

「太魯閣砂卡礑溪流生物監測系統建立 與專書」案

受託單位：行政院農業委員會特有生物研究保育中心

研究主持人：楊正雄

研究經費：新臺幣 183 萬元整

太魯閣國家公園管理處委託辦理報告

中華民國 109 年 12 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

「太魯閣砂卡礑溪流生物監測系統建立 與專書」案

受委託單位：行政院農業委員會特有生物研究保育中心

計畫主持人：楊正雄

研究期程：108年05月01日至109年12月31日

研究經費：壹佰捌拾參萬元

太魯閣國家公園管理處委託辦理報告

中華民國 109 年 12 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

目錄

摘要.....	1
英文摘要 Abstract.....	4
第一章 前言.....	6
1.1 計畫緣由.....	6
1.2 工作範圍.....	6
1.3 監測時間.....	6
1.4 工作目標.....	7
1.5 文獻回顧.....	7
第二章 研究內容及方法.....	13
2.1 研究內容.....	13
2.2 調查方法.....	13
第三章 研究結果.....	18
3.1 環境調查現況.....	18
3.2 水質.....	23
3.3 水溫.....	28
3.4 溪流生物調查結果.....	30
(1) 本區溪流生物組成.....	30
(2) 本區溪流生物組成與分布的歷年比較與變化.....	31
(3) 本區溪流生物各測站族群組成、物種歧異度與不同調查方法的比較.....	32
(4) 本區優勢物種族群結構組成與討論.....	32
3.5 監測系統建立分析.....	39
(1) 不同類群的比較.....	39
(2) 不同調查方法的比較.....	39
(3) 不同調查測站的比較.....	40
(4) 豐水期與枯水期的比較.....	40
3.6 太魯閣國家公園砂卡礑溪蝦蟹類自行研究資料的討論與分析.....	59
(1) 資料集與資料屬性的說明.....	59
(2) 歷年物種數量及比例趨勢.....	59
(3) 長期趨勢資料的應用與重要性.....	60
(4) 與本計畫成果比較及自行研究的問題.....	60
(5) 針對自行研究的建議.....	62
3.7 以發展監測系統為前提的測試調查.....	66
3.8 太魯閣砂卡礑溪生態保育建議及外來種入侵防治建議.....	68
(1) 太魯閣地區的入侵淡水物種與歷史.....	68
(2) 太魯閣地區的入侵原生種擴散狀況與原因的討論.....	69

(3) 太魯閣地區的溪流生態受入侵原生種影響討論及保育措施建議	72
(4) 太魯閣砂卡礑溪入侵原生種防治建議	73
3.9 太魯閣砂卡礑溪的建議監測方案.....	75
3.10 物種個論介紹(書籍文稿).....	78
第四章 計畫期程與進度.....	109
第五章 結論與建議.....	110
參考文獻.....	113
附錄一 電氣法申請核准公文.....	116
附錄二 歷次工作報告審查意見回覆.....	120

表目錄

表 1-1：歷年針對砂卡礑溪流調查水族生物名錄比較表	10
表 3-1：各次調查時間與工作內容	18
表 3-2：各測站水質比較表	23
表 3-3：水溫監測時間與地點表列	29
表 3-4：本計畫調查魚蝦蟹類名錄表	35
表 3-5：本研究調查魚蝦蟹類名錄與歷年資料比較表	36
表 3-6：本研究調查各測站魚蝦蟹類數量與方法使用比較表	37
表 3-7：iNEXT 分析砂卡礑溪不同類群物種多樣性結果比較表	41
表 3-8：iNEXT 分析砂卡礑溪不同調查方法物種多樣性結果比較表	43
表 3-9：iNEXT 分析砂卡礑溪不同調查方法對魚類物種多樣性結果比較表	47
表 3-10：iNEXT 分析砂卡礑溪不同調查方法對蝦蟹類物種多樣性結果比較表	50
表 3-11：iNEXT 分析砂卡礑溪不同調查測站物種多樣性結果比較表	52
表 3-12：iNEXT 分析砂卡礑溪豐水期對魚類與蝦蟹類物種多樣性結果比較表	55
表 3-13：iNEXT 分析砂卡礑溪枯水期對魚類與蝦蟹類物種多樣性結果比較表	57
表 3-14：iNEXT 分析本研究與自行研究進行砂卡礑溪蝦蟹類的調查次數與物種 多樣性結果比較表	65
表 3-15：測試調查中不同方法與物種數隨調查單元累積數目比較表	67
表 3-16：太魯閣國家公園管理處砂卡礑流域外來物種入侵時間表	68
表 3-17：比較類群、方法、測站與研究型式在物種涵蓋率下的調查次數與種類 估計比較表	77
表 4-1：進度甘梯圖 (Gantt Chart)	109

圖目錄

圖 1-1：砂卡礑溪位置圖及預定調查測站位置	12
圖 2-1：以電氣法採集魚類調查工作照	15
圖 2-2：以浮潛法觀察魚類工作照	15
圖 2-3：蝦籠陷阱法的蝦籠及誘餌	16
圖 2-4：固定測站調查方法規劃示意圖	16
圖 3-1：各測站之水質測量參數	28
圖 3-2：砂卡礑溪攔水壩上水溫變化圖	29
圖 3-3：砂卡礑溪攔水壩上與匯流點水溫比較圖	30
圖 3-4：砂卡礑溪 3 種優勢魚類以實際捕抓和浮潛目視方法估計族群結構比較圖	34
圖 3-5：iNEXT 分析砂卡礑溪不同類群物種多樣性曲線圖	43
圖 3-6：iNEXT 分析砂卡礑溪不同調查方法物種多樣性曲線圖	46
圖 3-7：iNEXT 分析砂卡礑溪不同調查方法對魚類物種多樣性曲線圖	49
圖 3-8：iNEXT 分析砂卡礑溪不同調查方法對蝦蟹類物種多樣性曲線圖	51
圖 3-9：iNEXT 分析砂卡礑溪不同測站物種多樣性曲線圖	54
圖 3-10：iNEXT 分析砂卡礑溪豐水期對魚類與蝦蟹類物種多樣性曲線圖	56
圖 3-11：iNEXT 分析砂卡礑溪枯水期對魚類與蝦蟹類物種多樣性曲線圖	58
圖 3-12：太魯閣砂卡礑溪蝦蟹類監測各年度生物多樣性統計圖，左圖為各物種數量，右圖為各物種佔當年度總數量比例	63
圖 3-13：太魯閣砂卡礑溪蝦蟹類監測生物總計中淡水蝦物種的組成比例圖	63
圖 3-14：太魯閣砂卡礑溪大和米蝦各月份數量、抱卵個體數以及平均頭胸甲長比	64
圖 3-15：砂卡礑溪固定測站與上游 3 種魚類浮潛目視估計族群量與族群結構比較圖	71

摘要

關鍵詞：太魯閣、砂卡礑溪、溪流生物、監測系統、iNEXT

一、研究緣起

本研究於 108 年 5 月起，針對砂卡礑溪及鄰近立霧河流域，進行「太魯閣砂卡礑溪流生物監測系統建立與專書」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，並進行監測系統之建立與建議。

二、研究方法及過程

本研究針對大型水域生物(魚類、蝦類及蟹類)在立霧溪與砂卡礑溪分別設置 4 個測站進行調查，並透過比較不同方法所調查到的物種，與調查努力量的分析評估，以期提出可在本區域執行的監測方案。本調查迄今共已完成監測性質 13 次(8 個測站)及測試性質 1 次(1 個測站)的調查工作，以及分析工作。

三、重要發現

重要成果摘要如下：

(1) 全流域共計調查發現到魚類 8 科 15 種，淡水蝦 2 科 9 種以及蟹類 2 科 5 種。其中未調查到保育類野生動物，特有種類則包含臺灣石鱸、粗首馬口鱮、臺灣鬚鱮、大吻鰕虎、臺灣扁絨螯蟹、太魯閣澤蟹、扁足澤蟹與灰甲澤蟹 8 種。但臺灣石鱸、粗首馬口鱮、臺灣鬚鱮為砂卡礑溪的入侵種生物。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，蝦蟹類為主等底棲生物為優勢的溪流生態系統。

(2) 比較文獻，本計畫較 10 年前的調查結果新增加 2 種入侵物種，一種是臺灣鬚鱮，另一種是粗糙沼蝦，皆屬於原生入侵物種。臺灣鬚鱮僅零星出現在砂卡礑溪中游，粗糙沼蝦主要分布在砂卡礑溪中游兩個測站，並呈現擴張趨勢。

(3) 砂卡礑溪分布廣泛的物種包含日本瓢鰕鰕虎、臺灣石鱸與大和沼蝦，分布遍及整個流域上下游。整個流域中數量最為優勢的是日本瓢鰕鰕虎，其次是臺灣石鱸。蝦蟹類數量最優勢的為大和沼蝦。物種數與物種歧異度 (Shannon – Wiener index) 以中下游的匯流點與五間屋測站最高。

(4) 「電氣法」、「蝦籠陷阱法」及「浮潛法」三種調查方法的比較顯示，電氣法可發現物種最多，三種方法可發現物種的組成差異頗大，各方法都有其有利偵測到的物種。

(5) 以 iNEXT 分析努力量與物種累積趨勢，結果為：(a)不同類群的比較：

以物種涵蓋率 95% 為基準，魚類所需調查次數比蝦蟹類少。(b)不同方法的比較：調查效率高低的依序為浮潛法、電氣法及蝦籠法；但估計可紀錄物種數排序則為電氣法最高，其次是浮潛法，但對魚類種數的估計值差異不大，之後則為蝦籠法。(c)不同測站的比較：以物種涵蓋率 95% 為基準，匯流點和 2.8K 測站相對於上游測站的調查次數較少。(d)豐枯水期的比較：魚類在枯水期的調查效率較好，較少的調查次數，即可發現到較多物種，蝦蟹類則反之。

(6) 分析太魯閣國家公園管理處針對蝦蟹類的自行研究資料後，其資料可以提供作為本地物種多樣性變動、入侵物種的發現回報及溪流生物生活史的分析之用，顯示長期監測資料累積所能呈現的生物資訊十分重要。

(7) 針對本區入侵物種的防治，建議可從加強宣導教育，提高管制以及建立即時性的監測回報系統著手。對於入侵物種移除，則需先評估其必要性，以及擬定移除計畫與目標，並建議可從族群數量稀少的種類與主要分布地點進行先期測試。

(8) 針對本區溪流生物現況評估後，發現此區的臺灣白甲魚在數量與分布皆有減少的狀況，但與其他生物比較則無相同的狀況，歸納與比較之後顯示臺灣白甲魚的減少可能與人為活動較有連貫性，由於臺灣白甲魚在上游河段的族群仍呈現穩定，加以本區遺傳特殊性，建議此部分應先以管理處及社區共同進行保育行動方式，不建議直接進行放流復育工作。

(9) 本計畫依據監測調查成果、分析及測試調查，提出兩種針對砂卡礑溪的監測方案，方案中包含監測形式、方法、測站、頻度及參與人員等的說明。建議未來可透過召集志工或在地社區居民參與，結合調查訓練及解說教育，並引入適合的網路應用工具及公民參與式機制，發展本區水域生物長期監測系統，並建立入侵種預警回報機制。

四、主要建議事項：

建議一 建立砂卡礑溪監測與入侵種預警系統

立即可行建議

主辦機關：太魯閣國家公園管理處

協辦機關：無

本計畫依據調查成果及分析，已提出兩種針對砂卡礑溪的監測方案，管理處可評估後，依據其目的選擇或是同時執行方案。透過方案執行可以獲得本區水域生物現況、長期趨勢並建立預警機制。

建議二 志工及當地居民參與監測調查及入侵種移除

立即可行建議

主辦機關：太魯閣國家公園管理處

協辦機關：無

本工作計畫執行中並無志工或社區居民參與機會，但以往管理處自辦研究曾有志工長期協助調查的經驗，如果可以透過培力訓練，使其建立安全作業準則，並引入合適的紀錄工具，應該可以讓非生態專長的志工與當地居民參與生態調查工作，也可以建立解說資源。初期可以透過與學術單位合作與輔導方式建立，未來則可視情況逐步讓志工自行操作，所取得的資料則可透過資料公開或是與生態專業團隊合作後進行分析。

建議三 試辦移除入侵種

立即可行建議與中長期建議

主辦機關：太魯閣國家公園管理處

協辦機關：無

本計畫並無特定移除入侵物種，但因為調查中有發現新近發現的粗糙沼蝦族群數量仍少，且分布仍尚未完全擴及上下游區間，或許可以將此物種作為測試本區入侵物種移除的測試。建議透過實際捕抓及移除數量的計算，並搭配調查的結果來做確認，並滾動調整其完全移除所需努力量，可作為未來其他入侵物種移除工作的參考。

建議四 檢討攔水壩生態廊道問題

中長期建議

主辦機關：太魯閣國家公園管理處

協辦機關：台灣電力公司

砂卡礑溪中游的攔水壩為本區重要的生態議題之一，本計畫雖無針對此攔水壩進行系統性的分析與比較，但計畫審查期中各委員皆認為其生態廊道的暢通與否對該區水域生物至為重要。因此也建議管理處可尋找主管的台灣電力公司，探討建立生態廊道的可行性，並且應納入入侵物種與原生物種分布的考量，避免入侵物種也透過廊道上溯擴展分布範圍。此措施推動不易，但如果可以促成，將對本區環境教育解說及國家公園保育形象，和台電公司企業形象都十分有幫助。

英文摘要 Abstract

This project carried out since in May 2019 in order to investigate the status of biological resources of Shakadang stream and the establishment of inventory systems. The research has completed 13 monitoring surveys and 1 test survey in October 2020, including 4 fixed sites. The results are summarized as follows:

(1) A total of fish in 8 families and 15 species, shrimps in 2 families and 9 species and crabs in 2 families and 5 species were found in the Shakadang stream. There's no law protected species in this area, but has some endemic species, like *Acrossocheilus paradoxus*, *Opsariichthys pachycephalus*, *Candidia barbata*, *Rhinogobius gigas*, *Platyriocheir Formosa*, *Geothelphusa taroko*, *Geothelphusa cinerea* and *Geothelphusa dolichopodes*. However, *Acrossocheilus paradoxus*, *Opsariichthys pachycephalus*, and *Candidia barbata* are native-invasive species. The characteristics of Shakadang stream ecosystem are few endemic species, many kinds of amphidromous species, and benthic species.

(2) Comparing the literature, we found two new native-invasive species: *Candidia barbata* and *Macrobrachium asperulum*. *Candidia barbata* appears in the middle region of Shakadang stream, while *Macrobrachium asperulum* shows a trend of expansion.

(3) The widely distributed species in the Shakadang stream include *Sicyopterus japonicas*, *Acrossocheilus paradoxus*, and *Macrobrachium japonicum*. The dominant fish species is *Sicyopterus japonicas*, the dominant shrimp species is *Macrobrachium japonicum*. The biodiversity index (Shannon – Wiener index) of the downstream sites are higher than upstream sites.

(4) The comparison of the three survey methods of "electrofishing", "shrimp cage" and "snorkeling" shows that the electrofishing method can find the most species, but each method has its advantages and detectable species.

(5) Using iNEXT package in R to analyze the trend of effort and species accumulation, the results are as follows: (a) Comparison of different taxa: the number of investigations required for fish is less than that for shrimps and crabs based on the 95% coverage rate of species. (b) Comparison of different methods: snorkeling is the best method, then electrofishing, then shrimp cage according to the investigation efficiency. However, the electrofishing has the highest estimated species. (c) Comparison of different stations: every site needs 5 to 6 times surveys, but there's almost no difference between each site based on the 95% species coverage rate. (d)

Comparison of wet and dry seasons: the fish survey efficiency in the dry season is better than that in the wet season, while the survey efficiency of shrimp and crab is better in the wet season.

(6) The result based on the analyze in the non-commissioned project data of shrimps and crabs provided by Taroko National Park Administration, we showed that this kind of long-term survey can assess the diversity and changes, detect to invasive species, and proof life-history period of stream biota.

(7) Regarding the prevention and control of invasive species, it is recommended to start with advocacy and education, strengthening control and establishing a monitoring and reporting system. For the issue of removing invasive species, it is necessary to first evaluate the necessity, and formulate plans and goals, and it is recommended to conduct preliminary tests from species with a small number of ethnic groups and major distribution locations.

(8) Regarding the decrease in the number and distribution of *Onychostoma barbatulum* in this area, after summarizing and comparing other biological conditions, it is shown that it may be more related to human activities. Because the upstream population of this species is still very stable and its genetic characteristics in Taiwan, it is not recommended to directly carry out the release and rehabilitation work and recommended to discuss appropriate conservation measures between Taroko National Park Administration and the aboriginal community.

(9) This research proposes two inventory programs for Shakadang stream, which includes descriptions of monitoring types, methods, stations, frequencies, and participants. It is recommended to recruit volunteers or local community residents to participate, through investigation training and interpretation education, and introduce network application tools and citizen participation mechanisms to develop a long-term stream monitoring system, and establish an early warning and return mechanism for invasive species.

Recommendation for immediate strategies:

- (1) Develop a long-term stream monitoring system, and establish an early warning and return mechanism for invasive species.
- (2) Introduce citizen participation mechanisms and network application tools .
- (3) Try to test the method to remove the invasive species.

Recommendation for long-term strategies:

- (1) Discuss the the issue of ecological corridors of dams with Taiwan Power Company (TPC).

第一章 前言

1.1 計畫緣由

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。立霧溪的第一條支流砂卡礑溪，因鄰近立霧溪河口，加上水質長年保持透明乾淨，得天獨厚的條件吸引許多魚蝦蟹類棲息，加上峽谷溪谷的秀麗美景，擁有豐富的生態和能夠親水的空間，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。

砂卡礑溪雖然因雄偉自然景觀與豐富生態資源受到重視，不過因為水力資源開發及遊憩壓力，也對當地生態造成一定的影響。例如當地中游為開發水力資源所設置的攔水壩因一開始沒有規劃適當的保留環境所需的流量和廊道設施，對當地生物造成阻隔。以及觀光遊憩壓力所帶來的民眾，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。

砂卡礑溪的河川生態環境近年來改變極大，甚至使溪流生物組成與優勢種類產生變化，因此有其急迫性再次調查相關的生態資源狀況，以瞭解本條溪流目前的狀態與生態變化趨勢。此外，為了可以提早發現生態問題並進行合宜的措施，持續性的監測是必要的。「監測」是透過同樣的努力量與調查方法來比較特定週期間的變動趨勢，其目的通常與評估、管理與保育計畫區內的生態系統有關。但長期監測所橫跨之時間與尺度相當大，涉及的物種種類也相對廣泛，因此需要事前訂定監測模式之準則，才能有效分配人力、物力等資源。為此，本計畫亦將提出可持續監測的系統架構及其對應的保育措施。

1.2 工作範圍

本研究調查工作範圍包含砂卡礑溪全段及鄰近立霧溪附近流域(

圖 1-1)，依據工作目標設立固定測站與非固定測站。固定測站包含砂卡礑溪流流域，由上游往下依序分別為三間屋測站、2.8K 測站、五間屋測站及匯流點測站，共設置四個測站。非固定測站則包含鄰近立霧溪溪畔壩附近與河口測站，共計四個進行監測。每個測站的調查與採集範圍以 50 公尺為限。

1.3 監測時間

本研究進行調查的時間自 108 年 5 月起至 109 年 12 月 31 日止。依照測站設置規劃，固定測站每月進行一次調查工作，非固定測站每季調查一次。執行迄今，已經完成共計 13 次的野外調查工作。資料整理與分析至 109 年 5 月共 13 調查成果呈現。

1.4 工作目標

本計畫之目的為 (1) 透過文獻蒐集與現況調查建立砂卡礑溪及其周圍地區相關的溪流生態資源狀況，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) 透過分析文獻與實際調查資料建立合適於本地區的監測系統，並進行測試。(3) 彙整調查資料，撰寫景觀、生物資源與解說素材並編撰成手冊，作為本區域資源調查與解說教育之用。

1.5 文獻回顧

砂卡礑溪發源於二子山及曉星山之間，全長約 16.6 公里，流域面積約 6011 公頃，於砂卡礑橋附近匯入立霧溪主流，之後向東注入太平洋。沿溪風景優美怡人，河岸植被完整且保持原始生態風貌，因此又被稱為「神秘谷」，是太魯閣國家公園內十分熱門的步道系統。除了景觀資源外，砂卡礑溪也因為水質清澈且鄰近立霧溪河口，成為魚蝦蟹類種類繁多且資源豐富的淡水水域。也因此本地的相關生態研究多以溪流生態的角度為主。

砂卡礑溪已知最早的動物調查為呂光洋等 (1984) 的「太魯閣國家公園動物生態資源調查報告」，之後有李玲玲等 (1988) 的「太魯閣國家公園砂卡礑溪哺乳動物資源調查」，不過此兩份報告皆以哺乳動物調查為主。呂光洋等 (1984) 偏

向整個園區的資源調查，李玲玲等 (1988) 則以砂卡礑步道及大同、大禮兩個部落為主。當時共調查到哺乳動物 10 科 11 種。

曾晴賢 (1992) 的「太魯閣國家公園區域內溪流動物之研究」是最早針對此地區進行的完整研究，其研究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，共計可以發現魚類 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壩取水發電，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臺灣白甲魚(舊稱臺灣鏟頰魚)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：日本瓢鰭鰕虎(舊稱日本禿頭鯊)、大吻鰕虎、多齒米蝦(舊稱大和米蝦)等。

曾晴賢 (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。

後續曾晴賢 (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馬口鱖(舊稱粗首鱖)種類，且數量已經不少，並且遍及整個下游河段。由於粗首馬口鱖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。之後林曜松等 (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馬口鱖數量相當穩定，可能會對當地原生魚類造成食物與棲地空間的排擠效應。林曜松等 (2005) 亦曾再針對砂卡礑溪攔水壩的上下游進行更詳細的調查工作，當時水域動物調查 2 季 4 個站次的結果共發現到魚類 5 種，淡水蝦類 4 種以及蟹類 3 種，該年度調查首次發現到先前研究並未記錄到的臺灣石鱸種類，且數量已經不少，並且遍及整個中下游河段。

曾晴賢與楊正雄 (2008) 的「砂卡礑溪水域生態復育影響因子調查監測計畫」，則提供了 2008 年當時的生物相狀況。當時發現到魚類 11 種，淡水蝦類 6 種以及蟹類 2 種，當時調查發現到的臺灣石鱸數量與分布都較林曜松等 (2005) 更多更廣，遍及中下游河段。與粗首馬口鱖類似，臺灣石鱸也是西部原生的優勢魚類，對照以往文獻與研究的分布，研判應該是有民眾透過放流或是放生活動入侵到砂卡礑河流域中的，不過臺灣石鱸的分布仍被侷限在攔水壩以下，攔水壩更上游的地方則都並未見到，仍以原生種類的臺灣白甲魚和日本瓢鰭鰕虎最為優勢。

曾晴賢與楊正雄 (2008) 的研究曾經針對砂卡礑溪外來種的移除進行試驗性研究並提出建議。當時的外來種主要標的種類是俗稱溪哥的粗首馬口鱖，經過不同方法之間的比較測試之後，建議以釣魚法進行移除是比較有效率且不傷害其他種類的方式。

除了魚類之外，太魯閣國家公園亦曾經針對砂卡礑溪蝦蟹類的組成與分布進行調查(陳天任 1998)，及各類優勢甲殼類如臺灣扁絨螯蟹(舊稱臺灣絨螯蟹)等基礎生物學相關研究工作(鄒月娥 1994, 1995, 1997; 趙子維等 1990; 陳鈞輝 1998)，成果十分豐碩，也奠定該流域保育工作的重要基礎。

前述這些工作所累積的成果凸顯了砂卡礑溪水域環境所面臨的問題，一個是早期研究比較重視的部分，主要是針對橫斷構造物阻隔及廊道設置提出建議；近年來，則主要著重在外來物種的入侵與擴散。歷年文獻彙整如表 1-1 所示，表中顯示目前砂卡礑溪的生物組成資料大概是每 10 年有一次比較完整的調查，這樣頻度的調查顯示不同年代的溪流生物組成存在差異，近 20 年來顯示兩種非本區域外來物種的強勢入侵，及其擴散的狀況，並且也連帶觀察到原生種類的族群數量減少的狀況。

不過這些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，而砂卡礑溪近年來因為多次風災侵襲，導致步道毀損之外，棲地環境也有巨大改變。而砂卡礑步道的遊客數量在近年來也是持續增加。遊客數量增加雖然讓更多遊客可以體會到自然之美，但也因此造成環境負荷，包含親水活動對水族生物可能的干擾，或是垃圾可能帶來的水質污染，都可能造成淡水生物棲地的惡化，甚至是主動或意外的水族放流可能造成的外來物種入侵，這類的放流所導致的效應對於生態活動是最為嚴重的，包含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。外來種魚類在臺灣已經成為十分嚴重的問題，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(沈世傑等 1994; 賴弘智等 2005)。開始有各種資料庫匯集這些資料，如：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/>等，但這些資料通常是廣泛性的回報與知識性資料，但目前針對大多數外來種包含水生生物外來種並沒有有效的對策。

已入侵生態系統的外來物種不易處理，但如果能有監測系統即時回報，或許可以在外來物種剛入侵的時候就即時提供訊息並且快速啟動保育措施，避免外來物種的擴大。因此有必要再針對砂卡礑溪流域進行一次完整的生物分布與調查，以瞭解目前魚蝦類生物分布的狀況，及原生與外來物種的變動，並透過監測系統建立的回報，來謀求改善方案。

表 1-1：歷年針對砂卡礑溪流流域調查水族生物名錄比較表(灰黑色框為透過歷年資料確認為非屬本區域自然分布的原生入侵物種)

科名	中文名 新名(舊名)	學名	特有性	生活習性	曾晴賢 (1992)	曾晴賢 (1997)	陳天任 (1998)	林曜松等 (1999)	林曜松等 (2005)	曾晴賢與楊正雄 (2008)
鰻鱺科	日本鰻鱺(白鰻)	<i>Anguilla japonicus</i>		降海洄游	●	●				
	花鰻鱺(鱸鰻)	<i>Anguilla marmorata</i>		降海洄游	●	●				●
	臺灣石鱚	<i>Acrossocheilus paradoxus</i>	☆	原生入侵					●	●
鯉科	臺灣白甲魚 (台灣鏟頰魚)	<i>Onychostoma barbatulum</i>			●	●		●	●	●
	粗首馬口鱚 (粗首鱚)	<i>Opsariichthys pachycephalus</i>	☆	原生入侵		●		●	●	●
鰕虎魚科	大吻鰕虎	<i>Rhinogobius gigas</i>	☆	底/洄游	●	●		●	●	●
	褐吻鰕虎(※)	<i>Rhinogobius brunneus</i>		底/洄游	●					
	日本瓢鰕鰕虎 (日本禿頭鰕)	<i>Sicyopterus japonicus</i>		底/洄游	●	●		●	●	●
	寬頰瓢鰕鰕虎 (寬頰禿頭鰕)	<i>Sicyopterus macrostetholepis</i>		底/洄游						●
	美麗枝牙鰕虎 (雙帶禿頭鰕)	<i>Stiphodon elegans</i>		底/洄游	●	●				
	曙首厚唇鰕	<i>Awaous melanocephalu</i>		底/洄游	●	●				
	溪鱧科	溪鱧	<i>Rhyacichthys aspro</i>		底/洄游	●	●			
鰻科	鰻	<i>Mugil cephalus</i>		兩側洄游						●
	綠背龜鰻 (白鰻)	<i>Chelon subviridis</i>		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	●	●				●
塘鱧科	棕塘鱧	<i>Eleotris fusca</i>		底/洄游	●	●				●

科名	中文名 新名(舊名)	學名	特有性	生活習性	曾晴賢 (1992)	曾晴賢 (1997)	陳天任 (1998)	林曜松等 (1999)	林曜松等 (2005)	曾晴賢與楊正雄 (2008)
方蟹科	臺灣扁絨螯蟹 (臺灣絨螯蟹)	<i>Platyriocheir 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</i> sp.		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	●	●				●
	粗糙沼蝦	<i>Macrobrachium asperulum</i>		底/陸封			●			
	郝氏沼蝦	<i>Macrobrachium horstii</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	●		●		●	
匙指蝦科	日本沼蝦	<i>Macrobrachium nipponense</i>		底/洄游	●	●				
	多齒米蝦(大和米蝦)	<i>Caridina multidentata</i>		底/洄游	●	●	●	●	●	●
	匙指蝦(*)	<i>Atyopsis</i> sp.			●	●				
種數					22	22	10	10	12	19

(*)標記種類可能為誤判，但為求忠於引用文獻，仍列於清單中。



圖 1-1：砂卡礑溪位置圖及調查測站位置(圖片修改自 Urmapp)

第二章 研究內容及方法

2.1 研究內容

本研究期程自 108 年 4 月 22 日起至 109 年 12 月 31 日止，研究內容包括：

1. 資料蒐集：

蒐集砂卡礑溪之相關生物調查文獻與結果，作為本計畫執行的參考與比較資料。此外，亦將包含砂卡礑溪附近環境資料的蒐集。

2. 實際水域生態相關調查包括：

本項調查設置固定測站及非固定測站，固定測站選擇在砂卡礑河流域內，包含三間屋、2.8K、五間屋、匯流點共四處測站，固定測站監測頻度為每月一次；非固定測站則包含立霧溪溪畔壩及河口區域，或其他鄰近地區溪流生物熱點的位置(如立霧溪電廠與葫蘆谷等)，監測地點以長度作為調查努力量，每個地點以 50 公尺為限。監測頻度則依據研究需要而定，原則上不超過每季一次。水域生態調查的資料將包括建立水域生物的種類、數量、生物多樣性歧異度(Shannon – Wiener 多樣性指數)、分布、優勢種、保育種、珍貴稀有種等基礎資料。

3. 完成砂卡礑溪整體水域監測系統建議及測試，其內容包括：

- (1) 以 iNEXT 統計方式針對本地物種數進行分析，並以物種數作為監測標的來針對其適合的頻度、地點與方法等提供具體建議。
- (2) 本地生態系統的保育對策，包含原生種類的監測調查、保育工作以及外來種移除等，針對各項問題與現況(例如非本區域外來種入侵等)，提出檢討改善及保育策略方案。

2.2 調查方法

本研究的野外調查工作將包含物理環境與生物調查兩個部分。

1、物理環境調查：將包含基本水質測定，項目包含：水溫、溶氧量 (DO)、酸鹼度 (pH)、導電度 (Conductivity)、氧化還原電位 (ORP) 和總固體溶解量 (TDS) 等，本計畫使用 YSI Pro Plus 攜帶式多參數水質儀進行前述各項參數的測量，各參數都是在現場調查時進行直接檢測。各項水質因子特性說明如下：

(1) 水溫 (Water temperature)：除每次調查時的現場測量紀錄數值之外，亦將選擇合適地點使用可自動記錄的溫度記錄器 (ONSET, optic stowaway temperature data logger) 監測水溫連續變化，此記錄器可設定不同時間區間，將設定在每小時自動儲存記錄一筆平均水溫方式，並以每一至二月的間隔以 Shuttle (ONSET, optic shuttle) 讀取所儲存的記錄資料，在實驗室整理分析。此部分亦將與早期的監測記錄進行比對與討論。

(2) 溶氧量 (DO)：通常是水域生物生存與否的重要監測項目之一，一般來說，中上游的河川通常會因為坡降流速而呈現過飽和狀態(溶氧數值超過該溫度

可融入的氧氣量)，但仍會因種種內外環境因素，而不見得呈現飽和狀態，例如：細菌分解有機物質的過程會因耗用水中溶氧，導致水中缺氧狀態。前述狀態如果過於嚴重，對於河川的自淨作用、魚類生存或水質等影響極大。

(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) 比導電度 (specific conductance, SPC): 導電度 (Electrical conductivity) 通常量度溶液傳導電流的能力，或是以用溶液電阻的倒數來表示的，其意義為水的導電性質，導電度緣於水中的電解質，數值越大表示電解質含量越多，也表示總溶解固體的多寡。導電度單位為 msiemens /m (或 mho/cm、 $\mu\text{S}/\text{cm}$)。導電度如果是在 25°C 的定體積溶液所測得的數值，則使用「比導電度 (specific conductance, 可簡寫為 SPC)」表示，一般來說大多數的水質儀器都可取得兩種數值，兩數值間僅略微差異，大多數情況會以「比導電度」作為導電度的呈現。除了湖泊之外臺灣的淡水域導電度平均值為 654 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ，出海口及感潮河段因受海水顯著影響導電度約大於 5000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 以上。

(5) 氧化還原電位 (Oxidation-Reduction Potential, ORP)：通常透過 pH 電極取得，用以反應水體的氧化程度及狀態，亦即可以用來反應水體中好氧性微生物活躍狀況與作為水質的參考指標。其數值通常與 pH 數值有關，氧化態 (ORP 為正值) 時數值越高，則 pH 通常越低。ORP 常用單位為 mV，自來水的 ORP 值在 150 至 550mV 之間，池塘水與礦泉水中的 ORP 值如果等於或高於 650mV，就經驗來說其含菌量通常是可被接受的。

(5) 總溶解固體 (Total dissolved solids, TDS)：也稱總固體溶解量或溶解性固體總量，單位為 mg/L，為溶解於液體中的物質濃度，包含鹽分和固體雜質的總量。通常 TDS 與電導度的意義接近，相差無幾，但 TDS 主要表示無機鹽類含量，而電導度主要表示所有鹽類的含量。通常 TDS 越高可以視為水中雜質愈多。

2、生物調查：

主要生物調查項目分為魚類及蝦蟹類等水域生物，由於水域生物調查並無單一方法可以涵蓋所有的種類，因此必須針對其生物組成與特性而使用不同方法，而本研究標的生物包含魚類及蝦蟹類。但考量到 (1) 砂卡礑溪流域內的含砂量少，水流經常清澈。(2) 加以位於國家公園範圍內，水域生物組成的多樣。以及 (3) 為了取得族群結構資料，(4) 及方便未來監測系統與方法的操作，故本研究在調查方法的選擇上考量以對生態資源破壞性最小，但又能兼顧調查成果的方式進行調查或採集。故本研究將優先以浮潛法，其次是電氣法、蝦籠陷阱法作為主要調查方式(如圖 2-1~圖 2-3)。其中浮潛法必須在人身安全與水質環境許可(溪水清澈且不至於過於湍急的情況下)進行，並將輔以水底拍攝及攝影進行相關物種行為的紀錄。

固定測站因都位於砂卡礑河流域內，且會比較各方法的採集效率與成果等，因此會同時使用浮潛法、電氣法與蝦籠陷阱法三種方法。調查方法規劃如圖 2-4 所示。蝦籠陷阱法與電氣法在同個選擇河段中進行，依據各測站地形與現場水流狀況選擇合適的 50 公尺範圍內進行(樣站調查長度確定後即每次都固定調查長度進行)，蝦籠陷阱需於前一日布置完成，每個測站放置 3 個內有誘捕餌料的大型蝦籠，以過夜方式 (over-night) 進行採捕，隔日回收後再同時以電氣法進行一次採樣。浮潛法則在鄰近的更上游河段，實施河段也是 50 公尺。

