國立台東大學生命科學研究所

碩士論文

Department of Life Science National Taitung University Master’s thesis

指導教授：劉炯錫　博士

Advisor：Dr. Chiung-His Liu

水利工程對台東地區達魯瑪克部落國利嘉溪魚蝦類生態影響之研究

The study of hydraulic engineering impacts upon the fishes and shrimps of Lika Stream, Taromak Tribal Nation, Taitung district, Taiwan

研 究 生： 馮震鈞 撰

Graduate student：Chen-Chun Feng

中華民國一○八年一月

國立臺東大學
學位論文考試委員審定書

系所別：生命科學系碩士班

本班 馮震鈞 君

所提之論文「水利工程對台東地區達魯瑪克部落國利嘉溪魚蝦類生態影響之研究」

業經本委員會通過合於 ■ 碩士學位論文 □ 博士學位論文 條件

論文學位考試委員會：

黃光瀛
（學位考試委員會主席）

李偉俊

劉炯錫
（指導教授）

論文學位考試日期： 108 年 1 月 19 日

國立臺東大學

附註：1. 本表一式二份經學位考試委員會簽後，送交系所辦公室及註冊組或進修部存查。
2. 本表為日夜學制通用，請依個人學制分送教務處或進修部辦理。

國立臺東大學博、碩士學位論文授權書

本授權書所授權之論文為本人在 國立臺東大學 生命科學 系(所)

______組 107 學年度第 1 學期取得 碩 士學位之論文。

論文名稱：水利工程對台東地區達魯瑪克部落國利嘉溪魚蝦類生態影響之研究

本人具有著作財產權之論文全文資料，授權予下列單位：

同意	不同意	單 位
☑	☐	國家圖書館
☑	☐	本人畢業學校圖書館
☑	☐	與本人畢業學校圖書館簽訂合作協議之資料庫業者

得不限地域、時間與次數以微縮、光碟或其他各種數位化方式重製後散布發行或上載網站，藉由網路傳輸，提供讀者基於個人非營利性質之線上檢索、閱覽、下載或列印。

☐同意 ☐不同意 本人畢業學校圖書館基於學術傳播之目的，在上述範圍內得再授權第三人進行資料重製。

電子檔公開時程

立即公開	一年後公開	二年後公開	三年後公開
✓			

本論文因申請專利或發表(未申請者本條款請不予理會)需延後公開，依「教育部100年7月1日臺高(二)字第1000108377號函」，延後公開合理期限最多不超過五年。

☐ 本論文已申請專利並檢附證明，專利申請案號：________________

☐ 本論文準備以上列論文投稿期刊。

延後公開日期：民國______年______月______日。

上述授權內容均無須訂立讓與及授權契約書。依本授權之發行權為非專屬性發行權利。依本授權所為之收錄、重製、發行及學術研發利用均為無償。上述同意與不同意之欄位若未勾選，本人同意視同同意授權。

指導教授姓名： 劉炯錫 (親筆簽名)

研究生簽名： 馮震鈞 (親筆正楷)

學　　號： 10100805 (務必填寫)

日　　期：中華民國 108 年 1 月 31 日

1. 本授權書（得自 http://portal.lib.nttu.edu.tw/lp.asp?CtNode=714&CtUnit=148&BaseDSD=52&mp=1&xq_xCat=10 下載）請以黑筆撰寫並影印裝訂於書名頁之次頁。
2. 依據 91 學年度第一學期第一次教務會議決議：研究生畢業論文「至少需授權學校圖書館數位化，並至遲於三年後上載網路供各界使用及校內瀏覽。」

授權書版本:2018/03/16

摘要

利嘉溪提供台東市地區主要自來水及農業灌溉用水源。本研究於2018年5月13日至2018年7月22日間於利嘉溪採電格法及2018年8月12日至2018年12月2日間採浮潛觀測法進行魚類、蝦類及棲地環境因子生態調查，共發現16魚種及2蝦種，洄游魚種大鱗龜鮻僅發現於河海交會處，下游由於射馬干圳將主流截流使得流量下降，因此何氏棘鲃、臺灣白甲魚等游泳型魚種以及底棲型魚種褐塘鱧無法在截流後之主流被發現，其中臺灣石𩼧數量在此河段也明顯降低；支流匯流處，何氏棘鲃及臺灣白甲魚發現的數量最多，其中褐塘鱧僅發現於此，中游因利家圳引水閘門影響使得何氏棘鲃僅在下游處發現而上游處並未發現、臺灣白甲魚及臺灣石𩼧在此河段發現數量也明顯降低，北溪上游因大南圳引水道以及連續攔砂壩影響，使得何氏棘鲃在此河段並未發現，南溪上游因東興水力發電廠引水道使得下游臺灣鬚鱲數量降低及洄游型沼蝦短腕沼蝦數量降低，其中上游發現到的台東間爬岩鰍在下游處並未發現，因水力電廠攔河高壩攔截河道使得上游並未發現高身白甲魚、花鰻鰻，其中臺灣鬚鱲在下游發現數量降低，經由卡方檢定發現體長大小與不同微棲地間具有顯著相關之物種有：何氏棘鲃、臺灣白甲魚、臺灣石𩼧、臺灣鬚鱲、粗首馬口鱲、黑頭阿胡鰕虎、日本瓢鰭鰕虎、兔頭瓢鰭鰕虎、大吻鰕虎及平頜鱲，依據研究結果對水利工程於利嘉溪物種影響提出建議改善方式。

關鍵詞：水力發電、攔沙壩、引水、高身白甲魚、洄游物種

Abstract

Lika Stream provide people's livelihood water and partial agricultural water in Taitung City area. In study investigated the freshwater fishes from May 13 to July 22 2018 by electric fishing method and August 12 to December 2nd by diving observation. There are 16 kinds of fish and 2 kinds of shrimp, the migratory fish *Chelon macrolepis* only found at estuary, the She-ma-gan irrigation canal intercept main stream decrease the flow of downstream, that nekton like *Spinibarbus hollandi*. *Onychostoma barbatulum* etc and benthos fish *Eleotris fusca* cannot be found, and the number of *Acrossocheilus paradoxus* obvious decrease. In the confluence, the number of *S. hollandi* and *O. barbatulum* are the largest, the *E. fusca* only found at here. The midstream by Lika irrigation canal affect *S. hollandi* only found in the downstream but not in the upstream, that the number of individuals between *O. barbatulum* and *A. paradoxus* also decrease. The tributary of northern upstream by Danan irrigation canal and gather of dam affect *S. hollandi* cannot be found in upstream, and the tributary of southern upstream by Dongxing water power station affect the number of *Candidia barbata* and migratory shrimp *Macrobrachium latimanus* decrease; in addition *Hemimyzon taitungensis* found in the upstream but not in the downstream, and water power station's dam affect *Onychostoma alticorpus*, *Anguilla marmorata* cannot found in the upstream and decrease the number of *C. barbata* in downstream. By using Pearson's chi-square test statistical analysis between species length and micro habitat types, the result shows that species *S. hollandi, O. barbatulum, A. paradoxus*, *C. barbata, O. pachycephalus, A. melanocephalus, S. japonicus, S. lagocephalus, R. gigas* and *Z. platypus* were significance. Therefore targeted on hydraulic engineering impacts Lika stream's species lead to suggestion that improve Lika stream's natural ecosystems.

Keyword：water power station、dam、irrigation canal、*Onychostoma alticorpus*、migratory species

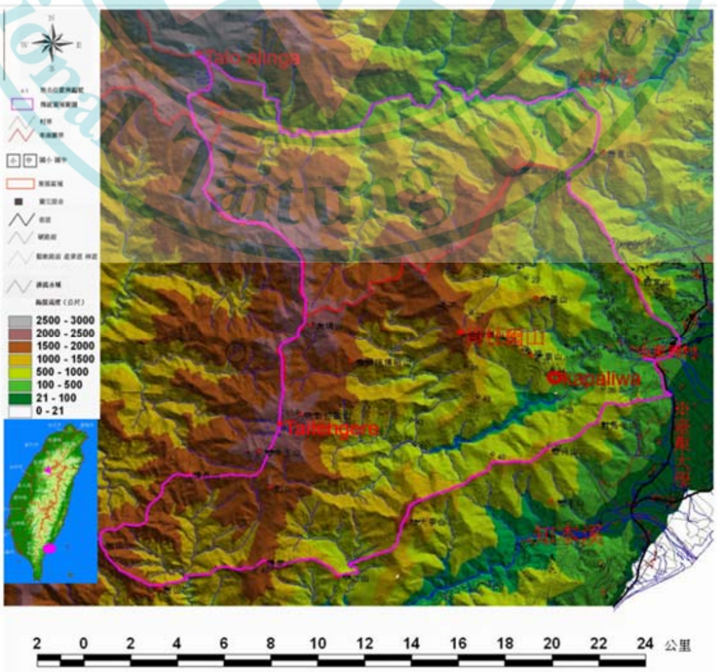
目錄

第一章 前言

第一節、 問題背景

（一）達魯瑪克部落國的遷移史、傳統領域

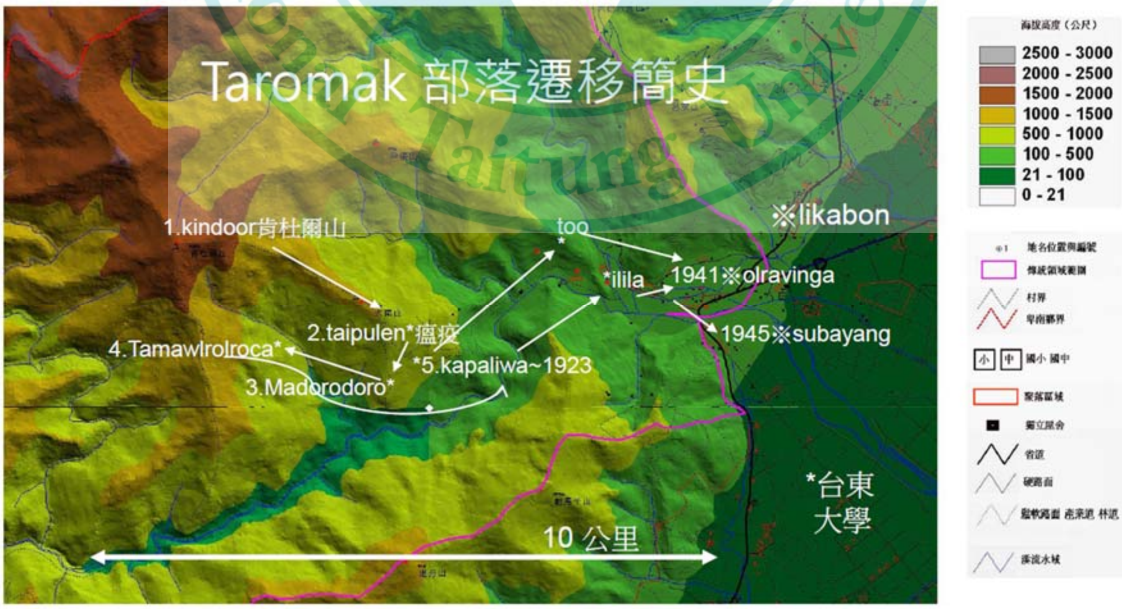
根據現今達魯瑪克部落青年團團長古馥維(2013)於達魯瑪克部落國 kapaliwa 拜訪與分享活動之研究中提到達魯瑪克部落國於十七世紀荷蘭的戶口資料中記載敵族，1656 年據荷蘭資料指出有送權杖等和解過程，十九世紀清領時期由胡傳所編纂之《台東州採訪冊》文中紀錄當時人口達 900 人，1920 年代日本帝國統治時期，以威脅利誘方式將達魯瑪克人民從 Kapaliwa 遷移至 ilila 和 too，1940 年在遷移到 olravinga(卑南鄉東興村)，1945 年由於利嘉溪洪水的影響，部落居民再遷移至 subayang(台東市新園里)，目前居民主要居住在卑南鄉東興村及後來被劃入台東市的新園里。



圖一、達魯瑪克部落傳統領域圖

達魯瑪克部落為東部地區歷史悠久的魯凱族部落，於 2016 年 12 月 19 日，Taromak 自主宣告的行動，由部落會議主席胡進德表示，強調部落有能力管理並守護好屬於自己的家園，依據部落耆老口述及部落傳統領域調查結果，及原住民基本法第二條第五項原住民族土地：係指原住民族傳統領域土地及既有原住民保留地，及第二十條：政府承認原住民族土地及自然資源權利(黃明堂，2016；古馥維，2013)。

東魯凱文化教育協會理事長潘王文賓表示:Taromak 語意 Ta:我們，romak:家，即是『我們的家、發祥地』之意，「家」不僅僅是人住的地方，而是人與自然共存的「空間」，部落的固有主權，部落將「集體承擔傳統領域的管理與守護」，這是達魯瑪克族人共有、共享、共治的生活空間，並非資本主義下的土地商品，為尊重與其他鄰近族群部落傳統領域土地有重疊劃設者，將以協商機制調整劃設或共同管理之，也希望政府尊重在地部落主體性、落實聯合國原住民族權利宣言以及原住民族基本法。



圖二、達魯瑪克部落遷移圖

（二）利嘉溪水利工程與問題

臺灣的水利工程已造成溪流生態系統碩大的劇變(張明雄，1999；劉烱錫等人，2000；陳虹琪，2011；孫建平等人，2013)，近年來隨著生態意識的提升及重視，政府單位也將生態環境納入河川治理上作為考量，維持自然生態系統以及人類開發的議題並開始被拿來探討，然而過去對於河川整治所建造之水利工程往往不受重視，以保育河川生態作為考量，應將過去之水利工程及未來河川整治一併探究。

劉烱錫等人(2000)對於水利工程影響利嘉溪魚類資源報告中指出，民國 62 年的颱風造成附近嚴重的損失，因此林務局台東林區管理處的治山防洪作業乃陸續執行十處攔沙壩工程，陳禮仁(1982)於東部治山防洪之簡介中記載，於民國 69 年至民國 71 年間，經由農牧局負責坡地水土保持工程、林務局負責防砂工程、水利局負責防洪工程等工程，進行興建防砂工程 41 座防砂壩、野溪治理 34 處、防洪工程堤防共 19458 公尺及護岸 41 件，施行後三年災害損失明顯下降，顯示治山防洪工程功效，民國 86 年在東興村旁大南溪興建堅固高大的堤防，現已無洪水之憂患，劉炯錫等人建議林務局重新考慮攔沙壩的必要性；經由農田水利會開放資料得知農業灌溉及民生用水方面，利家圳於民國前 16 年由日本政府及當地區民所開闢，現由台東農田水利會知本工作站進行管理與維護，於民國 82 年至 86 年間進行利家圳幹線改善工程、進水口改善工程；射馬干圳於民國前 14 年經由擔任知本與射馬干社通事的閩南人教導當地區民開闢，現由台東農田水利會於

民國 92 年號稱「生態工法」將原有的射馬干圳規劃為射馬干圳生態園區以沉砂池、加強原有輸水灌溉功能；大南圳於民國 14 年由日本政府與當地居民於大南北溪開闢，現由台東農田水利會知本工作站以及臺灣自來水公司利嘉淨水廠共同進行管理與維護，其中以大南圳為灌溉與民生使用之水源共用；於民國 30 年由日本政府與當地居民建立之東興水力發電廠，現由臺灣電力公司台東營業區進行管理與維護(謝惠子，2004)，研究過程訪談現達魯瑪克部落會議主席胡進德先生口述，在他幼時利嘉溪生態豐富，隨處可見毛蟹，然而受到攔砂壩的影響，生態已大不如前。

第二節、 研究目的

根據上述說明，本研究擬研究下列議題：

一、了解利嘉溪的魚蝦分布生態情形。

二、探討攔沙壩工程對溪流魚蝦生態的影響。

三、探討自來水、灌溉、水力發電截水工程對溪流魚蝦生態的影響。

四、探討水力發電高壩對溪流魚蝦生態的影響。

五、探討水利工程對魚蝦生態的不利影響如何改善。

文獻探討

針對上述研究目的，本文先對河川連續性、魚蝦棲息地先進行文獻探討，再回顧水利工程對溪流生態影響之研究。

第一節、 河川連續性

Vannote *et al*. (1980)提出河川連續性概念(river continuum concept)，認為河川生態系統是一種開放式的生態系統，其連續性不僅只有河川內水文的連續性，同時包含物種群聚分布的連續性，隨著水文週期豐水期、枯水期及洪水期間，棲地的河道型態、水文因素、化學性質及兩岸植被改變，流域內的物種依環境的改變會形成不同時期的群聚。王筱雯等人(2012)於河川復育計畫完工後之評估-以高雄愛河及台中高山溪為例一文中提及台中七家灣溪之水利工程建立於河川，將直接地影響河道之縱橫向連續性，造成棲地破碎化，對河川生態系統造成影響，在計畫施行工程前必須周詳地調查河川資料、工程進行期間以及工程結束後長時間監測河道環境及魚類是否可以因改善或是建造水利工程而恢復群聚，如針對復育指標物種臺灣櫻花鉤吻鮭(*Oncorhynchus formosanus*)於雪霸國家公園七家灣溪支流高山溪之壩體改善工程即是恢復河川連續性的有效案例。

