

中華民國第 63 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 生物科

第二名

080313

魚道魚到--魚道對大屯溪水生動物變動探究

學校名稱：新北市淡水區竹圍國民小學

作者： 小六 蔡沛恩 小六 孫睿駿 小五 廖庭毅	指導老師： 陳建興 邱玉彤
---------------------------------------	-------------------------

關鍵詞：魚道、攔水壩、水生動物

魚道魚到--魚道對大屯溪水生動物變動探究

摘要

本研究進行鄉野調查，以簡易水質測檢儀檢測水質，改良蝦籠、手撈網、攔截網、誘餌、拍照觀察進行水生動物分布調查，並設置自製改良舟通魚道進行研究。依據鄉野調查結果，大屯溪水質變差，魚蝦數量減少；水質檢測結果，大屯溪流域在大屯橋以下呈輕度汙染，其他區域則無汙染；大屯溪共設置16處高度100~450cm的攔水壩，其中有12處設有魚道。依據水土保持設施常見通道分類有8種魚道，設置魚道可降低洄游障礙，部分攔水壩落差太高，未設置魚道，形成水生動物洄游斷點，尤其第4攔水壩以下與以上區域，魚種減少6種、總數減少75%、生物多樣性降低0.42、豐富度降低1.38；設置自製改良舟通式魚道發現，短時間上下游水生動物變化不大，因此須長時間設置。

壹、研究動機

我們參加學校所舉辦的校外環境教育活動時，參訪大屯溪的魚道與生態，看見大屯溪中設置不同類型的魚道，有：緩坡固床工、階梯式、改良舟通式及豎孔導壁式魚道，這些魚道設置真的可以讓魚兒順利的洄游大海或河川上游嗎？我們也發現大屯溪中設置許多攔水壩，提供當地農田灌溉使用，攔水壩高度100~450cm，觀察記錄共計12處，這些攔水壩會阻斷水生動物的洄游嗎？

貳、研究目的

- 一、訪問當地耆老和里長，了解大屯溪的歷史與現況。
- 二、觀察大屯溪的水質與水中動物分布現況。
- 三、觀察大屯溪魚類洄游障礙點。
- 四、觀察大屯溪在不同位置的魚類分布情況。
- 五、比對不同攔水壩高度與設置魚道對大屯溪水中動物分布的影響。
- 六、評估自製魚道對大屯溪水中動物分布的影響。

參、文獻探討與前置研究

一、文獻探討

(一) 為了「人」的利益阻斷魚類生路

為了「人」的利益，而無視河川棲地其他生物的需求，例如把水源全數取走，忽略中下游生物的需求，或是攔截設施愈築愈高，讓需要上溯到出生地成長或產卵的小魚兒們和多種的蝦蟹類，毫無生路（曾晴賢，2020）。

(二) 台灣魚類洄游生物多元化魚、蝦、蟹、貝

1. 淡水域內洄游性的魚類

- (1) 大部分的魚類在溪流中洄游如臺灣白甲魚，主要在平均水溫攝氏 20°C 左右的溪流，產卵季節裡，成魚就會上溯到水溫低於攝氏 15°C 以下的河段產卵。
- (2) 北部地區幾個水庫香魚、溪哥的幼苗，在水庫區域裡繁殖成長，到梅雨季，成群往

河川上游溯河，主要是尋求覓食場所。

2. 河海域洄游性的魚類

臺灣河海洄游性生物，大約有 100 種魚類以鰕虎科最多如日本禿頭鯊，20 餘種的蝦蟹類，與部分的貝如蜆蟹螺。

(1) 常見降海產卵生物，有鱸鰻、白鰻、日本絨螯蟹。

(2) 大部分沼蝦和米蝦、鰕虎魚科，則是成魚會在河川產卵，孵化後的魚苗到海洋中生活幾個月之後，溯河到河川中上游繼續成長如貪食沼蝦（曾晴賢，2022）。

(三) 攔砂（水）壩對生物的影響

1. 國土脆弱超乎想像，山地土質鬆軟，台灣河川淤沙量是全球第一：台灣的土質鬆軟，地形陡峭，又因人口密集，山坡地過度開發，導致致河川溪流泥沙量超高，大量泥砂流入下游河道（天下雜誌，2010）。

2. 對生物的影響：由於人工水利設施的阻隔，魚類無法在溪流中活動，魚類族群變小與形成生物與環境區隔化。魚類棲息地單調化，魚類的生物多樣性，基因多樣性降低（張明雄、林曜松，1994）。

3. 水利設施對洄游魚類影響：水利設施在河道中，對於生物就像高聳的大牆，生物想要洄游變的十分的困難，尤其對洄游生物，嚴重影響洄游路徑與生物分布（張明雄、林曜松，1994）。

(四) 臺灣魚道設計的思維

現今台灣各河川魚道約有300多座，但在曾晴賢的標準裡，多數是失敗的，失敗的原因，他不諱言的直說：站在人的角度去思考魚的需求往往無法成功。（曾晴賢，2020）。

1. 基本資料的不足，設計和施工仍未能完全發揮其功能。

2. 臺灣每一條河川或是同一條河川的不同河段，都有不同的魚類，需要不一樣的魚道。

3. 魚道設計的適用對象不恰當，忽略亞熱帶洄游性魚類的不同需求（臺灣農業知識網 2022）。

(五) 臺灣常見魚道

表 3-1 臺灣常見魚道的特點分析表

魚道種類	適用水位、水深	坡度	優點	缺點
階梯式魚道	階梯落差 10-40cm，水深 15-23cm(曾晴賢)	10%	構造簡單，適合跳躍性魚類。	容易被砂石堵塞。底棲性魚種不適應
階梯潛孔式魚道	潛孔寬度在 30cm 以上，上下游水位落差 30cm 以上		適合底棲性魚類	潛孔流速過快，游泳性魚類不易通過
豎孔導壁魚道	水深 30cm 適合水庫型魚道	坡度不能太陡	造成渦流與緩流區。同時適合底棲性和游泳性魚類。	魚道水位下降時，魚道功能消失
粗石斜坡式魚道	落差低的矮壩	10-15%	構造簡單就地取材。設計接近自然適合多種生物。	不適合流量小的溪流
改良舟通式魚道	在不同流量與流速可用	10-15%	適合多種生物，排砂效果好	洪水導致流速過快，魚類無法使用

