

砂卡礑溪水域生態復育影響因子 調查監測計畫

太魯閣國家公園委託研究報告

中華民國九十七年十二月

砂卡礑溪水域生態復育影響因子 調查監測計畫

受委託者：中華民國魚類學會

研究主持人：曾晴賢理事長

協同主持人：楊正雄秘書長

研究助理：鄧惠瑜、鄭潔方、葉其蓁、陳彥谷

太魯閣國家公園管理處委託研究報告

中華民國九十七年十二月

目次

表次	I
圖次	II
照片次	III
摘要	I
第一章 前言	1
第一節 計劃緣由	1
第二節 工作範圍	3
第三節 監測時間	3
第四節 工作目標	4
第五節 文獻回顧	6
第二章 研究內容及方法	10
第三章 研究結果	15
第一節 環境調查現況	15
第二節 水質	20
第三節 水溫	20
第四節 流量	22
第五節 溪流生物調查結果	23
壹、砂卡礑溪溪流生物組成與分布變化.....	23
貳、各測站魚類組成與分布狀況及優勢種.....	26
第六節 外來種魚類問題與建議	33
壹、外來魚種的數量估計與分布現況.....	33
貳、砂卡礑溪外來魚種各種移除方法成效比較.....	35
參、外來種防治建議與保育宣導措施.....	40
肆、其他可能的問題	43
第四章 工作進度	44
第五章 結論與建議	45
附錄：審查記錄與意見回覆	46
壹、期初簡報	46
貳、期中簡報	49
參、期末簡報	55
參考文獻	60

表次

表 3-1：「砂卡礑溪水域生態復育影響因子」各次調查時間與工作內容.....	15
表 3-2：砂卡礑溪各測站水質比較表	20
表 3-3：砂卡礑溪各測站流量測定比較表（調查時間：2008.5.22）	22
表 3-4：「砂卡礑溪水域生態復育影響因子調查監測計畫」調查所得魚蝦蟹類名錄表（2008.5~2008.11）	24
表 3-5：「砂卡礑溪水域生態復育影響因子調查監測計畫」各調查測站所得魚蝦蟹類數量與分布表（2008.5~2008.11）	32
表 3-6：以電氣法及釣魚法進行台灣石 與粗首鱺等外來種移除的效率及誤捕魚類統計表.....	38

圖次

圖 2-1：魚類調查樣區 GPS 定位點位置與調查區域示意圖.....	12
圖 3-1：砂卡礑溪水溫記錄比較（2008.9.25-2008.9.26）.....	21
圖 3-2：砂卡礑溪水溫記錄比較（1999.10.2-2000.1.8）.....	22
圖 3-3：以浮潛法記錄中統計各測站優勢魚類組成比例比較圖 （2008.5）.....	30
圖 3-4：以浮潛法記錄中統計攔水壩以下各測站外來種魚類全體頻 度組成比例比較圖（2008.5）.....	35
圖 3-5：以電氣法及釣魚法比較捕獲台灣石鱸捕獲數量及全長頻度 比較表.....	39
圖 3-6：以電氣法及釣魚法比較捕獲粗首鱸捕獲數量及全長頻度比 較表.....	39
圖 4-1：預定進度與執行進度現況甘梯圖 (Gantt Chart).....	44

照片次

照片 2-1 自動記錄的光學型溫度記錄器	11
照片 2-2：コスモ理研製 CR11 流速計	12
照片 2-3：以電器法採集魚類調查工作照	13
照片 2-4：以浮潛法觀察魚類工作照	13
照片 2-5：蝦籠誘捕以豆餅或秋刀魚為誘餌	14
照片 3-1：在上游三間屋測站所捕獲到的鱸鰻（2008.7.5， TL=40cm），屬於珍貴稀有保育類野生動物	24
照片 3-2：在五間屋測站所捕獲到的台灣扁絨螯蟹個體，為台灣特 有種生物	25
照片 3-3：細額沼蝦具有美麗的花紋（2008.7.5，於匯流點測站捕獲）	25
照片 3-4：日本禿頭鯊是分布最廣，且數量最為優勢的種類	27
照片 3-5：大和沼蝦是分布最為普及的沼蝦種類	28
照片 3-6：大和米蝦的上溯能力極強，可以分布至最上游的三間屋 測站	28
照片 3-7：太魯閣澤蟹主要在上游河段被發現	28
照片 3-8：在攔水壩下以電氣法捕獲魚類中，明顯以台灣石 為優 勢種類（2008.7.5，攔水壩下測站）	34
照片 3-10：協助以釣魚法進行調查的保育志工及對民眾說明的宣導 告示牌（2008.7.5）	36
照片 3.11：保育志工以釣魚法進行外來魚種的捕捉與移除工作 （2008.7.5）	36
照片 3.12：保育志工及以釣魚法捕獲的漁獲（2008.7.5）	37
照片 3.13：研究人員進行捕獲魚類的記錄與測量工作（2008.7.5）	37
照片 3-14：滿附排水閘門的河殼菜蛤群落	41

摘要

關鍵字：砂卡礑溪、水域生態、復育、外來種、入侵種

一、研究緣起

本研究於 97 年 5 月至 12 月間，針對砂卡礑溪及鄰近立霧河流域，進行「砂卡礑溪水域生態復育影響因子調查監測計畫」，以期瞭解砂卡礑溪現有水域生物資源、種類與分布資料，並針對外來種的現況調查與防治進行確認，提出檢討改善及保育策略方案。以維護砂卡礑溪水域生態資源及保育。

二、研究方法及過程

本研究以電氣法、浮潛法、釣魚法及蝦籠法等各種方法，每季一次針對四個固定樣站及四個隨機樣站進行水域生物的調查工作。共計完成三次的野外調查工作及分析。

三、重要發現

摘要重要成果如下：

(1) 共計調查發現到魚類 5 科 11 種，淡水蝦 2 科 6 種以及蟹類 2 科 2 種。其中包含有鱸鰻一種為珍貴稀有保育類野生動物。以及包含台灣石鱚、粗首鱚、大吻蝦虎魚及及台灣扁絨螯蟹與太魯閣澤蟹等 5 種為台灣特有種類。但台灣石鱚、粗首鱚為砂卡礑溪的外來種入侵生物。由組成及生物特性來看，砂卡礑溪的溪流生物特色為特有種類少、洄游生物種類多且以底棲生物為優勢的溪流生態系統。

(2) 砂卡礑溪的優勢魚類主要為日本禿頭鯊、大吻蝦虎魚、台灣鏟頰魚、台灣石鱚及粗首鱚五種。其中以日本禿頭鯊的分布最為廣泛，數量亦最優勢。其次是台灣鏟頰魚，分布也遍及整個流域，但其在中下游的數量遠不如上游河段。外來種的台灣石鱚、粗首鱚分布則集中在攔水壩以下的中下游河段，其中台灣石鱚的數量在中下游河段十分優勢，粗首鱚則集中在下游河段。淡水蝦類中數量與分布優勢的是大和沼蝦，大和米蝦雖然上溯能力極強，但數量不多。淡水蟹類則以太魯閣澤蟹數量較多，但分布侷限在中上游河段；台灣扁絨螯蟹的數量不如以往文獻，僅在中游河段有零星記錄。

(3) 調查顯示，各測站的台灣鏟頰魚和台灣石鱚族群比例呈現消長的關係，比較其食性與棲地偏好，可能存在食物與領域的相互競爭關係。而外來種的台灣石鱚及粗首鱚兩種由其全長頻度組成來看，族群結構穩定，顯示其族群更新良好。

(4) 比較「電氣法」及「釣魚法」作為移除外來種方法，可以歸納得到①無論是釣魚法或是電氣法，台灣石鱚的捕獲數量及單位努力量都較粗首鱚來得高。②以數量及單位努力量來說，台灣石鱚較合適以電氣法捕捉，但粗首鱚則較適合使用釣魚法捕捉。③釣魚法較電氣法有較好的魚種及體型選擇性，可以減少對其他原生魚類誤捕的狀況。因此若考慮對外來種的捕捉數量、單位努力量及誤捕率及對魚類體型的選擇性之後，「釣魚法」是最為適合移除台灣石鱚及粗首鱚兩種外來種的方法，移除效率也最佳。

四、主要建議事項

根據研究發現，針對砂卡礑溪水域生物現況與外來種入侵程度，提出下列具體建議。以下分別從立即可行的建議、及長期性建議加以列舉。

立即可行之建議—外來種的移除建議

主辦機關：太魯閣國家公園管理處

建議國家公園專案針對外來種進行移除工作，規劃專案協請有公信力的團體以研究方式進行相關的移除工作。並與保育宣導活動進行結合。

長期性建議—攔水堰的魚道設計注意事項

主辦機關：太魯閣國家公園管理處

協辦機關：台灣電力公司

建議未來如果要進行砂卡礑溪攔水壩魚梯施作時，應該在設計階段時就注意選擇可以不讓外來種魚類上溯的特殊型式，以可以讓攀爬物種，如鱸鰻，蝦虎魚和蝦蟹類，通過的魚道形式為主要考量。

Abstract

Keywords : Sha-ka-dang stream, aquatic ecology, restoration, exotic species, invasion species

This project want to know the aquatic resource, species and distribution and investigated the current situation of exotic species in the Sha-ka-dang stream and Li-wu stream and focused on the remove policy and restoration program in order to protect the local aquatic ecology and conservation during May to December, 2008.

This project use the electronic-fish, skin-diving, fishing and trap methods to collect the aquatic biology once a season on the four stable site and four temporary site, It totally finished three times until now.

The important result of this research showed as follows:

1. Totally found out 5 families 11 fish species, 2 families 3 freshwater shrimp species and 2 families 2 crab species. There is one Rare and Valuable Species in Wildlife Protect Act (*Anguilla marmorata*) and 5 endemic species (*Acrossocheilus paradoxus*, *Zacco pachycephalus*, *Rhinogobius gigas*, *Platyeriocheir formosa*, *Geothelphusa taroko*), but *Acrossocheilus paradoxus*, *Zacco pachycephalus* also the invasion species in Sha-ka-dang stream. According the composition of the biota, fewer endemic species, many migrates and bethnos are the characters of this stream biology.

2. The dominate fish species are *Sicyopterus japonicus*, *Rhinogobius gigas*, *Scaphesthes barbatulus*, *Acrossocheilus paradoxus*, and *Zacco pachycephalus*, *Sicyopterus japonicus* is the most in number and widespread species, distribute all the watershed. *Scaphesthes barbatulus* is also widespread species, but the number less in the down-section than the up-section. The invasion two species concentrate below the weir in the middle and down-section. The dominate shrimp species is *Macrobrachium japonicum*, *Caridina japonica* is fewer although it had the nice upstream ability. The dominate crab species is *Geothelphusa taroko* and locate limit with the middle and up-section. The number of the *Platyeriocheir formosa* becoming fewer than before record.

3. The result showed that the number in each survey stations of the *Scaphesthes barbatulus* and *Acrossocheilus paradoxus* had the relation of decline and increase, it

suggested that the competition between these two species because of the same niche in food and territory. The invasion two species have stable population structure according to the frequency distribution analysis of the total length.

4. The result to compare with electronic-fish and fishing catch method to the invasion species showed that 1) no matter which methods, the catch number and C.P.U.E. to *Acrossocheilus paradoxus* is higher than *Zacco pachycephalus*. 2) *Acrossocheilus paradoxus* is suitable for the electronic-fish way and *Zacco pachycephalus* is for fishing. 3) Fishing method has better selectivity for fish species and size than electronic-fish. It also avoids the probability with by-catch. Overall of the result showed that the fishing method is the best and efficient way to remove the two invasion fish.

This project comes to the immediate and long-term strategies.

For immediate strategies to remove the invasion species:

1. Proposal the special case to execute and do the long-term research.
2. Invite the public-trust society or scholar to help to act.
3. Connect with the public conservation activities.

For long-term strategies to the design of the fish-way on weir:

1. Choose the proper fish-way type to avoid the invasion fish pass.
2. The major user of the fish-way should be the creep biology such as eel, crab and goby.

第一章 前言

第一節 計劃緣由

太魯閣國家公園範圍內，由於地質和地形的關係，很少有可以親水條件的溪流。然而立霧溪的第一條支流砂卡礑溪，因為鄰近立霧溪河口，加上水質長年保持透明乾淨，得天獨厚的條件因此吸引許多魚蝦蟹類棲息，加上峽谷溪谷的秀麗美景，能夠擁有最豐富的生態和最能夠親水的空間，也因此長期以來吸引各方遊客慕名前來體驗國家公園豐富的生態人文和水石之美。

然而因為過去對於水域生態的瞭解不足，以及較不重視河川生態的保育工作，導致在開發水力資源之時，相關單位並沒有適當的保留環境所需的流量和設施。加上一般的民眾，無視於原生生物的價值和重要性，隨意放流外來的物種，導致原生的生物族群數量急遽的減少。這樣的問題嚴重的影響成立國家公園保育生態的宗旨，更會減損本條溪流的生態價值。

外來物種的問題在近年來十分嚴重，主要是因為生態系的平衡受到破壞，原本物種間的相互影響關係就一直存在於大自然界，弱肉強食的現象早已存在於各種生態系之內。然而不同的生態體系各有著不同的容忍能力，有的如大洋性生態系具有極高的緩衝（buffer）能力，外來的物種並不會立即的對其生態有顯著的影響。而相反地在環境狹隘的湖泊、河川或島嶼上，只要有任何新的物種加入或移出，都會引起相當大的騷動。

在河川生態系之中，原住的生物物種扮演的角色，原係一個較為弱勢之防衛性的角色，而新加入的物種則相對的是一個強勢侵略者的角色。如何評斷入侵者或防禦者雙方之間的成敗，則是淡水生態保育學者最感興趣的課題。淡水水域中原本在自然情況，不易發生外來種入侵的現象。然而近年來因為交通之發達人類的干與，物種交流之機會大增，促使這種外來種入侵的機會急遽的增加，相對地入侵成功的機會亦大大的提高。

目前台灣各地野外常見的外來種魚類之中，大致上可分為兩大類，其中之一是因為引進為養殖性魚類之後，陸續經過大量繁殖，再透過一般民間養殖場飼養，偶有被逃逸至天然水域，但是絕大部份是被有意放流至野外的。例如大肚魚、吳郭魚類、草魚、鱧魚、美洲鱸等等。另外一大類則是原本做為觀賞性的魚類，或因為不再被飼主所蓄養，他們大半不願殺生，而又沒有回收的系統，所以飼主就只好將這些魚放生到野外去。也因此造成某地突然看到有一些稀奇古怪的魚出現在本省各地，有時還成了新聞題材。例如數年前宜蘭發現娃娃魚，去年發現虎皮鴨嘴，曾文水庫發現象魚（緋尾魚）等等，均可能是這些原因造成的。也有許多是繁養殖業者在養殖過程當中，因為飼養環境不良，許多魚類很容易地逃到野外去，也有許多則是在颱風泛濫時逃出野外者。

不過除了前述的原因之外，台灣也有一項獨特的原因，使得這些原僅供一

般養殖或觀賞之用的魚類，大量的被任意的放流到野外去，這種即是一般所謂的放生行為。放生的活動大部份是某些宗教團體主導，或是聲勢浩大的聚集信眾，集資購買為數可觀，通常是以貨卡車運送的方式，成千上萬斤的活魚，就隨意的放生到野外水庫或河川裡。這些活魚的來源，主要是一些儼然已成為專門行業的放生公司在各地魚場收購的養殖性魚類，或是觀賞性的魚類。

另外也有一些個人或家庭，也會從事這種放生的行為，他們不易找到這些活魚供應商，因此大部份就到水族館中買一些便宜的（也就是最容易繁殖的）魚種，放生到野外各地水域。數年前本省六和彩賭風正盛之時，筆者就曾親聞一位賭徒到水族批發店去搜購數千隻的小型紅耳龜（巴西龜），其目的乃是將其放生至野外之後，或許可以祈求她不會槓龜。諸如此類的事可謂無奇不有。

本省歷年自國外引進之外來種魚種類為數極多，但從未有過詳細之調查與記錄。根據部份文獻記載和近年來的報章刊載及個人調查，目前總共已確定至少有三十餘種外來種水生物已被引進後放流到天然水域之中。根據表中所示，早年引入台灣者大都是以養殖為目的。然而自二十餘年前，已陸續有許多觀賞性魚類在被引進台灣後，因故意（放生、丟棄）和非故意（水災、崩池）的因素，造成這些觀賞魚被入侵台灣天然水域之中，而且這種情形愈來愈多，而且所造成的問題也愈來愈嚴重。除了從國外引進的外來種有可能變成入侵種之外，從西部各地引進的物種任意放流至東部來，也經常會造成生態浩劫。在某些地方政府或水產單位都曾被指責過某些不當的放流的行為，例如本省東部河川原來並不產有粗首鱻（俗稱溪哥），但是近年來卻因當地政府自西部購進大量的溪哥，放流在秀姑巒溪和馬武窟溪等地，如今這種魚類已成為當地的優勢種，許多珍貴的原生魚類則日漸稀少。這種後果恐怕不是當初做此決定的人，所樂以見到的後果吧！太魯閣國家公園境內原本也是不產西部常見的溪哥和石賓這些魚類，但是有可能是一些釣客或是宗教團體，無知地隨意放流之後，在短短幾年當中就引起相當大的問題。如中國時報在 2001 年報導太魯閣公園水域，出現放生魚群，不明宗教團體私下行動，太管處緊急捕撈僅捉回三百多條，漏網之魚恐將破壞生態（90.10.25.中國時報 17 版）。