第二節、 物種對棲地環境之應用

溪流之棲地類型，主要由自然的水文、地文以及河道型態所組成。Gorman and Karr(1978)提出多樣化的棲地環境，可提供魚類共同活動與分享食物與空間資源及不同生活時期魚類的生存需求，當豐水期間更能夠提供魚類作為躲避的庇護處。

莊鈴川(2004)於臺北哈盆溪流域針對臺灣纓口鰍與明潭吻鰕虎兩種底棲型物種於棲地上的偏好組成以及臺灣白甲魚與臺灣鬚鱲外觀特徵對於棲地的棲息偏好，發現臺灣纓口鰍和明潭吻鰕虎在中型棲地尺度的利用上具有重疊的現象，以及偏好水淺的急流並發現臺灣纓口鰍之魚群密度與水深、溪寬、巨石、卵石具顯著相關；臺灣白甲魚與臺灣鬚鱲兩魚種於外觀特徵對棲地的棲息偏好，結果指出臺灣鬚鱲外觀特徵較臺灣鏟頜魚外觀特徵扁而胸鰭較大，使得臺灣鬚鱲就外觀特徵而言，適合的棲地偏向於低流速的深潭，臺灣鏟頜魚外觀特徵擁有較圓的身形和較小的胸鰭，棲地偏好較不受限於深潭或是急流，結果發現臺灣鬚鱲成魚之密度與流速、溪寬、遮蔽物間的關係具有相關，幼魚的部分與流速、溪寬及底質間的關係具有相關，由此可用來預測淡水魚對於棲地的偏好和溪流管理及生態工程的施行有所幫助。

曾晴賢(2007)針對臺灣地區河川整治工程為例指出臺灣河川工程問題與生態復育的省思，提出集水區的過度開發導致下游水量稀少、農業造成水質上污染、人為過度的捕撈或不當的電毒魚，這些行為使得溪流物種於棲息環境中受到影響，對於棲地之影響主要可分為自然因素和人為因素兩種，人為因素主要為河川內的水利工程如為防洪設置的攔砂壩及民生、農業所需的用水設置的引流道，這些設置使得河川上、下游連續性消失，洄游性魚類生存受到影響。

孔麒源(2006)以屏東縣萬安溪臺灣石賓棲地利用與生殖生態之研究不同體長之臺灣石賓(*Acrossocheilus paradoxus*)與環境因子之關係，結果顯示臺灣石賓小魚偏好之棲地為水深 85.2 cm；中魚偏好之棲地為水深 105.8 cm 以及大魚偏好之棲地為水深 106.9 cm，三種體型之石賓底質部分為偏好岩石與漂石，且調查發現臺灣石賓有群集(Schooling)之現象。楊尚燁(2013)針對台東縣新武呂溪之研究發現，臺灣石賓與日本瓢鰭鰕虎對於流速較快之棲地具有偏好。

蘇六裕(1993)於濁口溪流域、茂林村情人谷及萬山村幽幽谷以浮潛觀測方式針對高身白甲魚進行棲地利用以急瀨棲地及深潭棲地為主之研究，指出不同體型之高身白甲魚對於棲地利用的情形不同，小型魚(5-10 公分)，主要分布於急瀨及深潭型棲地；中型魚(10-25 公分)，主要分布於急瀨型棲地；大型魚(20-25 公分)，主要分布於深潭型棲地，而高身白甲魚於夜間棲息環境主要偏好深潭型型棲地。

Fretwell(1972)於發表之 *Populations in a seasonal environment* 一書中指出不同魚類會選擇不同的棲地，找尋合適的生存環境，在合適的環境中，偏好之魚種出現的頻率較高，而偏好較低之魚種出現的頻率相對下降。

孫建平(2013)針對臺灣水利工程對水環境生態之影響一文提出水流是影響溪流自然生態系統之主要因素之一，溪流隨之枯水期間，物種在河道中找尋合適的棲息地、覓食及產卵及豐水期間雨水夾帶河岸植物及泥砂等沖入河道中，提供溪流物種食物及養分。

第三節、 水利工程對溪流之影響

張明雄(1994)於大甲溪進行魚類群聚組成之調查，結果發現溪流攔砂壩導致上下游的水理特性與物理環境丕變，使得溪流物種分布能力特性、棲地變化導致族群連續性受到限制。

黃俊嘉(2007)於農田水利會轄區攔河堰及魚道上下游的魚類相影響之研究，發現位於宜蘭的柯林湧泉圳其農業廢水造成魚道上游濁度升高、改變底質環境以及外來魚種的比例驟增，造成原生魚類使用魚道成效不彰，北基、台東地區之攔河堰並未具顯著影響上下游水質，容易造成上游水域環境單一化，阻礙魚類向上擴張，導致上下游魚群結構具有顯著差異。

水利工程改善與管理

林務局(1992)調查臺灣地區溪流之防砂壩現況調查資料所示，於 1976 年以前共興建 1027 座防砂壩、1976-1982 年間興建 1385 座，共 2412 座防砂壩。主要為林務局興建 1681 座，水土保持局興建 519 座，其餘為臺灣電力公司、縣市政府以及農田水利會等單位興建。其防砂壩高度超過 10 公尺的有 406 座，長度超過 100 公尺的有 202 座。總計從過去至 1991 年調查所興建之防砂壩超過 3000 座，其中設有魚道之防砂壩不超過 100 座，而過去興建之防砂壩設置之魚道後，並未調查魚類是否能利用魚道上溯，此外部分魚道已失去應有之功效。

張世倉(1998)針對烏石坑溪內 9 座設有魚道之防砂壩進行調查，調查結果顯示攔砂壩在堆滿砂石後魚道隨之失去作用，並且壩體上游河床淤塞，河床坡度減緩並加寬，導致水深變淺、流速減緩，使得溪水受日曬而導致水溫變化、溶氧量降低，棲地環境受到影響，並且發現魚道皆有淤積現象，在枯水期水位較低時斷流無水，造成溪流物種減絕，其主要的原因為溪流豐枯水期間水位變化劇烈，洪水挾帶大量砂石，使得魚道出入口砂石淤積，無法發揮其功效。

張明雄(1999)於臺灣溪流中攔砂壩對水生生物多樣性的影響研究指出，魚道的設計需經考量各種會利用魚道的水生生物特性以及河川水文與地質特性與攔砂壩之間的關係。

Pizzuto(2002)提出壩體移除後將會有六個河道變遷的階段：第一階段為壩體移除前，大量泥砂沉積於上游且尚未發生沖刷的現象，形成較為穩定的狀態。第二階段為壩體移除後，水面高度將驟降，往下沖刷的力量大為提高，沖刷的過程中將形成新的河道型態。第三階段為河道因沖刷的力道提高造成河床下降，由於河道狹窄產生河流往下集中沖刷。第四階段為當往下沖蝕的力量受到限制而無法持續往下沖刷時，將開始向河道兩岸沖蝕，導致河道變寬。第五階段為河道寬度不再增加時，運砂能力也因為河道變寬而開始產生淤積，河床底部開始升高。第六階段為底床在淤積的過程將重新形成新的河道，並與尚未受到侵蝕的河岸形成河階地形。當植生現象逐漸覆蓋後使得河道發展穩定。

汪靜明(2003)藉由過去大甲溪流域進行之魚類棲地改善工程評估計畫指出改善工程在經由生態評估下，生態工法可顯現出欲營造的生態特性及流域內的生物族群變化，透過生態學者與工程人員的配合下，設計出適合其區域的工法，以符合當地物種的生態需求。

雪霸國家公園為了保育瀕臨絕種的臺灣櫻花鉤吻鮭，邀請相關專家學者研討，透過水工模型試驗及現場資料觀測，進行河道水流、泥砂及水利結構物及水理特性的評估，並考量臺灣櫻花鉤吻鮭的生活習性。在 1999 年至 2001 年進行高山溪四座攔砂壩的拆除作業，並且在移除過後的長時間調查。根據葉昭憲、王永賢(2010)在壩體移除後長期河道地形及棲地監測結果，指出由於壩體改善不夠完善，河岸上樹木當豪雨及坡面崩塌進入河道因而阻隔魚類洄游路徑，建議管理單位針對殘材進行排除，2012 年颱風挾帶洪水使得河床極不穩定，經由監測結果顯示在無大型水文事件發生時棲地逐漸趨於穩定。廖林彥(2015)針對臺灣櫻花鉤吻

鮭族群數量分布及放流成效監測中發現七家灣溪族群數量自 1999 年至 2001 年間拆除攔砂壩後於 2014 年後回復狀態良好，由此可突顯長期監測調查的重要性。

水土保持局台東分局(2018)針對都蘭沿海及馬武庫溪集水區環境友善評估之調查結果發現，經選取之五條溪流以友善環境理念，進行固床工的改善工程，研究結果發現高(大於 170 公分)、中(50-170 公分)、低(50 公分以下)落差的固床工在改善前，游泳性的洄游性魚類無法通過，各種類型的固床工改善至落差 30 公分以下後，游泳性魚類即可順利洄游。

第四節、 國際水力發展組織

在國際上針對水壩相關議題，為了擬定對於建立水壩的相關流程和規範，相繼成立相關組織，於 1998 年 2 月在南非的開普敦成立的國際大壩組織(World Commission on Large Dams, WCD)，以一個中立的角色針對世界各地大型水壩相關議題將支持興建水壩和反對建立水壩的利益相關者之意見於會議中進行詳實且客觀的討論建議(International Rivers，2002)，為了延續 WCD 所提提及之建議規範，成立國際水力發電協會(International Hydropower Association, IHA)，在 2004 年針對水力發展和運作提出水力發電永續性方針(Hydropower Sustainability Guidelines)及水力發電永續性評估協定(Hydropower Sustainability Assessment Protocol)如下：

（一）永續發展必須要符合現今發展的情況，但不危及未來發展的能力。

（二）永續發展包含致力於減少貧窮、尊敬人權、改變非永續的生產與消費型態、長期經濟的可行性、保護和管理社會資源，以及回應式的環境管理方式。

（三）永續發展必須考慮經濟、社會和環境價值間的關係結合，兩者間的平衡必須透明化達成目的，並廣泛採納專業建言、多元的觀點與創新。

（四）社會責任、透明化是永續發展原則的核心價值。

（五）永續發展管理的水力可以提供國家、區域和地方性的利益，並且扮演協助社區達到永續發展的目標。

根據 IHA 網站資訊，

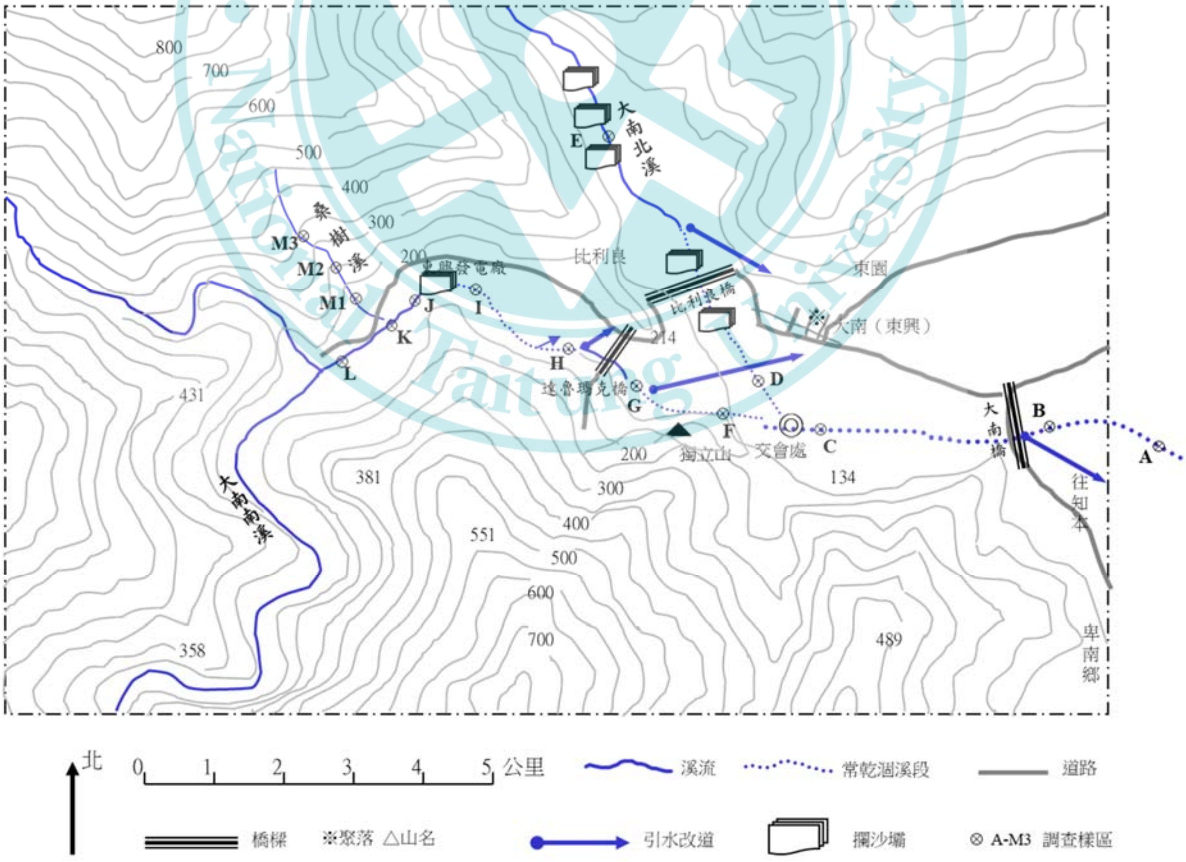
國際水力發電協會將永續發展視為現今重要的議題之一，相關管理上必須涵蓋的基本要素有：社會責任、完善的商業運作和自然資源，藉由評估水力發電的運行期間對自然環境造成之影響，評估內容包含水庫管理、環境流量、生物多樣性和有害物種、水質、泥砂沉積及侵蝕方面的評估並強調需建立物種生物數據庫及環境監測，以提供改善工程進行或原有水力發電廠是否對環境影響。

第二章 研究方法

第一節、 研究地點描述

本研究地點為利嘉溪，全長 37.68 公里，流域面積 174.7 平方公里。本研究調查的範圍從出海口往上至北溪支流(達魯瑪克語 Makabaolo)、南溪支流(Makadrakelare)及南溪支流的小支流桑樹溪(Makaliyoto)。

利嘉溪自出海口至上游流域內水利工程有：下游匯流處有將主流引流至灌溉水圳系統-射馬干圳生態池；大南北溪有連續的攔砂壩以及農田水利會之取水引道；大南南溪有臺灣自來水公司之取水引道以及臺灣電力公司東興水力發電廠之攔河壩，針對水利工程(攔砂壩、引水道以及水力發電電廠，其中不包含兩側堤岸)探討對於利嘉溪流域物種之影響，圖二為達魯瑪克部落傳統領域、圖三為本研究調查樣區設置圖。



圖三、利嘉溪流域各樣區位置圖

表一、利嘉溪各調查樣區之代號、中文名、經緯度、海拔高度

代號	調查時間	樣區名稱	經緯度	海拔高
A	20181201	出海口	E121°6'3.80" N22°42'24.70"	4
B	20180513	大南橋	E121°3'0.55" N22°45'40.02"	110
C	20180610	南北溪下游匯流處	E121˚2'24.84" N22˚45'43.76"	123
D	20180610	北溪下游	E121°2'20.18" N22°45'46.35"	125
E	20180527	北溪上游	E121˚1'56.69" N22˚46'27.46"	179
F	20180610	南溪下游	E 121˚2'16.90" N 22˚45'44.38"	126
G	20180624	南溪引水閘門下游	E121°2'8.27" N22°45'45.11"	134
H	20180624	南溪引水閘門上游	E121°2'2.46" N22°45'50.12"	151
I	20181202	南溪東興電廠攔河壩下游	E121°1'44.14 N22°45'59.12"	160
J	20180708	南溪東興電廠攔河壩上游	E121°1'24.24 N22°45'52.76"	169
K	20180708	南溪主流支流匯流處	E121˚1'17.03" N22˚45'47.19"	182
L	20180708	南溪上游	E121˚1'14.34" N22˚45'44.63"	183
M1	20180722	桑樹溪-離南溪匯流口 25 公尺處	E121° 1'15.23" N22°45'47.94"	187
M2	20180722	桑樹溪-離南溪匯流口 50 公尺處	E121° 1'14.29" N22°45'49.10"	195
M3	20180722	桑樹溪-離南溪匯流口 75 公尺處	E121° 1'13.17" N22°45'50.78"	204