非固定測站因大多位於立霧溪主流，平時水混流急，因此將以電氣法為主要調查方法。電氣法的調查通常是最具有效率的方式，且可兼顧底棲性及夜行性魚類的採集，只是需要進行申請，目前已向農委會漁業署及國家公園申請取得使用許可(詳如附錄一，第一年申請許可為民國 108 年 1 月 21 日農授漁字第 1081250801 號函及民國 108 年 5 月 29 日太保字第 1080002615 號函。第二年則為民國 109 年 1 月 20 日農授漁字第 1091248447 號函及民國 109 年 2 月 12 日太保字第 1090000618 號函)。電氣法為臺製組裝，因此並無型號資料，蝦籠則使用 5 呎大型蝦籠(籠長約 37cm，口徑約 16cm)。所有捕獲之生物經鑑定種類種類與數量計算，魚類量測全長體長，蝦蟹類測量背甲長寬，以及重量及性別或第二性徵等相關生物資訊後，除必要標本外，立即釋回原捕獲河段。



圖 2-1：以電氣法採集魚類調查工作照



圖 2-2：以浮潛法觀察魚類工作照



圖 2-3：蝦籠陷阱法的蝦籠及誘餌(豆餅飼料或魚肉或兼用之)

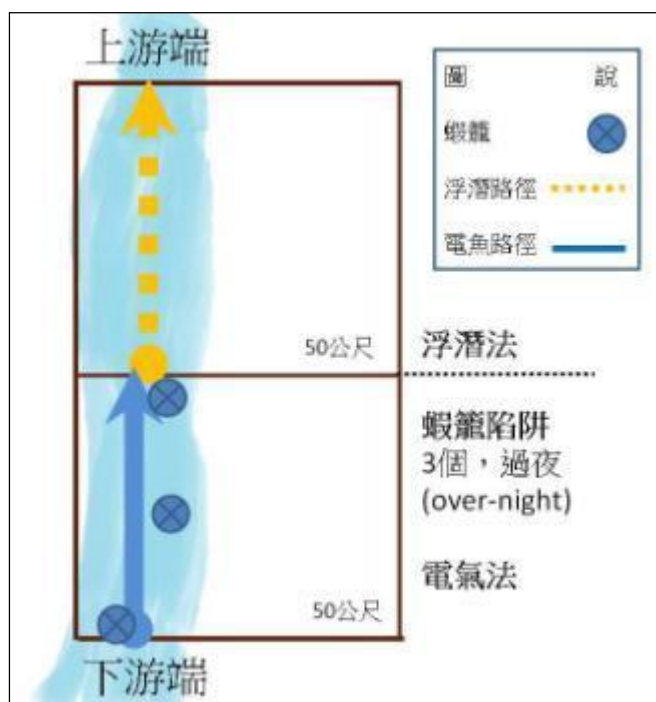


圖 2-4：固定測站調查方法規劃示意圖

除此之外，若在調查時遇到當地居民或其他相關研究人員，則亦將同步進行訪問，透過詢問「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」所獲得的訪問資料也將作為生物組成與數量變遷的參考資料。

3、統計資料分析：

除了實地調查之後，亦將包含資料統計分析。統計分析的部分將分成

(1) 現況資料：將包含本地區所捕獲魚蝦蟹溪流生物的種類、數量、生物多樣性歧異度、分布、優勢種、保育種、珍貴稀有種等基礎資料。並且選擇優勢種類，再採集數量足夠的情況下，進行生長曲線及族群結構的分析。

(2) 生物多樣性歧異度計算將以 Shannon – Wiener index (H') 為主，該指數與其他多樣性指數相較，有將物種的種類多樣性與數量比例都納入考量。公式說明如下：

Shannon – Wiener index, H'

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

H' ：多樣性指數

S ：樣區內的種類總數

p_i ：第 i 種的個體數 (n_i) 與總個體數 (N) 的比值 (n_i / N)

(3) 監測系統建立分析：監測 (monitoring) 通常是為了瞭解區域內生物群集的動態變化，並作為日後經營管理方針的參考依據。為了瞭解生物變化趨勢，而必須建立監測系統之後，透過長時間尺度的監測獲得管理經營的對策。本研究將透過 iNEXT 分析軟體，針對計算特定時間與地點的物種生物多樣性指數 (Hill number) 的方式 (Chao *et al.* 2014)，利用內外插與重複抽樣估計法 (bootstrap method) 計算變異值，針對監測頻度、監測地點與監測方式提出設定目標下的建議次數，並在 109 年度進行測試比較。

第三章 研究結果

3.1 環境調查現況

本研究迄今，共已完成 14 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：各次調查時間與工作內容

調查次數	調查時間	工作項目
第 01 次	2019.05.13~05.14	水質、魚蝦蟹類(電氣法、蝦籠法、浮潛法)
第 02 次	2019.06.12~06.13	水質、魚蝦蟹類(電氣法、蝦籠法、浮潛法)、 水溫監測布置
第 03 次	2019.07.15~07.16	水質、魚蝦蟹類(電氣法、蝦籠法、浮潛法)、 水溫資料讀取
第 04 次	2019.08.12~08.13	水質、魚蝦蟹類(電氣法、蝦籠法、浮潛法)
第 05 次	2019.09.17~09.18	水質、魚蝦蟹類(電氣法、蝦籠法、浮潛法)
第 06 次	2019.10.15~10.16	水質、魚蝦蟹類(電氣法、蝦籠法、浮潛法)、 水溫資料讀取與再布置(匯流點因洪水沖失再布置)
第 07 次	2019.11.12~11.13	水質、魚蝦蟹類(電氣法、蝦籠法、浮潛法)
第 08 次	2019.12.10~12.12	水質、魚蝦蟹類(電氣法、蝦籠法、浮潛法)
第 09 次	2020.01.20~01.21	水質、魚蝦蟹類(蝦籠法、浮潛法)
第 10 次	2020.02.18~02.19	水質、魚蝦蟹類(電氣法、蝦籠法、浮潛法)
第 11 次	2020.03.05~03.07	水質、魚蝦蟹類(電氣法、蝦籠法、浮潛法) 砂卡礑溪一線天以上河段魚類調查(浮潛法)
第 12 次	2020.04.09~04.10	水質、魚蝦蟹類(電氣法、蝦籠法、浮潛法)
第 13 次	2020.05.12~05.13	水質、魚蝦蟹類(電氣法、蝦籠法、浮潛法)

第 14 次	2020.07.21	為測試調查，調查範圍包含：水質、流量斷面、魚蝦蟹類(電氣法、蝦籠法、浮潛法)，資料不會整體分析使用，另於 3.7 節討論。
--------	------------	---

目前共計已經完成 14 次的野外調查工作及調查資料的分析，已經獲得砂卡礑溪魚蝦蟹類的組成與分布狀況資料。針對組成優勢生物的分布與數量比例也都已經得到。本調查目前各設置 8 個測站的設置，各測站的位置及環境描述分別說明如下：

1、固定測站

(1) 砂卡礑溪匯流點測站 (步道 0K 處)

位於砂卡礑溪下游鄰近入口紅色拱橋位置下游，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。



(2019.05.13)

(2) 五間屋(舊檢查哨)測站 (步道 1.7K 處)

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。



(2019.06.13)

(3) 2.8K 測站 (步道 2.8K 處)

測站位於水泥攔水壩下游處，因為上游有攔水壩截走水流，因此流量並非自然流量，以往經驗在枯水季節僅有基流量排放，因此水量較小，豐水季節，攔水壩才會有越流的情況。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。



2019.06.13 攔水壩下游測站 (2.8K)
水況



2019.06.12 攔水壩

(4) 三間屋測站 (步道 4.1K 處)

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。



(2019.06.13)

2、非固定測站

(1) 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。此處流量受上游電廠排水影響，正常枯水季節時會因為流速較為緩慢，會形成多道分流(辮狀河道)，且因地形造成滲流，造成表面逕流流量不大；但如果遇到上游發電放流，則水位會快速上升且流速加大，河中的攜帶物也隨之增加。本處環境會因河水、海浪及施工等因素，而有劇烈的地貌變動，水位也受到潮汐影響，連帶影響棲地品質等。此處可見原住民或釣客經常性的設置陷阱或以傳統撈網捕抓魚蝦蟹類或釣魚活動等。



(2019.05.13)

(2) 臨時測站：立霧電廠下游出水口

調查測站接近立霧電廠處，棲地與河口測站接近，坡降相對平緩，但因流量大，水流通常湍急，且是砂質棲地，僅有一些大石頭經過的地方會產生深水環境。因此點亦接近水利會灌溉渠道引水的取水口，立霧溪的流量因此減少許多，流量因此受到電廠排水的直接供應或是滲漏支流為主。



(2019.11.12)立霧電廠遠觀景象



(2019.11.12)電廠出水口

(3) 臨時測站：溪畔壩測站(上游與下游)

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。

本測站調查包含溪畔壩下游及上游兩個小測站。下游測站在本年度調查 5-6 月時遇到溪畔壩體施工，後續施工完畢，但溪畔壩調查平日並未進行放水，各季調查主要在溢洪道退水路或蓄水池退水路上進行調查。上游測站則因該區河谷兩岸陡峭高聳，原本選擇在其壩體上方以前的施工便道下方進行(座標：121.582365, 24.175424)，其地點屬於壩區的淹沒範圍，因此各季調查時若剛好遇到庫區排水(低水位)時期，才能進行調查，否則會因為水位過高及人身安全無法進行調查，但本年度(2020 年)第一季調查開始，改成在更上游處的溪畔隧道過河橋下進行(座標：121.580086, 24.174836)。因兩測站的距離不遠，且目的為想確認溪畔壩對於該地區生物的影響，故將此兩測站的調查成果將一併呈現。



(2019.05.13) 溪畔壩與下游



(2019.10.15) 溪畔壩上(高水位)



(2020.02.18) 溪畔過河隧道橋



(2020.02.18) 溪畔過河隧道橋旁河段

(4) 葫蘆谷測站

葫蘆谷為立霧溪的支流，位於春暉橋旁往禪光寺的道路旁。水量穩定，水質終年清澈，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。



(2019.05.13) 葫蘆谷

為了可以與之前的調查結果比較，本計畫執行的測站與曾晴賢與楊正雄(2008) 差異不大，大多數測站都在鄰近或是相同的位置，但因為這 10 年的環境變遷較大，因此棲地環境仍有所不同。

除了前述測站之外，本研究為了釐清砂卡礑溪上游河段的狀況，以及評估外來物種在攔水壩以上河段的分布是否有存在極限，曾經前往砂卡礑溪上游河段進行調查與確認，此部分調查並非設置測站固定監測方式，而是以類似穿越線方式對三間屋測站以上的一線天峽谷河段及其更上游河段進行跳躍式的浮潛調查。其結果將於 3.7 節中呈現。

3.2 水質

本研究每次進行調查的同時，亦同步針對水質進行監測，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：各測站水質比較表(淺灰底色為固定測站)

日期	時間	測站	水溫	酸鹼值	氧化還原電位	比導電度	溶氧	總溶解固體	備註	
			(WT)	(pH)	(ORP)	(SPC)	(DO)	(TDS)		
			°C	pH	mV	ms/cm	mg/L	mg/L		
20190514	15:20	匯流點	24.4	8.33	199.7	238.7	7.18	156		
	14:15	五間屋	23.5	8.36	232.2	239	0.94	164.3	DO 數據為呈現異常	

日期	時間	測站	水溫	酸鹼值	氧化還原	比導電度	溶氧	總溶解固	備註
			(WT)	(pH)	電位	(SPC)	(DO)	體	
			°C	pH	mV	ms/cm	mg/L	mg/L	
20190513	12:30	2.8K	23.6	8.37	176.5	231	2.54	154.7	DO 數據為呈現異常
	11:30	三間屋	23.1	8.37	155.8	223.6	1.04	150.8	DO 數據為呈現異常
	09:00	河口	20.4	8.24	182	346.5	1.74	247	DO 數據為呈現異常
	17:40	葫蘆谷	21.2	8.32	217.7	199.1	9.2	139.1	DO 數據為呈現異常
	16:30	溪畔壩	22.3	8.18	145.5	339	3.83	232.7	DO 數據為呈現異常
20190613	12:20	匯流點	22.2	8.19	185.6	222	5.23	144.3	
	11:20	五間屋	21.6	8.14	170.6	222	6.92	144.3	
	10:20	2.8K	21.3	8.17	201.2	217	9.16	141.1	
	09:30	三間屋	21.1	8.32	180.4	215	10.17	139.8	
20190717	08:00	匯流點	23.4	8.2	162.8	241	2.14	165.7	DO 數據為呈現異常
	09:35	五間屋	23	8.1	155.3	241.3	1.13	163.1	DO 數據為呈現異常
	10:27	2.8K	24.6	8.29	156.6	240	1.21	157.3	DO 數據為呈現異常
	11:20	三間屋	24.2	8.36	118.3	237.2	1.11	156.6	DO 數據為呈現異常
20190716	13:15	溪畔壩	24.2	8.17	93.6	398.7	1.35	265.1	DO 數據為呈現異常
	13:53	葫蘆谷	23.6	8.32	169.1	212.4	2.8	142.3	DO 數據為呈現異常
	14:56	河口 溪畔壩 (上)	31 —	8.3 —	115.3 —	539 —	6.56 —	312 —	無法調查(水位高)
20190814	12:50	匯流點	26	8.53	123.2	255.4	8.89	162.5	
	09:28	五間屋	20.6	7.97	123	244	8.57	165.8	
	10:20	2.8K	23.9	8.49	128.4	237.2	7.12	157.3	
	11:25	三間屋	24	8.34	132.6	235.5	8.17	156	
20190813	16:25	溪畔壩 (上)	23.8	8.2	116.9	371.2	8.9	247	
	17:50	電廠出水口	24	8.23	135.9	347.9	8.9	231.4	
20190918	08:50	匯流點	22.2	8.26	117.3	241	8.87	156.6	
	10:48	五間屋	22.5	8.22	114.5	237	8.92	154.1	
	11:50	2.8K	23.6	8.38	151.1	231	8.36	150.1	

日期	時間	測站	水溫	酸鹼值	氧化還原	比導電度	溶氧	總溶解固	備註	
			(WT)	(pH)	電位		(DO)	體		
			°C	pH	mV	ms/cm	mg/L	mg/L		
	12:50	三間屋	23.4	8.33	148.1	229	8.2	148.8		
20191016	14:25	匯流點	21.8	8.69	163.2	231	8.6	150.2		
	12:50	五間屋	21.4	8.58	161.8	215.1	8.95	150.2		
	11:30	2.8K	21.1	8.6	152.8	203.6	9.39	143		
	10:15	三間屋	19.8	8.59	158.4	203.5	8.73	149.9		
	17:30	河口	23.3	8.29	153.9	419	8.82	273.4		
20191015	07:18	電廠出水口	20.2	8.47	148.1	341	9.33	221.6		
	14:55	溪畔壩	20.4	8.31	144.6	398	9.55	258.7		
		溪畔壩(上)	—	—	—	—	—	—	無法調查(水位高)	
	14:15	葫蘆谷	21.2	8.25	147.5	218	8.39	141.7		
20191113	13:00	匯流點	20.6	8.62	175.7		8.63	153.4		
	09:42	五間屋	18	8.51	165.7		9.54	147.55		
	10:55	2.8K	19.2	8.47	175.9		8.83	146.25		
	11:40	三間屋	19.2	8.48	183.7		9.25	151.4		
20191112	16:14	電廠出水口	19.9	8.2	166.4		9.34	216.45		
	14:35	河口	20.8	8.13	141.9		8.89	260.56		
20191211	13:17	匯流點	18	8.49	202.3		10.07	153.4		
	09:45	五間屋	17.6	8.45	196.8		5.53	148.5		
	11:20	2.8K	17.4	8.52	211		9.75	152.75		
	09:45	三間屋	16.6	8.49	224.6		9.71	152.1		
20191210	16:35	電廠出水口	17.3	7.92	185.8		10.99	258.06		
	15:05	河口	17.2	7.62	179.2		10.81	251		
20200121	12:13	匯流點	18.1	8.48	81.7	242	9.44	157.3		
	08:30	五間屋	16.6	8.09	82.1	236	9.81	153.4		
	09:40	2.8K	17.3	8.17	78.2	237	8.56	154.05		
	11:10	三間屋	17.6	8.21	80.1	241	9.54	156.65		
20200219	14:35	匯流點	17	8.55	160.5	249	9.33	161.85		
	13:10	五間屋	16.8	8.39	151.6	247	9.4	160.55		
	12:26	2.8K	16.3	8.47	147.3	243	9.73	157.95		
	11:30	三間屋	15.7	8.4	140.2	243	9.49	157.3		
20200218	14:10	溪畔壩(上)	14.4	8.37	144.5	46	10.13	299.6		

日期	時間	測站	水溫	酸鹼值	氧化還原	比導電度	溶氧	總溶解固	備註
			(WT)	(pH)	電位	(SPC)	(DO)	體	
			°C	pH	mV	ms/cm	mg/L	mg/L	
	15:05	溪畔壩	16.3	8.19	154.7	38	6.62	248.3	
	16:30	河口	14.8	8.41	170.2	476	9.48	308.3	
	17:43	電廠出水口	17.9	8.51	162.8	32	8.5	207.33	
	09:20	葫蘆谷	18	8.35	60.7	223	7.74	144.95	
20200307	13:45	匯流點	20.4	8.52	70.3	249	9.15	161.85	
	12:15	五間屋	19.4	8.44	64.1	246	9.05	159.9	
	11:00	2.8K	19.2	8.53	54.4	243	8.47	157.95	
	09:45	三間屋	17.7	8.13	55.9	243	8.99	157.95	
	16:20	河口	25.5	8.33	57.4	483	6.36	267.8	
	17:25	電廠出水口	20.7	8.48	78.8	319	7.93	207.35	
20200410	11:17	匯流點	19.2	8.6	71.7	252	9.16	163.15	
	10:20	五間屋	18.9	8.52	76.7	252	8.37	164.45	
	09:50	2.8K	18.6	8.53	75.9	247	7.35	160.55	
	09:00	三間屋	17.5	8.47	83.2	246	7.04	159.9	
20200409	14:30	溪畔壩	19.2	7.98	12.3	348	4.91	226.2	
	15:34	河口	19.2	8.34	45.2	363.3	8.54	263.25	
	16:13	電廠出水口	20.2	8.55	46.4	321	8.67	208.65	
20200513	12:21	匯流點	22.3	8.84	68.2	0.253	8.82	164.45	
	11:00	五間屋	21.6	8.67	70.8	0.252	9.06	163.8	
	10:25	2.8K	21.4	8.76	65.2	0.248	8.52	161.2	
	09:30	三間屋	21.2	8.8	64.3	0.247	8.74	160.55	
20200512	14:35	溪畔壩	22.9	8.01	12.9	0.385	3.2	250.25	
	15:17	河口	20.8	8.03	13.2	0.71	3.1	248	
	16:10	電廠出水口	22.1	8.59	58.5	0.323	8.17	209.95	
20200513	07:45	葫蘆谷	20.3	8.27	41.6	0.218	8.03	142.35	
20200721	09:00	匯流點	24.6	8.61	17.9	未紀錄	未紀錄	未紀錄	測試調查 流量 5.93cms

由表中資料可以發現，除了 108 年 5 月與 7 月調查時部分測站因機器未注意校正，導致 DO 數值異常，各測站實際測量到的水質狀況都在正常的範圍內。

比導電度只有最下游的河口測站數值較高，上游支流葫蘆谷的數值相對較低，但都與其他溪流所測到的數值差異不大。數值的高低與懸浮及有機物質的量有關，

鄰近河口處因為有機物的匯集，因此有較高的比導電數值及總懸浮固體物。由水質的即時數據，無論是砂卡礑溪與立霧溪的水質狀況都十分良好，只除了濁度可能較高外，目前並無對魚類生存或是棲息會有影響的狀況發生。砂卡礑溪因為大多數時候都可以維持清澈，即使混濁，依據經驗也都很快就恢復。砂卡礑溪及立霧溪大多數區域由於並無太多人為開發活動，僅步道周圍有人為活動，因此水質變化穩定。



(2019.06.13) 砂卡礑溪與立霧溪匯流處在洪水季節時清澈與混濁明顯

由於各次測量的參數除了水溫因測量時間之外，具有穩定呈現的特徵，因此比較整個監測時期的平均數值來看，有些水質參數具有流域性質的差異性。例如比導電度 (spCond) 和總溶解固體 (TDS) 兩項。以圖 3-1 來看更為顯著，立霧溪水系的各測站其比導電度 (spCond) 和總溶解固體 (TDS) 都比砂卡礑流域各測站來得高，數值並且在兩倍以上，這表示立霧溪主流的有機與無機鹽類都較砂卡礑溪來得高出許多。除了流量之外，這樣的水質差異有時也會影響到各流域生物的分布狀況。

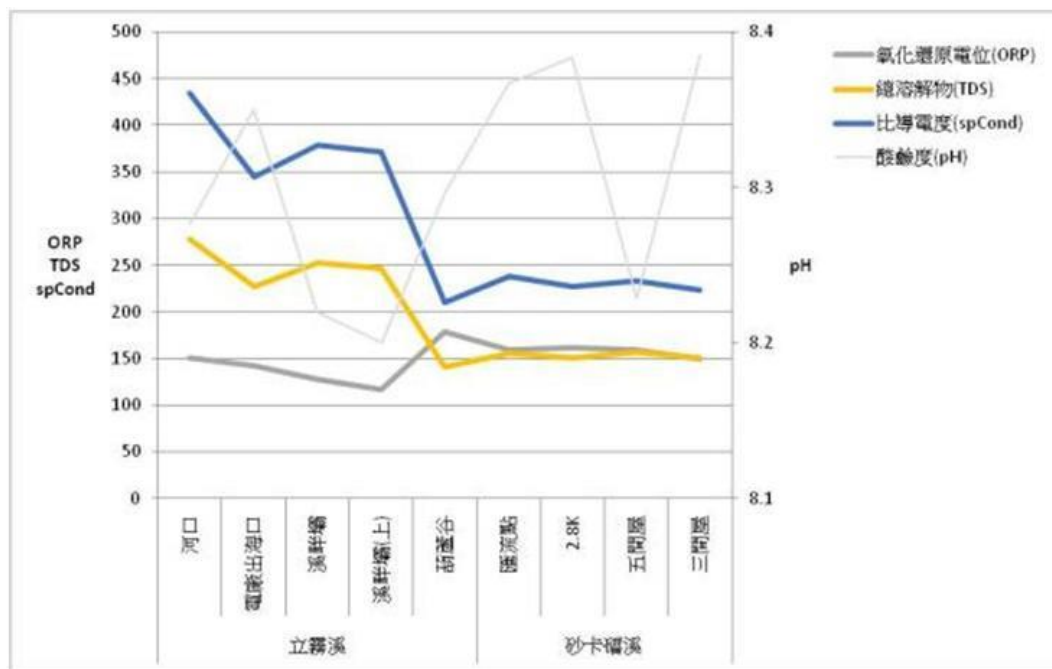


圖 3-1：各測站之水質測量參數

3.3 水溫

水溫因具連續性變化，又是魚類分布或影響生活史參數的重要因子，因此針對水溫進行較為完整的監測，水溫使用 ONSET 的連續型水溫紀錄器，分別布置兩組自動連續紀錄器於中游(攔水壩附近)及下游(匯流點)處。依照計畫預計監測夏季水溫至豐水期前的 9 月，目前已經取得 2019 年 7 月-10 月的水溫資料，因本區域並無穩定的底質可以布置半永久性的監測，在匯流點的水溫紀錄器即因 9 月底的洪水導致沖失，數據亦無法取得。在 2019 年 10 月之後重新布置後，在攔水壩上取得至 2020 年 5 月的水溫數據，匯流點處則因為遭人為失竊，無法進行比較(表 3-3)。

與曾晴賢與楊正雄 (2008) 針對上游三間屋及匯流點一日水溫的監測結果比較，當時監測日期為 2008 年 9 月 25 日至 9 月 26 日，溫差在 0.5-0.8°C。與本研究的監測季節為夏季來進行比較，似乎夏季的溫差大得許多。尤其資料分析 1999 年 10 月至 2000 年 1 月的資料來看，其溫差在冬季的範圍更大得些。顯示溫差可能具有季節性的差異。不過因為本區域一直缺乏上下游間連續水溫的整年紀錄，因此無法進行比較與確認，也無法確定是否有存在水溫逐年上升的情況。

水溫監測結果顯示如圖 3-2 與圖 3-3 所示。圖 3-2 為將攔水壩上的水溫連續資料，監測時間自 2019 年 6 月 12 日至 2020 年 5 月 19 日，缺值為 2019 年 07 月 16 日至 09 月 18 日。可以發現水溫區間約在 14°C 至 26°C 之間，水溫較高的季節在 7 月至隔年 2 月，9 月之後則開始溫度趨降，10 月之後則更快速下降，日溫差也變小。

圖 3-3 則將上下游兩個測站的水溫進行比較，但僅比較 2019 年的 6 月至 7 月間，因匯流點僅有 7 月之前的水溫資料，因此僅比較 6–7 月間的水溫數值，比較結果顯示下游的匯流點測站通常有較攔水壩上更高的水溫，但仍有部分時間的攔水壩水溫更高於匯流點，經檢視原始資料大多數時間都在每日的中午(10:00–14:00)。兩個測站的最大溫差不超過 2°C，溫差比較多大的時間點則多在深夜或是凌晨之時。

與曾晴賢與楊正雄 (2008) 針對上游三間屋及匯流點一日水溫的監測結果比較，當時監測日期為 2008 年 9 月 25 日至 9 月 26 日，溫差在 0.5–0.8°C。與本研究的監測季節為夏季來進行比較，似乎夏季的溫差大得許多。由其資料分析 1999 年 10 月至 2000 年 1 月的資料來看，其溫差在冬季的範圍更大得些。顯示溫差可能具有季節性的差異。不過因為本區域一直缺乏上下游間連續水溫的整年記錄，因此無法進行比較與確認，也無法確定是否有存在水溫逐年上升的情況。

表 3-3：水溫監測時間與地點表列

監測區間/地點	匯流點	攔水壩上	備註說明
2019/06/12–07/17	已取得	已取得	
2019/09/18–10/16	已取得	因 9 月洪水被沖失	7–9 月間因颱風季節考量並未布置
2019/10/16–2020/05/19	失竊	已取得	

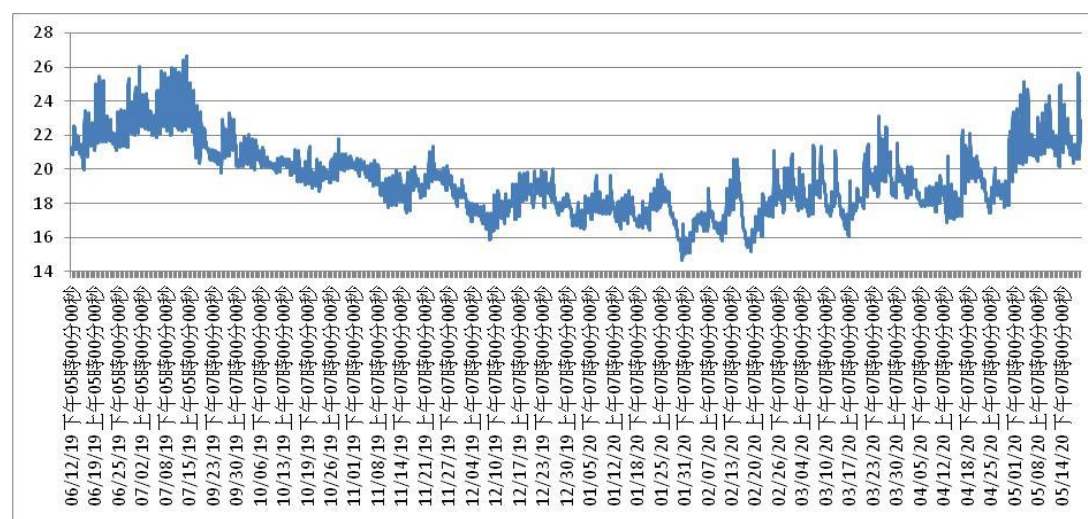


圖 3-2：砂卡礑溪攔水壩上水溫變化圖 (2019/06/12–2020/05/19，連續水溫缺值時間：2019/07/16–2019/09/18)

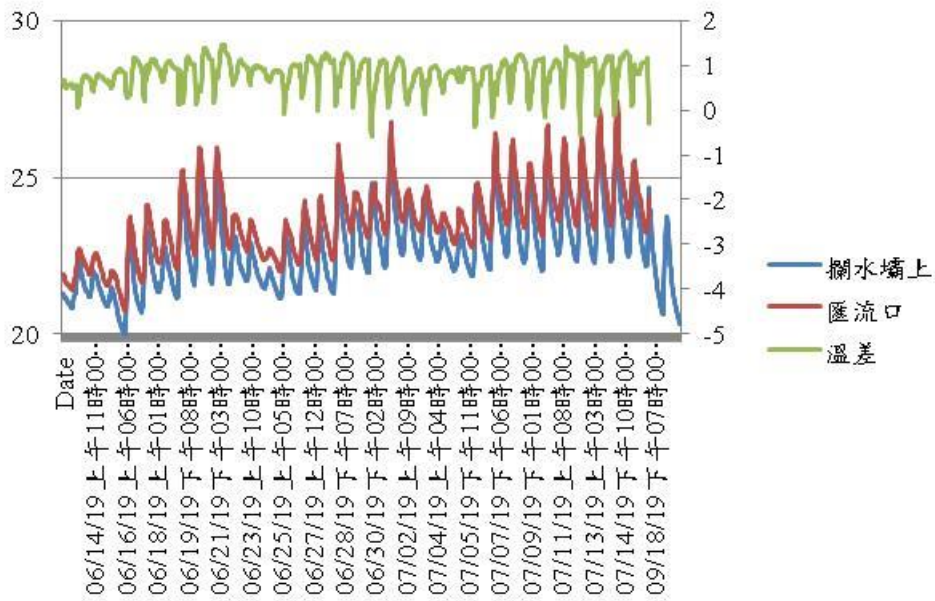


圖 3-3：砂卡礑溪攔水壩上與匯流點水溫比較圖(2019 年 6 月-7 月)

3.4 溪流生物調查結果

(1) 本區溪流生物組成

目前已經完成 13 次監測調查(2019 年 5 月-2020 年 5 月)與資料彙整，針對 4 個固定測站及 4 個非固定測站的調查結果顯示，共計調查發現到魚類 8 科 15 種，淡水蝦 2 科 9 種以及蟹類 2 科 5 種，其名錄如表 3-4 所示。

調查中並未發現到任何保育類生物。特有種包含臺灣石鱸 (*Acrossocheilus paradoxus*)、粗首馬口鱮 (*Opsariichthys pachycephalus*)、臺灣鬚鱮 (*Candidia barbata*)、大吻鰕虎 (*Rhinogobius gigas*) 及臺灣扁絨螯蟹 (*Platyriocheir formosa*) 與太魯閣澤蟹 (*Geothelphusa taroko*)、扁足澤蟹 (*G. dolichopodes*)、灰甲澤蟹 (*G. cinerea*) 等。不過臺灣石鱸、粗首馬口鱮與臺灣鬚鱮在太魯閣砂卡礑溪流域中屬於本區的入侵種類，可歸屬為原生入侵魚種(native-invasive species)。

彙整此名錄，以生活習性來說，多數溪流生物都屬洄游性生活史的生物，洄游性生物的比例超過 2/3(21 種/29 種)，洄游型態有「下降洄游生活史 (catadromous migration)」的生物，例如臺灣扁絨螯蟹，會在繁殖季節時降河回到河口海域進行繁殖，其他種類主要是兩側洄游。這種「兩側洄游生活史 (amphidromous migration)」的洄游性生物，這類群包含大口湯鯉 (*Kuhlia rupestris*) 及黑邊湯鯉 (*Kuhlia marginata*)、各種鰕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，其中又以蝦蟹類為大宗。淡水蝦資源除了數量最為豐富的大和沼蝦 (*Macrobrachium japonicum*) 之

外，在砂卡礑河流域還可以發現到一些數量較為稀少的沼蝦，包含寬掌沼蝦 (*M. latimanus*)、細額沼蝦 (*M. gracilirostre*) 及貪食沼蝦 (*M. 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：細額沼蝦及寬掌沼蝦，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重要特色之一。

綜整目前調查結果與歷年資料來看，本區的溪流生物特色包含有特有種類少、洄游生物種類多且蝦蟹類多，底棲生物最為優勢的溪流生態系統。

(2) 本區溪流生物組成與分布的歷年比較與變化

與歷年資料的比較如表 3-5 所示。歷年資料橫互的時間久遠，並且在調查方式與物種辨識上可能有所不同，因此著重在筆者曾經有參與過的曾晴賢與楊正雄 (2008) 研究成果。在 2008 年至 2019 年這接近 10 年間的兩次調查比較中，值得注意的是俗稱鱸鰻的花鰻鱺 (*Anguilla marmorata*) 這個物種在本調查中在第一年 (2019) 的 7 月才首次調查，之後也並非每次調查都可發現，且發現的測站也侷限在下游處。與曾晴賢與楊正雄 (2008) 的資料比較，當時僅有三次調查，但有兩次發現紀錄，發現個體數雖不多，但個體並非幼體，有些則可以到最上游的三間屋測站。2008 年時此物種仍被列入在保育類名單中，此物種的生活史和臺灣扁絨螯蟹一樣，也是屬於降海洄游生活史 (catadromous migration)，繁殖時必須回到大洋中的產卵場。本研究針對河口的訪談與紀錄顯示漁民仍可捕抓到上溯的鰻苗個體，且並非目標種類，顯示本區域仍有花鰻鱺族群的自然上溯，但與 2008 年資料比較族群量有變少趨勢。

與曾晴賢與楊正雄 (2008) 資料比較的另一個重點是確認兩種外來種的出現，一種是臺灣鬚鱨的發現，一種是粗糙沼蝦 (*M. asperulum*) 的再發現，前者雖然有發現，但個體數非常少，僅浮潛有觀察到 1 筆確認資料。後者的粗糙沼蝦定義為再發現是因為陳天任 (1998) 的資料曾有此物種的記載，但 1998 年之後的另外兩個獨立研究林曜松等 (1999) 及曾晴賢與楊正雄 (2008) 卻都沒有發現此物種。此物種並非已知東部的原生淡水蝦，且其生活史屬於陸封性生活史，是西部地區常見的淡水蝦種類，因此 1998 年的紀錄是否可能僅為人為短暫逸出，或是族群不大並未擴張，因此在其他研究中並未再發現。本研究所發現到的粗糙沼蝦則十分確認，且分布在砂卡礑溪的中游的兩個測站，數量似乎有穩定的趨勢。對於本區來說，這是一個需要關注的外來物種，其對此地原生的淡水蝦是否會有影響，需要再做觀察。

(3) 本區溪流生物各測站族群組成、物種歧異度與不同調查方法的比較

彙整本計畫 2019 年 5 月–2020 年 5 月共 13 次調查各測站的調查結果如表 3-6 所示，種類統計上有包含所有方法，包含浮潛法、電氣法與蝦籠陷阱法。但數量統計上排除浮潛法，因浮潛法目的在於估計族群數量，其數量尺度與實際捕獲會有很大差異。因此數量總計僅考量有實際捕獲到個體的電氣法與蝦籠陷阱法。

以物種數來看，固定測站中有愈往下游物種數越多的情況。種類數最高的是匯流點測站，其次是五間屋測站。有些物種僅分布於這兩個測站，並未到更上游的區域。非固定測站中，則只有葫蘆谷測站的物種種類較多，立霧溪主流的兩個測站的種類數亦有隨調查次數增加呈現種類增加的狀況。

