣補充，將會有效降低採集非目標物種的死亡率。

相較於三種採捕方式，電氣採捕法捕獲的線鱧及斑駁尖塘鱧的捕獲數量均高於另外兩種方法，但是大多為體型偏小的個體；路亞釣捕及長沉籠通常可捕獲體型大的魚隻。因此，若以路亞釣捕及長沉籠，再配合電氣採捕法共同進行時，應該可以同時捕獲不同時期的線鱧及斑駁尖塘鱧，並且可以更有效抑制目標族群增加。



## 第二節 經營管理建議事項

### 建議一：持續加強外來種環境教育宣導

狀態：立即可行性建議

主辦機關：墾丁國家公園管理處

協辦機關：屏東農田水利會、其他相關單位

說明：龍鑾潭濕地在本研究調查過程仍不斷發現，有民眾放生的情形。由於現今世界上鮮有外來種完全移除的案例，只有在有限的資源下限縮族群，減輕外來種造成的衝擊。因此，由環境教育的源頭，加強宣導民眾正確的觀念，減少民眾進行放生行為，才是解決外來種影響的根本工作。

### 建議二：持續外來種移除工作

狀態：立即可行性建議

主辦機關：墾丁國家公園管理處

協辦機關：屏東農田水利會、其他相關單位

說明：109年後增加電氣採捕法進行外來種魚類的移除工作，由去年與本年度採捕結果均顯示，該採捕方式為一個高效率且死亡率偏低的移除方式。特別的是，電氣採捕法可以捕獲位於草澤區中個體較小的線鱧及斑駁尖塘鱧。因此，若以路亞釣捕及長沉籠，再配合及電氣捕魚法共同進行時，應該可以同時捕獲不同個體大小及區域中的線鱧及斑駁尖塘鱧，並達到族群控制的目的。



## 第五章 參考資料

### 1. 生態相關文獻

- 中川雅博、鈴木譽士。2008。琵琶湖の堅田内湖におけるコイ科魚類から侵略的外來種への優占魚種の置き換わりとそれに伴う損失の数値化。伊豆沼・内沼研究報告 2, 1-12。
- 李嘉亮。1993。臺灣釣魚入門。戶外出版社，臺北市。
- 李家文。2013。釣魚配備應用百科（淡水魚篇）：史上最齊全 88 種河川・湖泊・沼澤常用釣組收錄(釣りの仕掛け大百科〈下巻〉淡水魚編—川・湖沼で使う全 88 種の仕掛け作り)。尖端出版社，臺北市。
- 李嘉亮。2015。台灣釣魚秘訣全集：池釣高手。遠足文化，新北市。
- 孫元勳、葉慶龍。2009。墾丁國家公園生物多樣性指標監測系統之規劃建置（一）。墾丁國家公園管理處委託調查計畫。
- 孫元勳、葉慶龍。2010。墾丁國家公園生物多樣性指標監測系統之規劃建置（二）。墾丁國家公園管理處委託調查計畫。
- 梁世雄。2005。淡水水域生物監測之採樣器材介紹及資料分析與應用。高雄師範大學生物科學研究所。
- 陳鎮東、許德惇。1991。墾丁國家公園內湖沼、溪流及沿岸水質調查研究（二）龍鑾潭之水質底泥特性及沿岸水質監控。內政部營建署墾丁國家公園管理處。
- 陳宜清、張清波。2006。探討生態旅遊對濕地環境衝擊因子之權重年海峽兩岸休閒產業發展學術研討會，台中市。
- 梁世雄、謝寶森。2011。應優先管理入侵外來種魚類及鳥類治理手冊之編寫。行政院農業委員會林務局。
- 梁世雄、謝寶森。2012。應優先管理入侵外來種魚類及鳥類治理手冊之編寫。行政院農業委員會林務局。
- 黃大駿、邱郁文、梁世雄、蔡政達、張智惟、吳欣儒。2015。104 年度墾丁國家公園龍鑾潭與南仁湖水質與水生生物監測資料補充工作計畫。墾丁國家公園管理處委託研究計畫。
- 黃大駿、梁世雄、邱郁文、謝國鎔。2016。105 年度墾丁國家公園龍鑾潭與南仁湖水質與水生生物監測計畫。墾丁國家公園管理處委託研究計畫。
- 黃大駿、梁世雄、邱郁文、左承偉。2017。106 年度墾丁國家公園龍鑾潭重要濕地(國家級)外來種魚類移除計畫。墾丁國家公園管理處委託研究計畫。
- 黃大駿、梁世雄、邱郁文、謝國鎔。2018。106-107 年度龍鑾潭與南仁湖重要濕地(國家級)基礎調查計畫。墾丁國家公園管理處委託研究計畫。