照片 1.出海口-樣區 A

照片 2.大南橋-樣區 B

照片 3.南北溪下游匯流處-樣區 C

照片 4.北溪下游-樣區 D

照片 5.北溪上游-樣區 E

照片 6.南溪下游 -樣區 F

照片 7.南溪引水閘門下游南溪-樣區 G

照片 8.引水閘門上游-樣區 H

照片 9. 南溪電廠攔河壩下游-樣區 I

照片 10.南溪電廠攔河壩上游-樣區 J

照片 11.南溪主流支流匯流處-樣區 K

照片 12.南溪上游-樣區 L

照片 13. 桑樹溪-離南溪匯流口 25 公尺處-樣區 M1

照片 14. 桑樹溪-離南溪匯流口 50 公尺處-樣區 M2

照片 15. 桑樹溪-離南溪匯流口 75 公尺處-樣區 M3

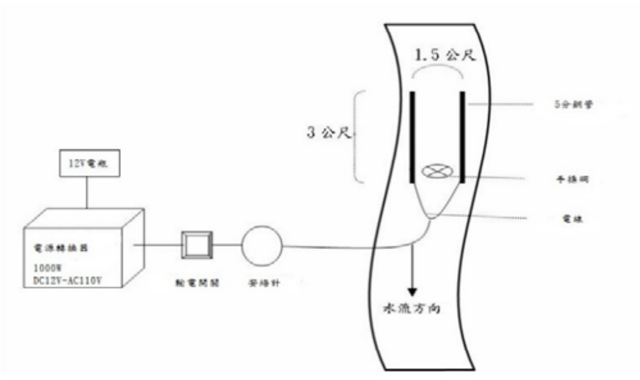
第二節、 物種調查

（一）電格法

過去調查方式採取傳統背負式電魚器，在進行調查時需克服輸出之電壓會隨著放電時間、使用時間、放電產生的電場面積不同導致漁獲努力量產生不一致的問題，在施作期間也容易干擾、驚嚇溪流的物種，使物種容易因為驚嚇的過程容易進入非偏好之區域及放電魚後導致物種死亡和破壞生態環境之情況產生。

能將所有物種處於自然棲息的狀態下被捕獲，其目前較為有效的解決方式為電格法採捕魚類，依據葉明峰(2002)研究中指出以 1 公尺長的 5 分銅管 6 根，分別以 2 組 3 根銅管構成長 3 公尺、寬 1 公尺的電格區域，供電系統由 12V 蓄電池、1,000W、DC12V-AC110V 之電源轉換器與定時器組成，電源轉換器具穩壓功能，每次放電時間 30 秒，輸出電壓為 110V，將樣區分為 1-10 個樣點，經由 Bain, et al.(1985)的研究指出，棲地受到干擾後 11 分鐘左右，物種將會回到原有棲息地的習性，靜置 11 分鐘後進行電魚調查，放電時間為 30 秒，採集物種的體長、重量及數量。

本研究於 2018 年 5 月 13 日至 7 月 22 日於利嘉溪流域，自下游至北溪上游及南溪上游與南溪上游支流桑樹溪，選取 A-K3 共 13 個樣區採用電格法調查，此採樣方式受限於當流速過急及水深過高時，在操作上不易及所形成之電場不易將樣區之物種全數捕獲，因此於電格法施作後，再施以浮潛觀測法觀測樣區之物種。



圖四、電格魚法設置圖

照片 16.電格法電魚操作

照片 17.測量物種體長、重量

（二）**浮潛觀測法**

本研究於 2018 年 8 月 12 日至 12 月 1 日於利嘉溪流域，自出海口至北溪上游及南溪上游與南溪上游支流桑樹溪，選取 A-M3 共 15 個樣區採用浮潛觀測法，研究人員著浮潛裝備，於樣區採用 Z 字型浮潛方式進行觀測紀錄以每個樣點 10 公尺溪段進行觀測並以潛水攝影機(Nikon COOLPIX W300)紀錄為輔，每一樣區將其分為潭、瀨、流進行觀測，每次觀察時間為 15-20 分鐘，以樣區完整觀測完畢為主，並記錄觀察到的魚種、數量和體長，由此方式可以觀察到較深或水流湍急的水域以及躲藏至石縫當中隱蔽底棲之魚種。

照片 18.浮潛觀測實際操作

第三節、 環境因子調查

樣區基礎資料之調查經由電格法調查後所構成的方格範圍 3 公尺 x 1.5 公尺進行環境因子資料採集。

一、 河道寬(m)：依採樣之樣區為基準，用皮尺丈量溪流垂直水流的距離。

二、 水深(cm)：依採樣之樣區為基準，以手抄網之把柄為比例尺，測量垂直水流中心及兩側水深，相加平均得水深。

三、 流速(m/s)：依採樣之樣區為基準，以乒乓球進行流速紀錄，移動距離除於移動時間。

四、 流量(m^3/s)：將河道寬(m) × 水深(m) × 流速(m/s)，計算其樣區之流量。

五、 水 質 ：依採樣之樣區為基準，以多功能水質計(YSI Professional Plus)於樣區中心點處測量水溫(℃)、導電度(μS/cm)及溶氧量(mg/L)之數據。

六、 濁度(NTU)：依採樣之樣區為基準，取得樣區中水體，並以濁度計測量其濁度。

照片 19.水質取樣施作狀況

第四節、 底質棲地

參考戴永褆(1994)採用之目視觀測電魚法形成的樣區內，所有底質的分類所佔樣區中的百分比(比例級數以 5%為單位)，並紀錄是否有底藻於樣區內，依照汪靜明(1990)過去之研究將底質型態分成 6 種等級，由小到大的等級劃分為<0.2 cm 等級(砂，sand)、0.2-1.6 cm 等級(礫石，gravel)、1.6-6.4 cm 等級(小礫石，pebble)、6.4-25.6 cm 等級(中礫石、cobble)、25.6-51.2 cm 等級(小漂石，small boulder)、>51.2 cm 等級(大漂石，large boulder)。

第三章 結果

本研究針對利嘉溪流域進行調查之結果，先對樣區內環境因子進行簡述、物種棲息分布簡述，再以卡方檢定進行探討微棲地型態對於各物種不同體長間關聯性，最後將探討水利工程上下游樣區間造成之影響。

第一節、 樣區環境因子

本研究在 2018 年 5 月 13 日至 12 月 2 日期間，調查各樣區的溪流的水理（表二）、底質粒徑與底藻有無（表二）、溫度及水質（表二），茲描述如下：

樣區 A(出海口)：樣區內濁度高達 486 NTU、溶氧量低 6.4、平均流量多 2.59 m^3/s、河床底層有明顯底藻，底質主要由砂 50%、礫石 35%及小礫石 15%組成。

樣區 B(大南橋)：樣區內濁度偏高 75.1 NTU、溶氧量低 5.3、平均水深低 26.9 cm、平均流量少 0.33 m^3/s、河床底層有明顯底藻，底質主要由砂 45%、礫石 35%、小礫石 20%組成。

樣區 C(南北溪下游匯流處)：樣區內濁度高達 288NTU、平均深度低 41 cm、平均流量多 2.56m^3/s、河床底層無明顯底藻，底質主要由砂為 10%、礫石 20%、小礫石 20%、中礫石 25%、小漂石 15%、大漂石 10%組成。

樣區 D(北溪下游)：樣區內濁度高達 315NTU、平均深度低 33.1 cm、平均流量少 0.78 m^3/s、河床底層無明顯底藻，底質主要由砂為 5%、礫石 10%、小礫石 20%、中礫石 20%、小漂石 20%、大漂石 25%組成。

樣區 E(北溪上游)：樣區內濁度高達 498.5NTU、平均深度低 38 cm、平均流速多 2.25 m/s、河床底部有明顯底藻，底質主要由砂 20%、礫石 15%、小礫石 10%、中礫石 15%、小漂石 35%、大漂石 5%組成。

樣區 F(南溪下游)：樣區內濁度偏高 23.8NTU、平均深度低 31.7 cm、平均流量多 1.85 m^3/s、河床底層無明顯底藻，底質主要由砂 10%、礫石 5%、小礫石 30%、中礫石 35%、小漂石 15%、大漂石 5%組成。

樣區 G(南溪引水閘門下游)：樣區內濁度低 4.61NTU、平均深度低 28cm、平均流量少 0.46 m^3/s、河床底層有明顯底藻，底質主要由砂 30%、礫石 10%、小礫石 15%、中礫石 35%、小漂石 5%、大漂石 5%組成。

樣區 H(南溪引水閘門上游)：樣區內濁度低 5.67NTU、平均流量多 1.81 m^3/s、河床底層無明顯底藻，底質主要由砂為 35%、礫石 20%、小礫石 30%、中礫石 5%、小漂石 5%及大漂石 5%組成。

樣區 I(南溪電廠攔砂壩下游)：樣區內濁度偏高 21.6NTU、平均流速低 0.39 m/s、河床底層無明顯底藻，底質主要由砂 30%、礫石 10%、小礫石 15%、中礫石 15%、小漂石 20%、大漂石 10%組成。

樣區 J(南溪電廠攔砂壩上游)：樣區內濁度偏高 17.4NTU、平均流量多 7.3 m^3/s、河床底層無明顯底藻，底質主要由砂 35%、礫石 15%、小礫石 10%、中礫石 5%、小漂石 25%、大漂石 10%組成。

樣區 K(南溪主流支流匯流處)：樣區內濁度低 4.03NTU、平均流量多 5.63 m^3/s、河床底層有明顯底藻，底質主要由砂 30%、礫石 10%、小礫石 20%、中礫石 15%、小漂石 15%、大漂石 10%組成。

樣區 L(南溪上游)：樣區內濁度偏高 32.9NTU、平均流量多 6.61 m^3/s、河床底層有明顯底藻，底質主要由砂 20%、礫石 5%、小礫石 20%、中礫石 20%、小漂石 20%、大漂石 15%組成。

樣區 M1(桑樹溪-離南溪匯流口 25 公尺處)：樣區內濁度低 3.87NTU、平均流量多 1.81 m^3/s、河床底層有明顯底藻，底質主要由砂 10%、礫石 20%、小礫石 25%、中礫石 20%、小漂石 20%、大漂石 5 組成。

樣區 M2(桑樹溪-離南溪匯流口 50 公尺處)：樣區內濁度低 3.59NTU、平均流量多 1.98 m^3/s、河床底層有明顯底藻，底質主要由砂 10%、礫石 25%、小礫石 20%、中礫石 20%、小漂石 20%、大漂石 5%組成。

樣區 M3(桑樹溪-離南溪匯流口 75 公尺處)：樣區內濁度低 3.35NTU、平均流量多 2.02 m^3/s、河床底層有明顯底藻，底質主要由砂 35%、礫石 15%、小礫石 10%、中礫石 15%、小漂石 15%、大漂石 10%組成。

利嘉溪流域自出海口至南溪及北溪上游處之變化，濁度部分由出海口(486 NTU)至南溪上游(3.35NTU)明顯的降低，其中北溪上游由於調查前連續降雨的影響濁度部分仍高達 498.5NTU，上游水質相較下游清澈，電導度部分由出海口(537)至南溪上游(336)明顯的降低，溶氧量部分由出海口(6.4)、主流截流後(5.3)至南溪上游(9.2)及北溪上游(8.0)明顯發現水中的溶氧量自上游至下游降低，由此可知出海口至上游間環境方面是有不同的，因此本研究在下一節先將各樣區捕獲物種描述，在以各物種於各樣區出現的頻度進行卡方檢定，探討樣區內不同微棲地是否對於各物種之不同體長是否具有關聯性。

表二、樣區間物種數量與環境水文因子

樣區	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M1	M2	M3
日期	12/1	5/13	6/10	6/10	5/27	6/10	6/24	6/24	12/2	7/8	7/8	7/8	7/22	7/22	7/22
水溫	23.4	25.8	24.5	24	22.2	23.4	22.2	21.9	22.1	22	21.4	24.1	20.7	20.4	19.8
導電度	537	483	403	411	446	427	379	421	347	326	342	324	339	337	336
濁度	486	75.1	288	315	498.5	23.8	4.61	5.67	21.6	17.4	4.03	32.9	3.87	3.59	3.35
溶氧量	6.4	5.3	8.1	7.6	8	8.2	8.2	8.3	8.6	8.8	8.6	9.2	8.5	8.5	8.6
酸鹼值	8.42	8.25	8.35	8.37	8.27	8.31	7.99	8	8.25	8.37	8.34	8.34	8.32	8.3	8.33
河道寬	11.85	4.03	15.24	6.55	12.6	10.59	4.72	6.32	13.79	14.4	6.56	7.79	5.12	6.02	4.86
水深	0.52	0.269	0.41	0.331	0.38	0.317	0.28	0.65	0.86	0.502	0.65	0.69	0.62	0.53	0.77
流速	0.42	0.30	0.41	0.36	0.47	0.55	0.35	0.44	0.39	1.01	1.32	1.23	0.57	0.62	0.54
流量	2.59	0.33	2.56	0.78	2.25	1.85	0.46	1.81	4.63	7.3	5.63	6.61	1.81	1.98	2.02
底藻	有	有	無	無	有	無	有	無	無	無	有	有	有	有	有
砂%	50	45	10	5	20	10	30	35	30	35	30	20	10	10	35
礫石%	35	35	20	10	15	5	10	20	10	15	10	5	20	25	15
小礫石	15	20	20	20	10	30	15	30	15	10	20	20	25	20	10
中礫石	0	0	25	20	15	35	3	5	15	5	15	20	20	20	15
小漂石	0	0	15	20	35	15	5	5	20	25	15	20	20	20	15
大漂石	0	0	10	25	5	5	5	5	10	10	10	15	5	5	10

第二節、 調查物種

（一）電魚各樣區物種描述

本研究於利嘉溪流域在 2018 年 5 月 13 日至 7 月 22 日期間，經由電魚法共計 13 個樣區，共採集到 124 隻魚類分屬 2 科 6 種，分別是鯉科的何氏棘鲃(*Spinibarbus hollandi*)、臺灣石𩼧(*Acrossocheilus paradoxus*)、臺灣鬚鱲(*Candidia barbata*)、粗首馬口鱲(*Opsariichthys pachycephalus*)、鰕虎科的日本瓢鰭鰕虎(*Sicyopterus japonicus*)、兔頭瓢鰭鰕虎(*Sicyopterus lagocephalus*)。共捕獲 56 隻蝦類分屬 1 科 2 種，分別是長臂蝦科：大和沼蝦(*Macrobrachium japonicum*)、短腕沼蝦(*Macrobrachium latimanus*)，各物種的描述如表三、各樣區的魚類相如表四，茲分述如下。

樣區 A(大南橋)：紀錄日本瓢鰭鰕虎有 3 隻，最大長度 3.6 cm，最小長度 3.2cm，平均長度 3.4 cm。臺灣石𩼧有 3 隻，最大長度 3.4 cm，最小長度 1.8 cm，平均長度 2.87 cm。

樣區 B(南北溪下游匯流處)：紀錄大和沼蝦有 2 隻，最大長度 5.4 cm，最小長度 4 cm。日本瓢鰭鰕虎有 2 隻，長度最大 6 cm，長度最小 5 cm。臺灣石𩼧有 2 隻，最大長度 9 cm，最小長度 8.2 cm。臺灣鬚鱲有 2 隻，最大長度 8.2 cm，最小長度 6.2 cm。

樣區 C(北溪下游)：紀錄大和沼蝦有 2 隻，最大長度 6.3 cm，最小長度 5.2 cm。日本瓢鰭鰕虎有 7 隻，最大長度 8.2 cm、最小長度 6.6 cm、平均長度 6.17 cm。臺灣石𩼧有 5 隻，最大長度 10 cm，最小長度 8.4 cm，平均長度 9.32 cm。臺灣鬚鱲有 4 隻，最大長度 8.6 cm，最小長度 8.2 cm，平均長度 8.45 cm；電魚過程中目視發現 1 隻長度約為(30-35 cm)何氏棘鲃躍出水面，但並未能捕獲。

樣區 D(北溪上游)：紀錄大和沼蝦有 2 隻，最大長度 8.8 cm，最小長度 8.4 cm。日本瓢鰭鰕虎有 3 隻，最大長度 7 cm，最小長度 6.4 cm，平均長度 6.67 cm。臺灣石𩼧有 2 隻，最大長度 9.2 cm，最小長度 8.4 cm。臺灣鬚鱲有 2 隻，最大長度 8 cm，最小長度 4 cm。

樣區E(南溪下游)：紀錄大和沼蝦有3隻，最大長度5.6 cm，最小長度2.8 cm，平均長度3.8 cm。日本瓢鰭鰕虎有4隻，最大長度7.2 cm，最小長度4.2 cm，平均長度5.35 cm。兔頭瓢鰭鰕虎有2隻，最大長度4.6 cm，最小長度4.2 cm。短腕沼蝦有1隻長度9.2 cm。

樣區F(南溪引水閘門下游)：紀錄大和沼蝦有9隻，最大長度10.4 cm，最小長度5 cm，平均長度6.91 cm。日本瓢鰭鰕虎有4隻，最大長度7.4 cm，最小長度4 cm，平均長度5.75 cm。臺灣鬚鱲有3隻，最大長度6.8 cm，最小長度5.8 cm，平均長度6.33 cm。短腕沼蝦有2隻，最大長度5.4 cm，最小長度4.8 cm。

