

「112 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：486-112-02-528)

執行單位：嘉南藥理大學

委託單位：墾丁國家公園管理處
中華民國 112 年 12 月

目 錄

表 次	III
圖 次	V
摘 要	VII
第一章 緒論.....	1
第二章 工作執行方法	11
第一節 外來種魚類移除工作	12
第二節 外來種魚類資料整理	13
第三章 結果.....	15
第一節 外來種魚類移除成果	15
第二節 不同移除方式成效分析	17
第三節 不同外來種魚類移除成效分析	21
第四節 歷年不同捕獲方式捕獲之比較	25
第五節 歷年外來魚類移除數量之變化	29
第四章 結論與建議	33
第一節 結論	33
第二節 經營管理建議事項	35
參考資料.....	37
附件一、期初評審會議審查委員提問及回應	41
附件二、期末評審會議審查委員提問及回應	42

表 次

表 1-1	龍鑾潭常見外來魚種及其危害	7
表 1-2	106 年至 111 年移除成果	8
表 1-3	歷年捕獲種類及數量	9
表 2-1	各樣點全球衛星定位系統座標位置表	11
表 3-1	不同方式捕獲外來種與原生種數量	15
表 3-2	不同方式捕獲數量	16
表 3-3	各樣區不同捕獲數量	16
表 3-4	不同棲地類型捕獲數量	17
表 3-5	路亞釣法於不同時間捕獲種類及數量	18
表 3-6	路亞釣法於不同樣區捕獲種類及數量	18
表 3-7	長沉籠法於不同樣區捕獲種類及數量	19
表 3-8	電氣採捕法於不同樣區捕獲種類及數量	20
表 3-9	106 年、107 年、111 年及 112 年延繩釣法捕獲比較	21
表 3-10	線鱧於不同樣區捕獲數量及體長分布	22
表 3-11	歷年不同採捕方式捕獲數量	28
表 3-12	歷年不同採捕方式線鱧捕獲數量	28
表 3-13	歷年不同採捕方式斑駁尖塘鱧捕獲數量	28
表 3-14	106 年至 112 年移除成果	30
表 3-15	歷年捕獲種類及數量	30
表 3-16	電魚前後 ABC CURVES W 值變化	31

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	4
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	龍鑾潭歷年魚類數量變化圖	4
圖 1-5	常見外來魚種	6
圖 1-6	龍鑾潭水域生態關聯圖	6
圖 2-1	龍鑾潭外來種移除樣點	11
圖 2-2	龍鑾潭外來種移除方式	14
圖 3-1	電氣採捕法捕獲不同外來魚類之數量比例圖	20
圖 3-2	線鱧於路亞及延繩釣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	106 至 112 年捕獲吳郭魚(吉利慈鯛、尼羅口孵非鯽、雜交吳郭魚及橘色雙冠麗魚)百分比組成	24
圖 3-5	不同方式捕獲數量百分比	26
圖 3-6	不同方式捕獲種類之數量百分比	26
圖 3-7	不同種類吳郭魚不同年度捕獲數量比較	29

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、長沉籠及電氣採捕法等方式針對線鱧(*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

本計畫於4月1日至7月17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70人次參與，共計捕獲5,128隻魚類，其中外來種3,780隻，原生種1,348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509隻及139隻。不同調查方式中路亞釣法主要捕獲種類為線鱧(200隻)，佔釣捕數量中的59.0%；電氣採捕法則以絲鰭毛足鬥魚捕獲比例最高(46.5%)，為鰲條(18.1%)及吳郭魚(14.9%)，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)；長沉籠則以鰲條、吳郭魚及絲鰭毛足鬥魚捕獲較多。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，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 5,128 individuals was collected by 4 eradication trips in the Longluan Lake from April to June 2023. Among them, 3,792 alien invasive fishes and 1,336 native fishes were captured. Our results showed that electro-fishing which the methods was added in this year, was high effectively methods to remove alien species. Especially, the captured size of *C. striata* and *O. marmorata* by the electro-fishing method are also small individuals, as well as they are mostly located in areas where luya fishing and fyke nets methods 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 can 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發現新紀錄外來種（豹紋翼甲鯰），推測其來源可能為民眾棄養、養殖或垂釣放生或宗教團體放生，而高體鱒與臺灣石鮒已明顯逐年減少。其中，掠食性外來種魚類對原生種魚類造成威脅，同時也連帶影響整個龍鑾潭生態系統及降低生物多樣性，故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)，以長沉籠、垂釣及電氣採捕等3種不同漁法作為主要移除方式，並以小型延繩釣進行輔助移除如線鱧、斑駁尖塘鱧及吉利非鯽等不同目標物種，移除物種並鑑定記錄種類，並記錄體長、體重等資料。
- 二、整理分析移除工作成效並提供未來經營管理策略。
- 三、成果資料上傳至國家公園生物多樣性資料庫網站。

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，是臺灣國家級重要濕地之一。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。龍鑾潭周圍的植相在親水區域多為巴拉草、林投、多花油柑；在龍鑾潭北岸

及東岸則多屬漁塭、草澤、農地的環境，以銀合歡、竹節草、蘆竹等較多；龍鑾潭西岸為水稻、芒果、椰子等人為農耕地植物，而近龍鑾潭自然中心則是以相思樹及白芒豐富度較高。龍鑾潭西南岸至水閘門一帶主要為銀合歡或馬櫻丹為主。

過去有關於龍鑾潭較為完整且與水域生物相關的研究約有20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~2022黃大駿等於105年度至111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測資料。此外，黃大駿等在2017年至2022年在龍鑾潭進行106~111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、花鱗科(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 17.6 ± 42.7 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(*Hemiculter leucisculus*)最多，其次為原生外來種的紅鰭鮒(*Chanodichthys erythropterus*)與外來種的吉利慈鯛(*Coptodon zillii*)；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(圖1-2；圖1-3)。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(*Channa striata*)、紅鰭鮒與斑駁尖塘鱧(*Oxyeleotris marmorata*)。

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%之間變動，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111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。移除掠食性的外來種魚類線鱧、紅鰭鮨及斑駁尖塘鱧外，還有尼羅口孵非鯽(*Oreochromis niloticus*)、吉利慈鯛與絲鰭毛足鬥魚(*Trichogaster trichopterus*)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1-4)。

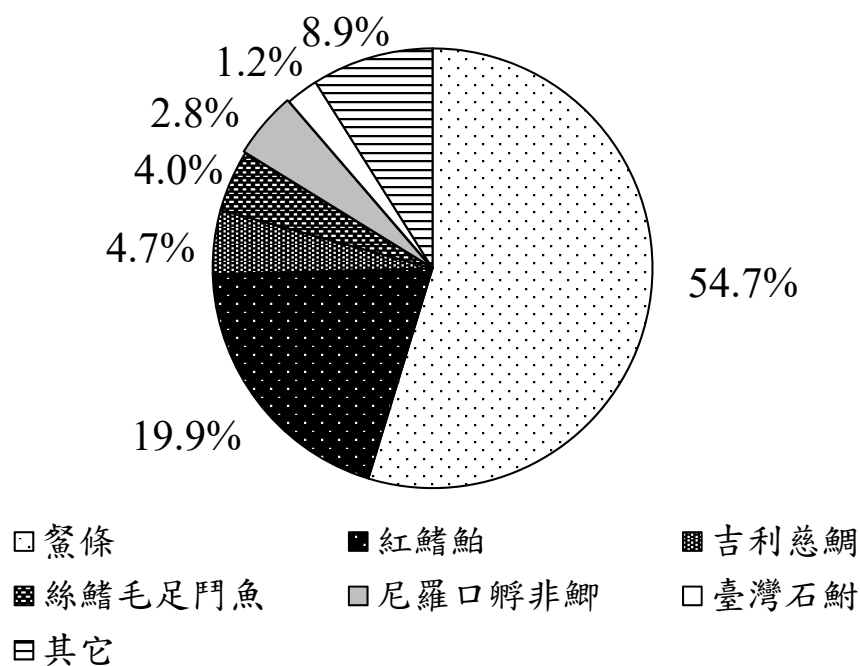


圖 1-1 龍鑾潭各種魚類數量比例圖

(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、翹嘴鮨、鯉魚、高體鰱鰻、斑駁尖塘鱧、琵琶鼠魚、極樂吻鰕虎、*Rhinogobius* sp.、黑邊湯鯉、雙邊魚；2.民國100年3月~111年10月，資料來源：本研究)

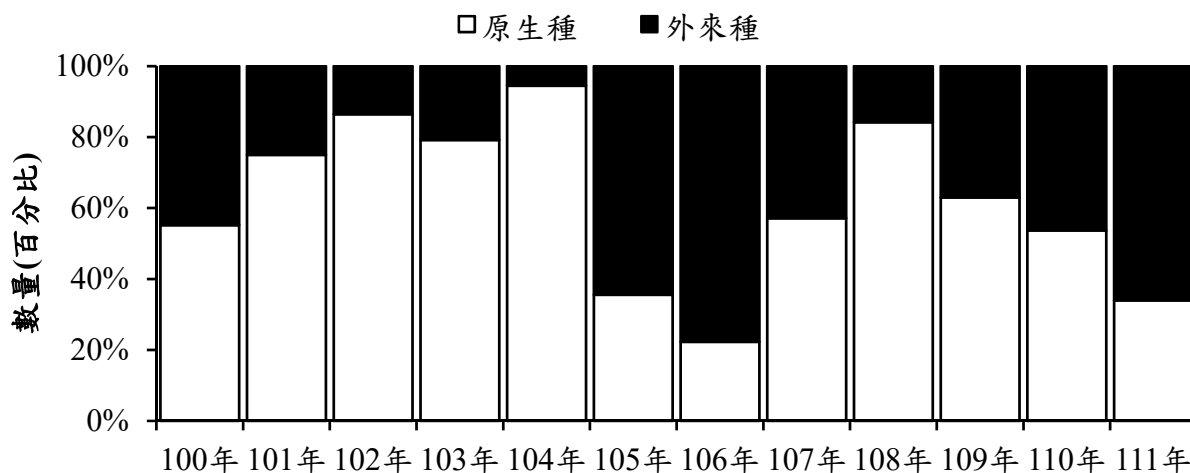


圖 1-2 龍鑾潭魚類原生種與外來種數量比例圖

(民國 100 年 3 月~111 年 10 月，資料來源：110-111 年度龍鑾潭與南仁湖兩處國家級重要濕地基礎調查計畫)

