

《東大溪亮起來—礫間淨化場完工後河川生命力之
診斷》第三季（2022 年 11 月）成果報告

(壹) 前言

一、 計畫目標

東大溪為東海大學大學南側與台中工業區交界的河道，下游匯入南邊溪後注入筏子溪。每天收納來自東海夜市商圈約 10,000 公噸的廢水，為其中下游生態與環境品質不佳的主要原因。台中市政府與東海大學合作爭取前瞻基礎建設計畫之水環境建設經費 3 億元，於東大溪上游進行污水截流，並研擬設置礫間淨化場，提升水環境品質。東海大學師生與行政團隊已從 2019 年 2 月計畫籌備至 2021 年 11 月落成期間，全程參與，落實公私協力。東海大學環境與生態研究中心組成生態調查團隊，於 2020 年 2 月 20 日開工起，分四季進行為期一年的生態調查（2020 年 3 月至 2021 年 2 月），並落實施工期間的生態檢核至完工日止（2021 年 8 月 21 日）。依完工水質淨化前四季的調查生物結果與指標顯示，東大溪溪流的生態條件差，包括微生物、藻類、水棲昆蟲、魚類的生物指標皆顯示重度污染。濱溪帶植物雖以外來種佔優勢，但覆蓋度高，陸域節肢動物，兩棲爬蟲類、鳥類數量較多。

溪流水質淨化直接影響的是民眾主觀的視覺和味覺感受，若能從棲息於溪流中與濱溪帶不同類群生物之族群量變化與組成，更能客觀反映與診斷溪流的生態系功能與生命力。本計畫延續完工前的生態調查，以同樣的方法進行完工後的生物多樣性與生態指標調查，並作淨水前後的比較。預計調查的類群包括微生物、藻類、植物、水棲昆蟲、兩棲爬蟲類、鳥類、陸域節肢動物、哺乳動物等八大類。東大溪計畫的完成已逐漸成為前瞻基礎建設計畫中水環境建設的亮點，本計畫的執行結果將以科學數據實證研究，從生態的角度來診斷東大溪計畫在環境品質改善、生態系功能回復，以及恢復河川生命力的成效，至 2022 年 6 月底完成第一季的調查，在此匯整調查成果。

二、 計畫範圍

計畫範圍包含東海大學路思義教堂西側及南側的東大溪溪段，與緊鄰教堂東側的大社支線，以及教堂東北側近東西走向中央水圳。除了針對計畫範圍進行生態調查，本計畫亦將評估計畫範圍區與筏子溪在生態綠網評估上的關聯性，以及後續保育措施。故進一步調查計畫區外東大溪中下游至筏子溪間的溪段。本計畫整體調查範圍涵蓋全段東大溪及上游位於東海大學校園內的兩條水圳。

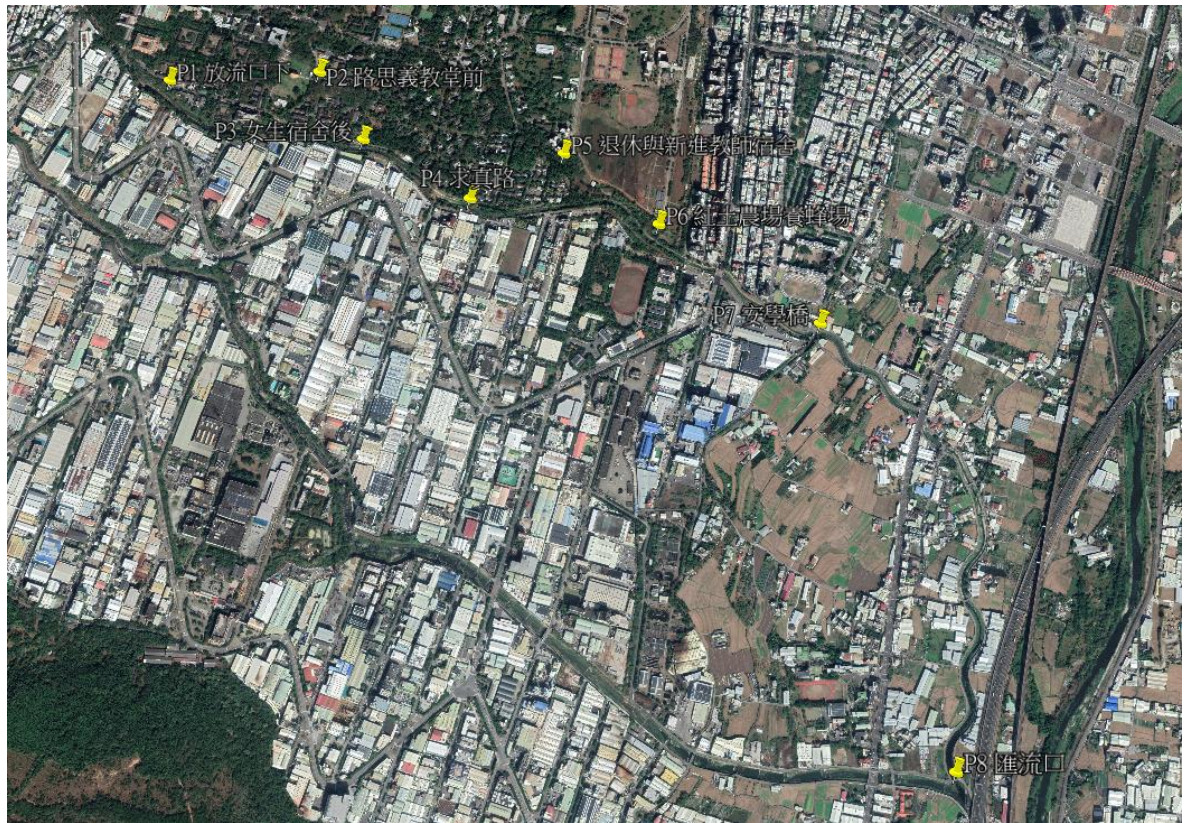


圖一、計畫區內與區外生態調查範圍(以樂工程顧問公司生態檢核報告提供)

(貳) 背景資料

根據東大溪水環境及鄰近區域環境改善工程的期末報告（江智民，2021），在八個水陸域共同調查樣點（圖二）中所累積的四季調查結果顯示大溪溪流的生態條件差，包括微生物、藻類、水棲昆蟲、魚類的生物指標皆顯示重度污染。濱溪帶植物雖以外來種佔優勢，但覆蓋度高，陸域節肢動物，兩棲爬蟲類、鳥類數量較多。以下分別各類群的狀況作簡要描述。1) 微生物：大腸桿菌和酵母菌超標，尤其在鄰近東別地區，溪流有自淨效果，微生物能反映水質的時間和空間變化；2) 藻類：因為流動水域，未發現浮游性藻類，附生藻類以矽藻最多，整體來說，依藻屬指數來看校內各樣點皆顯示嚴重污染；3) 植物：外來種佔優勢，全年調查中，覆蓋率前四名皆為外來種，包括巴拉草、葎草、大花咸豐草、小花蔓澤蘭，合計相對覆蓋率佔 47.3%，前十名中外來種佔總覆蓋率 52.5%，多數具入侵性。有趣的是第三季調查結果原生種的覆蓋度明顯增加，可能與調查一個月疏圳作業後，優勢外來種被移除後生態棲位空出有關，然而，第四季調查結果，外來種的覆蓋率又回歸優勢；4) 水棲昆蟲：雙翅目佔 98.6%，其中搖蚊科為最優勢類群（94.6%），整體來說水質很差，昆蟲科級指標顯示為嚴重污染（FBI=7.68-9.43），多樣性低；5) 節肢動物：陸域節肢動物的

數量與濱溪帶灌叢密度有關，下游的數量和多樣性高於上游近東海別墅的樣點，工程的進行及污染對節肢動物的數量與多樣性有負面影響；6) 魚蝦蟹類：3 科四種魚類，分別為雜交吳郭魚、食蚊魚、黃鰱、孔雀魚，皆為外來種魚類，無蝦蟹記錄，樣本皆於中下游段校區外的 P7-P8 處出現。由於。生物整合指標 (IBI) 顯示中度到嚴重受損，魚類污染耐受指標 (FTI) 顯示為最差的狀況，不適合魚類生存，四季皆屬高污染狀態，預估即使水質改善後，因中下游攔砂壩的阻隔，不會有魚蝦蟹類進入上游地區，故本計畫不作魚蝦蟹類的調查；7) 兩棲：兩棲類以澤蛙數量最多，其次為斑腿樹蛙，後者分布最廣，6 個樣區有記錄。爬行類以斯文豪氏攀蜥數量最多，疣尾蜥處最廣，分布於 7 個樣點。斑龜僅日間出現在 P8，蛇類僅兩筆記錄，包括 P6 的鈎盲蛇和 P8 的雨傘節。P1 樣點，原有水塘發現澤蛙、頁德氏赤蛙和斑腿樹蛙皆因施工作業填土而消失；8) 鳥類：總計全年調查共記錄 74 種 9,883 隻次，保育類鳥種 8 種，包含 6 種二級保育類（八哥、彩鵲、鳳頭蒼鷹、松雀鷹、紅隼、黑翅鳶）及 2 種三級保育類（燕鴿、紅尾伯勞）。以留鳥為大宗，記錄到的棲息地包含樹林、灌叢、草叢、溪流等。整體而言，校內的樣點在整年度的監測時間內鳥類相沒有明顯的變化。在東大溪的兩側邊坡草叢及溪底活動的鳥類會是溪流整治最先衝擊到的種類；9) 哺乳類的自動相機監測共記錄 241 張有效照片包含 5 種哺乳動物（表 2），分別為白鼻心、溝鼠、鬼鼠、貓及狗。整合 2020 年整年的資料，以白鼻心、貓和狗的 3 種哺乳動物的出現頻度較高，溝鼠及鬼鼠僅少量的被記錄到。鼠籠調查僅在校外人居環境週遭（P7，P8）及校內的 P4 捕捉鬼鼠、小黃腹鼠及溝鼠，穿越線調查除了 P7，P8 農田間常見的小黃腹鼠和鬼鼠外，還有校園林木間的赤腹松鼠。翼手目蝙蝠記錄一種（東亞家蝠）數量以第三季最多。白鼻心和貓的出現頻度指數在空間分布上相似，受工程影響較顯著的地區（P1 和 P2），於第二季後白鼻心的數量明顯減少。



圖二、生態監測水陸域調查樣點

(參) 完工後生態調查方法

本團隊將整合東海大學生命科學系之生態組教師群，組合成專業的生態調查團隊，分成微生物（汪碧涵教授）、藻類（劉少倫教授）、植物（江智民教授）、水棲昆蟲（吳立偉助理教授）、兩棲爬蟲類（關永才特聘教授）、鳥類（李坤璋博士）、陸域節肢動物（卓逸民特聘教授）與哺乳動物（林宜靜教授）等八大類群生物，於完工前之八個樣點（圖二）進行調查。並計算能反映棲地環境品質之生態指標。本計畫之生態監測將於計畫通過後，為期一年，分成四季進行調查（2022 年 6 月、9 月，12 月及 2023 年 3 月）。

本計畫之樣區依本計畫地理位置與棲地型態主要分為三大區域，分為東海大學段上游區、東大溪水域棲地復育區與東大溪下游區段。調查樣點見圖二。

(一) 水域生態

1. 調查方法

(1) 水棲昆蟲類

針對東大溪中不同河段(上游、中游、下游)，依水域環境不同選擇以蘇伯氏水網(Surber net)或者 D 型網在上述各河段下進行採樣；各樣點的採樣方式分別於河域中央及河域採集一次。採樣過程中將選定適合之水域環境(水深 50 cm 以內)進行採集，以蘇伯氏採集網或 D 型網固定採集面積(30 cm × 30 cm)。使用蘇伯氏水網時，雙手穿戴棉質手套，將網架撐開水網開口朝向上游方向，再將採集框架內粒徑較大的砂石擾洗，或以手或腳攪動底質，使攀附在河床底質的水棲昆蟲順水流入網中。而 D 型網則使用於水流緩慢或靜止之樣點使用，採集時，將 D 型網平坦面輕觸底質，以手或腳攪動網框前 30 cm × 30 cm 之底質，使攀附底質的水棲昆蟲順水流入網中，或是以 D 型網平坦面輕觸底質後，於網框前 30 cm × 30 cm 之底質來回掃動，藉以捕捉水中底棲昆蟲。

採樣時間進行約 5 分鐘，挑蟲時以鑷子將網內肉眼可見之水棲昆蟲置入 75%酒精進行保存，攜回實驗室進行鑑定，並且記錄各樣點採集到的水生昆蟲種類及數量。水生昆蟲鑑定主要參考『水棲昆蟲圖解手冊』(谷田, 1992)及『水棲昆蟲生態入門』(楊, 1992) 等著作為鑑定依據。除了部分鞘翅目(Coleoptera)以成蟲棲息於溪流的種類外，其他各目皆以幼蟲之計數為主。

(2) 微生物

a. 調查項目

(a) 紅色酵母菌總菌數、(b) 白色酵母菌總菌數、(c) 黴菌總菌數和 (d) 水中大腸桿菌群總菌數。

b. 調查方法

(a) 酵母菌菌落數調查

取水樣 100 ml 以 0.45 μ m 濾膜過濾，過濾後濾膜置於 Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol (DRBC) 培養基，於 25°C 培養 5 至 7 天，分別計數平板上紅色酵母菌與白色酵母菌菌落數。

(b) 黴菌菌落數調查

取水樣 100 ml 以 0.45 μ m 濾膜過濾，過濾後濾膜置於 Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol (DRBC) 培養基，於 25°C 培養 5 至 7 天，計數平板上黴菌菌落數。

(c) 水中大腸桿菌群檢測

參考環檢署公布之水中大腸桿菌群檢測方法，視水樣中微生物可能濃度範圍進行水樣稀釋步驟。使用無菌吸管吸取 10 mL 之水樣至 90 mL 之無菌稀釋液中，形成 10 倍稀釋度之水樣，混合均勻。而後自 10 倍稀釋度水樣，以相同操作方式進行一系列適當之 100、1000、10000 倍等稀釋水樣，並混搖均勻。吸取 10 mL 的原液或各稀釋度水樣至無菌過濾器中過濾，原液或各稀釋度水樣皆需進行二重複。過濾後之濾膜置於 LES Endo agar 培養基，於 35 $\pm$ 1°C 條件培養 24 $\pm$ 2 小時後，計數培養基上大腸桿菌群菌落。

(二) 陸域生態

1. 調查方法

(1) 鳥類

鳥類調查方法以定點調查法為主，穿越線調查為輔。調查時利用 8-10 倍的雙筒望遠鏡觀察沿線鳥類，並輔以鳴叫聲音辨別，記錄所有看到和聽到的鳥類種類及數量。鳥類調查時間於日出後 3 小時及日落前 3 小時的鳥類活動高峰期為主。

針對日行性猛禽則以望遠鏡搜尋突出物等偏好棲息點，及上午 8~11 時猛禽較常升空盤旋時進行調查。針對夜行性的鴟鵂科、夜鷹等鳥類，則於日落後一小

時進行輔助調查，主要以聲音判別鳴叫中的動物種類，並利用強力手電筒尋找附近的鳥類，時間約 18~22 時。

(2) 哺乳類

採用與鳥類相同之穿越線，進行日行性哺乳動物調查。調查人員將沿著穿越線，以雙筒望遠鏡觀察出現於穿越線之日行性哺乳動物，記錄所有目擊與聽到的哺乳類種類及數量。除此之外，將記錄穿越線兩側 4 公尺範圍內，哺乳動物的足印、食痕、排遺、窩穴等痕跡。

小型哺乳動物調查，將於校內與東大溪下游區域進行。將於每個樣點，設置 5 個薛爾曼氏捕鼠，每個捕鼠器至少間隔 5 公尺，每次調查皆進行四夜的捕捉。

本團隊將以紅外線自動相機調查，調查中大型哺乳動物。將於校內與東大溪下游各樣點，選擇樣點周邊較大面積的森林或有動物潛在利用可能之環境，架設紅外線自動相機 3 台。本研究將使用 Reconyx HC500 HyperFire 之自動相機，於 2020 年四月間架設，持續六個月。

回收自動相機拍攝資料後，進行拍攝物種鑑定，並計算各相機的有效工作時數及各物種的有效影像數，以此計算各物種的出現頻度 OI 值 (Occurrence Index, OI)，此數值可代表物種的相對豐度。 $OI = (\text{一物種在該樣區的有效影像數量} \div \text{該樣區的相機總有效工作時數}) \times 1000$ 小時，其中相機的有效工作時數乃指相機開機後至拍攝最後一段影像之間的時間間隔，以小時為單位；總工作時數則是各次工作時數的總和；有效影像計算方式如下：(a) 同一物種於一小時內，無論拍攝張數多少，均僅記錄為 1 筆有效影像、(b) 若 1 張(段)影像內有 2 隻以上個體，每隻都視為 1 筆有效影像；但常成群活動的物種，如臺灣獼猴、臺灣野豬與家犬等，則以群為取樣單位，即 1 張影像中無論出現多少個體，都只記錄為 1 筆有效影像

(3) 陸域植物

a. 調查範圍與穿越線規劃

依調查範圍內既有道路(如農路、道路或公路等)，沿道路進行穿越線調查，以步行方式行走之可穿越之既有道路記錄植被種類或以步行的方式行走並穿越河道、草地及森林，進行穿越線調查。穿越線調查項目包括：(a)維管束植物名錄、(b)珍貴稀有植物調查。

調查範圍與棲地描繪部分，以生物棲地之角度，調查各類型棲地分布現況，並以調查資訊能夠反饋至棲地管理或規劃設計相關作業為原則，進行棲地分類與調查。植被調繪係克服陡峻之困難地形，以及快速獲取面

狀植群分布資訊所發展之植物調查方式，並將記錄資訊於室內製圖。分類單元依植被外觀形相、人為干擾程度、地表基質條件，以及植物種類組成進行分類界定。調查路徑以可以於現地觀看所有棲地外觀與分布為原則，觀看範圍內所有森林、草地與灌叢、人工地盤的棲地現況。

b. 樣方調查

為量化各物種之豐富度,東大溪流內植物調查將於最接近各陸域樣點河道之中央與近左右岸處放置樣方，並進行物種辨識與各別物種覆蓋度之估算。

(4)陸域兩棲爬蟲類

調查方法包括目視遇測法和鳴叫計數法，調查以捕捉、目睹、聽覺、翻閱地面遮蓋物等方式進行，同時也檢閱路邊的遺骸。由於許多種類是夜行性動物，所以將包括日間和夜間的調查。日間主要針對蜥蜴和龜鱉類動物，時間約為上午 8~12 時；夜間則針對兩棲類、壁虎科及蛇類進行調查，調查時間約為 18~22 時進行。調查時記錄看到和聽到的種類和數量，並注意穿越線附近可能有兩棲爬蟲類出沒的地點，包括樹林、樹林底層、埤塘、溝渠等微棲地環境，經過重要微棲地時則進行定點調查。