樣區G(南溪引水閘門上游)：紀錄大和沼蝦有17隻，最大長度15.4 cm，最小長度3.4 cm，平均長度8.25 cm。日本瓢鰭鰕虎有6隻，最大長度8.8 cm，最小長度6 cm，平均長度7.1 cm。臺灣鬚鱲有4隻，最大長度8.8 cm，最小長度6.8 cm，平均長度8.13 cm。何氏棘魞有1隻長度18 cm。粗首馬口鱲1隻長度10.4cm。

樣區H(南溪電廠攔砂壩上游)：紀錄日本瓢鰭鰕虎有3隻，最大長度7.4 cm，最小長度6.4 cm，平均長度6.8 cm。臺灣石𩼧有2隻，最大長度5.4 cm，最小長度5.4 cm。臺灣鬚鱲有3隻，最大長度5.8 cm，最小長度4.2 cm，平均長度5 cm。

樣區I(南溪與支流-桑樹溪匯流處)：紀錄日本瓢鰭鰕虎有4隻，最大長度6.2 cm，最小長度5.4 cm，平均長度5.7 cm。

樣區J(南溪上游)：紀錄日本瓢鰭鰕虎有3隻，最大長度8.2 cm，最小長度7.2 cm，平均長度7.6 cm。臺灣石𩼧有10隻，最大長度12.6 cm，最小長度3.8 cm，平均長度6.54 cm。臺灣鬚鱲有2隻，最大長度4.8 cm，最小長度4.4 cm。

樣區K1(桑樹溪-離南溪匯流口25公尺處)：紀錄日本瓢鰭鰕虎有8隻，最大長度9.4 cm，最小長度7 cm，平均長度8.2 cm。有臺灣石賓有8隻，最大長度10.2 cm，最小長度3.6 cm，平均長度5.63 cm。臺灣鬚鱲有5隻，最大長度5.2 cm，最小長度4.4 cm，平均長度4.88 cm。

樣區K2(桑樹溪-離南溪匯流口50公尺處)：紀錄日本瓢鰭鰕虎有2隻，最大長度9.4 cm，最小長度8.4 cm。臺灣石賓有2隻，最大長度10 cm，最小長度8.6 cm。兔頭瓢鰭鰕虎有1隻長度9 cm。

樣區K3(桑樹溪-離南溪匯流口75公尺處)：紀錄大和沼蝦有2隻，最大長度11.2 cm，最小長度10.6 cm。日本瓢鰭鰕虎有4隻，最大長度9.8 cm，最小長度6.2 cm，平均長度7.95 cm。臺灣石賓有5隻，最大長度12.2 cm，最小長度8 cm，平均長度9.76 cm。

經採用電格法調查，何氏棘魞僅發現於流量多之南溪下游至南北溪下游匯流處；臺灣石賓普遍出現於流域中，其中南溪下游至南溪引水閘門上游以及南溪主流與支流桑樹溪匯流處並未發現；臺灣鬚鱲在大南橋下游處、北溪上游、南溪上游以及南溪上游與支流桑樹溪50公尺後之區域並未發現；粗首馬口鱲僅發現於南溪引水閘門下游處；日本瓢鰭鰕虎普遍出現於流域中；兔頭瓢鰭鰕虎僅出現於北溪上游及南溪上游與支流桑樹溪25公尺處；大和沼蝦在大南橋下游處、南溪電廠攔砂壩上游、南溪與支流桑樹溪匯流處、南溪上游、南溪上游與支流25公尺處及50公尺處並未發現；短腕沼蝦僅在北溪上游及南溪引水閘門上游有捕獲，共捕獲3隻，由結果發現電格法調查數量僅169隻不足以概述整體流域的物種數，僅能提供物種於樣區有出現的紀錄，而電格法可能不適用於利嘉溪之物種取樣，因此為了要完整描述利嘉溪，將樣區增加出海口及南溪電廠攔砂壩下游，並採用浮潛觀測法為主要數據，以電格法輔助樣區物種出現的有無。

表三、調查之物種科目、中文名、學名、生活史類型、種源

科目	中文名	學名	生活史類型	世界分布
鯉科	何氏棘魞	*Spinibarbus hollandi*	陸封型	臺灣特有種
鯉科	高身白甲魚	*Onychostoma alticorpus*	陸封型	臺灣特有種
鯉科	臺灣白甲魚	*Onychostoma barbatulum*	陸封型	臺灣、中國
鯉科	臺灣石鱝	*Acrossocheilus paradoxus*	陸封型	臺灣特有種
鯉科	臺灣鬚鱲	*Candidia barbata*	陸封型	臺灣特有種
鯉科	粗首馬口鱲	*Opsariichthys pachycephalus*	陸封型	臺灣特有種
鯉科	平頜鱲	*Zacco platypus*	陸封型	臺灣、日本、東亞大陸
爬鰍科	台東間爬岩鰍	*Hemimyzon taitungensis*	陸封型	臺灣東部特有種
鰕虎科	日本瓢鰭鰕虎	*Sicyopterus japonicus*	洄游型	
鰕虎科	兔頭瓢鰭鰕虎	*Sicyopterus lagocephalus*	洄游型	印度洋至太平洋
鰕虎科	黑頭阿胡鰕虎	*Awaous melanocephalus*	迴游型	中西太平洋
鰕虎科	大吻鰕虎	*Rhinogobius gigas*	洄游型	臺灣特有種
鯔科	大鱗龜鮻	*Chelon macrolepis*	洄游型	印度至太平洋
塘鱧科	褐塘鱧	*Eleotris fusca*	洄游型	印度至西太平洋
麗魚科	吉利非鯽	*Tilapia zillii*	陸封型	非洲
鰻鱺科	花鰻鱺	*Anguilla marmorata*	迴游型	印度至太平洋
長臂蝦科	大和沼蝦	*Macrobrachium japonicum*	迴游型	臺灣、日本、琉球
長臂蝦科	短腕沼蝦	*Macrobrachium latimanus*	洄游型	臺灣、琉球、馬來群島

表四、利嘉溪流域之物種數量以電格法調查結果

物種/樣區	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K1	K2	K3	總數
調查時間	5/13	6/10	6/10	5/27	6/10	6/24	6/24	6/24	7/8	7/8	7/22	7/22	7/22	
何氏棘鲃	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
臺灣石𩼧	3	2	5	2	0	0	0	2	0	10	8	2	5	39
臺灣鬚鱲	0	2	4	2	0	3	4	3	0	2	5	0	0	25
粗首馬口鱲	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
日本瓢鰭鰕虎	3	2	7	3	4	4	6	3	4	3	8	2	4	53
兔頭瓢鰭鰕虎	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	3
大和沼蝦	0	2	2	2	3	9	17	0	0	0	0	0	2	37
短腕沼蝦	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	3
總數	6	8	19	9	10	18	29	8	4	15	21	5	11	163

（二）浮潛觀測調查結果

本研究於利嘉溪流域在 2018 年 8 月 12 日至 12 月 1 日期間，經施作電格法之調查期間發現採樣不同型態之微棲地較無法完全記錄發現之物種，於是採取浮潛觀測法並將調查樣區修正為 15 個樣區，自下游出海口至上游，調查結果共觀察到 4072 隻魚類分屬 7 科 16 種，分別是鯉科：何氏棘鲃(*Spinibarbus hollandi*)、高身白甲魚(*Onychostoma alticorpus*)、臺灣白甲魚(*Onychostoma barbatulum*)、臺灣石𩼧(*Acrossocheilus paradoxus*)、臺灣鬚鱲(*Candidia barbata*)、粗首馬口鱲(*Opsariichthys pachycephalus*)、平頜鱲(*Zacco platypus*)；爬鰍科：台東間爬岩鰍(*Hemimyzon taitungensis*)；鰕虎科：日本瓢鰭鰕虎(*Sicyopterus japonicus*)、兔頭瓢鰭鰕虎(*Sicyopterus lagocephalus*)、黑頭阿胡鰕虎(*Awaous melanocephalus*)、大吻鰕虎(*Rhinogobius gigas*)；鯔科：大鱗龜鮻(*Chelon macrolepis*)；塘鱧科：褐塘鱧(*Eleotris fusca*)；麗魚科：吉利非鯽(*Tilapia zillii*)；花鰻鱺科：花鰻鱺(*Anguilla marmorata*)及 679 隻蝦類分屬 1 科 2 種，分別是長臂蝦科：大和沼蝦(*Macrobrachium japonicum*)、短腕沼蝦(*Macrobrachium latimanus*)，各物種的描述如表三、各樣區物種分布描述表五，茲分述如下。

樣區 A(出海口)：調查時間為 12 月 1 日 16 時，共發現 10 種魚類、2 種沼蝦，共有 404 隻。游泳型魚種：臺灣石{魚賓}共 51 隻、臺灣鬚鱲共 44 隻；底棲型魚種：粗首馬口鱲共 11 隻、黑頭阿胡鰕虎共 11 隻；洄游型魚種有：日本瓢鰭鰕虎共 84 隻，在 A 樣區中捕獲量最多、兔頭瓢鰭鰕虎共 25 隻、大吻鰕虎共 9 隻、大鱗龜鮻共 73 隻，僅分布於 A 樣區，其他樣區無發現；外來魚種有：吉利非鯽共 59 隻，在所有樣區中捕獲量最多、平頜鱲共 17 隻；洄游型沼蝦 2 種：大和沼蝦共 11 隻及短腕沼蝦共 9 隻。

樣區 B(大南橋)：調查時間為 8 月 12 日 11 時，共發現 9 種魚種、2 種沼蝦，共有 245 隻。游泳型魚種有：臺灣石{魚賓}共 37 隻、臺灣鬚鱲共 24 隻；底棲型魚種：粗首馬口鱲共 7 隻、黑頭阿胡鰕虎共 18 隻；洄游型魚種有：日本瓢鰭鰕虎共 71 隻，在 B 樣區中捕獲量最多、兔頭瓢鰭鰕虎共 15 隻、大吻鰕虎共 5 隻；外來魚種有：吉利非鯽共 13 隻、平頜鱲共 2 隻；洄游型沼蝦 2 種：大和沼蝦共 28 隻及短腕沼蝦共 25 隻，在所有樣區中捕獲量最多。

樣區 C(南北溪下游匯流處)：調查時間為 9 月 23 日 14 時，共發現 12 種魚種、2 種沼蝦，共有 374 隻。游泳型魚種有：何氏棘鲃共 26 隻，在所有樣區中捕獲量最多、臺灣白甲魚共 17 隻、臺灣石{魚賓}共 64 隻、臺灣鬚鱲共 36 隻；底棲型魚種：粗首馬口鱲共 4 隻、黑頭阿胡鰕虎共 15 隻、褐塘鱧共 2 隻，僅分布於樣區 F；洄游性魚種有：日本瓢鰭鰕虎共 89 隻，在 F 樣區中捕獲量最多、兔頭瓢鰭鰕虎共 11 隻、大吻鰕虎共 13 隻；外來魚種有：吉利非鯽共 32 隻、平頜鱲共 5 隻；洄游型沼蝦 2 種：大和沼蝦共 38 隻及短腕沼蝦共 22 隻。

樣區 D(北溪下游)：調查時間為 9 月 23 日 11 時，共發現 10 種魚種、2 種沼蝦，共有 340 隻。游泳型魚種有：何氏棘鲃共 21 隻、臺灣白甲魚共 2 隻、臺灣石𩼧共 56 隻、臺灣鬚鱲共 46 隻；底棲型魚種：粗首馬口鱲共 10 隻、黑頭阿胡鰕虎共 11 隻；洄游型魚種有：日本瓢鰭鰕虎共 97 隻，在 D 樣區中捕獲量最多、兔頭瓢鰭鰕虎共 34 隻、大吻鰕虎共 14 隻；外來魚種有：吉利非鯽共 14 隻、平頜鱲共 13 隻；洄游型沼蝦 2 種：大和沼蝦共 13 隻及短腕沼蝦共 9 隻。

樣區 E(北溪上游)：調查時間為 9 月 2 日 10 時，共發現 9 種魚種、2 種沼蝦，共有 421 隻。游泳型魚種有：臺灣白甲魚共 3 隻、臺灣石𩼧共 74 隻、臺灣鬚鱲共 59 隻，在所有樣區中捕獲量最多；底棲型魚種：粗首馬口鱲共 9 隻、黑頭阿胡鰕虎共 18 隻；迴游魚種有：日本瓢鰭鰕虎共 88 隻，在 C 樣區中捕獲量最多、兔頭瓢鰭鰕虎共 47 隻，在所有樣區中捕獲量最多、大吻鰕虎共 24 隻；外來魚種有：平頜鱲共 9 隻；洄游型沼蝦 2 種：大和沼蝦共 65 隻，在所有樣區中捕獲量最多及短腕沼蝦共 25 隻，在所有樣區中捕獲數最多。

樣區 F(南溪下游)：調查時間為 9 月 23 日 12 時，共發現 11 魚種、2 種沼蝦，共有 330 隻。游泳型魚種有：何氏棘鲃共 9 隻、臺灣白甲魚共 9 隻、臺灣石𩼧共 70 隻、臺灣鬚鱲共 38 隻；底棲型魚種：粗首馬口鱲共 6 隻、兔頭瓢鰭鰕虎共 29 隻；洄游性魚種有：日本瓢鰭鰕虎共 102 隻，在 E 樣區中捕獲量最多、黑頭阿胡鰕虎共 15 隻、大吻鰕虎共 13 隻；外來魚種有：吉利非鯽共 3 隻、平頜鱲共 7 隻；洄游型沼蝦 2 種：大和沼蝦共 21 隻及短腕沼蝦共 8 隻。

樣區 G(南溪引水閘門下游)：調查時間為 10 月 21 日 10 時，共發現 10 種魚種、2 種沼蝦，共有 309 隻。游泳型魚種有：何氏棘鲃共 2 隻、臺灣白甲魚共 9 隻、臺灣石𩼧共 78 隻，在 H 樣區中捕獲量最多、臺灣鬚鱲共 39 隻；底棲型魚種：粗首

馬口鱲共 7 隻、黑頭阿胡鰕虎共 6 隻；洄游型魚種有：日本瓢鰭鰕虎共 75 隻、兔頭瓢鰭鰕虎共 19 隻、大吻鰕虎共 9 隻；外來種魚種有：平頷鱲共 7 隻；洄游型沼蝦 2 種：大和沼蝦共 48 隻及短腕沼蝦共 10 隻。

樣區 H(南溪引水閘門上游)：調查時間為 10 月 7 日 11 時，共發現 9 種魚種、2 種沼蝦，共有 270 隻。游泳型魚種有：臺灣白甲魚共 2 隻、臺灣石鱝共 48 隻、臺灣鬚鱲共 19 隻；底棲型魚種：粗首馬口鱲共 6 隻、黑頭阿胡鰕虎共 8 隻；洄游型魚種有：日本瓢鰭鰕虎共 90 隻，在 G 樣區中捕獲量最多、兔頭瓢鰭鰕虎共 12 隻、大吻鰕虎共 8 隻；外來魚種有：平頷鱲共 9 隻；洄游型沼蝦 2 種：大和沼蝦共 46 隻及短腕沼蝦共 22 隻。

樣區 I(南溪東興電廠攔河壩下游)：調查時間為 12 月 2 日 11 時，共發現 12 種魚種、2 種沼蝦，共有 201 隻。游泳型魚種：高身白甲魚共 3 隻、臺灣白甲魚共 8 隻、臺灣石鱝共 47 隻、臺灣鬚鱲共 11 隻；底棲型魚種：粗首馬口鱲共 5 隻、台東間爬岩鰍共 10 隻，所有樣區中捕獲量最多、黑頭阿胡鰕虎共 6 隻；洄游型魚種有：日本瓢鰭鰕虎共 53 隻，J 樣區中捕獲量最多、兔頭瓢鰭鰕虎共 10 隻、大吻鰕虎共 15 隻、花鰻鱺共 2 隻；外來魚種有：平頷鱲共 3 隻；洄游型沼蝦 2 種：大和沼蝦共 21 隻及短腕沼蝦共 7 隻。

樣區 J(南溪東興電廠攔河壩上游)：調查時間為 10 月 21 日 12 時，共發現 10 種魚種、2 種沼蝦，共有 240 隻。游泳型魚種有：臺灣白甲魚共 1 隻、臺灣石鱝共 53 隻、臺灣鬚鱲共 33 隻；底棲型魚種：粗首馬口鱲共 2 隻、台東間爬岩鰍共 2 隻、黑頭阿胡鰕虎共 7 隻；洄游型魚種有：日本瓢鰭鰕虎共 68 隻，I 樣區中捕獲量最多、兔頭瓢鰭鰕虎共 15 隻、大吻鰕虎共 4 隻；外來魚種有：平頷鱲共 2 隻；洄游型沼蝦 2 種：大和沼蝦共 40 隻及短腕沼蝦共 13 隻。