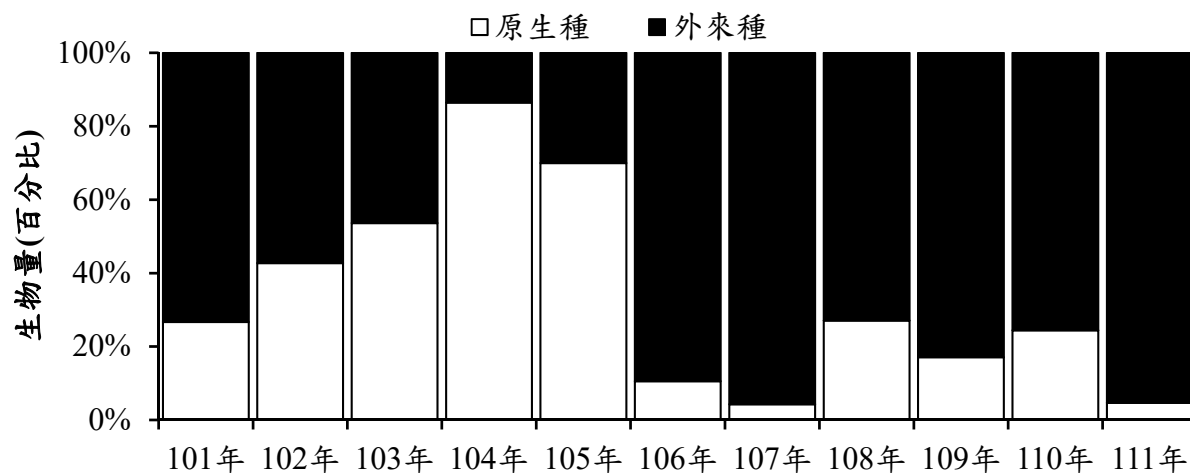


圖 1-3 龍鑾潭魚類原生種與外來種生物量比例圖

(民國 100 年 3 月~111 年 10 月，資料來源：110-111 年度龍鑾潭與南仁湖兩處國家級重要濕地基礎調查計畫)

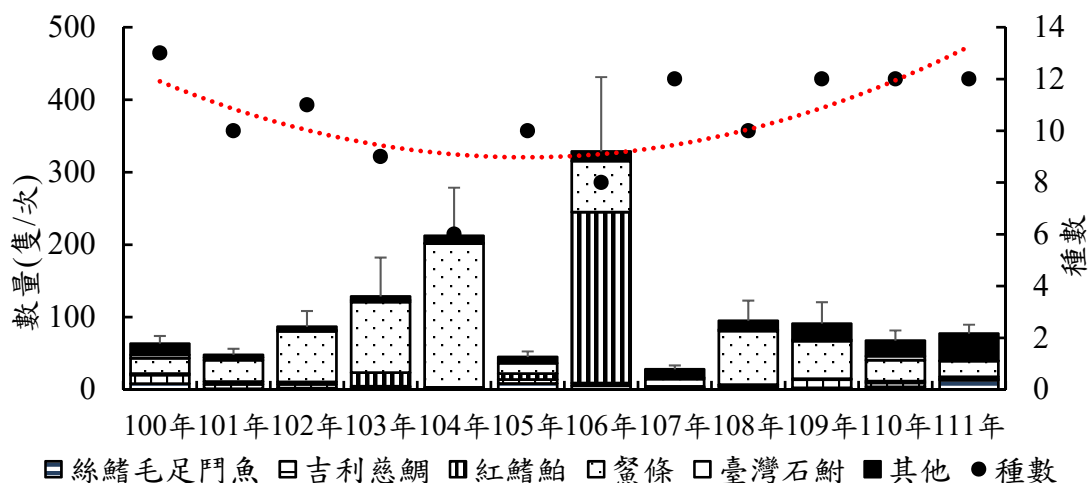


圖 1-4 龍鑾潭歷年魚類數量變化圖

(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、翹嘴鮎、鯉魚、高體鰱、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. 調查資料自民國 100 年 3 月~111 年 10 月，資料來源：110-111 年度龍鑾潭與南仁湖兩處國家級重要濕地基礎調查計畫)

第三節 龍鑾潭的外來種魚類及其危害

長期監測資料顯示，目前龍鑾潭外來種魚類入侵的問題頗為嚴重，其中紅鰭鮎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、斑駁尖塘鱧、線鱧、紅鰭鮎及吉利慈鯛均為歷年常發現的種類(表1-1，圖1-5)。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甲鯰科魚類，當飼養琵琶鼠的飼主覺得它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，其中以紅鰭鮎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、鰱鰻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。

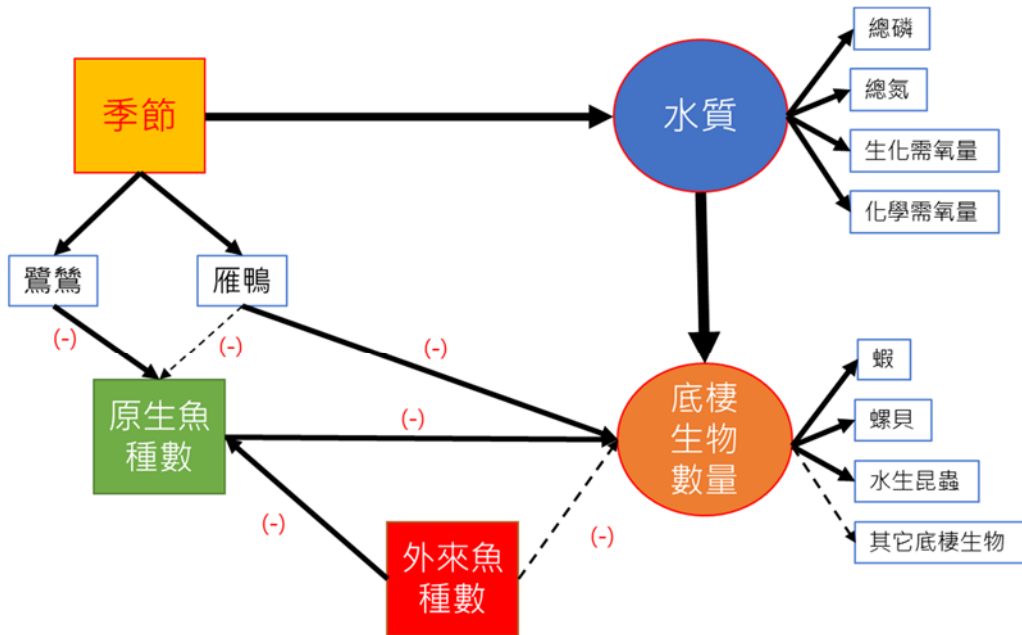
龍鑾潭更嚴重的生態危機是具有不少性情兇猛的掠食性魚類棲息，如俗稱「泰國鱧」的線鱧、人稱「總統魚」及「筍殼魚」的紅鰭鮎與斑駁尖塘鱧，這幾種魚都是以節肢動物、魚類甚至是兩生類為食，並且都是成長快速且食量大的掠食者，所以對於當地的本土種生物有著相當大的捕獵壓力。線鱧屬於掠食性魚種，食性組成包含魚類、蝦蟹、水生昆蟲、兩棲類、爬行類等，幾乎涵蓋水域所有生物及部份陸域生物。外來物種對於本土多樣性之減少有直接影響。全世界中，可能因為生物引入而導致約有40%物種消失。

此外龍鑾潭重要濕地成為許多候鳥過境的中繼站與度冬棲地，有著非常重要的地位(程建中等，2011~2014)。根據黃大駿(2022)於龍鑾潭長期研究分析結果，外來種魚類可能減少原生魚種的數量，並且連帶影響冬候鳥的族群(圖1-6)。



圖 1-5 常見外來魚種

資料來源：本計畫。



驗證性因素分析 GFI=0.907 ; AGFI=0.765 ; NFI=0.820 ; CFI=0.822

圖 1-6 龍鑾潭水域生態關聯圖

資料來源：黃大駿等，2022。1. 調查資料自 100 年 3 月~111 年 9 月；2. 線表示 $p < 0.05$ ，實線表示 $p < 0.01$ ；4. (-) 表示為負相關。

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 (2023)
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(2023)
紅鰭鮠 (<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 (2023) FishBase(2023)
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，與鱒鰱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(2023)
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 (2023)
橘色雙冠麗魚 (<i>Amphilophus citrinellus</i>) (俗稱：吳郭魚)	1. 對環境適應力很強，在低溶氧與污濁的水域中均能生長。 2. 雜食性偏肉，主要以小魚與大型無脊椎動物。	>20cm	中高	陳義雄、黃世彬、劉建泰 (2010)