以數量來看，固定測站各個測站的數量累積都超過 600 尾以上，三間屋的數量較少，其他個測站都接近 800 尾或以上，平均每次都可以有超過 50 尾的捕獲數量。比較砂卡礑溪與立霧溪主流兩個區域的調查結果，前者的種類與數量都明顯較後者來得更豐富多元。

比較各物種在各個測站的分布與數量狀況。以固定樣站的砂卡礑溪流域來說，分布廣泛的物種包含有日本瓢鰭鰕虎、臺灣石鱚與大和沼蝦，分布遍及整個流域上下游。其次是大吻鰕虎。以往認為分布廣泛的臺灣白甲魚，在除了三間屋以外的其他中下游測站數量都不多，僅浮潛法還可觀察到。以數量來說，整個流域中最為優勢的是日本瓢鰭鰕虎，其次是臺灣石鱚。蝦蟹類數量最為優勢的則是大和沼蝦。

如果計算 Shannon – Wiener index (S-H 歧異度，以 H' 表示)，數值上匯流點與五間屋測站較高，多樣性指數分別為 1.65 與 1.67。非固定測站以葫蘆谷多樣性指數最高，多樣性指數為 1.93。整個計畫範圍的歧異度計算數值為 1.97。

本計畫共使用三種方法進行調查，表 3-6 一併將各種不同方法所捕獲到的種類列出。電氣法的捕獲種類最高，有 24 種，其次是蝦籠法的 19 種，以及浮潛法有發現到 14 種，但無論是那一種方法，都無法發現到目前已紀錄到的所有物種 (27 種)。其中仍有物種僅在浮潛法發現，但仍未有實際捕獲個體。調查方法對於物種的偵測有效程度以及差異性是本計畫重點工作項目之一，分析與討論如下節說明。

(4) 本區優勢物種族群結構組成與討論

本節選擇調查中最優勢物種中的臺灣白甲魚、臺灣石鱚及日本瓢鰭鰕虎 3 種魚類的資料，進行族群結構組成的統計與分析。由於本計畫執行期間為 2019 年 5 月–2020 年 5 月共 13 次調查，本節討論不考慮測站間的差異，因此將各測站的所有調查資料合併，將電氣法與蝦籠法所捕獲所有個體的測量資料總計，以及浮潛估計方法所獲得各種體型的平均數量進行比較，實際捕獲個體測量的資料組

距與浮潛估計相同，都是以全長呈現，每 5 公分做為一組，統計結果如圖 3-4 所示。

分析結果顯示 3 種魚類相較，臺灣白甲魚無論是以浮潛觀察或是實際捕抓的個體數都很少，實際上平均每次調查可以發現到的數量不到 1 尾，也從來沒有發現到全長超過 20 公分以上的個體，顯示臺灣白甲魚在整個流域中的族群數量都十分稀少，幾乎接近瀕危族群的狀況。

臺灣石鱸及日本瓢鰭鰕虎兩種在圖中呈現的趨勢則為一致，兩種魚類在實際捕獲和浮潛估計的數量都很接近。在砂卡礑溪 4 個測站實際捕獲平均每次調查都可以發現約 100 尾左右，浮潛觀察則每次都可以發現約 200 尾左右。

砂卡礑河流域中因為水域通常清澈，本計畫中每次調查也多會選擇在水流相對清澈的時間點進行調查，這種環境十分合適利用浮潛觀察的方式進行調查，但這種類型的水域通常在實際捕抓時會遇到水中生物提早發現到調查人員的狀況，而可能造成看得到卻抓不到的情況，不過調查資料的結果顯示計畫執行期間平均每個測站都還可以抓到單一魚種約 20 尾，顯示此問題的影響不大。但即便如此，族群結構的呈現仍然與浮潛方法所得成果有所差異。

依據前小節討論中浮潛法與其他方法的比較顯示，浮潛法在底棲性且夜行性的生物有較差的偵測率，但如果是游泳性的日行性魚類並沒有太大的問題，因此相對於可能具有選擇性的其他調查或採捕方法來說，通常可以呈現這些種類的實際族群結構狀態。浮潛目視估計可以看出臺灣石鱸的族群結構在整個流域尺度是符合寬底的金字塔型 (pyramid) 結構，顯示族群是處於幼魚族群較多的成長狀態。日本瓢鰭鰕虎的狀況也是，只是幼魚組成比例沒有臺灣石鱸來得寬，但其結構也呈現成長狀態是沒有問題的。和臺灣石鱸是純淡水魚不同，日本瓢鰭鰕虎因為是兩側洄游物種，其幼魚補充並非直接來自於河川中的成魚，而是由海洋上溯而來，且其仔稚魚的浮游期可達 6 個月之久，因此影響其族群結構的原因應該會與游泳性魚類有所不同才是。

臺灣白甲魚的數量與族群結構呈現不正常的情況，將在後續 3.8 節中再做更完整的討論與呈現。

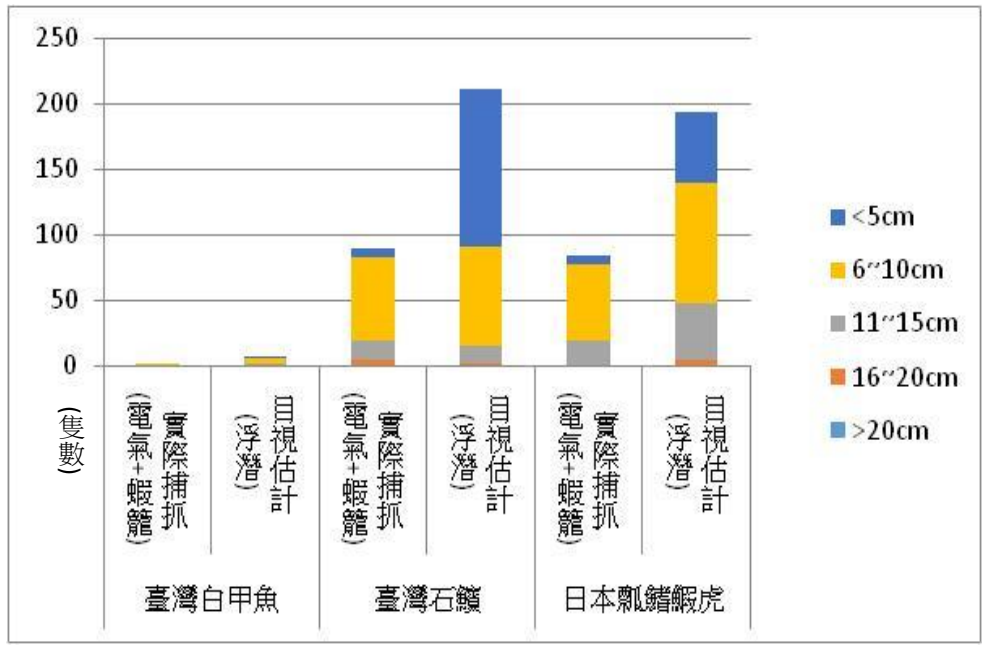


圖 3-4：砂卡礑溪 3 種優勢魚類以實際捕抓和浮潛目視方法估計族群結構比較圖

表 3-4：本計畫調查魚蝦蟹類名錄表 (2019/05–2020/05)

科名	中文名	學名	特有性	生活習性
鰻鱺科	花鰻鱺(鱸鰻)	<i>Anguilla marmorata</i>		降海洄游
鯉科	臺灣石鱸	<i>Acrossocheilus paradoxus</i>	☆	原生入侵
	臺灣白甲魚(臺灣鏟頷魚)	<i>Onychostoma barbatulum</i>		
	粗首馬口鱮(粗首鱮)	<i>Opsariichthys pachycephalus</i>	☆	原生入侵
	臺灣鬚鱮(臺灣馬口魚)	<i>Candidia barbata</i>	☆	原生入侵
鰕虎科	大吻鰕虎	<i>Rhinogobius gigas</i>	☆	底/兩側洄游
	日本瓢鰕鰕虎(日本禿頭鯊)	<i>Sicyopterus japonicus</i>		底/兩側洄游
	寬頰瓢鰕鰕虎(寬頰禿頭鯊)	<i>Sicyopterus macrostetholepis</i>		底/兩側洄游
	黑頭阿胡鰕鰕虎(曙首厚唇鯊)	<i>Awaous melanocephalu</i>		底/兩側洄游
塘鱧科	褐塘鱧(棕塘鱧)	<i>Eleotris fusca</i>		底/兩側洄游
溪鱧科	溪鱧	<i>Rhyacichthys aspro</i>		底/兩側洄游
鯔科	鯔(烏魚)	<i>Mugil cephalus</i>		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
鱒科	格紋中鋸鱒	<i>Mesopristes cancellatus</i>		兩側洄游
方蟹科	臺灣扁絨螯蟹(臺灣絨螯蟹)	<i>Platyriocheir formosa</i>	☆	底/降海洄游
	字紋弓蟹	<i>Varuna litterata</i>		底/洄游
澤蟹科	太魯閣澤蟹	<i>Geothelphusa taroko</i>	☆	底/陸封
	灰甲澤蟹	<i>Geothelphusa cinerea</i>	☆	底/陸封
	扁足澤蟹	<i>Geothelphusa dolichopodes</i>		底/陸封
長臂蝦科	大和沼蝦	<i>Macrobrachium japonicum</i>		底/兩側洄游
	寬掌沼蝦	<i>Macrobrachium hirtimanus</i>		底/兩側洄游
	粗糙沼蝦	<i>Macrobrachium asperulum</i>		底/陸封/原生入侵
	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
	熱帶沼蝦	<i>Macrobrachium placidulum</i>		底/兩側洄游
	南海沼蝦	<i>Macrobrachium australe</i>		底/兩側洄游
	短腕沼蝦	<i>Macrobrachium latimanus</i>		底/兩側洄游
匙指蝦科	多齒米蝦(大和米蝦)	<i>Caridina multidentata</i>		底/兩側洄游

表 3-5：本研究調查魚蝦蟹類名錄與歷年資料比較表

科名	中文名	本研究 (2019)	曾晴賢 (1992)	曾晴賢 (1997)	陳天任 (1998)	林曜松等 (1999)	曾晴賢與 楊正雄 (2008)
鰻鱺科	日本鰻鱺(白鰻)		●	●			
	花鰻鱺(鱸鰻)	●	●	●			●
鯉科	臺灣石鱸	●					●
	臺灣白甲魚(臺灣鏟頰魚)	●	●	●		●	●
	粗首馬口鱧(粗首鱧)	●		●		●	●
	臺灣鬚鱧(臺灣馬口魚)	●					
鰕虎科	大吻鰕虎	●	●	●		●	●
	褐吻鰕虎		●				
	日本瓢鰓鰕虎(日本禿頭鯊)	●	●	●		●	●
	寬頰瓢鰓鰕虎(寬頰禿頭鯊)	●					●
	美麗枝牙鰕虎(雙帶禿頭鯊)		●	●			
	黑頭阿胡鰕虎(曙首厚唇鯊)	●	●	●			
溪鱧科	溪鱧	●	●	●			
塘鱧科	褐塘鱧(棕塘鱧)	●	●	●			●
鮠科	鮠(烏魚)	●					●
	綠背龜鮠(白鮠)			●			
湯鯉科	黑邊湯鯉(湯鯉)	●	●	●			●
	大口湯鯉	●	●	●			●
鰱科	格紋中鋸鰱	●					
方蟹科	臺灣扁絨螯蟹(臺灣絨螯蟹)	●	●	●	●	●	●
	字紋弓蟹	●					
澤蟹科	太魯閣澤蟹	●	●	●	●	●	●
	扁足澤蟹	●			●		
	灰甲澤蟹	●					●
	陸蟹		●				
長臂蝦科	大和沼蝦	●	●	●	●	●	●
	寬掌沼蝦	●	●	●			●
	粗糙沼蝦	●			●		
	熱帶沼蝦	●			●		●
	細額沼蝦	●		●	●	●	●
	貪食沼蝦	●	●	●	●	●	●
	短腕沼蝦	●	●		●		
	日本沼蝦		●	●			
	南海沼蝦	●					
匙指蝦科	多齒米蝦(大和米蝦)	●	●	●	●	●	●
	匙指蝦		●	●			
	種數	29	22	22	10	10	20

表 3-6：本研究調查各測站魚蝦蟹類數量與方法使用比較表(各測站數量總計未包含浮潛法數量)

中文名	立霧溪					砂卡礑溪				總計	電氣法	蝦籠法	浮潛法
	河口	電廠下游	溪畔壩	溪畔壩(上)	葫蘆谷	匯流點	五間屋	2.8K	三間屋				
花鰻鱺					2	5		1		8	●		
臺灣石鱚	1	3			2	55	258	323	535	1177	●	●	●
臺灣白甲魚							3	3	5	11	●	●	●
粗首馬口鱮		8			1	5	52			66	●	●	●
臺灣鬚鱮					32					32	●		●
大吻鰕虎	61	113	56		8	100	47	32	15	432	●	●	●
日本瓢鰕鰕虎	53	54	31		2	474	396	142	81	1233	●	●	●
寬頰瓢鰕鰕虎													●
黑頭阿胡鰕虎													●
褐塘鱧	2					1				3	●	●	
溪鱧						6				6	●		
鯔	44	3				1				48	●		●
黑邊湯鯉						18				18	●		●
大口湯鯉	2	1				19				22	●		●
格紋中鋸鰻						3				3	●		●
臺灣扁絨螯蟹						12	8	3	3	26	●	●	
字紋弓蟹	2									2		●	
太魯閣澤蟹					3		8	1	3	15	●	●	
扁足澤蟹							2	1		3	●	●	

中文名	立霧溪					砂卡礑溪				總計	電氣法	蝦籠法	浮潛法
	河口	電廠下游	溪畔壩	溪畔壩(上)	葫蘆谷	匯流點	五間屋	2.8K	三間屋				
灰甲澤蟹							2			2		•	
大和沼蝦	28	57			5	8	65	69	15	247	•	•	
寬掌沼蝦	1	48			3	24	21			97	•	•	
粗糙沼蝦		8				2	50	215	9	284	•	•	•
熱帶沼蝦						3				3	•		
細額沼蝦		11			2	104	2			119	•	•	
貪食沼蝦					14	30				44	•	•	
短腕沼蝦							15			15	•	•	
南海沼蝦	1									1	•		
多齒米蝦					23			2		25	•	•	•
種類統計	10	10	2	0	12	18	15	10	8	27	25	18	14
數量統計	195	306	87	0	97	870	930	791	666	3942			
S-H 歧異度(H')	1.55	1.70	0.65	--	1.93	1.65	1.67	1.44	0.75	1.97			

3.5 監測系統建立分析

「監測 (monitoring)」通常是為了瞭解區域內生物群集的動態變化，並作為日後經營管理方針的參考依據。因此「監測」相較於一般「調查」來說，通常需要較長的時間尺度，所涉及的物種種類有時也相對廣泛，因此通常需事前訂定監測方法及設定努力量(例如調查頻度與調查站次等資料)，對人力及物力資源做最有效的分配與利用。

本節將透過 iNEXT 這一套分析生物多樣性指數的統計軟體，透過計算多樣性指數 (Hill number, Chao *et al.* 2014) 來進行相關的評估。此方法透過內插法 (interpolation) 與外插法 (extrapolation) 的方式，繪製調查物種數量或是調查頻度，與物種數的關係曲線圖，並用重複抽樣估計法 (bootstrap method) 計算變異值。透過曲線變化再判斷如何調整調查頻度或調查樣點數量而可在最節約情況下符合預期目標。

(1) 不同類群的比較

監測系統的分析僅以固定測站的資料為主，因此僅包含砂卡礑溪 4 個測站共 13 次的調查結果作為計算基礎。iNEXT 分析不同類群物種多樣性結果如表 3-7 與圖 3-5。4 站共調查到 27 種為目前計算的基準值 (觀測值, observed)。分析結果顯示如果全部物種僅進行 1 次調查(每次 4 個測站，且使用 3 種方法)的話，模式推估可記錄到的物種數 (qD) 有 16 種，物種涵蓋率 (SC) 有 78%，但如果提高到以相同努力量進行 2 次調查，則可記錄到的物種數 (qD) 有 19 種，物種涵蓋率 (SC) 提高到 88.5%；模式估計如果以此努力量繼續進行調查，到第 20 次時應可記錄到物種數 (qD) 超過 28 種，物種涵蓋率 (SC) 為 98.6%。再將魚類和蝦蟹類分開各別計算，只進行 1 次調查時，模式推估魚類可記錄物種數 (qD) 為 9 種，蝦蟹類為 6 種。以物種涵蓋率 95% 作為基準來看的話 (SC>95%)，魚類調查僅需 4 次即可達到 95.3%，而蝦蟹類需要 6 次調查才能達到 95.2% 的物種涵蓋率。

(2) 不同調查方法的比較

另外也以 iNEXT 分析不同調查方法的物種多樣性變化趨勢，不同調查方法對全部物種的比較結果顯示(表 3-8 與圖 3-6)，浮潛法可發現的物種數較少(最大 qD=13 種)，但物種偵測度高，卻僅需一次即可紀錄到 80.6% 的物種(qD=8 種)，兩次就可以涵蓋 91% 的物種(qD 接近 10 種)。電氣法可發現的物種數最多(最大

qD 接近 27 種)，但 1 次僅有 70.6% 的物種涵蓋率(qD=10 種)。蝦籠法則介於兩者之間，可發現物種數約 16 種(最大 qD 接近 16 種)，而 1 次調查物種涵蓋率接近 70%。比較三種方法，以可調查物種數相較，電魚法最好，其次是蝦籠法，再其次是浮潛法。但以調查效率來說，最好的是浮潛法，其次是電氣法與蝦籠法。如果將浮潛法與蝦籠法合併計算，則可發現的物種數提高(qD 接近 22 種)，一次可紀錄到 78% 的物種(qD=13 種)，兩次就可以涵蓋 90% 的物種(qD 接近 17 種)。

將魚類和蝦蟹類資料分開計算，不同調查方法對魚類的物種多樣性結果顯示(表 3-9 與圖 3-7)，電氣法能調查到的魚類種類最多(最大 qD=12.6 種)，其次為浮潛法(浮潛觀察)，但估計所得種類數十分接近(qD=12.3)，蝦籠法最少，僅 5 種(qD=5.2)。由於蝦蟹類以浮潛法不易觀測，僅以電氣法與蝦籠法進行蝦蟹類的物種多樣性分析(表 3-10 與圖 3-8)，結果可得到電氣法調查的蝦蟹類種類高於蝦籠法(qD=13.1 > qD=10.6)。

(3) 不同調查測站的比較

不同測站的比較結果顯示(表 3-11 與圖 3-9)，各測站的資料雖然都已納入三種調查方法，但其各測站的物種多樣性累積曲線仍有不同，以物種涵蓋率 95% 作為基準來看的話(SC>95%)，匯流點測站大概要 5 次重複調查(SC=95.5%)，五間屋需要 6 次重複調查(SC=95.8%)。2.8K 測站需要 5 次(SC=95.3%)，三間屋測站則要 6 次(SC=95.6%)。以各測站的物種多樣性累積狀況來看，匯流點和 2.8K 測站需要較少的調查次數即可涵蓋該測站 95% 的物種數，而三間屋的調查難度則是相對較高，需要較多次數的調查，但差異都不算大。

(4) 豐水期與枯水期的比較

針對豐水期(5-11 月)與枯水期(12-4 月)對不同類群的物種多樣性進行分析，豐水期對魚類與蝦蟹類的物種多樣性結果(表 3-12 與圖 3-10)，魚類可調查到 14 種(qD=14.1)，蝦蟹類 12 種(qD=12.2)。根據枯水期的結果顯示(表 3-13 與圖 3-11)，魚類可調查到 16 種(qD=16.5)，蝦蟹類 11 種(qD=11.8)。由分析結果來看，魚類在枯水期的調查效率較好(調查次數較少，即可發現到比較多物種)，但是蝦蟹類則在豐水期的調查效率略好於枯水時期。

表 3-7：iNEXT 分析砂卡礑溪不同類群物種多樣性結果比較表

調查方法	調查次數	統計方法	order	推估物種數			物種涵蓋率		
				qD	qD.LCL (下界)	qD.UCL (上界)	SC	SC.LCL (下界)	SC.UCL (上界)
全部類群	1	interpolated	0	16.077	15.045	17.109	0.783	0.749	0.817
	2	interpolated	0	19.564	18.252	20.876	0.885	0.857	0.912
	3	interpolated	0	21.42	19.878	22.961	0.925	0.901	0.949
	4	interpolated	0	22.628	20.865	24.391	0.946	0.925	0.967
	5	interpolated	0	23.502	21.517	25.487	0.958	0.938	0.977
	6	interpolated	0	24.184	21.975	26.393	0.965	0.947	0.983
	7	interpolated	0	24.746	22.311	27.181	0.97	0.952	0.988
	8	interpolated	0	25.228	22.565	27.89	0.974	0.956	0.991
	9	interpolated	0	25.65	22.759	28.541	0.977	0.959	0.994
	10	interpolated	0	26.028	22.907	29.148	0.979	0.962	0.996
	11	interpolated	0	26.372	23.022	29.722	0.98	0.963	0.997
	12	interpolated	0	26.692	23.112	30.272	0.981	0.964	0.998
	13*	observed	0	27	23.189	30.811	0.982	0.965	0.999
	14	extrapolated	0	27.295	23.251	31.34	0.982	0.965	0.999
	15	extrapolated	0	27.579	23.299	31.859	0.983	0.966	1
	16	extrapolated	0	27.851	23.334	32.368	0.984	0.967	1
	17	extrapolated	0	28.113	23.358	32.867	0.984	0.968	1
	18	extrapolated	0	28.363	23.371	33.355	0.985	0.968	1
	19	extrapolated	0	28.604	23.376	33.833	0.986	0.969	1
	20	extrapolated	0	28.835	23.371	34.299	0.986	0.97	1
魚類	1	interpolated	0	9.462	8.763	10.16	0.787	0.742	0.832
	2	interpolated	0	11.474	10.627	12.322	0.885	0.856	0.913
	3	interpolated	0	12.566	11.624	13.509	0.926	0.905	0.947
	4	interpolated	0	13.266	12.279	14.253	0.95	0.932	0.967
	5	interpolated	0	13.74	12.739	14.74	0.964	0.948	0.981
	6	interpolated	0	14.076	13.078	15.075	0.974	0.958	0.99
	7	interpolated	0	14.324	13.333	15.315	0.98	0.965	0.996
	8	interpolated	0	14.51	13.524	15.495	0.985	0.97	1
	9	interpolated	0	14.65	13.664	15.636	0.989	0.973	1
	10	interpolated	0	14.759	13.764	15.754	0.991	0.976	1
	11	interpolated	0	14.846	13.832	15.861	0.992	0.977	1
	12	interpolated	0	14.923	13.876	15.97	0.992	0.977	1
	13*	observed	0	15	13.908	16.092	1	0.986	1
	14	extrapolated	0	15	13.857	16.143	1	0.987	1
	15	extrapolated	0	15	13.8	16.2	1	0.988	1
	16	extrapolated	0	15	13.74	16.26	1	0.989	1

	17	extrapolated	0	15	13.678	16.322	1	0.99	1
	18	extrapolated	0	15	13.617	16.383	1	0.99	1
	19	extrapolated	0	15	13.557	16.443	1	0.991	1
	20	extrapolated	0	15	13.499	16.501	1	0.992	1
蝦蟹類	1	interpolated	0	6.615	6.039	7.192	0.777	0.712	0.842
	2	interpolated	0	8.09	7.367	8.812	0.885	0.834	0.936
	3	interpolated	0	8.853	7.92	9.787	0.923	0.881	0.965
	4	interpolated	0	9.362	8.209	10.515	0.94	0.903	0.976
	5	interpolated	0	9.762	8.397	11.128	0.948	0.914	0.982
	6	interpolated	0	10.107	8.538	11.676	0.952	0.92	0.985
	7	interpolated	0	10.422	8.66	12.184	0.955	0.924	0.986
	8	interpolated	0	10.718	8.772	12.664	0.957	0.927	0.988
	9	interpolated	0	11	8.877	13.123	0.959	0.929	0.99
	10	interpolated	0	11.269	8.976	13.562	0.961	0.93	0.992
	11	interpolated	0	11.526	9.067	13.984	0.963	0.932	0.994
	12	interpolated	0	11.769	9.149	14.389	0.965	0.934	0.996
	13*	observed	0	12	9.221	14.779	0.967	0.935	0.999
	14	extrapolated	0	12.219	9.271	15.167	0.969	0.938	1
	15	extrapolated	0	12.426	9.31	15.541	0.97	0.94	1
	16	extrapolated	0	12.622	9.341	15.903	0.972	0.943	1
	17	extrapolated	0	12.808	9.363	16.252	0.973	0.945	1
	18	extrapolated	0	12.984	9.379	16.588	0.975	0.947	1
	19	extrapolated	0	13.151	9.389	16.912	0.976	0.949	1
	20	extrapolated	0	13.309	9.394	17.224	0.977	0.951	1

*當年度樣站數，SC：物種涵蓋率(推估物種數／預估總物種數)

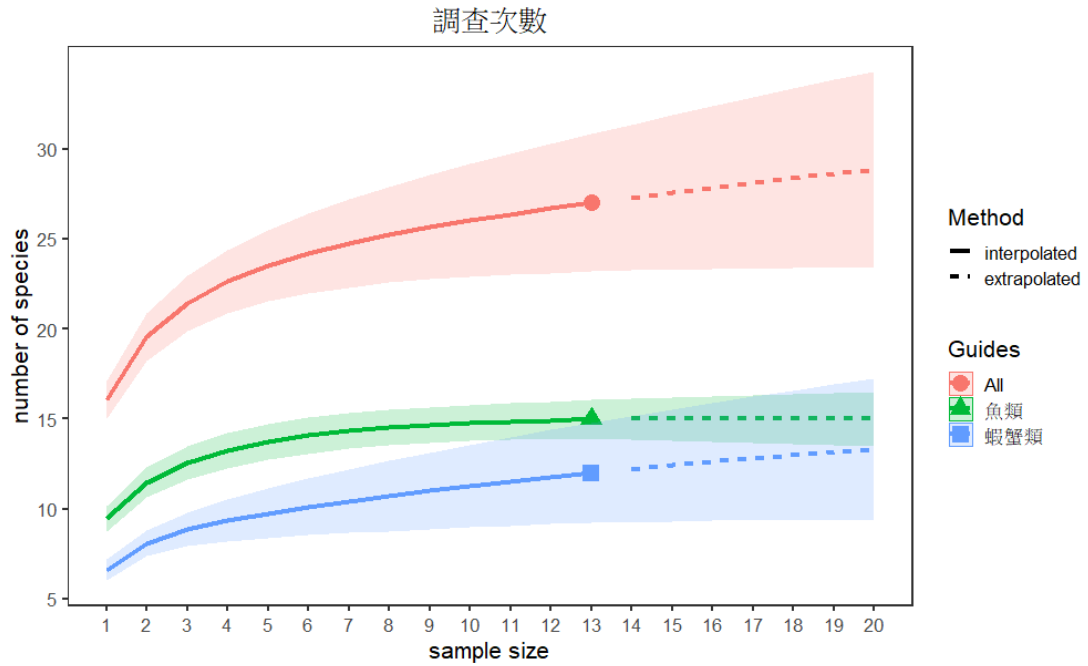


圖 3-5：iNEXT 分析砂卡礑溪不同類群物種多樣性曲線圖

表 3-8：iNEXT 分析砂卡礑溪不同調查方法物種多樣性結果比較表

調查方法	調查次數	統計方法	order	推估物種數			物種涵蓋率		
				qD	qD.LCL (下界)	qD.UCL (上界)	SC	SC.LCL (下界)	SC.UCL (上界)
浮潛觀察法	1	interpolated	0	8.308	7.518	9.097	0.806	0.758	0.853
	2	interpolated	0	9.923	9.109	10.738	0.911	0.872	0.95
	3	interpolated	0	10.661	9.771	11.55	0.948	0.917	0.98
	4	interpolated	0	11.09	10.074	12.105	0.963	0.938	0.988
	5	interpolated	0	11.396	10.241	12.551	0.969	0.949	0.99
	6	interpolated	0	11.652	10.366	12.938	0.972	0.954	0.99
	7	interpolated	0	11.885	10.481	13.288	0.974	0.958	0.99
	8	interpolated	0	12.103	10.595	13.61	0.975	0.96	0.991
	9	interpolated	0	12.308	10.708	13.908	0.977	0.962	0.992
	10	interpolated	0	12.5	10.817	14.183	0.978	0.963	0.994
	11	interpolated	0	12.679	10.92	14.439	0.98	0.964	0.996
	12	interpolated	0	12.846	11.015	14.677	0.981	0.965	0.998
	13*	observed	0	13	11.101	14.899	0.983	0.965	1
	14	extrapolated	0	13.142	11.147	15.137	0.984	0.968	1
	15	extrapolated	0	13.273	11.185	15.361	0.985	0.97	1
	16	extrapolated	0	13.394	11.216	15.572	0.987	0.972	1
	17	extrapolated	0	13.506	11.243	15.769	0.988	0.975	1
	18	extrapolated	0	13.609	11.266	15.952	0.989	0.976	1

	19	extrapolated	0	13.704	11.285	16.124	0.989	0.978	1
	20	extrapolated	0	13.792	11.301	16.283	0.99	0.98	1
電氣法	1	interpolated	0	10.833	10.009	11.658	0.706	0.66	0.753
	2	interpolated	0	14.015	12.774	15.256	0.818	0.781	0.855
	3	interpolated	0	15.986	14.426	17.546	0.868	0.835	0.901
	4	interpolated	0	17.416	15.596	19.237	0.897	0.867	0.927
	5	interpolated	0	18.528	16.474	20.581	0.917	0.888	0.945
	6	interpolated	0	19.431	17.161	21.701	0.93	0.902	0.958
	7	interpolated	0	20.191	17.715	22.666	0.939	0.912	0.966
	8	interpolated	0	20.851	18.178	23.523	0.946	0.918	0.973
	9	interpolated	0	21.441	18.577	24.305	0.95	0.923	0.977
	10	interpolated	0	21.985	18.932	25.037	0.952	0.925	0.98
	11	interpolated	0	22.5	19.261	25.739	0.954	0.926	0.982
	12*	observed	0	23	19.572	26.428	0.955	0.927	0.983
		13	extrapolated	0	23.485	19.864	27.106	0.957	0.928
	14	extrapolated	0	23.956	20.138	27.774	0.958	0.929	0.987
	15	extrapolated	0	24.413	20.392	28.435	0.959	0.929	0.989
	16	extrapolated	0	24.857	20.627	29.087	0.96	0.93	0.99
	17	extrapolated	0	25.288	20.843	29.733	0.961	0.931	0.991
	18	extrapolated	0	25.706	21.041	30.371	0.963	0.932	0.993
	19	extrapolated	0	26.112	21.221	31.002	0.964	0.934	0.994
	20	extrapolated	0	26.505	21.385	31.626	0.965	0.935	0.995
蝦籠法	1	interpolated	0	7.462	6.74	8.183	0.698	0.65	0.745
	2	interpolated	0	9.718	8.797	10.639	0.823	0.779	0.867
	3	interpolated	0	11.038	9.945	12.132	0.884	0.843	0.924
	4	interpolated	0	11.905	10.642	13.168	0.917	0.881	0.954
	5	interpolated	0	12.522	11.088	13.956	0.937	0.904	0.97
	6	interpolated	0	12.993	11.389	14.597	0.949	0.919	0.979
	7	interpolated	0	13.375	11.606	15.144	0.956	0.928	0.984
	8	interpolated	0	13.703	11.776	15.63	0.961	0.934	0.987
	9	interpolated	0	13.997	11.919	16.075	0.964	0.938	0.99
	10	interpolated	0	14.269	12.046	16.492	0.966	0.94	0.991
	11	interpolated	0	14.526	12.163	16.888	0.967	0.941	0.993
	12	interpolated	0	14.769	12.27	17.268	0.969	0.943	0.996
	13*	observed	0	15	12.366	17.634	0.971	0.944	0.998
		14	extrapolated	0	15.219	12.439	17.999	0.972	0.946

	15	extrapolated	0	15.426	12.5	18.351	0.974	0.948	1
	16	extrapolated	0	15.622	12.551	18.692	0.975	0.95	1
	17	extrapolated	0	15.808	12.594	19.022	0.976	0.952	1
	18	extrapolated	0	15.984	12.629	19.339	0.978	0.954	1
	19	extrapolated	0	16.151	12.657	19.645	0.979	0.956	1
	20	extrapolated	0	16.309	12.679	19.939	0.98	0.958	1
	1	interpolated	0	13.692	12.692	14.693	0.78	0.744	0.816
	2	interpolated	0	16.705	15.609	17.802	0.9	0.872	0.928
	3	interpolated	0	18.073	16.953	19.194	0.946	0.924	0.969
	4	interpolated	0	18.807	17.655	19.959	0.967	0.949	0.984
	5	interpolated	0	19.265	18.055	20.475	0.976	0.961	0.99
	6	interpolated	0	19.595	18.309	20.88	0.98	0.968	0.993
	7	interpolated	0	19.862	18.493	21.232	0.983	0.972	0.994
	8	interpolated	0	20.096	18.641	21.551	0.985	0.974	0.995
	9	interpolated	0	20.306	18.766	21.846	0.986	0.976	0.996
	10	interpolated	0	20.5	18.876	22.124	0.987	0.976	0.997
	11	interpolated	0	20.679	18.972	22.387	0.988	0.977	0.999
	12	interpolated	0	20.846	19.054	22.639	0.989	0.977	1
	13*	observed	0	21	19.119	22.881	0.99	0.977	1
	14	extrapolated	0	21.142	19.158	23.126	0.99	0.979	1
	15	extrapolated	0	21.273	19.182	23.364	0.991	0.98	1
	16	extrapolated	0	21.394	19.194	23.594	0.992	0.981	1
	17	extrapolated	0	21.506	19.198	23.814	0.992	0.982	1
	18	extrapolated	0	21.609	19.194	24.024	0.993	0.983	1
	19	extrapolated	0	21.704	19.183	24.225	0.994	0.984	1
	20	extrapolated	0	21.792	19.169	24.415	0.994	0.985	1

蝦籠法
+
浮潛觀察

*當年度樣站數，SC：物種涵蓋率(推估物種數／預估總物種數)