參考資料：水土保持設施常見通道（2021）、黃鴻源等（2022）

(六) 原生種魚類突進泳速

表 3-2 九種臺灣原生種魚類之突進泳速表

試驗魚種	潛孔式魚道溯游試驗 (莊明德等, 2004)		環形水槽試驗(葉明峰等, 2004)	
	突進泳速 (m/s)	試驗魚體 平均體長(cm)	突進泳速 (m/s)	試驗魚體 範圍(cm)
臺灣鏟頷魚	2.5	11.4	1.2-2.64	5.1-17.8
臺灣石鱚	2.5	12	1.6-2.47	5.6-16.1
粗首鱚	2.0	8.3	0.78-1.43	4.4-10.2
臺灣馬口魚	2.4	7.9	1.09-1.96	7.7-14.9
臺灣纓口鰻	2.5	5.8	~	~
臺灣間爬岩鰻	2.6	6.5	~	~
明潭吻鰕虎	2.4	5.2	1.48-2.02	3.5-5.8
平頷鱚	~	~	0.74-1.41	4.2-12.6
紅斑吻鰕虎	2.0	3.8	~	~
鱸鰻	~	~	~	~

參考資料：水土保持設施常見通道 (2021)、黃鴻源等 (2022)

二、大屯溪

(一) **地理位置與環境**：大屯溪主要發源於大屯山山系的小觀音山火山口與百六戛山，發源於小觀音山支流被稱為北大屯溪，發源於百六戛山的支流稱為南大屯溪，兩支流於店子里匯流後往西流，由六塊厝附近流入臺灣海峽，全長約 14.5 公里，流域面積約有 15.68 平方公里。2003 年大屯溪是全國第一條用生態工法整治的河川，因流域範圍人為活動主要以農耕為主，沒有太多的工廠，因此溪的水域生態受人為破壞或影響相對較少，溪中的生物豐富，洄游生物容易在溪中發現 (曾晴賢, 2017)。

(二) **豐水期與枯水期水量差異很大**：大屯溪集水區面積有限，平常的逕流並不是很穩定，雨季時水量大流速快，乾季時有些攔河壩壩體的溢流水深通常甚淺，甚至有些壩體的溢流的量完全趨近於零，有些攔水壩的本身已有設置魚道(如：第1攔水壩與第2攔水壩)，但有些則完全沒有設置友善大屯溪水域生物的設計(如：第3攔水壩)，雖有些攀爬能力甚強的蝦蟹類，可以在壩面有溢流的時候，沿著濕潤的溢流壩牆面奮力地爬上水壩，但是大部分的游泳性，或是體型稍大的生物個體，幾乎就無法洄游 (曾晴賢, 2017)。

(三) 生態狀況

1. **源流區**：大屯溪上游之陽明山國家公園境內三板橋以上集水區水域生物調查資料，目前已知三板橋以上流域所發現的淡水魚有臺灣石鱚、臺灣馬口魚、臺灣鏟頷魚(臺灣白甲魚)、短吻紅斑吻鰕虎、明潭吻鰕虎共計五種；甲殼類淡水蝦蟹則有粗糙沼蝦與日月潭澤蟹2種，其中甲殼類的族群捕獲量甚高 (林子平, 2015)。

2. **上游**：由三板橋至101號線道，直線距離960m，為自然的溪流狀態。

3. **中游**：由101號道路至無名橋，直線距離4250m，大屯溪曾被定為臺灣著名的生態工法，但現在步道已經荒廢。

4. **下游**：由無名橋至第1攔水壩，直線距離約3240m，依據生態調查資料，此河段記錄到10科25種魚類及3科12種蝦蟹類，生物多樣性高，顯示此河段的水域生物資源豐富，但因鄰近住家及農牧地，在水質方面屬於中度至輕度汙染等級，建議當地主管機關應加強生活廢水、畜牧用廢水排放以及農藥噴灑等可能影響河川水質之管制 (曾晴賢, 2017)。

三、前置研究：做一個最佳魚道

我們在110年6月至111年6月，利用魚道模型（圖3-1）和實驗設備（圖3-2）進行水理與泥砂穿越率研究。

（一）製作實驗設備

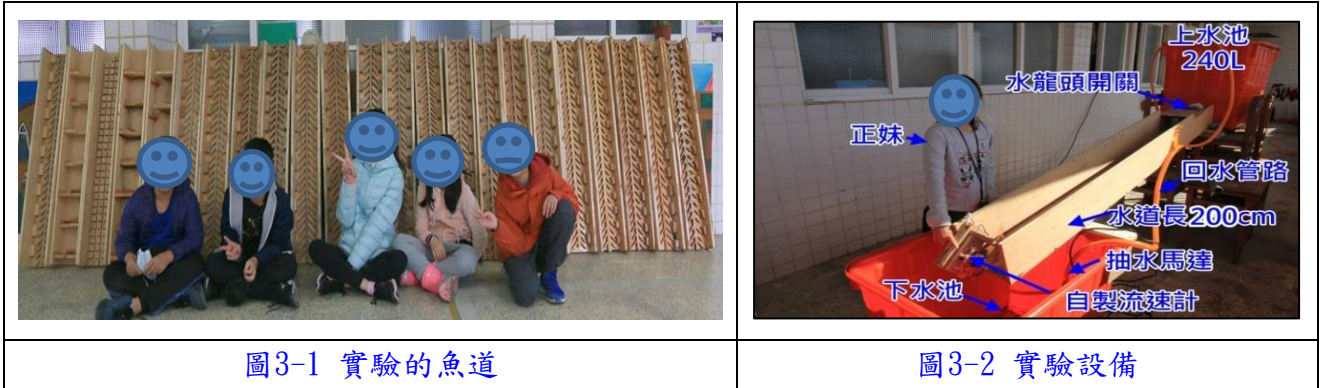


圖3-1 實驗的魚道

圖3-2 實驗設備

（二）**實驗結果**：改良舟通式魚道泥砂穿越率優於其他魚道，適合臺灣溪流環境。我們設計舟通式魚道能提升排砂效益，增加魚類友善空間，降低生態死角，能適用臺灣自然環境與多樣性生物洄游與遷徙。