(5)陸域節肢動物

本子項工作將針對東大溪樣區中不同層次的微棲地以適當之方法採集各類陸生節肢動物如昆蟲，蜘蛛及多足類等，並將採集之標本進行鑑定與分析。預計使用下列方法：

a. 坡道式陷阱 (ramp traps)

坡道式陷阱可於混凝土、水泥、石礫及柏油鋪面等地表放置。各個採樣區設置 1 個坡道式陷阱，收集樣區內之底棲性節肢動物。每個陷阱包含一個 15 cm× 12 cm × 7 cm 約 1000 mL 加蓋的塑膠盒及 2 個漏斗狀塑膠坡道。放置陷阱時，中央塑膠盒部分內含 2cm 深的 70%酒精及少量甘油和肥皂水來固定標本及破壞表面張力，加蓋部分為防止入侵者(如腐食性動物)、雨水及意外從上面掉入的無脊椎動物。在塑膠盒較長邊切割 2 個 6cm× 3 cm 開口於高 3.5cm 的位置做為坡道入口。坡道為漏斗管狀，接中央部分為 6cm，伸長 20cm 接於地表，坡道入口為 15cm。放置時間為三天。

b. 灌叢掃網及樹冠層撈網

在每一調查樣區內，設定 10 m×10 m 之，進行中層灌叢掃網及上層樹冠層撈網，採集活動及棲息於植物上之節肢動物。中層灌叢掃網是在調查樣區範圍內，高度從地面至兩公尺之間所有灌叢植被進行八字掃網。樹冠層撈網針對活動及棲息於植冠層上之節肢動物。利用頂端接直徑 60 cm 的大型撈網的長八公尺的蟲竿，在樣區內所有的木本植物進行樹冠套枝撈網。樣區所有記錄胸高植徑高於 1cm 之木本植物進行套枝抖落其上昆蟲及蜘蛛。每棵樹進行 8 個樹枝套枝各樹枝抖動 20 秒，每樹至少抖落 3 分鐘之撈網採集以期能標準化採樣之頻度。

所有方法收集之樣本放置於 70%酒精保存並鑑定。樣本除鑑定至物種層級外，另外將依物種之生態系功能分為昆蟲的授粉者、一般捕食者、寄生者、分解者、植食者等。蜘蛛功能群則以其捕食行為及結網方式分為坐等伏擊、地表捕食型、圓網型、漏斗網型、立體網型及特別捕食型等。

蝶類與蜻蛉類調查方法預計以穿越線調查法進行，並於樣區內設定數條穿越線，以步行的方式進行觀察與紀錄，蜻蛉目成蟲以目視法或雙筒望遠鏡觀察，進行物種鑑定，如未能即時判定蜻蛉目之種類時，以捕捉網進行捕捉或是以相機紀錄攝影後，攜回實驗室進行物種鑑定，記錄各穿越線所觀察到之蜻蛉目成蟲種類及數量。調查頻度為每季調查一次。

(三) 整合性指標與資料分析

本計畫針對能辨認出物種的類群，根據各物種之豐度(abundance)或頻度(frequency)，計算相對豐度(P_i ；每個物種之抽樣個體數佔總抽樣個體數之比例)，計算物種豐富度(species richness; S)，以及依辛普森多樣性指標(Simpson's dominance index; D_s)與 Shannon-Weiner 多樣性指標(H_s)所回推之有效物種數(分別為 SD 和 SS)來推估。有效物種數(S , SD , and SS)有明確單位(種)，而且符合優質生物多樣性指標的倍增原則(趙蓮菊等, 2013)，亦即群落結構維持相同的情況下，將原有群落複製並以新種取代後，合併之新群落之多樣性指標應加倍。

$$D_s = \sum_{i=1}^S \frac{1}{P_i^2}$$

$$S_D = \frac{1}{D_S}$$

$$Hs = -\sum_{i=1}^s P_i \times \ln(P_i)$$

$$S_S = e^{Hs}$$

河川某些生物容易受環境因子的變化，而在族群及組成上呈現消長之情形。此類生物的消長可作為評估河川環境狀態及監控污染與否之方式，稱為生物性指標，該類生物則稱為指標性生物(Bioindicator)。本研究共使用兩種生物性指標，分別利用水生昆蟲及藻類作為指標性生物來評估河川水質狀態，詳述如下：

1. 水生昆蟲-科級生物指標 (Family-level biotic index, FBI)

科級生物指數將水質受有機質污染程度分成 7 級，對於在不同污染程度的水域調查到的水生昆蟲，各賦予一定的耐受污染物程度值(Tolerance value, TV)，從 0 至 10，耐污值越大表示該物種耐污染能力越強。耐污值訂定參考徐崇斌、楊平世(1997)、林信輝等(2003)之研究成果。FBI 值越大表示該環境水質受污染影響程度越大(表一)。

$$FBI = \frac{\sum(ai \times ni)}{N}$$

其中 A_i (TV_i) 為第 i 科之水棲昆蟲之污染忍受值(耐污值)； n_i 為第 i 科水棲昆蟲之個體數； N 為各採樣站水棲昆蟲之總個體數。河川樣站調查所得水生昆蟲各科均有對應的污染忍受值 (TV_i)，乘上該科昆蟲的相對數量(n_i)，進行加權平

均，即是科級生物指標 FBI 值。此式中 TV 值的範圍為 0-10，根據 TV 值算出 FBI 的範圍 0.00-10.00，再劃分為 7 個等級表示水質的優良與否。

表一、水生昆蟲科級生物指標(FBI)代表之水質

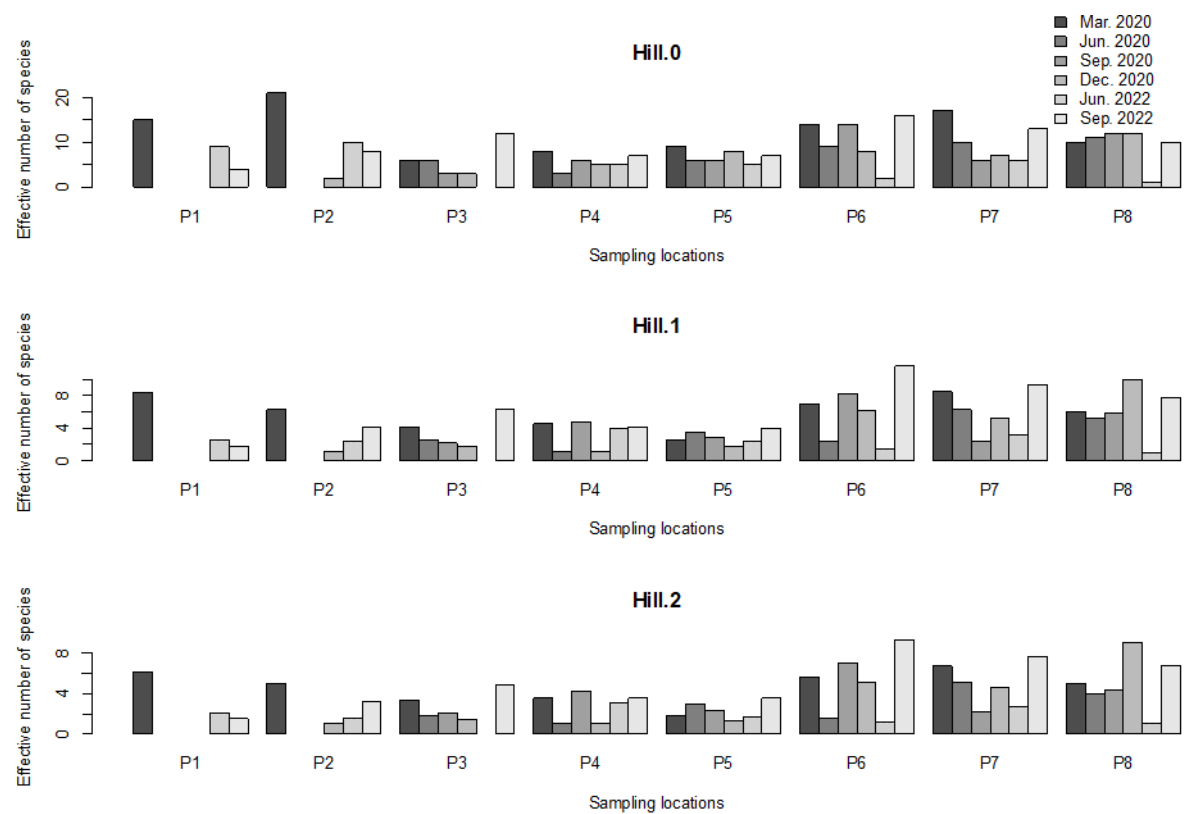
FBI 分數範圍	水質
0.00-3.75	Excellent
3.76-4.25	Very Good
4.26-5.00	Good
5.01-5.75	Fair
5.76-6.50	Fairly Poor
6.50-7.25	Poor
7.26-10.00	Very Poor

(四) 結果與討論

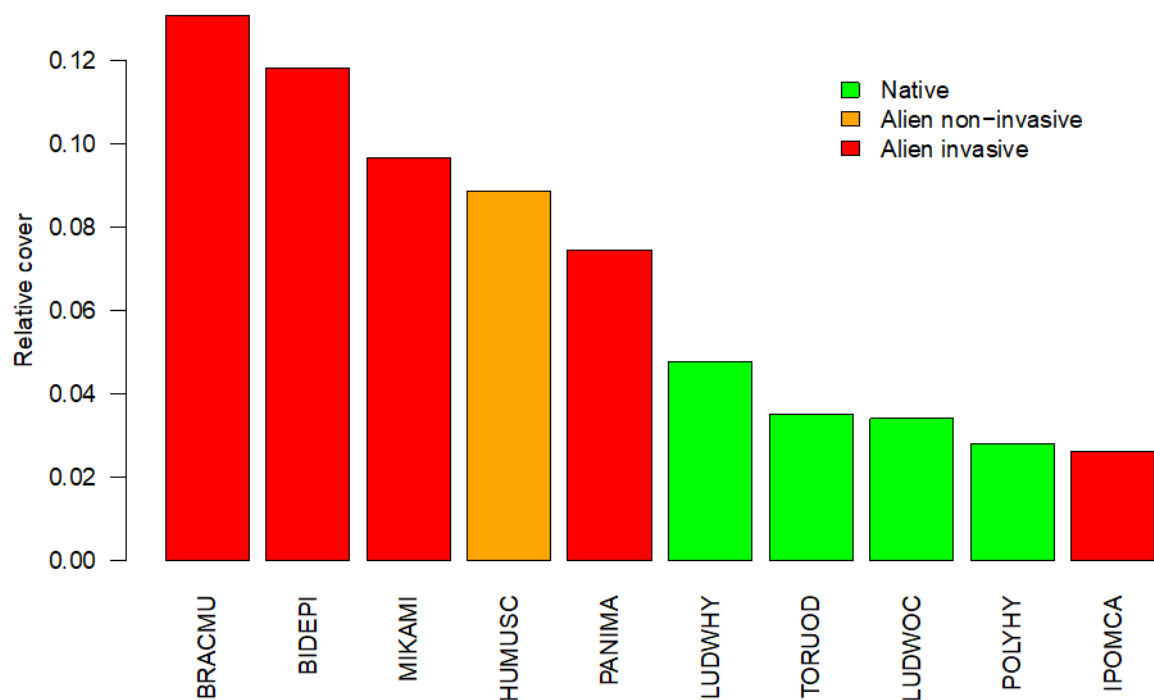
1. 植物類群多樣性變化追蹤監測

完工後植物調查陸續於 2022 年 6 月 28 日和 9 月 21 日進行，由於市府於六月初進行東大溪河的清淤工程，涵蓋口琴橋以下的河道，樣點 P3, P4, P6, P7, P8 皆受到清淤的影響而使 2022 年 6 月的植被覆蓋急劇減少，因而影響植被多樣性(圖三)，植被在 2022 年 9 月的調查明顯恢復。累計六次調查，覆蓋率前 10 巴拉草、大花咸豐草、小花蔓澤蘭、葎草、大黍、細葉水丁香、斷節莎、水丁香、水蓼、番仔藤(圖四)，前五名為外來種，且多具入侵特性。細部比較各樣點與各季的覆蓋度發現，完工後 P3 因清淤完全無植物覆蓋，P2 所在點為路思義教堂後的大社支線，因重現水圳文化而將處理後的水經微型發電後注入，該樣點變成溪流環境，值得注意的是，維管束植物組成在 2022 年 6 月和 9 月的調查結果大多為本地種。其他各樣點外來入侵種為優勢(圖五)。值得注意的是，2020 年七月和 2022 年六月皆有市府清淤造成植被移除，在其後續的九月調查皆發現河道上之本土物種比例激增(P3, P4, P6, P7, P8)。清淤後本土物種數增加也同樣出現在樣線的調查(2020 九月和 2022 年九月)。

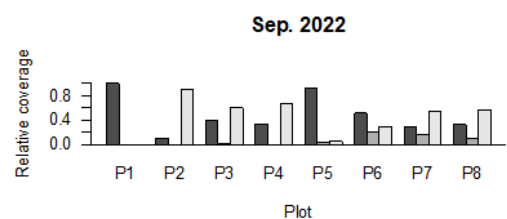
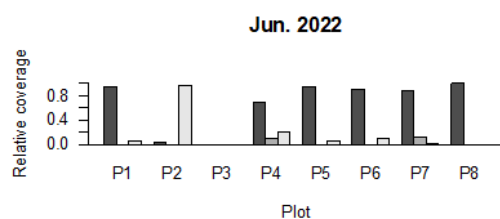
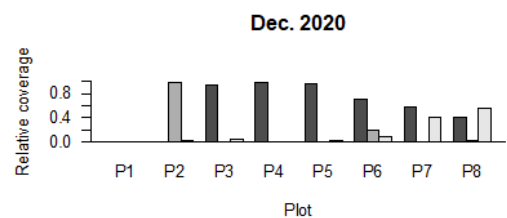
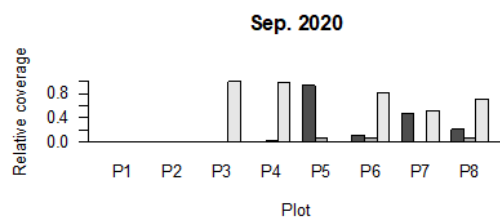
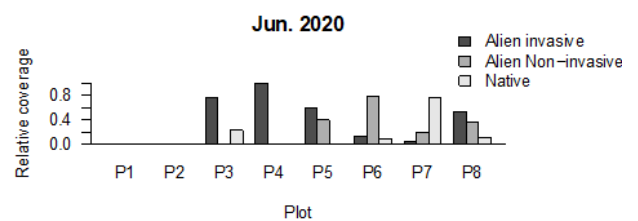
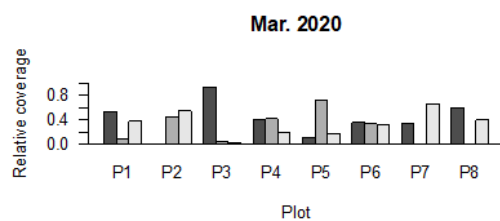
於 12 月中會進行第三次調查。



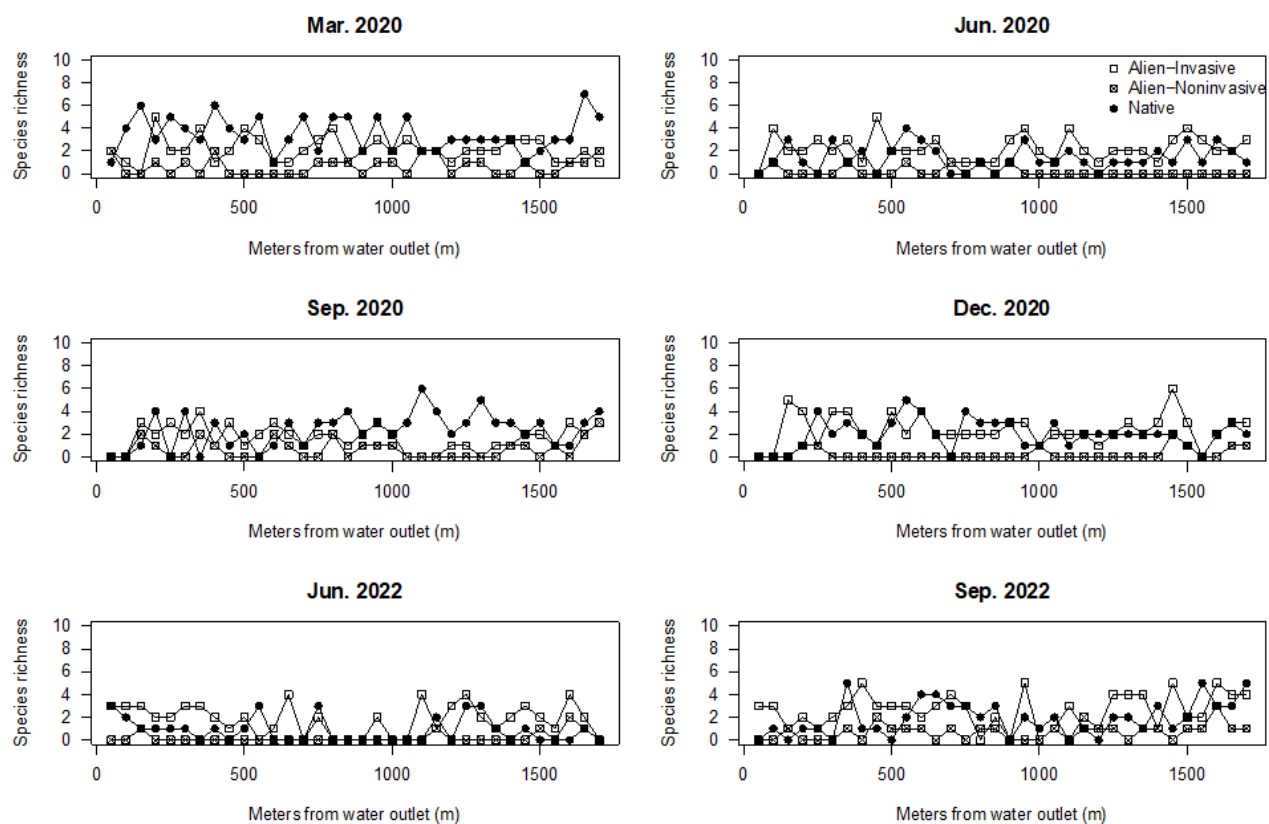
圖三、各樣點之維管束植物有效物種數。Hill.0, Hill.1, Hill.2 分別代表物種豐富度、夏農指數轉換之有效物種數及辛普森指數轉換之有效物種數。無數據之點位代表因施工而造成植被零覆蓋。