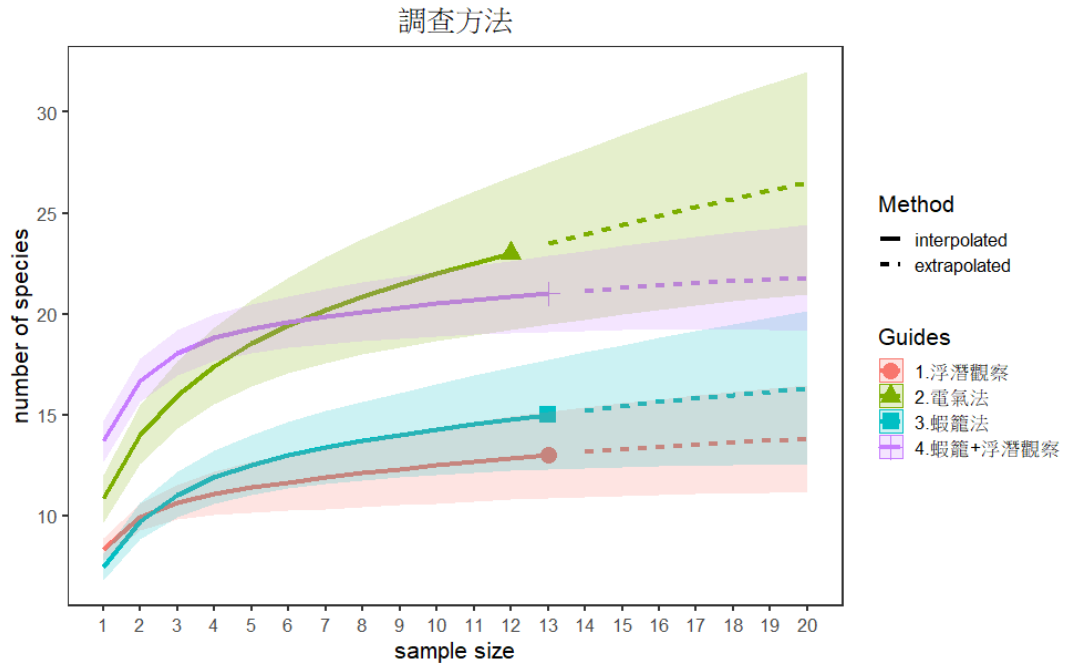


圖 3-6：iNEXT 分析砂卡礑溪不同調查方法物種多樣性曲線圖

表 3-9：iNEXT 分析砂卡礑溪不同調查方法對魚類物種多樣性結果比較表

調查方法	調查次數	統計方法		推估物種數			物種涵蓋率		
				qD	qD.LCL (下界)	qD.UCL (上界)	SC	SC.LCL (下界)	SC.UCL (上界)
浮潛觀察法	t	method	order	qD	qD.LCL (下界)	qD.UCL (上界)	SC	SC.LCL (下界)	SC.UCL (上界)
	1	interpolated	0	8.231	7.594	8.867	0.813	0.77	0.856
	2	interpolated	0	9.769	9.1	10.439	0.92	0.882	0.958
	3	interpolated	0	10.43	9.698	11.163	0.957	0.926	0.988
	4	interpolated	0	10.782	9.93	11.633	0.972	0.948	0.997
	5	interpolated	0	11.012	10.026	11.997	0.978	0.958	0.998
	6	interpolated	0	11.191	10.077	12.304	0.981	0.964	0.998
	7	interpolated	0	11.346	10.116	12.576	0.983	0.968	0.998
	8	interpolated	0	11.487	10.153	12.822	0.984	0.97	0.999
	9	interpolated	0	11.615	10.186	13.044	0.986	0.972	1
	10	interpolated	0	11.731	10.216	13.245	0.988	0.974	1
	11	interpolated	0	11.833	10.241	13.425	0.989	0.976	1
	12	interpolated	0	11.923	10.26	13.586	0.991	0.977	1
	13*	observed	0	12	10.272	13.728	0.992	0.979	1
	14	extrapolated	0	12.066	10.271	13.861	0.993	0.982	1
	15	extrapolated	0	12.122	10.267	13.978	0.994	0.984	1
	16	extrapolated	0	12.171	10.263	14.079	0.995	0.986	1
	17	extrapolated	0	12.212	10.257	14.168	0.996	0.988	1
	18	extrapolated	0	12.248	10.251	14.245	0.996	0.99	1
	19	extrapolated	0	12.279	10.244	14.313	0.997	0.991	1
20	extrapolated	0	12.305	10.238	14.371	0.997	0.992	1	
電氣法	1	interpolated	0	6.333	5.603	7.064	0.72	0.668	0.772
	2	interpolated	0	8.106	7.226	8.986	0.829	0.781	0.878
	3	interpolated	0	9.186	8.186	10.187	0.887	0.845	0.928
	4	interpolated	0	9.905	8.796	11.014	0.92	0.884	0.956
	5	interpolated	0	10.409	9.207	11.611	0.942	0.91	0.973
	6	interpolated	0	10.779	9.495	12.063	0.955	0.927	0.983
	7	interpolated	0	11.064	9.706	12.423	0.964	0.938	0.989
	8	interpolated	0	11.295	9.866	12.724	0.969	0.946	0.993
	9	interpolated	0	11.491	9.995	12.987	0.972	0.95	0.995
	10	interpolated	0	11.667	10.105	13.228	0.974	0.952	0.996
	11	interpolated	0	11.833	10.209	13.458	0.974	0.951	0.997
	12*	observed	0	12	10.313	13.687	0.978	0.955	1
	13	extrapolated	0	12.141	10.379	13.904	0.981	0.961	1
	14	extrapolated	0	12.26	10.425	14.096	0.984	0.965	1

	15	extrapolated	0	12.361	10.456	14.266	0.987	0.969	1
	16	extrapolated	0	12.447	10.475	14.419	0.989	0.972	1
	17	extrapolated	0	12.519	10.483	14.555	0.99	0.975	1
	18	extrapolated	0	12.58	10.484	14.676	0.992	0.978	1
	19	extrapolated	0	12.632	10.478	14.786	0.993	0.98	1
	20	extrapolated	0	12.676	10.468	14.884	0.994	0.982	1
	1	interpolated	0	1.923	1.482	2.364	0.633	0.553	0.713
	2	interpolated	0	2.628	1.986	3.271	0.721	0.62	0.822
	3	interpolated	0	3.164	2.395	3.934	0.788	0.681	0.895
	4	interpolated	0	3.572	2.696	4.448	0.838	0.734	0.942
	5	interpolated	0	3.884	2.909	4.859	0.874	0.776	0.971
	6	interpolated	0	4.127	3.059	5.195	0.899	0.81	0.989
	7	interpolated	0	4.321	3.166	5.475	0.917	0.835	1
	8	interpolated	0	4.479	3.245	5.713	0.93	0.853	1
	9	interpolated	0	4.614	3.306	5.922	0.939	0.867	1
	10	interpolated	0	4.731	3.354	6.107	0.947	0.877	1
	11	interpolated	0	4.833	3.392	6.275	0.953	0.884	1
	12	interpolated	0	4.923	3.419	6.427	0.96	0.891	1
	13*	observed	0	5	3.434	6.566	0.966	0.892	1
	14	extrapolated	0	5.066	3.421	6.711	0.971	0.904	1
	15	extrapolated	0	5.122	3.403	6.842	0.975	0.915	1
	16	extrapolated	0	5.171	3.381	6.961	0.978	0.924	1
	17	extrapolated	0	5.212	3.356	7.069	0.981	0.932	1
	18	extrapolated	0	5.248	3.33	7.166	0.984	0.939	1
	19	extrapolated	0	5.279	3.304	7.253	0.986	0.946	1
	20	extrapolated	0	5.305	3.278	7.331	0.988	0.951	1

蝦籠法

*當年度樣站數，SC：物種涵蓋率(推估物種數／預估總物種數)

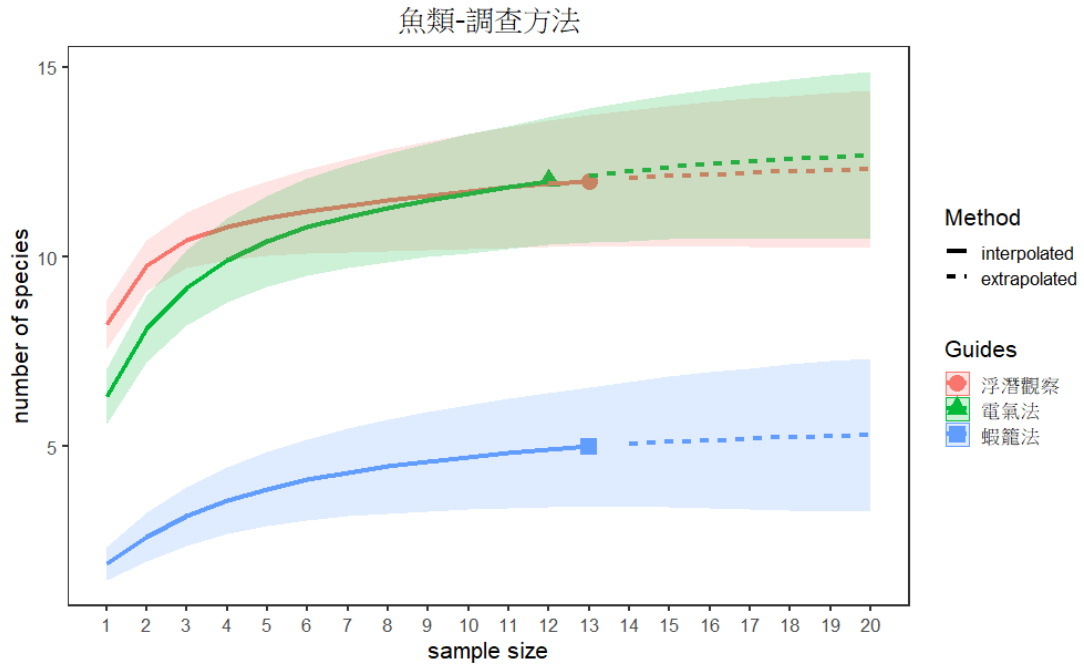


圖 3-7：iNEXT 分析砂卡礑溪不同調查方法對魚類物種多樣性曲線圖

表 3-10：iNEXT 分析砂卡礑溪不同調查方法對蝦蟹類物種多樣性結果比較表

調查方法	調查次數	統計方法		推估物種數			物種涵蓋率		
		method	order	qD	qD.LCL (下界)	qD.UCL (上界)	SC	SC.LCL (下界)	SC.UCL (上界)
電氣法	1	interpolated	0	4.5	3.916	5.084	0.687	0.584	0.79
	2	interpolated	0	5.909	5.025	6.793	0.802	0.722	0.882
	3	interpolated	0	6.8	5.581	8.019	0.842	0.771	0.913
	4	interpolated	0	7.511	5.995	9.027	0.865	0.797	0.933
	5	interpolated	0	8.119	6.328	9.91	0.882	0.814	0.949
	6	interpolated	0	8.652	6.596	10.707	0.895	0.827	0.962
	7	interpolated	0	9.126	6.812	11.441	0.905	0.838	0.971
	8	interpolated	0	9.556	6.987	12.124	0.912	0.846	0.978
	9	interpolated	0	9.95	7.133	12.767	0.918	0.853	0.984
	10	interpolated	0	10.318	7.259	13.377	0.923	0.858	0.987
	11	interpolated	0	10.667	7.371	13.962	0.926	0.861	0.991
	12*	observed	0	11	7.475	14.525	0.929	0.863	0.995
	13	extrapolated	0	11.319	7.551	15.087	0.932	0.867	0.997
	14	extrapolated	0	11.624	7.614	15.634	0.935	0.871	0.999
	15	extrapolated	0	11.916	7.665	16.166	0.938	0.875	1
	16	extrapolated	0	12.195	7.705	16.685	0.941	0.879	1
	17	extrapolated	0	12.461	7.735	17.188	0.943	0.883	1
	18	extrapolated	0	12.717	7.757	17.677	0.946	0.887	1
	19	extrapolated	0	12.961	7.771	18.151	0.948	0.89	1
	20	extrapolated	0	13.195	7.778	18.611	0.95	0.894	1
蝦籠法	1	interpolated	0	5.538	4.883	6.194	0.72	0.653	0.787
	2	interpolated	0	7.09	6.428	7.751	0.858	0.809	0.908
	3	interpolated	0	7.874	7.228	8.52	0.917	0.877	0.957
	4	interpolated	0	8.333	7.687	8.979	0.945	0.911	0.979
	5	interpolated	0	8.638	7.964	9.312	0.959	0.928	0.989
	6	interpolated	0	8.866	8.142	9.59	0.966	0.938	0.993
	7	interpolated	0	9.055	8.267	9.843	0.969	0.944	0.995
	8	interpolated	0	9.224	8.364	10.084	0.971	0.947	0.995
	9	interpolated	0	9.383	8.447	10.319	0.972	0.949	0.995
	10	interpolated	0	9.538	8.525	10.552	0.972	0.95	0.994
	11	interpolated	0	9.692	8.6	10.785	0.972	0.95	0.994
	12	interpolated	0	9.846	8.674	11.018	0.972	0.951	0.994
	13*	observed	0	10	8.748	11.252	0.976	0.957	0.996

14	extrapolated	0	10.132	8.807	11.457	0.98	0.963	0.997
15	extrapolated	0	10.245	8.853	11.637	0.983	0.967	0.998
16	extrapolated	0	10.342	8.889	11.794	0.985	0.972	0.998
17	extrapolated	0	10.425	8.918	11.932	0.987	0.975	0.999
18	extrapolated	0	10.496	8.94	12.052	0.989	0.978	1
19	extrapolated	0	10.557	8.957	12.157	0.991	0.981	1
20	extrapolated	0	10.609	8.97	12.249	0.992	0.983	1

*當年度樣站數，SC：物種涵蓋率(推估物種數／預估總物種數)

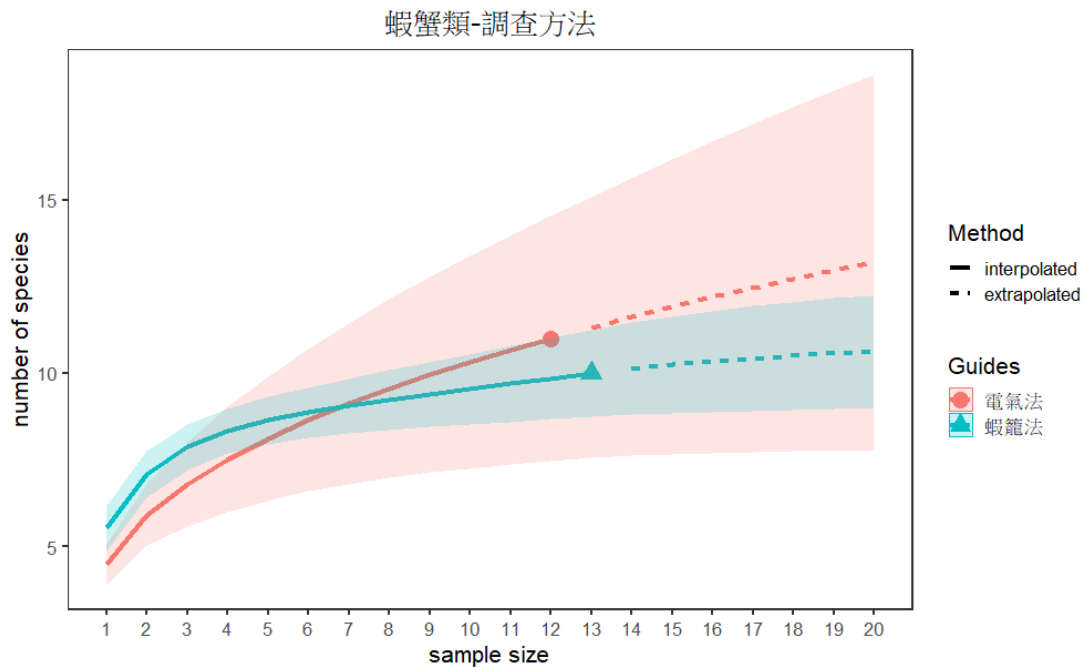


圖 3-8：iNEXT 分析砂卡礑溪不同調查方法對蝦蟹類物種多樣性曲線圖

表 3-11：iNEXT 分析砂卡礑溪不同調查測站物種多樣性結果比較表

調查地點	調查次數	統計方法	推估物種數			物種涵蓋率			
t	method	order	qD	qD.LCL (下界)	qD.UCL (上界)	SC	SC.LCL (下界)	SC.UCL (上界)	
匯流點	1	interpolated	0	12.385	11.529	13.24	0.715	0.665	0.765
	2	interpolated	0	15.91	14.937	16.883	0.85	0.812	0.889
	3	interpolated	0	17.762	16.655	18.87	0.907	0.875	0.939
	4	interpolated	0	18.915	17.635	20.194	0.937	0.912	0.963
	5	interpolated	0	19.689	18.231	21.148	0.955	0.933	0.977
	6	interpolated	0	20.244	18.616	21.873	0.966	0.946	0.986
	7	interpolated	0	20.664	18.878	22.45	0.973	0.955	0.992
	8	interpolated	0	20.996	19.064	22.928	0.978	0.961	0.996
	9	interpolated	0	21.266	19.197	23.334	0.982	0.965	0.999
	10	interpolated	0	21.49	19.293	23.686	0.985	0.968	1
	11	interpolated	0	21.679	19.362	23.997	0.987	0.971	1
	12	interpolated	0	21.846	19.412	24.28	0.988	0.972	1
	13*	observed	0	22	19.453	24.547	0.989	0.973	1
	14	extrapolated	0	22.142	19.481	24.803	0.989	0.974	1
	15	extrapolated	0	22.273	19.5	25.047	0.99	0.976	1
	16	extrapolated	0	22.394	19.51	25.278	0.991	0.977	1
	17	extrapolated	0	22.506	19.514	25.498	0.992	0.978	1
	18	extrapolated	0	22.609	19.511	25.707	0.992	0.98	1
	19	extrapolated	0	22.704	19.503	25.905	0.993	0.981	1
	20	extrapolated	0	22.792	19.491	26.093	0.993	0.982	1
五間屋	1	interpolated	0	9.308	8.521	10.094	0.787	0.738	0.835
	2	interpolated	0	11.295	10.358	12.232	0.883	0.848	0.917
	3	interpolated	0	12.388	11.305	13.471	0.918	0.89	0.946
	4	interpolated	0	13.151	11.938	14.364	0.937	0.913	0.961
	5	interpolated	0	13.737	12.411	15.062	0.949	0.928	0.971
	6	interpolated	0	14.209	12.786	15.631	0.958	0.938	0.977
	7	interpolated	0	14.601	13.093	16.109	0.964	0.946	0.983
	8	interpolated	0	14.932	13.348	16.517	0.97	0.952	0.988
	9	interpolated	0	15.215	13.559	16.872	0.974	0.956	0.992
	10	interpolated	0	15.458	13.73	17.186	0.978	0.959	0.996
	11	interpolated	0	15.667	13.866	17.467	0.981	0.962	1
	12	interpolated	0	15.846	13.968	17.725	0.983	0.964	1
	13*	observed	0	16	14.036	17.964	0.986	0.966	1
	14	extrapolated	0	16.132	14.064	18.2	0.988	0.968	1
	15	extrapolated	0	16.245	14.068	18.422	0.99	0.971	1

	16	extrapolated	0	16.342	14.053	18.631	0.991	0.973	1
	17	extrapolated	0	16.425	14.023	18.827	0.992	0.975	1
	18	extrapolated	0	16.496	13.98	19.012	0.993	0.977	1
	19	extrapolated	0	16.557	13.929	19.185	0.994	0.978	1
	20	extrapolated	0	16.609	13.87	19.349	0.995	0.98	1
	1	interpolated	0	6.615	6.093	7.138	0.841	0.785	0.897
	2	interpolated	0	7.667	6.967	8.366	0.919	0.881	0.957
	3	interpolated	0	8.203	7.318	9.087	0.939	0.906	0.971
	4	interpolated	0	8.608	7.563	9.654	0.948	0.918	0.978
	5	interpolated	0	8.953	7.76	10.147	0.953	0.926	0.981
	6	interpolated	0	9.262	7.931	10.592	0.957	0.931	0.983
	7	interpolated	0	9.545	8.087	11.004	0.96	0.935	0.985
	8	interpolated	0	9.811	8.232	11.39	0.962	0.937	0.987
	9	interpolated	0	10.063	8.369	11.757	0.964	0.939	0.988
2.8K	10	interpolated	0	10.304	8.499	12.109	0.965	0.94	0.989
	11	interpolated	0	10.538	8.626	12.451	0.965	0.94	0.99
	12	interpolated	0	10.769	8.75	12.789	0.965	0.939	0.991
	13*	observed	0	11	8.874	13.126	0.968	0.943	0.993
	14	extrapolated	0	11.213	8.976	13.45	0.97	0.947	0.994
	15	extrapolated	0	11.41	9.064	13.755	0.973	0.951	0.995
	16	extrapolated	0	11.591	9.14	14.042	0.975	0.954	0.995
	17	extrapolated	0	11.759	9.207	14.31	0.977	0.957	0.996
	18	extrapolated	0	11.913	9.265	14.561	0.978	0.96	0.997
	19	extrapolated	0	12.056	9.316	14.796	0.98	0.963	0.997
	20	extrapolated	0	12.188	9.36	15.016	0.982	0.965	0.998
	1	interpolated	0	5.462	4.815	6.108	0.725	0.666	0.785
	2	interpolated	0	6.962	6.163	7.76	0.85	0.799	0.901
	3	interpolated	0	7.78	6.846	8.713	0.901	0.858	0.944
	4	interpolated	0	8.32	7.254	9.387	0.928	0.89	0.965
	5	interpolated	0	8.715	7.527	9.902	0.945	0.911	0.979
	6	interpolated	0	9.017	7.721	10.313	0.956	0.926	0.987
三間屋	7	interpolated	0	9.255	7.861	10.648	0.965	0.937	0.994
	8	interpolated	0	9.445	7.966	10.925	0.972	0.945	0.998
	9	interpolated	0	9.6	8.043	11.157	0.977	0.951	1
	10	interpolated	0	9.727	8.1	11.355	0.981	0.956	1
	11	interpolated	0	9.833	8.141	11.526	0.984	0.959	1
	12	interpolated	0	9.923	8.169	11.677	0.986	0.961	1
	13*	observed	0	10	8.185	11.815	0.988	0.962	1

14	extrapolated	0	10.066	8.176	11.956	0.99	0.965	1
15	extrapolated	0	10.122	8.16	12.085	0.991	0.969	1
16	extrapolated	0	10.171	8.137	12.204	0.992	0.971	1
17	extrapolated	0	10.212	8.111	12.314	0.993	0.974	1
18	extrapolated	0	10.248	8.081	12.415	0.994	0.976	1
19	extrapolated	0	10.279	8.049	12.508	0.995	0.978	1
20	extrapolated	0	10.305	8.015	12.594	0.996	0.98	1

*當年度樣站數，SC：物種涵蓋率(推估物種數／預估總物種數)

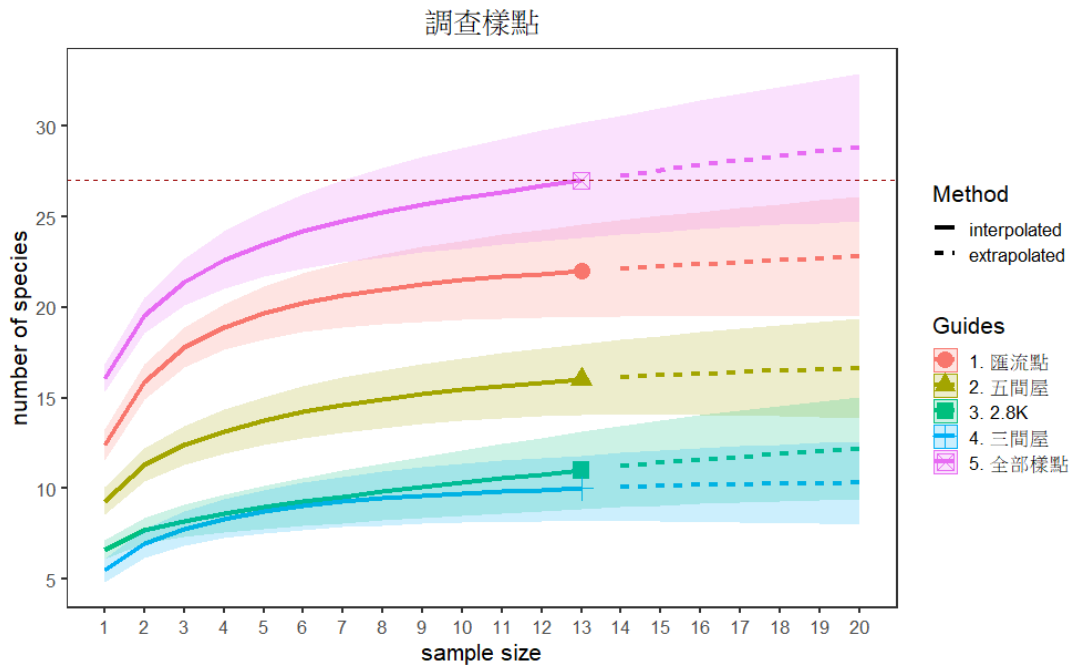


圖 3-9：iNEXT 分析砂卡礑溪不同測站物種多樣性曲線圖

表 3-12：iNEXT 分析砂卡礑溪豐水期對魚類與蝦蟹類物種多樣性結果比較表

類群	調查次數	統計方法	order	推估物種數			物種涵蓋率		
				qD	qD.LCL (下界)	qD.UCL (上界)	SC	SC.LCL (下界)	SC.UCL (上界)
魚類	t	method	order	qD	qD.LCL (下界)	qD.UCL (上界)	SC	SC.LCL (下界)	SC.UCL (上界)
	1	interpolated	0	10	9.127	10.873	0.836	0.78	0.892
	2	interpolated	0	11.643	10.635	12.651	0.918	0.88	0.956
	3	interpolated	0	12.464	11.25	13.678	0.946	0.919	0.974
	4	interpolated	0	13	11.608	14.392	0.961	0.937	0.984
	5	interpolated	0	13.393	11.862	14.924	0.971	0.949	0.994
	6	interpolated	0	13.679	12.031	15.326	0.98	0.957	1
	7	interpolated	0	13.875	12.115	15.635	0.988	0.963	1
	8*	observed	0	14	12.119	15.881	0.992	0.968	1
	9	extrapolated	0	14.08	12.051	16.108	0.995	0.972	1
	10	extrapolated	0	14.13	11.955	16.305	0.997	0.976	1
	11	extrapolated	0	14.162	11.847	16.478	0.998	0.979	1
12	extrapolated	0	14.183	11.733	16.633	0.999	0.982	1	
蝦蟹類	1	interpolated	0	6.25	5.412	7.088	0.754	0.674	0.834
	2	interpolated	0	7.786	6.693	8.878	0.86	0.787	0.933
	3	interpolated	0	8.661	7.324	9.997	0.902	0.84	0.964
	4	interpolated	0	9.271	7.681	10.862	0.921	0.866	0.975
	5	interpolated	0	9.768	7.931	11.605	0.929	0.879	0.979
	6	interpolated	0	10.214	8.142	12.287	0.934	0.885	0.983
	7	interpolated	0	10.625	8.322	12.928	0.94	0.89	0.99
	8*	observed	0	11	8.468	13.532	0.945	0.894	0.997
	9	extrapolated	0	11.342	8.548	14.137	0.95	0.901	0.999
	10	extrapolated	0	11.655	8.603	14.707	0.954	0.908	1
	11	extrapolated	0	11.94	8.638	15.243	0.958	0.915	1
	12	extrapolated	0	12.201	8.658	15.744	0.962	0.921	1

*當年度樣站數，SC：物種涵蓋率(推估物種數／預估總物種數)

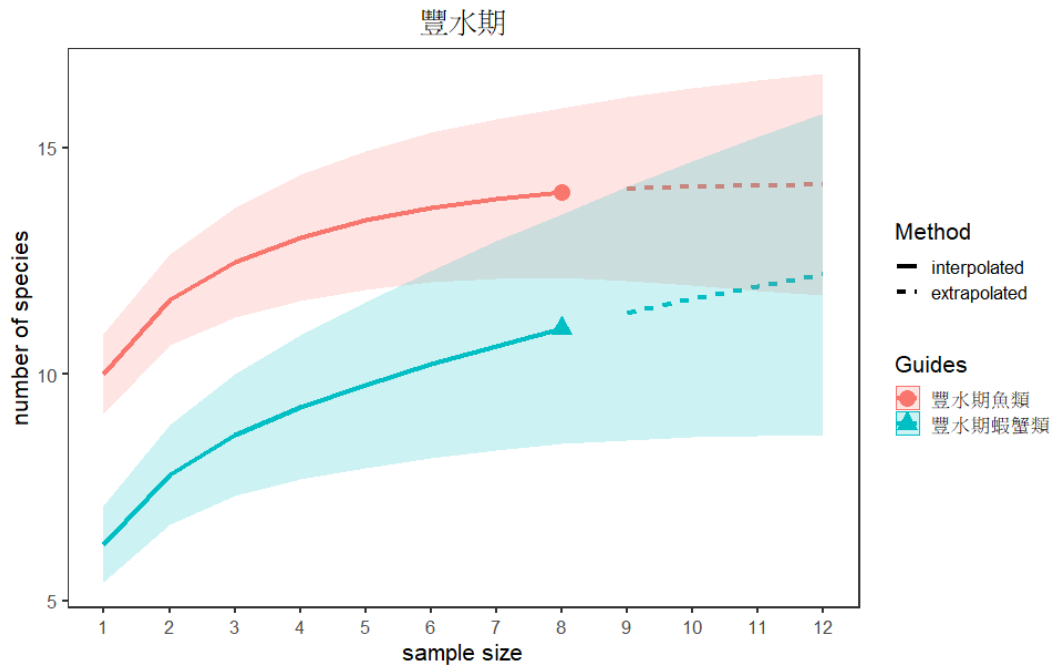


圖 3-10：iNEXT 分析砂卡礑溪豐水期對魚類與蝦蟹類物種多樣性曲線圖

表 3-13：iNEXT 分析砂卡礑溪枯水期對魚類與蝦蟹類物種多樣性結果比較表

類群	調查次數	統計方法		推估物種數			物種涵蓋率		
				t	method	order	qD	qD.LCL (下界)	qD.UCL (上界)
魚類	1	interpolated	0	8.6	7.314	9.886	0.744	0.667	0.821
	2	interpolated	0	10.8	9.095	12.505	0.837	0.774	0.9
	3	interpolated	0	12.2	10.168	14.232	0.884	0.821	0.946
	4	interpolated	0	13.2	10.888	15.512	0.907	0.837	0.977
	5*	Observed*	0	14	11.379	16.621	0.926	0.856	0.995
	6	extrapolated	0	14.64	11.649	17.631	0.94	0.875	1
	7	extrapolated	0	15.152	11.767	18.537	0.952	0.893	1
	8	extrapolated	0	15.562	11.785	19.338	0.962	0.907	1
	9	extrapolated	0	15.889	11.739	20.04	0.97	0.92	1
	10	extrapolated	0	16.151	11.65	20.653	0.976	0.931	1
	11	extrapolated	0	16.361	11.535	21.187	0.98	0.94	1
	12	extrapolated	0	16.529	11.405	21.652	0.984	0.948	1
蝦蟹類	1	interpolated	0	7.2	6.397	8.003	0.861	0.781	0.941
	2	interpolated	0	8.2	7.035	9.365	0.917	0.856	0.977
	3	interpolated	0	8.8	7.207	10.393	0.917	0.858	0.975
	4	interpolated	0	9.4	7.408	11.392	0.917	0.855	0.978
	5*	Observed*	0	10	7.636	12.364	0.933	0.877	0.989
	6	extrapolated	0	10.48	7.751	13.209	0.947	0.9	0.993
	7	extrapolated	0	10.864	7.826	13.902	0.957	0.919	0.996
	8	extrapolated	0	11.171	7.872	14.47	0.966	0.934	0.998
	9	extrapolated	0	11.417	7.899	14.934	0.973	0.946	1
	10	extrapolated	0	11.614	7.913	15.314	0.978	0.955	1
	11	extrapolated	0	11.771	7.916	15.625	0.983	0.963	1
	12	extrapolated	0	11.897	7.914	15.88	0.986	0.97	1

*當年度樣站數，SC：物種涵蓋率(推估物種數／預估總物種數)

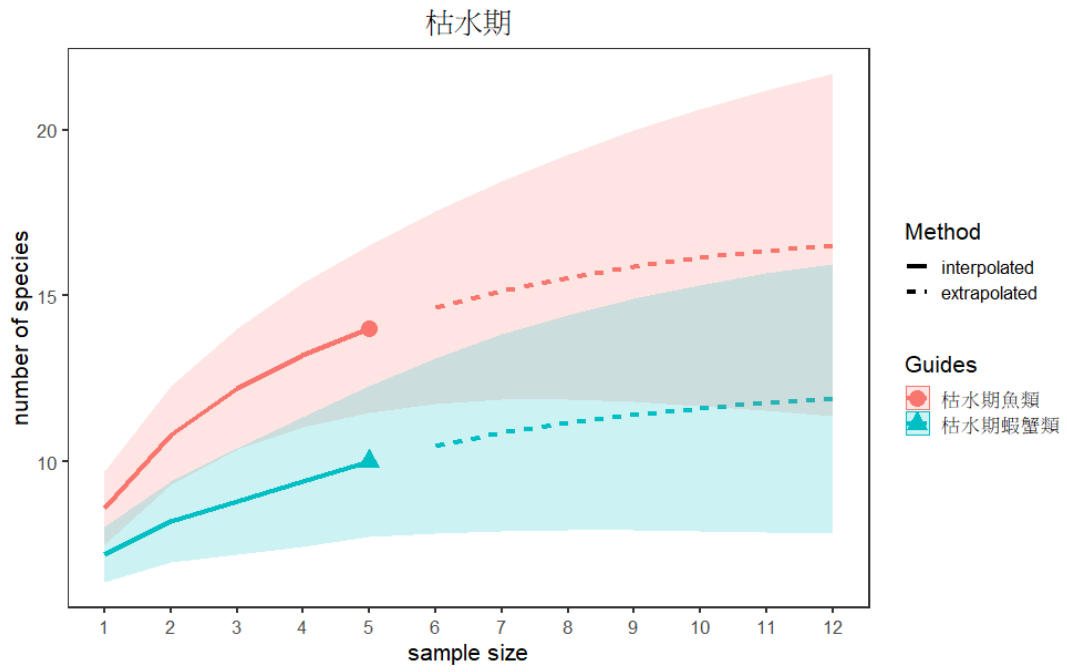


圖 3-11：iNEXT 分析砂卡礑溪枯水期對魚類與蝦蟹類物種多樣性曲線圖

3.6 太魯閣國家公園砂卡礑溪蝦蟹類自行研究資料的討論與分析

太魯閣國家管理處曾經在砂卡礑溪進行接近 7 年的蝦蟹類自行調查，時間從 2011 年 4 月至 2017 年 12 月止，資料顯示當時在砂卡礑溪共設立 4 個固定測站，每個測站則放置 3 個蝦籠(2011 年與 2012 年則為 4 個蝦籠)，調查頻度原則上為每月進行，但有時會因自然或人為因素無法完成所有測站的調查。不分測站的總調查次數共有 152 站次的資料，但如果以時間區隔的話，則共計有 77 次有效調查(不管每次調查有完成多少測站，該次調查只要有 1 個測站有資料，就視為是有效調查)。

(1) 資料集與資料屬性的說明

清查資料後發現，去除掉有疑問的資料(種類無法確定者，或是僅記錄通稱俗名非學名的種類者)，整個調查共發現總數量 2,146 尾(隻)，其中魚類 2 科 3 種，淡水蝦 2 科 7 種及淡水蟹 2 科 2 種，合計共有 6 科 12 種。

與當時協助調查人員確認後發現，當時所設置的四個測站與本研究所設置測站完全相同。以及其調查以蝦蟹類為主，魚類則僅第一年有比較完整的資料，其他時間並未計數或進行測量。因此在分析與討論上，僅先以蝦蟹類為主。檢視此接近 7 年的資料中，有部分物種的辨識上可能存在問題，特別是一般人不易辨識的蝦蟹種類，例如紀錄中的太魯閣澤蟹可能包含至少 2 個物種在內，以及名錄中的日本沼蝦可能存在有錯誤辨識的問題。但是這並無損於其長期可呈現的趨勢變化。以本區域來說，由於地理與交通因素，長期以來一直無法有夠全面性的生態資料可以呈現，水域動物更是如此，受限於調查方法的限制，其資料蒐集更顯得不易。因此本區域有這樣定點監測性質的資料，是非常難能可貴的。