（三）**進一步的提升自製舟通式魚道的效能**：我們進行5種魚道的水理、泥砂穿越率、洄游路徑、洄游空間因素分析，結合5種魚道的優點，並請教魚道專家，製作最適合臺灣魚類與生物洄游的魚道。

1. 繪製魚道設計圖與完成的魚道

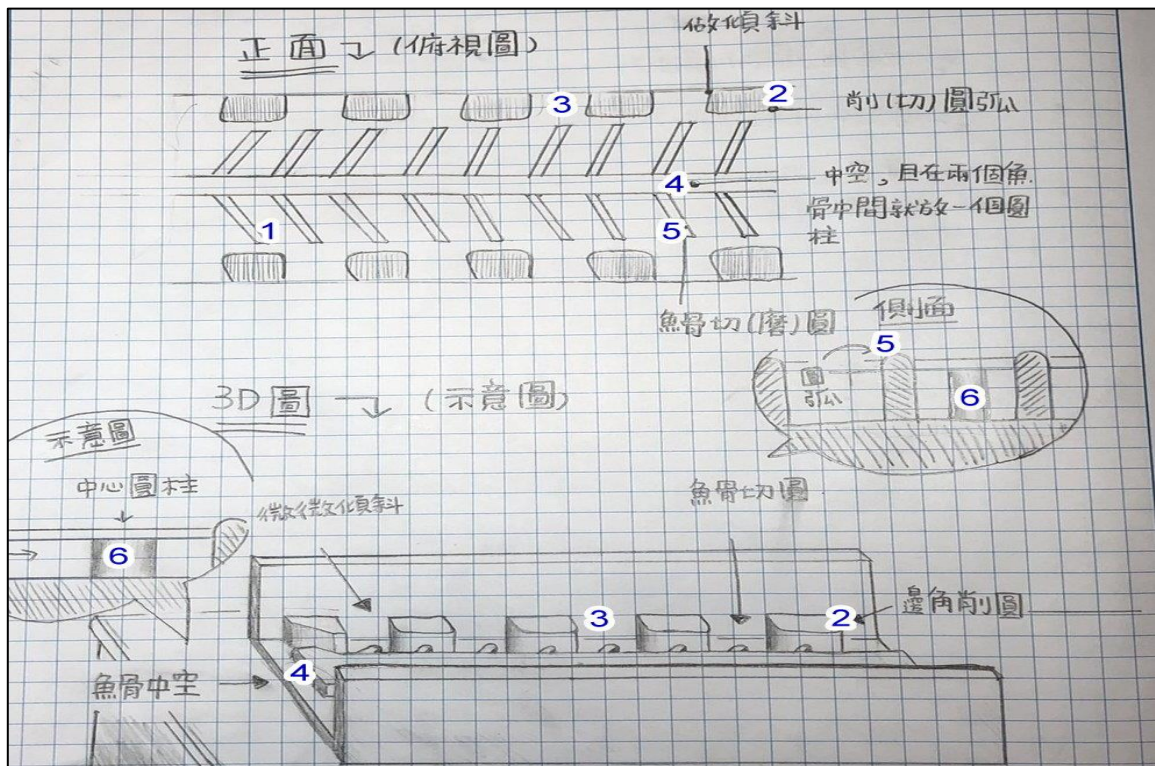


圖3-3 魚道設計圖

2. 魚道設計說明（圖3-3）：

（1）位置1：魚道單元化設計，一支魚骨對準休息區，一支魚骨對準阻水箱。2支魚骨、1個休息區、1個阻水箱構成1個單元。

- (2) 位置 2：阻水箱設計，前端向內做傾斜，使水流形成漩渦狀，阻水箱前沿為小圓弧，有利於吸附與爬行生物通過，阻水箱後端為大圓弧，有利於吸附與爬行生物通過，並可引進更多的水流進入休息區。
- (3) 位置 3：休息區數量增加，由 11 個休息區增加到 15 個休息區。
- (4) 位置 4：魚骨中心空心，把原有的生物死角移除，形成生物通道，有利生物洄游。
- (5) 位置 5：魚骨上緣磨成圓弧狀，水流越過時降低氣泡產生，增加折射與阻流效果。
- (6) 位置 6：魚骨中心下方的中心圓柱，增強中心孔的阻流效果，增強水流進入休息區。