圖四、八個樣點植物六季之相對覆蓋度(前十名)與屬性，前十名依序為：巴拉草、大花咸豐草、小花蔓澤蘭、葎草、大黍、細葉水丁香、斷節莎、水丁香、水蓼、番仔藤。



圖五、各樣點植物類型（外來入侵種、外來非入侵種及本土種）之相對覆蓋率與完工前之比較。



圖六、自出水口向下游之植物多樣性調查

2. 鳥類類群多樣性變化追蹤監測

2.1 鳥類調查結果

第一季調查於 2022 年 6 月完成(表二)，共記錄到 37 種 556 隻次(表三、圖七)，保育類鳥種 2 種，包含 2 種二級保育類(冠八哥 *Acridotheres cristatellus*、彩鷸 *Rostratula benghalensis*)。數量最多的鳥種為麻雀、白頭翁及白尾八哥。校園內(P1-P6)物種記錄到 31 種 368 隻次，數最多的樣點為 P4 及 P6，各記錄到 19 種；數量(隻次)最高的樣點為 P6，共記錄到 121 隻次。

校園內(P1-P6)東大溪河床上活動的鳥類有 6 種，除 P5 外各樣點皆有鳥種紀錄(表四)。鳥種包含白鵲鴿(*Motacilla alba*)、小白鷺(*Egretta garzetta*)、夜鷺(*Nycticorax nycticorax*)、小環頸鴿(*Charadrius dubius*)、黃頭鷺(*Bubulcus ibis*)及黑冠麻鷺(*Gorsachius melanolophus*)，其中白鵲鴿的隻次最多 P3 及 P4 記錄到最多鳥種(2 種)，P4 的隻次最多(5 隻)。

校園內(P1-P6)東大溪兩側草叢及灌叢活動的鳥類只在 P3、P4 及 P6 有紀錄(表五)。共計有 4 種，包含小彎嘴(*Pomatorhinus musicus*)、斑文鳥(*Lonchura punctulata*)、褐頭鷓鴣(*Prinia inornata*)及灰頭鷓鴣(*Prinia flaviventris*)，其中小彎嘴的隻次最多。P6 的鳥種數及隻次皆最多。

在校園內的樣點中(P1-P6)共記錄到 31 種 368 隻次，相較 2020 年 6 月份的紀錄物種數及個體數皆較少(2020 年 33 種 434 隻次)。值得注意的是 P1 樣點的數量變化，本次調查數量較 2020 年多(圖八；2020：45 隻次；2022：61 隻次)。推測可能是 2020 年時 P1 樣點正值東大溪工程施工時期，工程干擾以至於棲地狀態不穩定，鳥類數量較少。本次調查時(2022 年)工程已完成，無其他工程擾動，鳥類受干擾程度減少，故記錄到較多數量。

另一方面，因為六月初(2022 年)河床有清淤作業進行，導致於河床兩側植被消失，利用此環境的鳥種因此減少，數量減少最明顯的是小彎嘴及灰頭鷓鴣。使用河床繁殖的白腹秧雞也無紀錄。此次調查除 P1 及 P2 之外，皆受清淤作業影響(圖八)。故尚無法全面反映東大溪工程所造成的影響。

除此之外，引入種鵲鴿(*Copsychus saularis*)數量較 2020 年增加 3 倍(2020：4 隻次；2022：12 隻次)。鵲鴿原棲地於南亞至中國東南部，台灣僅分佈於金門。中華民國野鳥會於 2010 年將台灣本島的個體定義為引入種，雖說目前全台擴張情況及對原生物種的影響仍不清楚，但仍要密切注意密度增加的狀況。

第二季調查於 2022 年 9 月完成(表二)，共記錄到 40 種 708 隻次(表三、圖七)，保育類鳥種 2 種，包含二級保育類冠八哥(*A. cristatellus*)及三級保育類紅尾伯勞(*Lanius cristatus*)。數量最多的鳥種為麻雀(*P. montanus*)、斯氏繡眼(*Zosterops simplex*)及白頭翁(*P. sinensis*)。校園內(P1-P6)物種記錄到 29 種 390 隻次，物種數最多的樣點為 P3 及 P6，各記錄到 16 及 18 種；數量(隻次)最高的樣點為 P1，共記錄到 115 隻次。

校園內(P1-P6)東大溪河床上活動的鳥類共記錄 5 種。鳥種包含白腹秧雞(*Amaurornis phoenicurus*)、白鵲鴿(*Motacilla alba*)、灰鵲鴿(*Motacilla cinerea*)、小環頸鴿(*Charadrius dubius*)、及黑冠麻鷺(*Gorsachius melanolophus*)，其中白鵲鴿的隻次最多。P3 記錄到的個體數最多。

校園內 (P1-P6) 東大溪兩側草叢及灌叢活動的鳥類只在 P2、P3、P4 及 P6 有紀錄。共計有 3 種，包含斑文鳥 (*L. punctulata*)、褐頭鷓鴣 (*P. inornata*) 及灰頭鷓鴣 (*P. flaviventris*)，其中斑文鳥的隻次最多。P6 的鳥種數及隻次皆最多。

在校園內的樣點中 (P1-P6) 共記錄到 29 種 390 隻次，相較於上一季的調查物種數減少，個體數上升 (2022 年 6 月 31 種 368 隻次)。而與 2020 年 9 月份的紀錄物種數及個體數皆較少 (34 種 715 隻次)。這樣的數量差異可能來自於記錄到成群移動的種類，在 2020 年 9 月記錄到的斑文鳥有 128 隻次，而本季調查指紀錄到 11 隻次。白頭翁在 2020 年 9 月記錄到 109 隻次，而本季調查指紀錄到 44 隻次。另一方面也有可能是 6 月初 (2022 年) 河床清淤作業，使原本植被樣貌改變，導致棲息環境減少。若只比較棲息於河床 (圖八 A) 與草叢及灌叢 (圖八 B) 的個體數量，可以發現 2022 年 6 月在校園內的樣點個體數皆少於 2020 年，即使到了九月數量仍比 2020 年 9 月少。代表著清淤的可能造成的影響可能無法短時間恢復。

第三季調查預計在 2022 年 12 月 8 日到 10 日進行。

2.2 鳥類調查討論

第一季調查在校園內的樣點中 (P1-P6) 共記錄到 31 種 368 隻次，相較 2020 年 6 月份的紀錄物種數及個體數皆較少 (2020 年 33 種 434 隻次)。值得注意的是 P1 樣點的數量變化，本次調查數量較 2020 年多 (2020：45 隻次；2022：61 隻次)。推測可能是 2020 年時 P1 樣點正值東大溪工程施工時期，工程干擾以至於棲地狀態不穩定，鳥類數量較少。本次調查時 (2022 年) 工程已完成，無其他工程擾動，鳥類受干擾程度減少，故記錄到較多數量。另一方面，因為六月初 (2022 年) 河床有清淤作業進行，導致於河床兩側植被消失，利用此環境的鳥種因此減少，數量減少最明顯的是小彎嘴及灰頭鷓鴣。使用河床繁殖的白腹秧雞也無紀錄。此次調查除 P1 及 P2 之外，皆受清淤作業影響。故尚無法全面反映東大溪工程所造成的影響。除此之外，引入種鵲鴝 (*Copsychus saularis*) 數量較 2020 年增加 3 倍 (2020：4 隻次；2022：12 隻次)。鵲鴝原棲地於南亞至中國東南部，台灣僅分佈於金門。中華民國野鳥會於 2010 年將台灣本島的個體定義為引入種，雖說目前全台擴張情況及對原生物種的影響仍不清楚，但仍要密切注意密度增加的狀況。

第二季調查 (2022 年 9 月) 10

在校園內的樣點中 (P1-P6) 共記錄到 29 種 390 隻次，相較於上一季的調查物種數減少，個體數上升 (2022 年 6 月 31 種 368 隻次)。而與 2020 年 9 月份的紀錄物種數及個體數皆較少 (34 種 715 隻次)。這樣的數量差異可能來自於記錄到成群移動的種類，在 2020 年 9 月記錄到的斑文鳥有 128 隻次，而本季調查指紀錄到 11 隻次。白頭翁在 2020 年 9 月記錄到 109 隻次，而本季調查指紀錄到 44 隻次。另一方面也有可能是 6 月初 (2022 年) 河床清淤作業，使原本植被樣貌改變，導致棲息環境減少。若只比較棲息於河床 (圖八 A) 與草叢及灌叢 (圖八 B) 的個體數量，可以發現 2022 年 6 月在校園內的樣點個體數皆少於 2020 年，即使到了九月數量仍比 2020 年 9 月少。代表著清淤的可能造成的影響可能無法短時間恢復。

表二、調查日期

年度	樣點編號							
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
2020	3/24	3/25	3/24	3/24	3/25	3/25	3/18	3/18
	4/21	4/28	4/21	4/21	4/28	4/28	4/29	4/29
	5/25	5/26	5/25	5/25	5/26	5/26	5/29	5/29
	6/11	6/13	6/11	6/11	6/13	6/13	6/12	6/12
	7/16	7/20	7/16	7/16	7/20	7/20	7/21	7/21
	8/28	8/30	8/29	8/29	8/30	8/30	8/31	8/31
	9/22	9/23	9/22	9/22	9/23	9/23	9/24	9/24
	10/27	10/21	10/27	10/27	10/21	10/21	10/20	10/20
	11/18	11/20	11/18	11/18	11/20	11/20	11/19	11/19
	12/22	12/27	12/22	12/22	12/27	12/27	12/18	12/18
2021	1/20	1/28	1/20	1/20	1/28	1/28	1/29	1/29
	2/24	2/25	2/24	2/24	2/25	2/25	2/26	2/26
2022	6/20	6/21	6/20	6/20	6/21	6/21	6/22	6/22
	9/17	9/19	9/17	9/17	9/19	9/19	9/18	9/18

表三、各樣點鳥類調查結果

Year	Month	Summary	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
2020	3	物種數	11	10	24	23	6	24	17	22
	3	個體數	47	29	91	106	6	84	87	75
	4	物種數	11	19	22	19	9	30	24	25
	4	個體數	34	94	161	78	30	189	181	122
	5	物種數	10	15	20	20	0	27	18	19
	5	個體數	31	51	104	95	0	153	183	121
	6	物種數	12	15	21	21	0	27	23	18
	6	個體數	45	57	98	112	0	122	186	106
	7	物種數	13	19	22	20	0	19	18	13
	7	個體數	59	44	116	117	0	155	140	100
	8	物種數	12	10	14	21	0	20	13	12
	8	個體數	24	22	131	146	0	92	162	45
	9	物種數	16	13	22	22	4	25	23	16
	9	個體數	49	91	174	165	16	220	228	74
	10	物種數	15	7	21	28	6	28	26	20
	10	個體數	103	58	111	144	7	321	225	116
	11	物種數	8	16	26	20	5	30	26	30
	11	個體數	33	76	160	95	15	147	252	207
2021	12	物種數	12	19	25	27	3	28	29	29
	12	個體數	44	53	122	127	8	134	229	145
	1	物種數	8	8	25	20	2	20	13	18
	1	個體數	21	43	135	107	5	68	65	142

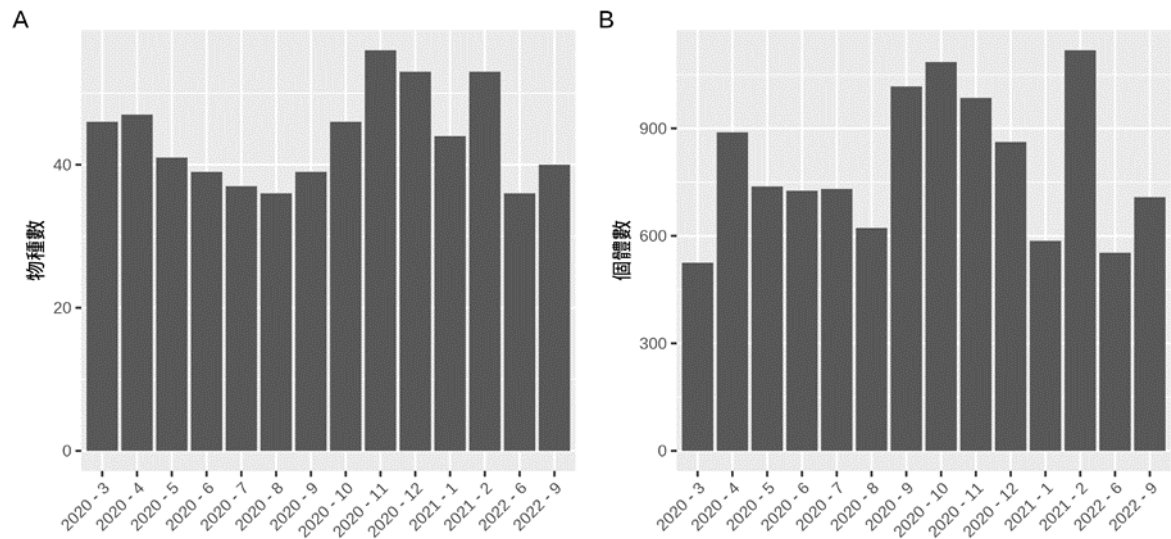
2022	2	物種數	10	16	30	23	11	34	29	24
	2	個體數	94	115	222	124	17	201	198	147
	6	物種數	13	10	17	19	4	19	15	20
	6	個體數	61	17	67	96	6	121	109	79
	9	物種數	11	14	16	13	8	78	20	18
	9	個體數	115	49	68	55	12	97	188	130

表四、校園內東大溪河床上鳥類數量

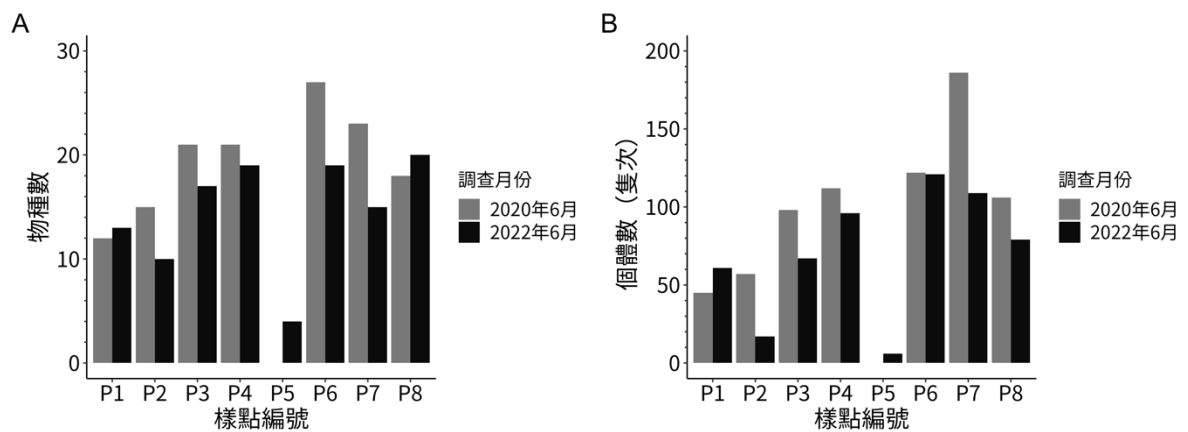
中文名	年份	樣點編號				
		P1	P2	P3	P4	P6
夜鷺	2020	0	0	1	0	0
	2022	0	0	0	0	1
小環頸鴿	2020	0	0	0	0	0
	2022	0	0	0	1	0
小白鷺	2020	0	0	1	1	2
	2022	1	0	1	0	0
白腹秧雞	2020	0	0	0	0	1
	2022	0	0	0	0	0
白鵲鴿	2020	0	1	0	2	1
	2022	0	0	0	4	0
黃頭鷺	2020	0	1	0	0	3
	2022	0	0	1	0	0
黑冠麻鷺	2020	0	1	1	0	0
	2022	0	1	0	0	0

表五、校園內東大溪兩側草叢及灌叢鳥類數量

中文名	年份	樣點編號			
		P1	P3	P4	P6
小彎嘴	2020	0	2	3	3
	2022	0	1	1	4
斑文鳥	2020	1	0	3	2
	2022	0	1	3	1
灰頭鷓鴣	2020	0	4	2	1
	2022	0	0	0	3
褐頭鷓鴣	2020	0	0	1	0
	2022	0	1	0	1
黃頭扇尾鶯	2020	0	0	0	1
	2022	0	0	0	0



圖七、全年鳥類調查結果圖。A 為物種數圖，B 為個體數圖。調查日期呈現方式為年份-月份。



圖八、年份間調查結果比較結果圖。A 為物種數圖，B 為個體數圖。

3. 水棲昆蟲類群多樣性變化追蹤監測

3.1.1 水生昆蟲調查結果

第一季(2022年7月)的水棲昆蟲調查中，因P6樣點(紅土農場養蜂場)無水源，故未進行調查。其他樣點共記錄4目12科272隻(表六)。捕獲數量最優勢的類群為雙翅目搖蚊科，共174隻(佔86.40%)；其次為蛾蚋科，共11隻(佔4.04%)。

各樣點捕獲數量最多的前三名樣點依序分別為P4(69隻)、P5(69隻)及P8(63隻)。在各樣點捕獲科數中，P2樣點記錄科數最高，共6科；其次為P5樣點共記錄5科，P1、P3、P4及P8等樣點皆記錄2科，P7樣點僅記錄1科。根據調查結果，除了P2樣點外，東大溪各調查樣點皆以搖蚊科為優勢種。除了P8樣點的次要物種為四節蜉科之水棲昆蟲外，P1、P3、P4及P5樣點的次要物種皆為雙翅目水棲昆蟲。P2樣點之優勢物種為蜻蛉目的蜻蜓科與細蟴科，分別採集到4隻，次要物種為雙翅目搖蚊科(表六)。