資料來源：本計畫。

第四節 106年~111年龍鑾潭外來種魚類移除成果

本計畫由106年至111年期間進行六年的外來種魚類移除，移除期間共計捕獲外來魚種8,401隻及1隻外來種的四脊滑螯蝦(*Cherax quadricarinatus*，澳洲螯蝦)，移除過程中目標魚種線鱧及斑駁尖塘鱧分別移除2,088隻及542隻(表1-2、表1-3)。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、橘色雙冠麗魚(*Amphilophus citrinellus*)、尼羅口孵非鯽與雜交吳郭魚(後簡稱：吳郭魚)、絲鰭毛足鬥魚、雙邊魚(*Ambassis* spp.)、琵琶鼠魚(*Pterygoplichthys* spp.)、蟾鬚鯰(*Clarias batrachus*)及境內移入外來種—紅鰭鮒等其它9種外來種魚類。六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，六年移除共移除945隻紅鰭鮒及1,969隻吳郭魚(表1-3)，但是移除工作中仍不斷發現，有民眾放生紅鰭鮒及吳郭魚的情形。其中，經106年至111年吳郭魚捕獲數有逐年增加的狀況，109年開始肉食性的吳郭魚-橘色雙冠麗魚捕獲比例亦有增加的狀況(表1-3)。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。因此，由環境教育的源頭，仍應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。

表 1-2 106年至111年移除成果(隻)

種類\民國年	106	107	108	109	110	111	總計
外來種	557	613	471	3,105	1,819	1,837	8,402
原生種	110	101	378	1,898	632	488	3,607
總計	667	714	849	5,003	2,451	2,325	12,009

資料來源：111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」。

表 1-3 歷年捕獲種類及數量(隻)

種類\民國年	106	107	108	109	110	111	總計
線鱧	40	220	136	624	501	567	2,088
斑駁尖塘鱧(筍殼魚)	18	54	31	244	119	76	542
紅鰭鮠	198	155	48	266	112	166	945
尼羅口孵非鯽(吳郭魚)	36	67	25	102	76	50	356
吉利慈鯛(吳郭魚)	11	55	102	533	354	182	1,237
橘色雙冠麗魚(吳郭魚)	0	0	0	78	21	156	255
雜交吳郭魚(吳郭魚)	0	0	0	23	0	98	121
絲鰭毛足鬥魚(三星鬥魚)	253	62	125	1,188	611	538	2,777
孔雀花鱗	0	0	0	13	0	0	13
食蚊魚	0	0	0	21	3	0	24
雙邊魚(玻璃魚)	1	0	1	6	15	4	27
琵琶鼠魚	0	0	2	3	6	0	11
蟾鬍鯰	0	0	1	3	1	0	5
四脊滑螯蝦	0	0	0	1	0	0	1
鯉魚	7	7	6	10	11	7	48
鰲條	98	85	301	1,478	412	422	2,796
臺灣石鮒	2	8	57	160	111	31	369
高體鯉	2	0	4	14	22	13	55
鯽	1	1	3	6	0	2	13
鰻(烏魚)	0	0	1	0	0	0	1
綠背鮫	0	0	5	0	0	0	5
花鰻鱺	0	0	0	12	1	0	13
褐塘鱧	0	0	0	2	0	0	2
黃鱔	0	0	0	2	1	0	3
鰕虎科	0	0	1	214	74	13	302
總計	667	714	849	5,003	2,451	2,325	12,009

資料來源：111 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」。

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 樣區以電氣採捕法進行輔助。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。

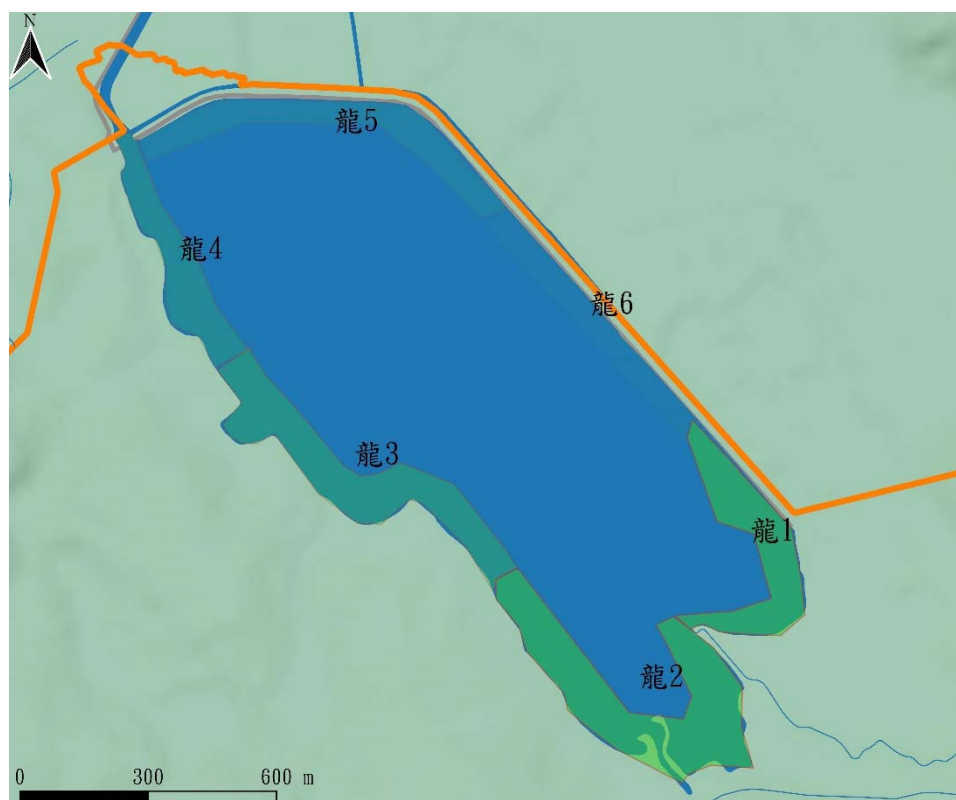


圖 2-1 龍鑾潭外來種移除樣點

(資料來源：本計畫)

表 2-1 各樣點全球衛星定位系統(GPS)座標位置表

樣點	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

經由106年至111年調查結果顯示，龍鑾潭的外來種魚類移除工作，應選定於4月至6月的期間有較高的捕獲效率。同時111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。因此，本年度持續利用路亞釣法、長沉籠及電氣採捕法等三種方式為主要移除方式，並以小型延繩釣法進行輔助，其努力量則沿續111年的方式來進行外來種魚類移除工作。移除工作預定共進行1次行前訓練及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，其移除工作均於9月底前完成。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(圖2-2)：

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。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至少派任9位釣手進行路亞釣捕，釣捕期間於龍1、龍2及龍3等線鱧密度高的樣區設立2位釣捕人員；龍4、龍5及龍6等線鱧密度較低的樣區，設立1位釣捕人員。

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。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。

小型延繩釣法，為110年度進行試驗性的釣捕方式。主要為彌補移除過程中捕獲數較少的10~20公分線鱧，將106~107年的調查過程原先設定20公分以上的延繩釣組縮小為該區間線鱧適合的大小。小型延繩釣法共放置一至二次，每次放置總長度約10公尺之釣繩，延繩釣之釣線頭及線尾設漂浮標幟、沉錘，每隔1公尺設置一支繩，支繩長度1公尺，每一支繩綁一枚魚鉤，總計使用5枚魚鉤，放置在水深30~50公分，靠近湖岸挺水禾本科植物的水草叢進行誘捕。

電氣採捕法，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。電氣採捕法主要用於各樣區中草澤較多，並且水深較淺的水域，利用背負式電魚器電擊魚體，並配合手抄網撈捕，每次調查以捕獲範圍作為努力量。唯電魚法為《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，該電氣採捕法執行時，需經由行政院農業部漁業署申請核定後方可進行該採捕方式。

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。

並利用今年成果與106年~111年等六年度的執行成果繪製移除次數及數量之圖型，並以文獻資料中歸納整理移除外來魚種之效率。此外，利用ABC curves (豐度生物量比較曲線 abundance biomass comparison curves) 瞭解鰲條、線鱧及斑駁尖塘鱧族群受干擾或恢復的情況。ABC curves主要以單一物種或群聚的豐度及生物量曲線進行比較，並將其比值W值作為單一物種或群聚受緊迫的指標。當W值 >0 時，代表其單一物種或群聚呈現未受緊迫的穩定狀態；若W值

趨近0時，豐度及生物量比較曲線又出現交叉時，代表其族群緊迫較不明顯或輕度緊迫的情況；W值 <0 時，代表其單一物種或群聚呈現受當較高度的緊迫 (Yemane et al., 2005)。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) 電氣採捕法操作示意圖及其設備，(d)小型延繩釣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，並同時移除紅鰭鮒、吳郭魚(尼羅口孵非鯽、吉利慈鯛、橘色雙冠麗魚及雜交吳郭魚)及絲鰭毛足鬥魚等外來種魚類，本年度將於正規調查期間外增加小型延繩釣進行釣捕。本年度工作於4月至7月完成4次移除工作，各次移除人力分別為20、15、18及17人/次；移除水位為100、95、115及110公分，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3日至7月17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70人次參與，共計捕獲5,128隻魚類，其中外來種3,780隻，原生種1,348隻(表3-1)。不同調查方式中以電氣採捕法捕獲隻數3,638隻最多，長沉籠法捕獲1,123隻為次之，路亞釣法捕獲339隻(表3-1)。不同調查方式中路亞釣法主要捕獲線鱧、吉利慈鯛及紅鰭鮒較多；電氣採捕法則以絲鰭毛足鬥魚、線鱧、吉利慈鯛、斑駁尖塘鱧、鯽、鰲條及鰕虎科捕獲較多；長沉籠則以橘色雙冠麗魚、鰲條及絲鰭毛足鬥魚捕獲較多(表3-2)。