3. 繪製魚道設計圖與完成的魚道模型

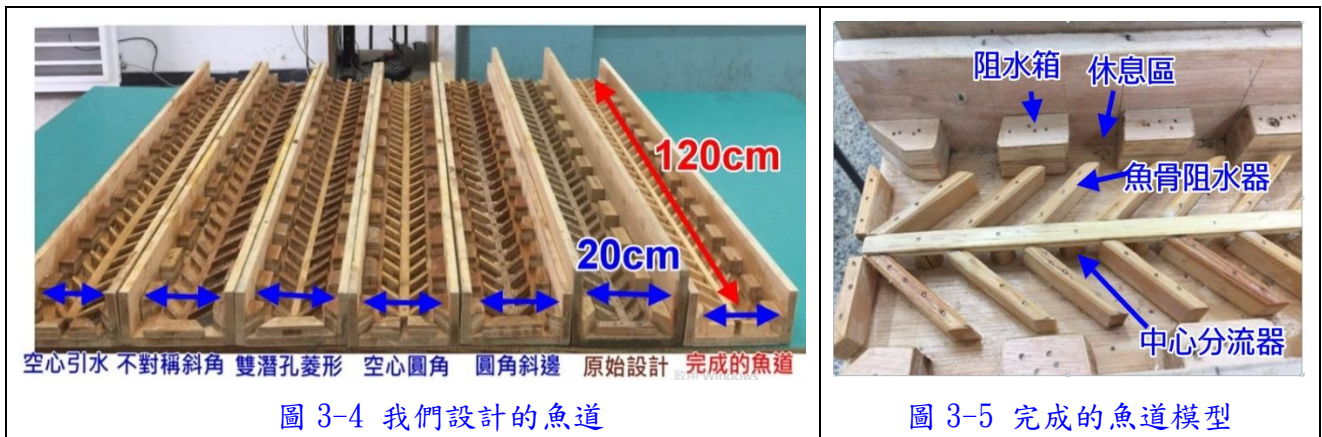


圖 3-4 我們設計的魚道

圖 3-5 完成的魚道模型

4. 比較魚道的泥砂穿越率與魚道流速

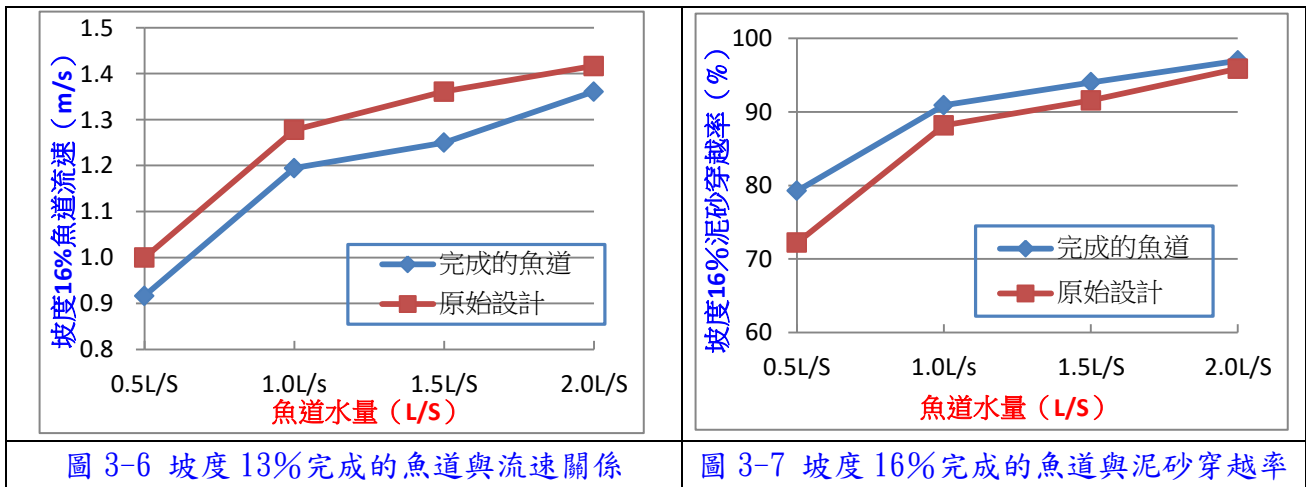


圖 3-6 坡度 13% 完成的魚道與流速關係

圖 3-7 坡度 16% 完成的魚道與泥砂穿越率

由圖 3-6 發現，坡度 13% 時，完成的魚道流速和泥砂穿越率比原始設計低；
由圖 3-7 發現，坡度 16% 時，完成的魚道流速和泥砂穿越率優於原始設計。

肆、研究器材與設備

- 一、水質檢測：檢測包（重金屬、總磷、COD、 NO_3^- 、 NO_2^- 、 NH_4^+ 、BOD），儀器（DO 檢測計、pH 計、鹽度計、TDS 檢測計）。
- 二、安全設備：溯溪鞋×6 雙、安全帽×6 個、救生衣×6 件，防滑雨鞋×6 雙。
- 三、鏟刀、鋸子、直徑 0.5cm 尼龍繩×長 100m×2 條、大型充電電鑽（36V）、充電電鑽（18V）、充電螺絲起子×3 支、22 號鐵線×2 公斤、角鋼（長 3m×寬 5cm×厚 5cm）×3 支、6 台兩鉛塊×30 個、中型手撈網×5 支、寬 6 公尺攔截網×1 個、手提式透明飼養箱×2 個。
- 四、記錄與觀察：單眼相機（長鏡頭 70~300mm）、望遠鏡、顯微鏡、顯微鏡 CCD。
- 五、誘捕魚蝦：誘魚蝦餌料×100 包、直徑 12.5cm 蝦籠×40 個、白飯×30 公斤、大型果汁機。

六、自製大型魚道(長480cm×寬60cm):木心板(4尺×8尺)×5塊、角料(8尺×1呎×1.8呎)×12支、臺式電鋸、小型帶鋸、空壓機、氣動釘槍。

伍、研究方法與實驗設備

一、訪問當地耆老和里長，了解大屯溪的歷史與現況

研究方法：訪問屯山國小前任校長、當地屯山里里長及耆老，了解大屯溪對當地民生、經濟重要性、社區發展、歷史發展、生物資源及溪流變遷史。

二、大屯溪水質檢測

(一) 研究步驟

1. 水質檢測時間：分別在9月(豐水期)和12月(枯水期)進行檢測。
2. 水質檢測項目：pH值、鹽度、溶氧量、濁度、重金屬、總磷、COD、 NO_3^- 、 NO_2^- 、 NH_4^+ 。
3. 對大多數水樣而言，採樣後水質就立刻產生變化，因此我們以現場檢測為主。
4. 採樣後的水樣放在4°C小冰箱內存放，以延緩其變質。
5. 檢測方法：(1) pH值：pH計、酸鹼試紙。(2) 鹽度：光學鹽度測定計(0~10%)。(3) 溶氧量：溶氧計。(4) 濁度：濁度計。(5) 重金屬含量：共立金屬總量(5種)Me，0~5mg/L。(6) PO_4 (總磷)： PO_4 水質檢測包，0~10mg/L。(7) COD(化學需氧量)：COD水質檢測包，0~100mg/L。(8) NO_3^- (硝酸)： NO_3^- 水質檢測包，0~45mg/L。(9) NO_2^- (亞硝酸)： NO_2^- 水質檢測包，0~1mg/L。(10) NH_4^+ (氨氮)： NH_4^+ 水質檢測包，0~20mg/L。(11) TDS：TDS檢測器。