其實在國外也有許多國家都曾有過許多外來種危害的例子，其中除了有許多是養殖性魚類所引起的例子之外，也不乏是因為觀賞性魚類所引起的問題。例如南非曾因劍尾魚 *Xiphophorus hellerii* 的引入而發生問題，澳洲、夏威夷、墨西哥等國在這些共同的問題上也均有極大的困擾。例如新加坡在 1991 年的調查裡發現，至少有 30 種淡水魚、2 種龜類、2 種蝦類和數種貝類，是因為觀賞性水族生物不當的放流或逸入天然水域者。夏威夷則至少有 20 種以上的觀賞魚和無脊椎動物入侵到其自然水域。

這些不當的外來種生物入侵到本省水域，除了極有可能直接或間接的對原有生態系中的生物造成競爭威脅之外，也有可能因為攜帶疾病病原，有時也會有極嚴重的後遺症。有些鰍科魚類容易感染黃吸虫，本身雖不易發病，但是卻容易感染給天然水域的香魚或其他小型鯉科魚類，所形成的危害則非常可怕！

夏威夷州政府單位有鑑於外來種生物入侵夏威夷水系，所造成的嚴重為害已不容忽視，因此積極展開各項管理措施。夏威夷州政府水生資源部(Division of Aquatic Resources)企圖透過公民教育的方式，希望一般民眾不再任意將任何生物放生至野外。如果必要的時候，或是技術條件許可之時，一些獨立的外來種生物族群將被有效的控制，甚至除去之。這些公民教育的方式自 1990 年起，分別透過以商業電視，或全州澈底的郵寄廣告，學校或社團中的演講等策略，積極的展開宣導工作。配合這項政策，他們爭取寵物店和人造團體的自願配合，他們負責回收那些民眾們不願意繼續飼養的觀賞魚。

雖然過去也有一些計劃在進行評估控制或除去一個溪流中的琵琶鼠族群之可行性，但是他們相信最有效的管理方法，還是防範那些沒有計劃引進的外來種魚類。同時他們策略和也相信除非這些外來族群還小而且孤立在某一些小地區，否則想要將之除去殆盡是一項不可能的事，同時想要控制這些外來種的所費將極可觀！

由上述可知，由於近年來砂卡礑溪一帶的河川生態狀況改變極大，加上外來種問題的影響，都對當地原生的水域生態造成衝擊，因此本計畫之目的為儘速地再次調查相關的生態資源狀況，以瞭解本條溪流過去的生態變化情形，並瞭解有哪些影響生態復育的因子，同時提出相關的監測計畫以及提出有效的復育方法。

第二節 工作範圍

砂卡礑溪為立霧溪的支流，因為峽谷地形及河中奇石林立，因此又有「神秘谷」的稱號，發源於二子山及曉星山之間，全長 16.65 公里，流域面積約為 6011 公頃，於神秘谷大橋附近匯入立霧溪主流，之後向東注入太平洋。

本研究調查工作範圍包含砂卡礑溪全段(圖 1-1)，包含上、中、下游共四個測站，由上游往下依序分別為「三間屋測站」、「攔水堰測站」、「舊檢查哨測站(五間屋)」以及「下游匯流點」測站。並且在砂卡礑溪與立霧溪匯流點以下河段選擇兩個隨機測站，分別為「立霧電廠出水口測站」及「立霧溪河口測站」，匯流點以上則選擇兩處隨機測站，分別為「葫蘆谷測站」(支流)及「溪畔壩下游測站」。前者兩個測站主要試想瞭解接近河口的生物組成之外，也想釐清外來種分布在下游河段的狀況。後者兩個測站則是想確認外來種是否有擴散至上游河段的趨勢，以及瞭解葫蘆谷支流的生物現況。

第三節 監測時間

本研究進行調查的時間自 97 年 5 月起至 97 年 12 月 31 日止。規劃每季進行一次調查工作，計畫進行三季次的定期調查，同時視實際天候與環境現況，進行不定期的調查。執行迄今，已經完成共計三次的野外調查工作，分別於 5 月 20 日至 22 日，7 月 4 日至 6 日以及 9 月 24 日至 26 日前往調查。

第四節 工作目標

本計畫之目的為(1)透過監測計畫再次調查砂卡礑溪相關的生態資源狀況，以瞭解本條溪流目前的水域生態環境現況，並對照以往資料釐清其變動情形。(2)瞭解有哪些影響環境或是生物因子影響到砂卡礑河流域生態自然復育的機制，並提出有效的復育策略與保育方案。

本研究預定之工作項目及其內容說明如下：

(1) 文獻資料蒐集與回顧：

蒐集砂卡礑溪附近環境資料，及彙整所有砂卡礑溪之相關生物調查結果及文獻資料，以供相關單位參考。

(2) 砂卡礑溪水域生態現況調查，包含脊椎動物與大型無脊椎的族群數量和分佈調查：

本項調查預計設置三間屋、攔水壩、舊檢查哨、下游匯流點共四處測站(圖1-1)進行水域生態調查，建立包括水域生物的種類、數量、歧異度、分布、優勢種、保育種、珍貴稀有種等基礎資料。預計進行三季次的定期調查，同時視實際天候與環境現況，進行不定期的調查。各項調查的時間和活動，均將事先知會管理處。

(3) 砂卡礑溪外來種水生生物的現況調查與防治：

依據實地調查結果，確認目前砂卡礑溪外來種生物的種類、族群數量、分布狀況，並且依據其分布針對外來種入侵問題與現況，提出檢討改善及保育策略方案。

(4) 砂卡礑溪水域生態保育宣導：

配合管理處辦理砂卡礑溪水域生態保育宣導活動，讓一般民眾除了瞭解砂卡礑溪的溪流生態資源之外，也讓民眾瞭解多年來砂卡礑溪水域生態變化的情況及外來種的問題。讓民眾未來不再任意進行放生活動。



圖 1-1：砂卡礑溪位置圖及預定調查樣區（藍色星點）位置（圖片引用修改自 Google Map）

第五節 文獻回顧

砂卡礑溪俗稱「神秘谷」，發源於二子山及曉星山之間，全長 16.65 公里，流域面積約為 6011 公頃，沿溪風景優美怡人，河岸植被完整且保持原始生態風貌，加上鄰近立霧溪河口，因此魚蝦蟹類種類繁多且資源相當豐富。

以往早期的研究主要是針對太魯閣的整個環境進行調查，

曾（1992）的「太魯閣國家公園區域內溪流動物之研究」最早曾經針對整個太魯閣流域包含砂卡礑河流域進行完整的生物組成及分布調查研究，顯示砂卡礑溪是整個立霧河流域中生物種類與數量最為豐富的流域，也是完全沒有受到任何污染的乾淨溪流，其研究結果共計發現魚類 12 種，淡水蝦類 8 種及蟹類 3 種。但各種魚蝦蟹類的分布在上下游間有顯著的差異，下游河段因為水流較為穩定，且鄰近河口，因此可以發現數量較多的洄游性生物，而中游因為台灣電力公司興建砂卡礑溪攔水堰取水發電，因此水流較不穩定，且造成高壩阻隔，因此上游河段通常僅有如台灣鏟頰魚等原生的純淡水性魚類或是上溯能力較強的洄游性魚蝦蟹類可以抵達，如：日本禿頭鯊、大吻蝦虎魚、大和米蝦等。

曾（1995）的「太魯閣國家公園砂卡礑溪魚道規劃之研究」曾經針對該攔河堰上下游生物相組成的差異，建議興建可調整式魚道以利中下游河段的生物可以順利上溯。

後續曾（1997）在進行「立霧溪河川生態資料庫之研究」時，也再度針對砂卡礑河流域進行調查，值得注意的是，該次調查發現到先前研究並未記錄到的粗首鱧種類，且數量已經不少，並且遍及整個下游河段。由於粗首鱧是西部原生的優勢魚類，加上各類文獻與研究中都未提及，因此研判應該是有遊客或是釣客透過放流或是放生活動入侵到砂卡礑河流域中的。之後林等（1999）在「立霧溪人工壩體對水域生態影響之研究」中亦提到外來入侵的粗首鱧數量相當穩定，在砂卡礑溪已能自行繁殖，可能會對當地原生魚類造成食物與棲地空間的排擠效應。

除了魚類之外，太魯閣國家公園亦曾經針對砂卡礑溪的蝦蟹類進行過組成與分布調查（陳，1998、鄒，1997）或是其他各類優勢甲殼類如台灣絨螯蟹等的基礎生物學等研究工作（鄒，1994、1995，趙等，1990，趙，2000，陳，1998），其中鄒（1994，1995）曾在太魯閣國家公園範圍內進行進行大和米蝦及臺灣絨螯蟹之形態形質測定及探討生殖及族群相關特性等生物學研究。陳（1998）則以砂卡礑溪的臺灣絨螯蟹進行更為詳細的生物學研究，研究之項目包括單位捕獲努力量（CPUE）、性比、生殖腺成熟指數（GI）、體型組成、相對成長、性成熟體型、標示放流、蓄養以及環境因子的變動及其對 CPUE 的影響。趙（2000）以砂卡礑溪大和米蝦及大和沼蝦為材料，主要就其生殖生物學進行研究，發現大和米蝦生殖腺之成熟與食物能量的累積有直接相關，但大和沼蝦則無此現象；同時由大和沼蝦不同月份的體型組成與生殖腺成熟指數的變化，推測出三

至六月應為其降海生殖的時間。各類研究成果十分豐碩，也奠定該流域保育工作的重要基礎。

整理歷年針對砂卡礑溪調查物種組成與分布的結果如表 2-1 所示：

表 2-1：太魯閣國家公園砂卡礑溪歷年物種組成與分布比較表。引用資料參見各文獻詳述

科名	中文名	學名	特有性	生活習性	曾(1995)及曾(1992)			曾(1997)	陳(1998)	林等(1999)
					下游	中游	壩上			
鰻鱺科	白鰻	<i>Anguilla japonicus</i>		降海洄游	+			●		
	鱸鰻	<i>Anguilla marmorata</i>		降海洄游	+	+	+	●		
鯉科	台灣鏟頰魚	<i>Varicorhinus barbatulus</i>			++	++	+++	●		●
	粗首鱻	<i>Zacco pachycephalus</i>	☆	外來?				●		●
蝦虎魚科	大吻蝦虎魚	<i>Rhinogobius gigas</i>	☆	底/洄游	+++	+++	+	●		●
	褐吻蝦虎魚	<i>Rhinogobius brunneus</i>		底/洄游	+++	+++	+			
	日本禿頭鯊	<i>Sicyopterus japonicus</i>		底/洄游	+++	++	+	●		●
	雙帶禿頭鯊	<i>Stiphodon elegans</i>		底/洄游	+			●		
	曙首厚唇鯊	<i>Awaous melanocephalu</i>		底/洄游	+			●		
溪鱧科	溪鱧	<i>Rhyacichthys aspro</i>		底/洄游	+			●		
湯鯉科	湯鯉	<i>Kuhlia marginata</i>		兩側洄游	+			●		
	大口湯鯉	<i>Kuhlia rupestris</i>		兩側洄游	+			●		
塘鱧科	棕塘鱧	<i>Eleotris fusca</i>		底/洄游	+			●		
方蟹科	台灣扁絨螯蟹	<i>Platyeriocheir formosa</i>	☆	底/洄游	+++	+++	+	●	●	●
澤蟹科	太魯閣澤蟹	<i>Geothelphusa taroko</i>	☆	底/陸封	+++	+++	+++	●	●	●
	扁足澤蟹	<i>Geothelphusa dolichopodes</i>	☆	底/陸封					●	
	陸蟹	<i>Geothelphusa sp.</i>		底/陸封	+	++	++			
長臂蝦科	大和沼蝦	<i>Macrobrachium japonicum</i>		底/洄游	++			●	●	●
	寬掌沼蝦	<i>Macrobrachium hirtimanus</i>		底/洄游	++	+		●		
	細額沼蝦	<i>Macrobrachium gracilirostre</i>		底/洄游	+			●	●	●
	貪食沼蝦	<i>Macrobrachium lar</i>		底/洄游	+++	++		●	●	●
	短腕沼蝦	<i>Macrobrachium latimanus</i>		底/洄游	+++	+++			●	
	日本沼蝦	<i>Macrobrachium nipponense</i>		底/洄游	+			●		
	粗糙沼蝦	<i>Macrobrachium asperulum</i>		底/陸封					●	
	郝氏沼蝦	<i>Macrobrachium horstii</i>		底/洄游					●	
匙指蝦科	大和米蝦	<i>Caridina japonica</i>		底/洄游	+	+++	+	●	●	●
	匙指蝦	<i>Atyopsis sp.</i>			+	+		●	●	

由上所述，太魯閣砂卡礑溪的溪流生態組成是以洄游生活的生物為主，這些洄游生物會在特定時間進行上溯或是洄游行動，以完成其生活史。有些種類在洄游上是成群大規模的進行上溯，例如：蝦虎魚和禿頭鯊等，以及一些沼蝦種類及鰻苗等，都會有成群往上游移動的現象，形成本地區域的生態特色。在這些洄游生物中，也有因為與其他族群隔離時間較久或是生活史特別而被分類學家認定為特有種類的，例如：大吻蝦虎魚 (*Rhinogobius gigas*) 及台灣扁絨螯蟹 (*Platyeriocheir formosa*)，尤其是後者，更在近年被認為是台灣的特有屬種類 (Ng et al., 1999)。近年也有許多相關研究針對其特有與族群變異進行分子遺傳的研究 (邱等, 2001; Tang and Zhou, 2003; Chu et al., 2003; 蕭, 2007)，這其中並且有許多分析的標本都是來自於砂卡礑溪流域。

不過除了分子生物與族群演化相關課題之外，大多數生態與族群研究成果都是屬於比較早期的研究工作，近年來並未針對該流域持續進行生態監測或是調查工作，而砂卡礑溪沿岸的「神秘谷步道」因為風景秀麗，遠近馳名，加上步道整修良好，近年來持續吸引許多遊客駐足，較以往的數量增加許多。遊客數量增加可能造成的負面效應，例如親水活動對魚類可能的干擾，或是垃圾可能帶來的水質污染，都可能造成淡水生物的變動。尤其最重要的是外來種族群數量增加與擴散的問題，是否已經嚴重影響到該地區其他原生魚蝦蟹類的棲息空間與環境，也十分值得注意。外來種魚類在台灣已經成為十分嚴重的問題，在近年來並且逐漸受到重視，並且有各種外來種生物的網站資訊與資料庫 (台灣外來種資訊網：<http://tasin.tfri.gov.tw/>，特有生物中心外來種與放生物種資料庫檢索：<http://twd.tesri.gov.tw/exotic/>)，水生生物的外來種以往較不受到重視，但在近年來則因為生態及經濟損害增加，因此也逐漸受到重視 (沈等, 1994, 賴等, 2005)。

由以上研究回顧，可知太魯閣國家公園境內砂卡礑溪的溪流動物相非常豐富。然而越往後期的研究結果也發現，砂卡礑溪的外來種生物也越來越嚴重，但是以往礙於計畫時間和內容的限制，並未能夠提出相關的水域生態復育之具體可行方法。因此除了應該再針對砂卡礑河流域進行一次完整的生物分布與調查，也實有必要瞭解目前外來種魚類的狀況，以及其他原生魚類的改變。本研究也希望可以提出一些移除外來種魚類的最佳方案。

第二章 研究內容及方法

本研究期程自簽約日起至 97 年 12 月 31 日止，預定之工作項目及其內容說明如下：

(1) 文獻資料蒐集與回顧：

蒐集砂卡礑溪附近環境資料，及彙整所有砂卡礑溪之相關生物調查結果及文獻資料，以供相關單位參考。

(2) 砂卡礑溪水域生態現況調查，包含脊椎動物與大型無脊椎的族群數量和分佈調查：

本項調查預計設置三間屋、攔水壩、舊檢查哨、下游匯流點共四處測站(圖 1-1) 進行水域生態調查，建立包括水域生物的種類、數量、歧異度、分布、優勢種、保育種、珍貴稀有種等基礎資料。預計進行三季次的定期調查，同時視實際天候與環境現況，進行不定期的調查。各項調查的時間和活動，均將事先知會管理處。

(3) 砂卡礑溪外來種水生生物的現況調查與防治：

依據實地調查結果，確認目前砂卡礑溪外來種生物的種類、族群數量、分布狀況，並且依據其分布針對外來種入侵問題與現況，提出檢討改善及保育策略方案。

(4) 砂卡礑溪水域生態保育宣導：

配合管理處辦理砂卡礑溪水域生態保育宣導活動，讓一般民眾除了瞭解砂卡礑溪的溪流生態資源之外，也讓民眾瞭解多年來砂卡礑溪水域生態變化的情況及外來種的問題。讓民眾未來不再任意進行放生活動。

工作方法如以下說明：

野外工作的部分將包含棲地環境及生物調查兩個部分。棲地調查包含流速流量測定，現場水質的監測以及水溫記錄器的佈置。

水質監測會在進行生物調查時，同步針對水溫、溶氧量 (mg/L)、酸鹼度 (pH)、導電度和總固體溶解量 (TDS) 等現場水質進行直接檢測。說明各項水質因子特性如下：