分析六個樣區捕獲魚隻數，其中龍2樣區捕獲1,863隻最多，龍6樣區153隻為最少；捕獲魚種中以絲鰭毛足鬥魚捕獲1,876隻數量最多，鰲條(1,002隻)次之，線鱧(509隻)、吉利慈鯛(500隻)與橘色雙冠麗魚(500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、紅鰭鮒及吉利慈鯛大多集中於天然棲地(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		延繩釣	長沉籠	電氣採捕	總計
	上午	下午				
外來種	192	139	28	755	2,666	3,780
原生種	2	6		368	972	1,348
總計	194	145	28	1,123	3,638	5,128

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		延繩釣	長沉籠	電氣採捕	總計
	上午	下午				
線鱧	108	92	27	11	271	509
斑駁尖塘鱧(筍殼魚)	3	1	0	37	98	139
紅鰭鮑	28	12	1	24	56	121
尼羅口孵非鯽(吳郭魚)	11	1	0	15	12	39
吉利慈鯛(吳郭魚)	30	10	0	48	412	500
橘色雙冠麗魚(吳郭魚)	11	21	0	400	68	500
雜交吳郭魚	0	2	0	6	49	57
絲鰭毛足鬥魚(三星鬥魚)	0	0	0	184	1,692	1,876
雙邊魚(玻璃魚)	0	0	0	27	2	29
蟾鬍鯰	1	0	0	2	3	6
食蚊魚	0	0	0	0	2	2
琵琶鼠魚	0	0	0	1	1	2
鯉魚	1	6	0	0	5	12
鰲條	1	0	0	342	659	1,002
臺灣石鮒	0	0	0	16	24	40
高體鰱鰻	0	0	0	1	4	5
鯽	0	0	0	0	122	122
鰻(烏魚)	0	0	0	0	4	4
花鰻鱺	0	0	0	1	2	3
黃鰱	0	0	0	0	17	17
鰕虎科	0	0	0	8	135	143
總計	194	145	28	1,123	3,638	5,128

資料來源：本研究。表格中灰色區域代表外來種魚類。

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	83	269	53	72	14	18	509
斑駁尖塘鱧(筍殼魚)	22	15	11	79	3	9	139
紅鰭鮑	25	52	19	13	5	7	121
尼羅口孵非鯽(吳郭魚)	0	16	7	5	10	1	39
吉利慈鯛(吳郭魚)	47	375	20	26	28	4	500
橘色雙冠麗魚(吳郭魚)	171	71	31	31	108	88	500
雜交吳郭魚	7	45	0	2	3	0	57
絲鰭毛足鬥魚(三星鬥魚)	144	334	421	945	28	4	1,876
雙邊魚(玻璃魚)	1	3	17	0	6	2	29
蟾鬍鯰	2	1	1	0	0	2	6
食蚊魚	1	0	0	1	0	0	2
琵琶鼠魚	1	0	0	0	1	0	2
鯉魚	2	4	5	1	0	0	12
鰲條	53	546	214	133	42	14	1,002
臺灣石鮒	7	10	1	16	2	4	40
高體鰱鰻	1	0	0	4	0	0	5
鯽	0	78	42	2	0	0	122
鰻(烏魚)	0	4	0	0	0	0	4
花鰻鱺	0	2	1	0	0	0	3
黃鰱	0	10	0	7	0	0	17
鰕虎科	7	28	8	100	0	0	143
總計	574	1,863	851	1,437	250	153	5,128

資料來源：本研究。表格中灰色區域代表外來種魚類。

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	405	104	509
斑駁尖塘鱧 (筍殼魚)	48	91	139
紅鰭鮒	96	25	121
尼羅口孵非鯽 (吳郭魚)	23	16	39
吉利慈鯛 (吳郭魚)	442	58	500
橘色雙冠麗魚 (吳郭魚)	273	227	500
雜交吳郭魚	52	5	57
絲鰭毛足鬥魚 (三星鬥魚)	899	977	1,876
雙邊魚(玻璃魚)	21	8	29
蟾鬍鯰	4	2	6
食蚊魚	1	1	2
琵琶鼠魚	1	1	2
鯉魚	11	1	12
鰲條	813	189	1,002
臺灣石鮒	18	22	40
高體鰱	1	4	5
鯽	120	2	3
鰻(烏魚)	4	0	17
花鰻鱺	3	0	4
黃鱔	10	7	122
鰕虎科	43	100	143
總計	3,288	1,840	5,128

資料來源：本研究表格中灰色區域代表外來種魚類。

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。本年度將於正規調查期間外增加小型延繩釣進行釣捕，主要以線鱧為捕獲種類。

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。執行期間共計釣捕339隻，其中以線鱧200隻最多，佔釣捕數量中的58.9%，吉利慈鯛(40隻)及紅鰭鮒(40隻)為次要捕獲的種類，橘色雙冠麗魚(32隻)則有增加的趨勢(表3-5)。本年度，上午的釣捕數為194隻，略高於下午捕獲數(145隻；表3-5)。

表 3-5 路亞釣法於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	108	92	200
斑駁尖塘鱧 (筍殼魚)	3	1	4
紅鰭鮒	28	12	40
尼羅口孵非鯽 (吳郭魚)	11	1	12
吉利慈鯛 (吳郭魚)	30	10	40
橘色雙冠麗魚	11	21	32
雜交吳郭魚	0	2	2
蟾鬍鯰	1	0	1
鯉魚	1	6	7
鰲條	1	0	1
總計	194	145	339

資料來源：本研究。表格中灰色區域代表外來種魚類。

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)，捕獲最多線鱧的樣區為天然草澤區的龍2樣區(56隻)，特別的是龍4(46隻)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(表3-6)。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
線鱧	40	56	31	46	9	18
斑駁尖塘鱧 (筍殼魚)	0	0	3	0	0	1
紅鰭鮒	6	5	13	7	4	5
尼羅口孵非鯽 (吳郭魚)	0	4	5	1	1	1
吉利慈鯛 (吳郭魚)	0	7	18	11	3	1
橘色雙冠麗魚	12	2	14	4	0	0
雜交吳郭魚	0	0	0	2	0	0
蟾鬍鯰	0	1	0	0	0	0
鯉魚	2	0	5	0	0	0
鰲條	0	0	1	0	0	0
總計(隻)	60	75	90	71	17	26

資料來源：本研究。表格中灰色區域代表外來種魚類。

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1,123隻，其中以橘色雙冠麗

魚(400隻)最多，鯨條(342隻)為次要捕獲的種類，針對主要移除對象—斑駁尖塘鱧，以龍1(10隻)、龍3(8隻)及龍6(8隻)為主要的捕獲地點(表3-7)。

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	6	0	0	0	5	0	11
斑駁尖塘鱧 (筍殼魚)	10	4	8	4	3	8	37
紅鰭鮒	6	5	6	4	1	2	24
尼羅口孵非鯽 (吳郭魚)	0	4	2	0	9	0	15
吉利慈鯛 (吳郭魚)	8	6	2	4	25	3	48
橘色雙冠麗魚 (吳郭魚)	138	25	17	24	108	88	400
雜交吳郭魚	0	3	0	0	3	0	6
絲鰭毛足鬥魚 (三星鬥魚)	72	76	4	0	28	4	184
雙邊魚(玻璃魚)	0	2	17	0	6	2	27
琵琶鼠魚	0	0	0	0	1	0	1
蟾鬍鯪	0	0	0	0	0	2	2
鯨條	27	66	103	90	42	14	342
臺灣石鮒	5	4	1	0	2	4	16
高體鱗魮	1	0	0	0	0	0	1
蝦虎科	0	0	8	0	0	0	8
花鰻鱺	0	0	1	0	0	0	1
總計	273	195	169	126	233	127	1,123

資料來源：本研究。表格中灰色區域代表外來種魚類。

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。今年由於調查期間龍5及龍6有堤防工程正在進行，且工程所產生的震動會影響魚類，使得魚類遠離震動區，因此龍5及龍6並無執行電氣採捕的工作。電氣採捕法為各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3,638隻，其中包括原生種972隻及外來種2,666隻。外來種魚類中，電氣採捕法以絲鰭毛足鬥魚捕獲最多(1,692隻)，吉利慈鯛(412隻)及線鱧(271隻)為次要捕獲的種類；各樣區中，以龍2及龍4為主要的捕獲數較多的樣區(表3-8)。針對主要標的物種線鱧及斑駁尖塘鱧共計捕獲271隻及98隻，各樣區中以龍1及龍2捕獲線鱧數量較多；斑駁尖塘鱧則以龍4有較多的數量。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46.5%為捕獲比例最高的外來種魚類，其次為鯨條(18.1%)、吉利慈鯛(11.3%)、線鱧(7.5%)、其它吳郭魚(3.5%)，其它吳郭魚包括尼羅口孵非鯽、橘色雙冠麗魚及雜交吳郭魚，圖3-1)。

表 3-8 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	36	187	22	26	-	-	271
斑駁尖塘鱧 (筍殼魚)	12	11	0	75	-	-	98
紅鰭鮒	12	42	0	2	-	-	56
尼羅口孵非鯽 (吳郭魚)	0	8	0	4	-	-	12
吉利慈鯛 (吳郭魚)	39	362	0	11	-	-	412
橘色雙冠麗魚 (吳郭魚)	21	44	0	3	-	-	68
雜交吳郭魚	7	42	0	0	-	-	49
絲鰭毛足鬥魚 (三星鬥魚)	72	258	417	945	-	-	1,692
雙邊魚(玻璃魚)	1	1	0	0	-	-	2
蟾鬍鯰	1	0	0	1	-	-	2
食蚊魚	1	0	0	0	-	-	1
琵琶鼠魚	2	0	1	0	-	-	3
鯉魚	0	4	0	1	-	-	5
鯊條	26	480	110	43	-	-	659
臺灣石鮒	2	6	0	16	-	-	24
高體鰱鯪	0	0	0	4	-	-	4
鯽	0	78	42	2	-	-	122
鰻(烏魚)	0	4	0	0	-	-	2
花鰻鱺	0	2	0	0	-	-	4
黃鰱	0	10	0	7	-	-	17
鰕虎科	7	28	0	100	-	-	135
總計	239	1,567	592	1,240	-	-	3,638