與2020年06月調查結果相比較，除了P1與P2樣點無施工前以及P6樣點在本季調查無資料外，P3、P4及P7樣點於施工後的水棲昆蟲密度有明顯降低，P5樣點施工前後的水棲昆蟲密度相似，P8樣點的水棲昆蟲密度則明顯高於施工前。在物種組成的部分不論是在施工前後皆以搖蚊科為優勢種(表六)。

第二季(2022年9月)的水棲昆蟲調查中，因P4樣點(求真路)、P5樣點(退休與新進教師宿舍)、P6樣點(紅土農場養蜂場)無水源，故未進行調查。其他樣點共記錄3目5科904隻(表七)。捕獲數量最優勢的類群為雙翅目搖蚊科，共650隻(佔71.90%)；其次為蜉蝣目四節蜉科，共124隻(佔13.72%)。

各樣點捕獲數量最多的前三名樣點依序分別為P1(443隻)、P7(195隻)及P8(119隻)。在各樣點捕獲科數中，捕獲科數最多的前三名樣點依序分別為P3(5科)、P1(4科)及P8(3科)；P2與P7樣點分別記錄到2科與1科的底棲水棲昆蟲。

根據調查結果，除了P8樣點外，東大溪各調查樣點皆以搖蚊科為優勢種，P8樣點優勢種為四節蜉科之水棲昆蟲。P1與P3樣點的次要物種為雙翅目的蚋科，P2樣點的次要物種為蜻蛉目的蜻蜓科，P8樣點的次要物種為雙翅目的搖蚊科(表七)。

與2020年09月調查結果相比較，除了P1與P2樣點在施工前以及P4、P5、P6樣點在本季調查無資料外，P3樣點施工前(381.67隻/m²)與施工後(353.33隻/m²)的水棲昆蟲密度相似，P7樣點施工前的水棲昆蟲密度(845隻/m²)高於施工後的水棲昆蟲密度(650隻/m²)，P8樣點施工前的水棲昆蟲密度(8.33隻/m²)明顯低於施工後的水棲昆蟲密度(396.67隻/m²)。在物種組成的部分，除了P8樣點外，各樣點不論是在施工前後皆以搖蚊科為優勢種；而P8樣點在施工前後組成有明顯改變，在施工前優勢物種為搖蚊科與蜻蜓科，而在施工後則以四節蜉科為優勢物種。

3.1.2 東大溪施工前後水棲昆蟲組成之變化

東大溪溪段的水棲昆蟲於施工前(2020年3-12月)調查結果，共記錄5目16科10,515隻水棲昆蟲。本年度調查迄今(2022年6-9月)共記錄4目12科1,176隻水棲昆蟲。施工前捕獲數量前三名依序分別為雙翅目搖蚊科(94.6%)、雙翅目蚋科(2.3%)及雙翅目食蚜蠅科(0.8%)。施工後捕獲數量前三名依序分別為雙翅目搖蚊科(75.3%)、蜉蝣目四節蜉科(10.7%)及雙翅目蚋科(10.5%)。

在NMDS第一軸與第二軸的雙軸圖結果(圖九)，由於各樣點皆以雙翅目搖蚊科為最優勢種，沿第一軸最右邊的樣點(施工後：P7_07、P7_09，施工前：P7_06、P8_06)僅由雙翅目搖蚊科組成。愈往第一軸右邊，物種組成愈多樣。沿第二軸物種組成反映出不同

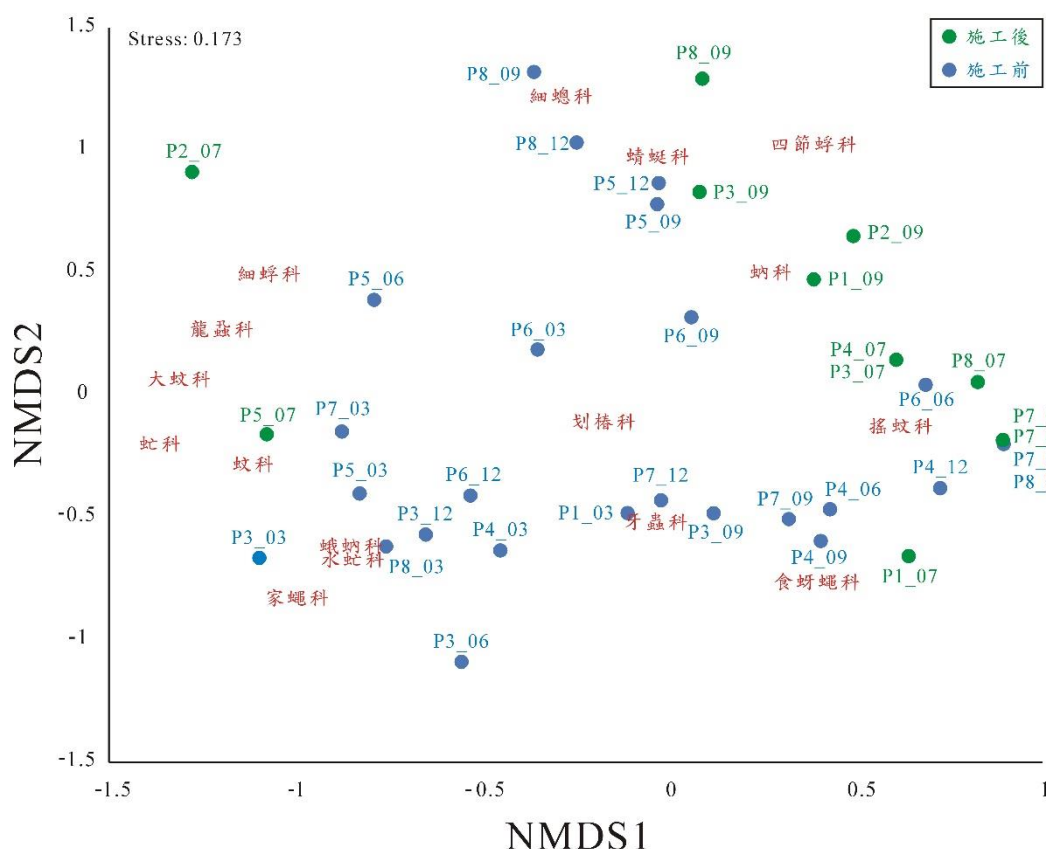
TV 值的水棲昆蟲，如第二軸下方的水虻科、蚊科、蛾蚋科及食蚜蠅科皆為 TV 值 8 至 10 的水棲昆蟲，第二軸上方的四節蜉科 TV 值為 4，蚋科 TV 值為 6。值得注意的是在第二軸上方的蜻蜓科及細蟴科，其 TV 值皆為 9，然而蜻蜓科及細蟴科等蜻蛉目之水棲昆蟲大多採集於水質良好之樣點，NMDS 結果顯示四節蜉科、蜻蜓科及細蟴科應可選作為水質較佳之水棲昆蟲代表(圖九)。

表六、2022 年六月第一季各樣點之水棲昆蟲調查個體數、密度、有效物種數、均勻度指數及科級生物指標之施工前後比較

中文 目名	中文 科名	英文科名	TV 值	P1 放流口下		P2 路思義教堂		P3 女生宿舍		P4 求真路		P5 退休與新進教師宿舍		P6 紅土農場		P7 安學路		P8 匯流口	
				施工前	施工後	施工前	施工後	施工前	施工後	施工前	施工後	施工前	施工後	施工前	施工後	施工前	施工後	施工前	施工後
鞘翅目	龍虱科	Dytiscidae	5	-/-	0/0	-/-	1/3.33	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	-/-	0/0	0/0	0/0	0/0
鞘翅目	牙蟲科	Hydrophilidae	5	-/-	0/0	-/-	0/0	1/1.67	0/0	8/13.33	0/0	0/0	0/0	0/0	-/-	0/0	0/0	0/0	0/0
雙翅目	搖蚊科	Chironomidae	8	-/-	9/30	-/-	2/6.67	12/20	16/53.33	1263/2105	64/213.33	47/78.33	52/173.33	1203/2005	-/-	1185/1975	31/103.33	62/103.33	61/203.33
雙翅目	食蚜蠅科	Syrphidae	10	-/-	1/3.33	-/-	0/0	37/61.67	0/0	2/3.33	7.88	0/0	0/0	0/0	-/-	0/0	0/0	0/0	0/0
雙翅目	大蚊科	Tipulidae	3	-/-	0/0	-/-	1/3.33	1/1.67	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	-/-	0/0	0/0	0/0	0/0
雙翅目	蚊科	Culicidae	8	-/-	0/0	-/-	1/3.33	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	-/-	0/0	0/0	0/0	0/0
雙翅目	蚋科	Simuliidae	6	-/-	0/0	-/-	0/0	0/0	1/3.33	0/0	5/16.67	71/118.33	0/0	8/13.33	-/-	0/0	0/0	0/0	0/0
雙翅目	蛾蚋科	Psychodidae	10	-/-	0/0	-/-	0/0	15/25	0/0	0/0	0/0	2/3.33	11/36.67	0/0	-/-	0/0	0/0	0/0	0/0
雙翅目	水虻科	Stratiomyidae	8	-/-	0/0	-/-	0/0	13/21.67	0/0	0/0	0/0	0/0	1/3.33	0/0	-/-	0/0	0/0	0/0	0/0
雙翅目	虻科	Tabanidae	6	-/-	0/0	-/-	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	2/6.67	0/0	-/-	0/0	0/0	0/0	0/0
蜉蝣目	四節蜉科	Baetidae	4	-/-	0/0	-/-	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	1/1.67	0/0	0/0	-/-	0/0	0/0	0/0	2/6.67
蜉蝣目	細蟴科	Caenidae	7	-/-	0/0	-/-	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	1/1.67	0/0	0/0	-/-	0/0	0/0	0/0	0/0
蜻蛉目	蜻蜓科	Libellulidae	9	-/-	0/0	-/-	4/13.33	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	3/10	0/0	-/-	0/0	0/0	0/0	0/0
蜻蛉目	細蟴科	Coenagrionidae	9	-/-	0/0	-/-	4/13.33	0/0	0/0	0/0	0/0	10/16.67	0/0	0/0	-/-	0/0	0/0	0/0	0/0
總個體數 / 密度				-/-	10/33.33	-/-	13/43.33	79/131.67	17/56.67	1273/2121.67	69/230	132/220	69/230	1211/2018.33	-/-	1185/1975	31/103.33	62/103.33	63/210
總科數				-	2	-	6	6	2	3	2	6	5	2	-	1	1	1	2
有效物種數 (ENS)				-	1.38	-	4.98	3.9	1.25	1.05	1.3	2.8	2.25	1.04	-	-	-	-	1.15
均勻度指數 (J')				-	0.46	-	0.9	0.76	0.32	0.05	0.38	0.57	0.5	0.06	-	-	-	-	0.2
科級生物指標(FBI 值)				-	8.2	-	8	9.21	7.88	7.98	7.86	6.99	8.3	7.99	-	8	8	8	7.87
科級生物指標之水質等級				-	VP	-	VP	VP	VP	VP	VP	P	VP	VP	-	VP	VP	VP	VP

表七、2022 年九月第二季各樣點之水棲昆蟲調查個體數、密度、有效物種數、均勻度指數及科級生物指標之施工前後比較

中文 目名	中文 科名	英文科名	TV 值	P1 放流口下		P2 路思義教堂		P3 女生宿舍		P4 求真路		P5 退休與新進教師宿舍		P6 紅土農場		P7 安學路		P8 匯流口	
				施工前	施工後	施工前	施工後	施工前	施工後	施工前	施工後	施工前	施工後	施工前	施工後	施工前	施工後	施工前	施工後
鞘翅目	牙蟲科	Hydrophilidae	5	-/-	0/0	-/-	0/0	0/0	0/0	4/6.67	-/-	0/0	-/-	1/1.67	-/-	1/1.67	0/0	0/0	0/0
雙翅目	搖蚊科	Chironomidae	8	-/-	335/1116.67	-/-	34/113.33	227/378.33	65/216.67	1629/2715	-/-	225/375	-/-	1055/1758.33	-/-	501/835	195/650	2/3.33	21/70
雙翅目	蚋科	Simuliidae	6	-/-	94/313.33	-/-	0/0	0/0	24/80	0/0	-/-	33/55	-/-	4/6.67	-/-	0/0	0/0	0/0	0/0
雙翅目	食蚜蠅科	Syrphidae	10	-/-	0/0	-/-	0/0	1/1.67	0/0	36/60	-/-	0/0	-/-	0/0	-/-	2/3.33	0/0	0/0	0/0
雙翅目	蛾蚋科	Psychodidae	10	-/-	0/0	-/-	0/0	1/1.67	0/0	0/0	-/-	0/0	-/-	0/0	-/-	0/0	0/0	0/0	0/0
蜉蝣目	四節蜉科	Baetidae	4	-/-	13/43.33	-/-	0/0	0/0	14/46.67	0/0	-/-	0/0	-/-	0/0	-/-	0/0	0/0	0/0	97/323.33
半翅目	紅蝽科	Corixidae	5	-/-	0/0	-/-	0/0	0/0	0/0	0/0	-/-	0/0	-/-	15/25	-/-	3/5	0/0	0/0	0/0
蜻蛉目	蜻蜓科	Libellulidae	9	-/-	1/3.33	-/-	7/23.33	0/0	2/6.67	0/0	-/-	39/65	-/-	1/1.67	-/-	0/0	0/0	2/3.33	0/0
蜻蛉目	細蟴科	Coenagrionidae	9	-/-	0/0	-/-	0/0	0/0	1/3.33	0/0	-/-	5/8.33	-/-	4/6.67	-/-	0/0	0/0	1/1.67	1/3.33
總個體數 / 密度				-/-	443/1476.67	-/-	41/136.67	229/381.67	106/353.33	1669/2781.67	-/-	302/503.33	-/-	1080/1800	-/-	507/845	195/650	5/8.33	119/396.67
總科數				-	4	-	2	3	5	3	-	4	-	6	-	4	1	3	3
有效物種數 (ENS)				-	1.93	-	1.58	1.06	2.77	1.13	-	2.2	-	1.15	-	1.08	-	2.86	1.67
均勻度指數 (J')				-	0.48	-	0.66	0.05	0.63	0.11	-	0.57	-	0.08	-	0.06	-	0.96	0.46
科級生物指標 (FBI 值)				-	7.46	-	8.17	8.02	7.05	8.04	-	7.93	-	7.95	-	7.98	8	8.6	4.75
科級生物指標之水質等級				-	VP	-	VP	VP	P	VP	-	VP	-	VP	-	VP	VP	VP	G



圖九、東大溪施工前後各樣點於非度量多維尺度分析(non-metric multi-dimensional scaling; NMDS)中第一軸與第二軸之分布圖。樣點編號為樣點加調查月份，藍色為施工前之調查樣點，綠色為施工後之調查樣點，紅色為不同科之水棲昆蟲於 NMDS 分析中之分布。

3.2.1 東大溪水質概況

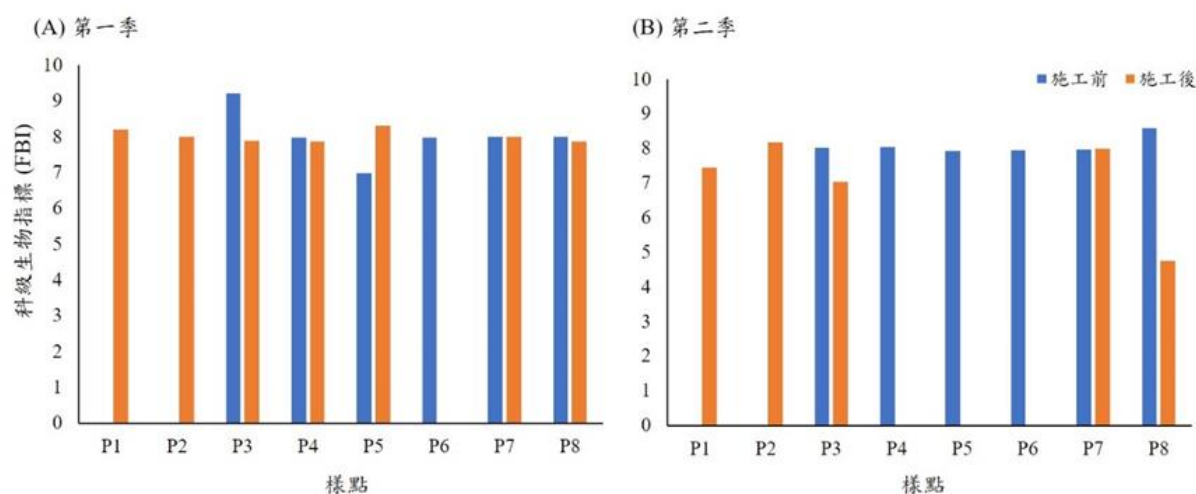
根據水生昆蟲科級生物指標(FBI) (表六)，第一季調查東大溪各樣點 FBI 值介於 7.86-8.30 之間，顯示溪流內水質為嚴重汙染(Very Poor)。TV 值小於 5 之物種，大蚊科(TV 值為 3)與四節蜉科(TV 值為 4)，分別出現於 P2 與 P8 樣點。

與 2020 年 06 月調查結果相比較(圖九 A)，除了 P5 樣點水質由污染轉為嚴重汙染外，其他樣點不論施工前後皆為嚴重汙染。P5 樣點在施工前後的水棲昆蟲密度相似，皆以搖蚊科為優勢物種；施工前有記錄四節蜉科(TV 值為 4)與蚋科(TV 值為 6)等 TV 值較低之物種；然而在施工後並未記錄 TV 值較低之物種，且蛾蚋科(TV 值為 10)、水虻科(TV 值為 8)及蜻蜓科(TV 值為 9)等 TV 值較高之物種有明顯增加，故造成 P5 樣點水質由污染轉為嚴重汙染。P4、P7 及 P8 樣點之 FBI 值相近，值得注意的是 P3 樣點，FBI 值由 9.21 降低至 7.88，其主要原因為本季調查未記錄 TV 值高的食蚜蠅科(TV 值為 10)物種，且記錄 TV 值較低的蚋科(TV 值為 6)的物種，故 FBI 值明顯低於施工前。

第二季調查東大溪各樣點 FBI 值顯示，P1、P2 及 P7 樣點溪流內水質為嚴重汙染(Very Poor)，P3 樣點溪流內水質為汙染(Poor)，P8 樣點溪流內水質為清潔(Good)。TV 值小於 5 之物種為四節蜉科(TV 值為 4)，分別出現於 P1、P3 及 P8 樣點。