1. 水溫以現場檢測並記錄為主，此外原本亦計畫以自動記錄的光學型溫度記錄器(ONSET, optic stowaway temperature data logger) (照片 2.1) 記錄水溫變化，該記錄器可以將時間設定在每小時自動儲存記錄一筆平均水溫資料，每一至二月的間隔以 Shuttle (ONSET, optic shuttle) 或手提式電腦在野外現場讀取所儲存的記錄資料，並帶回實驗室分析。每一支溫度記錄器在使用之前，皆事先在實驗室中的循環水槽中以水冰狀態進行過線性升溫試驗，以確定其所記錄溫度值為合理，且誤差不超過 0.5°C，才使用於野外記錄。在各個不同時間及測站的資料中，選取代表性的時間及測站進行比較分析，以觀察各測站水

溫變化的情形。不過由於今年調查期間正是枯水期轉豐水期的季節，加上颱風頻仍，本研究在各測站都沒有發現合適的佈置地點，因此僅利用調查期間，針對上下游測站的水溫進行短期的連續監測，並且輔以早期監測記錄進行比對與討論。



照片 2-1 自動記錄的光學型溫度記錄器

2. 溶氧量(DO)：為魚類生存的重要指標，有時為因受種種因素的控制，無法達到飽和狀態，甚至由於受水污染細菌分解有機物質，需要耗用水中的溶氧，而造成水中缺氧狀態。對於河川的自淨作用、魚類的生長、水的利用影響極大。

3. 氫離子濃度指數(pH)值：為水中氫離子濃度倒數的對數值。一般自然水之 pH 值多在中性或略鹼性範圍，若受工業廢水、礦場廢水污染時，其 pH 值可能相差很大。pH 值會影響生物的生長、物質的沈澱與溶解、水及廢水的處理等。

4. 導電度(Electrical conductivity)：表示水導電性質，導電度大者電解質含量較多，亦可表示總溶解固體多少。用量度在 25°C 時溶液傳導電流的能力，相等於溶液電阻的倒數。導電度單位為 msiemens /m(或 mho/cm、 μ S/cm)。conductivity 有時以 conductance 稱之。台灣之湖沼水約為 100 ~ 400 μ S/cm，淡水域平均值為 654 μ S/cm，出海口及感潮河段因受海水顯著影響導電度約大於 5000 μ S/cm 以上。導電度亦可以用以推估總固體溶解量 (Total Dissolved Solids, 簡稱 TDS) 及鹽度等。

棲地調查則將記錄棲地型態 (Meso-habitat) 類別，其各魚類所在分布位置，並且將以流速計 (照片 2-2) 實地測定流速流量資料。



照片 2-2：コスモ理研製 CR11 流速計

主要生物調查項目分為魚類及蝦蟹類等水域生物，由於本溪為於國家公園範圍內，且水域生物組成十分豐富，故本研究採取對生態破壞性最小的方式來進行採集。

(1) 魚類：為了進行全面性的調查工作，以及避免對底棲性魚類及夜行性生物造成數量上的低估，本研究預計向主管機關（行政院農委會漁業署及太魯閣國家公園管理處）申請電氣法使用執照（照片 2-3），調查時在各測站由下游往上游採集長度約為 50 公尺（圖 2-1），每次調查只針對該河段進行一次採集，以距離而非以時間為努力量標準。並輔以籠具誘捕及陷阱捕捉，此外，在情況許可的時候亦將以浮潛法進行輔助調查（照片 2-4）。透過以水底相機及水底攝影機進行相關物種於行為的記錄。不過為了避免對當地生物的破壞，電氣法調查僅於各測站進行不超過三次，所捕獲之魚類經鑑定種類與數量計算，並量測全長體長等相關生物資訊後，立即釋回原捕獲河段。

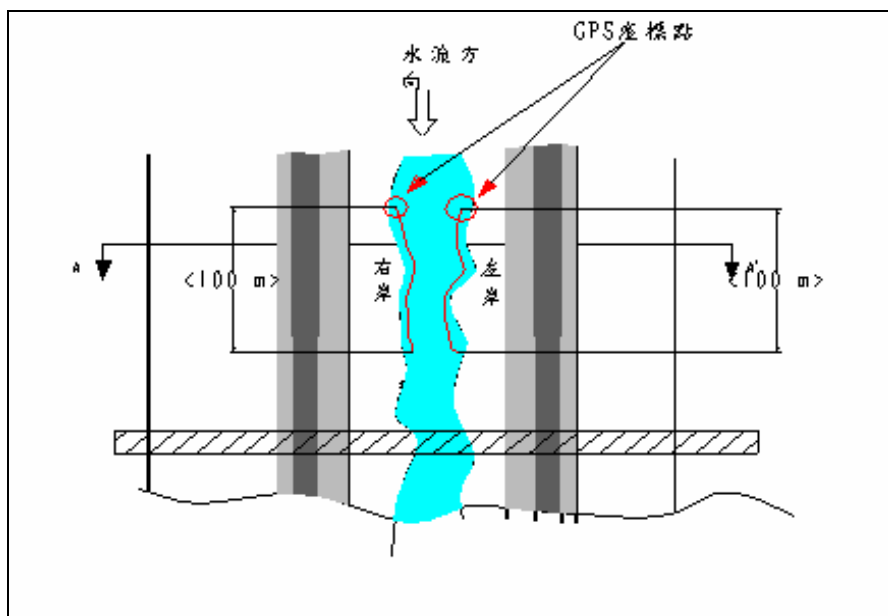


圖 2-1：魚類調查樣區 GPS 定位點位置與調查區域示意圖



照片 2-3：以電器法採集魚類調查工作照



照片 2-4：以浮潛法觀察魚類工作照

除此之外，若在調查時遇到原住民或其他工作人員，則進行訪問，訪問內容主要以問他們「是否發現以前在現地有的魚種，或是以前沒有的魚種，目前變多了還是變少了等」情形。

(2) 蝦、蟹類：另每一站架設中型蝦籠 5 個，誘餌為豆餅或秋刀魚（照片 2-5）。同時紀錄捕獲之蝦、蟹的種類、數量及甲殼寬等相關生物資訊後，釋回原捕獲河段。



照片 2-5：蝦籠誘捕以豆餅或秋刀魚為誘餌

針對外來種，則除了透過實地調查瞭解其種類、數量與分布等基礎資料外，亦將透過向管理處申請採集證，規劃利用各種方法嘗試進行移除，這些方法包含電氣法、釣魚法以及流刺網法等，並且評估各種方法的優缺點及捕獲量，以作為外來種入侵檢討改善計畫的重要參考。在調查過程當中，採集到屬於外來種的生物，均將在管理處許可的情形之下予以移除，不再放回原河川當中。

第三章 研究結果

第一節 環境調查現況

本研究迄今，共已完成一次會勘與三次調查工作。各次調查時間與工作內容如表 3-1 所示。

表 3-1：「砂卡礑溪水域生態復育影響因子」各次調查時間與工作內容

調查次數	調查時間	工作項目
第一次	2008.3.19	樣區勘查
第二次	2008.5.20~5.22	水質、流速流量、魚蝦蟹類(電氣法、蝦籠法、浮潛法)、浮游藻類
第三次	2008.7.4~7.6	魚蝦蟹類(電氣法、蝦籠法)、釣魚法外來種魚類移除試驗工作
第四次	2008.9.24~9.26	魚蝦蟹類(電氣法、蝦籠法、浮潛法)、水溫監測

目前共計已經完成三次的野外調查工作，已經獲得砂卡礑溪魚蝦蟹類的組成與分布狀況資料。針對外來魚種的分布與數量比例也都已經初步估計得到。並且針對外來種的移除，也已經進行過不同採集方法的效率比較。

進行調查共設置八個測站，各測站的位置及環境描述分別說明如下：

(1)臨時測站：立霧溪河口測站

調查測站接近立霧溪河口位置，坡降平緩且水流緩慢，主要是砂質棲地，僅有一些大石頭經過的地方會產生急瀨棲地。因為流速較為緩慢，因此形成多道分流，又因為地形容易造成滲流，因此表面逕流流量也不大。本測站屬於隨機測站。



(2008. 5. 21)

(2)臨時測站：立霧電廠出水口下游測站

調查測站位於立霧電廠的排水口下游河段，水域寬廣且流量大，水流也較為湍急，岸邊有一些大石頭矗立。本測站屬於隨機測站。



(2008. 5. 21)

(3)固定測站：砂卡礑溪匯流點測站

位於砂卡礑溪下游鄰近入口紅色拱橋位置，距離立霧溪匯流點位置也不遠。測站附近巨石林立，水流穩定且清澈，形成許多靜止水潭。本測站為定期調查的固定測站。



(2008. 5. 22) 枯水期



(2008. 9. 25) 豐水期

(4)固定測站：五間屋（舊檢查哨）測站

調查點位於溪畔電廠運輸水管過河道下游處，測站位置巨石林立，但流量因為上游取水，又沒有支流補充，因此流量並不算大，不過水量穩定，且維持清澈。底質以礫石為主。本測站為固定測站。



(2008. 5. 22)

(5)固定測站：攔水壩下游測站

測站位於水泥攔水壩下游約 150 公尺處，因為水流被截走，僅有基流量排放，因此水量較小。除非是豐水季節，攔水壩才会有越流的情況。本河段的河中因為巨石林立，通常都是形成許多靜止不連續的水潭區域，大多數的生物也都棲息在這樣的靜水域環境之中。本測站為每季進行調查的固定測站。



2008. 5. 22 攔水壩截流



2008. 9. 25 攔水壩越流

(6)固定測站：三間屋測站

三間屋測站為本研究最上游之測站，因為位於攔水壩上游，因此水量豐沛且穩定。與其他測站一樣，河中巨石林立，不過由於水量較為充沛，因此各種地形，包含深潭、急瀨、淺流等十分多樣化的棲息地。底質以礫石為主。本測站屬於固定測站的最上游測站。



(2008. 5. 23)

(7) 臨時測站：溪畔壩下游測站

溪畔壩位於立霧溪主流溪畔附近，本身作為發電與蓄水之用，由於有高壩攔阻，因此魚類被阻斷於此河段前，但因為發電及排砂關係，因此在調查時仍有的有水流通過。本河段底質以細沙與小礫石為主，除了人工消波塊設施及超大石塊之外，幾乎沒有石頭位於河中。兩岸以岩盤為主。水流湍急且十分混濁，棲地環境以急瀨為主，並不有利於溪流生物的棲息。



溪畔壩



(2008. 9. 25) 溪畔壩下調查點

(8) 臨時測站：葫蘆谷（支流）測站

葫蘆谷為立霧溪的支流，位於春暉橋旁往禪光寺的路上有道路可以通達。此外，該流域由於水質終年清澈，因此也是自來水公司引水作為當地居民飲用的重要水源管制區域。由於是小支流，坡降亦大，因此河中以巨石為主，主要棲地是深潭及瀑布區域。



葫蘆谷道路旁瀑布



葫蘆谷支流自來水取水堰

第二節 水質

本研究於第一次進行各河段調查的同時，亦曾針對水質進行初步的檢驗，以瞭解各測站間水質的實際狀況，其結果如表 3-2 所示。

表 3-2：砂卡礑溪各測站水質比較表

測站名稱	GPS 座標(T67)		測量日期	測量時間	水溫 (°C)	比導電度 (mS/cm)	總固體溶解量 TDS (g/L)	鹽度 (ppt)	溶氧飽和 (%)	溶氧 DO (mg/L)	酸鹼度 pH
立霧溪出海口	316440	2671263	2008.5.20	3:00PM	23.9	0.395	0.26	0.19	104.8	8.8	7.99
立霧電廠下游	312862	2672493	2008.5.20	4:00PM	19.7	0.391	0.25	0.19	109.1	10.0	8.05
砂卡礑溪下游(近匯流點)	311558	2673169	2008.5.20	4:50PM	21.5	0.243	0.16	0.12	101.4	9.0	8.17
五間屋(舊檢查哨)	311518	2674375	2008.5.21	10:00AM	19.5	0.236	0.15	0.11	104.5	9.6	8.24
攔水壩	312532	2674867	2008.5.21	11:30AM	21.6	0.236	0.15	0.11	107.5	9.5	8.12
三間屋	312814	2675703	2008.5.21	2:00PM	21.3	0.238	0.15	0.11	106.8	9.5	8.17

由表中資料可以發現，各測站的水質狀況都在正常的範圍內，水溫都在穩定的範圍，而且水溫數值也不高，溶氧與酸鹼度也都在合適的範圍內。比導電度與其他溪流所測到的數值差異不大，僅有位於立霧溪最下游的電廠下游及出海口測站，因為有較多立霧溪的懸浮及有機物質匯入，因此有較高的比導電數值及總懸浮固體物。由水質看來，砂卡礑溪與立霧溪的水質狀況都十分良好，除了立霧溪在洪水時期較濁之外，都並不會對魚類的生存或是棲息造成太大的影響。砂卡礑溪則即時是洪水季節（參見前一節調查測站的豐水季節照片），在一般水量的情況下，溪水仍然保持清澈。即使混濁，也都很快就恢復乾淨。由於該區域並沒有太多人為開發活動，僅步道周圍有輕微的農業使用及人為活動，因此水質改變應該不大，因此後續的調查，也沒有再針對水質進行評估與監測工作。

第三節 水溫

於 2008. 9. 25~9. 26 進行生態調查時，針對上游（三間屋測站）及下游（匯流點測站）進行一天的水溫連續監測，結果如圖 3-1 所示。監測結果顯示，調查區域內最上游與最下游的溫度差異不大，約在 0.5°C~0.8°C 之間，差異不大。下游的最高溫估計約在 23°C 以內，相對其他河川來說，並不算高。

不過因為本次調查僅有一天的記錄，因此本研究整理以前針對砂卡礑溪調查時，所記錄到較長時間的水溫曲線進行比對，監測時間為 1999 年 10 月至 2000 年 2 月，主要是流量較低的秋冬枯水季節。結果如圖 3-2 所示，其中包含上游

(三間屋測站)、中游(攔水壩測站)及下游(五間屋測站)的水溫比較。結果顯示，上游與中游的水溫差異不大，主要變化曲線一致，不過中游攔水壩測站的每日水溫變動較大，這應該是因為該測站流量較小，水體過小，容易因日照變化的關係。而下游測站的五間屋測站，一開始記錄的時候，水溫與中上游差異不大，但每日水溫變動更大，且隨著時間改變，其與上中游的水溫差異增大，至2月時可以差到將近3°C左右。

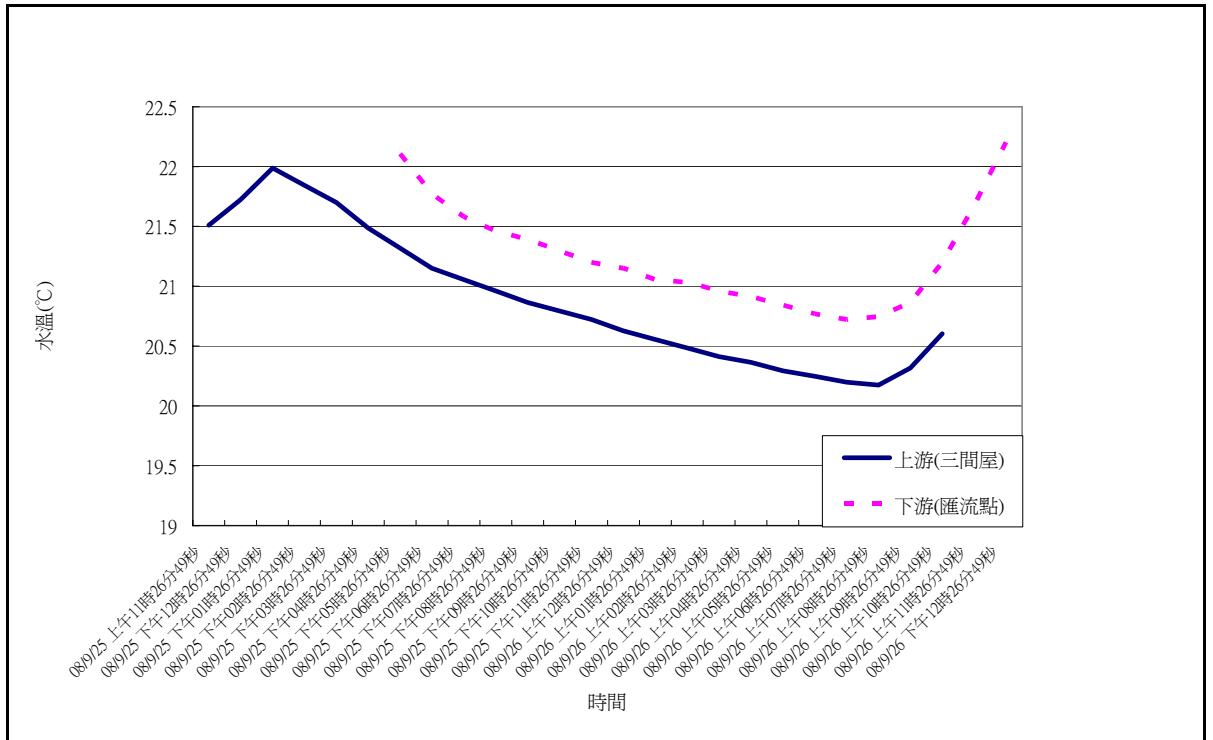


圖 3-1：砂卡礑溪水溫記錄比較 (2008.9.25-2008.9.26)