資料來源：本研究。"—龍 5 及龍 6 並無執行電氣採捕的工作。表格中灰色區域代表外來種魚類。

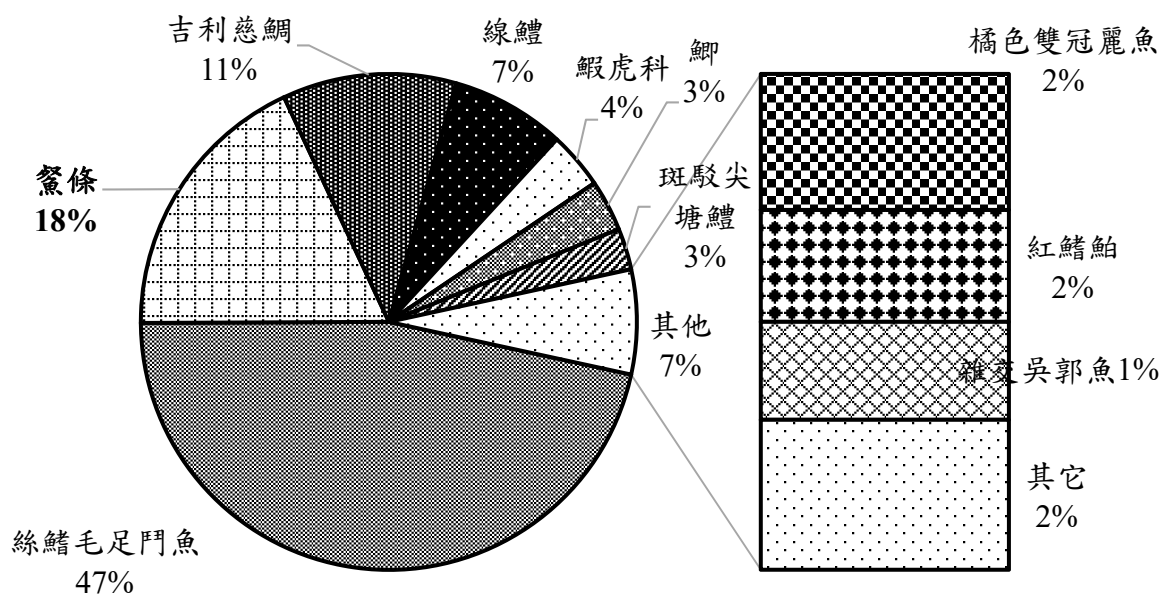


圖 3-1 電氣採捕法捕獲不同外來魚類之數量比例圖

資料來源：本研究。

4.小型延繩釣法

本年度計畫除利用路亞釣捕、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之外，亦於正規調查期間外增加小型延繩釣進行釣捕。修正 106 年及 107 年使用 50m 長，2.5cm 的大型鉤，每條延繩釣 10 鉤延繩釣組，今年改以 10m 延繩釣，1.5cm 小型鉤，每條延繩釣 5 鉤之小型延繩釣組進行試驗。並將小型延繩釣組放置於淺水區。本年度共計進行四次調查，每次 4 組小型延繩釣組共計鉤次為 80 鉤，共捕獲 27 隻線鱧及 1 隻紅鰭鮎，其每鉤捕獲率約 35.0%(表 3-9)。相較於 106 年及 107 年大型延繩釣，小型延繩釣組有較高的捕獲效率 (λ^2 test, $p < 0.05$)。

表 3-9 106 年、107 年、111 年及 112 年延繩釣法捕獲比較

年度	延繩釣鉤大小 (cm)	延繩釣組長 (m)	放置水深 (m)	放置 鉤數	放置位置	捕獲數 (隻)	每鉤捕獲率 (%)
106	2.5	50	1~2	240	草澤外 5m	19	7.9
107	2.5	50	1~2	240	草澤外 5m	11	4.6
111	1.5	10	0.3~0.5	40	草澤外 1m	19	47.5
112	1.5	10	0.3~0.5	80	草澤外 1m	28	35.0

資料來源：本研究。

第三節 不同外來種魚類移除成效分析

1.線鱧

線鱧為掠食性魚種，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。本次共移除線鱧 509 隻，其中電氣採捕法捕獲 271 隻及路亞釣捕所捕獲 200 隻最多(表 3-2)。其中移除數量以龍 1 及龍 2 等草澤較多的天然樣區為主要捕獲的區域(表 3-3)。經由不同樣區捕獲數量及體型分布結果顯示(表 3-10)，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 3-10 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	2	73	0	0	0	0	75
10-20	2	5	9	15	2	0	33
20-30	17	73	12	16	1	2	121
30-40	28	50	10	23	4	5	120
40-50	28	43	12	11	2	7	103
50-60	6	21	9	6	4	4	50
>60	0	4	1	1	1	0	7
總計	83	269	53	72	14	18	509

資料來源：本研究。

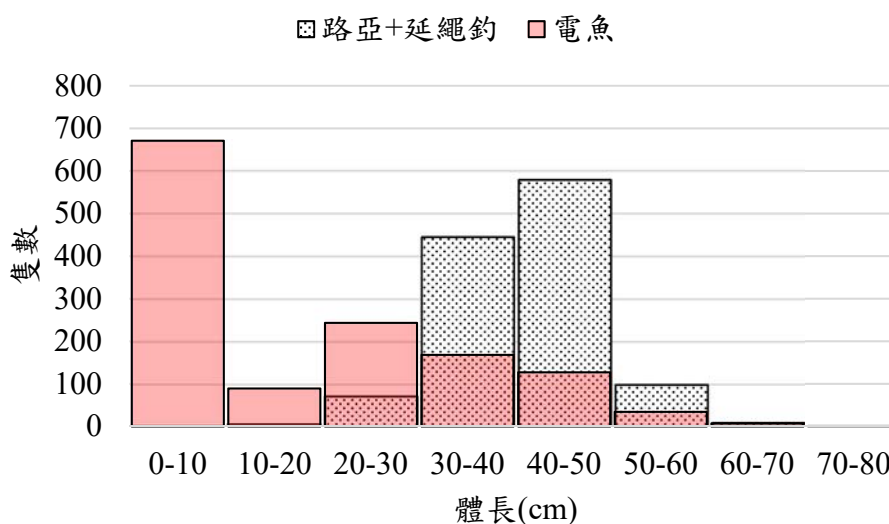


圖 3-2 線鱧於路亞及延繩釣釣捕與電氣採捕法捕獲體長之區間分布圖

資料來源：本研究。

2. 斑駁尖塘鱧

斑駁尖塘鱧屬於掠食性的魚種，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℃，最適生長溫度為 25~30℃，屬一年多次生魚類，每年 4~11 月為繁殖期，5~7 月為高峰期。本次共移除斑駁尖塘鱧 139 隻，採捕方

式大多以電氣採捕法(捕獲 98 隻)為主，長沉籠(37 隻)次之(表 3-2)。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，電氣採捕法於龍 4 時則有較好的移除效率(表 3-7；表 3-8)。

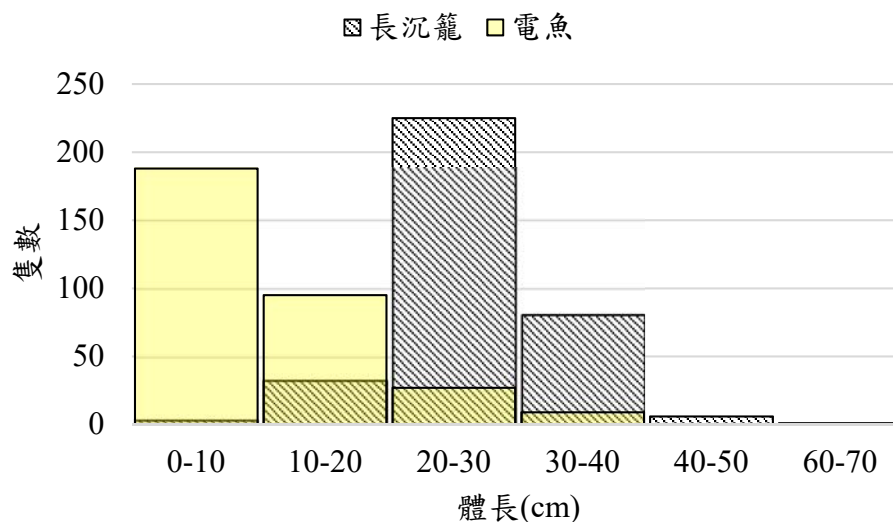


圖 3-3 斑駁尖塘鱧於長沉籠法與電氣採捕法捕獲體長之分布圖

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 1,096 隻，其中採捕方式大多以電氣採捕法(541 隻)及長沉籠(469 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℃，低於 10℃ 或高於 40℃ 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 及龍 2 等天然棲地，其種類又以吉利慈鯛及橘色雙冠麗魚為最多。經 106 年至 112 年吳郭魚捕獲數

數有逐年增加的狀況。此外，109 年開始捕捉橘色雙冠麗魚後，其捕獲比例亦有增加的狀況(圖 3-4)。橘色雙冠麗魚，又被稱為紅魔鬼魚，原產於中美洲的雜食性魚類，主要以小魚與大型無脊椎動物為主要的攝食對象。也因為橘色雙冠麗魚多以肉食性為主，對水域生態的影響高過於其它吳郭魚。因此，橘色雙冠麗魚數量變化亦為後續幾年應該觀察的重點。