(2) 歷年物種數量及比例趨勢

比較各年度間的總數量、各物種數量及比例圖(如圖 3-12)，可以看出不少趨勢與改變。包含各年度的優勢種類，及其消長的變化。以本研究也持續關注的臺灣扁絨螯蟹來說，在監測期間的族群數量並非呈現持續下降，由各年度數量變化似乎可以感受到有年度間的變動，由於蝦籠捕抓法剛好合適於蝦蟹類的發現及其對族群數量的估計(亦即透過每個年度的捕抓數量反應其族群豐度)，臺灣扁絨螯蟹的族群數量波動顯示其可能與很多魚類一樣，具有優勢齡級 (dominant year class) 的現象，亦即當各項條件良好時，會因為十分成功的繁殖與存活率，而可見到整體數量的大群落 (Forney 1971)。

澤蟹在此區的變化則呈現另外一種形式的變化，在 2011 年時，本區尚可發現到數量十分豐富的澤蟹，但在 2012 年之後就開始大幅下降，因為澤蟹屬於陸封性的生物，且與棲地利用有很大的關係，加上並無人為捕獵壓力，推測可能是

受到 2012 年蘇拉颱風影響，因本區棲地環境劇變而族群下降。大和米蝦則是另外一個值得討論的案例，本計畫整年度監測的結果，大和米蝦的數量並沒有特別多，最穩定的族群在葫蘆谷測站，此種米蝦偏好在支流環境，通常在主流環境中的分布不會太多，但紀錄上可以發現，砂卡礑溪的多齒米蝦(舊稱大和米蝦)數量頗豐，其數量甚至佔了整個監測時間所有淡水蝦種類的一半(圖 3-13)。而圖 3-12 也顯示，本區域淡水沼蝦中，除了最常見的大和沼蝦 (25%) 之外，寬掌沼蝦、貪食沼蝦、短腕沼蝦及細額沼蝦的數量也不算少。

(3) 長期趨勢資料的應用與重要性

這個自行研究因為有對所有個體做形質測量與特徵記錄，因此也可以針對物種在不同時期的族群結構或特殊事件的比較，以資料比較完整的多齒米蝦(大和米蝦)為例，將捕抓個體數結合觀察到的抱卵特徵，以及測量的頭胸甲長資料共同製圖如圖 3-14，可以由圖中判斷整個砂卡礑溪區域大和米蝦的生殖季節應該是在 3-10 月，且可能具有兩個高峰，而以 6 月為最高峰。

另外，雖然魚類因資料緣故，無法進行比較分析，但有限的資料顯示，2011 年 4 月至 10 月間的調查可以發現到的臺灣白甲魚數量是十分豐富的，當時共計採集到 148 尾，且絕大多數都是在三間屋測站捕獲到的(106 尾，佔 72%)，顯示在當時的調查每次都還可以發現到平均 10 多尾臺灣白甲魚，這和現在用浮潛法都只能發現到 1-2 尾的情況，有很大的差別。

(4) 與本計畫成果比較及自行研究的問題

此部分進以本計畫蝦籠法的調查資料作為比較基礎，雖然太魯閣國家公園的自行研究與本研究的發現物種數與調查頻度都有不同(自行研究的有效調查次數 77 次共發現 9 種，本研究調查 12 次發現 10 種)，但因為都是蝦籠法調查，籠次努力量一致，且測站位置也相同，因此我們也透過 iNEXT 比較兩個時期的物種多樣性變化趨勢如表 3-14，表中顯示自行研究調查 1 次 ($t=4$)，可以涵蓋 63.5% 的物種($qD=4.5$ 種)，大約 5 次就可以涵蓋 96.5% 的物種($qD=7.5$ 種)，約 10 次就可以達到物種涵蓋率 99% 以上($qD=8.1$ 種)。本研究調查則 4 次就可以涵蓋 94% 左右的物種($qD=8.374$ 種)，大約 6 次就可以涵蓋超過 96% 的物種($qD=8.955$ 種)。

以這樣的分析結果來看，自行研究中對於「紀錄到的物種數較少」，以及「調查時的物種涵蓋累積曲線較低(亦即每次可以發現的物種較少，需要比較多的次數)」是與本研究中比較大的差異及問題。前述兩個問題中，第二個問題的物種涵蓋累積曲線較低的問題並不大，分析結果呈現的差異並不大，只要調查時間持續，最多增加一倍的調查時間，多樣性物種累積的曲線總還是會有達到飽和之時。以自行研究資料來說，有效調查次數達到 77 次，但其實在第 10 次時就已經達到幾乎完全涵蓋(超過 99% 的發現率)，但前述小節中透過自行調查持續進行時所累積

的其他重要資訊，卻不是本研究以及以往在砂卡礑溪的其他研究成果所可以呈現的。

至於前述問題中第一個問題的紀錄物種較少的問題，則與物種辨識有關，想要解決這個問題，可以透過引入類似本研究這樣形式的專案調查，或是透過詢問專家系統，亦或是可以透過目前社群媒體參與的形式來獲得解決。提高參與人員對於物種鑑識的能力或是保留證據資料是可以正確記錄所調查物種的不二法門。但這兩樣都需要能辨識的專家協助，以及辨識能力的訓練和時間。在此建議可以透過留下紀錄(照片或是標本紀錄)，透過諮詢專家取得確認的答案，或是透過網路辨識軟體或社群取得確認的答案。

目前在網路上有各種平台可以協助進行辨識，例如取博物學家之名，可在手機以 app 方式運作的 iNaturalist，操作直覺容易，介面簡單，以滿足人們可能對各種生物的好奇心，但又可能因物種鑑識而卻步，努力想消弭這樣的差距。AI 技術的引進以及專家系統的支援，讓 iNaturalist 同時滿足一般民眾的好奇心，以及生物專家的需求，但又不脫資料的完整與正確性。拍攝上傳的照片除了作為鑑定之用外，也成為資料正確判斷的證據照片；已鑑定確認的資料，在排除敏感性之後，則可以匯入成為開放的全球資料(而可以給任何機構團體個人作為分析之用)，用人則除了確認了物種之外，亦可透過建立整個旅程拍攝物種清單以及開放資料來建構一本自己的線上圖鑑。



iNaturalist 的識別系統以及使用說明簡圖(引用自林政道 2018)

(5) 針對自行研究的建議

本研究透過分析太魯閣國家公園砂卡礑溪蝦蟹類自行研究資料後，發現其資料呈現砂卡礑溪流域的蝦蟹類長期趨勢，並可逐步累積各類生物的生活史資訊。與本計畫執行方式有不同的目的與成果，且並無法完全取代。

有鑑於砂卡礑溪是立霧溪水系中最主要的水域生物熱點，有其監測必要性，建議管理處可在人力配置及資源許可的情況下，仍可繼續引進志工或是非專業人員的參與，以自行研究形式持續進行本區域的監測。並建議：

1. 可與研究機構(例如大專院校或是特有生物研究保育中心等)的研究人員建立合作管道。
2. 建立保留證據資料的習慣，包含相機適切地記錄物種及其重要特徵，或是保留證據標本。
3. 並嘗試進行資料公開，或是透過目前公民參與式的網路應用媒體(例如：iNaturalist 程式)建立資料倉儲。

如此可以節省時間與經費(相對於專案形式以及外縣市遠途而來)，並可以獲得寶貴且持續性的生態資料，作為經營管理之用。

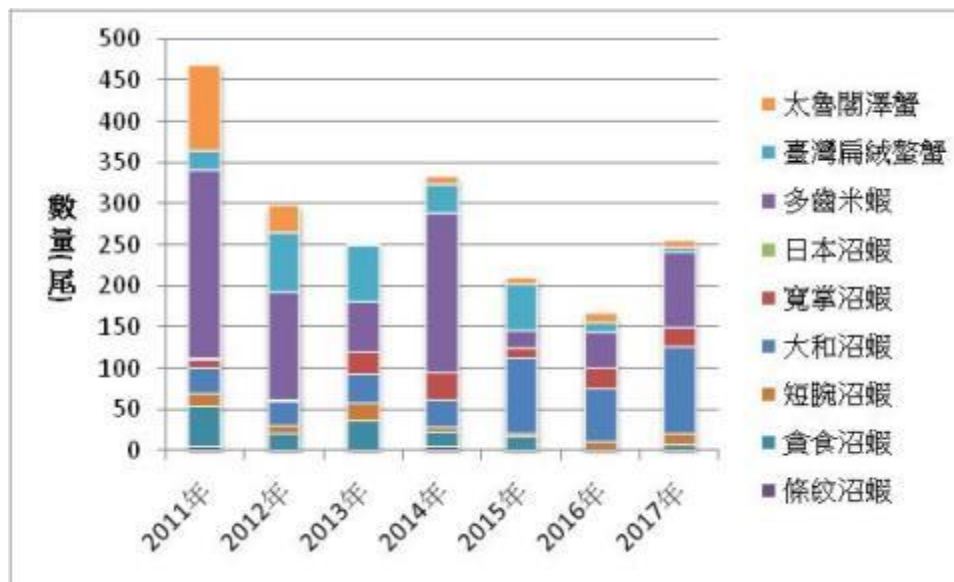
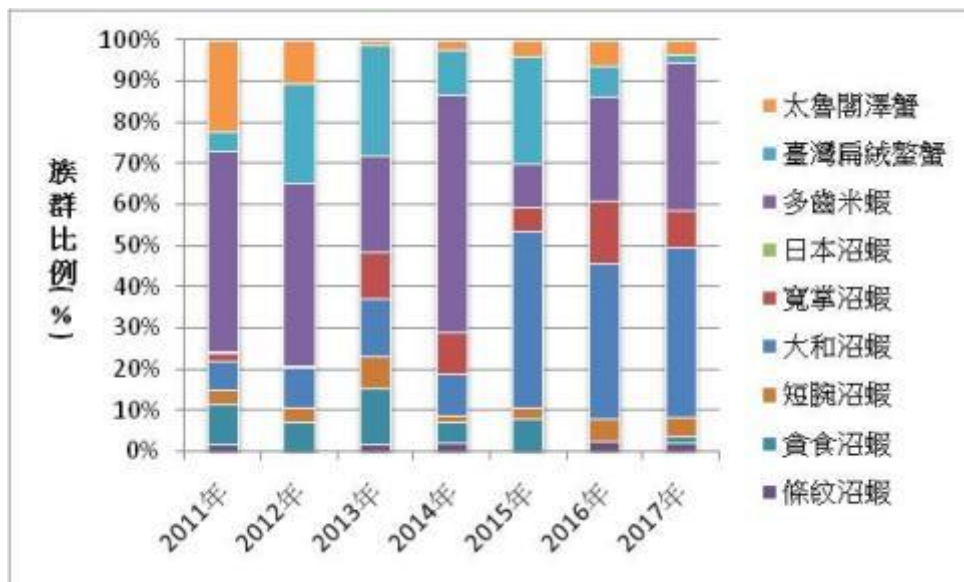


圖 3-12：太魯閣砂卡礑溪蝦蟹類監測各年度生物多樣性統計圖，左圖為各物種數量，右圖為各物種佔當年度總數量比例

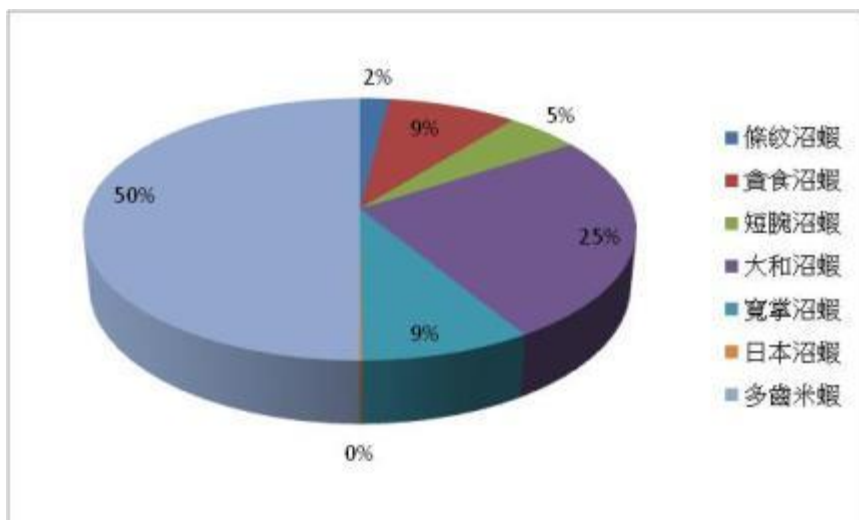


圖 3-13：太魯閣砂卡礑溪蝦蟹類監測生物總計中淡水蝦物種的組成比例圖

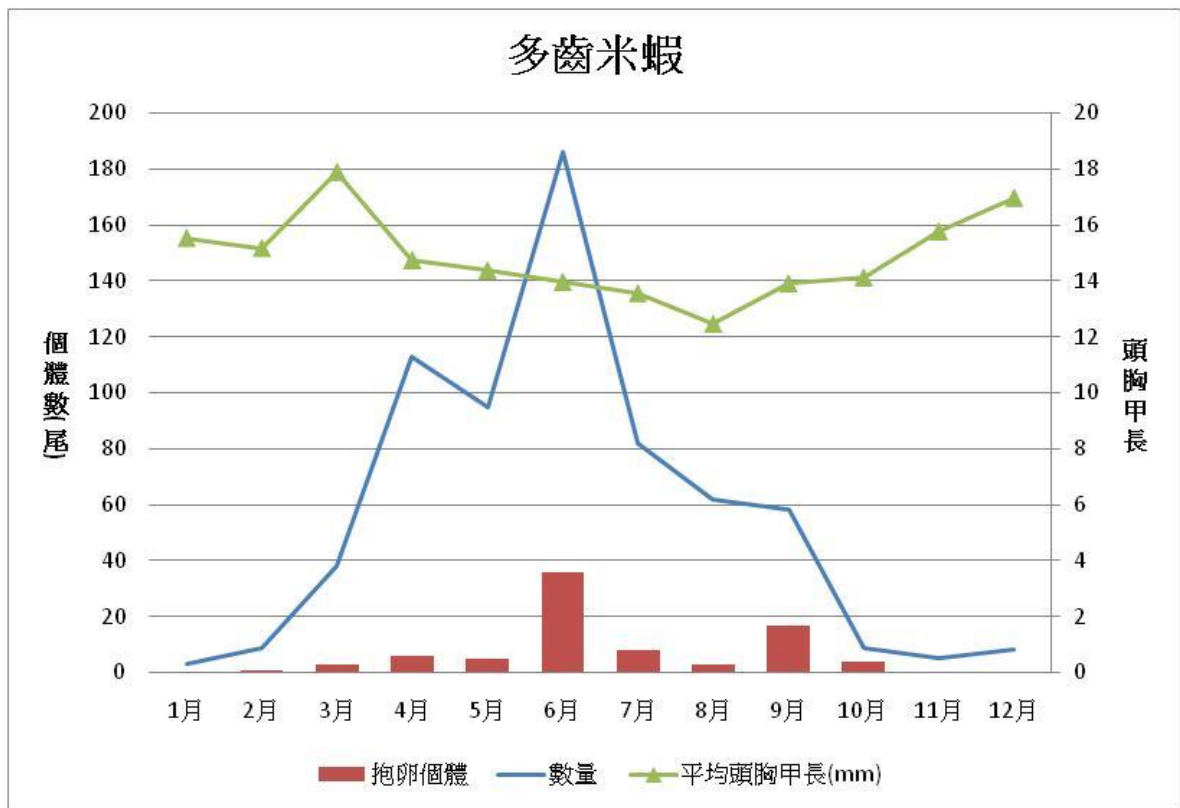


圖 3-14：太魯閣砂卡礑溪大和米蝦各月份數量、抱卵個體數以及平均頭胸甲長比

表 3-14：iNEXT 分析本研究與自行研究進行砂卡礑溪蝦蟹類的調查次數與物種多樣性結果比較表
(委託研究 2019-2020 資料節錄自表 3-10)

調查時期	調查次數	統計方法	推估物種數				物種涵蓋率			
			order	qD	qD.LCL (下界)	qD.UCL (上界)	SC	SC.LCL (下界)	SC.UCL (上界)	
2011-2017 自行研究	1	interpolated	0	4.481	4.233	4.728	0.635	0.602	0.667	
	2	interpolated	0	6.118	5.873	6.362	0.83	0.808	0.853	
	4	interpolated	0	7.286	7.069	7.504	0.946	0.933	0.958	
	5	interpolated	0	7.529	7.313	7.746	0.965	0.955	0.975	
	8	interpolated	0	7.874	7.634	8.115	0.986	0.98	0.992	
	12	interpolated	0	8.065	7.775	8.355	0.993	0.988	0.998	
	16	interpolated	0	8.172	7.822	8.522	0.995	0.991	1	
	24	interpolated	0	8.307	7.837	8.777	0.997	0.993	1	
	48	interpolated	0	8.623	7.89	9.356	0.997	0.995	1	
	77*	observed	0	9	8.062	9.938	1	1	1	
2019-2020 委託研究	1	interpolated	0	5.583	4.87	6.296	0.733	0.674	0.791	
	2	interpolated	0	7.076	6.296	7.856	0.856	0.804	0.909	
	3	interpolated	0	7.877	7.065	8.689	0.911	0.87	0.952	
	4	interpolated	0	8.374	7.518	9.229	0.94	0.907	0.973	
	5	interpolated	0	8.708	7.805	9.612	0.956	0.928	0.984	
	6	interpolated	0	8.955	8	9.909	0.964	0.938	0.99	
	7	interpolated	0	9.154	8.145	10.163	0.968	0.943	0.994	
	8	interpolated	0	9.331	8.261	10.402	0.97	0.944	0.995	
		12*	Observed*	0	10	8.608	11.392	0.975	0.949	1
		13	extrapolated	0	10.141	8.659	11.623	0.979	0.956	1
	14	extrapolated	0	10.26	8.694	11.827	0.982	0.961	1	
	19	extrapolated	0	10.632	8.725	12.539	0.992	0.98	1	
	20	extrapolated	0	10.676	8.716	12.635	0.993	0.982	1	

3.7 以發展監測系統為前提的測試調查

依據 3.4 節與 3.5 節針對整個年度調查結果及其分析，本研究在考量各測站物種生物多樣性，以及各調查方法對物種可發現的偵測狀況後，設定「可以提供一個可以呈現砂卡礑溪魚蝦蟹類多樣性狀態的監測建議」為前提，安排在 2020 年 7 月 21 日選擇在砂卡礑溪的「匯流點」測站，針對「魚、蝦、蟹類」進行不同方法與努力量的測試。

僅選擇「匯流點」測站的原因為 (1) 目前調查結果與分析皆顯示該測站的物種數多樣性是整個流域中最高的，(2) 該測站鄰近與立霧溪的主流，是洄游生物通過的必經廊道，(3) 該測站的可親近度最高，如果是在有潛在天災影響的情況下，此地點也是相對來說比較容易接近，(4) 該區域為一般民眾最關注且駐足最久的地點。

調查方法因 3.4 節與 3.5 節討論分析結果各方法對於魚類及蝦蟹類的偵測差異頗大，並且無法取代，因此包含本計畫所使用的浮潛法、蝦籠法與電氣法三種都納入進行。努力量則除蝦籠法布置為三個蝦籠之外，其他兩種方法則分別以 50 公尺作為一個調查單元，合計該次調查共進行三個單元的調查方式，來進行「魚、蝦、蟹類」物種數偵測與增加的比較。此項調查單元設定為 50 公尺，一方面是為了配合本計畫例行調查中原本設計的調查長度，也是因為與溪流生物調查的慣例及河川棲地單元尺度的長度有關。調查結果如表 3-15 所示，討論分析如後。

整個調查合計共紀錄到魚蝦蟹類 14 種，電氣法調查到 9 種，浮潛法調查到 8 種，蝦籠法則調查到 3 種，浮潛法與蝦籠法合計則調查到 10 種。與本計畫在匯流點測站歷次的調查結果比較的話，匯流點之前調查物種數最低為 11 種，最高有 17 種，平均每次調查可以發現到 12.8 種，本次調查與歷次調查比較在物種數上的差異不大。

將調查單元分別統計之後，其結果顯示電氣法在最下游的單元 I 就已調查 7 種，後續隨著調查單元的增加，則各累積 1 種。浮潛法則在棲地調查單元 I 調查到 6 種，後續則分別增加 0 種與 2 種。蝦籠法則是單元 I 發現 2 種，後續分別增加 1 種和 0 種。浮潛法與蝦籠法合計則在調查單元 I 調查到 8 種，後續也是分別各增加 1 種。

河川的棲地單元 (habitat meso unit) 的多樣性被通常被視為是溪流復育與生物多樣的指標之一，以砂卡礑溪這樣規模的溪流型態，通常 150 公尺已經可以包含 2~3 個不同的棲地單元，因此應該可以涵蓋可能生活在不同棲地環境的物種，降低沒有發現的情況，但實際調查的結果顯示增加調查單元這樣的方式，對於偵測同區域物種多樣性的增加仍然是有存在限制性的。比較例行性分析的結果，可以發現匯流點測站累計 14 次調查合計共發現到 23 種，而任何一次調查都無法達到這樣的成果，這應該是因為砂卡礑溪的溪流生物中以洄游性生物為主，造成各別物種的分布是存在有時間尺度差異的，亦即應將季節性或是豐枯水期這樣的差

異考量在內。因此會建議監測系統可以不需要提高單次調查的調查長度(亦即調查單元)，但可以增加不同時間的調查，應該更能全面性的涵蓋當地物種多樣性。

雖然 3.4 節與 3.5 節的討論分析與這次測試調查的結果都呈現溪流調查的不同方法之間對於物種調查即有差異存在，因此很難透過單一方式調查到所有的類群，但各方法仍有其使用的優缺點可以討論。如果考量技術、安全與成本三個層面的話，蝦籠法相對於電氣法與浮潛法，有著技術門檻低，相對安全以及便宜的優點。相對來說，電氣法則是三種方法中，技術門檻最高，並具有潛在危險性以及設備價格較高(甚至不易取得)的問題。

浮潛法一般來說對於生物是最為無害的調查方法，但需要即時的物種辨識能力，以及需透過訓練才能同時熟悉水下移動及調查的技能。不過一旦可以適應溪流環境，則透過浮潛法，是最為方便可以估計族群健康以及快速取得物種資料的一種調查方法，並且也可以透過觀察生物所在棲地，瞭解到其與環境之間的關連性。

表 3-15：測試調查中不同方法與物種數隨調查單元累積數目比較表

方法/項次	調查單元	合計調查總量	物種數隨調查單元累積數目			合計
			下游-----上游			
			單元 I	單元 II	單元 III	
總計	—	—	12 種	+1 種	+1 種	14 種
電氣法	50 公尺	150 公尺	7 種	+1 種	+1 種	9 種
浮潛法	50 公尺	150 公尺	6 種	+0 種	+2 種	8 種
蝦籠法	個	3 個	2 種	+1 種	+0 種	3 種
浮潛法+蝦籠法	—	—	8 種	+1 種	+1 種	10 種
例行監測分析 (2 年)	「匯流點測站」平均每次調查 12.8 種，最低 11 種，最高 17 種，累計共有 23 種					

3.8 太魯閣砂卡礑溪生態保育建議及外來種入侵防治建議

(1) 太魯閣地區的入侵淡水物種與歷史

依據本研究以及歷年研究的成果顯示，本區的外來魚類至少包含有粗首馬口鱮(粗首鱮)、臺灣石鱮、臺灣鬚鱮(馬口魚)及粗糙沼蝦。對照文獻及本研究成果，其入侵時間點比較如表 3-16，顯示平均每 5~10 年左右即會有新的外來種類入侵到本水系中。以往針對外來入侵種的研究與管理通常是針對分本土性物種來做處理，例如陳榮宗等 (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。以及特有生物研究中心「台灣外來種與放生物種資料庫檢索 <http://twd.tesri.gov.tw/exotic/>」網頁曾統計，魚類至少就有 49 種外來種以及 19 種的放生種類等。這些入侵的魚蝦類，固然會對臺灣原本的淡水生態系造成十分嚴重的後果，不過其移除上通常具有針對性，並且也可透過法令管制限制進口來達到防制的效果。

表 3-16：太魯閣國家公園管理處砂卡礑河流域外來物種入侵時間表

種類	入侵時間點	參考文獻
粗首馬口鱮	1992-1997 年間	曾晴賢 (1992)、曾晴賢 (1997)
臺灣石鱮	1999-2005 年間	陳天任 (1998)、林曜松等(2005)、曾晴賢與楊正雄 (2008)
臺灣鬚鱮	2008-2019 年間	曾晴賢與楊正雄 (2008)、本研究
粗糙沼蝦	2018 年	本研究與訪談

而本區所發現到的外來物種則與前述不同，因淡水生物通常因地理隔離而有其區域性分布，例如何氏棘鯰 (*Spinibarbus hollandi*) 是屬於東部與南部特有的物種，原本並沒有分布到西部大多數河川之中。但會因為人為活動而被引入到西部去，導致 2000 年初期的時候，開始在濁水溪及其他流域陸續有零星的觀察記錄。而現在則已被報導是廣泛分布在幾乎整個西部河川之中，這種形式的淡水生物入侵與前述外來物種入侵的定義有點不太符合。原本外來種 (alien species, non-native species) 是相對於原生種 (native species) 的概念，指「非原產於該地區的生物」。入侵種 (invasive species) 則是「生態系統中的外來種，並且已經造成(經濟、生態或是人類健康的)損失者」(Brock *et al.* 1991; Contreras and Escalante 1984; Jhingram 1991)。通常是指已經完全適應入侵地區生態系的環境，並且大規模族群擴散增長，造成各類問題的物種。因此有科學家嘗試以「遷徙淡水魚

(translocated freshwater fish)」(Moor and Bruton 1988；Tarkan *et al.* 2015) 或是原生入侵種 (native invasive specie) 的方式來對這樣的狀況作說明。

砂卡礑溪目前有發現到的外來物種都與何氏棘鯢案例相同，都是屬於原生入侵種的狀況。臺灣石鱸及粗首馬口鱮都是臺灣原生的魚類，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。

(2) 太魯閣地區的入侵原生種擴散狀況與原因的討論

此段落主要針對本區原生的臺灣白甲魚及兩種原生入侵物種的臺灣石鱸、粗首馬口鱮進行討論。曾晴賢與楊正雄 (2008) 的研究指出，在當時臺灣石鱸及粗首馬口鱮並未對砂卡礑溪的溪流生態系的穩定造成太大衝擊，且兩種魚類對當地溪流環境與生物影響程度有所不同，當時發現粗首馬口鱮的族群數量與更新不良，實際分布上也受到侷限，多在砂卡礑溪的中下游河段，僅可達五間屋河段附近。臺灣石鱸的分布則遍及砂卡礑溪中游及立霧溪主流，當時最遠可達攔水壩的正下方，且在砂卡礑溪的分布數量穩定，族群結構與更新穩定。

本研究的監測結果顯示，粗首馬口鱮的分布與族群狀況與 2008 年當時似乎差異不大。但是臺灣石鱸的分布卻有大幅擴散的情況發生，目前已越過攔水壩，並且可達到三間屋河段，甚至更已經可以分布到一線天峽谷的河段。由族群組成結果來看，臺灣石鱸擴散到攔水壩以上河段之後，已經變成以上河段的優勢種類，甚至幾乎是許多河段的唯一一種游泳性魚類(底棲性魚類則仍以日本瓢鰭鰕虎最多)。魚類的分布通常與其食性與偏好棲地有關，例如粗首馬口鱮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，因此經常混濁、坡降水流急湍的立霧溪主流通常不見其蹤跡。而臺灣石鱸和當地原生的臺灣白甲魚因兩者食性相近，都以矽藻為食，利用棲地環境相近，都偏好在有急流的匯入的深潭地區，被認為可能具有種間的競爭，導致臺灣白甲魚的族群嚴重縮減與分布退縮。

由於臺灣白甲魚和臺灣石鱸在本區域雖然不是原生的共域關係，但因為在西部許多河川這兩種魚類是很經常的共域，因此透過觀察其在西部原生地的共域狀況，應該可以提供此處該如何管理兩種魚類共存狀況的討論才是。由西部的觀察經驗來看，兩種魚類彼此之間並非單一獵食與被獵食之間的關係，但確實存在棲地與食物利用的競爭，但在西部也觀察不到兩種魚類因食物與棲地競爭完全排除另外一個種類的狀況，通常會因環境而呈現彼此消長，臺灣白甲魚可能有時會於弱勢，或是分布上退縮，但卻不應該是完全被驅趕殆盡這樣的狀況。

為了調查臺灣石鱸在砂卡礑溪的分布是否存在新的上限地點，以及瞭解臺灣白甲魚在上游的分布狀況，本研究曾在今年 3 月間商請管理處協助，針對三間屋以上河段以浮潛法進行觀察。調查發現，在一線天區域仍然是以臺灣石鱸最為優

勢，但在稍上游河段，即可發現到分布上限，以上河段並未發到任何臺灣石鱸。觀察該區域，可能與峽谷上游約 1 公里處的困難地形阻隔有關。

為了實際呈現其族群量與族群結構的狀況，使用與 3.5 節討論族群結構一樣的方式，將砂卡礑溪固定測站與一線天該次調查的結果進行比較如圖 3-15 所示。調查結果顯示砂卡礑溪的最上游區域臺灣白甲魚的族群數量豐碩，其族群結構是呈現幼魚最多的成長趨勢。稍下游與臺灣石鱸有所共域的地點，雖然族群數量的平均數值較低，但族群結構也是處於正常的狀況，此區域的臺灣石鱸其族群數量與結構都與臺灣白甲魚差異不大。

本計畫除了透過一整年的監測成果確認臺灣石鱸與粗首馬口鱸在這幾年的族群分布狀況之外，也發現到另外兩種新的本土入侵種的問題，一種是以往俗稱臺灣馬口魚的臺灣鬚鱸，一種則是粗糙沼蝦。兩種在東部都已經有頗為久遠的入侵歷史，雖然不是原生分布在東部河川的物種，但在東部許多河川中都可見到，不過砂卡礑溪一直到 2008 年以後才有發現的記錄，臺灣鬚鱸在砂卡礑溪的發現十分零星，以浮潛法觀察並不會看到太多個體，分布上也侷限在攔水壩以下河段。粗糙沼蝦更是在 2008 年才被記錄到的物種，目前仍侷限分布在中游的五間屋及 2.8K 河段兩個測站。

砂卡礑溪屬於國家公園保護區範圍內，加以民眾保育意識抬頭，通常生態環境良好，這應該也是本區可以作為東部原生魚類最後的樂園，有些東部很常見的原生入侵物種卻很晚才在這裡被記錄到的原因。

曾晴賢與楊正雄 (2008) 的研究指出本區域經常性的有人為活動干擾當地生物，特別是指有系統的捕抓溪流生物。當時除了發現到直接性證據之外(刺網、釣線與釣鉤)。魚類族群結構也顯示完全偏離正常該有的穩定族群狀況，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，都間接顯示可能有經常性捕抓的問題。本研究這一年來針對整個砂卡礑溪高頻度(每月)且多種方法比較的監測，在臺灣白甲魚的數量與族群結構的調查結果中也有這樣的結果(見 3.4 節的討論)。在本研究開始展開調查以來所發現到的粗糙沼蝦的局部入侵，以及臺灣石鱸在砂卡礑溪的不尋常的擴散(越過高聳的攔水壩)，極大可能也都與人為活動有關。

非固定測站的葫蘆谷測站可以提供更直接的佐證，該區域已經經常性的發現至少好幾次的蝦籠與釣具，此外以物種發現來說，也在今年 2 月首次發現原生入侵物種的臺灣鬚鱸，此點雖然並非每月監測的固定測站，但一開始有以電氣法調查，以及後續每季都會以浮潛法及蝦籠法進行調查，在 3.5 節的討論中可以發現這三種方法對於像是臺灣鬚鱸這種常見的游泳性魚類的偵測度是十分高的(亦即不太可能沒有發現或是記錄到個體)，但該地區自調查以來都沒有發現到臺灣鬚鱸個體，直到 2020 年 2 月的調查才一次記錄到許多臺灣鬚鱸個體。這樣的狀況與當地環境的特性，讓我們推測這與人為放流(或是放生)有很大的關係。

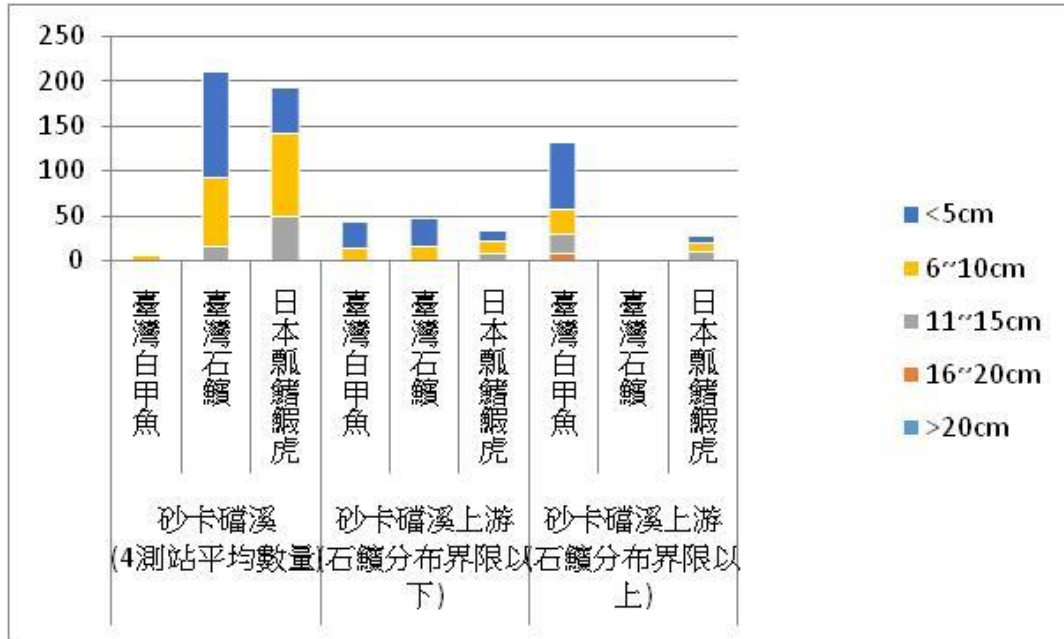


圖 3-15：砂卡礑溪固定測站與上游 3 種魚類浮潛目視估計族群量與族群結構比較圖



照片 3.1：砂卡礑溪上游臺灣白甲魚族群狀況 (2020.3)。

(3) 太魯閣地區的溪流生態受入侵原生種影響討論及保育措施建議

總上所述，砂卡礑溪的溪流生態確實存在問題，但並非是整個流域的整體多樣性損失，並不是所有物種的數量都呈現大幅減少或分布縮減的狀態。砂卡礑溪流域因為前幾年有遭遇過歷史性的洪水導致步道毀損重建，因此也會懷疑是否因為洪水導致溪流生物的減少，或是讓入侵物種有機可趁上溯至攔水壩以上的河段，但因為巨大災害造成的損失，通常會有一致性的狀況。以 3.4 節討論中提到的 3 種魚類(臺灣白甲魚、臺灣石鱸與日本瓢鰭鰕虎)來說，雖然有游泳性和底棲性魚類的差異，也有純淡水及兩側洄游的問題，但因為其在食性上都可以被歸屬為藻食性的魚類，利用的棲地也很接近，如果受到天災影響，因為也伴隨棲地環境大幅改變的狀況，所以不同種類的族群損失應該會相當一致，但族群復原狀況則可能因種類特性而有不同。將目前所有監測的資料與文獻中最近一次的調查資料比較(曾晴賢與楊正雄 2008)，各測站的種類多樣性並沒有太大的差異，優勢物種的族群數量呈現縮減也僅見於臺灣白甲魚；再則與上游河段的生物狀況比較，上游河段反而已經是穩定的族群，但監測河段的族群卻狀況十分糟糕。都顯示了目前所見到臺灣白甲魚族群數量減少和分布推縮的問題與天災侵襲沒有太大關係，而可能是其他原因。