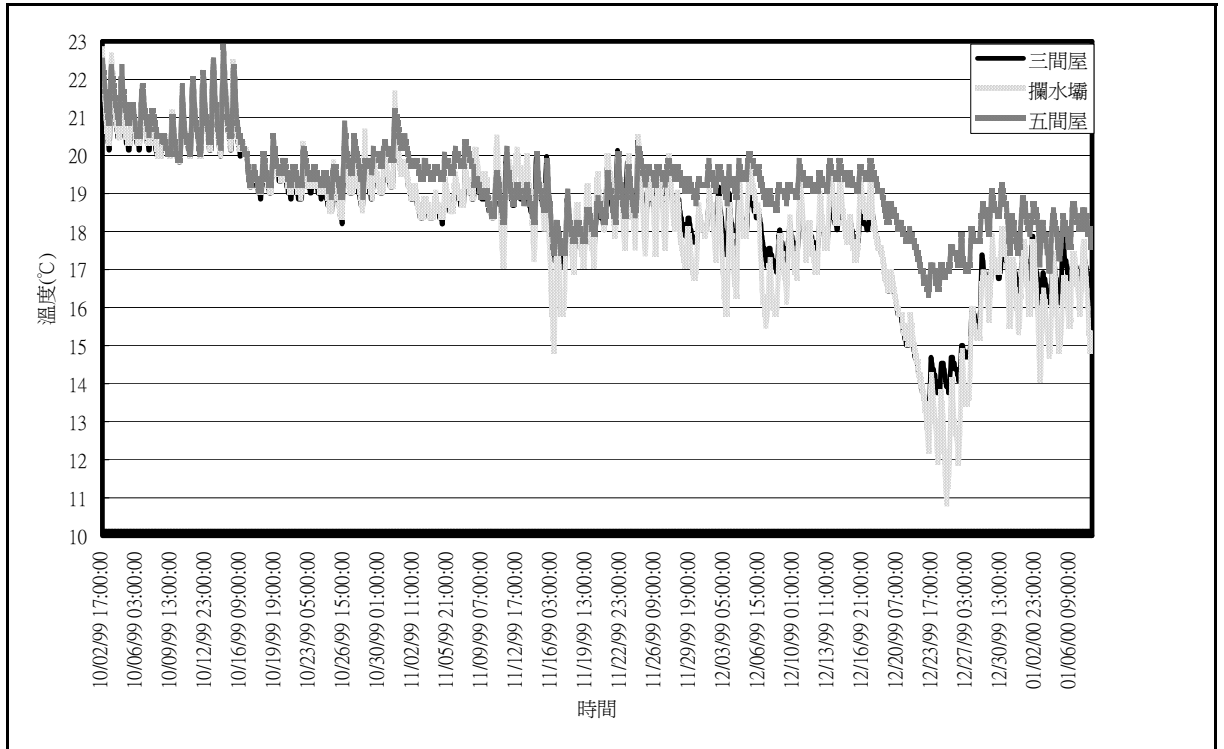


圖 3-2：砂卡礑溪水溫記錄比較（1999.10.2-2000.1.8）

第四節 流量

本研究在研究過程，並且針對（1）砂卡礑溪下游匯流點（2）攔水壩下游及（3）三間屋進行流速與斷面測量，以計算各測站的流量變化。第一次調查（2008.5.20~5.22）的測定結果如表 3-3 所示。第三次 9 月份前往調查時，原本要針對豐水期水量進行實際測量，但因為洪水過大，無法安全通過河川斷面，因此並未進行。

表 3-3：砂卡礑溪各測站流量測定比較表（調查時間：2008.5.22）

測站/項目	河寬(m)	流量(cms)	平均流速(m/s)
砂卡礑溪下游(近匯流點)	4.50	0.43	0.51
攔水壩下游	3.50	0.25	0.21
三間屋	10.70	1.12	0.35

調查結果顯示，在枯水期時，最上游的三間屋測站，水域面積寬闊，且流量較大，但經過攔水壩截水之後，雖然有基流量的排放，但河寬面積縮減為 1/3，水量亦僅保留約 1/5，之後經過下游其他支流匯入的補充，流量又再逐漸提升，在靠近匯流點的流量則可以達到上游三間屋流量的 1/3 左右。這些截走的水流，在經過立霧電廠發電之後，經由電廠出水口匯入立霧溪主流之中。

第五節 溪流生物調查結果

壹、砂卡礑溪溪流生物組成與分布變化

三次的調查，針對四個固定測站及四個隨機測站的調查結果顯示，共計調查發現到魚類 5 科 11 種，淡水蝦 2 科 6 種以及蟹類 2 科 2 種，其名錄如表 3-4 所示。較期中報告多了魚類 1 種，是寬頰禿頭鯊 (*Sicyopterus macrostetholepis*) 在葫蘆谷測站被記錄到。

其中僅鱸鰻 (*Anguilla marmorata*) 為珍貴稀有保育類野生動物，並且包含有 3 種台灣特有種魚類及 2 種特有蟹類，分別為台灣石鱸 (*Acrossocheilus paradoxus*)、粗首鱨 (*Zacco pachycephalus*)、大吻蝦虎魚 (*Rhinogobius gigas*) 及台灣扁絨螯蟹 (*Platyeriocheir formosa*) 與太魯閣澤蟹 (*Geothelphusa taroko*) 等。不過台灣石鱸、粗首鱨在太魯閣砂卡礑溪流中屬於外來的入侵種類。

以生活習性來說，除了原生的台灣鏟頰魚和太魯閣澤蟹之外，以及外來種的台灣石鱸、粗首鱨外，其他生物都是洄游性生物，總計洄游性生物的比例高達 3/4 (15 種/20 種)，這其中包含有兩種不同洄游形式，第一種是行「下降洄游生活史 (catadromous migration)」的生物，例如：鱸鰻、台灣絨螯蟹等，會在繁殖季節時溯回到大洋中的產卵場。另外一種則是屬於「兩側洄游生活史 (amphidromous migration)」的洄游性生物，這類群包含湯鯉 (*Kuhlia marginata*)、各種蝦虎科魚類以及眾多淡水沼蝦種類等都是屬於這種類型。

以游泳方式來區分，本區域的溪流生物以底棲性的生物為主，除了游泳性魚類 5 種之外，其他 15 種生物都是屬於底棲性生活型態。不過禿頭鯊和鱸鰻雖然平常都是以底棲底棲性覓食矽藻為主，但其體型仍然適應於游泳形式，且其游泳速度比較一般游泳性魚類來說，並不見得比較慢。

在淡水蝦資源上，除了常見的大和沼蝦 (*Macrobrachium japonicum*) 之外，在砂卡礑溪流中還可以發現到一些數量較為稀少的沼蝦，包含寬掌沼蝦 (*Macrobrachium latimanus*)、郝氏沼蝦 (*Macrobrachium horstii*)、細額沼蝦 (*Macrobrachium gracilirostre*) 及貪食沼蝦 (*Macrobrachium lar*) 等，這些沼蝦種類有些具有經濟與食用價值，如一般稱為過山蝦的貪食沼蝦，體型可以長得十分巨大，有些則具有美麗的花紋與大螯，具有潛在性的觀賞價值，如：細額及寬掌沼蝦，這些種類在西部河川幾乎不會發現，在其他河川的分布數量也都不多，種類多樣的沼蝦種類也算是本流域的種要特色之一。

依據目前的調查結果來看，可以簡單歸納砂卡礑溪的溪流生物特色為特有種類少、洄游生物種類多且以底棲生物為優勢的溪流生態系統。

表 3-4：「砂卡礑溪水域生態復育影響因子調查監測計畫」調查所得魚蝦蟹類名錄表（2008.5~2008.11）

科名	中文名	學名	特有性	生活習性
鰻鱺科	鱸鰻	<i>Anguilla marmorata</i>		降海洄游
鯉科	台灣石鱸	<i>Acrossocheilus paradoxus</i>	☆	外來種
	台灣鏟頰魚	<i>Scaphesthes barbatulus</i>		底/純淡水魚
	粗首鱨	<i>Zacco pachycephalus</i>	☆	外來種
蝦虎魚科	大吻蝦虎魚	<i>Rhinogobius gigas</i>	☆	底/兩側洄游
	日本禿頭鯊	<i>Sicyopterus japonicus</i>		底/兩側洄游
	寬頰禿頭鯊	<i>Sicyopterus macrostetholepis</i>		底/兩側洄游
	棕塘鱧	<i>Eleotris fusca</i>		底/兩側洄游
湯鯉科	湯鯉	<i>Kuhlia marginata</i>		兩側洄游
	大口湯鯉	<i>Kuhlia rupestris</i>		兩側洄游
鯔科	鯔	<i>Mugil cephalus</i>		兩側洄游
方蟹科	台灣扁絨螯蟹	<i>Platyeriocheir formosa</i>	☆	底/降海洄游
澤蟹科	太魯閣澤蟹	<i>Geothelphusa taroko</i>	☆	底/陸封性
長臂蝦科	大和沼蝦	<i>Macrobrachium japonicum</i>		底/兩側洄游
	寬掌沼蝦	<i>Macrobrachium latimanus</i>		底/兩側洄游
	郝氏沼蝦	<i>Macrobrachium horstii</i>		底/兩側洄游
	細額沼蝦	<i>Macrobrachium gracilirostre</i>		底/兩側洄游
	貪食沼蝦	<i>Macrobrachium lar</i>		底/兩側洄游
匙指蝦科	大和米蝦	<i>Caridina japonica</i>		底/兩側洄游



照片 3-1：在上游三間屋測站所捕獲到的鱸鰻（2008.7.5，TL=40cm），屬於珍貴稀有保育類野生動物



照片 3-2：在五間屋測站所捕獲到的台灣扁絨螯蟹個體，為台灣特有種生物



照片 3-3：細額沼蝦具有美麗的花紋（2008.7.5，於匯流點測站捕獲）

貳、各測站魚類組成與分布狀況及優勢種

各次調查的數量及分布狀況如表 3-5 所示。其中立霧溪的四個隨機測站，都僅進行過一次調查之外，砂卡礑河流域內的各固定測站，則都已經完成過三次的水域生態調查工作。

砂卡礑溪最下游的匯流點測站，共記錄到 5 科 9 種魚類，淡水蝦 2 科 6 種，以及 1 種淡水蟹類。顯示該河段是整個砂卡礑溪種類最為豐富的河段。其次是五間屋測站，共記錄到魚類 3 科 6 種，淡水蝦 2 科 3 種以及淡水蟹 1 種。攔水壩下游則記錄到魚類 2 科 4 種，淡水蝦 2 科 2 種及淡水蟹 2 科 2 種，最上游的三間屋測站，所記錄到的種類最少，魚類僅 3 科 3 種，淡水蝦 1 科 1 種及淡水蟹 1 科 1 種。不過在最上游的三間屋測站，還可以記錄到一些洄游性種類，包含會降海洄游的鱸鰻，以及兩側洄游的日本禿頭鯊，以及淡水米蝦的大和米蝦 (*Caridina japonica*)。這 3 種洄游生物的上溯能力都十分優秀，才得以越過攔水壩的阻隔分布至此河段。其他洄游性魚類則分布僅到攔水壩以下，包含大吻蝦虎魚及大和沼蝦等，甚至僅到更下游河段。

以洄游性魚類來說，日本禿頭鯊的分布最為廣泛，數量上也最為優勢。淡水蝦則以大和沼蝦的數量最多，分布也較為廣泛，大和米蝦的上溯能力雖然很強，遍及整個上游區域，但是數量上卻顯得十分零星。這可能是因為大和米蝦比較喜歡湍急的支流河段，因此砂卡礑溪的水域型態對他們來說，還是過於平緩。

另外台灣扁絨螯蟹依據早期文獻調查記錄在砂卡礑溪的族群數量相當豐富，分布也相當廣泛 (鄒, 1995; 陳, 1998; 孫, 1999)，但本研究三次調查經由陷阱法所捕獲的個體，則相當零星，僅記錄到共 6 隻，且分布也僅在攔水壩以下發現。所發現個體的體型也都不大，顯示台灣扁絨螯蟹在近年來的族群數量驟減許多，分布上也變得侷限，其在砂卡礑溪的現況值得特別注意與進行監測。

如果以陸封性或是純淡水性生物而言，台灣鏟頰魚則是分布最為廣泛的魚類，分布遍及各個流域，不過數量上僅在上游較多，攔水壩以下的中游與下游河段，族群數量少得許多。其次是外來種的台灣石鱸，其分布遍及攔水壩以下的所有河段，甚至在立霧溪主流也有零星的捕獲紀錄。另外一種外來種魚類的粗首鱻，分布則較為侷限，可以在匯流點以上至攔水壩以下河段發現，無論是捕獲或是觀察數量上都較台灣石鱸少得許多。似乎砂卡礑溪的棲地與食物，並無法提供太多粗首鱻棲息生存。

立霧溪四個隨意測站的調查結果，共計發現到魚類 5 種、淡水蝦類 2 種及淡水蟹類 1 種，以砂卡礑溪與立霧溪匯流點作為區分，以上與以下河段的生物狀況有所不同，匯流點以下魚類在數量上以大吻蝦虎魚為較優勢種類，淡水蝦則明顯以大和沼蝦為最優勢種類。匯流點以上的溪畔壩則沒有發現到任何魚蝦

蟹類個體。反倒是坡度相當大的葫蘆谷支流，記錄到數量相當多的生物，以日本禿頭鯊最為優勢，此外，亦有觀察到在砂卡礑溪和其他河段沒有紀錄的寬頰禿頭鯊個體。蝦蟹類則包含大和沼蝦、大和米蝦及太魯閣澤蟹都有發現記錄。相對於其他隨機測站，本流域的生物種類算是最為豐富的。

不過這些隨測站調查的結果無論在種類或數量上都不及砂卡礑溪流域的各測站記錄。這一方面是因為調查流域的棲地較為單純，水淺流急，不太合適魚類棲息，因此僅能捕獲到許多小型個體的蝦虎魚及禿頭鯊等種類，其他魚類的數量不多。此外，立霧溪的含沙量較大，相對砂卡礑溪的混濁時間較多，比較不受到其他魚類的偏好也是原因之一，比對歷年調查狀況，立霧溪也通常都是生物種類與數量較少的河段，對照臨時樣站的葫蘆谷河段，雖然陡峭，但因為水域清澈，吸引許多生物聚集也可以再次確認此種情況。不過在砂卡礑溪與立霧溪匯流點以下至立霧溪河口河段，是許多洄游性生物通行的必經之路，因此雖然種類不夠多樣，且數量資源較少，但卻是十分重要的河段。而目前因為灌溉取水，有時會造成立霧溪下游至河口河段斷流，此種情況是比較需要特別注意的。

由上所述，可以知道調查迄今的結果顯示，砂卡礑溪的優勢魚類主要為日本禿頭鯊、大吻蝦虎魚、台灣鏟頰魚、台灣石鱚及粗首鱚五種，因為電氣法及陷阱法等捕捉方式可能有所選擇，造成族群比例估計的誤差，因此利用浮潛法，估計此五種魚類在各測站的數量組成比例繪製比較如圖 3-3 所示。