樣區 K(南溪與支流桑樹溪匯流處)：調查時間為 11 月 4 日 13 時，共發現 12 種魚種、1 種沼蝦，共有 340 隻。游泳型魚種有：何氏棘魞共 9 隻、臺灣白甲魚共 16 隻、臺灣石賓共 80 隻、臺灣鬚鱲共 55 隻；底棲型魚種：粗首馬口鱲共 5 隻、台東間爬岩鰍共 2 隻、黑頭阿胡鰕虎共 13 隻；洄游型魚種有：日本瓢鰭鰕虎共 95 隻，L 樣區中捕獲量最多、兔頭瓢鰭鰕虎共 18 隻、大吻鰕虎共 27 隻，所有樣區中捕獲量最多、花鰻鱺共 2 隻；外來魚種有：平頜鱲共 9 隻；洄游型沼蝦 1 種：大和沼蝦共 9 隻，此樣區蝦類捕獲量相較其他樣區少。

樣區 L(南溪上游)：調查時間為 11 月 4 日 11 時，共發現 12 種魚種、2 種沼蝦，共 316 隻。游泳型魚種有：高身白甲魚共 2 隻、臺灣白甲魚共 13 隻、臺灣石賓共 59 隻、臺灣鬚鱲共 30 隻；底棲型魚種：粗首馬口鱲共 9 隻、台東間爬岩鰍共 6 隻、黑頭阿胡鰕虎共 9 隻；洄游型魚種有：日本瓢鰭鰕虎共 90 隻，K 樣區中捕獲量最多、兔頭瓢鰭鰕虎共 14 隻、大吻鰕虎共 12 隻、花鰻鱺共 1 隻；外來魚種有：平頜鱲共 13 隻；洄游型沼蝦 2 種：大和沼蝦共 36 隻及短腕沼蝦共 22 隻。

樣區 M1 (桑樹溪-離南溪匯流口 25 公尺處)：調查時間為 11 月 25 日 10 時，共發現 10 種魚種、2 種沼蝦，共有 237 隻。游泳型魚種有：臺灣白甲魚共 7 隻、臺灣石賓共 68 隻，M1 樣區中捕獲量最多、臺灣鬚鱲共 24 隻；底棲型魚種：粗首馬口鱲共 7 隻、台東間爬岩鰍共 2 隻、黑頭阿胡鰕虎共 9 隻；洄游型魚種有：日本瓢鰭鰕虎共 52 隻，所有樣區中捕獲量最少、兔頭瓢鰭鰕虎共 14 隻、大吻鰕虎共 12 隻；外來魚種有：平頜鱲共 7 隻；洄游型沼蝦 2 種：大和沼蝦共 30 隻及短腕沼蝦共 5 隻。

樣區 M2 (桑樹溪-離南溪匯流口 50 公尺處)調查時間為 11 月 25 日 12 時，共發現 11 種魚種、2 種沼蝦，共有 310 隻。游泳型魚種有：高身白甲魚共 3 隻、臺灣白甲魚共 13 隻、臺灣石鱝共 76 隻、臺灣鬚鱲共 35 隻隻；底棲型魚種：粗首馬口鱲共 6 隻、台東間爬岩鰍共 3、黑頭阿胡鰕虎共 4 隻；洄游型魚種有：日本瓢鰭鰕虎共 70 隻、兔頭瓢鰭鰕虎共 33 隻、大吻鰕虎共 18 隻；外來魚種有：平頜鱲共 3 隻；洄游型沼蝦 2 種：大和沼蝦共 27 隻及短腕沼蝦共 17 隻。

樣區 M3 (桑樹溪-離南溪匯流口 75 公尺處)：調查時間為 11 月 25 日 13 時，共發現 11 種魚種、2 種沼蝦，共 414 隻。游泳型魚種有：臺灣白甲魚共 24 隻，所有樣區中捕獲量最多、臺灣石鱝共 92 隻，所有樣區中捕獲量最高、臺灣鬚鱲共 49 隻；底棲型魚種：粗首馬口鱲共 12 隻，所有樣區中捕獲量最高、台東間爬岩鰍共 6 隻、黑頭阿胡鰕虎共 22 隻，所有樣區中捕獲量最多；洄游型魚種有：日本瓢鰭鰕虎共 108 隻，所有樣區中捕獲量最多、兔頭瓢鰭鰕虎共 21 隻、大吻鰕虎共 13 隻、花鰻鱺共 4 隻，所有樣區中捕獲量最高；外來魚種有：平頜鱲共 11 隻；洄游型沼蝦 2 種：大和沼蝦共 35 隻及短腕沼蝦共 17 隻。

表五、利嘉溪流域以浮潛觀測法 A-M3 樣區之調查結果

物種	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M1	M2	M3	總數
何氏棘鲃	0	0	26	21	0	9	2	0	0	0	9	0	0	0	0	67
高身白甲魚	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	2	0	3	0	8
臺灣白甲魚	0	0	17	2	3	9	9	2	8	1	16	13	7	13	24	124
臺灣石𩼧	51	37	64	56	74	70	78	48	47	53	80	59	68	76	92	953
臺灣鬚鱲	44	24	36	46	59	38	39	19	11	33	55	30	24	35	49	542
粗首馬口鱲	11	7	4	10	9	6	7	6	5	2	5	9	7	6	12	106
台東間爬岩鰍	0	0	0	0	0	0	0	0	10	2	2	6	2	5	6	33
黑頭阿胡鰕虎	11	18	15	11	18	15	6	8	6	7	13	9	9	4	22	172
日本瓢鰭鰕虎	84	71	89	97	88	102	75	90	53	68	95	90	52	70	108	1232
兔頭瓢鰭鰕虎	25	15	11	34	47	29	19	12	10	15	18	5	14	33	21	308
大吻鰕虎	9	5	13	14	24	13	9	8	15	4	27	12	12	18	13	196
大鱗龜鮻	73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73
褐塘鱧	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
花鰻鱺	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	1	0	0	4	9
平頜鱲	17	2	5	13	9	7	7	9	3	2	9	13	7	3	11	117
吉利非鯽	59	13	32	14	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	121
大和沼蝦	11	28	38	13	65	21	48	46	21	40	9	36	30	27	35	468
短腕沼蝦	9	25	22	9	25	8	10	22	7	13	0	22	5	17	17	211
樣區總物種數	404	245	374	340	421	330	309	270	201	240	340	307	237	310	414	4742

將物種分布於各樣區所佔百分比經由水文因子比對將物種調查之水文範圍依序描述，如表六，茲分述如下。

何氏棘鲃主要分布於 C、D、F、G 及 K，五個樣區，將分布經比對水文因子發現何氏棘鲃於利嘉溪棲息環境為：平均水深範圍為 28 cm-65 cm、平均流速範圍為 0.35 m/s-1.32 m/s、平均流量範圍為 0.46 m^3/s -5.63 m^3/s。

高身白甲魚主要分布於 I、L 及 M2，三個樣區，將分布經比對水文因子發現高身白甲魚於利嘉溪棲息環境為：平均水深範圍為 53 cm-86 cm、平均流速範圍為 0.39 m/s-1.23 m/s、平均流量範圍為 1.98 m^3/s -6.61 m^3/s。

臺灣白甲魚普遍分布於十三個樣區，其中出海口及主流截流後下游並未發現，將分布經比對水文因子發現臺灣白甲魚於利嘉溪棲息環境為：平均水深範圍為 28 cm-65 cm、平均流速範圍為 0.35 m/s-1.32 m/s、平均流量範圍為 0.46 m^3/s -5.63 m^3/s。

臺灣石鰭、臺灣鬚鱲、粗首馬口鱲、黑頭阿胡鰕虎、日本瓢鰭鰕虎、兔頭瓢鰭鰕虎、大吻鰕虎、平頜鱲、大和沼蝦普遍分布於十五個樣區，將分布經比對水文因子發現以上物種於利嘉溪棲息環境為：平均水深範圍為 27 cm-86 cm、平均流速範圍為 0.3 m/s-1.32 m/s、平均流量範圍為 0.33 m^3/s -7.3 m^3/s。

台東間爬岩鰍主要分布於 J、K、L、M1、M2 及 M3，七個樣區，將分布經比對水文因子發現台東間爬岩鰍於利嘉溪棲息環境為：平均水深範圍為 50 cm-86 cm

、平均流速範圍為 0.39 m/s-1.32 m/s、平均流量範圍為 1.81 m^3/s -7.3 m^3/s。

大鱗龜鮻僅發現於出海口，將分布經比對水文因子發現大鱗龜鮻於利嘉溪棲息環境為：平均水深為 52 cm、平均流速為 0.42 m/s、平均流量為 2.59 m^3/s。

褐塘鱧僅發現於南北溪下游匯流處，將分布經比對水文因子發現褐塘鱧於利嘉溪棲息環境為：平均水深為 41 cm、平均流速為 0.41 m/s、平均流量為 2.56 m^3/s。

花鰻鱺主要分布於 I、K、L 及 M3，四個樣區，將分布經比對水文因子發現花鰻鱺於利嘉溪棲息環境為：平均水深範圍為 65 cm-86 cm、平均流速範圍為 0.39 m/s-1.32 m/s、平均流量範圍為 2.02 m^3/s -6.61 m^3/s。

吉利非鯽主要分布於下游部分 A、B、C、D 及 F，五個樣區，將分布經比對水文因子發現吉利非鯽於利嘉溪棲息環境為：平均水深範圍為 27 cm-52 cm、平均流速範圍為 0.3 m/s-0.55 m/s、平均流量範圍為 0.33 m^3/s -2.59 m^3/s。

短腕沼蝦普遍分布於十四個樣區，其中在南溪主支流匯流處並未發現，將分布經比對水文因子發現短腕沼蝦於利嘉溪棲息環境為：平均水深範圍為 27 cm-86 cm、平均流速範圍為 0.3 m/s-1.23 m/s、平均流量範圍為 0.33 m^3/s -7.3 m^3/s。

表六、浮潛觀測紀錄之物種於調查樣區所占百分比

物種	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M1	M2	M3	小計
何氏棘鲃	0	0	38.8	31.3	0	13.4	3.0	0	0	0	13.4	0	0	0	0	100
高身白甲魚	0	0	0	0	0	0	0	0	37.5	0	0	25.0	0	37.5	0	100
臺灣白甲魚	0	0	13.7	1.6	2.4	7.3	7.3	1.6	6.5	0.8	12.9	10.5	5.6	10.5	19.4	100
臺灣石𩼧	5.4	3.9	6.7	5.9	7.8	7.3	8.2	5.0	4.9	5.6	8.4	6.2	7.1	8.0	9.7	100
臺灣鬚鱲	8.1	4.4	6.6	8.5	10.9	7.0	7.2	3.5	2.0	6.1	10.1	5.5	4.4	6.5	9.0	100
粗首馬口鱲	10.4	6.6	3.8	9.4	8.5	5.7	6.6	5.7	4.7	1.9	4.7	8.5	6.6	5.7	11.3	100
台東間爬岩鰍	0	0	0	0	0	0	0	0	30.3	6.1	6.1	18.2	6.1	15.2	18.2	100
黑頭阿胡鰕虎	6.4	10.5	8.7	6.4	10.5	8.7	3.5	4.7	3.5	4.1	7.6	5.2	5.2	2.3	12.8	100
日本瓢鰭鰕虎	6.8	5.8	7.2	7.9	7.1	8.3	6.1	7.3	4.3	5.5	7.7	7.3	4.2	5.7	8.8	100
兔頭瓢鰭鰕虎	7.9	4.7	3.5	10.7	14.8	9.1	6.0	3.8	3.2	4.7	5.7	1.6	4.4	10.4	6.6	100
大吻鰕虎	4.6	2.6	6.6	7.1	12.2	6.6	4.6	4.1	7.7	2.0	13.8	6.1	6.1	9.2	6.6	100
大鱗龜鮻	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
褐塘鱧	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
花鰻鱺	0	0	0	0	0	0	0	0	22.2	0	22.2	11.1	0	0	44.4	100
平頜鱲	14.5	1.7	4.3	11.1	7.7	6.0	6.0	7.7	2.6	1.7	7.7	11.1	6.0	2.6	9.4	100
吉利非鯽	48.8	10.7	26.4	11.6	0	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
大和沼蝦	2.4	6.0	8.1	2.8	13.9	4.5	10.3	9.8	4.5	8.5	1.9	7.7	6.4	5.8	7.5	100
短腕沼蝦	4.3	11.8	10.4	4.3	11.8	3.8	4.7	10.4	3.3	6.2	0	10.4	2.4	8.1	8.1	100

第三節、 物種於利嘉溪分布概述

依據調查之物種棲息分布將進行卡方檢定，探討各物種在不同體型大小對於三種棲地型態潭、瀨及流是否具有關聯性，茲分述如下。

（一）游泳型魚類

何氏棘鲃

於利嘉溪流域潭、瀨與流三種棲地型態，一共觀察到 67 隻何氏棘鲃，何氏棘鲃的分布僅在水量較多的 C、D、F、G 及 K 樣區。

經由卡方檢定檢視微棲地型態與體型間的相關性，計算之卡方檢定統計量 χ^2= 9.599，df=4，P 值= 0.0477，達到 α = 0.05 的顯著水準，因此拒絕虛無假說，接受對立假說。表示微棲地型態對何氏棘鲃體型**有顯著**的關聯。

表七、何氏棘鲃於樣區各微棲地體型大小分布

	潭區					瀨區					流區				
	<5	5-10	10-15	15-20	>20	<5	5-10	10-15	15-20	>20	<5	5-10	10-15	15-20	>20
C	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	7	8	6
D	0	0	0	0	0	0	0	0	7	5	0	0	0	5	4
F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6
G	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
K	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
小計	0	0	0	10	2	0	0	0	7	5	0	0	9	18	16

高身白甲魚

於利嘉溪流域潭、瀨與流三種棲地型態，一共觀察到 8 隻高身白甲魚，高身白甲魚的分布僅在水量較高的 I、L 及 M2 樣區。

經由卡方檢定檢視微棲地型態與體型間的相關性，計算之卡方檢定統計量 χ^2= 2.880，df=1，P 值= 0.0896，未達 α = 0.05 的顯著水準，因此無法拒絕虛無假說。表示微棲地型態對高身白甲魚體型並沒有顯著的關聯。

表八、高身白甲魚於樣區各微棲地體型大小分布

	潭區					瀨區					流區				
	<5	5-10	10-15	15-20	>20	<5	5-10	10-15	15-20	>20	<5	5-10	10-15	15-20	>20
I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
M2	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
小計	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0

臺灣白甲魚

於利嘉溪流域潭、瀨與流三種棲地型態，一共觀察到 124 隻臺灣白甲魚，臺灣白甲魚的分布僅在有大漂石組成之樣區。

經由卡方檢定檢視微棲地型態與體型間的相關性，計算之卡方檢定統計量 χ^2= 19.149，df=4，P 值= 0.0007，達到 α = 0.05 的顯著水準，因此拒絕虛無假說，接受對立假說。表示微棲地型態對臺灣白甲魚體型**有顯著**的影響。

表九、臺灣白甲魚於樣區各微棲地體型大小分布

	潭區					瀨區					流區				
	<5	5-10	10-15	15-20	>20	<5	5-10	10-15	15-20	>20	<5	5-10	10-15	15-20	>20
C	0	0	3	0	0	0	0	2	0	0	0	0	12	0	0
D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	4	0
G	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	3	0	0
I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
J	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0
K	0	0	5	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3	5	0
L	0	2	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	4	2	0
M1	0	3	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
M2	0	2	6	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0
M3	0	7	5	0	0	0	0	3	0	0	0	0	8	1	0
小計	0	14	24	0	0	0	6	15	0	0	0	7	46	12	0

臺灣石鱝

於利嘉溪流域潭、瀨與流三種棲地型態，一共觀察到 953 隻臺灣石鱝，臺灣石鱝普遍分布於流域。

經由卡方檢定檢視微棲地型態與體型間的相關性，計算之卡方檢定統計量 χ^2= 51.547，df=6，P 值= 0.0000000023，達到 α = 0.05 的顯著水準，因此拒絕虛無假說，接受對立假說。表示微棲地型態對臺灣石鱝體型**有顯著**的影響。