與 2020 年 09 月調查結果相比較(圖十 A)，除了 P7 樣點外，P3 與 P8 樣點 FBI 值皆有降低之趨勢。P3 樣點的科級生物指標顯示，施工前的科級生物指標為 8.02，而施工

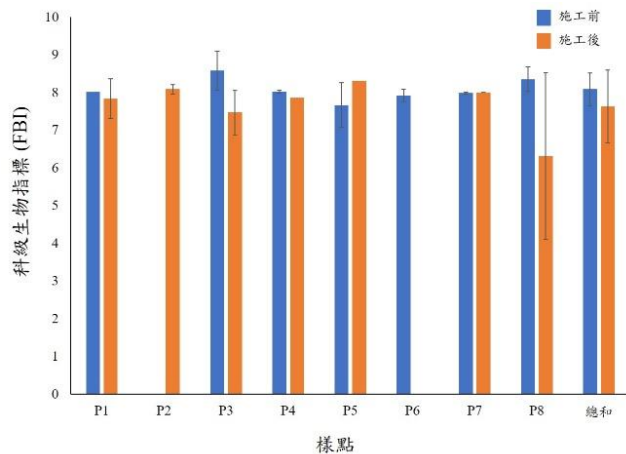
後的科級生物指標為 7.02，水質由嚴重汙染程度降低為汙染程度。P3 樣點在施工前有記錄搖蚊科(TV 值為 8)、食蚜蠅科(TV 值為 10)及蛾蚋科(TV 值為 10)等 TV 值較高之物種，本季調查則出現 TV 值較低的四節蜉科(TV 值為 4)。P7 樣點在本季調查結果顯示水棲昆蟲密度有低於施工前，由於出現物種皆為 TV 值較高的搖蚊科(TV 值 8)，因此施工前後的科級生物指標未改變。P8 樣點的科級生物指標顯示，施工前的科級生物指標為 8.60，而施工後的科級生物指標為 4.75，水質由嚴重汙染程度降低清潔程度，主要由於本季調查的優勢物種為 TV 值較低的四節蜉科(TV 值為 4)；此外，該樣點於本年度調查時，開始有沉水性水生植物(如馬藻或水蘊草)生長，提供許多攀附型的水棲昆蟲躲藏之空間。值得注意的是，本季調查發現許多樣點出現 TV 值較低的四節蜉科(TV 值為 4)水棲昆蟲，分別於 P1、P3 及 P8 樣點被記錄，相較於施工前 P1、P3 及 P8 樣點主要為雙翅目等水棲昆蟲組成，顯示施工前後之水棲昆蟲組成有逐步改變之趨勢，仍需未來持續觀察與監測。



圖十、2022 年東大溪水棲昆蟲第一季調查科級生物指標及施工前後之比較。(A) 第一季(6 月) 科級生物指標。(B) 第二季(9 月) 科級生物指標。

3.2.2 東大溪施工前後之水質概況

東大溪於施工前之科級生物指標平均值為 8.08，施工後之科級生物指標平均值為 7.63(圖十一)。各樣點的科級生物指標在樣點 P3 及樣點 P8 於施工前後有明顯降低。從 P3 及 P8 樣點水棲昆蟲的組成來看，在施工前以 TV 值較高的雙翅目昆蟲為主，在施工後逐漸出現 TV 值較低的四節蜉科(TV 值為 4)水棲昆蟲。在樣點 P5 位於退休與新進教師宿舍，並未在施工範圍內，該樣點的科級生物指標顯示施工後高於施工前，施工前期間有記錄四節蜉科(TV 值為 4)與蚋科(TV 值為 6)等 TV 值較低之物種；然而在施工後期間並未記錄 TV 值較低之物種，且蛾蚋科(TV 值為 10)、水虻科(TV 值為 8)及蜻蜓科(TV 值為 9)等 TV 值較高之物種有明顯增加，故造成 P5 樣點水質由汙染轉為嚴重汙染。然而 P5 樣點在施工後期間的第二次調查時已乾涸，有可能因水量減少使水質劣化造成水棲昆蟲組成由汙染轉為嚴重汙染。

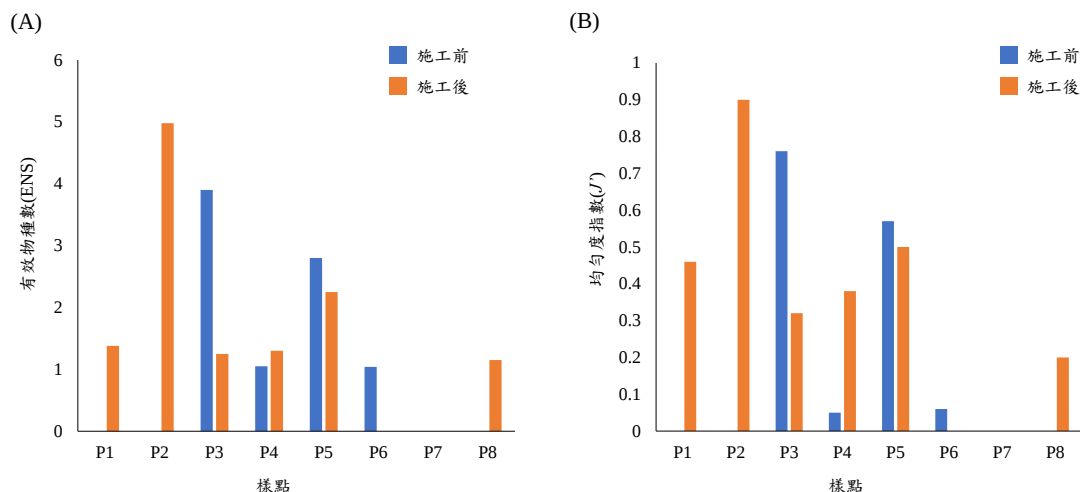


圖十一、東大溪水棲昆蟲調查科級生物指標於施工前後之比較。

3.3 生物多樣性指數

根據第一季生物多樣性指數分析結果(表六)，有效物種數介於 1.15-4.98 之間，有效物種數最高為 P2 樣點(4.98)，其次為 P5 樣點(2.25)，其他樣點則介於 1.15-1.38 之間。均勻度指數介於 0.20-0.90 之間，均勻度指數最高為 P2 樣點(0.90)，其他依序為 P5(0.5)、P1(0.46)、P4(0.38)、P3(0.32)及 P8(0.2)。

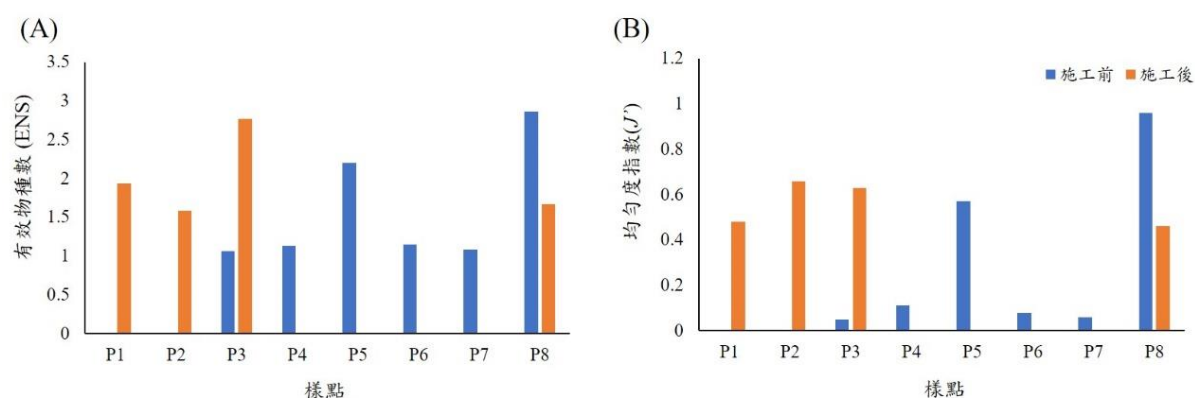
與 2020 年 06 月調查結果相比較(圖十二)，P3 樣點的有效物種數與均勻度指數皆有明顯降低，此外，該樣點不論是在水棲昆蟲密度或是耐受性物種之組成於施工前後亦有明顯的不同，雖然該樣點未規劃於整治範圍內，然而水棲昆蟲之組成、FBI 值、有效物種數與均勻度指數皆顯示該樣點水質有惡化之趨勢。另外值得注意的是 P2 樣點，該樣點於 2020 年因無水源故無水棲昆蟲調查資料，然而本年度開始提供水源後，雖然 FBI 值顯示為嚴重汙染，其有效物種數與均勻度為所有樣點中最高，物種組成皆為龍蝨科、蜻蜓科及細蟪科等成蟲活動移動能力高之物種。



圖十二、2022 年東大溪水棲昆蟲第一季調查(A)有效物種數與(B) 均勻度指數施工前後之比較。

第二季由於 P7 樣點僅記錄搖蚊科水棲昆蟲 1 種，故不列入多樣性指數分析。根據生物多樣性指數分析結果(表七)，有效物種數介於 1.58-2.77 之間，有效物種數最高為 P3 樣點(2.77)，其他依序為 P1(1.93)、P8(1.67)及 P2(1.58)。均勻度指數介於 0.46-0.66 之間，均勻度指數最高為 P2 樣點(0.66)，其他依序為 P3(0.63)、P1(0.48)及 P8(0.46)。

與 2020 年 09 月調查結果相比較(圖十三)，P3 樣點不論是在有效物種數或是均勻度指數皆明顯高於施工前，然而於本年度第一季調查結果則相反。本季調查結果顯示 P3 樣點不論是在水棲昆蟲密度或是耐受性物種之組成於施工前後亦有明顯的不同，且科級生物指標顯示水質由嚴重汙染程度降低為汙染程度，水棲昆蟲的季節性波動是否影響東大溪的物種組成與生物多樣性，仍需未來的持續監測與觀察。P8 樣點不論是在有效物種數或是均勻度指數皆明顯低於施工前，然而 P8 樣點在施工前的水棲昆蟲密度僅介於 1.67 - 3.33 隻/平方公尺，本季調查結果顯示該樣點水棲昆蟲密度介於 3.33 - 396.67 隻/平方公尺。施工前後之水棲昆蟲密度與組成的差異為造成多樣性指數分析不同的主要原因，雖然 P8 樣點的生物多樣性指數低於施工前，但是該樣點物種組成主要以 TV 值較低的四節蜉科為主，且科級生物指標顯示水質由嚴重汙染程度降低為清潔程度。



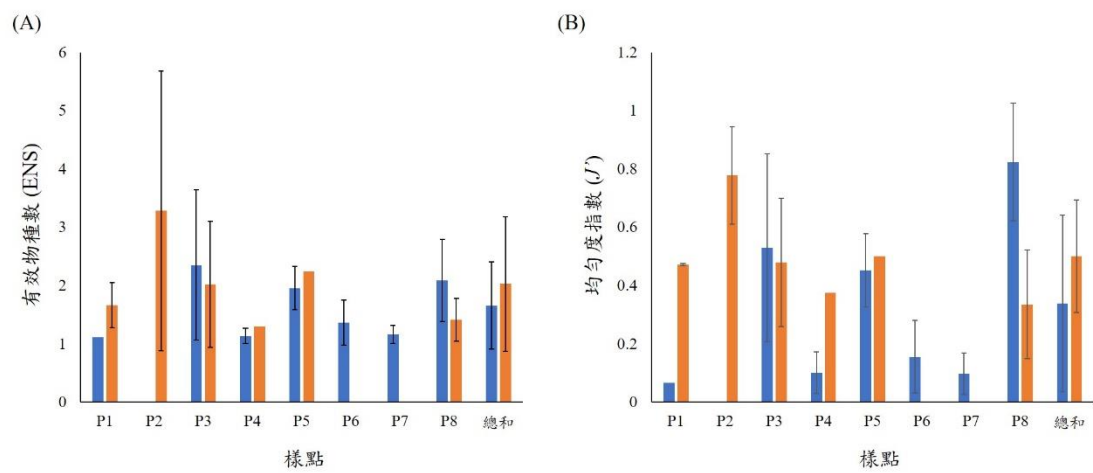
圖十三、2022 年東大溪水棲昆蟲第二季調查(A)有效物種數與(B) 均勻度指數施工前後之比較。

3.3.2 東大溪施工前後之生物多樣性指數

在有效物種數及均勻度指數中，由於 P7 樣點於施工後僅記錄到雙翅目搖蚊科單一物種，故無法計算其生物多樣性，故未列入比較。

在有效物種數的結果指出，東大溪水棲昆蟲之有效物種數於施工前為 1.65，施工後之有效物種數為 2.03，顯示施工後的有效物種數高於施工前，生物多樣性在施工後整體來說是有提高的。特別是在 P1、P4 及 P5 等樣點皆顯示施工後的有效物種數高於施工前。然而在 P8 樣點的結果則顯示施工後的有效物種數明顯低於施工前。雖然 P8 樣點的有效物種數低於施工前，然而該樣點的水棲昆蟲密度在施工後期間(平均 303 隻/平方公尺)明顯高於施工前(平均 32 隻/平方公尺)，此外，在施工後物種組成亦以 TV 值較低的四節蜉科為主。

在物種均勻度的結果指出，東大溪水棲昆蟲之均勻度指數於施工前為 0.34，施工後之均勻度指數為 0.50，顯示施工後的均勻度指數高於施工前，不同物種之相對數量在施工後整體來說是有提高的。特別是在 P1、P4 及 P5 樣點，施工前皆以雙翅目搖蚊科為最優勢物種，施工後不同物種的相對數量有提升的趨勢。另外在 P8 樣點的均勻度指數則顯示施工後有明顯低於施工前，主要的原因是該樣點於施工前溪流底質主要為沙質，不易使水棲昆蟲攀附，因此採集到的水棲昆蟲數量少，且無明顯之優勢物種。施工後的調查期間，該樣點開始有沉水性水生植物(如馬藻或水蘊草)生長，提供許多攀附型的水棲昆蟲躲藏之空間。其物種之組成明顯與施工前不同，因此造成物種均勻度之差異。



圖十四、東大溪水棲昆蟲之(A)有效物種數與(B) 均勻度指數施工前後之比較。

4. 微生物類群多樣性變化追蹤監測

4.1 微生物調查結果

2022 年夏秋兩季度調查東大溪 9 個樣點三個微生物類群總菌數，結果顯示大腸桿菌群介於 $10^3 - 10^6$ CFU/100 ml，酵母菌菌群介於 $10^1 - 10^4$ CFU/100 ml，黴菌菌群介於 $10^2 - 10^3$ CFU/100 ml (表八)。

4.1.1 大腸桿菌群：

2022 年的數據顯示，水域污染的指標微生物是大腸桿菌族群量，夏秋兩季調查中，礮間淨化場進水口 (P0) 的大腸桿菌為 10^6 CFU/100 ml，出水口 (P1) 降低 3 個 log 值至 10^3 CFU/100 ml，也就是淨化池處理使東大溪廢污水中的大腸桿菌群減少 99.9%。東大溪從 P1 流經 P3 (女生宿舍旁)，女宿污水排入，大腸桿菌群上升，夏季為 1.0×10^6 CFU/100 ml，秋季為 3.7×10^4 CFU/100 ml。往下游流向 P4 和 P6，夏季水中大腸桿菌群菌量下降 3 個 log 值，為河川自淨作用；秋季 P3 菌量為 3.7×10^4 CFU/100 ml，P4 水中菌量維持 7.3×10^4 CFU/100 ml，無明顯變化，應為常態菌量。校外安學橋樣點 (P7) 附近有污水匯入，大腸桿菌群菌量達 10^6 CFU/100 ml (夏季 6.7×10^6 CFU/100 ml，秋季 1.5×10^6 CFU/100 ml)，1.5 公里後，東大溪匯入筏子溪，過程中的自淨作用與筏子溪水的稀釋作用，使 P8 大腸桿菌群菌量下降 2 個 log 值 (夏季 5.0×10^4 CFU/100 ml，秋季 3.8×10^4 CFU/100 ml)，水中大腸桿菌群下降 99%。

比較 2020 年及 2022 年數據 (圖十五)，河川自淨作用分別發生在施工前的 P1 - P6，及施工後的 P3 - P6。河川自淨作用使兩個年度夏季水中大腸桿菌群菌量下降 2 - 3 個 log 值，使兩個年度秋季水中大腸桿菌群菌量下降 1 - 2 個 log 值，夏季河川自淨作用較秋季顯著。2020 年和 2022 年夏秋，校外樣點安學橋河段 (P7) 因污水匯入大腸桿菌升至 $6.2 - 7.2 \log_{10}$ CFU/100 ml，因河川自淨及筏子溪匯入的稀釋作用，筏子溪匯流口 (P8) 降至 $4.0 - 4.8 \log_{10}$ CFU/100 ml，P7 與 P8 在施工前後菌量差異不顯著，可知礮間淨化場的作用在校內較為顯著。

4.1.2 酵母菌與黴菌：

酵母菌群具有做為評估水質之生物指標的潛力 (Hagler and Ahearn, 1987)。利用總酵母菌數評估水體的污染狀況，2022 年東海商圈 (P0) 夏季排放水的總酵母菌數大於 10^4 CFU/100 ml 時，為污染水域，經礮間淨化場處理，校內溪段水樣皆低於 10^4 CFU/100 ml；P7 污水匯入，總酵母菌菌量超過閾值 (表八)。

2022 年夏秋兩季東大溪黴菌菌量 (表八)，進水口 (P0) 為 103 CFU/100 ml，至出水口 (P1) 下降 1 個 log 值為 102 CFU/100 ml，礫間淨化場使黴菌菌量降低 90%，所有樣點黴菌菌量皆介於 102 - 103 CFU/100 ml，相差不到 1 個 log 值，樣點間菌量差異不大。兩個季度黴菌菌量相差不到 1 個 log 值。

2022 年 P0、P3、P6 和 P7 四個樣點的黴菌菌量高於 2020 年 1 個 log 值(圖十七)。

4.2 微生物調查討論

1. 依水污染防治法訂定的環保署「放流水標準」，污水下水道流量大於 250 立方公尺/日，大腸桿菌群限值為 2×10^5 CFU/100 ml，東海夜市商圈排出的污水大腸桿菌群超過 106 CFU/100 ml，高於法定限值，為污染水域。經過礫間淨化場處理，大腸桿菌群低於法定限值，礫間淨化場有效降低大腸桿菌群量至 0.1%。