- 黃大駿、梁世雄、邱郁文、左承偉。2018。107 年度墾丁國家公園龍鑾潭重要濕地(國家級)外來種魚類移除計畫。墾丁國家公園管理處委託研究計畫。
- 黃大駿、梁世雄、邱郁文、謝國鎔。2019。108-109 年度龍鑾潭與南仁湖重要濕地(國家級)基礎調查計畫。墾丁國家公園管理處委託研究計畫。
- 黃大駿、梁世雄、邱郁文、左承偉。2019。108 年度墾丁國家公園龍鑾潭重要濕地(國家級)外來種魚類移除計畫。墾丁國家公園管理處委託研究計畫。
- 黃大駿、梁世雄、邱郁文、左承偉。2020。109 年度墾丁國家公園龍鑾潭重要濕地(國家級)外來種魚類移除計畫。墾丁國家公園管理處委託研究計畫。
- 程建中、陳炤杰、郭耀綸、邱郁文、黃大駿、張珩、傅耀賢。2011。墾丁國家公園陸域長期生態監測計畫(龍鑾潭重要濕地長期生態監測)。墾丁國家公園管理處委託研究計畫。
- 程建中、陳炤杰、郭耀綸、賴宜鈴、邱郁文、黃大駿、張珩、傅耀賢、蔡哲民、沈英謀、陳淵琮。2012。墾丁國家公園陸域長期生態監測計畫(國家重要濕地長期生態監測)。墾丁國家公園管理處委託研究計畫。
- 程建中、陳炤杰、郭耀綸、賴宜鈴、黃大駿、張珩、傅耀賢、蔡哲民、沈英謀、陳淵琮。2013。102 年度「墾丁國家公園龍鑾潭與南仁湖國家重要濕地生態調查及棲地維護計畫」。墾丁國家公園管理處委託研究計畫。
- 程建中、陳炤杰、賴宜鈴、黃大駿、張珩、傅耀賢、蔡哲民、陳韋妤。2014。103 年度「墾丁國家公園龍鑾潭與南仁湖國家重要濕地生態調查及棲地維護計畫」。墾丁國家公園管理處委託研究計畫。
- 蔡乙榮。1997。從大貝湖到龍鑾潭。墾丁國家公園簡訊 33:17-22。
- 羅柳墀、林昆海。2008。墾丁國家公園龍鑾潭特別景觀區生態資源調查暨環境評估計畫(一)。墾丁國家公園管理處委託調查計畫。
- 羅柳墀、林昆海。2009。墾丁國家公園龍鑾潭特別景觀區生態資源調查暨環境評估計畫(二)。墾丁國家公園管理處委託調查計畫。
- Ainslie, B.J., Post, J.R., Paul, A.J. 1998. Effects of Pulsed and Continuous DC Electrofishing on Juvenile Rainbow Trout. *North American Journal of Fisheries Management* 18:905-918.
- Barton, B.A., Grosh, R.S. 2005. Effect of AC electroshock on blood feature in juvenile rainbow trout. *Journal of Fish Biology* 49(6):1330-1333.
- Caughley, G., A. Gunn. 1996. *Conservation Biology in theory and practice*. Blackwell Science: Cambridge, USA.
- Dalbey, McMahon, S.T.E., Fredenberg, W. 1996. Effect of Electrofishing Pulse Shape and Electrofishing-Induced Spinal Injury on Long-Term