表十、臺灣石鱝於樣區各微棲地體型大小分布

	潭區					瀨區					流區				
	<5	5-10	10-15	15-20	>20	<5	5-10	10-15	15-20	>20	<5	5-10	10-15	15-20	>20
A	10	8	0	0	0	9	6	0	0	0	12	6	0	0	0
B	6	7	0	0	0	6	0	0	0	0	11	7	0	0	0
C	13	0	5	0	0	6	14	1	0	0	7	16	4	0	0
D	15	13	0	0	0	9	6	0	0	0	7	6	0	0	0
E	15	6	2	0	0	6	16	10	0	0	6	13	0	0	0
F	12	15	6	0	0	6	18	2	0	0	2	6	3	0	0
G	16	12	5	0	0	14	8	7	0	0	6	7	3	0	0
H	13	10	0	0	0	10	7	0	0	0	0	2	6	0	0
I	15	7	3	0	0	6	5	0	0	0	0	7	4	0	0
J	12	9	6	0	0	11	7	3	0	0	0	2	3	0	0
K	12	0	0	0	0	21	12	5	0	0	0	13	17	0	0
L	17	8	2	0	0	0	16	3	0	0	0	7	6	0	0
M1	11	7	3	0	0	9	5	1	0	0	13	14	5	0	0
M2	10	18	27	0	0	7	11	3	0	0	0	0	0	0	0
M3	0	16	23	7	0	12	7	0	0	0	0	9	18	0	0
小計	177	136	82	7	0	132	136	35	0	0	64	115	69	0	0

臺灣鬚鱲

於利嘉溪流域潭、瀨與流三種棲地型態，一共觀察到 542 隻臺灣鬚鱲，臺灣鬚鱲普遍分布於流域。

經由卡方檢定檢視微棲地型態與體型間的相關性，計算之卡方檢定統計量 χ^2= 24.834，df=6，P 值= 0.0003664277，達到 α = 0.05 的顯著水準，因此拒絕虛無假說，接受對立假說。表示微棲地型態對臺灣鬚鱲體型**有顯著**的影響。

表十一、臺灣鬚鱲於樣區各微棲地體型大小分布

	潭區					瀨區					流區				
	<5	5-10	10-15	15-20	>20	<5	5-10	10-15	15-20	>20	<5	5-10	10-15	15-20	>20
A	14	2	0	0	0	7	4	0	0	0	8	9	0	0	0
B	3	2	0	0	0	6	0	0	0	0	13	0	0	0	0
C	11	0	3	0	0	4	7	0	0	0	3	7	1	0	0
D	19	6	0	0	0	7	4	0	0	0	3	7	0	0	0
E	11	7	1	0	0	15	7	2	0	0	9	7	0	0	0
F	11	3	5	0	0	3	9	0	0	0	2	3	2	0	0
G	11	6	0	0	0	4	5	5	0	0	0	6	2	0	0
H	0	4	1	0	0	3	0	2	0	0	0	6	3	0	0
I	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0
J	9	3	2	0	0	8	5	6	0	0	0	0	0	0	0
K	13	0	0	0	0	10	9	3	0	0	0	12	8	0	0
L	11	8	0	0	0	0	7	2	0	0	0	0	2	0	0
M1	3	2	0	0	0	4	4	0	0	0	6	5	0	0	0
M2	6	20	0	0	0	4	3	2	0	0	0	0	0	0	0
M3	0	9	15	5	0	8	2	0	0	0	0	0	10	0	0
小計	122	78	27	5	0	83	66	22	0	0	44	67	28	0	0

（二）底棲型魚類

粗首馬口鱲

於利嘉溪流域潭、瀨與流三種棲地型態，一共觀察到 106 隻粗首馬口鱲，粗首馬口鱲普遍分布於流域。

經由卡方檢定檢視微棲地型態與體型間的相關性，計算之卡方檢定統計量 χ^2= 21.841，df=6，P 值= 0.0012，達到 α = 0.05 的顯著水準，因此拒絕虛無假說，接受對立假說。表示微棲地型態對粗首馬口鱲體型**有顯著**的影響。

表十二、粗首馬口鱲於樣區各微棲地體型大小分布

	潭區					瀨區					流區				
	<5	5-10	10-15	15-20	>20	<5	5-10	10-15	15-20	>20	<5	5-10	10-15	15-20	>20
A	0	0	0	0		4	2	0	0	0	2	3	0	0	0
B	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0
C	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
D	0	0		0	0	4	2	0	0	0	0	3	1	0	0
E	0	1	0	0	0	0	6	1	0	0	0	0	1	0	0
F	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0
G	0	2	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0
H	0	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0
I	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
J	0	0	0		0	0	0	3	0	0	0	0	2	0	0
K	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0
L	0	3	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	3	0	0
M1	0	2	0	0	0	0	3	0	0	0	0	2	0	0	0
M2	0	0	3	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0
M3	0	0	2	4	0	0	5	0	0	0	0	0	1	0	0
小計	1	17	8	4	0	8	25	8	0	0	8	12	16	0	0

台東間爬岩鰍

於利嘉溪流域潭、瀨與流三種棲地型態，一共觀察到 33 隻台東間爬岩鰍，台東間爬岩鰍普遍分布於南溪上游，其中 J 樣區為電廠高壩下游有發現。

經由卡方檢定檢視微棲地型態與體型間的相關性，計算之卡方檢定統計量 χ^2= 2.835，df=2，P 值= 0.2423，未達 α = 0.05 的顯著水準，因此無法拒絕虛無假說。表示微棲地型態對台東間爬岩鰍體型並沒有顯著的關聯。

表十三、台東間爬岩鰍於樣區各微棲地體型大小分布

	潭區					瀨區					流區				
	<5	5-10	10-15	15-20	>20	<5	5-10	10-15	15-20	>20	<5	5-10	10-15	15-20	>20
I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
J	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	2	4	0	0
K	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
L	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0
M1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
M2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	3	0	0	0
M3	0	0	3	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0
小計	0	1	3	0	0	0	8	4	0	0	0	7	10	0	0

黑頭阿胡鰕虎

於利嘉溪流域潭、瀨與流三種棲地型態，一共觀察到 172 隻黑頭阿胡鰕虎，黑頭阿胡鰕虎普遍分布於流域。

經由卡方檢定檢視微棲地型態與體型間的相關性，計算之卡方檢定統計量 χ^2= 19.839，df=6，P 值= 0.0029，達到 α = 0.05 的顯著水準，因此拒絕虛無假說，接受對立假說。表示微棲地型態對黑頭阿胡鰕虎體型**有顯著**的影響。

表十四、黑頭阿胡鰕虎於樣區各微棲地體型大小分布

	潭區					瀨區					流區				
	<5	5-10	10-15	15-20	>20	<5	5-10	10-15	15-20	>20	<5	5-10	10-15	15-20	>20
A	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	5	0	0	0
B	2	0	0	0	0	7	0	0	0	0	9	0	0	0	0
C	3	4	1	0	0	0	2	3	0	0	0	2	0	0	0
D	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	4	0	0
E	0	0	0	0	0	3	2	3	0	0	0	6	4	0	0
F	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	6	6	0	0	0
G	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	6	1	0	0
H	0	3	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0
I	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0
J	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
K	0	0	0	0	0	0	6	3	0	0	2	2	0	0	0
L	0	2	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	2	0	0
M1	0	2	2	0	0	0	3	0	0	0	0	2	0	0	0
M2	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
M3	0	0	7	4	0	0	0	4	0	0	0	0	7	0	0
小計	5	20	11	4	0	10	19	22	0	0	21	39	21	0	0

（三）洄游型魚類

日本瓢鰭鰕虎

於利嘉溪流域潭、瀨與流三種棲地型態，一共觀察到 1232 隻日本瓢鰭鰕虎，日本瓢鰭鰕虎普遍分布於流域。

經由卡方檢定檢視微棲地型態與體型間的相關性，計算之卡方檢定統計量 χ^2= 13.018，df=6，P 值= 0.0427434753，達到 α = 0.05 的顯著水準，因此拒絕虛無假說，接受對立假說。表示微棲地型態對日本瓢鰭鰕虎體型**有顯著**的影響。

表十五、日本瓢鰭鰕虎於樣區各微棲地體型大小分布

	潭區					瀨區					流區				
	<5	5-10	10-15	15-20	>20	<5	5-10	10-15	15-20	>20	<5	5-10	10-15	15-20	>20
A	11	14	2	0	0	2	12	5	0	0	16	15	7	0	0
B	17	10	1	0	0	15	3	0	0	0	23	2	0	0	0
C	6	15	6	3	0	15	13	6	0	0	9	11	5	0	0
D	16	23	5	0	0	2	12	5	0	0	13	12	9	0	0
E	16	7	3	0	0	7	5	9	0	0	23	12	6	0	0
F	24	7	6	0	0	12	6	3	0	0	17	14	8	5	0
G	14	12	0	0	0	6	7	5	0	0	9	12	10	0	0
H	12	6	5	0	0	9	6	14	1	0	7	16	12	2	0
I	5	7	0	0	0	7	2	0	0	0	19	8	5	0	0
J	21	13	11	0	0	0	3	1	0	0	7	7	5	0	0
K	16	2	0	0	0	23	11	10	0	0	8	10	15	0	0
L	19	11	8	0	0	7	4	2	0	0	11	16	12	0	0
M1	9	6	5	0	0	12	7	0	0	0	8	5	0	0	0
M2	0	12	8	0	0	10	5	7	0	0	5	16	7	0	0
M3	19	16	24	6	0	7	3	4	0	0	0	16	8	5	0
小計	205	161	84	9	0	134	99	71	1	0	175	172	109	12	0

兔頭瓢鰭鰕虎

於利嘉溪流域潭、瀨與流三種棲地型態，一共觀察到 308 隻兔頭瓢鰭鰕虎，兔頭瓢鰭鰕虎普遍分布於流域。

經由卡方檢定檢視微棲地型態與體型間的相關性，計算之卡方檢定統計量 χ^2= 21.911，df=6，P 值= 0.0012569061，達到 α = 0.05 的顯著水準，因此拒絕虛無假說，接受對立假說。表示微棲地型態對兔頭瓢鰭鰕虎體型**有顯著**的影響。

表十六、兔頭瓢鰭鰕虎於樣區各微棲地體型大小分布

	潭區					瀨區					流區				
	<5	5-10	10-15	15-20	>20	<5	5-10	10-15	15-20	>20	<5	5-10	10-15	15-20	>20
A	2	1	0	0	0	4	6	0	0	0	6	6	0	0	0
B	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	12	0	0	0	0
C	4	0	1	0	0	0	1	2	0	0	0	3	0	0	0
D	2	6	0	0	0	4	6	0	0	0	6	3	7	0	0
E	7	3	4	0	0	2	3	8	0	0	7	10	3	0	0
F	0	3	0	0	0	2	5	1	0	0	13	5	0	0	0
G	0	4	0	0	0	2	2	0	0	0	2	6	3	0	0
H	0	3	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4	1	0	0
I	0	2	0	0	0	0	2	1	0	0	0	5	0	0	0
J	2	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0
K	0	0	0	0	0	0	8	3	0	0	7	0	0	0	0
L	0	3	0	0	0	0	2	0	0	0	0	6	3	0	0
M1	3	5	1	0	0	0	2	1	0	0	0	2	0	0	0
M2	0	6	3	0	0	0	0	6	0	0	0	15	3	0	0
M3	0	0	3	4	0	0	6	2	0	0	0	0	6	0	0
小計	20	43	14	4	0	16	49	24	0	0	53	67	29	0	0

大吻鰕虎

於利嘉溪流域潭、瀨與流三種棲地型態，一共觀察到 196 隻大吻鰕虎，大吻鰕虎普遍分布於流域。

經由卡方檢定檢視微棲地型態與體型間的相關性，計算之卡方檢定統計量 χ^2= 14.592，df=6，P 值= 0.0236，達到 α = 0.05 的顯著水準，因此拒絕虛無假說，接受對立假說。表示微棲地型態對大吻鰕虎體型**有顯著**的影響。

表十七、大吻鰕虎於樣區各微棲地體型大小分布

	潭區					瀨區					流區				
	<5	5-10	10-15	15-20	>20	<5	5-10	10-15	15-20	>20	<5	5-10	10-15	15-20	>20
A	2	3	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0
B	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	3	0	0	0	0
C	3	2	3	0	0	0	0	1	0	0	0	4	0	0	0
D	2	3	0	0	0	1	0	3	0	0	0	2	3	0	0
E	3	5	2	0	0	0	6	0	0	0	0	4	4	0	0
F	0	5	0	0	0	0	0	1	0	0	3	4	0	0	0
G	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0
H	0	2	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	0	0
I	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
J	0	4	0	0	0	0	3	3	0	0	0	5	0	0	0
K	0	0	0	0	0	0	6	5	0	0	10	6	0	0	0
L	0	3	0	0	0	0	1	1	0	0	0	3	4	0	0
M1	0	2	3	0	0	0	3	1	0	0	0	3	0	0	0
M2	0	3	12	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
M3	0	0	6	3	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0
小計	14	34	31	3	0	2	22	22	0	0	16	34	18	0	0

大鱗龜鮻

於利嘉溪流域潭、瀨與流三種棲地型態，一共觀察到 73 隻大鱗龜鮻，大鱗龜鮻僅分布於樣區 A 河海區域。

潭區發現 5 隻體長為小於 5cm、7 隻體長為 5-10cm、9 隻體長為 10-15cm；瀨區發現 5 隻體長為小於 5cm、12 隻體長為 5-10cm、9 隻體長為 10-15cm；瀨區發現 5 隻體長為小於 5cm、12 隻體長為 5-10cm、9 隻體長為 10-15cm；流區發現 5 隻體長為小於 5cm、12 隻體長為 5-10cm、9 隻體長為 10-15cm。

由結果可以推測，大鱗龜鮻在潭瀨流三種微棲地，該物種僅發現於出海口，偏好棲地並無明顯的差異。

經由卡方檢定檢視微棲地型態與體型間的相關性，計算之卡方檢定統計量 χ^2= 1.006，df=4，P 值= 0.9088，未達 α = 0.05 的顯著水準，因此無法拒絕虛無假說。表示微棲地型態對大鱗龜鮻體型並沒有顯著的關聯。

表十八、大鱗龜鮻於樣區各微棲地體型大小分布

	潭區					瀨區					流區				
	<5	5-10	10-15	15-20	>20	<5	5-10	10-15	15-20	>20	<5	5-10	10-15	15-20	>20
A	5	7	9	0	0	5	12	9	0	0	5	12	9	0	0
小計	5	7	9	0	0	5	12	9	0	0	5	12	9	0	0

褐塘鱧

於利嘉溪流域潭、瀨與流三種棲地型態，一共觀察到 2 隻褐塘鱧，褐塘鱧的分布僅南北溪下游匯流處。

潭區發現 2 隻體長為 10-15cm；瀨區及流區並未發現。

由於樣本數不足，無法進行卡方檢定，因此無法判定微棲地型態與褐塘鱧體型間是否有關聯。

表十九、褐塘鱧於樣區各微棲地體型大小分布

	潭區					瀨區					流區				
	<5	5-10	10-15	15-20	>20	<5	5-10	10-15	15-20	>20	<5	5-10	10-15	15-20	>20
C	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
小計	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

花鰻鱺

於利嘉溪流域潭、瀨與流三種棲地型態，一共觀察到 9 隻花鰻鱺，花鰻鱺普遍分布於南溪上游水深之樣區 J、K、L、M3。

經由卡方檢定檢視微棲地型態與體型間的相關性，計算之卡方檢定統計量 χ^2= 2.25，df=2，P 值= 0.325，未達 α = 0.05 的顯著水準，因此無法拒絕虛無假說。表示微棲地型態對花鰻鱺體型並沒有顯著的關聯。

表二十、花鰻鱺於樣區各微棲地體型大小分布

	潭區					瀨區					流區				
	<5	5-10	10-15	15-20	>20	<5	5-10	10-15	15-20	>20	<5	5-10	10-15	15-20	>20
J	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M3	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
小計	0	0	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0

平頜鱲

於利嘉溪流域潭、瀨與流三種棲地型態，一共觀察到 117 隻平頜鱲，平頜鱲普遍分布於流域。

經由卡方檢定檢視微棲地型態與體型間的相關性，計算之卡方檢定統計量 χ^2= 20.691，df=6，P 值= 0.002，達到 α = 0.05 的顯著水準，因此拒絕虛無假說，接受對立假說。表示微棲地型態對平頜鱲體型有顯著的影響。

表二十一、平頜鱲於樣區各微棲地體型大小分布

	潭區					瀨區					流區				
	<5	5-10	10-15	15-20	>20	<5	5-10	10-15	15-20	>20	<5	5-10	10-15	15-20	>20
A	3	0	0	0	0	0	5	2	0	0	0	5	2	0	0
B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
C	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
D	3	0	0	0	0	0	5	2	0	0	0	2	1	0	0
E	0	3	0	0	0	0	4	1	0	0	0	0	1	0	0
F	0	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0
G	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0
H	0	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0	0
I	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
J	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0
K	0	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3	0	0	0
L	0	4	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	4	0	0
M1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
M2	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
M3	0	0	2	5	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0
小計	6	21	8	5	0	0	23	14	0	0	2	20	18	0	0

（四）外來魚種

吉利非鯽

於利嘉溪流域潭、瀨與流三種棲地型態，一共觀察到 121 隻吉利非鯽，吉利非鯽主要分布於出海口及下游匯流處之間。

經由卡方檢定檢視微棲地型態與體型間的相關性，計算之卡方檢定統計量 χ^2= 4.473，df=4，P 值= 0.3457，未達 α = 0.05 的顯著水準，因此無法拒絕虛無假說。表示微棲地型態對吉利非鯽體型並沒有顯著的關聯。