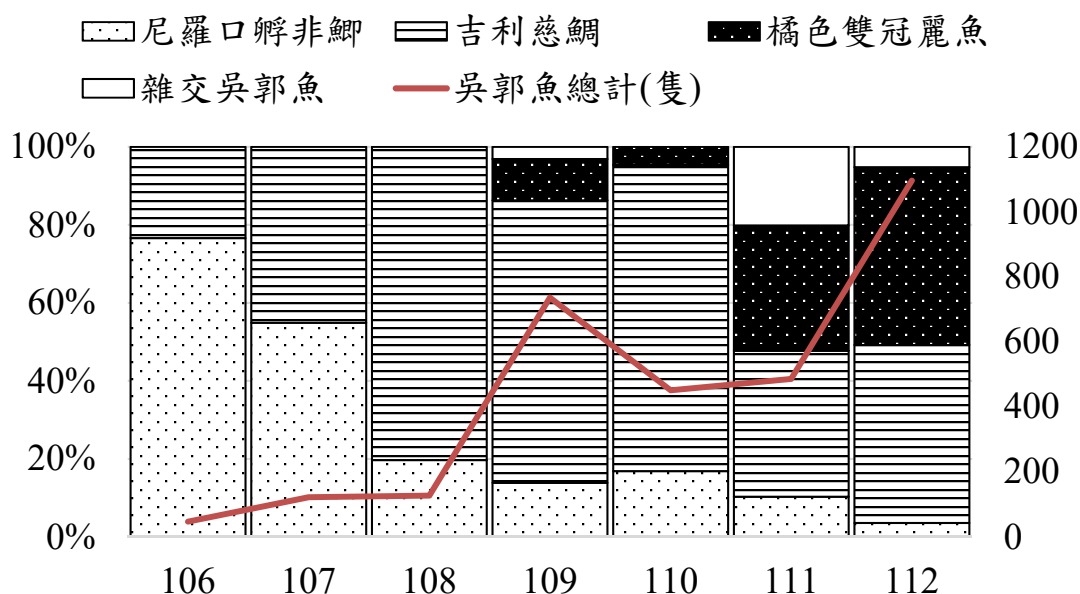


圖 3-4 106 至 112 年捕獲吳郭魚(吉利慈鯛、尼羅口孵非鯽、雜交吳郭魚及橘色雙冠麗魚)百分比組成
資料來源：本研究。

4. 紅鰭鮒

經以往資料顯示，龍鑾潭中的紅鰭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。本次共移除 121 隻，其中採捕方式大多以電氣採捕法(56 隻)及路亞釣捕(40 隻)有較多的捕獲方式。紅鰭鮒路亞釣捕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，建議紅鰭鮎移除應以電氣採捕法及路亞釣捕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。本次共移除絲鰭毛足鬥魚 1,876 隻，以電氣採捕法(1,692 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。

第四節 歷年不同捕獲方式捕獲之比較

不同捕獲方式捕獲之數量結果顯示，電氣採捕法為一個高效率的移除方式(圖3-5)。各項方式中，延繩釣法及路亞釣法主要捕獲線鱧、吳郭魚及紅鰭鮎較多；電氣採捕法則以絲鰭毛足鬥魚、吳郭魚、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、吳郭魚及臺灣石鮒捕獲較多(圖3-6)。

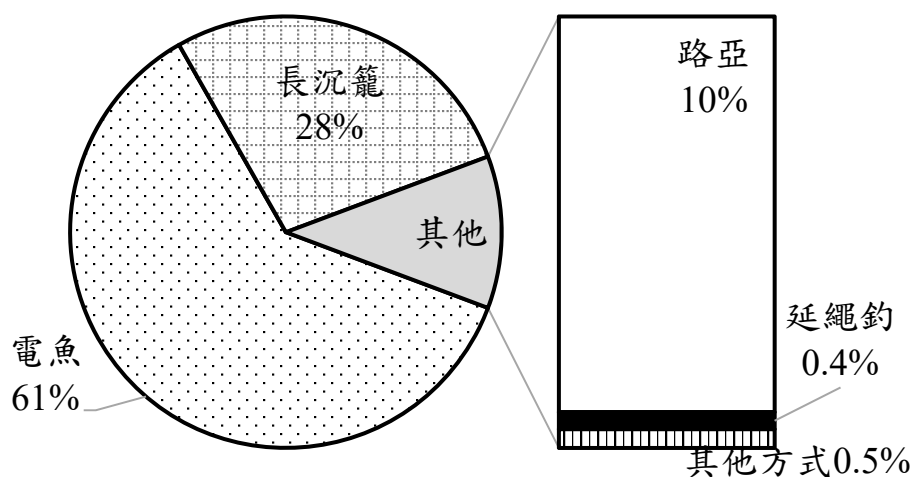


圖 3-5 不同方式捕獲數量百分比
資料來源：本研究。

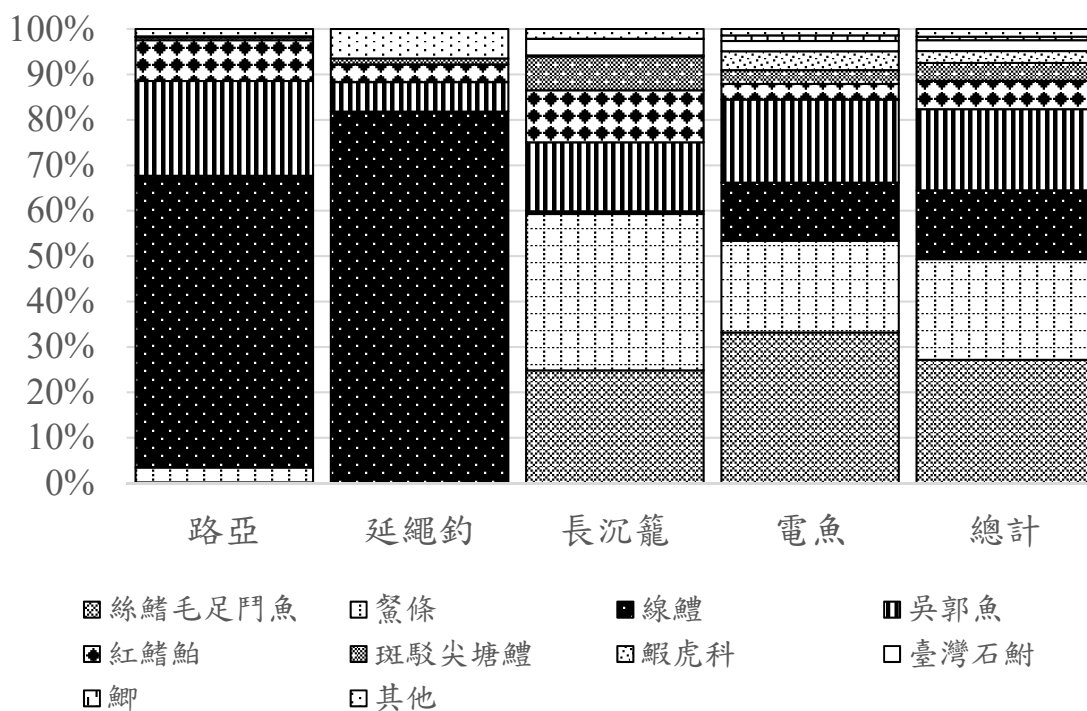


圖 3-6 不同方式捕獲種類之數量百分比

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(延繩釣每次放置100鈎之鈎組，路亞以每個人每次的捕獲數，長沉籠每次每個籠具捕獲數，電魚(電氣採捕)每次1組人，1組以3人為主)。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、110年、111年及112年分別設置釣捕人員6位、9位、9位、10位、9位、6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/次進行呈現，延繩釣以隻/10鈎/次之鈎組做為資料呈現的方式。此外，109年開始增加電氣採捕法，109年度電氣採捕法共使用2組人員進行，110年至112年僅使用1組人員，每組編列人數為3人，資料以隻/組/次做為後續比較之方式。

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年及111年與107至110年及112年捕獲數量上有顯著差異；另一方面，長沉籠捕獲隻數中，106年、109年與112年有較高的捕獲數；相較於106年及107年大型延繩釣，111年及112年小型延繩鈎組有較高的捕獲效率 ($p < 0.05$ ，表 3-11)。

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，因此使該年度有較好的捕獲數(表3-12)；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(表3-13)。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38-126隻，斑駁尖塘鱧11-25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(表3-12，表3-13)。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(第三章第三節)。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

同時捕獲不同時期之線鱧及斑駁尖塘鱧，並且可以更有效抑制其族群增加。

表 3-11 歷年不同採捕方式捕獲數量

年度 採捕方式	106 年	107 年	108 年	109 年	110 年	111 年	112 年
路亞 (隻/人/次)	2.5±1.1 ^a	8.9±4.2 ^b	8.6±2.3 ^b	10.0±1.7 ^b	8.2±3.6 ^b	3.0±2.2 ^a	9.4±3.7 ^b
長沉籠 (隻/籠/次)	23.9±32.4 ^a	10.1±7.3 ^b	15.1±10.1 ^b	37.4±39.2 ^a	12.9±7.9 ^b	15.7±5.2 ^b	32.3±6.8 ^a
延繩釣 (隻/10 鈎/次)	0.8±0.8 ^a	0.5±0.5 ^a	-	-	-	6.3±8.4 ^b	4.7±5.5 ^b
電氣採捕 (隻/組/次)	-	-	-	892±258 ^a	423±242 ^b	422±283 ^b	913±795 ^a

註：“-”為未使用該採捕方式；a,b 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。111 及 112 年延繩釣改為小型延繩釣組。