- Growth and Survival of Wild Rainbow Trout. North American Journal of Fisheries Management, 16: 560-569.
- Ferdausi, H. J., N. C. Roy, M. J. Ferdous, M. A. Hossain, M. M. Hasan, B. D. Trina, S. Mian, M. M. Iqbal, M. B. Munir, M. M. Hossain. 2015. Reproductive Biology of Striped Snakehead (*Channa striata*) from Natural Wetlands of Sylhet, Bangladesh. Annals of Veterinary and Animal Science 2 (6): 162-169.
- Goldschmidt, T.1998. Darwin's Dreampond: Drama on Lake Victoria. Cambridge, Mass. MIT Press: 1996.
- Ganie, M. A., M. D. Bhat, M. I. Khan, M. Parveen, M. H. Balkhi, M. A. Malla. 2013. Invasion of the Mozambique tilapia, *Oreochromis mossambicus* (Pisces: Cichlidae; Peters, 1852) in the Yamuna river, Uttar Pradesh, India. Journal of Ecology and the Natural Environment . 5(10): 310-317.
- Maddern, M. G., D. L. Morgan, H. S. Gill. 2007. Distribution, diet and potential ecological impacts of the introduced Mozambique mouthbrooder *Oreochromis mossambicus* Peters (Pisces : Cichlidae) in Western Australia. Journal of the Royal Society of Western Australia . 90: 203-214.
- Martin, C. W., M. M. Valentine, J. F. Valentine. 2010. Competitive Interactions between Invasive Nile Tilapia and Native Fish: The Potential for Altered Trophic Exchange and Modification of Food Webs. PLOS ONE. 5(12), p. e14395.
- Laxmappa, B., C. Nagaraju, M. S. Sharma.2015. Impact study of the feral population of Tilapia(*Oreochromis mossambicus*) on growth of Indian Major Carp in Veeranna tank of Tatikonda Village in Mahabubnagar District, Telangana, India International Journal of Fisheries and Aquatic Studies. 3(1): 93-96.
- Li, K.C.; B.S. Shieh, Y.W. Chiu, D.J. Huang, S.H. Liang. 2016. Growth, diet composition and reproductive biology of the invasive Chevron snakehead *Channa striata* on a subtropical island. Zool. Stud. 55: 53-64.
- Simberloff, D. 1981. Community effects of intriduced species. *In*: Nitecki, M. H. Biotic crises in ecological and evolutionary time. Academic Press. New York.

## 2. 相關網站

GISD Global Invasive Species Database (2021).

<http://www.iucngisd.org/gisd/>.

FishBase (2021) <http://www.fishbase.org/search.php>.



## 附件一、期初評審會議審查委員提問及回應

委員提問	服務廠商回應
<p>馬委員協群：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 外來種對於鰱鰻的影響？</li> <li>2. 鰲條的園區生態狀況。</li> <li>3. 高體鰱鰻及台灣石鮒的園區狀況。</li> <li>4. 服務建議書的書寫體例在工作計畫書中改回。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 報告委員，線鱧與斑駁尖塘鱧均可能捕食高體鰱鰻及革條田中鰱鰻。</li> <li>2. 鰲條目前於管理處內以龍鑾潭為其最大族群的位置。潭中鰲條曾與 105 年降至最低，近年來外來種逐漸移除後已有漸漸回升的狀況。</li> <li>3. 高體鰱鰻與台灣石鮒的數量在龍鑾潭及管理處的淡水濕地調查時為大多可以看到的物種。龍鑾潭的部分 105 年降到 0.4 隻/次，到前年和去年大概回升到 4 到 7，數量有慢慢回復。草潭的鰱鰻數量沒有在減少。</li> <li>4. 謝謝委員，需要修正之處會再進行修正。</li> </ol>
<p>葉委員素亨：</p> <p>外來種魚類體型較大，為何不使用網目較大的魚網將其捕捉移除。</p>	<p>報告委員，之所以不再以較大網目移除是因為過去 106 年監測及移除第一年時有申請以流刺網及其他網目魚網捕捉。但是，由於線鱧及斑駁尖塘鱧，是屬於躲在水層下方的魚類。因此魚網捕捉到的都是鰲條等游泳性的魚類，因此之後便採取較積極的捕捉方式。</p>
<p>陳委員松茂：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 有關 109 年開始使用電氣採捕，明顯增加捕獲數量，今年服務建議書提及補增死亡率分析各種採捕方式，似乎明顯降低外來物種族群和較其他方式死亡率低，惟電捕似易產生魚卵孵化死亡，請再詳加調查追蹤處理？</li> <li>2. 去年委案調查建議事項，倘若工作執行可行，期請持續辦理。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 謝謝委員，原生種的孵化率會在蒐集相關文獻及持續觀察。</li> <li>2. 謝謝委員肯定，團隊將持續執行移除工作。</li> </ol>
<p>徐委員茂敬：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 候鳥遷徙路線圖與本處委託衛星追蹤結果略有不同，請再檢視。</li> <li>2. 服務建議書所移除方法僅 2 種，與邀標書不同。</li> </ol>	<p>謝謝委員，需要修正之處會再進行修正。</p>