照片 3-4：日本禿頭鯊是分布最廣，且數量最為優勢的種類



照片 3-5：大和沼蝦是分布最為普及的沼蝦種類

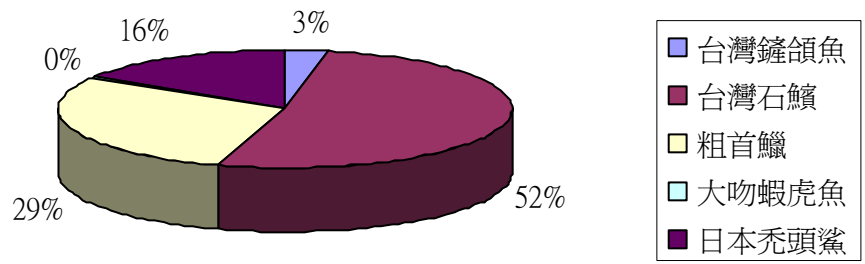


照片 3-6：大和米蝦的上溯能力極強，可以分布至最上游的三間屋測站

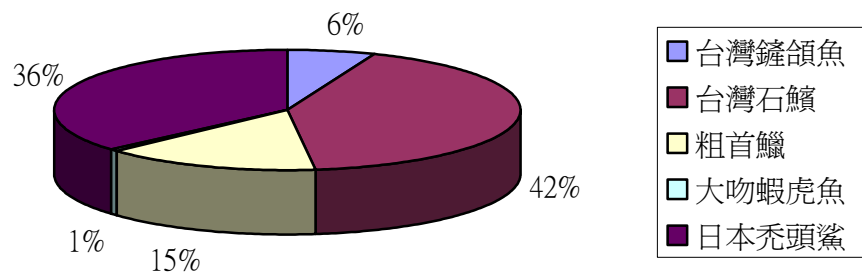


照片 3-7：太魯閣澤蟹主要在上游河段被發現

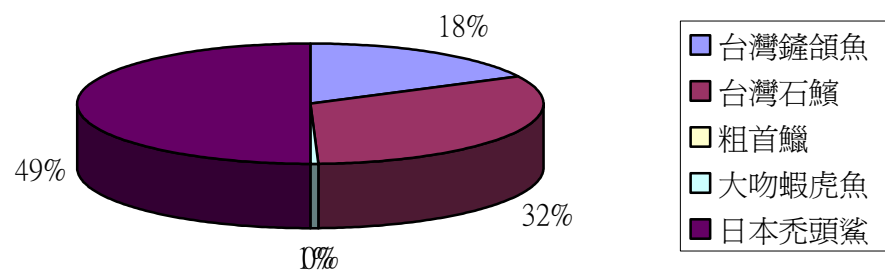
匯流點



五間屋



攔水壩下



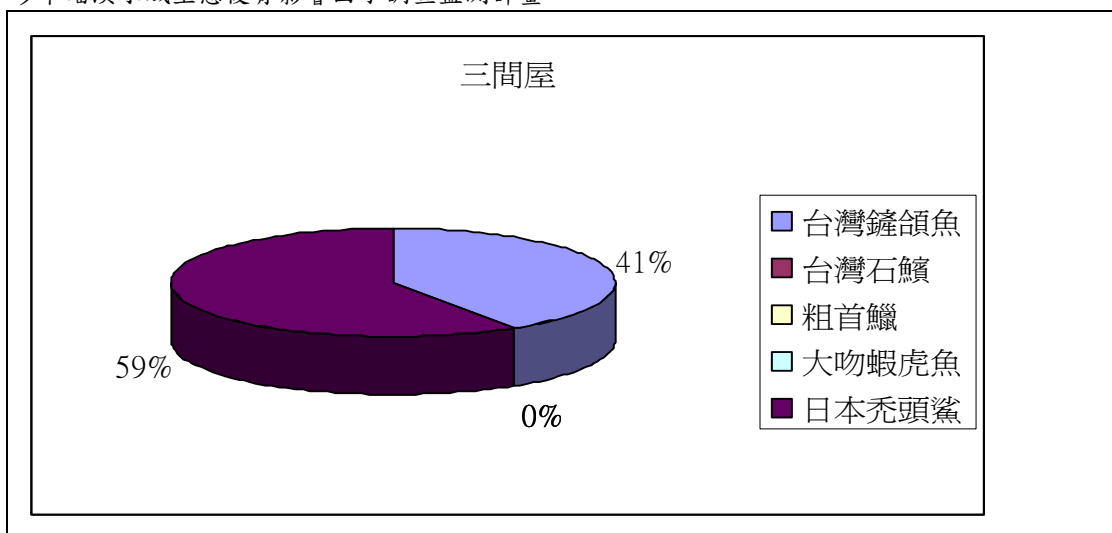


圖 3-3：以浮潛法記錄中統計各測站優勢魚類組成比例比較圖（2008.5）

圖 3-3 中顯示，優勢種類中以台灣鏟頰魚、台灣石鱚及日本禿頭鯊的數量最多，但在各測站之間的族群比例明顯有所不同。日本禿頭鯊和台灣鏟頰魚都有越往上游測站，族群比例越高的趨勢。外來種的台灣石鱚則是以攔水壩為界，僅分布在攔水壩的下游，越往下游測站，其族群數量與比例越高。另外一種外來種魚類的粗首鱚則主要分布在下游的匯流點與五間屋測站，攔水壩下測站的數量就顯得相當少。另外一種大吻蝦虎魚則僅在攔水壩以下河段發現，且在各測站的數量都不多。

由於砂卡礑溪上下游間各測站除了水量之外，各項環境因子包含水溫、水質等都十分相近，因此生物的組成分布應該相差不多，但是由圖 3-3 所示，卻發現各測站之間的組成比例有明顯的差異，這其中除了洄游生物有洄游能力的限制之外，各物種間的棲地與食物的競爭應該是最主要的因素。

這五種優勢種類中，底棲性生物的日本禿頭鯊和大吻蝦虎魚，前者僅以刮食矽藻為主，後者則以雜食偏肉食為主，因此食性明顯有所區隔，並沒有明顯的競爭，反倒是由實際觀察發現，日本禿頭鯊本身內部族群間對食物棲地的競爭更為顯著些，一些個體會不斷驅逐侵入同一塊岩塊覓食的日本禿頭鯊個體。

游泳性的三種魚類中，台灣鏟頰魚和台灣石鱚都是以刮食藻類為主，粗首鱚則是以肉食性為主，食性有所區別。且以棲息環境來說，粗首鱚一般比較喜歡平緩的水域，因此通常棲息在潭區的末端或是緩流區域中，而台灣鏟頰魚和台灣石鱚則都偏好急瀨或深流等流速較快的區域，顯示台灣鏟頰魚與台灣石鱚有重疊的使用區域及食性。由各測站組成比例來看，這兩種魚類剛好呈現明顯的消長關係，因此明顯具有競爭關係。因此，砂卡礑溪攔水壩以下游河段的台灣鏟頰魚數量一直偏低的最大原因可能與台灣石鱚有關。

由組成狀況來說，肉食性的魚類其數量都較少，這應該是因為砂卡礑溪本身因為水流較急，加上底質偏向岩盤與超大石頭，因此與其他河川相較，水棲昆蟲與底棲生物的數量不多，因此相對於藻食性魚類來說，肉食性魚類的族群數量顯得較為弱勢。

除了各測站魚類族群數量與分布以及優勢種類的比較之外，在進行調查當時也發現一些基礎生物學現象。例如：第一次調查的五月期間，在立霧溪及砂卡礑溪下游河段記錄到許多抱卵的大和沼蝦個體，特別是在隨意測站的立霧溪兩個測站，其抱卵比例分別為 8 隻/14 隻及 15 隻/21 隻，都超過捕獲數量的 1/2，砂卡礑溪因為捕獲的大和沼蝦數量較少，因此抱卵數量相對較少，但在五間屋以下河段也都可以發現到抱卵的個體。此外，寬掌沼蝦也有發現到個體抱卵。但此情況在第二次調查的七月時，即以消失。因此可以推論五月份是大和沼蝦等淡水蝦重要的繁殖季節。

表 3-5：「砂卡礑溪水域生態復育影響因子調查監測計畫」各調查測站所得魚蝦蟹類數量與分布表（2008.5~2008.11）

科名	調查地點(流域)	立霧溪				砂卡礑溪											
		出海口 電廠下游		溪畔電廠 葫蘆谷		下游近匯流點			五間屋			攔水壩下游			三間屋		
中文名/調查時間		2008.5	2008.5	2008.9	2008.9	2008.5	2008.7	2008.9	2008.5	2008.7	2008.9	2008.5	2008.7	2008.9	2008.5	2008.7	2008.9
鰻鱺科	鱸鰻					1			1								1
鯉科	台灣石鱸		1			7	6	4	14	4	3	27	8	8			
	台灣鏟頰魚					1		4	15	2	5	8	4	5	26	50	10
	粗首鱨						3		1								
蝦虎魚科	大吻蝦虎魚	1	17		22	12	11	11		1	7	8	2	4			
	日本禿頭鯊	4	6		65	96	32	24	75	40	23	94	51	40	14	28	4
	寬頰禿頭鯊				1												
	棕塘鱧	1															
湯鯉科	湯鯉						1										
	大口湯鯉						12										
鯔科	鯔					5											
方蟹科	台灣扁絨螯蟹							1	1		2	2					
澤蟹科	太魯閣澤蟹				2								2	1	2	5	6
長臂蝦科	大和沼蝦	14	21		1	3	2	13	8		9	2	1	2			
	寬掌沼蝦		1			2											
	郝氏沼蝦					1											
	細額沼蝦						1	1			2						
	貪食沼蝦						1										
匙指蝦科	大和米蝦				1		2			2		1			2	11	
種數		4	5	0	6	9	10	7	7	5	7	7	6	6	4	5	3
數量		20	46	0	92	128	71	58	115	49	51	142	68	60	44	95	20

第六節 外來種魚類問題與建議

壹、外來魚種的數量估計與分布現況

調查發現台灣石鱚與粗首鱚兩種外來種魚類，其分布主要受到攔水壩的阻隔，因此主要侷限在中下游河段。其中台灣石鱚的分布較為廣泛，依據圖 3-3 所示，在攔水壩以下的各測站都可以記錄到，且數量相當優勢。浮潛觀察估計所得的族群中，在最下游的匯流點測站，其族群比例可以達到 52%，在最上游的攔水壩下游測站，也有 32% 之多，其族群比例甚至遠高於另外一種日本禿頭鯊，為最主要組成魚類。粗首鱚則因為屬於肉食性，受到食物與溫度的限制，因此分布侷限在中下游的五間屋測站及匯流點測站，且數量較少，不過在下游的匯流點測站，族群比例佔有 29%，仍然遠高於原生魚類台灣鏟頰魚的 3% 比例。在五間屋的族群比例則在 15% 左右，也是高於台灣鏟頰魚的 6%。

比較這兩種外來魚類的全長組成頻度如圖 3-4 所示。由於浮潛法針對喜好棲息在河岸邊的仔稚魚可能會有低估情況，因此在全長組成頻度統計中，不考慮 5cm 以下全長的個體。由圖 3-4 中就台灣石鱚來說，在不考慮全長 5 公分以下幼魚的情況下，以全長 5~10 公分的族群密度最高，其次是 10~15 公分的族群，全長大於 20 公分的個體數量最少，其頻率分布符合穩定的金字塔型結構，顯示本流域的台灣石鱚自然更新狀況十分良好。15~20 公分等大型個體主要分布在較中上游的河段，這應該是因為大型個體有在河內上溯的行為所致，也可能與較上游河段有較多的深潭區域等棲地因素有關。

就粗首鱚的情況來說，與台灣石鱚一樣也是呈現穩定的金字塔型族群結構，且幼魚數量相當穩定，顯示粗首鱚的自然更新狀況也相當穩定，粗首鱚浮潛目視法調查並未記錄到全長超過 15 公分以上的個體，而且較多 10~15 公分族群也都較集中在下游測站的匯流點地區，這與台灣石鱚的族群分布狀況明顯有所不同，推測應該是因為粗首鱚較偏好平緩地形，因此較少往水流湍急的上游河段活動。



照片 3-8：在攔水壩下以電氣法捕獲魚類中，明顯以台灣石鱖為優勢種類
(2008.7.5，攔水壩下測站)



照片 3-9：台灣石鱖在較大體型的時候，身上的橫帶會逐漸消失 (2008.9.25)

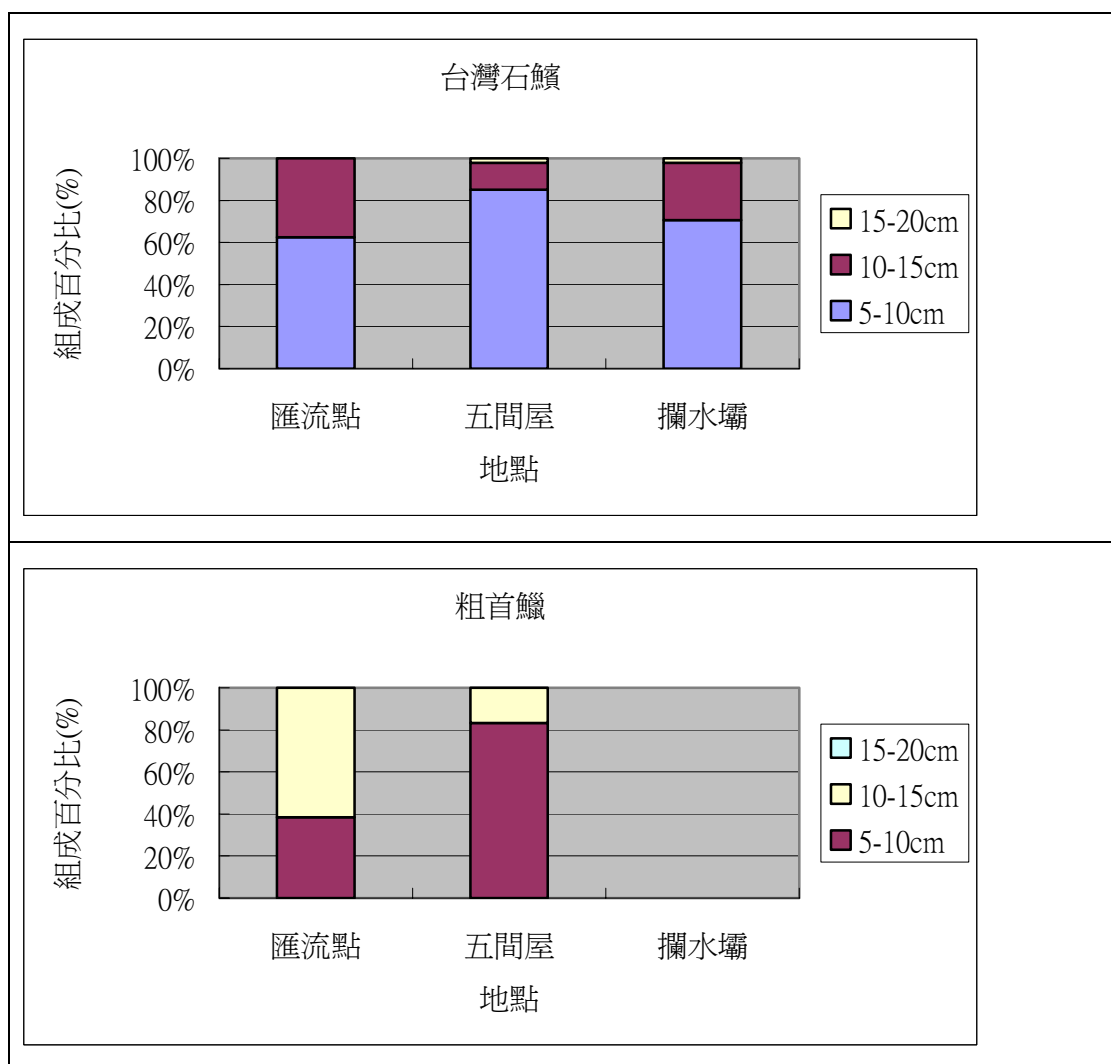


圖 3-4：以浮潛法記錄中統計攔水壩以下各測站外來種魚類全體頻度組成比例比較圖（2008.5）

貳、砂卡礑溪外來魚種各種移除方法成效比較

本研究除了針對砂卡礑溪溪流生物的組成現況、外來入侵種的分布進行調查之外，針對外來魚種的移除工作評估也是主要研究目的之一。本研究所利用的各種方法中，所捕獲得到的原生魚類都放回砂卡礑溪之中，但對於外來種的台灣石鱚與粗首鱚則會直接進行移除，不再放回河中。

本研究在第一次調查時，針對外來種分布與族群數量進行估計之後，於第二次調查時（2008.7.4~7.6），協請許多保育志工朋友參與，以釣魚法的方式進行外來種的移除工作。並進行釣魚法與電氣法（含蝦籠陷阱捕捉法）捕捉效率的評估與比較。

當天保育志工參與以及漁獲的狀況如照片 3-10～照片 3-13 所示。由於砂卡礑溪是太魯閣國家公園中遊客眾多的生態保育區，為了避免造成遊客誤會，因此本研究單位事先製作宣導告示牌並且張貼在遊客必經的砂卡礑溪入口，除了向遊客宣導本次調查活動進行的過程之外，避免引起遊客不必要的誤會外，也可以達到主要宣導保育活動的功能。



照片 3-10：協助以釣魚法進行調查的保育志工及對民眾說明的宣導告示牌
(2008.7.5)



照片 3.11：保育志工以釣魚法進行外來魚種的捕捉與移除工作 (2008.7.5)

本次調查共計動員保育志工 15 位，主要針對外來種的台灣石鱸與粗首鱻兩種魚類，保育志工也都針對目標魚種進行各類器材的準備工作，也在短時間內獲得良好的成果。所有保育志工以釣魚法釣獲的魚類，除了非目標的原生魚類直接在原地釋回外，所有魚類在經研究人員辨識、計數以及測量之外，全數交由保育志工帶回。



照片 3.12：保育志工及以釣魚法捕獲的漁獲（2008.7.5）



照片 3.13：研究人員進行捕獲魚類的記錄與測量工作（2008.7.5）

針對當天保育志工所捕獲的魚類進行統計，估計其種類、數量及單位時間與單位人次努力量（Catch per unit effort 簡稱為 CPUE）。並且與三次（5月、7月及 9 月調查）的電氣及蝦籠陷阱捕捉法所得漁獲進行比較。對照如表 3-6 所示。

由表中可以發現，以台灣石鱸而言，若以電氣及蝦籠陷阱捕捉法所得總數量在 74 尾，換算為單位時間努力量則為 23.1 尾/小時，換算為單位人次努力量則為 24.7 尾/人次。若以釣魚法捕捉，則共計捕獲 228 尾，換算為單位時間努力量則為 10.4 尾/小時，換算為單位人次努力量則為 28.5 尾/人次。

若以粗首鱸而言，若以電氣及蝦籠陷阱捕捉法所得總數量僅 4 尾，換算為單位時間努力量則為 1.3 尾/小時，換算為單位人次努力量則為 1.3 尾/人次。若以釣魚法捕捉，則共計捕獲 112 尾，換算為單位時間努力量則為 5.1 尾/小時，換算為單位人次努力量則為 14 尾/人次。