表二十二、吉利非鯽於樣區各微棲地體型大小分布

	潭區					瀨區					流區				
	<5	5-10	10-15	15-20	>20	<5	5-10	10-15	15-20	>20	<5	5-10	10-15	15-20	>20
A	0	4	0	0	0	3	12	4	0	0	6	13	17	0	0
B	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0
C	0	0	13	0	0	0	0	12	0	0	0	0	7	0	0
D	0	4	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
F	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
小計	0	17	20	0	0	3	12	16	0	0	6	20	27	0	0

（五）洄游型沼蝦

大和沼蝦

於利嘉溪流域潭、瀨與流三種棲地型態，一共觀察到 468 隻大和沼蝦，大和沼蝦普遍分布於流域。

經由卡方檢定檢視微棲地型態與體型間的相關性，計算之卡方檢定統計量 χ^2= 7.613，df=6，P 值= 0.2678，未達 α = 0.05 的顯著水準，因此無法拒絕虛無假說。表示微棲地型態對大和沼蝦體型並沒有顯著的關聯。

表二十三、大和沼蝦於樣區各微棲地體型大小分布

	潭區					瀨區					流區				
	<5	5-10	10-15	15-20	>20	<5	5-10	10-15	15-20	>20	<5	5-10	10-15	15-20	>20
A	0	5	0	0	0	2	1	0	0	0	0	3	0	0	0
B	7	11	0	0	0	2	5	0	0	0	0	3	0	0	0
C	11	13	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0
D	0	7	0	0	0	2	1	0	0	0	0	3	0	0	0
E	18	23	12	0	0	3	3	2	0	0	0	0	4	0	0
F	3	8	0	0	0	0	0	0	0	0	7	3	0	0	0
G	11	17	6	0	0	3	6	0	0	0	0	5	0	0	0
H	12	11	6	0	0	3	4	1	0	0	6	3	0	0	0
I	7	5	1	0	0	2	3	0	0	0	1	2	0	0	0
J	13	4	3	0	0	2	3	2	0	0	7	6	0	0	0
K	0	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L	10	12	6	0	0	0	3	1	0	0	0	4	0	0	0
M1	5	5	4	0	0	0	0	0	0	0	7	6	3	0	0
M2	9	6	4	0	0	3	3	2	0	0	0	0	0	0	0
M3	0	6	11	2	0	2	7	2	0	0	0	7	0	0	0
小計	106	139	66	2	0	24	39	8	0	0	28	45	11	0	0

短腕沼蝦

於利嘉溪流域潭、瀨與流三種棲地型態，一共觀察到 211 隻短腕沼蝦，短腕沼蝦普遍分布於流域，其中南溪上游與支流桑樹溪匯流處並未發現。

經由卡方檢定檢視微棲地型態與體型間的相關性，計算之卡方檢定統計量 $\chi^2 = 7.675$，df=4，P 值= 0.1042236098，未達 $\alpha = 0.05$ 的顯著水準，因此無法拒絕虛無假說。表示微棲地型態對短腕沼蝦體型並沒有顯著的關聯。

表二十四、短腕沼蝦於樣區各微棲地體型大小分布

	潭區					瀨區					流區				
	<5	5-10	10-15	15-20	>20	<5	5-10	10-15	15-20	>20	<5	5-10	10-15	15-20	>20
A	0	2	0	0	0	0	3	0	0	0	0	4	0	0	0
B	2	13	0	0	0	1	3	0	0	0	6	0	0	0	0
C	4	10	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
D	0	2	0	0	0	0	3	0	0	0	0	4	0	0	0
E	5	11	6	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0
F	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0
G	0	5	2	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0
H	10	6	4	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
J	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	5	4	0	0	0
L	12	6	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
M1	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M2	5	2	2	0	0	3	4	1	0	0	0	0	0	0	0
M3	0	2	3	0	0	3	5	0	0	0	0	4	0	0	0
小計	46	66	26	0	0	9	26	2	0	0	13	19	4	0	0

第四節、 水利工程上下游樣區間之比較

（一）主流射馬干圳截流影響

南北溪下游匯流處(樣區 C)與大南橋(樣區 B)之描述如表二十四，茲分述如下。

流量方面從 2.56m^3/s 受到截流影響降為 0.33m^3/s；底質方面由不同大小底質平均分布改變為主要為砂(<2mm)組成之棲地；物種群聚方面游泳型魚種不利生存；底棲型魚種並未受到明顯影響，其中褐塘鱧下游並未發現、洄游型魚種受到截流影響明顯有下降趨勢，其中兔頭瓢鰭鰕虎並未受到明顯影響、外來魚種及洄游沼蝦受到截流影響明顯有下降趨勢。

表二十五、主流射馬干圳截流上下游樣區間數量比較

編號	魚種	截流上游紀錄	截流下游紀錄
1	何氏棘鲃	26	0
2	臺灣白甲魚	17	0
3	臺灣石賓	64	37
4	臺灣鬚鱲	36	24
5	粗首馬口鱲	4	7
6	黑頭阿胡鰕虎	15	18
7	褐塘鱧	2	0
8	日本瓢鰭鰕虎	89	71
9	兔頭瓢鰭鰕虎	11	15
10	大吻鰕虎	13	5
11	吉利非鯽	32	13
12	平頜鱲	5	2
魚類總數		314	192
13	大和沼蝦	38	28
14	短腕沼蝦	22	25
蝦類總數		60	53

（二）**北溪連續攔砂壩及截水(大南圳)影響**

北溪上游(樣區 E)與北溪下游(樣區 D)之描述如表二十五，茲分述如下。

流量方面從 2.25m^3/s 受到連續攔沙壩及取水道影響降為 0.78m^3/s；底質方面主要由小漂石(257-512mm)及砂(<2mm)組成改變為不同大小底質平均分布所組成之棲地；物種群聚方面游泳型魚種上游並未發現何氏棘魞，而下游處發現較多，推測可能是因下游該物種食物較多經由下游匯流處游入、底棲型魚種及洄游型魚種並未明顯受到影響，其中洄游型魚種大吻鰕虎數量明顯下降、外來魚種並未受到明顯影響，其中吉利非鯽在上游並未發現、洄游沼蝦受到連續攔沙壩及取水道影響明顯有下降趨勢。

表二十六、北溪連續攔砂壩及截水(大南圳)上下游樣區間數量比較

編號	魚種	攔、取水上游記錄	攔、取水下游記錄
1	何氏棘魞	0	21
2	臺灣白甲魚	3	2
3	臺灣石𩼧	74	56
4	臺灣鬚鱲	59	46
5	粗首馬口鱲	9	10
6	黑頭阿胡鰕虎	18	11
7	日本瓢鰭鰕虎	88	97
8	兔頭瓢鰭鰕虎	47	34
9	大吻鰕虎	24	14
10	吉利非鯽	0	14
11	平頜鱲	9	13
魚類總數		331	318
12	大和沼蝦	65	13
13	短腕沼蝦	25	9
蝦類總數		90	22

（三）南溪利家圳截水影響

引水閘門上游(樣區 G)與引水閘門下游(樣區 H) 之描述如表二十六，茲分述如下。

流量方面從 1.81m^3/s 受到引水閘門影響降為 0.46m^3/s；底質方面主要由小礫石(17-64mm)組成改變為中礫石(65-256mm)所組成之棲地；物種群聚方面游泳型魚種受引水閘門影響明顯有下降趨勢，其中何氏棘鲃發現數量不足以判定是否有所影響、底棲型魚種並未受到明顯影響、洄游型魚種受引水閘門影響有下降趨勢，其中大吻鰕虎並未受到明顯影響、外來魚種並未明顯受到影響及洄游沼蝦受到引水閘門影響明顯有下降趨勢。

表二十七、南溪利家圳截水上下游樣區間數量比較

編號	魚種	引水閘門上游記錄	引水閘門下游記錄
1	何氏棘鲃	0	2
2	臺灣白甲魚	2	9
3	臺灣石賓	48	78
4	臺灣鬚鱲	19	39
5	粗首馬口鱲	6	7
6	黑頭阿胡鰕虎	8	6
7	日本瓢鰭鰕虎	90	75
8	兔頭瓢鰭鰕虎	12	19
9	大吻鰕虎	8	9
10	平頜鱲	9	7
魚類總數		202	251
11	大和沼蝦	46	48
12	短腕沼蝦	22	10
蝦類總數		68	58

（四）南溪水力發電廠截水影響

電廠發電取上游(樣區 I)與引水閘門下游(樣區 G) 之描述如表二十七，茲分述如下。

流量方面從 7.30m^3/s 受到發電取水影響降為 1.81m^3/s；底質方面上游小漂石(257-512mm)及礫石(2-16mm)比例降低、小礫石(17-64mm)比例增加；物種群聚方面游泳型魚種受發電取水影響並未明顯受到影響，其中臺灣石鱸數量有下降趨勢，底棲型魚種並未受到明顯影響，其中粗首馬口鱲有下降趨勢，而台東間爬岩鰍下游並未發現、洄游型魚種並未受到明顯影響，外來魚種有下降趨勢及洄游沼蝦並未受到明顯影響，推測兩處距離過遠，下游處由發電取水之尾水流入，可能上游族群與下游族群並不相同，部分物種數量反而增加。

表二十八、南溪水力發電廠截水上下游樣區間數量比較

編號	魚種	發電取水上游記錄	發電取水下游記錄
1	臺灣白甲魚	1	2
2	臺灣石鱸	53	48
3	臺灣鬚鱲	33	19
4	粗首馬口鱲	2	6
5	黑頭阿胡鰕虎	7	8
6	台東間爬岩鰍	2	0
7	日本瓢鰭鰕虎	68	90
8	兔頭瓢鰭鰕虎	15	12
9	大吻鰕虎	4	8
10	平頜鱲	2	9
魚類總數		187	202
11	大和沼蝦	40	46
12	短腕沼蝦	13	22
蝦類總數		53	68

（五）南溪水力發電高壩影響

南溪電廠攔砂壩上游(樣區 I)與南溪電廠攔砂壩下游(樣區 J) 之描述如表二十八，茲分述如下。

流量方面從 7.30m^3/s 受到電廠高低落差影響降為 4.63m^3/s；底質方面上游砂(<2mm)、礫石(2-16mm)及小漂石(257-512mm)比例降低、小礫石(17-64mm)、中礫石(65-256mm)比例增加；物種群聚方面游泳型魚種上游受到電廠高低落差影響明顯有下降趨勢，其中上游並未發現高身白甲魚，而臺灣白甲魚並未受到明顯影響、底棲型魚種並未明顯受到影響，洄游型魚種明顯有下降趨勢，其中洄游型魚種大吻鰕虎並未受到明顯影響、外來魚種並未受到明顯影響、洄游沼蝦受到電廠高低落差影響明顯有下降趨勢，推測電廠高低落差影響，部分族群上游與下游族群可能並不相同，部分物種數量反而增加。

表二十九、南溪水力發電高壩上下游區間數量比較

編號	魚種	高壩上游記錄數	高壩下游記錄數
1	高身白甲魚	0	3
2	臺灣白甲魚	1	8
3	臺灣石鱝	53	47
4	臺灣鬚鱲	33	11
5	粗首馬口鱲	2	5
6	黑頭阿胡鰕虎	7	6
7	台東間爬岩鰍	2	10
8	日本瓢鰭鰕虎	68	53
9	兔頭瓢鰭鰕虎	15	10
10	大吻鰕虎	4	15
11	花鰻鱺	0	2
12	平頜鱲	2	3
魚類總數		187	173
13	大和沼蝦	40	21
14	短腕沼蝦	13	7
蝦類總數		53	28

第四章 討論

本研究主要係以電魚法及浮潛觀測法進行利嘉溪之物種調查、測量樣區內棲地之環境因子，以結果檢視利嘉溪自出海口至上游之物種現況，探討水利工程對於溪流生態之影響，並提出近年來對於溪流河川管理上的改良，建議利嘉溪未來改善自然環境之方向。

第一節、水利工程影響

（一）高壩影響

電廠攔砂壩高壩影響，南溪上游東興電廠的攔河壩高低落差約為 17 公尺，流量方面從 7.30m^3/s 降為 4.63m^3/s；底質方面上游砂(<2mm)、礫石(2-16mm)及小漂石(257-512mm)比例降低、小礫石(17-64mm)、中礫石(65-256mm)比例增加；物種群聚方面游泳型魚種、洄游型魚種、洄游沼蝦上游受到電廠高低落差影響明顯有下降趨勢，推測電廠高壩影響，導致調查上游部分族群與下游族群並非屬於同一種族群。而電廠攔砂壩為了發電必須持續修復壩體的結構以及清除攔蓄之泥砂，就現今而言達到使用年限之壩體維修費用不符合經濟效益，臺灣電力公司應針對舊有壩體評估持續維護是否能夠帶來經濟效益。

國內針對高壩改善方式，以位於雪霸國家公園內的七家灣溪流域，該流域目前為臺灣特有種櫻花鉤吻鮭的唯一棲息地，自 1980 年起，由於人為開發以及防砂壩的建立等，迫使櫻花鉤吻鮭的生活環境大受影響，為了提供鮭魚進行洄游生活史以及改善破碎化的棲地，雪霸國家公園於 1996 年起開始針對高山溪防砂壩之壩體改善及拆除作業進行可行性評估，於 1999 年至 2001 年間，由上游處四號壩往下游一號壩進行壩體改善與拆除工程，其中在高山溪防砂壩拆除後，上游大漂石比例提高，形成較穩定的底質，深潭棲地的比例也相對提高，由於壩體上下游的河床坡度逐漸平緩，鮭魚得以上溯至上游水域，針對國內之壩體改善方式由於案例有限，前置評估過程相當重要，施行期間也需監測是否合乎當地的環境，後續

的持續觀測可以準確地看出改善工程是否對物種提供合適的環境以利復育(王筱雯，2011、葉昭憲 2002)。

國外針對高壩改善方式，以位於美國奧勒岡州的馬莫壩為例，1909 年為了發電和供水上的需求興建馬莫壩，壩體高度為 15m，攔蓄泥砂量約為 75 萬 m^3。在營運 80 年後已失去原本的功效，且因執照之使用年限屆滿，經過整體的評估後，於 2007 年移除壩體，移除之方式，先用以土石所構成的圍堰將河水隔開，並對壩體進行移除，移除期間將會受到影響之魚類遷移至相關養殖區放置，根據移除後的調查指出，馬莫壩移除後魚類可向上洄游分布，棲地方面也增加了近 150 km 的區域以供物種利用。

（二）攔砂壩影響

水土保持局台東分局(2018)針對都蘭沿海及馬武庫溪集水區環境友善評估之調查結果發現，經選取之五條溪流其壩體友善環境工程改善前後之環境影響，研究結果發現高、中及低壩體改善前，海口區域有發現洄游型物種，下游區域由於高壩固床工影響之下無發現洄游型物種；在壩體工程改善後的調查發現，將高壩固床工開口並將其高度降至 30 公分以下，在下游區域可以發現到洄游型物種與游泳型魚類。

（三）灌溉及飲用水取水影響

北溪上游受到連續攔砂壩及大南圳取水道影響，流量方面由 2.25m^3/s 降為 0.78m^3/s；底質方面由小漂石(257-512mm)及砂(<2mm)改變為不同大小底質平均分布組成之棲地；物種群聚方面，本土游泳型魚種何氏棘魞在上游部分並未發現，而下游處發現較多數量，推測可能因下游處食物較為豐富進而經由下游會流處流入樣區、底棲型魚種及洄游型魚種並未受到明顯的影響，其中大吻蝦虎數量明顯受到影響導致數量下降、外來魚種並未受到明顯之影響，其中吉利非鯽在上游並

未發現、洄游沼蝦受到連續攔砂壩及取水道之影響，有明顯下降的趨勢。

南溪中游受利家圳取水閘門影響，流量方面由 1.81m^3/s 降為 0.46m^3/s；底質方面由小礫石(17-64mm)改變為中礫石(65-256mm)所組成之棲地；物種群聚方面，本土游泳型魚種何氏棘鲃由於發現數量不足以判斷是否有受到利家圳引水閘門之影響、臺灣白甲魚並未受到取水閘門之影響、底棲型魚種並未受到明顯之影響、洄游型魚種受到取水閘門影響數量有下降趨勢，其中大吻鰕虎並未受到影響、外來魚種並未受到影響及洄游沼蝦受到取水閘門之影響數量有下降的趨勢。

南溪上游電廠水力發電取水影響，流量方面由 7.30m^3/s 降為 1.81m^3/s；底質方面上游小漂石(257-512mm)及礫石(2-16mm)比例降低、小礫石(17-64mm)比例增加；物種群聚方面，本土游泳型魚種何氏棘鲃、臺灣白甲魚數量不足以判斷是否有受到水力發電取水影響，其中臺灣石𩼧數量有下降趨勢、底棲型魚種並未受到明顯影響、洄游型魚種並未受到明顯影響，其中日本瓢鰭鰕虎受到水力發電取水有下降趨勢、外來魚種並未受到明顯影響及洄游沼蝦受到水力發電取水影響明顯有下降趨勢。