2. 在 3 處東大溪的生活廢水排入點，大腸桿菌群總菌量顯著高於其餘樣點，包括礫間淨化場進水口 P0、女生宿舍旁河段 P3 及安學橋河段 P7，均超過 106 CFU/100 ml。

3. 2022 年夏季，東大溪放流口排入污水的酵母菌總量為 2.0×10^4 CFU/100 ml，依據 Hagler 與 Ahearn (1987) 和 Spencer 與 Spencer (1997) 界定的總酵母菌數與水質污染之範圍，高於 104 為污染水域。經礫間淨化場處理後，P1 至 P8 酵母菌總量皆低於 104 CFU/100 ml，有效降低溪水中的酵母菌總量，不為污染水域。

4. 2022 年的夏季與秋季，東大溪 P0、P2、P3 和 P7 黴菌量高於 103 CFU/100 ml，由空氣或河道傳播導入水中；黴菌總菌量在季度間無太大變化。

以水域微生物總量來看，有效反映「東大溪水環境及鄰近區域環境改善工程」計畫改善水質變化的表現，礫間淨化場使水污染指標的大腸桿菌群菌數降至千分之一，酵母菌總數降至可檢測線以下，有效淨化東海夜市商圈產生的生活廢污水。

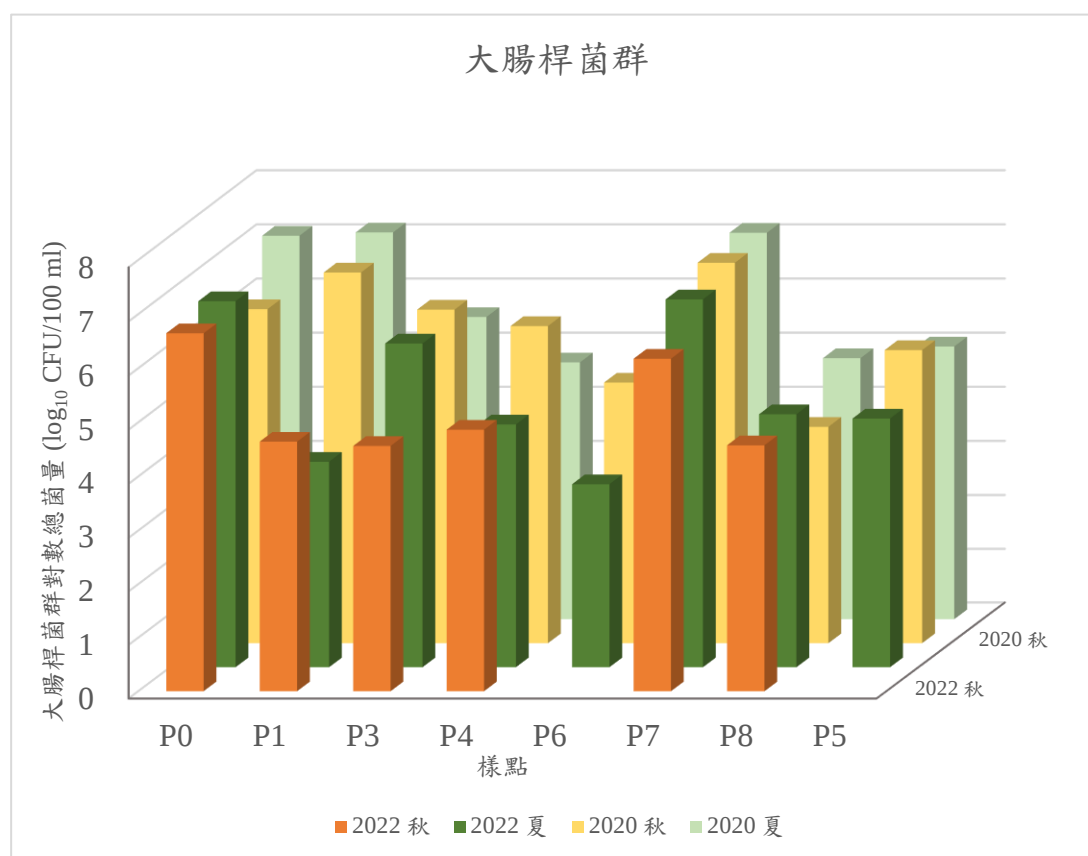
表八、東大溪水域夏季與秋季大腸桿菌群、酵母菌、紅色酵母菌、白色酵母菌與黴菌的菌量 (CFU/100 ml)。

地 點	大腸桿菌群		酵母菌		紅色酵母菌		白色酵母菌		黴菌	
	夏季	秋季	夏季	秋季	夏季	秋季	夏季	秋季	夏季	秋季
P0	6.2×10^6	4.4×10^6	2.0×10^4	3.0×10^3	1.5×10^4	1.7×10^3	5.0×10^3	1.3×10^3	5.0×10^3	5.0×10^3
P1	6.7×10^3	4.4×10^3	TFTC	2.0×10^3	TFTC	TFTC	TFTC	2.0×10^3	4.3×10^2	4.3×10^2
P2	1.7×10^4	5.2×10^3	8.7×10^3	2.0×10^3	TFTC	TFTC	TFTC	8.7×10^3	2.8×10^3	2.8×10^3
P3	1.0×10^6	3.7×10^4	1.0×10^3	8.7×10^3	TFTC	2.0×10^2	TFTC	1.0×10^3	2.0×10^3	2.0×10^3

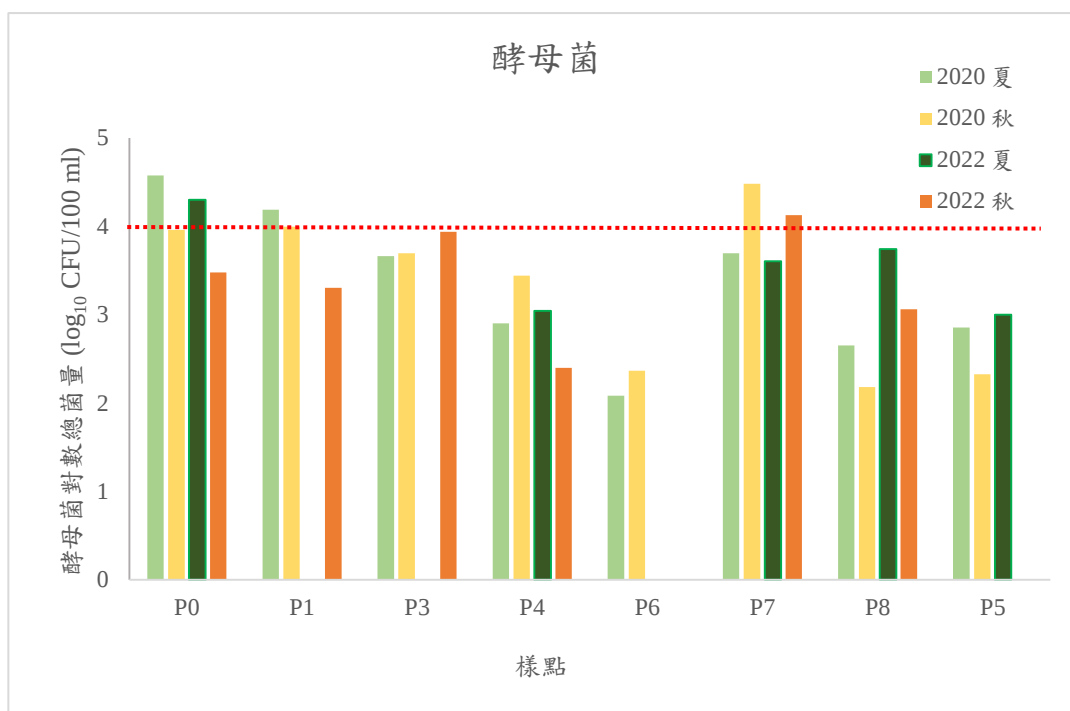
P4	3.3×10^4	7.3×10^4	1.1×10^3	2.5×10^2	1.0×10^2	1.0×10^2	1.0×10^3	1.5×10^2	5.0×10^2	5.0×10^2
P5	4.2×10^4	N/A	1.0×10^3	N/A	TFTC	N/A	1.0×10^3	N/A	4.0×10^2	N/A
P6	2.6×10^3	N/A	TFTC	N/A	TFTC	N/A	TFTC	N/A	2.0×10^3	N/A
P7	6.7×10^6	1.5×10^6	4.0×10^3	1.3×10^4	4.0×10^3	TFTC	TFTC	1.3×10^3	2.7×10^3	2.7×10^3
P8	5.0×10^4	3.8×10^4	5.5×10^3	1.2×10^3	TFTC	1.0×10^3	5.5×10^3	5.5×10^3	4.7×10^2	4.7×10^2

TFTC: too few to count.

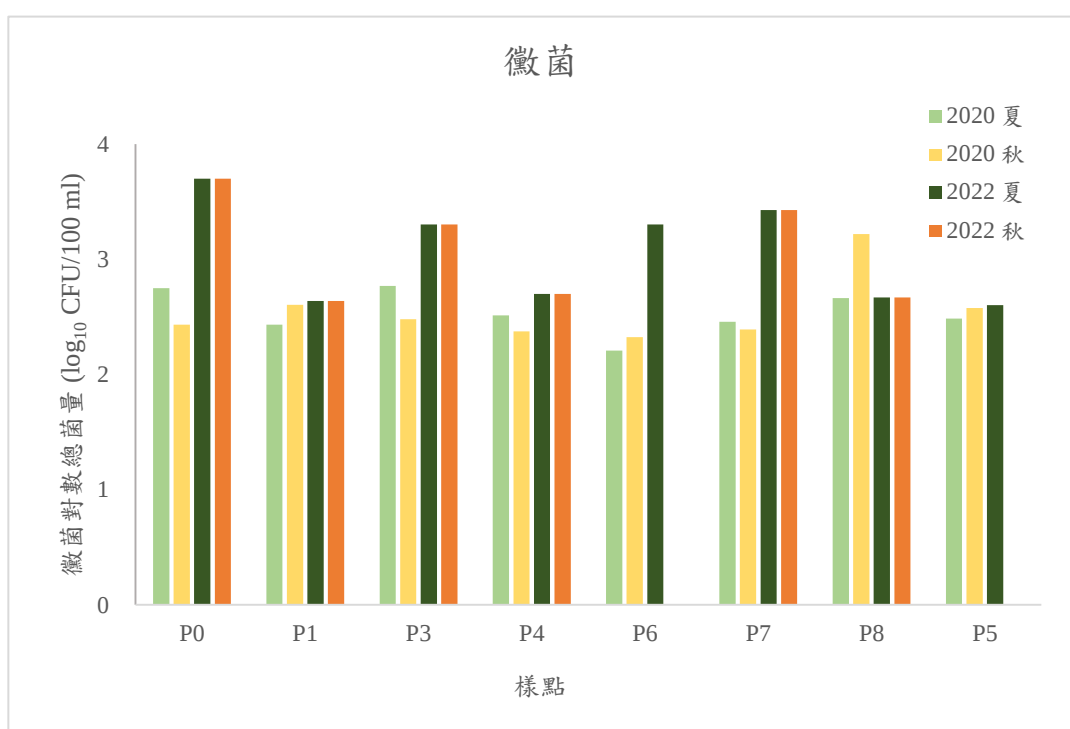
N/A: Not available



圖十五、2022 和 2020 的夏季與秋季，東大溪大腸桿菌群對數總菌量 ($\log_{10}$ CFU/100 ml)，紅色箭頭為污水匯入點，P5 為支流樣點，P5 和 P6 在 2022 年秋季無水。



圖十六、2020 和 2022 的夏季與秋季，東大溪酵母菌對數總菌量 (log₁₀ CFU/100 ml)，P5 為支流樣點，P5 和 P6 在 2022 年秋季無水。



圖十七、2020 和 2022 的夏季與秋季，東大溪黴菌對數總菌量 (log₁₀ CFU/100 ml)，P5 為支流樣點，P5 和 P6 在 2022 年秋季無水。

5. 兩棲爬蟲類類群多樣性變化追蹤監測

5.1 兩棲爬蟲類調查時間

111 年 6 月份調查紀錄，兩棲爬行動物調查於民國 111 年 6 月 23 日～24 日進行。日間調查為上午 8:00-12:00；夜間調查為 18:00-22:00 時進行。

111 年 9 月份調查紀錄，兩棲爬行動物調查於民國 111 年 9 月 28 日～29 日進行。日間調查為上午 8:00-12:00；夜間調查為 18:00-22:00 時進行。

5.2 兩棲爬蟲類調查結果

5.2.1 物種組成與數量

第一季兩棲類調查中共發現 3 科 3 種，又舌蛙科 1 種、赤蛙科 1 種、樹蛙科 1 種。P1 區紀錄 2 種、P2 區 3 種、P3 區 1 種、P4 區 3 種、P5 區 3 種、P6 區 3 種、P7 區 1 種，P8 區 1 種(表九)。爬行類在調查中共發現 1 科 1 種爬行類，壁虎科 1 種。P1 區無紀錄、P2 區無紀錄、P3 區 1 種、P4 區無紀錄、P5 區 1 種、P6 區無紀錄、P7 區 1 種，P8 區 1 種(表九)。

第二季兩棲類調查中共發現 3 科 3 種，蟾蜍科 1 種、又舌蛙科 1 種、赤蛙科 1 種。P1 區紀錄 1 種、P2 區 1 種、P3 區 1 種、P4 區無紀錄、P5 區 2 種、P6 區 1 種、P7 區無紀錄，P8 區 1 種(表十)。爬行類在調查中共發現 3 科 3 種爬行類，地龜科 1 種、飛蜥科 1 種、壁虎科 1 種。P1 區 1 種、P2 區無紀錄、P3 區 1 種、P4 區無紀錄、P5 區 1 種、P6 區 1 種、P7 區 1 種，P8 區 2 種(表十)。

5.2.2 棲地利用情形和評估

於第一季調查中以澤蛙數量最多(120 隻次)、其次為貢德氏赤蛙(25 隻次)和斑腿樹蛙(24 隻次)。澤蛙在 8 在共 8 個樣區中的 7 個樣區中內有記錄。澤蛙偏好靜水域和緩流環境，在 P5 合 P6 的水域周圍有大量澤蛙幼蛙。斑腿樹蛙多利用植被較多的區域，環境複雜不容易發現。貢德氏赤蛙使用較為靜止的水塘和積水。爬行類本次調查僅發現疣尾蜥虎(9 隻次)，棲息在樹幹或是橋墩、電線桿等各式人工建築。

在第二季調查中以澤蛙數量最多(39 隻次)、其次為貢德氏赤蛙(1 隻次)和貢德氏赤蛙(1 隻次)。澤蛙在 8 在共 8 個樣區中的 5 個樣區中內有記錄。爬行類調查發現疣尾蜥虎(9 隻次)、斯文豪斯攀蜥(1 隻次)、斑龜(2 隻次)。

第二季調查各種類數量與施工中和施工後第一季調查相比明顯減少，可能與天氣變化相關，在各樣點中以 P2 和 P6 緩流的水域有較多的澤蛙數量發現

5.3 兩棲爬蟲類調查討論

與 2020 年施工中調查相比，在數量上，澤蛙在本年度調查中數量明顯增加；在各樣點變化中，以 P2 的變化最為明顯，2020 年施工中調查未有水流棲地，觀察到極少量物種和數量，僅黑眶蟾蜍一種兩棲類被記錄，而在本年度調查中已發現 3 種不同兩棲類物種，為最明顯的樣點變化。更全面的比較待完整的調查後進一步探討，預計於 12 月 15 日~16 日進行第三季調查。

表九、第一季各樣點之兩棲爬行類調查結果

樣區	調查 時段	綱別	中文名	學名	叫聲	目擊	備註
P1	日	Amphibia	貢德氏赤蛙	<i>Hylarana guentheri</i>	3		
	夜	Amphibia	貢德氏赤蛙	<i>Hylarana guentheri</i>	6		
			斑腿樹蛙	<i>Polypedates megacephalus</i>	2		
P2	夜	Amphibia	澤蛙	<i>Fejervarya limnocharis</i>	3	9	
			貢德氏赤蛙	<i>Hylarana guentheri</i>	8		
			斑腿樹蛙	<i>Polypedates megacephalus</i>	4	1	
P3	日	Amphibia	澤蛙	<i>Fejervarya limnocharis</i>		2	
	夜	Reptilia	疣尾蜥虎	<i>Hemidactylus frenatus</i>		4	
		Amphibia	澤蛙	<i>Fejervarya limnocharis</i>	2	3	
P4	夜	Amphibia	澤蛙	<i>Fejervarya limnocharis</i>	4	1	
			貢德氏赤蛙	<i>Hylarana guentheri</i>	1		
			斑腿樹蛙	<i>Polypedates megacephalus</i>	5	1	
P5	日	Amphibia	澤蛙	<i>Fejervarya limnocharis</i>		3	
	夜	Reptilia	疣尾蜥虎	<i>Hemidactylus frenatus</i>		2	
		Amphibia	澤蛙	<i>Fejervarya limnocharis</i>		46	
			貢德氏赤蛙	<i>Hylarana guentheri</i>		1	
			斑腿樹蛙	<i>Polypedates megacephalus</i>	5		
P6	日	Amphibia	澤蛙	<i>Fejervarya limnocharis</i>		6	
	夜	Amphibia	澤蛙	<i>Fejervarya</i>		37	

				<i>limnocharis</i>			
			貢德氏赤蛙	<i>Hylarana guentheri</i>	5	1	
			斑腿樹蛙	<i>Polypedates megacephalus</i>	5	1	
P7	夜	Reptilia	疣尾蜥虎	<i>Hemidactylus frenatus</i>		2	
		Amphibia	澤蛙	<i>Fejervarya limnocharis</i>	3		
P8	夜	Reptilia	疣尾蜥虎	<i>Hemidactylus frenatus</i>		1	
		Amphibia	澤蛙	<i>Fejervarya limnocharis</i>		1	