表 3-12 歷年不同採捕方式線鱧捕獲數量

年度 採捕方式	106 年	107 年	108 年	109 年	110 年	111 年	112 年
路亞 (隻/人/次)	0.8±0.3 ^a	5.6±4.5 ^b	3.8±1.9 ^b	8.0±1.7 ^{bc}	6.4±3.4 ^b	1.9±1.6 ^{ab}	5.6±3.2 ^b
長沉籠 (隻/籠/次)	0.1±0.1	0.2±0.4	0	0.1±0.2	0.2±0.3	0	0.3±0.4
延繩釣 (隻/10 鈎/次)	0.4±0.6 ^a	0.5±0.5 ^a	-	-	-	6.0±7.8 ^b	4.5±5.7 ^c
電氣採捕 (隻/組/次)	-	-	-	38±38 ^a	66±26 ^{ab}	126±130 ^b	68±26 ^{ab}

註：“-”為未使用該採捕方式；a,b,c 為利用 one-way ANOVA-Duncan 分析不同年間線鱧之差異分組；延繩釣部分 106 年及 107 年使用 50m 長，2.5cm 的大型鈎，每條延繩釣 10 鈎延繩釣組，111 改以 10m 延繩釣，1.5cm 小型鈎，每條延繩釣 5 鈎之小型延繩釣組進行試驗；資料來源：本研究。

表 3-13 歷年不同採捕方式斑駁尖塘鱧捕獲數量

年度 採捕方式	106 年	107 年	108 年	109 年	110 年	111 年	112 年
路亞 (隻/人/次)	0	0.1±0.1	0.1±0.1	0.2±0.2	0.2±0.2	0.1±0.1	0.1±0.2
長沉籠 (隻/籠/次)	0.8±0.4 ^c	1.4±0.8 ^b	0.5±0.3 ^c	3.3±3.6 ^{ab}	1.4±0.7 ^b	0.8±0.4 ^c	1.0±0.9 ^b
延繩釣 (隻/100 鈎)	0	0	-	-	-	0.3±0.8	0
電氣採捕 (隻/組/次)	-	-	-	14±12 ^{ab}	21±7 ^b	11±7 ^a	25±26 ^{bc}

註：“-”為未使用該採捕方式；a,b,c 為利用 one-way ANOVA-Duncan 分析不同年間斑駁尖塘鱧之差異分組；延繩釣部分 106 年及 107 年使用 50m 長，2.5cm 的大型鈎，每條延繩釣 10 鈎延繩釣組，111 改以 10m 延繩釣，1.5cm 小型鈎，每條延繩釣 5 鈎之小型延繩釣組進行試驗；資料來源：本研究。

第五節 歷年外來魚類移除數量之變化

本計畫由106年至112年期間進行的外來種魚類移除，移除期間共計捕獲外來魚種12,229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2,597隻及681隻(表3-14、表3-15)。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、橘色雙冠麗魚、雜交吳郭魚與尼羅口孵非鯽(後簡稱:吳郭魚)、絲鰭毛足鬥魚、雙邊魚、琵琶鼠魚、蟾鬚鯰及境內移入外來種—紅鰭鮨等其它9種外來種魚類。歷年外來種移除工作以109年及112年捕獲數為最高，其主要原因為109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；此外，肉食性為主的橘色雙冠麗魚也是近年需要關注的外來魚種(詳見第三章 第三節，圖3-7，表3-15)，它們在106年出現後，109年數量急遽上升。雖然，歷年移除共移除1,066隻紅鰭鮨及3,065隻吳郭魚(表3-15)，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。因此，仍應加強宣導民眾正確的觀念，由環境教育的源頭，減少民眾進行放生行為，才是解決外來種影響的根本工作。

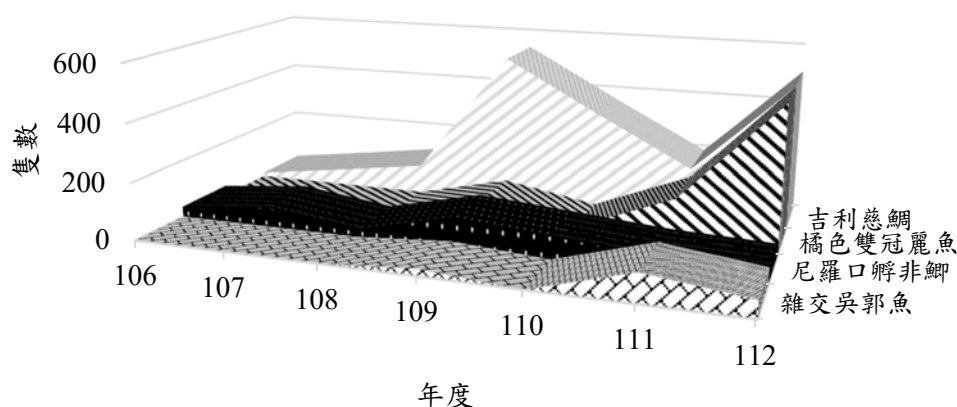


圖 3-7 不同種類吳郭魚不同年度捕獲數量比較

資料來源：本研究。

表 3-14 106 年至 112 年移除成果(隻)

種類\民國年	106	107	108	109	110	111	112	總計
外來種	557	613	471	3,105	1,819	1,837	3,780	12,230
原生種	110	101	378	1,898	632	488	1,348	4,907
總計	667	714	849	5,003	2,451	2,325	5,128	17,137

資料來源：本研究。

表 3-15 歷年捕獲種類及數量(隻)

種類\民國年	106	107	108	109	110	111	112	總計
線鱧	40	220	136	624	501	567	509	2,597
斑駁尖塘鱧(筍殼魚)	18	54	31	244	119	76	139	681
紅鰭鮪	198	155	48	266	112	166	121	1,066
尼羅口孵非鯽(吳郭魚)	36	67	25	102	76	50	39	395
吉利慈鯛(吳郭魚)	11	55	102	533	354	182	500	1,737
橘色雙冠麗魚(吳郭魚)	0	0	0	78	21	156	500	755
雜交吳郭魚(吳郭魚)	0	0	0	23	0	98	57	178
絲鰭毛足鬥魚(三星鬥魚)	253	62	125	1,188	611	538	1,876	4,653
孔雀花鱗	0	0	0	13	0	0	0	13
食蚊魚	0	0	0	21	3	0	2	26
雙邊魚	1	0	1	6	15	4	29	56
琵琶鼠魚	0	0	2	3	6	0	2	13
蟾鬍鯰	0	0	1	3	1	0	6	11
四脊滑螯蝦	0	0	0	1	0	0	0	1
鯉魚	7	7	6	10	11	7	12	60
鰲條	98	85	301	1,478	412	422	1,002	3,798
臺灣石鮒	2	8	57	160	111	31	40	409
高體鯉	2	0	4	14	22	13	5	60
鯽	1	1	3	6	0	2	122	135
鰻(烏魚)	0	0	1	0	0	0	4	5
綠背龜鮫	0	0	5	0	0	0	0	5
花鰻鱺	0	0	0	12	1	0	3	16
褐塘鱧	0	0	0	2	0	0	0	2
黃鱔	0	0	0	2	1	0	17	20
鰕虎科	0	0	1	214	74	13	143	445
總計	667	714	849	5,003	2,451	2,325	5,128	17,137

資料來源：本研究。

ABC curves (豐度生物量比較曲線 abundance biomass comparison curves)可以分析不同干擾情況下生物群聚的反應，成為監測生態的重要指標(Yemane et al., 2005)。ABC curves 主要以單一物種或群聚的豐度及生物量曲線進行比較，並將其比值W值作為單一物種或群聚受緊迫的指標。當W值 >0 時，代表其單一物種或群聚呈現未受緊迫的穩定狀態；若W值趨近0時，豐度及生物量比較曲線又出現交叉時，代表其族群緊迫較不明顯或輕度緊迫的情況；W值 <0 時，代表其單一物種或群聚呈現受較高度的緊迫 (Yemane et al., 2005)。電氣採捕法是外來種魚類採捕方式中大量捕獲線鱧及斑駁尖塘鱧的幼體的方式，促使這兩種掠食性物種的幼體在龍鑾潭內的數量大幅度的減少，進而有效抑制成魚的數量。為了探討電魚前後對外來種線鱧及斑駁尖塘鱧族群抑制的效果，以及原生物種鰲條的恢復的狀態。本計畫以ABC curves分析電魚前後，鰲條、線鱧及斑駁尖塘鱧族群受干擾的情況(表3-16)。

經由ABC curves顯示，鰲條在電氣採捕法執行前到執行後，W值為-0.094(緊迫)變為0.005(輕度緊迫)；線鱧的W值則由0.011(輕度緊迫)變為-0.047(緊迫)；斑駁尖塘鱧的W值則由0.101(未受緊迫)變為-0.001(輕度緊迫)。其結果顯示，開始執行電氣採捕法後，對外來種的線鱧及斑駁尖塘鱧兩族群造成明顯的干擾狀況。同時也可能由於具掠食性的外來種線鱧及斑駁尖塘鱧族群受到抑制，使得原生物種鰲條族群有明顯恢復的狀態。經七年的ABC curves分析結果顯示，電氣採捕法是大量捕獲線鱧及斑駁尖塘鱧的幼體的方式，同時已具有有效抑制該族群的功能，此外，也減緩掠食性外來魚種對原生魚種族群的壓力。

表 3-16 電魚前後 ABC curves W 值變化

物種名\W 值	電魚前	電魚後	註
線鱧	0.011	-0.047	下降
斑駁尖塘鱧 (筍殼魚)	0.101	-0.001	下降
紅鰭鮒	-0.096	0.011	增加
吳郭魚*	-0.034	-0.031	持平
絲鰭毛足鬥魚 (三星鬥魚)	0.104	-0.02	下降
鰲條	-0.094	0.005	增加
臺灣石鮒	-0.002	0.021	增加
高體鱒鮒	-0.016	0.026	增加