表 3-6：以電氣法及釣魚法進行台灣石鱚與粗首鱚等外來種移除的效率及誤捕魚類統計表

目標魚種	台灣石鱚			粗首鱚			誤捕魚類
	捕獲總數量	CPUE	CPUE	捕獲總數量	CPUE	CPUE	
(單位)	(尾)	(尾/小時)	(尾/人次)	(尾)	(尾/小時)	(尾/人次)	
電氣法*	74	23.1	24.7	4	1.3	1.3	5 種 739 尾
釣魚法	228	10.4	28.5	112	5.1	14	2 種 14 尾

* 為 5 月、7 月與 9 月調查資料合併統計，且蝦籠陷阱誘捕法因為捕獲數量太少，並未分別統計，與電氣法合併數量統計。

由表中比較歸納出以下現象並推估可能的原因如下：

(1) 無論是電氣法或釣魚法，台灣石鱚的捕獲數量及單位努力量都較粗首鱚來得高。這可能是因為在本流域的各測站中，台灣石鱚的族群數量遠較粗首鱚來得更多。

(2) 台灣石鱚在電氣法的捕獲數量雖然較少，但單位努力量較高。顯示電氣法的捕獲效率較釣魚法來得更好。但對粗首鱚來說，則釣魚法的捕獲數量較高，且單位努力量也較電氣法來得高。這可能是因為台灣石鱚與粗首鱚兩種魚類所棲息的环境不盡相同，前者偏好在急瀨區域，因此水深通常較淺，而粗首鱚偏好在水流較緩的潭區，因此水深通常較深，使得電氣或陷阱法不易捕捉粗首鱚，而釣魚法則較無此限制，只要釣具、釣線、鉛錘及餌料等進行調整，就可以進行不同魚類的捕捉。

(3) 由表中針對誤捕魚類 (by-catch) 的種類數量估計結果來看，三次調查的電氣及蝦籠陷阱法所捕捉到的非目標魚類有 5 種 739 尾，而釣魚法則僅有 2 種 14 尾。顯示電氣法針對非目標魚種的誤捕狀況較為嚴重。而釣魚法則有較好的魚種選擇性。

比較不同方法所捕獲台灣石鱚及粗首鱚全長頻度比較如圖 3.5 與 3.6 所示。以台灣石鱚來說，電氣與蝦籠陷阱法所捕獲的個體都在全長 15 公分以下居多，主要集中在 5~15 公分個體，零星才有 15~20 公分或是 20 公分以上的個體被捕獲。而釣魚法則因為參與調查的保育志工都是以希望釣到大魚為主，因此體型明顯偏大，以 10~15 公分體型的數量最優勢，而且有相當多的 15~20 公分以及全長大於 20 公分的大型個體被釣獲。

對粗首鱚來說也有類似於台灣石鱚的情況，而且對體型的選擇性更為顯著，電氣與蝦籠陷阱法所捕獲的個體以 5 公分以下的個體居多，偶而才捕獲到 10~15 公分的大型個體。而釣魚法則以 10~15 公分體型被釣獲的機會最高，但亦有不少 15~20 公分的大型個體或是 10 公分以下個體被釣獲的記錄。

(4) 由上所述，歸納可以得知無論是台灣石鱚或粗首鱚，釣魚法較電氣及蝦籠陷阱法都有更好的魚類體型選擇性。

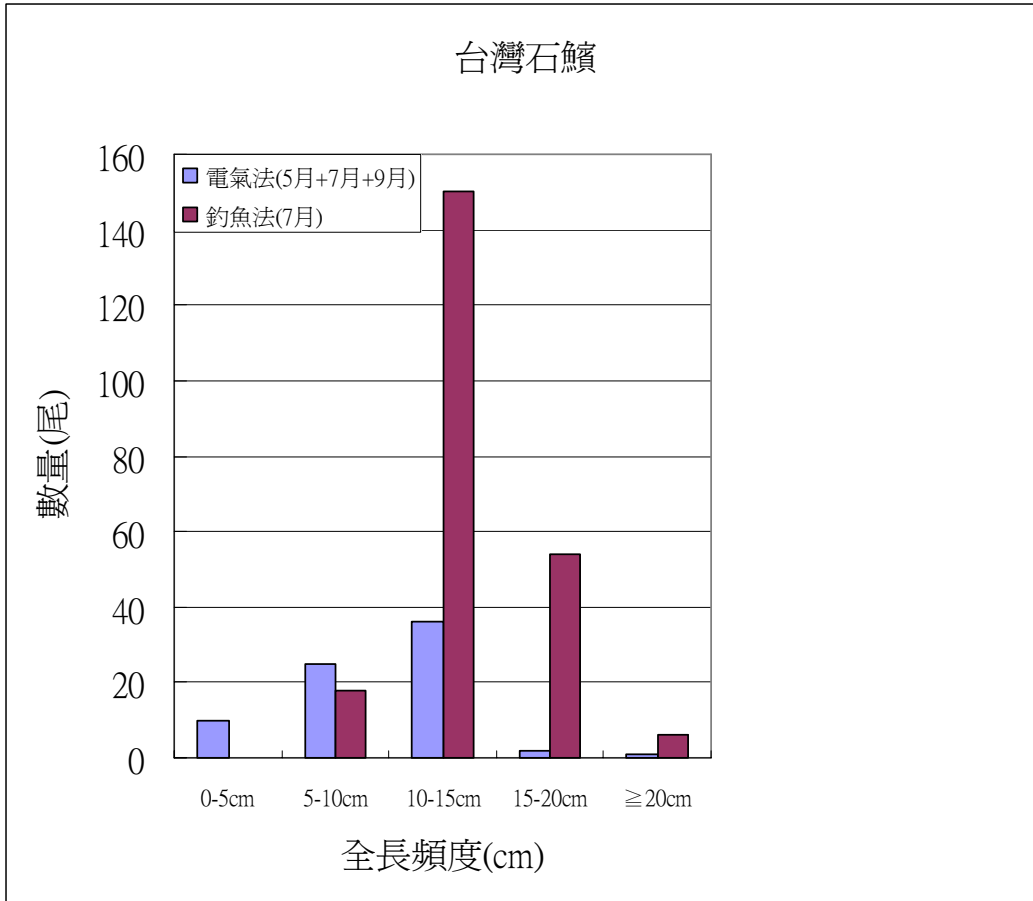


圖 3-5：以電氣法及釣魚法比較捕獲台灣石鱚捕獲數量及全長頻度比較表

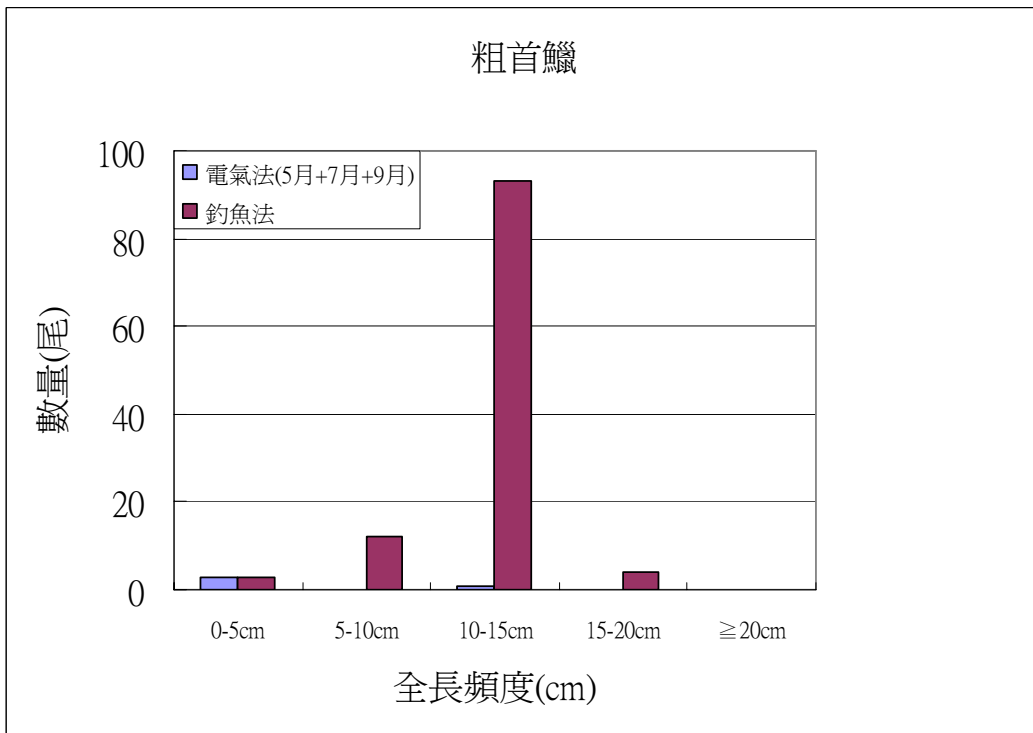


圖 3-6：以電氣法及釣魚法比較捕獲粗首鱚捕獲數量及全長頻度比較表

除了電氣法、蝦籠陷阱誘捕法及釣魚法之外，其他可能還可以作為外來種移除的方法有手網投擲法及刺網法 (gillnet method) (林等, 1996)，但這些方法在效率上並不會比電氣法來得更好。手網投擲法因為砂卡礑溪本身水流過於清澈，較不適用。刺網法則因為砂卡礑溪坡度較大，水流較為湍急，也不適用。因此並未針對此兩種方法進行評估。

由上所述，歸納可以得到以下結論：(1) 無論是釣魚法或是電氣法，台灣石鱚的捕獲數量及單位努力量都較粗首鱚來得高。(2) 以數量及單位努力量來說，台灣石鱚較合適以電氣法捕捉，但粗首鱚則較適合使用釣魚法捕捉。(3) 釣魚法較電氣法有較好的魚種及體型選擇性，可以減少對其他原生魚類誤捕的狀況。

因此總結以上內容，在考慮對外來種的捕捉數量、單位努力量及誤捕率及對魚類體型的選擇性，「釣魚法」是最為適合移除台灣石鱚及粗首鱚兩種外來種的方法，移除效率也最佳。

參、外來種防治建議與保育宣導措施

砂卡礑溪所面臨的外來種問題並非台灣地區唯一的案例，事實上，由於養殖逸出、觀賞引入及宗教放生等多重因素，有意與無意的各種行為，使得淡水生物的外來種入侵問題在台灣已經十分嚴重。陳榮宗等 (2003) 的研究依據當時的資料比較指出，當時共記錄到有 15 種魚類及 2 種淡水蝦類。但依據特有生物中心「台灣外來種與放生物種資料庫檢索 <http://twd.tesri.gov.tw/exotic/>」網頁的最新統計，僅魚類就列出 49 種外來種以及 19 種的放生種類，增加的速度十分驚人。這些入侵的魚蝦類，有些對台灣原本的淡水生態系，造成十分嚴重的後果。

其中最為明顯的例子是台灣最大的淡水湖泊-日月潭地區。原本的自然湖泊後來雖被整建成為發電用的水庫，但是仍舊維持相當自然的景象。並且由於此地的氣候條件極為優越，因此一直是本省非常受歡迎的度假勝地。其觀光資源十分豐富。除此之外，湖區本身因為水域廣闊，供養許多原生的魚蝦蟹類，因此日月潭也是當地許多漁民的主要生計來源。不過近年來由於漁業資源與產值的降低，導致當地漁會和觀光局近年來在湖中放養了許多養殖用魚的魚苗，包含家魚及吳郭魚等，但是因為外來種問題過於嚴重，其漁業資源仍未完全恢復。

早期日月潭區域最為嚴重的外來種是一種雙枚貝類-河殼菜蛤 (*Limnoperna fortunei*)，其可能是經由清理湖面垃圾的船隻入侵到湖區，雖然看似一介不起眼的小貝類，但卻引發了相當大的生態與經管問題，所造成的問題主要有二，一是因為其濾食性的取食形態，造成日月潭內的藻類大量減少，成為台灣少見的貧養性湖泊，連帶也影響到該水域環境中食物及能量的循環利用，二是密集增生的河殼菜蛤會附生在任何固體基質上，包含：人工的船身、引擎、鋼筋水泥或是自然的樹木、時頭等，因此許多水利設施都被嚴重附著，日月潭發電進

水口的攔污柵也不例外。郭美華等（2006）曾經實際統計過日月潭地區河殼菜蛤密度，發現附生於攔污柵的河殼菜蛤密度高達 15037（個/m²），攔污柵已完全阻塞（照片 3-14）。



照片 3-14：滿附排水閘門的河殼菜蛤群落

俗稱玻璃魚的蘭副雙邊魚 (*Parambassis ranga*) 則是近年來最為嚴重的入侵種類，原本該種魚類是作為觀賞用途，但在該種魚類意外被放入日月潭之後，很快的就擴散開來，雖然只是一介小魚，卻因此造成原本豐富的鯨條（另名白鯨，*Hemiculter leucisculus*）資源受到影響，因為其肉食性且食用魚卵的習性，造成鯨條的整個數量銳減。也連帶影響到整個日月潭地區的撈捕漁業及漁民生計。

除了玻璃魚造成影響之外，還有很多掠食性的魚類，如泰國鱧、紅魔鬼等，因此造成整個日月潭湖區的生物相完全改觀，一些底棲性的沼蝦也都幾乎完全消失，造成原本以潭蝦聞名的日月潭，產量大幅滑落。

這種入侵的外來種通常是人為國外引入而後逸出到自然環境中的，這其中大多數種類都會因為適應不良而無法生存，或是無法順利繁衍後代，造成擴散，但是有些種類，卻因為適應力強，或是棲地正好符合其生存條件，而可以存活在自然界中。由於本地的自然環境中並沒有針對該外地客人的天敵，因此往往會造成族群的快速增加與分布擴張，進而影響到原棲息環境的生物。

濁水溪的何氏棘鮰 (*Spinibarbus hollandi*) 情況則是屬於另外一種形式的外來種入侵，該種魚類也是台灣原生的魚類，只是其原始分布是侷限分布在台灣南部和東部的大河川中下游區域，台灣中部濁水溪並非其分布區域，不過因為體型碩大，因此被水族業者在台灣販售，亦有可能是釣客為了增加樂趣而自東部引入。發現初期（2001 年左右），該種魚類還只是零星發現，不過目前已經變成濁水溪主流的優勢種類，也可以發現到幼魚個體，顯示其族群已經相當穩定並且正常更新。其入侵與範圍擴大，對於當地生物造成一定衝擊，特別是淡水蝦類，由於何氏棘鮰是屬於凶猛的掠食性魚類，通常都是以小魚小蝦為食，而濁水溪以往原本可以發現到許多小型的洄游性沼蝦上溯，但近兩年來的

調查結果顯示，其族群數量快速下降，這與何氏棘鮠的數量增加有不可分的密切關係。

砂卡礑溪的外來種情勢與濁水溪的案例比較接近，台灣石鱚及粗首鱚都是台灣原生的魚類，只是原來的分布因為受限山脈與河川，所以無法自由遷徙至東部水域環境中，但後來因為人為活動，導致魚類分布於此。由目前研究來看，台灣石鱚及粗首鱚並未對砂卡礑溪的溪流生態系的穩定造成太大衝擊，不過還是對當地溪流環境與生物造成影響。

不過這兩種外來魚類對當地的影響程度有所不同，由前述幾節針對現況研究的討論來看，粗首鱚在族群數量上較少，調查發現到的仔稚幼魚雖然不少，但實際分布上也受到侷限，目前調查上僅在砂卡礑溪的中下游河段（匯流點至五間屋河段）有發現到，立霧溪主流上並沒有記錄。由於粗首鱚的習性不喜歡過急的水流，也不喜歡混濁水流，又是偏向肉食性的魚類，而立霧溪的經常混濁、坡降大水流急湍等因素，都對粗首鱚的分布造成侷限，由仔稚魚的數量分布來看，其族群更新狀況也有受到限制。

至於台灣石鱚則明顯較粗首鱚更適應砂卡礑溪的環境，目前調查發現，其分布可以到達攔水壩的正下方，立霧溪主流也有發現到的個體，且在砂卡礑溪各河段的數量都很多，族群結構完整，都是以小型魚最多的金字塔型結構，顯示其族群更新和仔稚魚的補充沒有問題。而由於台灣石鱚和當地原生的台灣鏟頰魚食性相近，都是以石頭上的矽藻為主食，加上利用棲地環境也相同，偏好在有急流的匯入的深潭地區，因此形成種間的競爭。由調查結果來看，台灣鏟頰魚明顯屈於弱勢，在分布上節節退縮，在共域的水域中，其族群數量也不如台灣石鱚。因此是對當地環境形成較為嚴重的生態問題。由棲地環境的分析來看，砂卡礑溪上下游的環境差異不大，水溫也十分相近，因此限制台灣石鱚往上游分布的原因應該不在於水溫，而是攔水壩本身所造成的地理阻隔。

要移除外來種並不是件容易的事情，尤其是已經擴散適應環境的種類。綜觀世界各國的外來種問題，並沒有完全成功的例子，就可以看出外來種入侵問題的複雜性。特別是像台灣石鱚及粗首鱚這類生物，其實都已經十分適應台灣的氣候與溪流環境，只是囿於天然地形限制無法擴散至其他河段，因此如果想要完全清除掉，勢必要以全面且持續的方式進行。