表十、第二季各樣點之兩棲爬行類調查結果

樣區	調查 時段	綱別	中文名	學名	叫聲	目擊	備註
P1	夜	Reptilia	疣尾蜥虎	<i>Hemidactylus frenatus</i>		1	
		Amphibia	貢德氏赤蛙	<i>Hylarana guentheri</i>	1		
P2	夜	Amphibia	澤蛙	<i>Fejervarya limnocharis</i>		18	
P3	日	Amphibia	澤蛙	<i>Fejervarya limnocharis</i>		2	
	夜	Reptilia	疣尾蜥虎	<i>Hemidactylus frenatus</i>		2	
		Amphibia	澤蛙	<i>Fejervarya limnocharis</i>		4	
P5	日	Reptilia	斯文豪氏攀蜥	<i>Japalura swinhonis</i>		1	
	夜	Amphibia	澤蛙	<i>Fejervarya limnocharis</i>		11	
			黑眶蟾蜍	<i>Duttaphrynus melanostictus</i>		1	
P6	夜	Reptilia	疣尾蜥虎	<i>Hemidactylus frenatus</i>		1	
		Amphibia	澤蛙	<i>Fejervarya limnocharis</i>		2	
P7	夜	Reptilia	疣尾蜥虎	<i>Hemidactylus frenatus</i>		4	
P8	日	Reptilia	斑龜	<i>Mauremys sinensis</i>		2	
	夜	Reptilia	疣尾蜥虎	<i>Hemidactylus frenatus</i>		1	
		Amphibia	澤蛙	<i>Fejervarya limnocharis</i>		2	

6. 陸域節肢動物類群多樣性變化追蹤監測

6.1 陸域節肢動物類調查時間

第一季節肢動物調查於民國 111 年 6 月 24 日進行。

第二季節肢動物調查於民國 111 年 9 月 20 日進行。

6.2 陸域節肢動物類調查結果

6.2.1 組成與數量

第一季昆蟲相在調查共發現 2738 隻 (12 目)，其中雙翅目數量最多，其次膜翅目。P1 區紀錄 9 目、P2 區 10 目、P3 區 8 目、P4 區 9 目、P5 區 9 目、P6 區 8 目、P7 區 5 目、P8 區 8 目(附錄圖表 metadata)。

相較於 2020 年六月整體組成無明顯差異(圖十八) (2020 年六月由於施工工程進行無法調查，因此 P1、P2 樣點無資料)。

調查發現 411 隻 (14 科) 蜘蛛，其中蟹蛛科數量最多，其次是皿蛛科與貓蛛科。P1 區紀錄 6 科、P2 區 9 科、P3 區 7 科、P4 區 7 科、P5 區 9 科、P6 區 9 科、P7 區 6 科，P8 區 6 科。

排除無資料之 P1 與 P2，相較於 2020 年六月，優勢類群的蜘蛛從高度耐受性的蜘蛛(當月整體 47.76%)轉為中度耐受性與高度耐受性的蜘蛛並列(當月整體 45.11%與 44.26%)(圖十九)。

由整體趨勢可知，存在於各樣點之節肢動物種類或數量在各樣點無明顯差異(除了 P7、P8)，但 P4、P7 與 P8 之陸生節肢動物個體數較低，推測此區域多為人工建築，或溪邊植物結構簡單，無法支持大量節肢動物生存。

陸域節肢動物昆蟲相方面，在靠近工業區的幾個樣點(P7、P8)之陸生節肢動物個體數較低，可能是因為在此區域剛經歷清淤作業干擾大，溪邊植物之組成及結構不夠豐富。P5、P6 的採樣有著其餘採樣點二到三倍的陸域節肢動物個數，這可能是因為在這些採樣點附近的河道有較寬廣的腹地及相對豐富的植被，因而支持了較大的節肢動物群落。

陸域節肢動物蜘蛛相方面，當整體蜘蛛的豐度低時(P4,P7,P8)，代表可能接近人為環境或環境遭受干擾。P1 中度耐受性蜘蛛較多，推測為採樣時收集到剛孵化之大量蟹蛛導致，排除 P1 後大部分樣區蜘蛛組成為高度耐受性蜘蛛、中度耐受性蜘蛛為主，顯示整體河域依然存在干擾。

第二季昆蟲相在調查共發現 5967 隻 (13 目)，其中半翅目數量最多，其次雙翅目與膜翅目。P1 區紀錄 11 目、P2 區 9 目、P3 區 9 目、P4 區 9 目、P5 區 12 目、P6 區 9 目、P7 區 9 目，P8 區 10 目(附錄圖表 metadata)。

相較於 2020 年九月整體組成趨勢無明顯差異，豐度由 9197 隻降為 5967 隻，目類群皆為 13 目(圖二十)(由於施工工程進行無法調查，因此 2020 年九月 P1、P2 樣點無資料)。

調查發現 252 隻 (16 科) 蜘蛛，其中貓蛛科數量最多，其次是蟹蛛科。P1 區紀錄 8 科、P2 區 7 科、P3 區 6 科、P4 區 5 科、P5 區 9 科、P6 區 7 科、P7 區 8 科，P8 區 6 科(附錄圖表 metadata)。

排除無資料之 P1 與 P2，相較於 2020 年九月，不同耐受性的蜘蛛組成趨勢無明顯差異，優勢類群皆為中度耐受性蜘蛛，豐度由 407 隻降為 252 隻，科類群由 20 科降為 16 科(圖二十一)。

由整體趨勢可知，存在於各樣點之節肢動物種類或在樣點間無明顯差異，目或科的種類數也無明顯差異。相較於去年六月，工程對於組成無明顯影響，但豐度減少，推測由於工程將整個河川重新翻新，物種需要重新進駐恢復，豐度相較 2020 年減少，而作為底層食物的植物較先恢復，故能支撐不同類群之生物。

陸域節肢動物昆蟲相方面，各樣區昆蟲組成趨勢無明顯差異，皆以植食性半翅目為主要優勢類群，顯示臨岸植被恢復良好，而大部分樣區皆出現零星毛翅目，毛翅目存在於汙染程度較低環境中，代表溪流經過整治汙染有稍微降低。就昆蟲相來看，環境經過整治有些許恢復，但仍有干擾(出現零星毛翅目，但整體豐度降低)。

陸域節肢動物蜘蛛相方面，在大多樣區優勢類群皆為中度耐受性蜘蛛，優勢科以貓蛛科與蟹蛛科為主，這兩類蜘蛛依賴植被但不需複雜結構之植被，也比其他結網蜘蛛更能忍受干擾，代表東大溪沿岸具有大量植被結構但仍受干擾。

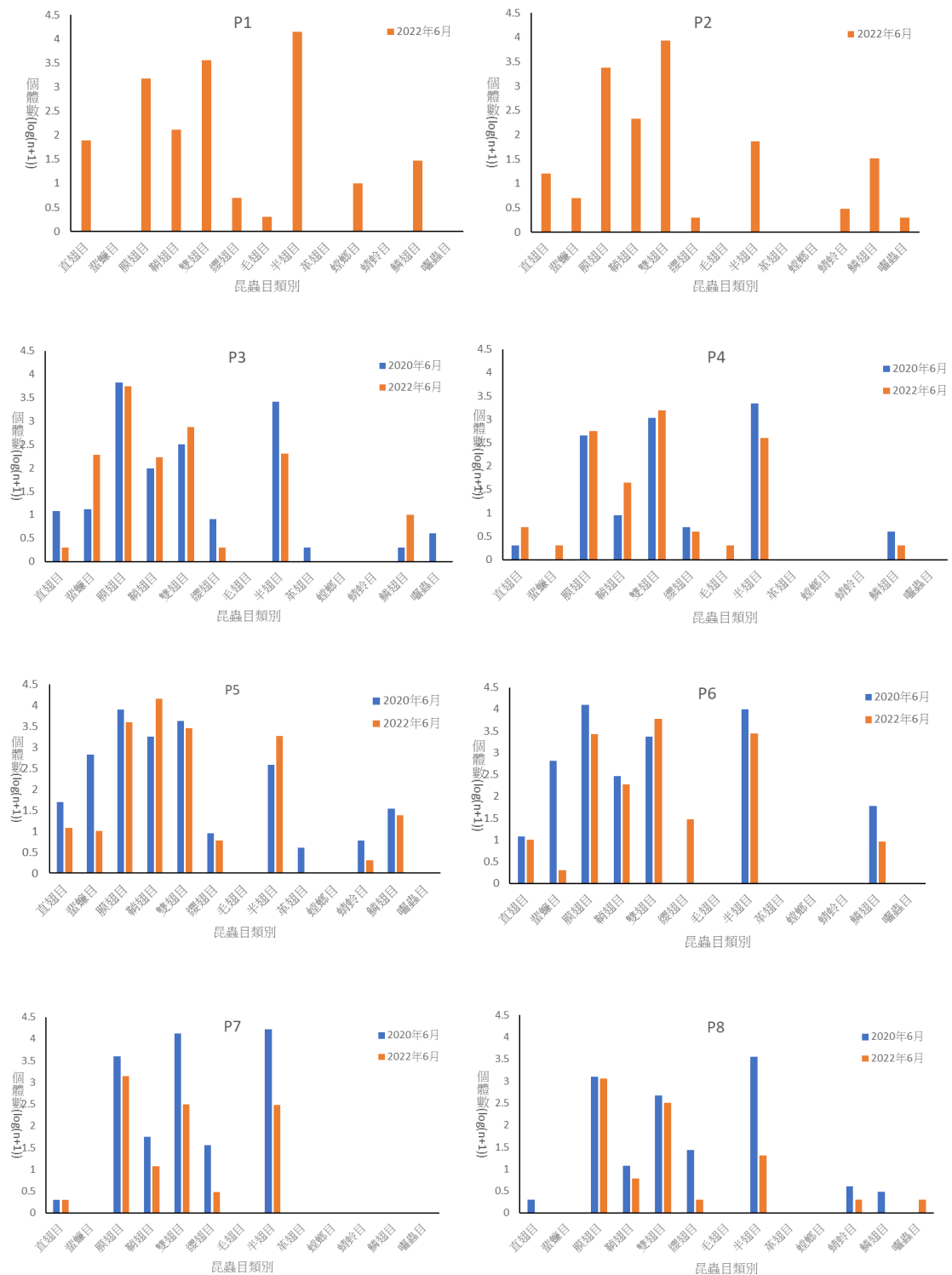
6.3 陸域節肢動物類 2020 年與 2022 年調查比較

將各數據取 LOG 做標準化後做統計處理。

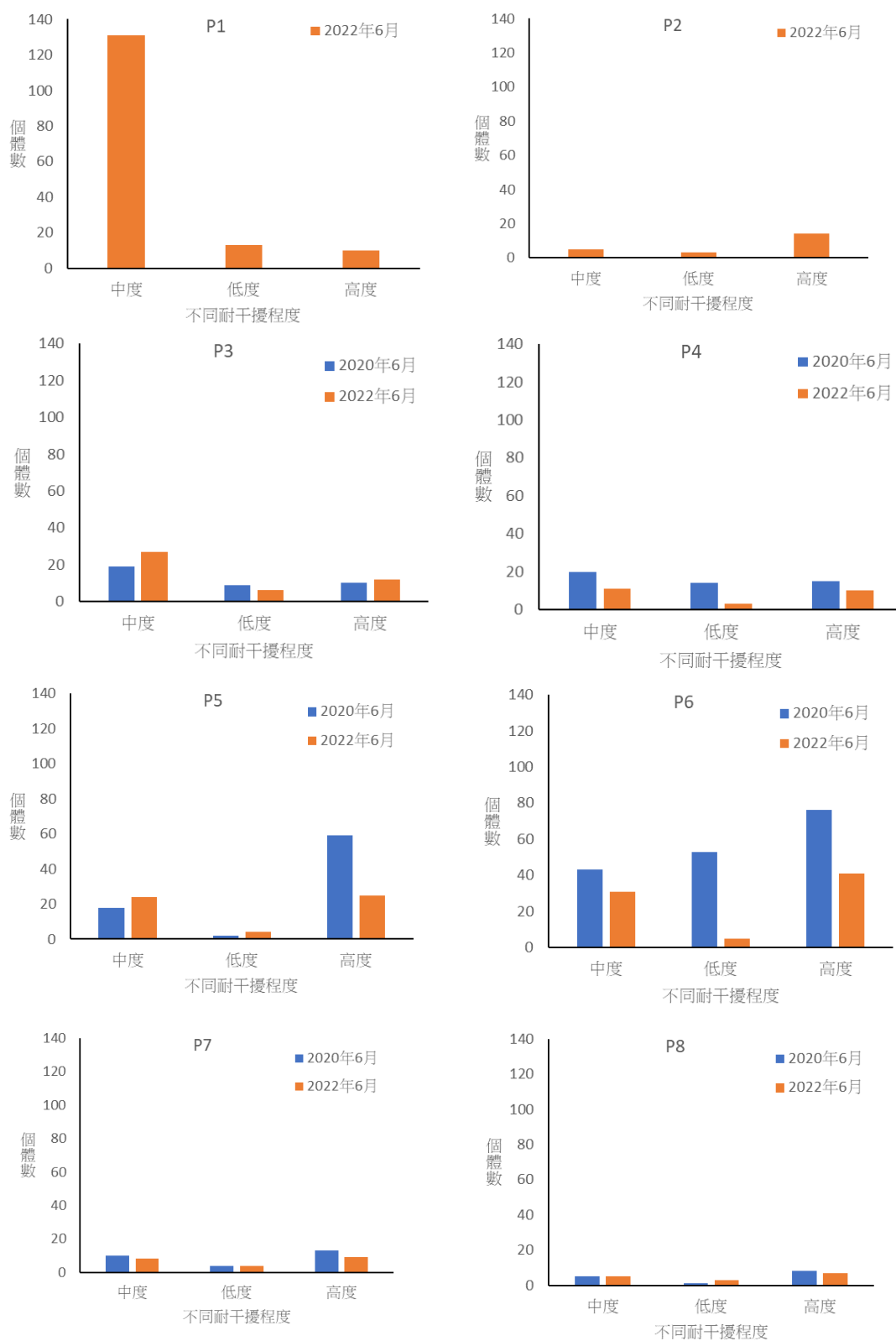
依據 ANOVA 統計，昆蟲相在四次調查中有顯著差異(P 值=0.01)，在 2020 年與 2022 年間無明顯差異(P 值=0.382)(圖二十二)。依據 SIMPER 分析物種貢獻度雙翅目、半翅目與膜翅目為造成差異的主要目。

依據 ANOVA 統計，蜘蛛相在四次調查中有顯著差異(P 值=0.034)，在 2020 年與 2022 年間無明顯差異(P 值=0.053)。依據 SIMPER 分析物種貢獻度蟹蛛科、貓蛛科與皿蛛科為造成差異的主要科。

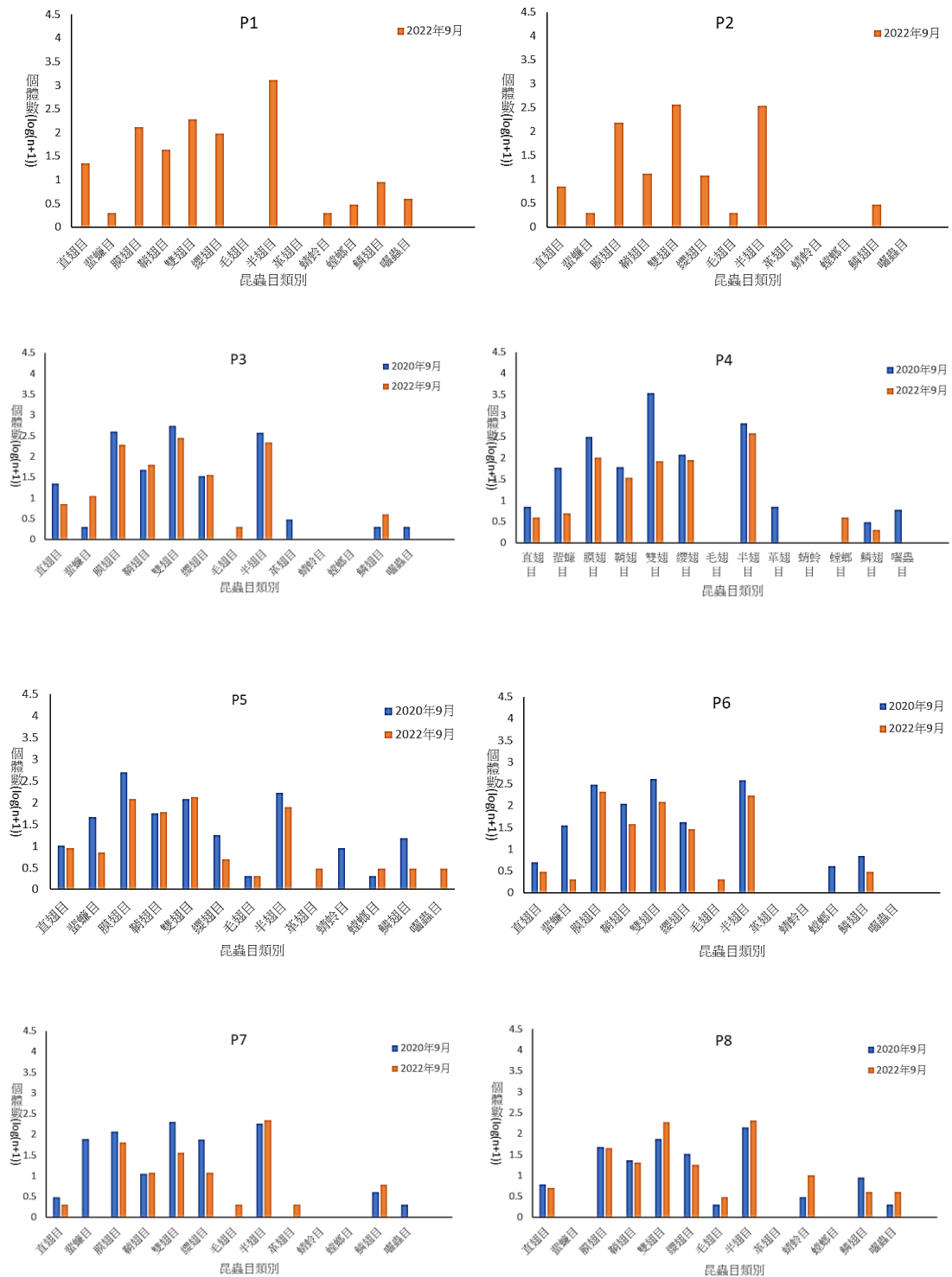
依據 ANOVA 統計，不同耐受性蜘蛛組成在四次調查中無顯著差異(P 值=0.067)，在 2020 年與 2022 年間無明顯差異(P 值=0.183)。依據 SIMPER 分析物種貢獻度中度干擾耐受性和高度干擾耐受性蜘蛛為造成差異的主要類群。