(二) 檢測位置

1. 利用 Google Earth 地圖搜尋大屯溪流域地圖，並配合實地觀察地形、河流現況，找出適合取樣觀察的位置，共取10個較具關鍵性的檢測點。10個檢測點位置如下：



圖5-1 水質檢測位置圖



				
6. 中和橋	7. 龜子山橋	8. 溪底橋	9. 101號道	10. 三板橋

2. 水質檢測點位置

表5-1 水質檢測點位置表

位置	名稱	經緯度	海拔 (m)	重要性
1	第 1 攔水壩	25°14' 10.05"N 121°20' 26.62"E	3	河口
2	大屯橋	25°14' 09.05"N 121°27' 22.02"E	9	人口密集
3	桂竹圍橋	25°14' 08.92"N 121°28' 14.29"E	33	人口、工廠較多
4	無名橋	25°13' 58.91"N 121°28' 42.55"E	55	生態工法終點
5	北勢子橋	25°13' 43.89"N 121°29' 00.03"E	80	人口逐漸增加
6	中和橋	25°13' 32.15"N 121°29' 30.27"E	109	溪流匯集
7	龜仔山橋	25°13' 05.63"N 121°29' 45.36"E	155	生態工法
8	溪底橋	25°12' 43.43"N 121°30' 21.83"E	188	生態工法
9	101號道	25°12' 37.14"N 121°30' 30.08"E	230	上游到中游
10	三板橋	25°12' 25.77"N 121°31' 03.16"E	295	水源區

三、觀察大屯溪魚類洄游障礙點

大屯溪口到三板橋觀察點的直線距離約 9500m。大屯溪口至無名橋以下屬於水泥護堤河道；無名橋至中和橋為生態工法；中和橋以上區域大部分為原始溪流狀態。經長期觀察，我們發現大屯溪口到三板橋，共興建 16 多處的攔水壩，提供農田灌溉使用，高度 100~450cm，為魚類洄游主要的障礙點，攔水壩會影響魚類洄游。經過我們觀察測量記錄，共計有 12 個提供農田灌溉用的水泥攔水壩高度超過 100cm 以上。

(一) 攔水壩經緯度、海拔、攔水壩落差高度。

(二) 觀察魚道：1. 魚道位置。2. 魚道種類。3. 魚道落差 2.5m，用坡度計測量坡度，用皮尺測量長度。4. 利用自製流速計測量魚道流速。5. 記錄魚道缺點。

四、研究不同攔水壩高度與設置魚道對水生動物分布的影響

在大屯橋下共有 4 座北基農田水利會之攔水壩，這些水利設施對於河川生態影響甚鉅，尤其是對一些河海或是內河洄游生物，完全阻斷了其在這條北臺灣少數生態豐富的溪流中自然分布的生物廊道（曾晴賢，2017）。由相關研究發現攔水壩確實會影響生物分布的區域，經過觀察，我們發現大屯溪出海口段有設置部分魚道，這些魚道對水生動物洄游會有幫助嗎？我們共使用 5 種方式進行觀察。

表5-2 調查方式分析表

調查方式	針對水生動物類型	觀察到的水生動物種類
1. 改良蝦籠	雜食性、草食性	鯉科、部分鰕虎科、鰻魚、沼蝦、蟹
2. 手撈網	底棲魚類、小型水生動物	鰕虎、大肚魚、幼魚、米蝦、沼蝦、蟹、貝
3. 攔截網	魚類與蝦類	鯉科、大型魚類、蝦、蟹
4. 長鏡頭拍照	魚、蟹、貝	鯉科、吳郭魚、鰕虎、其他魚種、蟹、貝
5. 誘餌+長鏡頭	雜食性、草食性	鯉科、吳郭魚、大型魚類、其他魚類



圖5-2 魚誘餌蝦籠觀察點位置圖

(一) 冬季調查 (調查期間：2022年11月24日~2023年2月28日)

1. 誘捕方法

- (1) 使用中型蝦籠(直徑12.5cm，長40cm)×30個、大型蝦籠(直徑15cm，長40cm)×6個。
- (2) 誘餌製作：收集學校營養午餐所剩的米飯，利用果汁機將其打成黏糊狀，再加入米糠攪拌均勻，捏成直徑約8cm的球狀米糠糰。
- (3) 投放蝦籠地點：選擇大屯溪較安全、且較容易投放蝦籠的地點，進行誘捕。
- (4) 投放時間：大部分魚蝦的覓食時間在下午、黃昏到隔天早上，所以我們前一天中午先投放蝦籠，隔天再進行蝦籠回收與水生動物觀察。
- (5) 利用中型手撈網在大屯溪中捕捉與使用長鏡頭拍照，觀察溪岸或溪中的魚蝦蟹貝。

2. 誘捕過程

- (1) 由於螃蟹數量超級多，嚴重影響魚蝦的捕獲數量，另考量螃蟹與魚蝦共處時，魚蝦較容易受傷，所以我們利用鐵絲在蝦籠的入口處做柵欄 (圖5-3)，以防止螃蟹進入蝦籠。因溪水暴漲，水流湍急，尤其是在河口到大屯橋區段的水很深、護堤很高，無法下去放置蝦籠，我們利用1.0Kgw的鐵片與鉛塊將蝦籠配重 (圖5-4)，讓蝦籠可以沉入水中。這樣一來，投放蝦籠時，我們只要將蝦籠投拋至預定位置即可 (圖5-5)，人不用親自下到溪流中 (圖5-6)，這方式相對方便且安全。



- (2) 觀察期間，天氣又濕又冷，不停下雨，溪水混濁，我們還是努力的進行調查。



(3) 我們共計投放320籠次的蝦籠，因為每個位置投放的蝦籠次數不同，故求取籠次平均值。

(二) 春季調查(調查期間：2023年3月21日~2023年6月3日)

1. 利用中型手撈網捕撈1小時(圖5-7)。
2. 利用6公尺寬的中型攔截網捕撈1小時(圖5-8)。
3. 照相觀察法：在溪岸或溪中觀察魚蝦蟹貝。
4. 定點投擲誘餌以引誘魚類聚集，用長鏡頭相機拍照後，觀察魚種與數量(圖5-9)。
5. 蝦籠誘捕，每個調查點投擲10蝦籠次(圖5-10)。