在面對這樣的情況下，也有人會提出透過人為放流方式直接增加目標物種(例如臺灣白甲魚)的數量，在其競爭的原生入侵種尚無法處理下，保持其族群數量。但本研究基於以下理由，並不建議：

- (1) 實際調查可以發現臺灣白甲魚在砂卡礑溪一線天以上河段仍有穩定的族群，筆者以往在其他溪流調查的經驗顯示，這些個體在族群穩定與持續更新的情況下，會不斷有成魚或是幼魚個體補充到中下游區域，當環境受到保護的情況下，臺灣白甲魚的分布應該可以逐漸擴展，數量也可以逐漸呈現穩定。
- (2) 前述提到臺灣的溪流生物具有個別地理分布的特性，這樣的特性也往往反映在遺傳多樣性上，即使是相同的物種，其基因在不同流域或是區域也都會有所不同。以立霧溪為例，其臺灣白甲魚的遺傳特徵在臺灣所有族群中是十分不一樣的(林弘都與黃生 1999)，因此復育放流或是曾殖放流都必須十分謹慎進行，包含其原因、評估、目標等，都應該具有科學數據支持為之，其保育措施方能達到最大的效果。
- (3) 更直接的從族群數量來看，以目前族群量縮減狀況，如果並非整體性的減少，就可能存在人為活動或捕撈的影響，因此在放流前也必須先針對人為活動進行管制，才能避免增值放流之後其族群仍因捕獵損失，無法達到預期效果的狀況。

由以往的文獻及本研究的觀察與對資料的分析結果，我們推測臺灣白甲魚族群的問題與人為活動的介入有最大的關連性。人為活動中影響溪流生物最大的兩

個問題包含捕抓溪流生物或是任意放流其他物種兩個部分。由本計畫目前執行調查結果及太魯閣自行研究的分析結果都顯示特定物種(臺灣扁絨螯蟹、鱸鰻及臺灣白甲魚等)都持續受到人為捕抓的因素影響，而放流其他物種的問題也持續存在。砂卡礑溪本身已屬保護區內，但因為是線狀步道，針對上游的巡查不易，而這個步道的遊客人數不少，通常會來訪國家公園的遊客通常具有生態意識也可幫助防範與通報，但此地多數遊客都以五間屋往返為主，前往更上游步道的遊客明顯較少，且並非 24 小時開放，造成潛在性對中上游防範非法盜獵的空窗期。

針對此問題建議應與當地社區合作，透過加強宣導教育和提高管制強度著手，以宣導教育來說，宣導本地溪流生物的特色，也培力當地居民認識在地水域環境與在地保育的重要性，讓當地居民可以轉化為協助解說的角色。以五間屋為例，幾乎是進行砂卡礑溪遊客都會停留的休息點，如果可以在這個點進行相關的教育解說工作，應該可以達到效果。這樣的形式也可以運用在非法盜獵的管制上在地居民透過解說，會自然而然的成為當地保護生態環境的一份子，也應該可以減少非法盜獵的狀況。

至於無關於採集或放流活動的其他人為活動對於溪流活動的影響是不太一樣的，砂卡礑溪因遊客量大，有時會有不少遊客在鄰近的河段下溪進行游泳或是親水活動，這類短暫且局部的活動通常影響不大。至於溯溪或是長時間的溪流活動，則並無科學性報告有進行過討論分析，本研究目前所蒐集資料因並無溯溪活動的頻度或是承載量對照，也無法直接應用。但筆者個人的經驗，因為在溪流的生態調查通常也必須透過溯溪行為達成，在有限度的利用下，對於溪流生物本身與水質等看起來並沒有太大的影響。建議如果有開放溯溪的需求，在開放數量或時間的安排上，可以透過建立監測系統來蒐集彙整可能發生的影響再做滾動性的調整。

(4) 太魯閣砂卡礑溪入侵原生種防治建議

原生入侵種的部分，要完全移除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入侵種問題，少有完全成功的例子。而原生入侵種因為本來就是原生物種，本來就適應臺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。由實際調查資料來看，臺灣石鱸的數量已多且分布廣泛，族群結構與更新也很穩定，實在是不太容易再透過直接移除方式來回復生態環境。曾晴賢與楊正雄 (2008) 當時曾建議以釣魚法進行移除，但測試結果也顯示此種方式在各種不同魚類上的效果也不一樣，當時明顯在粗首馬口鱸的移除效果比臺灣石鱸好得多。因此當時研究報告認為如果真的必須要進行移除的話，建議透過「持續且計畫性」的「釣魚法」進行移除應該會有最好的效果。

除了直接性的移除之外，國外也有透過水利工程建設阻隔其擴散的方式，例如美國五大湖區在這幾年針對外來鯉科魚類的入侵考慮設置一連串的壩體阻隔

擴散 (Lubejko *et al.* 2017)。砂卡礑溪的攔水壩雖然在水文上造成本區域流量與地形上的變化，影響到水域生物的分布，但也在某種程度上將原生入侵種阻絕於壩下。

但對於已經建立族群的入侵種及原生入侵種，是否應該進行移除，建議可從以下方向切入考量：(a) 該入侵物種是否造成整體生態系統的問題，或是明顯排擠到其他物種的生存？(b) 該入侵物種目前的數量與分布狀態的評估？(c) 該入侵物種的移除目標為何？亦即應該討論投入資源量之後，預計可以達到移除的目標量或範圍。入侵物種移除的問題在於只要投入就一定會有數量，但必須考量到其自身族群恢復或更新的能力，抑制其族群擴張能力才能達到預期的效果。例如：假設要移除特定魚類的時候，或許可以配合時間和地形，例如選擇颱風季節過後，族群已受到衝擊折損的情況，以及食物來源不穩定的情況下，針對特定河段(目標入侵魚種數量相對最多河段)，再持續性的以物種及體型專一性高的方法(例如以釣魚法針對具有大型繁殖能力的粗首馬口鱖個體等)，或許可以達到一定成效。

但前述各個問題的答覆都不容易，有些問題可能必須有全面的調查之後才能確定，有些則需要測試方法才能知道是否有效，或是必須透過召集更多相關專家討論或評估其可行性後才能考慮是否付諸執行。

本計畫彙整在砂卡礑溪的歷年文獻與一整年完成的調查結果顯示，本區域雖然有原生入侵種的問題，但很早期就已經發現的物種(粗首馬口鱖與臺灣石鱸)存在已久，但並未觀察到直接性有其他物種受到衝擊的狀況，原生入侵物種在族群成長期之後，似乎也會有無法適應在地環境，數量和分布也受限的狀況，但即使是這樣的情況，要全面移除所需要投入的人力物力也會是十分可觀的。入侵種與原生入侵種最好的移除時機其實是在最開始發現的時候就直接進行移除，其移除效果是最直接而顯著的，但這通常需要監測計畫的配合，例如管理處自行研究在砂卡礑溪中游首次發現到粗糙沼蝦時，原本以為是新物種的紀錄，但經確認是非原生物種後，如果在當時就透過回報管理處立刻進行移除，或許就不會發生目前看到已經逐漸擴散的狀況。又例如葫蘆谷的臺灣鬚鱖也是在本計畫執行期間突然出現，但因該區域為每季調查，並非每月調查，可能已有 1~2 個月的時間落差，如果在一開始發現時就先想辦法用特定方式持續捕抓移除，讓族群無法順利建立，就可以遏止其擴散。因此建立可以回報的監測系統是管理上所必要的。所謂監測是想透過持續性的定點及定努力量調查，除了可以瞭解生物組成、族群結構之外，也可以作為即時發現及回報入侵種記錄的系統，關於監測系統的建議則另後討論。

總結針對本區臺灣白甲魚族群問題及入侵物種的防治，以及未來砂卡礑溪有關的潛在生態議題，建議都可從與當地社區或志工合作，加強宣導教育，提高管制以及建立即時性的監測回報系統著手。對於入侵物種移除，則建議先評估其必要性，以及移除計畫與目標，針對新近發現的物種，或族群數量仍少與分布尚未擴散的地點進行。

3.9 太魯閣砂卡礑溪的建議監測方案

本節嘗試提出建議的監測方式，由於監測方案的布置或選擇會與其管理目標或是預期的成果有對應的關係，例如：希望可以及早發現砂卡礑溪的外來或是入侵的水域生物種類，並且進行移除。有鑑於目前生物多樣性面臨的問題日漸多元，建議監測計畫與目標的擬定方式可先從較為宏觀的方式切入規劃，例如除了將前述入侵物種的移除物種管理納入目標之外，也可將單純呈現當地生物多樣性現況的基礎資料作為目標之一。在實際提出方案之前，並就參與人員和方法的項目，提出討論與建議如下：

在參與人員的考量上，由於以往砂卡礑溪的監測通常是由管理處委託研究單位的專家學者(如大專院校、學會或是特有生物研究保育中心等)進行，但因為此地距離太遠，人力與預算的考量下，通常造成其限制，無法成為穩定性的監測工作。也因此多年來的調查結果比較顯示本區域的生物多樣性受到入侵物種的影響，但通常無法即時回報與處理。而管理處之前利用志工系統進行蝦蟹類的自行研究，雖然目前暫時告一段落，但先前所蒐集獲得的資料分析結果(3.6 節)顯示已有相當顯著的成果，也都有即時發現入侵物種(指粗糙沼蝦)的狀況，如果能透過即時規劃後續的行動，就可以達到抑制更多非原生物種入侵的狀況。

在方法的考量上，雖然還有很多其他的水域調查方法，但因為其他方法在本區域的適用性仍有待討論，也無實際數據可以比較，因此僅以目前使用的電氣法、蝦籠法與浮潛法三種方法進行討論。電氣法的執行難度最高，蝦籠法則最為簡易安全，以及分析顯示蝦籠法與浮潛法合併使用可獲得接近於電氣法的調查成果。因此在方法上建議以蝦籠法與浮潛法兩種為主，依據監測目的與型式擇一或是合併進行。

在頻度的考量上，則與方法的型式及參與人員的參與程度有關，也參酌本計畫分析的成果，彙整前述 3.4 節~3.7 節的討論結果如表 3-17，其成果可以用以作為，針對不同類群、方法、測站與研究型式的條件下，估計不同物種涵蓋率下所建議的調查次數。實際頻度將在各別列出的方案中進行討論。

本計畫針對砂卡礑溪提出兩種型式的監測方式。此兩種方案都可以視為是監測性調查，只是時間與空間尺度有所不同，管理處可以依據人力或是可取得資源擇一分別進行，或是合併執行。

第一種型式：砂卡礑溪魚蝦蟹監測

- 1、監測型式：全流域，固定測站，每月調查。
- 2、調查方法：蝦籠法(每測站固定數量，建議 3 個或以上的中型或大型蝦籠)
- 3、調查測站：建議設置 4 個測站(三間屋、2.8K、五間屋、匯流點)。
- 4、調查頻度：3.6 節的分析結果建議每年至少 5 次可涵蓋本方法可調查到物種數的 95% 以上，但考量物種辨識的潛在問題，建議初期時仍規劃每月調查，再

依據後續資料分析結果調整。或是如果希望呈現物種生活史特性，則建議仍維持每月調查。

- 5、調查人員：建議每次調查 2~3 位，可為志工或社區參與性質，可不限參與監測工作人數，但建議需透過教育訓練告知參與人員各項安全及調查注意事項。亦可與專業研究單位合作。
- 6、預期成果：與 3.6 節討論之自行研究調查方法、測站與頻度一致，其資料可以延續，合併分析。預期可以呈現物種族群變動與生活史的狀況。每月調查的話，也可即時發現物種群聚組成的改變(例如有新的入侵物種)，以便即時進行管理措施因應。
- 7、預期類群：3.6 節的分析結果顯示將以底棲性水域生物為主，特別是蝦蟹類。但野外使用經驗如果透過誘餌內容及籠具的調整，也可調查到普遍性的游泳性魚類。
- 8、其他建議事項：(1)需有形質測量(體長、全長、體重及其他特別註記)，(2)協助移除入侵種或外來種，建立即時性的內部回報機制，(3)建立證據標本保存或證據資料留存，使用合適的 App 或軟體紀錄，提高志工素養及物種辨識準確性。

第二種型式：砂卡礑溪魚蝦蟹多樣性調查

- 1、監測型式：特定區域，固定測站，每季或每年調查(依據管理需求)。
- 2、調查方法：蝦籠法與浮潛法
- 3、調查測站：3.6 節的分析結果建議每年至少 4 次可涵蓋本方法可調查到物種數的 95% 以上，其成果已經接近電氣法調查成果。建議依據管理需求進行布置，如果僅為呈現本流域最大生物多樣性，可設置於最下游的匯流點測站，提高監測頻度(例如每兩個月調查 1 次)。如果是想納入不同測站之間的比較，則可以增加調查測站的數目，最多不超過現有經常執行的 4 個測站，但可減少頻度至每季 1 次。
- 4、調查頻度：建議依據管理需求進行設定，同上說明。
- 5、調查人員：建議每次調查 4~5 位，分組進行，可為志工或社區參與性質，浮潛調查人員，建議需透過教育訓練與調查本身培養觀察能力，可不限參與監測工作人數，但建議需透過教育訓練告知參與人員各項安全及調查注意事項。亦可與專業研究單位合作。
- 6、預期成果：預期可呈現砂卡礑溪物種族群變動與測站點優勢種的族群健康狀況。浮潛法與蝦籠法調查的努力量基礎不同，前者為估計尺寸，但可獲得族群結構，後者為實際尺寸，可作為比對資訊，但無法用在族群層級的數量估計，兩種方法在生活史相關分析時必須分別使用。頻度提高(如每月調查)的話，也可即時發現物種群聚組成的改變(例如有新的入侵物種)，以便即時進行管理措施因應。

- 7、預期類群：3.6 節的分析結果顯示這兩種方法同時使用幾乎可以涵蓋大多數的底棲與游泳性水域生物。
- 8、其他建議事項：(1) 捕獲個體需有形質測量(體長、全長、體重及其他特別註記)，(2) 協助移除入侵種或外來種，建立即時性的內部回報機制，(3) 建立證據標本保存或證據資料留存，使用合適的 app 或軟體紀錄，提高志工素養及物種辨識準確性。

表 3-17：比較類群、方法、測站與研究型式在物種涵蓋率下的調查次數與種類估計比較表

	物種涵蓋率 SC \geq 90		物種涵蓋率 SC \geq 95		物種涵蓋率 SC \geq 98		
	次數	qD	次數	qD	次數	qD	
調查類群比較	魚類	3	12	6	14	7	14
	蝦蟹類	3	8	9	11	22	13
	魚+蝦蟹	3	21	5	23	11	26
調查方法比較	電氣法	5	18	9	21	39	32
	浮潛觀察法	2	9	4	11	11	12
	蝦籠法	4	11	7	13	20	16
	蝦籠法 +浮潛觀察	2	16	4	18	6	19
測站比較	匯流點	3	17	5	19	9	21
	三間屋	3	7	6	9	10	9
研究型式比較	本研究 (2年)	4	11	7	13	20	16
	自行研究 (7年)	3	6.8	5	7.7	7	7.8

3.10 物種個論介紹(書籍文稿)

預定介紹種類清單

花鰻鱺

臺灣石鱸

臺灣白甲魚

粗首馬口鱖

臺灣鬚鱖

大吻鰕虎

日本瓢鰕鰕虎

寬頰瓢鰕鰕虎

黑頭阿胡鰕虎

褐塘鱧

溪鱧

鯔

黑邊湯鯉

大口湯鯉

格紋中鋸鰺

臺灣扁絨螯蟹

字紋弓蟹

澤蟹屬(太魯閣澤蟹、扁足澤蟹)

大和沼蝦

寬掌沼蝦

粗糙沼蝦

細額沼蝦

貪食沼蝦

短腕沼蝦

熱帶沼蝦

多齒米蝦

簡介

砂卡礑溪位於太魯閣國家公園境內，發源於二子山與曉星山之間，全長約 16 公里，流域面積約 6011 公頃，向東注入太平洋，屬立霧溪下游支流。因鄰近立霧溪河口，加上水質長年保持透明乾淨，得天獨厚的條件吸引許多魚蝦蟹類棲息。沿溪風景優美怡人，河岸植被完整且保持原始生態風貌，因此又被稱為「神秘谷」。

砂卡礑步道興建於日治末期，為發展立霧溪水力發電而建。1940 年臺灣總督府在太魯閣興建立霧發電廠及水壩，以大水管連接溪谷兩端，將立霧溪水引至發電廠發電。1986 年太魯閣國家公園成立後，規劃為景觀步道，加強沿線安全設施、增設休憩平台與解說設施，為太魯閣熱門的景觀步道。

步道從入口處到步道盡頭「三間屋」全長約 4.1 公里，過去曾是太魯閣族人的聚落，因有三間屋舍而名。太魯閣族人稱這裡為「柏拉耀」(brayaw)，意思是「姑婆芋」，因此區樹木茂密，底層陽光不充足，陰暗潮濕的環境適合姑婆芋生長，因而得名。

砂卡礑步道一側是皺褶岩石形成的山壁，另一側是砂卡礑溪谷。多樣的環境提供良好的棲息環境，動植物生態十分豐富，且步道平緩易行，適合進行自然觀察，兼具景觀生態與人文之美。本書將介紹砂卡礑河流域中常見的魚蝦蟹類，帶領大家認識這些溪流的湧者。







中文名：花鰻鱺(鱸鰻)

英文名：Marbled eel; Giant mottled eel; Swamp eel

學名：*Anguilla marmorata* (Quoy and Gaimard 1824)

目名：鰻形目 Anguilliformes

科名：鰻鱺科 Family Cyprinidae

俗名：花鰻、烏耳鰻、土龍、黑鰻

辨識特徵：體延長如蛇狀，最大體長可達200公分，頭呈鈍形，尾部側扁。體呈黃褐色，體側有黑褐色斑點，腹部白色，口裂可至眼後下方。背鰭、臀鰭、尾鰭相連，無腹鰭。

生態習性：雖然可見於河川溪流中，並且喜歡棲息在棲息河川中上游的底層、石縫洞穴內，但其實是降海性的洄游魚類，也就是成體必須回到海洋進行繁殖的物種，但生活史中還有許多迷團，例如多大成體會回到海洋，產卵場的位置，以及孵化條件等都仍待探究。肉食性，以河中其他魚蝦蟹類等為食，甚至因身體具黏液，行動非常靈活被認為會爬行至陸地上捕食小型陸生動物。

分布：廣泛分布於印度至太平洋間，之中的島嶼與大陸中的河川溪流皆有分布。臺灣則廣泛分布在各河川，特別是東部區域，即時是小山澗溪流仍然很容易可以發現到。

本區分布：砂卡礑溪發現的數量不多，但在攔水壩以上河段也曾有發現紀錄。

人為利用：本種常以中藥材燉煮作為食補之用。早期因為人為捕獵緣故，也被列為保育類管理。但2009年之後因考量此種非臺灣特有物種且分布廣泛，因此已經移除名單之外，因此已有商業性撈捕鰻苗進行人工養殖的情況。



中文名：臺灣石鱮

英文名：Taiwan torrent carp; Taiwan striped barb

學名：*Acrossocheilus paradoxs* (Günther 1868)

目名：鯉形目、Order Cypriniformes

科名：鯉科、Family Cyprinidae

俗稱：石斑、秋斑

辨識特徵：屬中大型魚，體長15~30公分，體呈黃綠色，腹部略白，體側具7條黑色橫帶，此橫帶在幼魚最為明顯，隨著體型長大，體色將逐漸變暗，橫帶也逐漸消失，有些大型成魚的橫帶幾乎消失，有時會造成誤認為其他魚類。吻部明顯有鬚兩對，明顯唇稍厚，上唇包住上頷。

生態習性：喜歡棲息於水流湍急、高溶氧及清澈的深水潭區，通常位於水層底部。幼魚雖然可輕易在岸邊、石間或岩壁上穿梭覓食，但較大體型的成魚會更為謹慎，白天較常躲藏於石縫之中，夜間才是主要覓食時間。雜食性，主要攝食石頭上的藻類及水生昆蟲，與臺灣白甲魚類似，其啄食藻類的痕跡(食痕)十分獨特，但與白甲魚完全不同，呈現長條狀。

分布：臺灣特有種，原始分布僅在西部各河川，但與粗首馬口鱮相同，可能也因為人為放流而入侵東部河川各水系，成為全臺灣分布最為廣泛的種類之一。

本區分布：在砂卡礑河流域，以往僅在攔水壩以下的區域，但近年來卻擴散至攔水壩以上，分布地點可至上游一線天之處。

人為利用：臺灣西部河川的常見釣魚及食用魚類。烹調方式多以紅燒或油炸處理，大型個體也有以清蒸處理的方式，但繁殖期的雌魚卵巢及卵具毒性應避免誤食，否則會引起腹瀉、頭暈、嘔吐等不適症狀。



中文名：臺灣白甲魚(臺灣鏟頷魚)
英文名：Taiwan shoveljaw carp
學名：*Onychostoma barbatulum* (Pellegrin 1908)
目名：鯉形目、Order Cypriniformes
科名：鯉科、Family Cyprinidae
俗稱：苦花、鮰魚、苦俛、齊頭俛

辨識特徵：屬中大型魚，常見體長10~25公分，最大體長可至30公分以上，是釣客間最為人熟悉並且受歡迎的魚類，俗名大多與其外觀外觀最大的特徵是嘴巴(下頷)有發達的角質邊緣，平直而成鏟狀，並且是其覓食工具。仔細觀察吻部仍具有兩對短小口鬚，但不易察覺就是。體呈銀白色，而背部則為灰黃綠色或深黑色，體型接近鈞錘形，游泳能力極佳。覓食時常會群體不斷側面翻身，露出銀白身軀，由水面上看閃閃動人，映出粼粼波光，因此也有不少人以水中螢火蟲稱呼之。

生態習性：初級淡水魚。喜好棲息於河川中上游水質冷而清澈的水域，對環境的適應力甚至可超過冷水性鱒魚。喜歡藏身於深潭或石縫間。以附著於石頭上的藻類為主食，透過下頷啄食藻類的痕跡(食痕)十分獨特，可以作為觀察物種的一大線索，但其食性中除了藻類也會捕抓小型無脊椎動物。

分布：廣泛分布於臺灣各地河川之中、上游及其支流皆有分布，是臺灣分布最為廣泛的魚類之一。

本區分布：在調查範圍內，在砂卡礑溪整個流域都可見到，以往數量十分豐富，特別是在攔水壩以上的上游三間屋河段，但近年來數量有大幅減少的狀況。

人為利用：為臺灣河川釣魚目標及食用種類之一。料理方式多樣，鹽烤、紅燒皆可，大型魚則以清蒸處理居多，亦可見人工飼養殖專門作為食用。



中文名：粗首馬口鱮

英文名：Taiwan chub; Taiwan freshwater minnow; Thickhead chub

學名：*Opsariichthys pachycephalus* (Günther 1868)

目名：鯉形目、Order Cypriniformes

科名：鯉科、Family Cyprinidae

俗稱：紅貓(通常指雄魚性成熟個體)或溪哥仔

辨識特徵：屬中型魚，體長5~18公分。繁殖期時體背側灰綠色，體側及腹側銀白。雄魚體側的有12~15條具藍綠色光澤之橫帶，幼魚及雌魚不顯。雄魚背鰭及臀鰭鰭條具黑色條紋，繁殖期成熟時臀鰭明顯延長，頭部下部呈橘紅色，胸鰭及腹鰭呈橘紅色到淺黃色，紅貓之名與前述這些性徵表現有關；雌魚皆偏灰白色，雄魚有追星出現。是釣客最為熟悉也最受歡迎的溪流魚類之一。

生態習性：初級淡水魚。通常棲息於河川的中、下游及溝渠中水流較緩的潭區或淺灘。幼魚雜食，包含藻類、水生昆蟲及有機碎屑都會食用；成魚則偏肉食，改以水蟲、小魚蝦等為食。繁殖季節時，易見於雄魚在緩流淺灘處爭奪領域或是追逐雌魚等求偶行為。

分布：臺灣特有種，但原始資料僅分布在臺灣北部、西部的溪流中。東部為後來疑似因人為放流而入侵各水系，可視為是原生入侵種，目前是全臺灣各地都十分普遍常見的魚類。

本區分布：在本計畫區域範圍內，可見於砂卡礑溪下游區域，但數量不多。

人為利用：為臺灣河川主要釣魚及食用種類之一，通常油炸或紅燒處理。



中文名：臺灣鬚鱨(臺灣馬口魚)

英文名：Lake Candidius dace; Formosan stripe dace

學名：*Candidia barbata* (Regan 1908)

目名：鯉形目 Order Cypriniformes

科名：鯉科 Family Cyprinidae

俗名：山鱧仔、一枝花

辨識特徵：最大體長可達20公分。體側中央具一條藍黑色縱帶是最大且明顯的外觀特徵，也是其俗名的主要依據，成熟雄魚具追星，背鰭、胸鰭、腹鰭會明顯偏橘紅色；雌魚則體色較淡。

生態習性：屬初級淡水魚，棲息於河川中上游及支流，喜低溫且清澈的水域。一般認為十分貪食，會成群地聚集在溪流緩流處，雜食偏肉食性，活潑善於跳躍，晨昏有時可見躍出至空中覓食。

分布：臺灣的特有種，普遍分布於西部各河川及恆春半島西側的小溪流中，東部疑似因人為放流而入侵各水系，可視為是原生入侵物種。

本區分布：可見於砂卡礑溪中下游區域(匯流點至五間屋間)，但數量不多。

人為利用：為臺灣河川主要釣魚及食用種類之一，通常油炸或紅燒處理。亦屬於容易飼養的觀賞種類。



中文名：大吻鰕虎

英文名：Giant goby

學名：*Rhinogobius gigas* (Aonuma and Chen 1996)

目名：鱸形目 Order Perciformes

科名：鰕虎科 Family Gobiidae

俗名：狗甘仔

辨識特徵：是臺灣吻鰕虎中體型最大的一種，雄魚全長可達10公分左右。頭部圓筒形，鰓蓋及頰部有許多紅色或紅褐色斑點，體側有6-7條黑褐色垂直橫帶。第一背鰭褐色，第二背鰭呈淡黃色。

生態習性：主要棲息於溪流中、下游。肉食性，以小型水中生物為食。兩側洄游型態生活史，成魚產卵時將卵附著於石頭底下，孵化後隨河水飄至海洋，長成之仔稚魚約花約一個月左右再進入河口。上溯能力強，可上溯至離河口70多公里以上的河川。

分布：臺灣的特有種，分布於臺灣北部及東部，以花東數量最多，是當地溪流的優勢底棲魚種之一。

本區分布：砂卡礑河流域沿線皆可見到，中下游區域數量相對最多。

人為利用：幼魚常與日本瓢鰭鰕虎幼魚一起上溯，只是數量相對較少，但仍會被當地民眾捕獲，成為原住民俗稱為「vulau」的組成其中之一，被原民文化視為是傳統漁獵及食物來源之一。



中文名：日本瓢鰭鰕虎(日本禿頭鯊)

英文名：Goby

學名：*Sicyopterus japonicas* (Tanaka 1909)

目名：鱸形目、Order Perciformes

科名：鰕虎科、Family Gobiidae

俗稱：和尚魚、烏老

辨識特徵：頭部裸露不具鱗片，是其最明顯特徵，以往因此被稱為「日本禿頭鯊」。雄魚第一背鰭鰭棘延長，明顯長於雌魚。此魚腹鰭已特化成吸盤，加上取食的口器，可抵抗急湍水流。體色呈褐色或綠褐色。體被有約10條左右的橫紋，但體色明顯有個體差異。最大體長可達15公分。

生態習性：食性以水中附著藻類為主，可視為純藻食性物種、但仍有報告提及食性也包含水生昆蟲與有機碎屑等。典型的兩域洄游型淡水魚類。棲息於清澈溪流中下游的卵、礫石底質河段，成魚產卵時會將卵附著於石頭底下，孵化後隨河水飄至海洋，長成之仔稚魚約花163日再回到河口。上溯能力極強，可上溯至離河口80多公里以上的河川。

分布：分布於臺灣本島的各處溪流水域，但西部數量較少。

本區分布：在砂卡礑溪的分布遍及上、中、下游，攔水壩或天然瀑布落差並未造成其阻礙，仍可往上游上溯，是分布最為廣泛且數量也最優勢的種類。

人為利用：日本瓢鰭鰕虎的幼魚以往被東部原住民稱為「vulau」，並且會被當地居民以陷阱或是特製的三角網具方式經常性捕食，在原民文化上被視為是傳統漁獵的一環，但近年來因為商業販售及捕抓壓力，市面上可見以「紅頭魩仔魚」，可能也對族群造成一定程度的影響。





中文名：黑頭阿胡鰕虎(曙首厚唇鯊)

英文名：Largesnout goby

學名：*Awaous melanocephalus* (Bleeker 1849)

目名：鱸形目 Order Perciformes

科名：鰕虎科 Family Gobiidae

俗名：狗甘仔

辨識特徵：頭部圓形，外觀因上頷較下頷略長，會顯得突起，體呈灰白色，體背散布8-10個黑褐色雲狀斑塊。背鰭、尾鰭具橫紋。屬於中大型的鰕虎，體長可長至15公分以上。

生態習性：棲息於河口半淡鹹水至中下游的淡水域中，也是屬於兩側洄游底棲性魚種，性喜停棲在潭底，但仍會溯游在瀨區。肉食性，以小型魚類及底棲無脊椎生物為食物來源。

分布：分布遍及亞洲與大洋洲海域中的島嶼或大陸，臺灣則可見於各地未受嚴重汙染的溪流下游區及河口區。

本區分布：本計畫僅在砂卡礑河流域下游(匯流點)處發現，數量不多。

人為利用：並未有明確的人為利用，但洄游時會與其他鰕虎一起上溯，因此也可能與其他主要被捕抓食用的鰕虎混獲在一起。



中文名：褐塘鱧

英文名：Brown gudgeon; Brown sleeper; Dusky sleeper; Freshwater gudgeon

學名：*Eleotris fusca* (Forster 1801)

目名：鱸形目 Order Perciformes

科名：塘鱧科 Family Eleotridae

俗名：黑咕嚕、竹殼仔

辨識特徵：體前半部呈現圓筒形，後部則側扁。頭大，約佔體長1/3，眼眶具明顯黑斑，眼下可見4條斜紋。體呈褐色或黃棕色，體側有不明顯黑色條紋，體背有白色斑塊，但有時會消失。最大體長可達26公分。

生態習性：主要棲息於河口或河流下游區域，屬兩側洄游的底棲性魚類，白天多躲藏於石縫、岸邊水生植物或掩蔽物附近，多為晚上活動。體色可隨外在環境變化，便於隱匿。肉食性，以伏擊方式捕食小型魚類或底棲生物為食。

分布：分布遍及印度至西太平洋區海域，臺灣則在未受污染的溪流中下游及河口範圍都可能發見。

本區分布：本計畫僅在砂卡礑溪流下游(匯流點)處發現。

人為利用：並未有明確的人為利用，但洄游時會與其他鰕虎一起上溯，因此也可能與其他主要被捕抓食用的鰕虎混獲在一起。



中文名：溪鱧

英文名：Loach goby

學名：*Rhyacichthys aspro* (Valenciennes 1837)

目名：鱸形目 Order Perciformes

科名：溪鱧科 Family Rhyacichthyidae

俗名：石貼仔

辨識特徵：體延長但頭部扁而碩大，約佔體長1/4。腹鰭分離但與碩大的胸鰭可以疊合成一吸盤，外觀乍看會以為是爬岩鰍種類，尾鰭基部有黑點可作為辨識特徵。

生態習性：兩側洄游生活史的神秘物種，僅知道活動範圍除了河口或下游區外，也可溯到河川中游。成魚體型可達20公分以上，屬於大型鰍虎，警覺性高，通常在大石頭上活動，以刮食石頭上之藻類為生。

分布：廣泛分布於亞洲與大洋洲，臺灣各地均有發現紀錄，但仍以東部及東南部數量相對較多。

本區分布：在砂卡礑河流域下游(匯流點)處有發現紀錄，數量不多。

人為利用：無。



中文名：鰱

英文名：Sea mullet; River mullet; Springer; Striped mullet; Common grey mullet

學名：*Mugil cephalus* (Linnaeus 1758)

目名：鰱形目 Order Mugiliformes

科名：鰱科 Family Mugilidae

俗名：信魚、正烏、烏魚

辨識特徵：體延長呈紡錘形，頭部圓形而後部側扁，背無隆脊。體呈銀白色，體背為橄欖綠色，體側有6或7條暗褐色帶。眼眶上緣金黃色，胸鰭基部具一個藍黑色斑點。在海洋的最大個體體長可達100公分，但河川中常見的體型約在20公分左右。

生態習性：是臺灣最廣為人知的魚類之一，因為臺灣在每年冬至過後，會有大量烏魚洄游南下產卵，而經過臺灣海峽。本種屬廣溫性魚類，從水溫8-24°C的海域均見，生活史多樣，包含有海水型、半鹹淡水型之外，也有淡水型的生活史，主要棲息環境為沿岸沙泥底水域，但也有發現上溯至河川中距離河口20公里遠的地點棲息者。以浮游動物、底棲生物及有機碎屑與微藻為食。

分布：廣泛分布於全世界各溫、熱帶海域的沿岸及海洋，臺灣四周海域、河口及河中均可發現。

本區分布：在砂卡礑河流域下游(匯流點)及立霧溪河口附近皆有發現。

人為利用：洄游型的烏魚每年冬季是臺灣的主要捕撈漁期，屬高經濟價值魚種，母魚魚卵通常乾製為烏魚子，價格昂貴，俗稱「烏金」。也有人為養殖產業。



中文名：黑邊湯鯉

英文名：Orange-finned flagtail; Spotted flagtail; Aholehole; Dark-margined flagtail

學名：*Kuhlia marginata* (Cuvier 1829)

目名：鱸形目 Order Perciformes

科名：湯鯉科 Family Kuhliidae

俗名：紅尾冬、湯鯉

辨識特徵：身體側扁呈紡錘形，口裂相對較小。體呈銀白帶黃褐色，腹部銀白色。體側上半部及背部散佈有不規則的暗褐色斑點，尤其以幼魚較明顯。尾鰭邊緣為紅色，末端黑色，為最大特徵。最大體長約18公分左右。

生態習性：主要棲息於熱帶沿岸水域，為群游性魚種，由潮池到幾公尺深之淺水域，亦喜好棲息於河口區的汽水域，甚至是河川中、下游流域；幼魚則常出現於潮池。一般在夜間覓食，掠食性極強，以小魚、甲殼類、浮游生物為食。