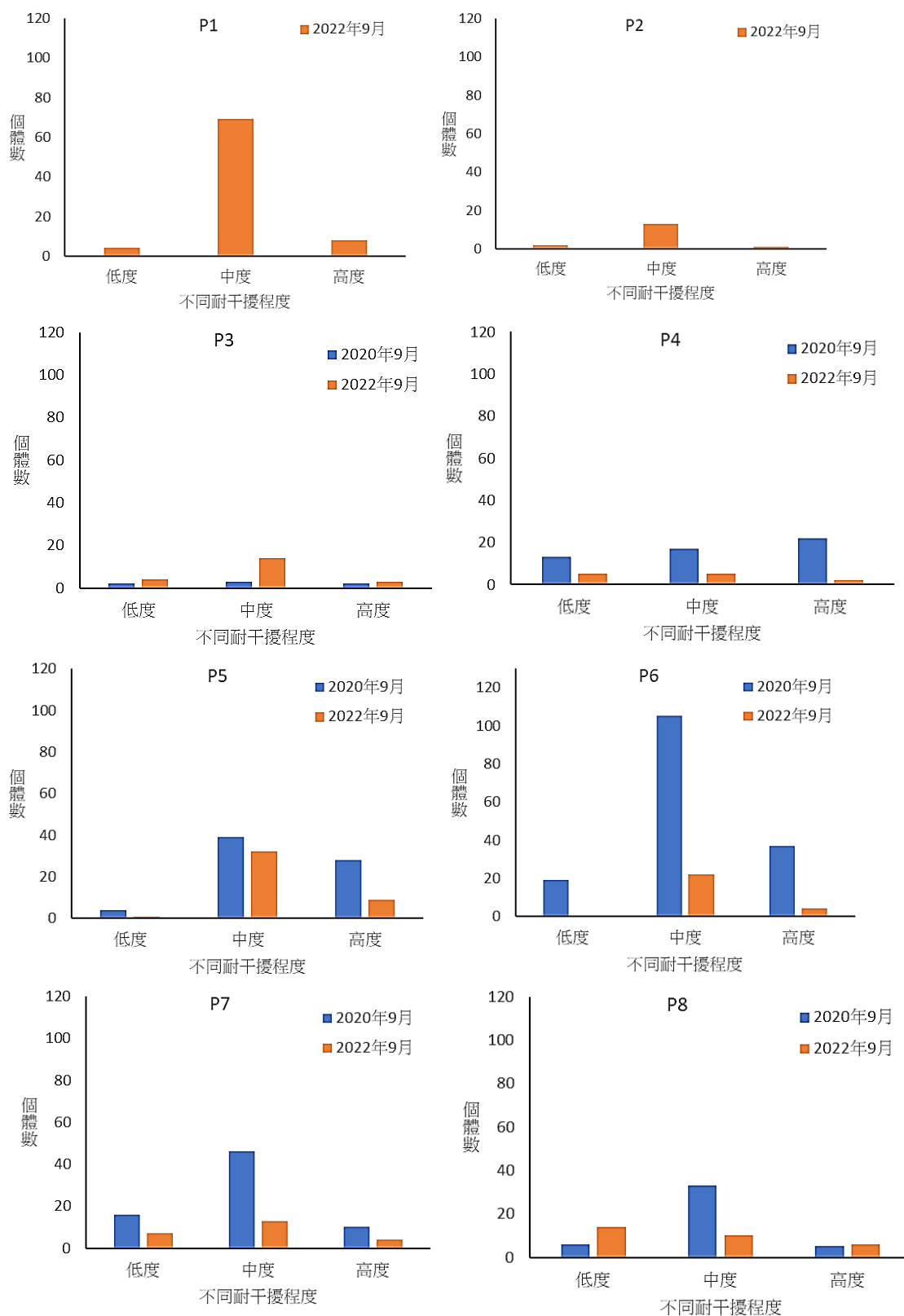
圖十八、2020年6月與2022年6月東大溪流域周邊八個樣點昆蟲在不同季節之目數量變化。(2020年六月由於施工工程進行無法調查，因此P1、P2樣點無資料)



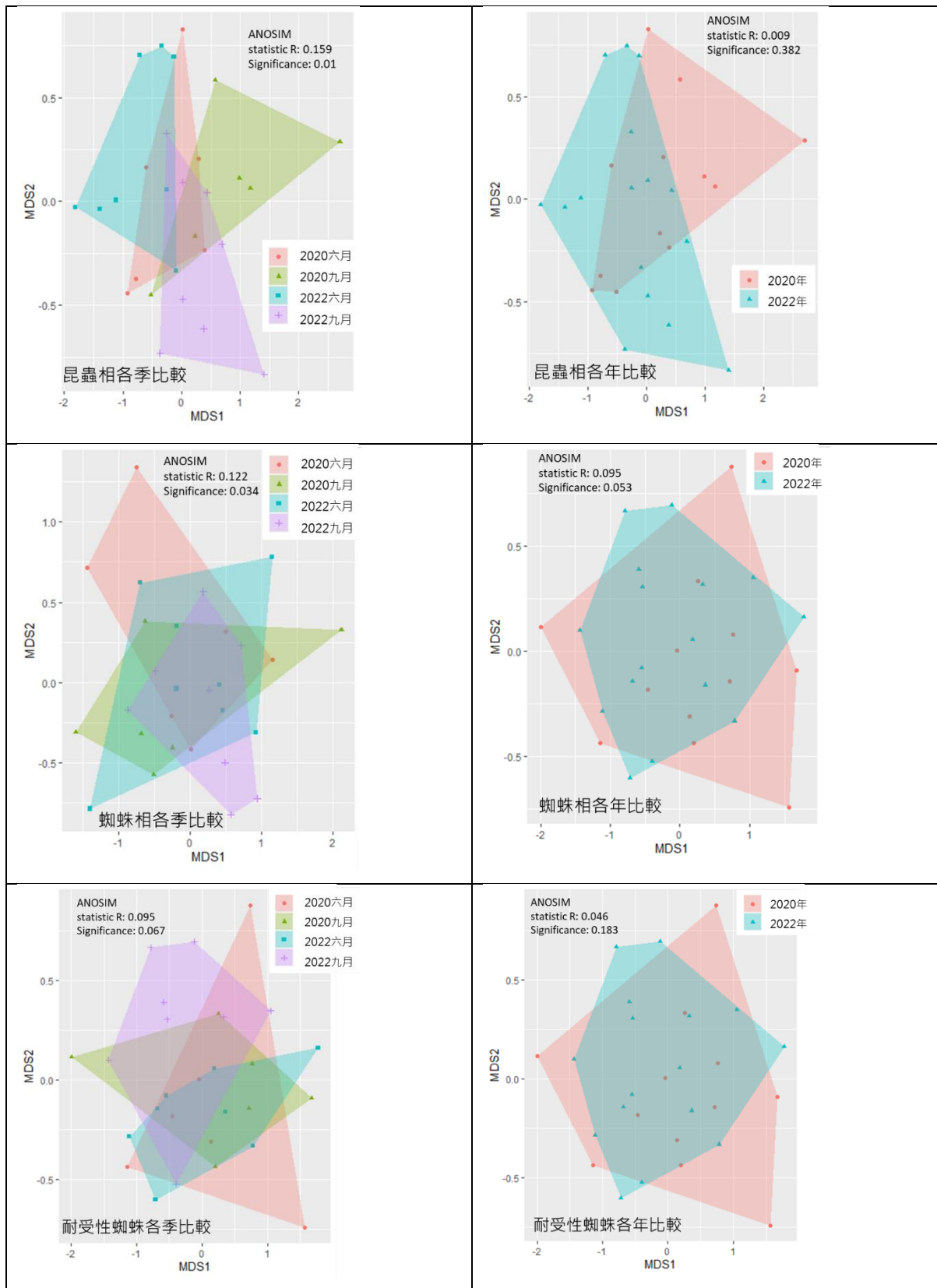
圖十九：2020年6月與2022年6月東大溪流域周邊八個樣區不同耐干擾程度蜘蛛在不同季節之個體數量變化。(2020年六月由於施工工程進行無法調查，因此P1、P2樣點無資料)



圖二十、2020 年 9 月與 2022 年 9 月東大溪流域周邊八個樣點昆蟲在不同季節之目數量變化。(2020 年三月後由於施工工程進行無法調查，因此該年 P1、P2 樣點無資料)



圖二十一、2020 年 9 月與 2022 年 9 月東大溪流域周邊八個樣區不同耐干擾程度蜘蛛在不同季節之個體數量變化。(2020 年三月後由於施工工程進行無法調查，因此該年 P1、P2 樣點無資料)



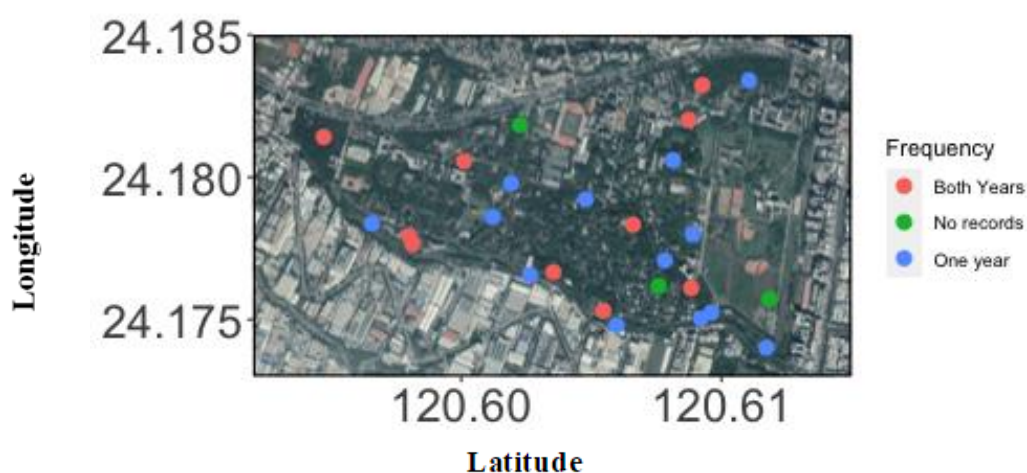
圖二十二、2020 年與 2022 年 6 月與 9 月東大溪流域周邊八個樣區昆蟲相、蜘蛛相與不同耐干擾程度蜘蛛比較 NMDS 圖。

7. 哺乳動物類群多樣性變化追蹤監測

透過紅外線自動相機、鼠籠捕捉、穿越線調查與定點計數等方法，2022 年 7-9 月總共發現到 7 科 7 種哺乳動物（表十一）。在此期間，自動相機共拍攝哺乳動物五種與無法辨識之鼠科動物，其中，貓的出現頻度最高（0.88），犬次之（0.69），而白鼻心則出現於 42%樣點（表十二）。鼠籠捕捉與穿越線調查法發現相同物種，兩種調查方式，均發現小黃腹鼠與臭鼩（表十三）。定點計數法則於 8 個樣點偵測到數量不等之東亞家蝠，共 1531 隻次（表十三）。

在紅外線自動相機所拍攝的哺乳動物中，僅白鼻心為台灣原生野生動物。若將 2022 年 7-9 月的紀錄與過去的資料（2020.12-2022.03）加以比較，白鼻心大致出現於相似的樣點。在 26 個樣點中，有 10 個樣點，兩年均有白鼻心的出現紀錄（圖二十三），且有 13 個樣點，在其中一時段具有出現紀錄（圖二十三），但有 3 個樣點，兩年均無出現紀錄（圖二十三）。

白鼻心大多發現於樹木覆蓋高且人為干擾程度較低的樣點。紅外線自動相機於 2022 年 7-9 月發現攜帶幼獸的白鼻心，顯示白鼻心可於東大溪周邊區域生殖，且本季為生殖季。和 2022 年春季調查比較，流浪犬出現於 69%樣點，且出現頻度在 2022 年 7-9 月增加。此種變化，或許與學校的人為活動頻度有關。過去於本校進行的研究顯示，流浪犬常出現於本校垃圾子母車附近，可能取食人類剩餘的食物。而東海大學於 2022 年五月起，因疫情改為線上授課，學生返家，校園商店關閉，學校人為頻度大幅降低，流浪犬的食物來源減少。夏季後，疫情緩和，遊客與學生返校，流浪犬的出現頻度增加。



圖二十三、東海大學校園白鼻心出現位置於兩時段的差異，此二時段為 2020.12-2022.03 與 2022.07-2022.09

表十一、2022 年 7-9 月於東大溪流域透過紅外線自動向、鼠籠捕捉、穿越線調查與定點技術法所調查到哺乳類動物知名路，共分屬 7 科 7 種。

科名	中文名	學名
靈貓科	白鼻心	<i>Paguma larvata subsp. taivana</i>
貓科	貓	<i>Felis catus</i>
犬科	犬	<i>Canis lupus familiaris</i>
蝙蝠科	東亞家蝠	<i>Pipistrellus abramus</i>
松鼠科	赤腹松鼠	<i>Callosciurus erythraeus subsp. taiwanensis</i>
鼠科	小黃腹鼠	<i>Rattus losea</i>
尖鼠科	臭鼩	<i>Suncus murinus</i>

表十二、透過紅外線自動相機法，於 2022 年 7-9 月在東海大學 26 個樣點所偵測之哺乳動物物種。

科名	中文名	學名	出現頻度 ¹
靈貓科	白鼻心	<i>Paguma larvata subsp. taivana</i>	0.42
貓科	貓	<i>Felis catus</i>	0.88
犬科	犬	<i>Canis lupus familiaris</i>	0.69
松鼠科	赤腹松鼠	<i>Callosciurus erythraeus subsp. taiwanensis</i>	0.27
鼠科	鼠科物種	<i>Muridae spp.</i>	0.27
尖鼠科	臭鼩	<i>Suncus murinus</i>	0.12

1. 出現頻度（incidence frequency）為該物種出現之調查樣點比例。

表十三、透過鼠籠捕捉、穿越線調查與定點計數法，於 2022 年 9 月 23-26 日在東大溪沿岸 8 個樣點所發現之哺乳動物物種與數量。

調查方法	中文名	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	總計
鼠籠捕捉	小黃腹鼠					1				1
	臭鼩							2	2	4
定點計數	東亞家蝠	140	40	234	165	108	183	293	368	1531
穿越線	小黃腹鼠							2		2
	臭鼩								1	1

參考文獻

- 江智民 (2021) 東大溪水環境及鄰近區域環境改善工程期末整合報告。台中市政府水利局。
- 谷田一三，1992。水棲昆蟲圖解手冊，行政院環境保護署環境檢驗所編譯，54 頁。
- 林信輝、李明儒、張世倉、李訓煌 (2003) 應用水生昆蟲科級生物指標 (FBI) 評估溪流水質之研究。水土保持學報 35(4): 425-438
- 林怡萱 (2007) 太魯閣國家公園砂卡礑溪水棲昆蟲群聚結構研究。國立花蓮教育大學。花蓮。
- 徐崇斌、楊平世 (1997) 應用水生昆蟲生物指標評估基隆河水質之研究。中華昆蟲 17(3): 152-162。
- 趙蓮菊、邱春火、王怡婷、謝宗震、馬光輝 (2013) 仰觀宇宙之大，俯察品類之盛：如何量化生物多樣性。Journal of the Chinese Statistical Association 51: 8-53
- 楊平世，1992。水棲昆蟲生態入門，台灣省教育廳發行，152 頁。
- 行政院環境保護署環境檢驗所 — 水中大腸桿菌群檢測方法 — 濾膜法 (民 102 年 6 月 15 日)。
- 東大溪水環境及鄰近區域環境改善工程 - 期末整合報告(民 110 年 5 月)。
- 行政院環境保護署 - 水污染防治法 (民 108 年 4 月 29 日)。
- B-Béres, V., P. Török, Zs. Kókai, Á. Lukács, E. T-Krasznai, B. Tóthmérész & I. Bácsi, 2017. Ecological background of diatom functional groups: Comparability of classification systems. Ecol. Indic. 82: 183–188.
- Davis A. J. 2000. Does reduced-impact logging help preserve biodiversity in tropical rainforests? A case study from Borneo using dung beetles (Coleoptera: Scarabaeoidea) as indicators. Environmental Entomology 29:467–475.
- Hagler, A. N. and D. G. Ahearn. 1987. Ecology of aquatic yeasts. The Yeasts, Vol. 2, Yeasts and the Environment (Rose AH & Harrison JS, eds).
- Karr, J. R. 1981. Assessment of biotic integrity using fish communities. Fisheries 6:21-27.
- Krebs, D. J. 1989. Ecological methodology. Harper and Row, NY.
- Margalef, R. 1958. Information theory in ecology. General System 3:36-71.

- Mauricio da Rocha, J. R., J. R. De Almeida, G. A. Lins, and A. Durval. 2010. Insects as indicators of environmental changing and pollution: a review of appropriate species and their monitoring. *Holos Environment* 10:250.
- Monika Novak Babič, Polona Zalar, Bernard Ženko, Sašo Džeroski, Nina Gunde-Cimerman. 2016. Yeasts and yeast-like fungi in tap water and groundwater, and their transmission to household appliances. *Fungal Ecology* 20: 30-39.
- Oksanen, J., F. G. Blanchet, M. Friendly, R. Kindt, P. Legendre, D. McGlinn, P. R. Minchin, R. B. O'Hara, G. L. Simpson, P. Solymos, M. H. H. Stevens, E. Szoecs, and H. Wagner. 2020. *vegan: Community Ecology Package*. R package version 2.5-7. <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>.
- Passy, S.I. 2007b. Differential cell size optimization strategies produce distinct diatom richness-body size relationships in stream benthos and plankton. *Journal of Ecology* 95:745–754.
- R Core Team. 2020. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org>.
- Rimet, F., Bouchez, A. 2012. Life-forms, cell-sizes and ecological guilds of diatoms in European rivers. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* 406:1-14.
- Round, F.E., Crawford, R.M., Mann, D.G. 1990. *The Diatoms: Biology and Morphology of the Genera*. Cambridge University Press, Cambridge, 747pp.
- Shannon, C.E., Weaver, W. 1949. *The Mathematical Theory of Communication*. Univ. Illinois Press, Urbana, Chicago, London.
- Sládeček, H. 1973. System of water quality from the biological point of view. *Archive für Hydrobiologie Beiheft* 7:1-218.
- Spencer, J. F. T, and D. M. Spencer. 1997. Ecology: Where yeast live. In: *Yeast in natural and artificial habitats* (Spencer, J. F. T, and D. M. Spencer eds).