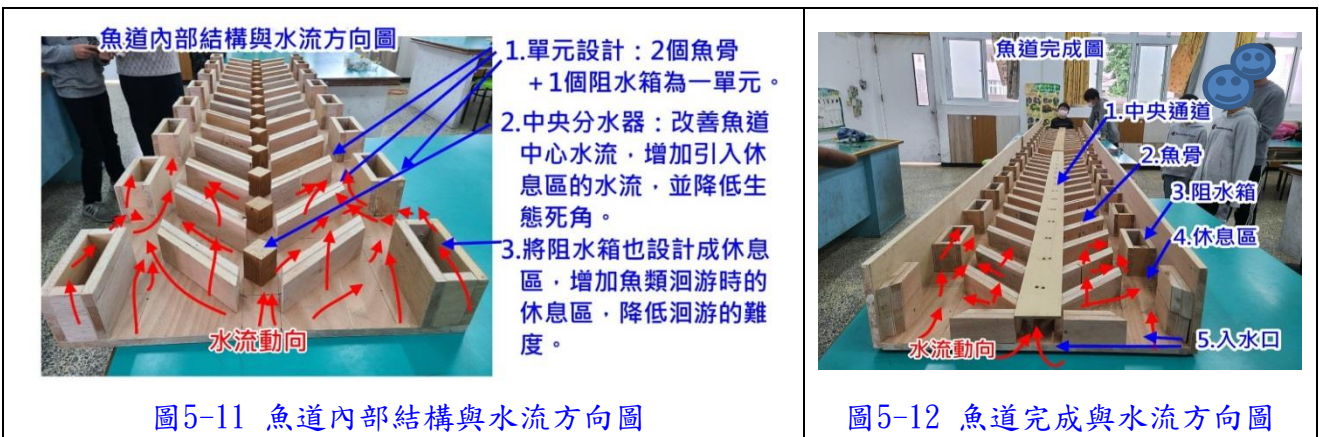


五、研究自製魚道對水生動物分布的影響

(一) 製作魚道

經過本次大屯溪的魚道觀察後，我們發現去年研究的改良舟通魚道，有須改進的地方，應讓它增加水流的阻流效果、水流變化更多樣化、增加休息區，更接近自然的河道環境，以方便各種水生動物洄游。

(二) 魚道相關參數與水流特性說明



(三) 設置位置與上下游生物差異性

1. 因為經費與能力的關係，我們無法在落差350cm的第4攔水壩設置超大型魚道，只能選擇在落差較小(落差高度120cm)的過山蝦橋上方攔水壩進行設置，也因此我們研究改良舟通式魚道，使其升級為第2代進化版。
2. 設置：魚道(長488cm×寬60cm×高20cm)；阻水箱(長15cm×寬6cm×高9cm)；魚骨(阻水器；長22cm×寬3.5cm×高6cm)；**中央分水器(我們特有的設計；長5cm×寬5cm×高6cm)。**

(四) 魚道放置過程



(五) 實際溪流測試



六、積極回復生態步道的理想

當觀察大屯溪魚道時，我們發現大屯溪生態工法沿溪步道、解說牌等相關設施，好像被人們遺忘，大屯溪生態工法公園，民國92年10月25日興建完成時，是由陳水扁總統親自揭幕的重大工程，才過20年，沿溪步道竟已荒廢多年，雜草樹木叢生，幾乎無路可走，大部分的沿溪步道已經損毀。

我們邀集家長、老師一同參與踏查活動，沿著原有步道，砍樹除草清理步道，希望整理出一條可提供溪流觀察的踏查小徑，以便日後可以帶領學校師生進行戶外溪流的生態學習。步道全長不到800公尺，經過我們努力整理2小時後，只完成約600公尺。剩下最後200公尺的步道，由於四周雜草高過人頭，很難前進，我們只能等到改天好天氣時，再進行踏查。



踏查後的感慨：

走在荒廢的步道上，我們無盡感慨，這裡曾經真的有步道嗎？為何這麼有生態教育意義的步道竟然變成這樣？沿溪步道幾乎全毀，兩側的生態工法，部分建成水泥護堤，步道幾乎無路可走，甚至最後一段路，連步道的殘蹟都找不到。或許臺灣的生態保育都是一頭熱，當熱情溫度一旦冷卻，便被人遺忘，生態教育活動在臺灣好像是喊口號一樣，大家喊一喊就過去了，真是令人失望！

陸、研究結果與討論

一、訪問當地耆老和里長，了解大屯溪的歷史與現況

(一) 訪談結果

1. 屯山里里長訪談記錄(2023年2月22日)里長辦公室

(1) 封溪前後，大屯溪有何不同？

A: 20年前, 生態較豐富, 現因外來種影響, 所以生態較差。封溪後, 自然生態雖有變好, 但上游的工廠有時還是會排放汙水到大屯溪中, 導致溪中有些魚因水質很差而死亡。我們查了相關報導, 2019年過上游有工廠排放大量汙水, 導致下游的魚一下子都死光。淡水區 大屯溪前日變成泡泡河, 民眾憂不肖業者偷排廢水。(自由時報 2023年3月23日)。

(2) 封溪期間, 偷抓魚的人有沒有變少?

A: 有變少, 但還是有人會來偷抓鰻魚。因為那裡的生物大部分都沒有人想吃牠們, 賣也賣不到好價錢, 所以人們只會偷抓鰻魚。

(3) 封溪期間, 有什麼方法來防止偷釣?

A: 因為沒有裝監視器, 所以是由民眾發現後通報的。農業局接到通報後, 不會馬上來, 警察也不太管, 所以沒有什麼方法可以防止偷釣。

(4) 魚道設置後, 對於魚類洄游有幫助嗎?

A: 有幫助, 10條魚可以有1條向上洄游成功, 就算成功了。

(5) 大屯溪中的魚道有定期檢查及維修嗎?