*吳郭魚為為吉利慈鯛、尼羅口孵非鯽、雜交吳郭魚及橘色雙冠麗魚的總和

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 4 次移除工作，每次移除工作共進行三天兩夜外來種魚類移除。為了不干擾候鳥至龍鑾潭度冬，其移除時間已於 7 月底前完成。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。

計畫於 4 月 1 日至 7 月 17 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 70 人次參與，共計捕獲 5,128 隻魚類，其中外來種 3,780 隻，原生種 1,348 隻。不同調查方式中移除外來種以電氣採捕法捕獲隻數 2,666 隻最多，長沉籠法捕獲 755 隻為次之，路亞釣法捕獲 331 隻及延繩釣捕獲 28 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、線鱧、吉利慈鯛、斑駁尖塘鱧、鰕虎科及鰲條捕獲較多；長沉籠則以橘色雙冠麗魚、鰲條及絲鰭毛足鬥魚捕獲較多。目標外來種魚類線鱧及斑駁尖塘鱧本年度分別移除 509 隻及 139 隻，各項外來種魚類移除成效分述如下：

- 線鱧移除部分。本次共移除線鱧 509 隻。其中，路亞釣捕所捕獲 200 隻，電氣採捕法捕獲 271 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。本次共移除斑駁尖塘鱧 139 隻，採捕方式大多以電氣採捕法(捕獲 98 隻)及長沉籠(37 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 1,096 隻，其中採捕方式大多以長沉籠(469 隻)及電氣採捕法(541 隻)為主要的捕獲方式。若以電氣採捕法為主再配合長沉籠，應該可以有效抑制其族群數量。
- 紅鰭鮒移除部分。本次共移除 121 隻，其中採捕方式大多以電氣採捕法(56 隻)及路亞釣捕(40 隻)為較多的捕獲方式。建議紅鰭鮒移除應以電氣採捕法及路亞釣捕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。本次共移除絲鰭毛足鬥魚 1,876 隻，以電氣採捕法(1,692 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。

經ABC curves分析結果顯示，電氣採捕法是大量捕獲線鱧及斑駁尖塘鱧的幼體的方式，同時也具有有效抑制該族群功能，此外，也減緩掠食性外來魚種對原生魚種族群的壓力。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：屏東農田水利署屏東管理處、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，特別是106年後出現的橘色雙冠麗魚更是近年人為放生新增加的外來種魚類。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。

此外，龍鑾潭外來種魚類移除目前有顯著的成果，也是國內移除工作中鮮有學術論文發表的計畫。建議可將其成果作為環境教育宣導宣傳影片或是文宣進行宣傳。

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：屏東農田水利署屏東管理處、其他相關單位

說明：

1. 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，再配合及電氣採捕法共同進行時，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。
2. 本年度計畫除了利用路亞釣捕、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之外，亦於正規調查期間外增加小型延繩釣進行釣捕。其結果顯示，相較於106年及107年大型延繩釣，小型延繩釣組有較高的捕獲效率。建議爾後進行外來魚種移除時，在人力許可下，亦可增加小型延繩釣協助釣捕工作。

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来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。
- 陳義雄、黃世彬、劉建泰。2010。臺灣外來入侵種淡水魚。國立臺灣海洋大學。基隆市。84-85 頁。
- 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。
- 黃大駿、梁世雄、邱郁文、左承偉。2021。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。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。2022。111 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。2021。110-111 年度龍鑾潭與南仁湖兩處國家級重要濕地基礎調查計畫。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。
- Caughley, G., A. Gunn. 1996. Conservation Biology in theory and practice. Blackwell Science: Cambridge, USA.
- 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.
- Shih-Hsiung Liang, Cheng-Da Tsai, Yuh-Wen Chiu, Ya-Ling Huang, Da-Ji Huang, Optimal time of year and fishing methods for controlling exotic fishes in Longluan Lake, Taiwan. *Journal of Environmental Biology* 43(4):544-550
- Yemane et al.,2005. Exploring the effects of fishing on fish assemblages using Abundance Biomass Comparison (ABC) curves. *CES Journal of Marine Science*, 62(3): 374–379.

2. 相關網站

GISD Global Invasive Species Database (2023).

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

FishBase (2023) <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	服務廠商綜合回應	修改頁數
<p>徐委員茂敬：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 外來種每年進行移除，一開始似乎頗有成效，但 109 年開始外來種數量卻又逐年增加，是否移除方法、頻度有所不同致成效受影響。 2. 龍鑾潭是臺灣 12 大濕地之一。 3. 名稱宜一致(絲鰭毛足鬥魚、三星毛足鱸)。 	<p>服務廠商綜合回應</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 報告委員，這幾年團隊移除線鱧及斑駁尖塘鱧，但是這幾年變多的主要是，有幾位民眾在放紅魔鬼(外來種紅色吳郭魚)。 2. 龍鑾潭是 12 大濕地之一並非指國家及重要濕地會再修正。 3. 俗名和學名會統一。 	<p>修改頁數</p> <p>P1 P9 表 1-3</p>
<p>詹委員宜紋：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 今年電魚法增加龍 5 樣區，該區草澤地較少，其捕捉效益是否可達預期。 2. 長沉籠放置於白天與夜間的捕捉標的是否不同？ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 報告委員，去年在濕地北側發現草澤有明顯增加的狀況。在去年最後一次曾經進行該處的電捕，發現該處躲藏不少的線鱧。因此，今年開始在這區進行電氣採捕。 2. 報告委員，以往試驗主要以隔夜放置為主，先前 106 年及 107 年的研究中顯示上午放置長沉籠與下午放置長沉籠，標的物種的捕捉效率均不會造成太大的影響。 	
<p>陳委員玄武： 建議招募在地人培訓。</p>	<p>謝謝委員建議。</p>	
<p>曾委員添丁： 已進行 6 年的移除外來種魚類工作，是否考慮納入環境教育模式，將在地社區民眾及專業人士參與路亞釣，如此可讓大眾知道本處的長期工作，大眾參與也讓在地人採捕受到監督壓力。並非指一直辦活動而是培訓在地人為常態性參與，大眾之參與應以公益性出發。</p>	<p>謝謝委員建議，在地協力及專家協助，需詳細討論教育訓練，以進行有效率的釣捕。今年若管處有其他經費支持來辦理，環教及釣捕協助的部分團隊均可協助幫忙。有關在地協力及專家規劃需要更細緻的規劃。</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	修改頁數
<p>徐委員茂敬：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. P30表3-14中，112年外來種移除數量3780隻與P33結論所述3792隻不同。 2. 管理員反映移除期間可否避開連續假期，船隻來往造成自然中心遊客之干擾和疑惑。 3. 琵琶鼠魚繁殖能力是否很強，為何有的年度有，有時無？ 4. 烏魚是淡水魚或海水魚，為何會存活於龍鑾潭。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 謝謝委員，該部份為團隊資料誤植，故會將其修正。誤植原因，主要為鯉魚早期的文獻曾將臺灣的鯉魚視為外來引入種(陳與方，1999)，但是最近的研究文獻(陳與張，2005；陳等，2010)並沒有將鯉魚列為臺灣的外來入侵魚種。按鄰近的日本亦已證實存在原生的鯉魚，而鄰近臺灣的福建也是鯉魚的原生分布區域，因此將鯉魚視為臺灣原生魚種。 2. 謝謝委員提醒，外來種移除工作需要大量的人力。因此，於連續假日的期間才能找到足夠協助的人力。 3. 目前團隊推測，琵琶鼠魚雖然繁殖能力是很強，但是由於線鱧的競爭使其數量受到抑制。 4. 報告委員，烏魚跟豆仔魚會在大雨的時候順著水道進入龍鑾潭。再加上，這兩類的魚隻都可以在低鹽度的水體中存活，所以在調查的其間會偶爾發現它們的蹤跡。 	<p>表3-14(P30)</p>
<p>陳委員玄武：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 若之後沒有經費支持計畫，管處是否有能力來執行？ 2. W值變小，移除數量今年較多，如何解讀？ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 團隊建議，若管處經費不足時可以訓練志工放置延繩釣跟長沉籠進行移除工作。 2. 報告委員，在移除過程中通常可以發現移除族群個體漸漸變小。W值的計算主要跟族群的豐度及體重有明顯的關係。因此，當捕捉數變多時個體體重變小，W值就會出現下降的狀況。 	

<p>3. 是否能以生殖方式來控制成魚再移除成魚？</p>	<p>3. 報告委員，目前的荷爾蒙的生殖抑制劑專一性較弱，所以要造成線鱧及斑駁尖塘鱧生殖影響時其它的原生物種均會受到損傷。因此，不建議使用這的方式。</p>	
<p>詹委員宜紋： 1. 電氣捕獲與水位高低有相關，建議補充每次工作時的水位資料。 2. 近年橘色雙冠麗魚等吳郭魚放生增加，其原因是宗教放養或是垂釣？養殖放養？ 3. 目前採用的捕捉方法大多離岸邊不遠處，是否有其他方式可以試在湖中心捕捉。</p>	<p>1. 調查期間的水位團隊均有紀錄，該部分可以於報告中增加。 2. 報告委員，團隊目前推測，橘色雙冠利魚及斑駁尖塘鱧為人為養殖放養；線鱧為垂釣放養。 3. 報告委員，102年、106年及107年均曾經於湖中心處進行延繩釣及刺網捕捉。三年下來兩方式的捕獲總數量分別為7、19及11隻，與湖周圍進行路亞釣捕的捕獲數有十倍以上差異。也因為需要4位人力進行，效益又偏低，故於108年後去除湖中心捕捉工作，將其人力配置於湖周圍的路亞釣捕。調查期間的水位團隊均有紀錄，該部分可以於報告中增加。</p>	<p>水位紀錄增列於 P15</p>