分布：分布於印度至太平洋區，臺灣則在各地河口及溪流區域內都可見到。

本區分布：砂卡礑溪僅在匯流點附近可見兩種湯鯉共域。

人為利用：近海漁業目標種類，是食用魚類之一，合適煮湯。也有人撈捕或水族蓄養作為觀賞用途。



中文名：大口湯鯉

英文名：Rock flagtail

學名：*Kuhlia rupestris* (Lacepède 1802)

目名：鱸形目、Order Perciformes

科名：湯鯉科、Family Kuhliidae

俗稱：烏尾冬仔、大嘴烏尾冬仔

辨識特徵：大型魚，體型可至45公分，身體側扁呈紡錐形，頭中大。體被中大型櫛鱗，體側上半部呈現黃綠帶銀色光澤，下半部則為銀白色；成魚體側的每一鱗片均具黑褐色緣。各鰭淡黃色；尾鰭上下葉各有1大型黑色斑點，是最明顯的特徵。並與另外一種也俗稱烏尾冬或紅尾冬的黑邊湯鯉 (*Kuhlia marginata*) 尾鰭的連續型黑線有明顯區隔。

生態習性：食性廣泛，以水蟲或魚蝦蟹為食，被認為是貪吃的魚類。一般認為棲息在河口的汽水域(半淡鹹水)環境為主，但會溯入河川之中，並可上溯至離河口10多公里之處，也有可能。

分布：世界性分布魚類，廣泛分布於印度-太平洋區海域，在太平洋一側北自日本南部，南至澳洲皆可見到。臺灣主要分布在各地河川中下游、東部較為常見，甚至蘭嶼亦有分布。

本區分布：太魯閣境內的砂卡礑溪在匯流點附近可見兩種湯鯉共域。

人為利用：近海漁業目標種類，是食用魚類之一，合適煮湯。因體型碩大，鱗片顯眼，可見有人撈捕或水族蓄養作為觀賞用途。亦是路亞釣魚的目標魚種之一。



照片中同時包含大口湯鯉(左中與後)與黑邊湯鯉(右前)兩種，可作為對照比較

中文名：格紋中鋸鰱

英文名：Tapiroid grunter

學名：*Mesopristes cancellatus* (Cuvier 1829)

目名：鱸形目 Order Perciformes

科名：鰱科 Family Terapontidae

俗名：斑吾、雞仔魚、格紋島鰱、格紋雞魚

辨識特徵：體側扁。口裂大而明顯。身上黑白色調明顯，包含眼後及鰓蓋的弧紋，側線附近的細長黑色縱帶，上方的橫帶及其下方3條的黑色縱帶。不易辨識錯誤，但隨著體型成長，黑色縱帶有些會逐漸消失。最大體長約23公分左右。

生態習性：主要棲息於沿海、河川下游及河口區。游泳能力佳，偏肉食性，主要以小型水生昆蟲及底棲的無脊椎動物為食。

分布：分布於中-西太平洋區，臺灣分布主要分布於西南部沿岸、河口與河川中，東部或其他地方也偶見。

本區分布：在砂卡礑河流域僅在下游(匯流點)處發現。

人為利用：為偶見之漁獲魚種。



中文名：臺灣扁絨螯蟹

英文名：Taiwan mitten crab

學名：*Platyriocheir formosa* (Chan *et al.* 1995)

目名：十足目、Order Decapoda

科名：弓蟹科、Family Varunidae

俗稱：青毛蟹

辨識特徵：是臺灣特有屬種的毛蟹種類，體色青綠，頭胸甲相較其他毛蟹顯得扁平，外觀呈近圓形，甲面光滑有凹痕，額緣平直，螯足掌部只外側密生絨毛，可與另外一種合浦絨螯蟹 (*Eriocheir hepuensis*) 區分。

生態習性：食性以水中附著藻類為主。洄游季節在每年春夏之際，幼體在海邊成長至大眼幼體後會溯河而上。

分布：主要分布在臺灣東部河川，西部僅在屏東部分溪流可見，砂卡礑溪的數量以往頗豐，但近年來數量有減少的狀況。

人為利用：臺灣扁絨螯蟹長期為人所利用，以宜蘭南澳就是以「南澳毛蟹」聞名於臺灣。但近年來可能因為天災與人為捕獵影響，導致整體數量減少。



中文名：字紋弓蟹

英文名：Cancer litterata; Varuna tomentosa

學名：Varuna litterata (Fabricius 1798)

目名：十足目 Order Decapoda

科名：方蟹科 Family Grapsidae

辨識特徵：頭胸甲扁平，具有兩個前側齒。左右螯大小相近，步足指節較扁平。大致呈紅棕色，適合游泳，小個體則可見黃褐相間的斑駁花紋。

生態習性：兩側洄游生活史，生活在河川下游，雨季來臨時會配合隨洪水進入海裡繁殖，大眼幼蟲時期會大量而成群的溯溪而上，頗為壯觀。

分布：棲息於石質或泥質河川下游為主。全省各大小河川均可發現。

本區分布：本計畫僅在立霧溪的河口處偶爾發現，但數量並不算多。

人為利用：無。



中文名：澤蟹(Genus *Geothelphusa*)

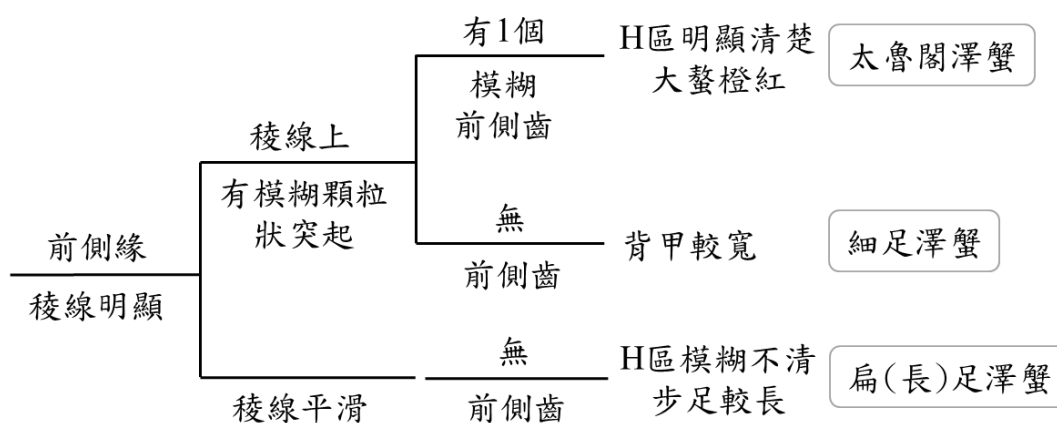
英文名：freshwater crab

目名：十足目 Order Decapoda

科名：溪蟹科 Family Potamidae

俗稱：淡水蟹、屎蟹

太魯閣地區可以紀錄到的澤蟹應該有三種，分別是太魯閣澤蟹(*Geothelphusa taroko* Shy, Ng & Yu, 1994)、扁足澤蟹(*Geothelphusa dolichopodes* Shy, Ng & Yu, 1994)及細足澤蟹(*Geothelphusa gracilipes* Shy, Ng & Yu, 1994)，本計畫中確認有紀錄到的種類為太魯閣澤蟹及扁足澤蟹，但因為澤蟹的外觀特徵不多，如果不是採集到成熟個體的話，分類上很容易誤判或無法辨識，加上這些物種的生態資訊都不多，因此僅針對屬層級進行說明。至於以往文獻中以及本計畫調查初期曾經有紀錄到的灰甲澤蟹(*Geothelphusa cinerea*, Shy, Ng & Yu, 1994)，依據最新調查並未分布到東部區域，因此在此節中不做敘述。



複合群—南澳/細足/扁足澤蟹

太魯閣澤蟹 *Geothelphusa taroko* (Shy 1994)

辨識特徵：頭胸甲微隆起，略呈橢圓形。右螯較大。頭胸甲呈橙紅色，螯足為橙黃色，步足有棕色細斑。背甲的H區通常可見。

生態習性：棲息於山澗水溝、山壁或溪流中之石塊下。

分布：臺灣特有種。棲息海拔約為850公尺以下，已知分布侷限在花蓮縣境內。

本區分布：在砂卡礑溪流中、上游處可發現。

人為利用：無。

中文名：扁足澤蟹 *Geothelphusa dolichopodes* (Shy 1994)

辨識特徵：頭胸甲略微隆起。頭胸甲及螯足為紅棕色，後半部及步足為淡棕色。

生態習性：棲息於溪流中的石塊下。

分布：臺灣特有種。棲息在海拔約500公尺的溪流中，分布可能侷限在花蓮縣境內。

本區分布：在砂卡礑溪中游流域可發現，但狀況不明，可能與太魯閣澤蟹有共域的狀況。

人為利用：無。



中文名：大和沼蝦

英文名：freshwater prawn

學名：*Macrobrachium japonicum* (De Haan 1849)

目名：十足目 Order Decapoda

科名：長臂蝦科 Family Palaemonidae

俗名：溪蝦

辨識特徵：頭胸甲光滑。額角短。第二步足左右對稱且強壯。體色呈棕色至深棕色，頭胸甲側面具縱列不規則細斑點，部分斑點連成縱線。

生態習性：兩側洄游生活史，通常棲息於底質為石塊之中、上游等水流湍急水域，河川下游亦偶有發現。

分布：臺灣產於河川下游或河口未受污染之河川全域。

本區分布：砂卡礑溪全部流域皆有分布。

人為利用：無。



中文名：寬掌沼蝦

英文名：freshwater prawn

學名：*Macrobrachium lepidactyloides* (De Man 1892)

目名：十足目 Order Decapoda

科名：長臂蝦科 Family Palaemonidae

俗名：溪蝦

辨識特徵：頭胸甲光滑。第二步足左右型態及大小均不對稱，一般右鉗較大，甚為寬扁且粗糙。體色呈棕色至墨綠色，

生態習性：棲息於水流湍急石底的河川中、下游水域。

分布：臺灣東北部及東部地區。

本區分布：在砂卡礑溪主要出現在中、下游河段。

人為利用：無。



中文名：粗糙沼蝦

英文名：freshwater prawn

學名：*Macrobrachium asperulum* (Von Martens 1868)

目名：十足目 Order Decapoda

科名：長臂蝦科 Family Palaemonidae

俗名：黑殼蝦、溪蝦

辨識特徵：成熟個體的頭胸甲粗糙，尤以雄性個體為明顯。額角短，上緣略微凸起。成體體色呈深棕色至墨綠色。第二步足左右對稱，掌部與動指相接處為橙紅色是其最容易與其他沼蝦種類區別的特徵。

生態習性：喜歡棲息在河川中、下游，有石塊的底部棲息，夜行性。

分布：臺灣為粗糙沼蝦世界分布的南限，是廣泛分布在臺灣西部各河川，東部則非原生分布區域，是透過人為引入放流的原生入侵物種。

本區分布：以往並未分布在立霧溪與砂卡礑溪水系中，並非原生地。近年來才被發現，可能是人為放流而來，族群仍侷限在砂卡礑溪中游，但有逐漸擴張的趨勢。

人為利用：因為多產，在原地的西部是主要被食用的淡水蝦類之一，通常都以油炸方式食用。也有人飼養做水族觀賞之用。



中文名：細額沼蝦

英文名：freshwater prawn

學名：*Macrobrachium gracilirostre* (Miers 1875)

目名：十足目 Order Decapoda

科名：長臂蝦科 Family Palaemonidae

俗名：西瓜蝦、溪蝦

辨識特徵：頭胸甲光滑，額角細短。第二步足左右對稱。體色鮮麗，由較寬的紅棕色及較細的藍綠色縱紋組成，像西瓜的顏色，故俗名西瓜蝦。第三腹節背面有一淺褐色橫紋，第五至第六腹節背面有V形淺褐色斑紋。

生態習性：通常棲息於河川中、上游，水流湍急之石底。

分布：臺灣僅西部地區尚未發現。

本區分布：主要分布在砂卡礫河流域下游(匯流點)處。

人為利用：具水族觀賞價值，但因數量不多，尚未有人工繁殖或商業利用。



中文名：貪食沼蝦

英文名：freshwater prawn

學名：*Macrobrachium lar* (Fabricius 1798)

目名：十足目 Order Decapoda

科名：長臂蝦科 Family Palaemonidae

俗名：過山蝦、金神沼蝦、溪斑節

辨識特徵：頭胸甲光滑，額角前端上揚。大型個體加上螯長可達30公分以上，為臺灣體型最大的淡水蝦。第二步足左右對稱，各節均粗糙，鉗部具黃色斑。體色大致呈黃綠至黃棕色，腹節側面有橙色斑點。雌蝦第二步足有俏麗的花紋。

生態習性：通常棲息於水流湍急之石底河川中上游水域。體型比一般沼蝦大很多的貪食沼蝦，也擁有較強的爬行能力，甚至可以翻山越嶺，能夠在枯水期間，暫時離水遷移到較合適的區域，因此有「過山蝦」的名稱。

分布：臺灣除西部外皆有發現。

本區分布：砂卡礑河流域分布在下游(匯流點)。

人為利用：在東部有小規模撈捕食用的情況，可能造成對特定區域的族群壓力。



中文名：短腕沼蝦

英文名：freshwater prawn

學名：*Macrobrachium latimanus* (Von Martens 1868)

目名：十足目 Order Decapoda

科名：長臂蝦科 Family Palaemonidae

俗名：溪蝦

辨識特徵：頭胸甲光滑，額角甚短。第二步足強壯，左右大致對稱，均粗糙，腕節甚短，成前寬厚窄的三角錐形。體色呈淺棕色，無明顯斑紋，腹節側面具深色斑點。

生態習性：通常棲息於水流湍急之石底中、上游水域。

分布：臺灣產於東北部、東部及南部。

本區分布：本計畫僅在砂卡礑河流域中游(五間屋)處發現。

人為利用：無。



中文名：多齒米蝦

英文名：Takashi amano shrimp、Yamato shrimp

學名：*Caridina multidentata* (Stimpson 1860)

目名：十足目 Order Decapoda

科名：匙指蝦科 Family Atyidae

俗名：大和藻蝦、大和米蝦

辨識特徵：額角短，眼窩上緣呈山形隆起。尾柄末緣稍呈三角形，中央具一棘。體色通常為淡綠色至半透明。頭胸甲至腹節均散佈斷續的紅棕色縱紋。

分類訂正：舊稱大和米蝦(*C. japonica*)，後因Cai *et al.* (2006) 清查文獻後，認為是多齒米蝦 (*C. multidentata*) 的同種異名而訂正改為多齒米蝦

生態習性：性喜棲息於清澈溪流全域的石塊下及落葉堆中。

分布：全球分布在臺灣與日本(琉球群島)的河川之中，臺灣則產於北部、東北部及東部之溪流。

本區分布：本區在砂卡礑溪各河段均可發現，以往數量頗為豐富，但近年來主流可以發現到的數量不多。

人為利用：具水族觀賞及利用價值，是臺灣水族貿易出口的重要物種之一，近年來有被大量採集的狀況，可能已經影響到野外族群的狀態。已有人工繁殖技術及商業養殖。



第四章 計畫期程與進度

本計畫依照預定進度執行，目前已經提送細部工作計畫書，並且審查通過。本次為提送第五次報告書。進度甘梯圖如表 4-1 所示。

表 4-1：進度甘梯圖 (Gantt Chart)，執行期間為簽約日起(108 年 4 月 22 日)至民國 109 年 12 月 31 日止

工作項目	%	108 年												109 年											
		3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月		
行政準備與工作計畫書	5	■	■																						
資料收集與文獻整理	9	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
野外調查工作	23	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
撰寫報告與修改	10			■	■	■	■			■	■			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
資料處理	25	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
實驗室分析統計	25	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
期中工作審查會	3			■	■					■	■			■	■					■	■				
期末審查會	3																					■	■		
累計進度(%)	100	3	8	14	25	28	31	35	38	43	50	51	56	62	66	71	75	79	83	87	90	97	100		

第五章 結論與建議

本研究迄今已經完成監測性質 13 次(8 個測站)及測試性質 1 次(1 個測站)的調查工作，以及分析工作，重要成果摘要如下：

(1) 全流域共計調查發現到魚類 8 科 15 種，淡水蝦 2 科 9 種以及蟹類 2 科 5 種。其中未調查到保育類野生動物，特有種類則包含臺灣石鱸、粗首馬口鱲、臺灣鬚鱲、大吻鰕虎、臺灣扁絨螯蟹、太魯閣澤蟹、扁足澤蟹與灰甲澤蟹 8 種。但臺灣石鱸、粗首馬口鱲、臺灣鬚鱲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，蝦蟹類為主等底棲生物為優勢的溪流生態系統。

(2) 比較文獻，本計畫較 10 年前的調查結果新增加 2 種外來物種，一種是臺灣鬚鱲，另一種是粗糙沼蝦，皆屬於原生入侵物種。臺灣鬚鱲僅零星出現在砂卡礑溪中游，粗糙沼蝦則分布在砂卡礑溪中游兩個測站，並呈現擴張趨勢。

(3) 砂卡礑溪分布廣泛的物種包含有日本瓢鰕鰕虎、臺灣石鱸與大和沼蝦，分布遍及整個流域上下游。整個流域中數量最為優勢的是日本瓢鰕鰕虎，其次是臺灣石鱸。蝦蟹類數量最為優勢的則是大和沼蝦。物種數與物種歧異度(Shannon – Wiener index) 以中下游的匯流點與五間屋測站最高。

(4) 「電氣法」、「蝦籠陷阱法」及「浮潛法」三種調查方法的比較顯示，電氣法可發現物種最多，三種方法可發現物種的組成差異頗大，各方法都有其有利偵測到的物種。

(5) 以 iNEXT 分析努力量與物種累積趨勢，結果為：(a)不同類群的比較：以物種涵蓋率 95% 為基準，魚類所需調查次數比蝦蟹類少。(b)不同方法的比較：調查效率高低的依序為浮潛法、電氣法及蝦籠法；但估計可紀錄物種數排序則為電氣法最高，其次是浮潛法，但對魚類種數的估計值差異不大，之後則為蝦籠法。(c)不同測站的比較：以物種涵蓋率 95% 為基準，匯流點和 2.8K 測站相對於上游測站的調查次數較少。(d)豐枯水期的比較：魚類在枯水期的調查效率較好，較少的調查次數，即可發現到較多物種，蝦蟹類則反之。

(6) 分析太魯閣國家公園管理處針對蝦蟹類的自行研究資料後，其資料可以提供作為本地物種多樣性變動、入侵物種的發現回報及溪流生物生活史的分析之用，顯示長期監測資料累積所能呈現的生物資訊十分重要。

(7) 針對本區入侵物種的防治，建議可從加強宣導教育，提高管制以及建立即時性的監測回報系統著手。對於入侵物種移除，則需先評估其必要性，以及擬定移除計畫與目標，並建議可從族群數量稀少的種類與主要分布地點進行先期測試。

(8) 針對本區溪流生物現況評估後，發現此區的臺灣白甲魚有數量減少與分布減少的狀況，但與其他生物比較則無相同的狀況，歸納與比較之後顯示白甲魚的減少可能與人為活動較有關連性，由於白甲魚在上游河段的族群仍呈現穩定，加以本區遺傳特殊性，建議此部分應先以管理處及社區共同進行保育行動方式，不建議直接進行放流復育工作。

(9) 本計畫依據調查成果及分析，提出兩種針對砂卡礑溪的監測方案，方案中包含監測型式、方法、測站、頻度及參與人員等的說明。建議未來可透過召集志工或在地社區居民參與，結合調查訓練及解說教育，並引入適合的網路應用工具及公民參與式機制，發展本區水域生物長期監測系統，並建立入侵種預警回報機制。

主要建議事項分述如下：

建議一 建立砂卡礑溪監測與入侵種預警系統

立即可行建議

主辦機關：太魯閣國家公園管理處

協辦機關：無

本計畫依據調查成果及分析，已提出兩種針對砂卡礑溪的監測方案，管理處可評估後，依據其目的選擇或是同時執行方案。透過方案執行可以獲得本區水域生物現況、長期趨勢並建立預警機制。

建議二 志工及當地居民參與監測調查及入侵種移除

立即可行建議

主辦機關：太魯閣國家公園管理處

協辦機關：無

本工作計畫執行中並無志工或社區居民參與機會，但以往管理處自辦研究曾有志工長期協助調查的經驗，如果可以透過培力訓練，使其建立安全作業準則，並引入合適的記錄工具，應該可以讓並非生態專長的志工與當地居民參與生態調查工作之中，也可以建立解說資源。初期可以透過與學術單位合作與輔導方式建立，未來則可視情況逐步讓志工自行操作，所取得的資料則可透過資料公開或是與生態專業團隊合作後進行分析。

建議三 試辦移除入侵種

立即可行建議與中長期建議

主辦機關：太魯閣國家公園管理處

協辦機關：無

本計畫並無特定移除入侵物種，但因為調查中有發現新近發現的粗糙沼蝦族群數量仍少，且分布仍尚未完全擴及上下游區間，因此或許可以將此物種作為測試本區入侵物種移除的測試，建議透過實際捕抓及移除數量的計算，並搭配調查的結果來做確認，並滾動調整其完全移除所需努力量。並作為未來其他入侵物種移除工作的參考。

建議四 檢討攔水壩生態廊道問題

中長期建議

主辦機關：太魯閣國家公園管理處

協辦機關：台灣電力公司

砂卡礑溪中游的攔水壩為本區重要的生態議題之一，本計畫雖無針對此攔水壩進行系統性的分析與比較，但計畫審查期中各委員皆認為其生態廊道的暢通與否對該區水域生物至為重要。因此也建議管理處可尋找主管的臺灣電力公司，探討建立生態廊道的可行性，並且應納入入侵物種與原生物種分布的考量，避免入侵物種也透過廊道上溯擴展分布範圍。此措施推動不易，但如果可以促成，將對本區環境教育解說及國家公園保育形象，和台電公司企業形象都十分有幫助。

參考文獻

- 呂光洋。1984。太魯閣國家公園動物生態資源調查報告。內政部營建署，45 頁。
- 李玲玲、李筠筠、王立言、李亞夫。1988。太魯閣國家公園砂卡礑溪哺乳動物資源調查，20 頁。
- 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。
- 林弘都、黃生。1999。臺灣地區臺灣鏟頰魚族群遺傳結構之研究。師大生物學報 34(1)：81-93。
- 林政道。2018。iNaturalist 的使用介紹及其應用（上）。環境資訊電子報 2018-12-02 <https://e-info.org.tw/node/215237>。
- 林曜松、蘇霸靄、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。內政部營建署太魯閣國家公園管理處，56 頁。
- 林曜松、蘇霸靄、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。內政部營建署太魯閣國家公園管理處，98 頁。
- 施志昫。1994。臺灣淡水蝦、蟹類之分類、分布及幼苗變態研究。國立臺灣海洋大學漁業科學研究所博士論文，207 頁。
- 張瑞津。2000。立霧河流域人工壩堤對地形、地質、地理景觀之影響。內政部營建署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河流域蝦蟹相調查。內政部營建署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臺灣絨螯蟹之生殖生物學研究，國立臺灣海洋大學漁業科學研究所碩士論文，54 頁。
- 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。1992。太魯閣國家公園區域內溪流動物之研究。內政部營建署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。內政部營建署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。臺灣省特有生物研究中心，63 頁。
- 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。內政部營建署太魯閣國家公園管理處，55 頁，花蓮。

- 曾晴賢、楊正雄。2008。砂卡礑溪水域生態復育影響因子調查監測計畫。內政部營建署太魯閣國家公園管理處，64 頁。
- 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。內政部營建署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。內政部營建署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。內政部營建署太魯閣國家公園管理處，36 頁。
- 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。內政部營建署太魯閣國家公園管理處（合作研究案），62 頁。
- 潘建中。1995。連續性防砂壩之水理特性研究。臺灣大學農業工程學研究所碩士論文，68 頁。
- 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。
- 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.
- Cai, Y., P. K. L. Ng, S. Shokita, and K. Satake. 2006. On the species of Japanese atyid shrimps(Decapoda: Caridea) described by William Stimpson (1860). *Journal of CrustaceanBiology* 26(3):392-419
- Chao, A., Gotelli, N. J., Hsieh, T. C., Sander, E. L., Ma, K. H., Colwell, R. K., and Ellison, A. M. 2014. Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: a framework for sampling and estimation in species diversity studies. *Ecological monographs*, 84(1):45-67.
- Contreras, B. S. and Escalante C. M. A., 1984, Distribution and known impacts of exotic fishes in Mexico. *Distribution, biology and management of exotic fishes*. Johns Hopkins University Press, London. PP 102-130.
- Forney, J. L. 1971. Development of dominant year classes in a yellow perch population. *Transactions of the American Fisheries Society*, 100(4):739-749.
- Jhingram, A. G., 1991, Introduction of exotic fish species: Indian experience. Abstract of 17th Pacific Science Congress, Hawaii, 62.
- Lubejko, M. V., Whitley, G. W., Coulter, A. A., Brey, M. K., Oliver, D. C., and Garvey, J. E. 2017. Evaluating upstream passage and timing of approach by adult bigheaded carps at a gated dam on the Illinois River. *River Research and Applications*, 33(8):1268-1278.
- 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.

- Tarkan, A. S., Marr, S. M., and Ekmekçi, F. G. 2015. Non-native and translocated freshwater fish species in Turkey. *FiSHMED Fishes in Mediterranean Environments*, 3, 28.
- Shy, J. Y., P. K. L. Ng, and H. P. Yu. 1994. Crabs of the genus *Geothelphusa* Stimpson, 1859 (Decapoda: Brachyura: Potamidae) from Taiwan, with description of 25 new species. *The Raffles Bulletin of Zoology* 42:781-846.

附錄一 電氣法申請核准公文

電氣法使用許可公文 (1)：109 年農委會漁業署

正本

檔 號：
保存年限：

行政院農業委員會 函

地址：100臺北市南海路37號
承辦人：陳恩祥
電話：(02)23835817
傳真：(02)23327536
電子信箱：sihhua@msl.f.a.gov.tw

552
南投縣集集鎮民生東路1號

受文者：本會特有生物研究保育中心

樓

發文日期：中華民國108年1月21日
發文字號：農投漁字第1081250801號
速別：普通件
密等及解密條件或保密期限：
附件：如說明二

特生中心 108/1/22

1083600551

主旨：貴中心為執行本會「受脅淡水魚分布預測模式的保育應用研究」國土綠網計畫，申請使用電氣法進行生態調查案，同意依說明辦理，請查照。

說明：

- 一、依據本會漁業署案陳貴中心108年1月14日農特樓字第1083600327號函辦理。
- 二、同意貴中心楊○雄等27位研究人員，自發文日起至108年12月31日止，於全國(含離島)主要河川主、支流河段及其鄰近水庫湖泊等水域，以電氣法進行生態調查，其調查地點、採樣方法、電魚設備規格及調查人員名冊如附件。
- 三、貴中心研究人員進行調查研究時，對於被採樣之生物，原則請速就地放回；另應遵守野生動物保育法第18條及野生動物保育法施行細則第20條、第21條之規定，若採集時發現有保育類野生動物，應原地釋放，不得攜回；倘被採樣非為保育類生物，原則於採樣取得資料後，請速就地放回。另於調查時，應攜帶本函影本及身分證明文件，倘涉及說明四之情形，亦同。
- 四、倘採集行為涉及漁業法、野生動物保育法、文化資產保存法、國家公園法或發展觀光條例等相關規定，請貴中心應於採集

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：藍智鴻

電話：03-8621100分機702

傳真：03-8621435

電子郵件：chihhung@taroko.gov.tw

受文者：行政院農業委員會特有生物研究保育中心



發文日期：中華民國108年5月29日

發文字號：太保字第1080002615號

速別：普通件

密等及解密條件或保密期限：

附件：

主旨：貴中心楊助理研究員為執行貴中心國土線網計畫「受脅淡水魚分布預測模式的保育應用研究」及本處「太魯閣砂卡礑溪流生物監測系統建立與專書」計畫，需進入本園區進行採集非保育類淡水生物，本處原則同意，核發採集許可證8枚，請查照。

說明：

- 一、復貴中心108年5月7日農特棲字第1083602603號函及依據108年5月27日第201905270022號網路申請書辦理。
- 二、惠請於研究完成後，將所採集標本之名錄、資源調查採集定位資料及研究成果報告擲送本處，並將調查資料上傳登錄「國家公園生物多樣性資料庫與知識平台」（系統網址：<http://npgis.cpami.gov.tw/private/>），俾利自然資源與生態資料庫之建置及提供其他學術單位參考，並作為爾後核發採集證之依據。
- 三、本案工作人員進行調查研究時，請隨身攜帶本函影本及身分證明文件俾供查核。若遇有民眾質疑，請務必詳細說明，出示本證件，並

第1頁，共2頁



檔 號：
保存年限：

抄本

行政院農業委員會特有生物研究保育中心 函

地址：55244南投縣集集鎮民生東路1號
承辦人：楊正雄
電話：(049)2761331
傳真：(049)2761801
電子信箱：masayang@tesri.gov.tw

受文者：如行文單位

發文日期：中華民國109年1月31日
發文字號：農特棲字第1093600487號
類別：普通件

密等及解密條件或保密期限：

附件：附件1_調查計畫書與位置圖、附件2_執行人員名冊、附件3_2020_電魚公文許可

主旨：為執行本中心國土綠網計畫「受脅淡水魚分布預測模式及其
保育應用研究」與貴處委辦執行之「太魯閣砂卡礑溪流生物
監測系統建立與專書」計畫，擬向貴處申請執行魚類及棲地
研究調查，請同意惠復。

說明：

- 一、依據「國家公園法」第17條第2款規定及農業委員會109年1月20日農授漁字第1091248447號函辦理。
- 二、魚類調查方法以電氣法(已另案向行政院農業委員會取得許可)及網具法、籠具法、浮潛法。電氣法調查期間依照許可期限，預計自核准日起至109年12月31日止。
- 三、檢附計畫書(附件1)、執行人員名冊(附件2)及農業委員會函覆本中心申請電氣法採集許可公文(附件3)各1份。

正本：太魯閣國家公園管理處

副本：

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：藍智鴻

電話：03-8621100分機702

傳真：03-8621435

電子郵件：chihhung@taroko.gov.tw



受文者：行政院農業委員會特有生物研究保育中心

發文日期：中華民國109年2月12日

發文字號：太保字第1090000618號

類別：普通件

密等及解密條件或保密期限：

附件：

主旨：貴中心楊正雄助理研究員為執行國土綠網計畫「受脅淡水魚分布預測模式的保育應用研究」及本處「太魯閣砂卡礑溪留生物監測系統建立與專書」計畫，需進入本園區進行採集淡水溪流生物，本處原則同意，檢送採集許可證10枚，請查照。

說明：

- 一、復貴中心109年1月31日農特棲字第1093600487號函及依據109年2月4日20200204003號網路申請書辦理。
- 二、惠請於研究完成後，將所採集標本之名錄、資源調查採集定位資料及研究成果報告擲送本處，並將調查資料上傳登錄「國家公園生物多樣性資料庫與知識平台」（系統網址：<http://npgis.cpami.gov.tw/private/>），俾利自然資源與生態資料庫之建置及提供其他學術單位參考，並作為爾後核發採集證之依據。
- 三、本案工作人員進行調查研究時，請隨身攜帶本函影本及身分證明文件俾供查核。若遇有民眾質疑，請務必詳細說明，出示本證件，並

第1頁，共3頁



附錄二 歷次工作報告審查意見回覆

一、細部工作計畫書 (2019/05/28)

委員編號	意見	回覆
委員 A	<p>1.評選委員意見已納入本計畫細部工作計畫書。</p> <p>2.細部工作計畫書符合本處需求，惟有關立霧河流域雖有溪畔攔沙壩樣點，建議再增加溪畔上游 1 處樣點；有關預期工作成果請受託單位如期如實辦理。</p>	<p>1.04/12 評選意見已修正在工作計畫與報告中。</p> <p>2.溪畔上游測站位置釐清中。另電廠下游測站需申請，持續確認中。預期工作如實辦理中。</p>
委員 B	<p>1.細部工作計畫書中第 15~17 頁，著作及論文排列應再整理、依序排列。</p> <p>2.本案所提之電魚申請，是否已有核准？</p>	<p>1.遵照辦理。</p> <p>2.電魚申請已辦理並獲得許可(農委會/太管處)</p>
委員 C	<p>1.有關非本區域外來溪流物種對原生物種是否確實造成排擠效應，請依監測調查結果進行說明。</p> <p>2.請加強外來種喜好棲地類型、分布熱點監測並研擬因應對策。</p> <p>3.細部工作計畫符合本處需求。</p>	<p>1.物種消滅是否因排擠造成待調查結果比對解釋。</p> <p>2.目前規劃調查中包含外來物種分布、數量、族群結構。棲地部分將同步說明。因應對策將待調查結果比對說明。</p> <p>3.感謝委員。</p>

二、第二次工作報告 (2019/07/26)

委員編號	意見	回覆
曾晴賢委員	<p>1.由於計畫開展時程跟本次報告的時間間距太短，受託單位能夠達成目前的預定進度，殊屬不易，值得肯定。</p> <p>2.缺少第一次報告意見回覆表。</p> <p>3.部分照片或是公文書等解析度過低，建議替換之。</p> <p>4.由於本計畫主要目的在於建立溪流生物監測系統，因此在固定樣站的部分，要否考慮在砂卡礑溪攔水壩下設站，將可以了解其下游的生物是否可以洄游至此等問題。未來也應該建議太管處協調台電公司，在此攔水壩增設魚道。</p> <p>5.台電公司的砂卡礑溪攔水壩是否有排放基流量？其各旬水量多寡和排放的機制如何？可否請立霧電廠提供相關資料？</p> <p>6.生物量測的形質資料建議在後續報告中能夠做補充，同時做相關的分析，以了解本地區生物的成長曲線，和評估是否有其他漁獵壓力的參考。</p> <p>7.蝦籠的誘餌可嘗試使用坊間容易取得的狗飼料。</p> <p>8.水質監測因為採樣時間點的差異，有些數據較不容易做比較，因此表 3.2 的數據有些異常之處，如 5/14 所測得的河口水溫最低，原因為何？未來是否有必要增加幾個固定樣站的水溫記錄器，當作參考比對的依據？6/13 日沒有進行非固定樣站的水質測量？水質測量儀</p>	<p>1.感謝委員。</p> <p>2.已增補於本工作報告。</p> <p>3.已更換。</p> <p>4.因目前該區域已有太魯閣針對蝦蟹類進行長期監測數據，因此樣點除了參考以往研究調查外，也包含此部分。2.8K 仍屬攔水壩下方測站，應仍可看出趨勢。魚道增設部分，將再與主管單位研議。</p> <p>5.已取得台電公司取用砂卡礑溪流量資料，但並無基流量數據。但各月份取水量因發電需求而有不同。</p> <p>6.量測形質與成長曲線等資料將在未來討論族群結構時一併提供分析結果。</p> <p>7.感謝委員建議。</p> <p>8.固定測站已設置兩個連續型水溫記錄器。並將於之後報告分析討論。非固定樣站設計為每季調查，因此並非每次都會有取得水質參數。水質測量儀器為 YSI 公司的 Professional Plus 儀器，未來會注意校正事宜，避免錯誤。</p>