A: 魚道沒有維修, 壞了也沒人管理, 不知道該找哪個單位處理? 是農業局, 還是區公所?

(6) 您是否曾經建議要興建魚道?

A: 興建魚道對生態有影響, 我曾經建議在落差最高的大屯橋下攔水壩興建魚道, 但是農業局、區公所及專家會勘後, 卻沒有下文。

(7) 您認為如何管理大屯溪, 對生態會最好?

A: 我希望社區的民眾可以成立大屯溪管理委員會, 負責管理大屯溪的溪流生態, 違法捕撈問題。封溪並不是最好的方法, 封溪之後, 與一般民眾失去關聯性, 因此民眾不會關心大屯溪的水質與生態。應定期開放收費性垂釣與捕撈, 以提供大屯溪管理經費。

2. 現任三芝國小校長(前任屯山國小校長)訪談記錄(2022年9月28日)

(1) 大屯溪中有哪些動物會因水質不良而無法生存?

A: 大屯溪有2類型動物會因水質不良而無法生存, 是毛蟹和溪魚。

(2) 您擔任屯山國小校長時, 曾對大屯溪有何作法?

A: 我曾在屯山國小舉辦校外教學, 讓學生們了解大屯溪, 並出書讓他們了解保護大屯溪的重要性的教導他們如何保護大屯溪。

(3) 封溪後, 有哪些原本沒出現在大屯溪的動物種類卻出現了?

A: 有毛蟹、鷓鴣、高蹺鴿、鱸鰻、磯鷗、翠鳥及其他候鳥。

(4) 大屯溪有裝設監視器來防止人們偷釣嗎?

A: 沒有, 這只能靠在地人的環保意識。

(5) 大屯溪在豐水期和枯水期時, 分別會出現哪些特定動物?

A: 因為我當時沒有特別觀察到這個部分, 所以這個問題我無法回答。

3. 訪問當地耆老李先生(約70歲)當地住民, 在水田中工作(中和橋訪問)。

(1) 請問這裡以前是芋頭田嗎? A: 以前這裡是水稻田, 從這裡到大屯溪河口都是水稻田。

(2) 請問以前這裡的螃蟹很多嗎? A: 30年前一個蟹籠, 一個晚上可以捕獲200隻的大毛蟹(日本絨螯蟹)。因為以前這裡都是水稻田, 螃蟹會躲在田中, 現在水質汙染比較嚴重, 農田減少, 有人偷偷的捕捉, 數量比以前少很多了。

4. 訪問陳小姐(約50歲)當地住民, 帶媽媽出外走走(中和橋訪問)穿著像生態觀察員。

- (1) 你們是特地來這裡觀察大屯溪的生態嗎？A：不是，我們是本地的居民。
- (2) 這裡以前的水質如何？A：這裡以前的水質比現在好太多了，現在的水質比較差。
- (3) 我們補獲的蝦子很少，以前這裡很多蝦子嗎？A：以前隨便抓，蝦子都一大包，現在蝦子已經很少了。水那麼混濁，你們抓的到蝦子嗎？

5. 訪問李小姐（約60歲）當地住民，共4個人來看茄苳老樹。

- (1) 你們是本地居民嗎？A：我們是中和里本地的居民。
- (2) 以前這裡的魚蝦多嗎？A：以前這裡的魚蝦很多，現在少很多了。
- (3) 這是什麼原因造成的？

A：第一，是因為水質變差了，以前這裡都是水稻田，現在有工廠，而工廠有時會排放污水。第二，是因這裡以前為了建設生態步道，而把河道中的大石頭搬走，使得河道中無法形成水池，魚蝦的棲地因而減少，所以魚蝦減少很多。



(二) 討論大屯溪的歷史與現況

- 我們訪問屯山國小前任校長，他任內積極推動河川生態教育，引導學生認識溪流，並帶領他們進行生態調查，也讓他們在沿溪步道跑步，親近大屯溪。大屯溪是淡水區水資源最豐富的溪流，早期大屯溪兩側有很多梯田，為淡水最大的稻米生產地，有「淡水米倉」之稱。我們發現大屯溪流域，周圍有很多大型的三合院，想必這裡曾是非常富裕的地方。由於近年來稻米生產過剩，大部分的梯田都已經廢耕，居民與大屯溪的關係變薄弱，對大屯溪的關心程度也就自然降低。
- 我們訪問屯山里里長，他世代居住在此地，擔任里長26年，積極推動大屯溪的保育工作，並設有護溪巡守隊守護大屯溪的生態。他經常到大屯溪觀察生態的變化，並監測是否有捕魚、釣魚及其他違法行為。大屯溪是淡水區水質最優的溪流，但是偶爾也會發生突發性污染事件，大屯溪中游區域有幾家大型工廠與大屯橋附近的工廠都曾排放污水，造成河川污染、魚群大量死亡的事件。雖然向農業局檢舉，但大屯溪還是有違法捕魚、電魚、捕蟹、捕蝦的情況，雖然如此，但總比封溪前的情況要好很多。大屯溪有很多攔水壩會影響水生動物洄游，尤其是第4攔水壩（大屯橋）下方，魚類游不上去，經專家會勘後，卻沒結果。



訪問當地耆老



社區里民活動中心訪問



水質檢測

二、大屯溪的水質檢測實驗結果與討論

(一) 檢測結果 表6-1低水位水質檢測統計表 (2022年9月7日~2022年9月21日)

汙染物	第1攔水壩	大屯橋	桂竹圍	無名橋	北勢子橋	中和橋	龜仔山橋	溪底橋	101號道	三板橋
pH 低	7.4	7.6	7.2	8.0	7.6	7.6	7.6	7.3	7.4	7.6
pH 高	7.6	7.6	7.8	8.2	7.4	7.8	8.0	7.9	7.6	7.4
NO ₂ ⁻	0.20	0.15	0.15	0.15	0.12	0.20	0.15	0.12	0	0.15
NO ₃ ⁻	0	0	0	0	0.1	0	0	0.1	0.5	0.3
PO ₄ ⁻³	0.10	0.10	0	0.05	0.20	0	0	0.05	0.05	0.03
NH ₄ ⁺	0.05	0.05	0.05	0.10	0.05	0.10	0.40	0.05	0.05	0.05
DO	5.3	5.2	5.3	5.4	6.1	5.8	5.9	6.3	6.0	6.5
TDS	0.2	0.1	0	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
COD	20	13	10	10	5	5	5	5	5	5
BOD	8	8	6	6	3	3	2	2	2	2
濁度	3.70	1.21	1.63	2.47	6.33	5.82	2.96	3.94	2.02	6.74