附件二、期末評審會議審查委員提問及回應

委員提問	服務廠商回應
<p>馬委員協群：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 看過魚虎肆虐龍鑾潭的新聞，目前園區是否有小盾鱧？</li> <li>2. 全球氣候變遷(溫度上升)，對於線鱧的繁殖力是否有影響？</li> <li>3. 龍2樣點容易發現原生種及外來種，是否與食物鏈有關連？</li> <li>4. 長沉籠混獲是否有其改善方式？。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 過去曾有報導龍鑾潭曾發現1尾個體但已死亡，但本團隊移除期間未發現有小盾鱧，而園區內相關資料後續亦會提供。而一般民眾所說之魚虎為小盾鱧，但小盾鱧所需水深較深，目前未在龍鑾潭內發現。</li> <li>2. 按目前趨勢，魚種會依環境調整，原本為一定時間內繁殖，在暖化後會變成長時間繁殖。</li> <li>3. 主要是龍2為草澤區且人為活動少，食物鏈也有相關。</li> <li>4. 改善網目大小，試過3公分，需洽廠商訂做瞭解。</li> </ol>
<p>陳委員松茂：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 電氣採捕法自 109 年開始執行，不論外來種或原生種皆有死亡，電過的魚在繁殖期未孵化的卵是否會死亡？</li> <li>2. 雖有執行外來種移除工作及宣導，管理站仍需加強現場執法。</li> <li>3. 路亞搭配電氣為有效益方法可繼續使用。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 電氣對卵的影響相關研究較少，實驗室曾試驗有無電過的餐條之生殖影響，但還未有結論。</li> <li>2. 謝謝委員。</li> <li>3. 謝謝委員。</li> </ol>
<p>徐委員茂敬：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 6 個樣區的範圍各多大，是否考慮變動到其他位置。</li> <li>2. 琵琶鼠一旦入侵某棲地似乎都會大量繁殖，在龍鑾潭僅捕獲 6 隻且電氣法為 0，是否可作解釋。</li> <li>3. 線鱧和魚虎會不會同存在同一</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 第一年為均勻分布執行移除，之後有效方式移除，108-109年將努力重新配置。</li> <li>2. 琵琶鼠不多，棲地與線鱧重疊。都會區民眾因遠程比較少到龍鑾潭來放琵琶鼠。</li> <li>3. 報告委員，目前這部分的資料尚無發現兩種物種處於同一</li> </ol>



<p>棲地? 4. 移除魚類的處理方式。</p>	<p>棲地，這部分可以再觀察看看。 4. 早期嘉大陳宣汶老師會使用去研究寄生蟲，近年則會挑選部分後其餘則當成垃圾處理。</p>
<p>許委員書國 1. 放生的位置。現場人員需要加強巡查。 2. 環境教育規劃是否有具體建議?</p>	<p>1. 龍1水門和靠近龍4的廟那邊會有在地廟宇放生，龍5和龍6則會有當地人放養筍殼魚。 2. 龍鑾潭四周已有設置告示牌，可考慮透過媒體曝光來達到環境教育或拍攝紀錄片。</p>
<p>林處長文和： 1. 團隊可評估環境教育宣導是否納入工作內容? 2. 放生人員屬於那個宗教團體? 在地或外地? 3. 外來種移除後續處理? 4. 保育課可思考發布新聞稿來呈現成果。</p>	<p>1. 再行評估適合的方式。 2. 廟宇和在地人為主。 3. 早期嘉大陳宣汶老師會使用去研究寄生蟲，近年則會挑選部分後其餘則當成垃圾處理。 4. 謝謝委員。</p>

附件三、外來種移除工作照



電氣採捕-1



電氣採捕-2



路亞釣捕-1



路亞釣捕-2



測量捕獲魚隻體長-1



測量捕獲魚隻體長-2



電魚捕獲線鱧魚苗



電魚捕獲魚隻