由前節比較各種採集方法的捕獲效率及誤補率之後，顯示以「釣魚法」作為移除台灣石鱚及粗首鱚的方式應該是可行的。不過在國家公園範圍內要利用此方法進行外來種生物的移除，確有其法令之適用性及疑慮。此部分可能必須以專案辦理方式提出。建議以委託專業且具有公信力的團體或學術單位，以研究方式，一邊辦理外來種的移除工作，另外一方面也可以持續效益評估，並瞭解對其他共域魚類的可能影響。如果可以在研究進行移除研究的同時，配合解說員或是國家公園警察等適當人員進行管制，或請參與人員穿著顯眼保育背心的方式，並由解說員陪同針對來步道的遊客進行說明與宣導，減少誤會。假以時日在多次活動舉辦之外，則應該可以達到很好的效果。

可以預期的是，因為釣魚法可以主要針對外來種魚類進行移除，因此當這些魚類被清除之後，所保留的棲地空間，就可以作為原生魚類棲息的環境，因此在某種程度上可以幫助台灣鏟頰魚提高其競爭力。

為了對民眾宣導砂卡礑溪外來種的種類、分布現況及問題，做為未來進行外來種移除的說明看板，本研究並且提供未來佈告的可能素材與說明，以提供管理處作為參考。

肆、其他可能的問題

1、砂卡礑溪的人為干擾：研究調查亦顯示，砂卡礑溪河段中雖然是保護區，但仍然經常性的有人為活動干擾當地生物，本研究所指的干擾並非指假日許多遊客違規下溪進行游泳或是親水活動，而是指有系統的捕抓溪流生物。本研究人員在河中，曾經發現到刺網與釣線、釣鉤的殘骸。此外，分布在上游河段的台灣鏟頰魚族群結構明顯以小型魚為主，很少發現個體超過 20 公分的個體，甚至 15 公分以上的個體也不算多，加上也有發現到脊椎變形的個體，都間接顯示該流域的台灣鏟頰魚有被經常性捕抓的問題。

另外，調查結果顯示文獻中常常被提到的台灣絨螯蟹，原先在該流域的數量頗為豐富，但今年度調查結果發現整個數量變得極度稀少，其分布也變得狹窄。由於整個砂卡礑溪的環境並沒有變化太大，加上外來種魚類對毛蟹應該不會產生排擠效應，因此推測也與人為捕抓有關。

2、砂卡礑溪攔水壩的阻隔

此外，原本砂卡礑溪中游的攔水堰是阻礙魚類洄游上溯的關鍵構造物，不過目前調查發現，該構造物在外來種入侵之後，反而某種程度的避免外來種入侵到更上游河段。由於該區域的日本禿頭鯊可以攀爬性的方式通過構造物，不過族群數量明顯受到水量限制。由於目前魚道施作上，可能反而會讓外來種的台灣石鱚及粗首鱚有機會入侵到上游河段。因此如果要興建魚道，雖然曾晴賢（1995）曾經針對魚道規劃提供初步評估建議，不過因為入侵種的問題，建議應該要另案規劃，設計可以區分外來種與台灣鏟頰魚、日本禿頭鯊等不同生物可以使用的魚道設施。此外，未來如果真正執行外來種移除工作時，意外捕獲到的台灣鏟頰魚等原生魚類，也可以人工搬運的方式，放流至上游河段，增加上游族群的數量。

如果暫時決定不興建魚道的話，則建議應該要提高枯水季節的基流量排放，以吸引可以攀爬的洄游性生物上溯，包含大吻蝦虎魚、日本禿頭鯊以及數量變得十分稀少的台灣絨螯蟹等，可以順利通過該阻礙。

第四章 工作進度

本研究目前依照預定工作進度表，進行各項資料蒐集、研究與調查工作，目前已經完成進度 92% 的研究工作（圖 4-1 所示）。並且已經如期完成期初報告書及報告，並且於 7 月 28 日順利舉行期中報告會議，完成期中審查。

依照合約規定，將於 97 年 12 月 15 日前提出期末報告書，完成期末審查會議。目前已經暫訂於 12 月 12 日舉行期末審查會，會後修正報告後將在 97 年 12 月 30 日前依規定格式印製完成報告書繳交甲方使履約完成。

預定繳交各項資料如下：

1. 完成砂卡礑溪溪流生物調查的所有文獻蒐集與回顧。及近十年來砂卡礑溪水域生態現況調查（脊椎動物與大型無脊椎的族群數量和分佈調查）
2. 砂卡礑溪外來種水生生物的現況調查，並且提出保育對策與外來物種防治方案。
3. 砂卡礑溪水域生態保育宣導
4. 印製成果報告 100 本、調查計畫全程試驗資料光碟乙份（含成果報告檔案，調查之樣區定位基本資料，照片至少 50 張）、詮釋資料檔。

工作項目	%	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
準備工作	4	■									
資料收集與文獻整理	8		■	■	■						
野外調查工作	21		■	■	■	■	■	■	■		
野外定期調查	6			■		■			■		
撰寫報告與修改	9			■	■	■				■	
資料處理	23		■	■	■	■	■	■	■	■	
實驗室分析統計	23		■	■	■	■	■	■	■	■	
期中審查會	3					■					
期末審查會	3										■
累計進度(%)	100	2	17	31	43	55	64	73	83	92	100

執行期間預定為簽約日起至民國 97 年 12 月 30 日止。

圖 4-1：預定進度與執行進度現況甘梯圖 (Gantt Chart)

第五章 結論與建議

本研究迄今已經完成三次調查工作，重要成果摘要如下：

(1) 共計調查發現到魚類 5 科 11 種，淡水蝦 2 科 6 種以及蟹類 2 科 2 種。其中包含有鱸鰻一種為珍貴稀有保育類野生動物。以及包含台灣石鱸、粗首鱸、大吻蝦虎魚及台灣扁絨螯蟹與太魯閣澤蟹等 5 種台灣特有種類。但台灣石鱸、粗首鱸為砂卡礑溪的外來入侵種生物。由組成及生物特性來看，砂卡礑溪的溪流生物特色為特有種類少、洄游生物種類多且以底棲生物為優勢的溪流生態系統。

(2) 砂卡礑溪的優勢魚類主要為日本禿頭鯊、大吻蝦虎魚、台灣鏟頰魚、台灣石鱸及粗首鱸五種。其中以日本禿頭鯊的分布最為廣泛，數量亦最優勢。其次是台灣鏟頰魚，分布也遍及整個流域，但其中下游的數量遠不如上游河段。外來種的台灣石鱸、粗首鱸分布則集中在攔水壩以下的中下游河段，其中台灣石鱸的數量在中下游河段十分優勢，粗首鱸則集中在下游河段。淡水蝦類中數量與分布優勢的是大和沼蝦，大和米蝦雖然上溯能力極強，但數量不多。淡水蟹類則以太魯閣澤蟹數量較多，但分布侷限在中上游河段；台灣扁絨螯蟹的數量不如以往文獻，僅在中游河段有零星記錄。

(3) 調查顯示，各測站的台灣鏟頰魚和台灣石鱸族群比例呈現消長的關係，比較其食性與棲地偏好，可能存在食物與領域的相互競爭關係。而外來種的台灣石鱸及粗首鱸五種由其全長頻度組成來看，族群結構穩定，顯示其族群更新良好。

(4) 比較「電氣法」及「釣魚法」作為移除外來種方法，可以歸納得到①無論是釣魚法或是電氣法，台灣石鱸的捕獲數量及單位努力量都較粗首鱸來得高。②以數量及單位努力量來說，台灣石鱸較合適以電氣法捕捉，但粗首鱸則較適合使用釣魚法捕捉。③釣魚法較電氣法有較好的魚種及體型選擇性，可以減少對其他原生魚類誤捕的狀況。因此若考慮對外來種的捕捉數量、單位努力量及誤捕率及對魚類體型的選擇性之後，「釣魚法」是最為適合移除台灣石鱸及粗首鱸兩種外來種的方法，移除效率也最佳。

(5) 建議可以以專案委託具有公信力的單位，以研究方式持續進行外來種生物的移除及其效應評估。

(6) 建議未來如果要進行砂卡礑溪攔水壩魚梯施作時，應該在設計階段時就注意選擇可以讓外來種魚類上溯的特殊形式，以可以讓攀爬物種，如鱸鰻，蝦虎魚和蝦蟹類，通過的魚道形式為主要考量。

附錄：審查記錄與意見回覆

壹、期初簡報

太魯閣國家公園管理處 97 年度委託辦理調查計畫

「砂卡礑溪水域生態復育影響因子調查監測計畫」期初簡報 紀錄

時間：97 年 4 月 18 日(星期五)下午 2 時	
地點：本處會議室	
主席：林處長永發	
記錄：鄒月娥	
報告人：曾晴賢 楊正雄	
出席	簽到處
游副處長登良	游登良
張秘書登文	
解說課	黃志強 賴景英
企劃課	陳國明
環境維護課	陳國區
遊憩服務課	林忠明 朱利明
保育課	陳俊山 高欣 鄒月娥
綠水管理站	
布洛灣管理站	
合歡山管理站	
蘇花管理站	林展興

討論：

陳俊山課長：

1. 影響砂卡礑溪魚類數量與多樣性之主因是污染開發或環境阻絕？
2. 是否可對葫蘆谷區亦進行比較分析？
3. 如水流較大而湍急，對石賓是否有防除作用？
4. 除了台電之外，水利會之取水設計是否可請其改善？

陳顧淋技士：

1. 本調查計畫題目中的「復育」是到何種程度？
2. 山蘇、水體等是否會包含在調查之範圍內？
3. 砂卡礑溪的魚類主要來自立霧溪主流之下游，若只有復育砂卡礑溪，主流之下游是否需一併考量？

曾晴賢教授：

1. 河口區一直有捕撈魚苗之情形，我們會了解探討。
2. 有關立霧電廠之進排水設施改善問題一直有建議。
3. 一些魚類等洄游生物經常無法順利上溯至上游區（如：水利會之攔水設施），或完成洄游路徑之生活史。
4. 有關生態復育之目標大致可朝以下方向：
 - (1) 國家公園成立前後之比較。
 - (2) 溪哥、石賓等外來種引入之時間。
 - (3) 環境污染、阻絕等相關議題亦將一併與其他相關類似研究調查結合。

黃志強課長：

1. 本調查是否每季一次之調查頻度。
2. 三間屋以上之區域是否亦將納入調查。

曾晴賢教授：

1. 設定點調查，每季一次，未來亦可進行比對。
2. 以前曾進行上游至一線天峽谷區之調查，依經驗已至天然屏障，僅一些較具攀爬能力之毛蟹等物種可能有分佈。
3. 未來將設定為隨意樣站以補充研究內容。

4. 本調查亦將提出更具體之資料作為未來檢討水權之參考。

林忠杉課長：以前老師研究案有配合保育活動，極具宣導效果，本調查計畫是否亦會安排親子營活動？

曾晴賢教授：擬安排本區之原住民朋友或保育團體一起參與。

陳寶匡代理課長：外來種是否一定需移除？是否探討其特性？

曾晴賢教授：

1. 國家公園成立以保存物種基因多樣為宗旨，若不致影響該區原生物種則可不主動移除，惟若已影響此區生態，則應做適當處理。如：砂卡礑溪以前很多原生種的魚、蝦、蟹，惟溪哥、石賓引入後已減少很多。
2. 日月潭地區引入外來的貝類及玻璃魚後，已造成很大的生態破壞，繁殖快速，造成困擾。
3. 近年來有關外來種入侵引入而影響生態之問題應重視。

結論：

1. 同仁相關建議請納入參考。
2. 生態復育除了水體比較外，其他周邊陸域環境請一併納入。
3. 攔水壩的影響與解決對策，請研究團隊再協助提供具體建議。
4. 水利會的取水設施應如何改善？請協助提供具體建議。
5. 溯溪行為是否會影響水域生態？那些河段適合進行生態觀察？請受託團隊研析。
6. 三間屋上方請一併納入考量。
7. 辦理親子活動可能造成遊客誤解，暫不予進行。
8. 期中簡報請承辦課室一併邀請台電、水利會等相關單位與會。
9. 本期初簡報符合本處需求，同意備查。請受託單位依合約進度執行並依約請款。

貳、期中簡報

副本 **已電子交換**

檔 號：

保存年限：

太魯閣國家公園管理處 函

機關地址：97253花蓮縣秀林鄉富世村富世291號

聯絡人：鄧月娥

聯絡電話：03-8621100-702

電子郵件：tsou@taroko.gov.tw

傳真：03-8621435

裝
受文者：保育研究課

發文日期：中華民國97年8月14日

發文字號：太保字第0970012948號

速別：普通件

密等及解密條件或保密期限：普通

附件：期中簡報紀錄1份

訂
主旨：檢送本處97年度辦理之「砂卡礑溪水域生態復育影響因子調查監測計畫」期中簡報紀錄1份，請 查照。

正本：臺灣電力股份有限公司東部發電廠、花蓮農田水利會新城工作站、
中華民國魚類學會（計畫主持人：曾教授晴賢）、游副處長登良、
張秘書登文、本處各課室站

副本：曾教授晴賢、本處保育研究課

線
處長 林永茂

太魯閣國家公園管理處 97 年度委託辦理調查計畫「砂卡礑溪
水域生態復育影響因子調查監測計畫」期中簡報 紀錄

時 間：97 年 8 月 8 日(星期五)上午 10 時		
地 點：本處大會議室		
主 席：林處長永發		記 錄：鄒月娥
報告人：曾晴賢 楊正雄 鄧惠瑜		
出席機關(單位)	職稱	簽到處
台灣電力公司 東部發電廠	土木經理	陳秋明
	水路課長	張萬枝
花蓮農田水利會 新城工作站	課長	張芬平
		林志成
游副處長登良		游登良
張秘書登文		
解說課		黃志強
企劃課		蔡佩芳
環境維護課		陳星凡

出席機關(單位)	職稱	簽到處
遊憩服務課	技士	黃建連
綠水管理站		
布洛灣管理站		
蘇花管理站	技士	孫的珠
合歡山管理站		
保育課	課長	陳修心
	技士	高欣
	技士	鄧月娥

討論：

台灣電力公司東部發電廠水路課蔡萬枝課長：

1. 有關生態保育工作方面，我們台電有共識也願意支持。
2. 砂卡礑溪攔水壩在日據時期就已修築完成，有其一定之貢獻。若修建魚梯，請一併考量不同魚種之需求不同，要有選擇性。

林永發處長：

1. 有關砂卡礑溪攔水壩之修築及完成時間，請受託單位協助蒐集早期相關文獻分析。
2. 砂卡礑溪下游遊客極多，是否會影響研究調查之結果？
3. 砂卡礑溪攔水壩及水利設施是否會對生態有影響？

曾晴賢教授：

5. 大約 1920 年代，日籍學者曾進行相關之生物調查，並有香魚紀錄，之後一段時間則較欠缺資料。
6. 生物廊道可設計成適合當地原生物種攀爬，但外來之溪哥及石賓則無法通過。
7. 砂卡礑溪下游的遊客量很多，但對本研究之影響並不大，調查之採樣點均有避開這些遊客較易下溪的地點。
8. 蝦、蟹尚無法達到復育之程度，後續會研擬相關建議。
9. 水利會之取水設計對生態之影響主要為：上游流水若導入農田灌溉水圳會影響洄游生物之降海繁殖，魚蝦蟹苗因游泳能力較弱，易因流水流入農田中。
10. 若台電尾水可搭配水利會之用水，則應可有兩全其美之效。

台灣電力公司東部發電廠水路課蔡萬枝課長：

1. 所知目前砂卡礑溪無香魚分布，該區亦應不適合香魚之生長。
2. 曾與水利會辦理發電尾水利用之可行性會勘，惟因考量安全因素暫不考慮施作。
3. 個人認為毛蟹數量銳減之最重要原因與價格上漲，經濟不景氣等經濟因素有關。

花蓮農田水利會新城工作站張登平站長

1. 有關生態保育工作方面，水利會也願意配合台電與國家公園的各

項計畫。

2. 水利會在民國 54 年將轄區之灌溉範圍進行規劃，豐水期應不致影響，惟缺水時期因灌溉需要而導引立霧溪溪水。
3. 發電尾水過溪之方式以虹吸設計應可行，並應可利用較工程技術解決安全的問題。

曾晴賢教授：

1. 洄游性生物有其洄游習性，會循較大之主流方向前進。
2. 利用台電尾水路作為灌溉用水之方式應可行，後續可再進行設計。

孫麗珠主任：

1. 五間屋附近有福壽螺，是否會影響砂卡礑溪生態？
2. 缺水時期是否有調節放水之建議？
3. 砂卡礑溪遊客很多，請提供經營管理之建議。

曾晴賢教授：

1. 五間屋福壽螺的部份將再深入探討進行了解。
2. 其他部份將再蒐集彙整相關資料提供管理處參考。

黃志強課長：

1. 本案是否有環境影響評估書之基流量承諾。
2. 有關宣導活動之辦理方式為何？

曾晴賢教授：

1. 由於本區發電設置行為早於環境影響評估法施行之前，並無相關承諾，惟管理處之曾進行相關研究，將再進行研析。
2. 目前進行現地調查及外來種移除試驗時，皆有進行宣導，未來如管理處之宣導活動，將全力配合。