國內改善方式，農業生產過程中的全面節水，包括灌溉農業、旱作農業、工程節水、農藝節水和管理節水。農業節水的核心是在有限的水資源條件下，採用先進的工程技術、適宜的農業技術和用水管理之政策與技術等綜合措施，充分提高農業水的利用效率和生產效益。農業節水的目的是在使農業供水量不變甚至減少的情況下，逐步擴大灌溉面積，增加農作物產量，提高經濟效益，促進農民增收，實現農業持續穩定發展(艾群，2010)。

國外改善方式，舉以色列為例，以色列 60 以上的土地年鈞降水量僅 300mm，有些區域甚至不足 150mm，在這樣不利的環境中，憑藉發達的水利灌溉系統，使用低壓管路灌溉方法，將單位面梯土地的耗水量降為 50-70，此外田間作物都採用處理後的廢水進行灌溉，通過使用迴圈水節約水資源，同時有利於生態環境(艾群，2010)。

（四）生態基礎流量以本地游泳型魚種何氏棘鲃及高身白甲魚為例

Bovee(1982)所著作之 *A guide to stream habitat analysis using the instream flow incremental methodology,* IFIM 認為深潭區域水深、流速較為緩和，成為魚類棲息地，其可容蓄成魚，當溪流逢枯水期間為魚類重要生存區域。淺瀨區域因流速快、溶氧量高，主要族群為底棲型物種，為魚類主要攝食來源區域，因此主張以棲息於淺瀨區的物種為溪流所需最小流量為標準。

由 Poff et al., (1997)提出維持生態河川流態(Ecological Flow Regime)的流量管理概念，認為生態流量應隨著豐水期、枯水期的流量不同、發生之頻率、發生時間的長短等不同的特性，所需的流量不同。生態基礎流量之評估方式主要可分為三大類：一.流量記錄法，依據過去紀錄之流量來進行評估；二.水理(斷面-流量法)，透過水理特性(水面寬、水深、流速等)之斷面關聯性，來推估所需最低流量流量；三.棲地法，以指標物種對於棲地條件之偏好程度，作為評估的依據。

莊明德(2014)於烏溪大旗橋河段進行溪流棲地與指標物種河川的工程設計前，應考量生態基流量作為維持生態環境的依據之外，棲地的多樣性也須納入到整體河川生態所做的規劃。蔡明剛(2013)於台東縣東河鄉羊橋溪水土保持工程對魚、蝦、蟹生物多樣性影響之研究中反應出，要在羊橋溪設計合乎生態工法的治理方式，應先針對枯水期間過度取水造成溪段間的連續性出現阻礙以及攔砂壩阻礙洄游物種生活史的進行，建議改善後可以提供物種基礎流量的生活環境。

溫博文(2005)於卑南溪流域用以棲地法推估生態基礎流量，研究顯示卑南溪於流量 40 m^3/s 至 100 m^3/s 環境棲地型態分布較為平均，當流量為 60 m^3/s 下，棲地擁有較多樣的環境，而多樣的棲地環境有利於於類的繁衍與生長。

吳瑞賢(2007)以卑南溪為例進行河川棲地型態之研究，結果指出何氏棘鲃偏好深潭型棲地，臺灣鬚鱲及何氏棘鲃幼魚偏好緩流型棲地環境，在流量為 40 m^3/s 之下分布以緩流為主，其次於深潭，就全面性流域而言建議以流量 60 m^3/s 下，擁有較多元的棲地環境，有助於魚類的繁衍與成長。

莊明德(2014)以烏溪大旗橋河段調查河川棲地多樣性評估河川生態流量，指出以最小流量保有標的物種臺灣石𩼧，當流速 0.4 m/s、水深為 45 cm 時，出現的頻度最高，合適範圍流速為 0.2-1.0 m/s、水深為 20-45 cm。

在流域中發現何氏棘鲃於水利工程影響推估生態基礎流量，南溪下游射馬干圳，水深 41cm、流量 2.56m^3/s；北溪上游大南圳，水深 33.1cm、流量 0.78m^3/s；南溪中游利家圳，水深 28cm、流量 0.46m^3/s；南溪電廠水力發電取水，水深 65cm、流量 1.81m^3/s；南溪上游電廠高低差，水深 86cm、流量 4.63m^3/s，與溫博文(2005) 於卑南溪之研究提及流量在 60m^3/s 之下將提供何氏棘鲃最大的棲息環境以及楊尚燁(2013)於新武呂溪調查 2.8m^3/s 有何氏棘鲃的紀錄，因此本研究推估最小流量應提供 2.8m^3/s 以供需要流量大的何氏棘鲃生存條件。

第二節、與過去紀錄物種結果比較

本研究調查於利嘉溪過去 2000 年及 2002 年與 2018 年紀錄之物種比較之描述如表二十九，茲分述如下。

以物種而言，發現何氏棘鲃的數量相較於以往的數量多，由此可以觀察到利嘉溪的流量是足夠提供何氏棘鲃生存的，但不足以讓何氏棘鲃溯往上游生存；而高身白甲魚的數量方面相較於以往的數量少，可能影響之原因有可能是近年來風災或是人為於棲地上的干擾所導致，使得無法在局部區域的調查觀察到；臺灣白甲魚、臺灣石鵈、臺灣鬚鱲、粗首馬口鱲、平頜鱲、台東間爬岩鰍、日本瓢鰭鰕虎、兔頭瓢鰭鰕虎、黑頭阿胡鰕虎、大吻鰕虎、大鱗龜鮻、吉利非鯽、花鰻鱺、大和沼蝦、短腕沼蝦方面調查的數量普遍較過去調查結果多，此外過去調查提及擬多齒沼蝦、臺灣絨螯蟹及白鰻並未發現，推測可能調查方式改變而導致無法捕獲，而本次調查記錄明顯大於過去紀錄，可能原因為本次調查與過去的觀測以及電格法努力量不一致所導致，僅能說明物種於利嘉溪分布。

表三十、過去與本次利嘉溪流域調查之物種數

物種	2000	2002	2018
何氏棘鲃	4	0	69
高身白甲魚	17	100	8
臺灣白甲魚	0	0	124
臺灣石鱝	2	4	992
臺灣鬚鱲	0	0	567
粗首馬口鱲	0	0	107
黑頭阿胡鰕虎	44	14	172
台東間爬岩鰍	1	4	33
褐塘鱧	9	6	2
日本瓢鰭鰕虎	79	77	1285
兔頭瓢鰭鰕虎	0	0	320
大吻鰕虎	0	0	196
大鱗龜鮻	8	9	73
花鱺鰻	-	-	9
白鰻	4	3	-
吉利非鯽	1	1	121
平頜鱲	47	45	117
大和沼蝦	27	18	505
短腕沼蝦	2	1	214
擬多齒沼蝦	0	1	0
臺灣絨螯蟹	14	11	0
調查總計	253	294	4914

第三節、建議

一、建議水力發電廠進而發展成富有教育意義的水力博物館提供民眾參觀了解水力發電的發展史，以及可以參考 1976 年美國西雅圖巴拉德地區為保育鮭魚所建立之透明水道同樣可以提供民眾觀察迴游性物種迴游的情況，可作為生態永續經營與生態教育的場所，同時具有觀光發展功能。

二、攔沙壩可參考都蘭沿海一帶，工程人員與生態學者、社區居民共同設計，找出可行方案。

三、截水與生態基礎流量，本研究調查建議流量，提供農田水利會及自來水公司參考，並建議提升農業節水效益，當枯水期流量較少發生時，可減少與溪流物種搶水的情形發生，取水過程期間能以提供利嘉溪物種所需生存之基礎流量。

四、未來相關管理單位欲規劃改善流域環境，須由施工工程單位與生態學者以及當地達魯瑪克居民共議如何有效提供溪流物種自然棲息空間，過程中如何避免對物種不利的工法，完成後也需經長期追蹤溪流環境及魚類資源的紀錄，有助於族群快速恢復群聚及復育溪流物種的族群並協助達魯瑪克部落國居民與永續經營利嘉溪。

第伍章 參考文獻

第一節、中文文獻

孔麒源，2006。屏東縣萬安溪臺灣石𩼧之棲地利用與生殖生態。國立屏東科技大學野生動物保育研究所碩士論文。

王筱雯，2011。河川復育之適應性管理。行政院國家科學委員會專題研究計畫(NSC 99-2221-E-006-190)。

王筱雯，2011。臺灣堰壩的存與廢。科學發展，第467期，第52-57頁

王筱雯，2017。臺灣壩體拆除決策流程建立與應用。中華水土保持學報，第48卷，第1期，27-35頁。

古馥維，2013。

艾群，2010。農業生產節水技術與系統研發。農業工程與節能減碳學術研討會專刊。第21-37頁。

吳振發，2008。農田水利生態工程建設效益評估。農業工程學報，第54卷，第4期，58-82頁。

吳瑞賢、毛振泰、陳芳瑜，2008。臺灣河川生態棲地分佈之研究-以卑南溪為例。水力會刊，第11期，1-7頁。

汪靜明，1990。河川魚類棲地生態調查之基本原則與技術

汪靜明，1991。臺灣河川的生態保育。科學月刊，第22期，第12卷，930-937頁。

汪靜明，1998。河川生態基流量設計及魚類棲地改善之理念，環境教育季刊(35):49-69

汪靜明，2003。生態工法之生態評估模式探討。國際水利生態工法研討會。112-129頁

邱宏彬、陳虹琪、孫建平，2015。人工棲所的設置對水生生物的影響。農業工程學報，第61卷，第1期，29-44頁。

孫建平，2013。水利工程對水環境生態之影響。科學月刊，第5期，第44卷，374-378頁。

張明雄，1994。大甲溪中下游魚類群聚研究。國立臺灣大學動物學研究所博士論文。

張明雄、林曜松，1999。攔砂壩對水生生物多樣性的影響。1999年生物多樣性。

莊明德、周文杰、李德旺、柴家豪，2014。應用河川棲地多樣性評估河川生態流量-以烏溪大旗橋河段為例。臺灣水利，第62卷，第2期，82-89頁。

莊鈴川，2004。哈盆溪魚類族群棲地利用之研究。國立臺灣大學生態學與演化生物學研究所博士論文。

許增發，2004。防砂壩對魚類分布之影響-以曾文水庫集水區主流為例。成功大學水利及海洋工程學系碩士在職專班學位論文。

陳虹琪，2011。灌溉渠道人工棲所對魚類群落之生態效應。成功大學水利及海洋工程學系碩士論文。

曾晴賢，2007。臺灣河川工程問題與生態復育的省思。

黃俊嘉，2008。農田水利會轄區攔河堰及魚道對上下游魚類相影響之研究。國立臺灣大學生物環境系統工程學研究所碩士論文。

楊尚燁，2013。新武呂溪魚類保護區莫拉克颱風後魚類資源之調查研究。國立台東大學生命科學研究所碩士論文。

葉明峰，2005。魚類河川棲地合適度調查技術，農業與農情，行政院農委會，155期。

葉昭憲、王永賢，2010。武陵地區生態系長期監測與研究-物理棲地研究。內政部營建署雪霸國家公園管理處。

廖林彥，2015。臺灣櫻花鉤吻鮭族群數量分布及放流成效監測。內政部營建署雪霸國家公園管理處。

劉烱錫，1999。台東縣海端鄉新武呂溪魚類保護區魚類資源與經營管理。東部地區原住民文化與生態研討會，15頁

劉烱錫、湯奇霖、王土水、陳客宏，2000，利嘉溪魚類資源之調查研究。台東師院學報11期，219-246頁。

劉烱錫、黃駿凱、陳燕釗，2017。都蘭沿海及馬武窟溪集水區環境友善評估委託專業服務案期中報告，行政院農委會。

蔡明剛，2013。台東縣東河鄉羊橋溪水土保持工程對魚、蝦、蟹生物多樣性影響之研究。國立台東大學生命科學研究所碩士論文。

戴永禔，1994。高身鏟頜魚活動範圍與棲地環境之研究。自然保育試驗研究成果論文集，行政院農委會，59-67 頁。

第二節、英文文獻

Allan, J.D. & Castillo, M.M., “Stream EcologyStructure and Function of Running Waters”, Springer, 2007.

Bain, M. B., Finn, J. T., & Booke, H. E. (1985). Quantifying stream substrate for habitat analysis studies. *North American Journal of Fisheries Management*, 5(3B), 499-500.

Ecomorphological comparison and habitat preference of 2 Cyprinid fishes, Varicorhinus barbatulus and Candidia barbatus, in Hapen Creek of northern Taiwan. *Zoological Studies*, 2006, 45.1: 114-123.

Fretwell, S. D. (1972). *Populations in a seasonal environment*(No. 5). Princeton University Press.

Gorman, O. T., & Karr, J. R. (1978). Habitat structure and stream fish communities. *Ecology*, *59*(3), 507-515.

Hydropower Sustainability Guidelines. (2018). Sustainability guidelines. *Sutton, Surrey, UK. Website: http://www. hvdropower. org/downloads/IHA Guidelines NOV*, *20*.

Jones, B. E. (1915). *A method of correcting river discharge for a changing stage*. United States Geological Survey.

Peter, R. E., & Yu, K. L. (1997). Neuroendocrine regulation of ovulation in fishes: basic and applied aspects. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, *7*(2), 173-197.

Pimentel, D., Berger, B., Filiberto, D., Newton, M., Wolfe, B., Karabinakis, E& Nandagopal, S. (2004). Water resources: agricultural and environmental issues. *BioScience*, *54*(10), 909-918.

Pizzuto, J. (2002) Effects of Dam Removal on River Form and Process, BioScience, Poff, N. L., Allan, J. D., Bain, M. B., Karr, J. R., Prestegaard, K. L., Richter, B. D., ... & Stromberg, J. C. (1997). The natural flow regime. *BioScience*, *47*(11), 769-784.

Vannote, R. L., Minshall, G. W., Cummins, K. W., Sedell, J. R., & Cushing, C. E. (1980). The river continuum concept. *Canadian journal of fisheries and aquatic sciences*, *37*(1), 130-137.

Vol. 52, No. 8, pp. 683 – 691

第三節、相關引用文獻

中央研究院動物研究所魚類生態與進化研究室，臺灣魚類資料庫，

www.fishhdb.sinica.edu.tw

International Hydropower Association, IHA，國際水利發電協會

http://www.hydrosustainability.org/guidelines

台東農田水利會 水利工程

http://www.ttia.gov.tw/page6.php

謝惠子，2004。東方之「興」-台東縣東興發電廠。能源報導，經濟部能源局。

臺灣省林務局，1992。臺灣省近期防砂壩現況調查報告。

邵廣昭　臺灣魚類資料庫 網路電子版

http://fishdb.sinica.edu.tw

邵廣昭　臺灣物種名錄　網路電子版

http://taibnet.sinica.edu.tw

指標魚種棲地適合度曲線及生活史資料庫，經濟部水利署水利規劃試驗所

https://ire-123.wrap.gov.tw/WRPI_WaterFish/index.html

台東農田水利會 主要圳系建造年代表

https://web.archive.org/web/20141208020113/http://www.ttia.gov.tw/page6.php

Ballard Locks-fish ladder
https://www.nws.usace.army.mil/Missions/Civil-Works/Locks-and-Dams/Chittenden-Locks/Fish-Ladder/

第陸章 附錄

壹.　電魚公文

臺東縣政府　函

機關地址：95001臺東市中山路276號
承辦人：李振哲
電話：089-343611
電子信箱：g2047@taitung.gov.tw

受文者：國立臺東大學

發文日期：中華民國106年11月21日
發文字號：府農林字第1060243653號
速別：普通件
密等及解密條件或保密期限：
附件：台東大學利嘉溪魚類資源調查計畫書

裝

主旨：有關貴校為執行利嘉溪魚類資源調查，擬向本府申請進入卑南東興村及鄉地進行境內相關之研究，經審同意其餘詳如說明，請查照。

說明：

一、復貴校106年11月21日東大生科字第1061007590號函。

二、本府原則同意貴校研究人員自106年12月1日起至107年9月30日止，於本縣轄內（卑南鄉）進行該項研究及調查。

訂

三、貴校人員進入前揭區域進行調查時，應遵守野生動物保育法第18條及同法施行細則第20、21條之規定，若採集時發現有保育類野生動物，請原地釋放不得攜回。

四、貴校人員進入前揭區域進行調查試驗時，應預先通知鄰近之警察分局，並攜帶本函影本及身分證明文件，俾供調查。

五、副本抄送（含附件）臺東縣卑南鄉公所及臺東縣警察局利嘉派出所及台東縣警察局東興派出所。

線

正本：國立臺東大學
副本：臺東縣警察局臺東分局利嘉派出所、臺東縣警察局臺東分局東興派出所、臺東縣卑南鄉公所、本府農業處(林務科) 106/11/22 09:18:22

第1頁，共1頁

1060015886