委員編號	意見	回覆
	<p>器為何？同時應該每次都需要事先校正。</p> <p>9.建議增加生物監測器材（如電魚器形式、蝦籠規格）的說明，單位努力量的確認，如電魚或浮潛的距離，每次的實施河段如有不同，則在記錄上應該註明。如果每次都是固定位置，則應該不是用 30-50 公尺的敘述法。</p> <p>10.參考文獻有錯誤之處，請更正。如參考文獻不編章節；第一篇 Anne Chao 的 Family name 應該擺前面，縮寫應為 Chao, A., 後面的幾位作者的寫法也不統一。第二篇，呂光洋、呂，？第三篇沒有出處。有的報告有頁數，有的沒有。</p> <p>11.過往文獻中可能鑑定有誤者（如褐吻蝦虎魚可能是大吻蝦虎魚，陸蟹可能是扁足澤蟹等），應該可以再檢討說明更正之。</p> <p>12.本區外來種的問題似乎很嚴重，建議研究未來應如何解決或防止事態繼續擴大。</p>	<p>9.此部分已修正於報告中，蝦籠布置以大型蝦籠每個測站固定設置 3 個，電魚與浮潛觀察長度 50 公尺。</p> <p>10.感謝委員指正，已修正增補。</p> <p>11.此部分應為分類鑑定或是分類更新導致，但因為舊往資料，僅提供比對呈現，除特殊物種外並不特別強調，因此仍傾向保留在原清單內。</p> <p>12.將再與主管單位謀求合適的解決之道。</p>
黃文立委員	<p>過去耆老口述在此生活時，砂卡礑溪生物資源豐富，有 4 大種魚，包括：苦花、毛蟹、黏壁魚還有鰻魚，鰻魚的部分除了鱸鰻之外還有白鰻，60 幾年時都還抓得到，在民國 72、73 年之後就沒再抓到過白鰻，希望這個研究，除了調查現況外，還能讓砂卡礑溪的生物資源恢復到像早期一樣豐富，也能藉由生態導覽的方式吸引更多遊客來訪。</p>	<p>感謝提供以往砂卡礑溪的資料與建議。</p>

委員編號	意見	回覆
韓僑權委員	<p>1.頁碼編列不宜再從第二章再從第一頁編起，應直接從前言(第一章)直接接續下去。</p> <p>2.P2.摘要及 P27.中，臺灣白甲魚非特有種，請修正。</p> <p>3.調查頻度為每月或每季 1 次？P4. (1-3)中提及每月或每季進行一次，但委託工作內容似乎提及每月 1 次進行？</p> <p>4.P14. DO 異常，不知是用哪一型儀器，建議用光學測量之 DO 儀器較不易有異常狀況。</p> <p>5.連續水溫紀錄器預計如何放置？放置時間為何？最好是同個時間不同地點，比較能比較差異性。</p> <p>6.就魚類族群而言，潛水調查是一個極佳的調查方式，但甲殼類則不是那麼適宜，建議仍將潛水調查之族群數量適當呈現，以明瞭本河域之魚類族群現況。</p> <p>7.建議在期末報告時應補充說明區域外來種對本河段原生魚類之影響說明。</p> <p>8.專書的部分建議將所有明確物種都列入。</p>	<p>1.感謝委員指正，已修正。</p> <p>2. 感謝委員指正，已修正。</p> <p>3.固定測站為每月調查，非固定測站為每季調查。</p> <p>4. 水質測量儀器為 YSI 公司的 Professional Plus 儀器，目前已經特別注意校正事宜，避免錯誤再次發生。</p> <p>5. 依現地地形利用鋼管加編織繩作固定並視天候狀況撤收，屬連續性水溫記錄，因此可比較差異。</p> <p>6.感謝委員建議，潛水法仍為本計畫調查方法之一。族群數量與與成長分析等將在後續報告中呈現。</p> <p>7.感謝建議，期末報告中將嘗試進行分析。</p> <p>8.專書部分當初列 20 種主要是因為有些物種不容易拍到生態照片，且考量是對遊客做較通俗的生態解說，所以會以比較大宗的物種進行編寫，物種數量的部分還可以再做討論補充。</p>
天祥管理站高主任欣	<p>在民國 100 年的時候保育課就有開始和志工在砂卡礑溪做溪流監測，持續做簡易的甲殼類及水溫調查紀錄，相關資料對這個計畫有無幫助？管理處和志工這個運作模式也行之有年，是否能透過這個計畫，進一步訓練志工相關監測及辨識</p>	<p>感謝委員建議。志工訓練可與處內討論後研議。</p>

委員編號	意見	回覆
	技術，讓監測方法更有效率，監測結果能更正確實用。	
解說教育課鄒技正月娥	有關臺灣扁絨螯蟹的部分有提到數量減少的情形，南澳地區毛蟹數量也有一樣的情形，而且降海洄游的行為模式似乎有改變，相關訊息可以互相交流討論；砂卡礑溪水溫紀錄是否有升溫情形?有關電廠出水口調查點的部分我們會再協助洽詢。	有關臺灣扁絨螯蟹數量減少的問題，謝謝提供相關資訊，會再與陳永松及邱澤萍老師討論交流，就我本身的觀察，以往毛蟹的數量不少，但在八八風災之後就大量減少，而且公母分棲不同棲地，族群回復速度沒有想像中的快；水溫升高的部分，在臺灣很多地方的河川的水溫紀錄，在這2、30年確實都有略為上升，如果是因為全球氣溫上升，應該都會有一樣的影響；有關立霧溪電廠出水口的測點，已確認合適調查地點進行。
張副處長登文	在2008年與這次調查結果比較時，本次多了4種種類-黑首阿胡蝦虎、臺灣鬚蠟、粗糙沼蝦和溪鱧，黑首阿胡蝦虎、臺灣鬚蠟在2008年及之前的調查都沒有發現，是新發現的物種？另粗糙沼蝦在1998年陳老師的調查即有發現，如何界定為新發現？而黑首阿胡蝦虎在之前的調查都沒有發現，但受託單位不認為是外來種，原因為何？	本研究所多調查物種僅與2008年比較，因為頻度和努力量不同，本研究傾向為物種偵測率的問題。有關1998年粗糙沼蝦的一筆記錄，尚待查證，因為以西部溪流調查經驗，如果曾調查到有粗糙沼蝦，後續的調查應該都會發現；黑首阿胡蝦虎的部分，只有浮潛時有發現，電氣法及蝦籠皆無捕獲，而且目測體型較大，應該已經在溪流中存活一段時間了，另外因為是屬洄游性，會從海中上溯至溪流，所以不算是外來種。
保育研究課孫課長麗珠	1.計畫主持人多年前即在砂卡礑溪進行調查，保育課也持續請志工進行監測，本處期望透過這個研究案，分析比較過去與現在因環境變遷物種的變化，建立完整的報告；也希望本案能協助建立完整監測模	1.感謝委員。

委員編號	意見	回覆
	<p>組，供本處志工持續進行監測。</p> <p>2.有關水質監測部分，因為採樣時間點不同，過去與現在的比較上會不會有誤差值？</p> <p>3.砂卡礑溪因為有攔砂壩，台電在枯水季時的排水流量會進行水量調撥，在調查時請將此因素納入考量。</p>	<p>2.水質監測資料為魚蝦蟹類調查時參考為主，與過往資料比較為輔。</p> <p>3.感謝建議，已取得台電取水量資料，此部分會再納入分析。</p>

三、第三次工作報告 (2019/12/16)

委員編號	意見	回覆
曾晴賢委員	<p>1.目錄本頁不編序。</p> <p>2.參考文獻不列章節。</p> <p>3.電氣法使用許可公文建議改列附件。</p> <p>4.石賓造字可再檢討。</p> <p>5.水質測量必須要紀錄時間，水質監測項目要註明單位。</p> <p>6.P45.照片為兩種湯鯉。</p> <p>7.外來入侵種的問題應該提出維管的建議。</p> <p>8.台電的統計資料可靠度可能要檢討，建議能夠增加砂卡礑溪的流量監測，以對台電提供資料作為比對。</p> <p>9.應考慮長期生態監測的指標物種建立，如臺灣扁絨螯蟹之類的。</p> <p>10.增加紀錄採集的生物個體形質，如體長、體重，藉以分析物種生長利用壓力。</p> <p>11.請多注意在不同季節裡的洄游生物生態，如春末蝦虎魚類的上溯行為，扁絨螯蟹的洄游</p>	<p>1.感謝委員建議，已修正。</p> <p>2.感謝委員建議，已修正。</p> <p>3.感謝委員建議，已修正。</p> <p>4.感謝委員建議，已修正，但因為造字檔，僅能以細明體呈現。</p> <p>5.感謝委員建議，已修正。</p> <p>6.感謝委員建議，已在照片中補充說明。</p> <p>7.感謝委員建議，已有專節討論。</p> <p>8.感謝委員建議，有關台電取水資料與發電量的問題，會再進一步瞭解台電在砂卡礑溪取水用途及取水量計算基礎，並在報告書中加入說明，另有口頭詢問立霧電廠員工，該廠員工表示近年並無觀察到溪流生物上溯情形。</p> <p>9.長期監測指標生物建議，將在下次提供監測建議時一併提出。</p> <p>10.本研究在調查時有進行體長及體重的測量，因本次剛完成</p>

委員編號	意見	回覆
	<p>生態等等，可用作於解說告示使用。</p> <p>12.建議相關審查會能夠邀請立霧電廠的相關人員參與。</p> <p>13.有關溪流環境變動的歷史資料，建議也能納入專書編寫內容，增加專書解說實用性。</p>	<p>一整個年度的結果呈現與分析，個體與族群生物的部分將在之後分析，於下次報告中呈現。</p> <p>11.感謝委員建議，解說牌的部分會依照管理處的需求提供對應的資料。</p> <p>12.感謝委員建議，如果可以邀請電廠相關人員參與，應該可以對後續保育推廣有很大的幫助。</p> <p>13.此部分將再請聯繫管理處提供歷史資料，並納入在未來文稿的撰寫。</p>
韓僑權委員	<p>1.P21.表 3.2 水質比較表中建議增列測量單位。</p> <p>2.P27.提及鱸鰻在本調查中未發現？但表中卻有記錄，請在文中敘明。</p> <p>3.表 3.6 調查物種及數量是否將不同調查方法分開或是另外註明，以更清楚瞭解其差異性</p> <p>4.一般而言，魚類及蝦蟹類的調查方法多有所不同，在 iNEXT 分析方法同時將二類物種一同分析，容易讓人誤認潛水調查方法不佳，有甚多物種都無法發現，應分開分析或文章中再說明其應用適合哪些調查物種或溪流情況。</p> <p>5.文章中建議要加入說明外來種對原生物種之影響，未來在專書中建議也應列入。</p> <p>6.有關溪流生物的放流行為必須相當謹慎，即便是相同物種在不同區域可能也有基因的特異性，不建議從其他地區購買、捕捉魚苗進行放流。</p>	<p>1.感謝委員建議，已補充。</p> <p>2.感謝委員建議，已修正此錯誤，鱸鰻在後續的調查中偶會有發現。</p> <p>3.感謝委員建議，該表已將不同調查方法呈現。另數量統計上僅作蝦籠法與電氣法的合計，浮潛法因為在定量上與前兩種方法存在差異，因此不做統一的呈現。</p> <p>4.感謝委員建議，會將魚類和蝦蟹類分開以 iNEXT 分析比較。另各調查方法有其偵測度，並未特別說明潛水調查法不佳，事實上分析結果顯示，潛水調查對該方法可發現物種的偵測度是三種方法中最高的(亦即調查次數越少，發現的種類數就很多了)。</p> <p>5.外來種對原生物種影響已有專節說明與討論。</p> <p>6.感謝委員說明，本報告也建議任何放流行為都必須將基因、數量及有效性納入評估，並應謹慎從小規模開始進行。</p>

委員編號	意見	回覆
黃文立委 員	<p>1.研究計畫的議題及報告書中都是在做物種生態的監測，並沒有進一步說到如何做保育、復育、增加溪流中的魚類，這是協會內部比較關切的議題，因此建議管理處也能另外進行如何保育、增加溪流物種的研究計畫。</p> <p>2.外來魚種如石賓會掠食原生苦花魚及洄游上溯的鰻苗，所以現在砂卡礑溪看不到這些原生魚種，苦花魚只能往更上游遷移；原本協會有計畫進行原生物種，如苦花魚等非洄游物種的放流活動，藉以增加溪流魚類數量，也讓村民從參與放流活動提升保育觀念，建議管理處能將放流活動納入考慮，或進行原生魚種魚苗的繁、養殖。</p> <p>3.另外有關台電取砂卡礑溪水清洗發電機組部分非用於發電，不是一定要取溪水，建議台電另尋水源，減少對砂卡礑溪的影響。</p>	<p>1.本區域原生魚類保育復育需要透過協會與居民的參與及協助，才能達到預期效果。本計畫成果可以提供管理及復育措施進行時的基礎數據。</p> <p>2.有關本案計畫目標是做砂卡礑溪流生物資源現況的紀錄分析，因為相關保育策略的討論與建立，必須依據這些科學化的基礎數據；另有關於石賓與苦花有無競爭排擠效應，就本研究團隊在西部溪流調查的經驗，兩種魚類是可以同時共存並沒有明顯的競爭排擠情形。</p> <p>3.委員所建議事項與台電權責有關，或許可以待台電有派員參加時再做討論。但依據台電提供資料，砂卡礑溪取用的水確實並非用於發電，但主要是用於清潔，仍有其必要性。(台電於第五次工作報告出席另回覆：有關砂卡礑溪攔水壩的取水因水質較乾淨，主要是用於機組冷卻水用，不是清潔用)</p>
天祥管理 站高主任 伙	<p>1.民國 100 年的時候保育課就有開始和志工在砂卡礑溪做溪流監測，持續做簡易的甲殼類及水溫調查紀錄，希望計畫執行單位能夠參考利用並進行分析。</p> <p>2.就本處自行進行的溪流監測觀察，生物資源量的變化受颱風影響明顯，特別是直接侵襲東部的颱風，砂卡礑溪流環境早年也是因颱風影響產生劇變，相關藻類生物相等環境的回復可能需要一定的時間；近年則是因為颱風少、溪流水量</p>	<p>1.有關管理處自行監測調查資料之前已經取得，並已補充分析結果於本次報告中。</p> <p>2.感謝提供觀察報告。此類資料必須透過持續且長期的定點監測才能看出。至於洄游生物的移動(上溯或是下降)原本就會受到水文事件(水量)及河口暢通與否關係，但河海洄游生物的資源量變動與很多因素有關，是否單純與此兩項原因有關，無法依照目前資料定論。可能需</p>

委員編號	意見	回覆
	<p>不足，溪流出海口的淤積情形較嚴重，造成洄游性生物上溯困難，是否因為這兩項原因，造成砂卡礑溪生物資源量恢復速度不如預期？</p>	<p>要更完整或長期的觀察，以及和其他流域的比較才能比較確認。</p>
<p>蘇花管理站黃主任瑞諒</p>	<p>1.P29.的名錄，是否有簡圖對照名稱，以利觀察與比對。</p> <p>2.P27.三種調查方法，是否做一個描述，如觀察方式、調查時間長短等。</p> <p>3.P40.溪流上下流與種類多寡似乎沒有一定關係，是否能依據觀察結果，推論各物種對於某些環境有特定喜好？如水溫、水深、水流速度、水藻、日照等。</p>	<p>1.未來圖鑑文稿提供時將會有文圖的對照。屆時可作為比對的參考。</p> <p>2.報告中比較的三種調查方式皆以調查距離為努力量，各種方式調查範圍都是 50 公尺，以能準確調查到各物種為目標，除了蝦籠法要過夜之外，各種調查方法的作業時間並無特別限制。</p> <p>3.依據研究資料顯示，河川上下游的物種數有明顯的差別，但其原因因無各測站棲地因子比較，僅有水質因子比較完整。並無法針對委員所提所有項目釐清物種分布是否與其因子的關連性。</p>
<p>遊憩服務課聶課長士詔</p>	<p>1.現在「山林開放、向山致敬」的政策，有關研商溯溪活動管理的部分，上級機關要求各國家公園以具體的科學方法，如生態監測來研究溯溪活動對生態環境的具體影響，以目前的調查研究成果是否能夠分析，如果開放砂卡礑溪溯溪活動對當地生態有何影響？</p> <p>2.是否能請研究團隊提供合適的指標性物種，以利保育志工或監測人員判斷生態改變的變異點，決定溯溪活動程度的限制。</p>	<p>1.以目前的調查資料無法具體提供溯溪活動對生態環境的具體影響，有關環境承載量及人為活動對於生物衝擊影響無法進行預測，只能在相關活動正在發生進行時才会有明確的結果呈現，本團隊會依其他溪流的研究經驗提供相關建議。</p> <p>2.指標性物種的提供建議將在下次提供監測系統建立的建議時一併提供。</p>

委員編號	意見	回覆
解說教育課鄒技正月娥	報告書內文部分請統一使用相同字體。	感謝委員，將再統一進行調整。
保育研究課孫課長麗珠	<p>1.有關近年風災過後砂卡礑溪流環境的改變，本處有相關資料照片，會再提供給研究團隊做為資源變化分析參考。</p> <p>2.依據相關的研究報告，砂卡礑溪在 2000 年時就有紀錄到外來種入侵情形，請協會及在地居民協助本處，共同監督維護溪流生態。</p>	<p>1.待取得相關資料後再做探討與呈現。</p> <p>2.外來種入侵的狀況有專節進行討論及說明，其防制與移除確實需要管理處與在地協會及居民共同努力才能達到。</p>
游處長登良	調查物種生物的名稱多有改變，建議能增加新、舊名稱對照表或以括弧補充，避免誤解及疑惑。	名錄表(表 3.4)已有將以往常見名稱列入比對。

三、第四次工作報告 (2020/6/10)

委員編號	意見	回覆
曾晴賢委員	<p>1.砂卡礑溪曾出版過解說手冊，可列入參考並做更精進的環境、物種的敘述解說。</p> <p>2.有些物種的更名，如大和米蝦等，在報告及期末專書解說手冊中應做學名更迭要有清楚的說明並使用新名稱。</p> <p>3.期末專書的模式及物種的敘述應儘速確認並與管理處進行審查確認。</p> <p>4.在長期監測結果，是否砂卡礑溪中的臺灣白甲魚體型普遍偏小?有關魚種體長、體重資料等形質數據未呈現，可以加入探討。</p> <p>5.有關太魯閣溪流外來種引入的時間可再找資料補充，並就如何讓原生魚種繼續成長提出建議做法。</p> <p>6.報告目錄可再加摘要，參考文獻不列章節，歷次審查意見回覆除評選時列委員編號外，後續審查會則列真名。</p> <p>7.第四章應對後續工作做敘述。</p> <p>8.物種個論只介紹6種，可能不足；另有關特有種的定義宜再檢討。</p>	<p>1.感謝委員建議，已自管理處取得相關的手冊資料，將納入作為撰寫參考。</p> <p>2.感謝委員建議，將擇要納入說明。</p> <p>3.感謝委員建議，已確認並撰寫初稿。</p> <p>4.本計畫各次調查發現的臺灣白甲魚數量都很少，體型確實也都偏小。調查中測量型質的呈現已擇要揭露於本次報告中。</p> <p>5.感謝委員，持續蒐集相關文獻中。原生魚的保育建議已有撰寫於報告中。</p> <p>6.感謝委員建議，已逐項修改。</p> <p>7.感謝委員建議，已增補。</p> <p>8.感謝委員指正，特有種已再確認修正。另物種個論資料已增補擴充。</p>
韓僑權委員	<p>1.文章中說明臺灣白甲魚為特有種有誤。</p> <p>2.水質調查方法可否再加入依據之檢測方式及檢測儀器。</p> <p>3.在調查方法中無氧化還原電位（ORP）之說明，請補充。另總固體溶解量（TDS）在文</p>	<p>1.感謝委員指正，已修正。</p> <p>2.感謝委員建議，已增補說明。</p> <p>3.感謝委員指正，已補充修正。</p>

委員編號	意見	回覆
	<p>章中之敘述都是懸浮固體 (TSS)，兩者不同，請修正。</p> <p>4.P.25 說明鱸鰻在本次調查中未發現，但表 3.5 中卻有記錄，是否應為白鰻？</p> <p>5.P.62 臺灣白甲魚屬中大型魚較宜。</p> <p>6.P.68 特徵：第三行「額緣平宜」應改為平直才對。</p> <p>7.外來種或入侵種之移除，建議應針對初期發現且未建立穩定族群量之物種來進行，例如文中所提到的臺灣鬚鱨及粗糙沼蝦等，而已有穩定族群之物種是否需進行移除應多為考量，以避免造成經費排擠。因穩定族群幾無移除可能，移除數量雖看起來很多，但卻是最沒有實質效益，在停止移除後，數量很快便會回復。</p> <p>8.本案專書建議要導入防制外來種或入侵種之原則。</p>	<p>4. 感謝委員指正，文中敘述是指花鰻鱺(鱸鰻)，已修正。</p> <p>5.感謝委員指正，已補充說明。</p> <p>6.感謝委員指正，已修正。</p> <p>7.感謝委員建議，此部分已有補充說明。</p> <p>8.感謝委員建議，將納入參考。</p>
黃文立委員	<p>協會理監事關心的問題是何時能回復原有生態及物種?希望能有具體的成果展現。</p>	<p>感謝委員與協會對本地原生魚類的關心，本計畫目標呈現砂卡礑溪流生物目前資源現況，提供保育策略討論的科學化的基礎數據。本區域原生魚類保育復育需要透過協會與居民的參與及協助，才能達到預期效果。</p>
天祥管理站高主任 欣	<p>1.臺灣白甲魚分布於一線天位置與石鱸仍有分界，是如何分界?是有其他天然屏障或落差等原因?</p> <p>2.本處自行監測成果資料分析解讀對參與人員及志工工作成效有重大意義，會將分析結果傳達給參與同仁與志工。</p>	<p>1.該地點為地形落差造成僅有臺灣白甲魚分布在上游處。</p> <p>2.管理處自行研究與志工協助的監測結果十分重要，再請轉達協助志工人員。</p>

委員編號	意見	回覆
	3.溪流環境及生態變異受氣候變化影響甚劇，專書部分建議多導入現場環境之介紹。	3.感謝委員建議，將納入參考。
蘇花管理站黃主任瑞諒	<p>1.報告書 P.24 水溫變化圖之刻度間隔 (X 軸刻度)，建議可做簡化整理，以利判斷閱讀。</p> <p>2.有關測量儀器，建議在外有簡易標示，例如：「國家公園保育研究用」，或可減少損失。</p> <p>3.使用電氣法等調查方式，可於 3 年內確定種類數量，但於物種數量 (豐度) 則建議可設計一種可行的觀察方法，如：採樣點、蒐集頻度、統計方式，讓管理處可依循進行監測。</p>	<p>1.感謝委員建議，該圖主要呈現趨勢。簡化刻度會再進行調整。</p> <p>2.感謝委員建議，此部分未來如果還有施作必要，會再進行標示。</p> <p>3.感謝委員建議，本計畫將依據分析結果提出具體的監測方式提供管理處參考。</p>
解說教育課鄒技正月娥	有關曾委員提到的專書手冊解說課可協助提供。	感謝委員，管理處寄來的專書手冊都已收到，將作為文稿撰寫的參考。
保育研究課	<p>1.本案因包含解說手冊的編寫，目前報告書-書籍文稿僅列 5 種魚類及一種蟹類，請注意計畫期程與控管。</p> <p>2.P.16 非固定測站-河口測站的編號誤植，請修正。</p> <p>3.P.18 水質比較表(表 3.2)表格紀錄水質「導電度」，但第 21 頁說明部分為「比導電度」，導電度與比導電度兩者關係互為倒數，說明部分請釐清修正。</p> <p>4.有關本處溪蝦蟹類自行研究調查部分，考量物種涵蓋率，有無建議的調查頻度?</p>	<p>1.感謝委員提醒，會特別注意。</p> <p>2.感謝委員指正，已修改。</p> <p>3.感謝委員建議，導電度 (conductivity) 為電阻值的倒數，比導電度 (specific conductance) 則是指在 25°C 特定體積溶液所測得的數值。本計畫使用儀器測量之導電度數值皆為儀器中的比導電度數值，因此已修改文中敘述為比導電度。</p> <p>4.本計畫依據分析結果，針對管理處蝦蟹類自行研究調查提出建議調查頻度至少每年 5 次可</p>

委員編號	意見	回覆
	<p>5.有關原生入侵種的移除(粗首馬口鱖、臺灣鬚鱖、臺灣石鱖、粗糙沼蝦)，如在本案計畫執行期間進行，對於本案調查計畫是否會有影響?考量人力成本及原生入侵種的危害程度，原生入侵種的移除先後順序為何?</p>	<p>以達到預期 95%物種偵測比率，但如果考量要透過與之前調查資料的累積來瞭解物種生活史或是族群狀況的變動的話，建議仍應與之前自行調查型式、頻度與方式相同，並每月調查 1 次是比較合適的。</p> <p>5.原生入侵種一旦建立族群恐難在短時間內完成，且實際移除工作必須在短時間內投入大量人力進行，因此不容易在本計畫執行期間進行與完成。本計畫會在期末報告提出移除的順序。</p>
張副處長登文	<p>在本案調查報告中提到砂卡礑溪流魚蝦蟹類共有 28 種(P.28 表 3.4)，但在調查方法使用比較表中多 1 種日本沼蝦(P.30 表 3.6)，是因為日本沼蝦只在河口調查中發現，其他樣點都沒有，所以未列入?</p>	<p>感謝副處長指正，此部分為資料彙整時出錯，已修正。並且日本沼蝦依據照片再鑑定，已修正為南海沼蝦。</p>
游處長登良	<p>1.相關「調查方法」建議也可以列入專書，也可以當作是環境教育的素材。</p> <p>2.後續如有需要再請執行單位提供明確具體、系統化的監測調查方法，由保育課同仁或志工進行長期監測、採樣，所得數據資料再由研究單位進行分析比較。</p>	<p>1.感謝處長建議。</p> <p>2.本報告將提出具體的監測建議方案提供管理處參考。</p>

三、第五次工作報告 (2020/11/24)

委員編號	意見	回覆
曾晴賢委員	<p>1.請確實查核歷次審查會議意見是否落實，有部分建議雖回覆認同但是並未確實做到在報告中有所修正。</p> <p>2.本地的相關溪流調查文獻報告，請再完整收集和納入分析。</p> <p>3.外來種粗糙沼蝦對於原生洄游蝦類的威脅甚大，應該更積極的提出移除的建議。</p> <p>4.台電攔水壩的生態廊道問題延宕多年未處理，因為本地是環境教育重要的場域，如果能夠積極協調處理，將對於國家公園的保育形象，和台電公司的企業形象都有所助益，是否應該納入相關建議之中。</p> <p>5.結論建議章節應該分別就研究成果之結論，和具體的建議事項分別臚列。</p> <p>6.解說文稿之內容應該更具體完整，部分物種的分類敘述有錯誤（如花鰻鱺），請再校正之。</p> <p>7.其餘報告內容需要修改之處，已直接告知計畫主持人，請再修正之。</p> <p>8.整體而言，本報告已經符合原本委託設定之目標，成果豐碩，結論和建議具體可行，個人認為應予認可。</p>	<p>1.感謝委員提醒，已再逐項確認修正。</p> <p>2.感謝委員，已盤點歷年文獻並增補與計畫有關的內容。</p> <p>3.感謝委員提醒，已在期末報告時提出並討論。</p> <p>4.感謝委員提醒，已在期末報告時提出並與台電討論，並已列於本計畫建議。</p> <p>5.感謝委員，此部分已重新撰寫。</p> <p>6.感謝委員提醒，完整文稿內容將另附於成果報告附件中。</p> <p>7.感謝委員，已逐項修正。</p> <p>8.感謝委員。</p>
韓僑權委員	<p>1.表目錄一般在圖目錄之前，建議調整。</p> <p>2.依現有調查資料及過往之報告資料判斷，是否能夠推估外</p>	<p>1.圖表目錄順序已調整。</p> <p>2.目前資料僅能呈現外來物種入侵的狀況，但其對於原生物種的影響無法確認。</p>

委員編號	意見	回覆
	<p>來物種對本地原生物種之影響程度？</p> <p>3.P.5 褐吻蝦虎應列為外來入侵種。</p> <p>4.水質測量項目未來應至少再加入濁度，氧化還原電位（ORP）及總固體溶解量（TDS）反而不是那麼重要。</p> <p>5. P.21 溶氧部份測站不到 5mg/L，甚至只有 3.1 或 3.2mg/L，是否可能有誤？</p> <p>6.這 10 年間本區域的多齒米蝦族群是否有明顯下降趨勢？</p> <p>7.書籍物種介紹部份水下生態照片清晰度不佳，建議更換或再補充清楚之標本照。</p> <p>8.P.91 黑邊湯鯉中照片有 2 不同物種，且無標本物種名，易讓民眾混淆。</p> <p>9.P.96 無太魯閣澤蟹照片，請補充。</p> <p>10.P.68 砂卡礑溪 4 測站平均數量臺灣白甲魚明顯很低，過往此區域其數量如何？是否代表其族群可能已受石鱸影響？</p>	<p>3.本報告書所提文獻中的「褐吻蝦虎」研斷應是目前已分類出來的「大吻蝦虎」。報告書已有註明為早期文獻使用的名稱。</p> <p>4.感謝委員建議，該兩項目為本研究所使用之水質調查儀器固有測量項目，因此一併提供。濁度部分可納入未來建議。</p> <p>5.經比對該次調查其他測站資料，並無儀器問題，應是那些測站(溪畔壩及河口)的溶氧確實偏低，但原因尚不明。不過確實有時在兩個地點都無法捕獲到生物。</p> <p>6.參考 2008 年的調查及參考管理處的自行研究，多齒米蝦的數量確有減少情形。</p> <p>7.報告書之相片可再增加調查時的記錄照(標本照)，亦會提供原始檔案，未來美編應可再做調整處理。</p> <p>8.黑邊湯鯉照片部份在提供文稿中將以註記方式或更換方式處理。</p> <p>9.澤蟹介紹不以種類為介紹單元，亦因照片可能無法作為辨識，因此在文稿中會不以種級說明與呈現，將以澤蟹屬(或用澤蟹)作為說明主詞。</p> <p>10.在 2008 年及之前的調查紀錄，臺灣白甲魚在攔水壩上的族群數量很穩定，目前的調查，其族群數量確實比較少。造成原因仍未能完成確定，但已初步排除水溫、天災因素，推測與人為捕獵比較相關。</p>

委員編號	意見	回覆
台灣電力公司東部發電廠劉課長明杰	<p>1.報告書第 120 頁，有關砂卡礑溪攔水壩的取水因水質較乾淨，主要是用於機組冷卻水用，不是清潔用。</p> <p>2.目前攔水壩仍有放流水，只是因砂卡礑溪水流量明顯減，所攔取之水尚不足冷卻所需，仍需用主流濁度較高的溪水補充。</p>	<p>1.感謝說明，已用附註方式另加在原說明末。</p> <p>2.感謝說明。</p>
企劃經理課廖技士秀婷	<p>1.本研究浮潛法及蝦籠法最適合砂卡礑溪，臺灣其他地區溪流通常是以何種方式來做監測？</p> <p>2.社區及志工參與調查，有關物種辨識及記錄是否有推薦之 APP 或軟體等？</p>	<p>1.臺灣其他地區溪流魚蝦蟹類生物調查通常是以電氣法及蝦籠法來做監測。</p> <p>2.目前較推薦 iNaturalist app，今年度管理處環教志工的課程有進行實際操作體驗，接受度很高，很適合用來記錄並觀察您週邊的生物以及後續的資料運用。在各地自然愛好者及公民科學家的熱情分享下，全世界的生物觀察記錄極為可觀，在臺灣也累積可觀的觀察記錄。</p>
保育課孫課長麗珠	<p>本處共管會委員曾反應，砂卡礑溪及立霧河流域魚蝦等溪流生物減少了，在本調查研究亦有相關敘述及討論。請在報告書後方的結論與建議納入，就社區的意見做具體回應。</p>	<p>已取得管理處 1070620 召開共管會書面資料。其內容摘要為：「建議管理處與社區合作進行資源監測，以及管理處與台電合作進行生態監測及復育工作」。並未直接提及「砂卡礑溪流生物有直接減少的狀況」，但本文已有針對溪流生物狀況進行分析與討論，並建議應由管理單位與社區合作進行共同保育措施為佳。已納入在報告結論中。</p>
保育研究課	<p>1.本案因包含解說手冊的編寫，需撰寫景觀、生物資源與解說素材之手冊，報告書所附書籍文稿是 26 種物種的生物資</p>	<p>1.感謝委員意見與提醒。</p>

委員編號	意見	回覆
	<p>料，期末成果繳交時，請依契約要求內容撰寫並注意計畫期程與控管。</p> <p>2.書籍文稿物種個論，部份物種無體長大小資料，建議統一列舉，讓閱讀者能有具體概念。</p> <p>3.摘要第2段：本研究迄今已經完成監測性質13次及測試性質1次的調查工作...，請釐清總調查次數，測試性質調查所得資料有無加入分析?若無，建議在P.13表3-1第14次調查欄位內建議加註：測試性質及所得資料不列入分析等說明；P.26第1段說明請一併修正。</p> <p>4.摘要第3段、P.26第1段：全流域共計調查發現魚類8科15種，淡水蝦2科8種及蟹類2科5種...與P30.表3-4名錄表(蝦類是2科9種，共計29種)及P.34不同類群的比較第3行：4站共調查到27種...，請釐清調查物種數並修正。</p> <p>5.摘要第3段第4行，臺灣石鱚、粗首馬口鱚、臺灣鬚鱚為砂卡礑溪的外來入侵種生物。是否應修正為原生入侵種，與第4段第2行一致?</p> <p>6.P.8調查方法最後一行，有關水溫紀錄部分將與早期監測紀錄進行比對與討論，但研究成果中並無論述，請補充修正；並請依第二次工作報告審查會議曾晴賢委員建議，補充電魚器型式及蝦籠規格。</p>	<p>2.已補充。</p> <p>3.已說明及修改，測試調查的結果是另外分析在3.7節，並作為3.8節的內容撰寫參考之用，並未納入在3.4節與3.5節的討論分析中。</p> <p>4.感謝委員建議，內文不一致的情況已修正。</p> <p>5.感謝委員意見，已都修正為「入侵種」或「或原生入侵種」。</p> <p>6.感謝委員意見，水溫比較與調查器材型號已再補充。</p>
陳副處長 乾隆	1、P65-P68有討論到獵捕及隨處放生的現象，確實很少在砂卡礑溪流域看見較大的魚也是	1.感謝副處長支持。

委員編號	意見	回覆
	<p>事實，避免整個生態環境受影響，是有護溪及長期監測的需要。</p> <p>2、另外在書籍文中是否可就原生種、原生入侵種及外來種之定義加以說明？各魚種亦加以註明是否為原生種等。</p>	<p>2.未來專書中的物種名錄會就其相關屬性、是否為原生入侵種等加以說明。</p>
游處長登良	<p>1.今年普遍較缺水，砂卡礑溪及立霧溪主流的水量明顯減小。</p> <p>2.生態觀察記錄的尺度要長，累積較充足的調查資料供管理單位參考，避免因太短的觀察期間造成誤判。</p> <p>3.保育課可規劃未來以委託或委辦計畫，請專家學者每隔10年左右再進行監測調查，觀察相關變化。</p>	<p>1.感謝處長補充說明。</p> <p>2.感謝處長補充說明。</p> <p>3.感謝管理處對於生態監測的支持。</p>