陳寶匡代理課長：

依研究資料呈現，為何在 81 年左右開始有溪哥等外來種？

曾晴賢教授：

我們從近年新聞報導等資料分析，可瞭解主要應是民眾不當放生所引起的。其引發之問題與決解方案將於後續研究報告一併討論。

陳俊山課長：

1. 建議水利會可將導水口向上游延伸以避開砂卡礫溪口，或採用伏流水取水模式，以減輕枯水期引水之生態問題。
2. 另在取水溝渠適當位置設置溢流口，以維持降海通路。

花蓮農田水利會新城工作站張登平站長

目前下游處有排沙溢流口，將可調整為降海洄游性生物洄游之路徑，惟溢流口至主流之通路需另行施設。

結論：

10. 與會人員相關建議請納入參考，如需進一步調查分析者，請研究團隊安排規劃。
11. 執行外來魚種移除工作前，可設計紅布條等宣導標語或說明活動名稱及性質，以避免遊客誤解。
12. 期末簡報請承辦課仍一併邀請台電、水利會等相關單位與會。
13. 本期中簡報符合本處需求，同意備查。請受託單位依合約進度執行並依約請款。

參、期末簡報

副本

已電子交換

檔 號：

保存年限：

太魯閣國家公園管理處 函

機關地址：97253花蓮縣秀林鄉富世村富世291號

聯絡人：鄒月娥

聯絡電話：03-8621100-702

電子郵件：tsou@taroko.gov.tw

傳真：03-8621435

裝
受文者：保育研究課

發文日期：中華民國97年12月18日

發文字號：太保字第0970014310號

速別：普通件

密等及解密條件或保密期限：普通

附件：期末簡報紀錄1份

訂
主旨：檢送本處97年度辦理之「砂卡礑溪水域生態復育影響因子調查監測計畫」期末簡報紀錄1份，請 查照。

正本：臺灣電力股份有限公司東部發電廠、花蓮農田水利會新城工作站、
中華民國魚類學會（計畫主持人：曾教授晴賢）、游副處長登良、
許秘書英文、本處各課室站

副本：曾教授晴賢、本處保育研究課

線
處長 許文龍

太魯閣國家公園管理處 97 年度委託辦理調查計畫「砂卡礑溪
水域生態復育影響因子調查監測計畫」期末簡報 紀錄

時 間：97 年 12 月 12 日(星期五)下午 2 時		
地 點：本處大會議室		
主 席：許處長文龍 游登良代		記 錄：鄒月娥
報告人：曾晴賢		
出席機關(單位)	職稱	簽到處
台灣電力公司 東部發電廠	土木經理	陳秋明
	水路經理	王進龍
花蓮農田水利會 新城工作站		林志成 程正成
游副處長登良		游登良
許秘書英文		許英文
解說課	洪長	黃志強 李國誌
企劃課		賴美麗
環境維護課		

出席機關(單位)	職稱	簽到處
遊憩服務課		林忠彬
綠水管理站		
布洛灣管理站		
蘇花管理站		孫啟珠 徐兆宗
合歡山管理站		
保育課	課長	陳俊山
	技正	朱何宗

討論：

台灣電力公司東部發電廠王進龍水路經理：

請老師提供有關砂卡礑溪攔水壩對溪流復育影響之建議。

曾晴賢教授：

11. 在進行「砂卡礑溪魚道規劃之研究」調查期間，因很少有攔水壩溢流水之情形，因此建議除必要之發電用水外，能有較多的放流水提供砂卡礑溪生態基流量需求。
12. 因「砂卡礑溪魚道規劃之研究」是在 83-84 年間進行，當時並未記錄到入侵外來種的溪哥及石賓，因此當初之規劃並未考量到此二種魚之生態習性。未來應可設計成適合當地原生物種攀爬，但外來之溪哥及石賓則無法通過之設施。
13. 目前外來之溪哥及石賓分布範圍尚未超過攔水壩以上，砂卡礑溪攔水壩未來若考慮改善相關設施時，本研究成果亦可提供參考。

花蓮農田水利會新城工作站：

新城工作站轄區之圳道未來除必要之農業用水外，其餘將排放至立霧溪出海口，以維護溪流生態。

賴美麗約聘解說員：

有關移除外來種溪哥及石賓的方式，建議以強調環境教育之方式辦理，不對外公開，以避免爭議。

曾晴賢教授：

1. 「垂釣」目前應是一種較適當之移除外來魚種方式，管理處可考量辦理方式後再評估進行。
2. 將參考管理處之建議，修酌「釣魚」相關敏感字詞。

黃志強課長：

1. 移除方式仍建議由管理處內部處理，不對外公開。
2. 葫蘆谷地區曾有發現捕捉鱸鰻之陷阱，不知是否該區仍有鱸鰻之分佈？

曾晴賢教授：

本研究因調查時間、方法及努力量等所限，該區未記錄到鱸鰻，但推測應還有分佈。

孫麗珠主任：

3. 本研究提供本處經營管理之重要參考。
2. 本區外來魚種應主要來自於民眾不當放生，請提供相關資料供放置網頁之參考。
3. 葫蘆谷之捕捉鱸鰻陷阱並不少於砂卡礑溪，本站將持續加強巡查。
4. 砂卡礑溪尤其在暑假期間遊客極多，是否應有下溪控管（如：人數限制）之部份，請提供經營管理之建議。

曾晴賢教授：

人數控管不易，在進行調查期間，亦常遇遊客對該區相關禁止下溪事項提出意見。

林忠杉課長：

釣魚方式移除外來魚種乙節，是否有較一勞永逸的方法？

曾晴賢教授：

3. 「一勞永逸」之方式在本區不易執行。
4. 目前主要的外來魚種溪哥及石賓尚集中分布於水壩下方，若持續移除辦理應可較易控制，若擴散至水壩上方則較不易清除。

台灣電力公司東部發電廠陳秋明土木經理：

近年來砂卡礑溪攔水壩已有配合溪流生態基流量之需求進行放流水措施，在閘門處有調整排放水。

結論：

14. 感謝台灣電力公司東部發電廠及花蓮農田水利會新城工作站對生態保育工作方面之支持及配合。
15. 與會人員之意見請受託單位納入參考，並增補相關內容，完成報告書定稿事宜。
16. 本期末報告經審核准予通過，並請依規定期限辦理結案事宜。
17. 成果報告書請保育課寄送台灣電力公司東部發電廠及花蓮農田水利會新城工作站等相關單位供參。
18. 請受託單位提供相關之宣導建議資料，俾提供本處參考使用。

參考文獻

- Brock, R., J. Bailey-Brock, A. Kam, 1991, The impact of exotic fishes in Hawaiian anchialine systems. Abstract of 17th Pacific Science Congress, Hawaii,: 11.
- Chu K. H., Ho H. Y., Li C. P., Chan, T. Y., 2003, Molecular phylogenetics of the mitten crab species in Eriocheir, sensu lato (Brachyura: Grapsidae). Journal of Crustacean Biology 23(3): 738-746.
- Contreras, B. S. and Escalante C. M. A., 1984, Distribution and known impacts of exotic fishes in Mexico. In: Courtenay, W. R. and Stauffer, J. R. (editors) Distribution, biology and management of exotic fishes. Johns Hopkins University Press, London. PP 102-130.
- Daget, J., I. C. Gaigher and G. W. Ssentongo, 1988, Conservation. In Leveque, C., M. N. Bruton and G. W. Ssentongo (editors) Biology and ecology of African freshwater fishes, Institut Francais de Recherche Scientifique pour le Developpement en Cooperation, Paris, PP:481-491.
- Eldredge, L. G., 1991, Unwanted strangers: an overview of animals introduced to Pacific islands. Abstract of 17th Pacific Science Congress, Hawaii,: 32.
- Englund, R., R. Ryel and V. Lamarra, 1991, Habitat selection of 'o'opu nalea and exoctic stream fishes in the south Fork Wailua river and Hanalei river, Kauai county, Hawaii. Abstract of 17th Pacific Science Congress, Hawaii,: 33.
- Jhingram, A. G., 1991, Introduction of exotic fish species: Indian experience. Abstract of 17th Pacific Science Congress, Hawaii,: 62.
- Maciolek, J. A., 1984, Exotic fishes in Hawaii and other islands of Oceania. PP 131-161. in W. R. Courtenay and J. R. Stauffer, eds. Distribution, biology, and management of exotic fishes. Johns Hopkins University Press, Baltimore and London.
- Mackay, R. J., 1984, Introductions of exotic fishes in Australia. In: Courtenay W. R. and J. R. Stauffer (editors). Distribution, biology, and management of exotic fishes. Johns Hopkins Univ. Press, London, PP 177-199.
- Moor, I. J. and M. N. Bruton, 1988, Atlas of alien and translocated indigenous aquatic animals in Southern Africa. South African Natl. Scien. Prog. Rep. No. 144, 310 pp.
- Moreau, J., J. Arrignon and R. A. Jubb, 1988, Les introductions d'especes etrangeres dans les eaux continentales Africai nes. interet et limites, In Leveque, C., M. N.

- Bruton and G. W. Ssentongo (editors) Biology and ecology of African freshwater fishes, Institut Francais de Recherche Seientifique pour le Developpement en Cooperation, Paris, PP: 395-725.
- Moyle, P. B., 1991, Interbasin transfers of native stream fishes: Lessons from California and Sri Lanka. Abstract of 17th Pacific Science Congress, Hawaii,: 92.
- Moyle, P. B., 1991, Introduced species, biodiversity loss, and ecosystem instability. Abstract of 17th Pacific Science Congress, Hawaii,: 92.
- Ng, P. K. L., L. M. Chou and T. J. Lam, 1991, Introduced aquatic species in Singapore- A status report. Abstract of 17th Pacific Science Congress, Hawaii,:95.
- Ng, N. K., Guo J., Ng P. K. L., 1999, Generic affinities of *Eriocheir leptognathus* and *E. formosa* with description of a new genus (Brachyura: Grapsidae: Varuninae). Journal of Crustacean Biology 19(1): 154-170.
- Paxton, J. R., 1991, Introduced fishes in Australia. Abstract of 17th Pacific Science Congress, Hawaii, 103pp.
- Tang B. P., Zhou K. Y., 2003, Molecular systematics of the Asian mitten crabs, genus *Eriocheir* (Crustacea: Branchyura), Molecular Phylogenetics and Evolutions 29: 309-316.
- Yamamoto, M., G. Higashi, R. Honebrink and W. Devick, 1991, Management strategies to control the spread of exotic fishes in Hawaii. Abstract of 17th Pacific Science Congress, Hawaii, : 153
- 大津 高，曾晴賢，張萬福，中谷 勇，1990，太魯閣峽頂蓮花池生態環境之記錄，國家公園學報，2（1）： 113-119.
- 大島正滿，1923，台灣產淡水魚分佈補遺。動物學雜誌，34（416）：236-240.
- 吳海音，2003，太魯閣國家公園保育研究計畫的檢討與展望，內政部營建署太魯閣國家公園管理處九十二年度研究報告。
- 呂光洋等，1983，太魯閣國家公園動物生態景觀資源之調查報告，內政部營建署，45頁
- 李光中，2004，太魯閣國家公園砂卡礑及大禮大同社區生態旅遊行動計畫之研究，內政部營建署太魯閣國家公園管理處九十三年度研究報告。
- 沈世傑、曾晴賢、陳懸弧，1994，外來種魚類對於翡翠水庫生態及水質關係之研究，台北市翡翠水庫管理局，28頁。
- 林曜松、梁世雄，1996，台灣野生動物資源調查—淡水魚資源調查手冊，行政

- 院農業委員會，181頁。
- 林曜松，張耀文，1996，太魯閣國家公園動物文獻資料蒐集研究，太魯閣國家公園管理處八十五年度研究報告。
- 林曜松，陳擎霞，盧堅富，梁輝石，1991，太魯閣國家公園動物相與海拔高度、植被之關係研究，太魯閣國家公園管理處八十年度研究報告。
- 林曜松，蘇霽靄，盧堅富，莊鈴川，2005，太魯閣國家公園中低海拔地區動物資源動態調查研究及資料庫建立，太魯閣國家公園管理處委託研究報告，94頁。
- 林曜松、蘇霽靄、莊鈴川、賴建盛、張明雄、黃永慶、劉奇璋、謝伯娟、蔡雯怡、吳書平、劉怡里，1999，立霧溪人工壩體對水域生態影響之研究，太魯閣國家公園管理處，56頁。
- 林書顏，1965，關於引進外國魚類利弊應有的認識和命名原則，中國水產153:2-3。
- 邱高峰、徐巧婷、王麗卿、陳雪菁，2001，四種絨螯蟹分子分類與系統發育，動物分類學報47(6): 640-647。
- 施志昫，1994，台灣淡水蝦、蟹類之分類、分布及幼苗變態研究，國立台灣海洋大學漁業科學研究所博士論文。
- 洪明仕，1993，南澳溪直額絨螯蟹族群動態及生物學之研究，海洋大學漁業研究所碩士論文，67頁。
- 孫元勳，1999，太魯閣國家公園砂卡礑溪黃魚鵝之覓食生態調查計畫，花蓮：內政院營建署太魯閣國家公園管理處。
- 張永州，2004，太魯閣國家公園三棧溪流域動物族群估測及監測模式之建立，花蓮：內政院營建署太魯閣國家公園管理處。
- 張瑞津，2000，立霧溪流域人工壩堤對地形、地質、地理景觀之影響，太魯閣國家公園管理處，124頁。
- 陳天任，1998，太魯閣國家公園立霧溪流域蝦蟹相調查，太魯閣國家公園管理處。
- 陳鈞輝，1998，太魯閣國家公園砂卡礑溪台灣絨螯蟹之生殖生物學研究，國立台灣海洋大學漁業科學研究所碩士論文，54頁。
- 陳義雄、方力行，2002，台灣的淡水魚，科學發展352:32-35。
- 陳榮宗、何平合、李訓煌，2003，外來種淡水魚類及蝦類在台灣河川分布之概況，特有生物研究5(2):33-46。
- 曾晴賢，1981，急湍中的魚類生態，科學月刊12(6):17-21。
- 曾晴賢，1986，臺灣的淡水魚類，台灣省政府教育廳自然叢書12號，194頁。

- 曾晴賢，1993，親水活動觀魚游---走入一個有趣的魚類生態教室，自然生態教育發展研討會研習手冊，太魯閣國家公園管理處印行，:20-49。
- 曾晴賢，1994，秀姑巒溪河川資源保育及利用之研究，東部海岸風景特定區管理處印行。
- 曾晴賢，陳懸弧，賴春福，1992，太魯閣國家公園砂卡礑溪溪流生態之旅，太魯閣國家公園管理處印行，56頁。
- 曾晴賢，1992，太魯閣國家公園區域內溪流動物之研究，太魯閣國家公園管理處，45頁。
- 曾晴賢，1995，太魯閣國家公園砂卡礑溪魚道規劃之研究，太魯閣國家公園管理處，54頁。
- 曾晴賢，1997，立霧溪河川生態資料庫之研究，台灣省特有生物研究中心，63頁。
- 曾晴賢，2002，台灣河川洄游生物的習性，科學發展，(352)，4-11。
- 曾晴賢，1995，太魯閣國家公園砂卡礑溪魚道規劃之研究，內政部營建署太魯閣國家公園管理處八十四年度研究報告。
- 郭美華、曾晴賢、林俊全、吳聲海、蔡牧起，2006，日月潭國家風景區自然生態資源監測（五），日月潭國家風景區管理處。
- 游祥平，1974，台灣產匙指蝦類之研究，水產養殖，2（2）:49-58.
- 游祥平，何平合，1986，台灣產絨螯蟹之研究，博物館科學年刊，29: 111-116.
- 黃娟娟，游祥平，1982，台灣產淡水長臂蝦之研究，省立博物館年刊，25：157-180.
- 黃國靖，2000，太魯閣國家公園水棲昆蟲相及相關生態研究，太魯閣國家公園管理處八十九年度研究報告。
- 鄒月娥，1994，太魯閣國家公園砂卡礑溪所產大和米蝦之生物學研究，太魯閣國家公園管理處，36頁。
- 鄒月娥，1995，太魯閣國家公園所產台灣絨螯蟹之生物學研究，太魯閣國家公園管理處，29頁。
- 鄒月娥，1997，太魯閣國家公園蟹類相研究，太魯閣國家公園管理處，36頁。
- 趙子維，2000，太魯閣國家公園大和米蝦及大和沼蝦之生物學研究，國立臺灣海洋大學海洋生物研究所碩士論文。
- 趙子維、陳天任、游祥平，1990，立霧河流域大和米蝦及大和沼蝦之生物學研究，太魯閣國家公園管理處（合作研究案），62頁。
- 趙子維、陳天任、游祥平，2000，立霧河流域大和米蝦及大和沼蝦之生物學研

- 究，太魯閣國家公園管理處八十九年度研究報告。
- 潘建中，1995，連續性防砂壩之水理特性研究，台灣大學農業工程學研究所碩士論文。
- 賴弘智、蕭泉源、黃健政、馮淑慧、陳哲俊、陳淑美、郭世榮、郭建賢、熊文俊，2005，日月潭外來水產生物之生態調查與防治，行政院農業委員會科技計畫研究報告，74頁。
- 蕭程友，2007，台灣絨螯蟹(*Eriocheir formosa*)遺傳多樣性之研究，國立清華大學生命科學系碩士論文，59頁。