表6-2高水位水質檢測統計表(2022年10月12日~2022年10月26日)

汙染物	第1攔水壩	大屯橋	桂竹圍	無名橋	北勢子橋	中和橋	龜仔山橋	溪底橋	101號道	三板橋
pH 低	7.2	7.4	7.4	7.6	7.8	7.6	7.4	7.6	7.4	7.4
pH 高	7.6	7.6	7.8	8.0	7.2	7.6	7.6	7.8	7.2	7.4
NO ₂ ⁻	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0	0	0	0
NO ₃ ⁻	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.2
PO ₄ ⁻³	0.1	0.1	0	0	0.1	0	0	0	0	0
NH ₄ ⁺	0.05	0.05	0	0	0.05	0	0.10	0	0	0
DO	5.4	5.4	6.0	6.2	6.0	6.3	6.5	6.3	6.4	6.7
TDS	0	0.1	0	0.2	0	0	0	0	0	0
COD	5	5	5	5	3	5	3	0	0	0
BOD	1.8	1.5	1.0	1.0	3.0	3.0	1.0	0	1.0	0
濁度	6.70	3.21	3.30	4.47	7.33	4.82	3.96	4.94	3.02	3.74

(二)研究結果分析：由表6-1、6-2發現，大屯溪在低水位時，大屯橋以下水質為輕度汙染，大屯橋以上則為無汙染，研究結果與(曾晴賢，2018)相同。大屯溪在低水位時，全區都無汙染，研究結果與(陳義雄、陳天任，2017)相同。

(三) 討論大屯溪水質檢測

可能是今年的雨量特別多，在大屯溪的水流量較多，除了低水位時，大屯橋以下的水質有輕度汙染，大屯橋以上為無汙染，研究結果與(曾晴賢，2018)(陳義雄、陳天任，2017)的研究相同，大屯溪水質汙染很低。

三、大屯溪水生動物洄游障礙點與魚道設施


(一) 研究結果

1. 大屯溪水生動物洄游路徑障礙點與魚道設施

表 6-3 大屯溪水生動物洄游路徑障礙分析表

編號	經緯度/海拔 m / 落差 cm	魚道現況	現況照片
1 攔水壩	25°14' 9.92" 121°26' 55.87" 4 / 250~270	1. 位置：第 1 攔水壩 (1 號魚道) 2. 魚道種類：舟通、階梯潛孔、粗石斜坡 3. 長度約 25m，落差 2.5m，坡度 16% 4. 流速：舟通 1.3~1.9m/sec，階梯潛孔 1.0~1.6m/sec，粗石斜坡 1.0~1.5m/sec 5. 缺點：粗石斜坡魚道出口垂直落差 80cm	
2 攔水壩	25°14' 8.83" 121°27' 3.63" 6 / 150~200	1. 位置：第 2 攔水壩 (2 號魚道) 2. 魚道種類：豎孔導壁、大階梯、水管 3. 階梯魚道長度 12m，落差 2.0m，坡度 20% 4. 流速：階梯魚道 1.4~2.1m/sec 5. 缺點：階梯魚道出口落差 50cm，坡度太大；大階梯魚道落差太大；水管魚道損毀	
3 攔水壩	25°14' 8.63" 121°27' 8.61" 8 / 150~200	1. 位置：第 3 攔水壩 (3 號魚道) 2. 魚道種類：大斜坡、水管 3. 大斜坡魚道長度 8m，落差 2.0m，坡度約 45% 4. 流速：大斜坡 1.9~2.2m/sec 5. 缺點：大斜坡魚道出口落差 50cm，坡度太大；水管魚道損毀	
4 攔水壩	25°14' 9.88" 121°27' 20.80" 9 / 300~350	1. 位置：第 4 攔水壩 2. 魚道種類：水管 3. 魚道長度 8m，落差 3.5m 4. 流速：無法測量 5. 缺點：水管魚道損毀	
5 攔水壩	25°14' 5.80" 121°27' 22.57" 14 / 150~170	1. 位置：第 4 攔水壩上 (4 號魚道) 2. 魚道種類：大落差階梯魚道 3. 魚道長度 6m，落差 1.5m，坡度約 55% 4. 流速：大落差階梯魚道 1.8~2.2m/sec 5. 缺點：坡度太大，流速太快	
6 攔水壩	25°14' 1.71" 121°27' 35.36" 21 / 110~150	1. 位置：第 6 攔水壩 (5 號魚道) 2. 魚道種類：小缺口斜坡魚道 3. 魚道長度 5m，落差 1.1m，坡度約 30% 4. 流速：1.2~1.8m/sec 5. 缺點：坡度太大	
7 攔水壩	25°14' 6.43" 121°27' 45.93" 25 / 80~120	1. 位置：第 7 攔水壩 (6 號魚道) 2. 魚道種類：小缺口魚道 3. 魚道長度 3m，落差 1.1m，坡度 45% 4. 流速：1.5~2.2m/sec 5. 缺點：坡度太大，部分已損毀，流速太快	

8 攔水壩	25°14'6.13" 121°27'47.02" 26 / 100~120	<ol style="list-style-type: none"> 1. 位置：第8攔水壩 (7號魚道) 2. 魚道種類：小斜坡+小階梯 3. 魚道長度6m，落差1.1m，坡度約30% 4. 流速：1.3~2.0m/sec 5. 缺點：坡度太大，流速太快，階梯落差太大 	
9 攔水壩	25°14'8.24" 121°28'12.10" 42 / 250~300	<ol style="list-style-type: none"> 1. 位置：桂竹圍橋 (8號魚道) 2. 魚道種類：粗石斜坡 3. 魚道長度30m，落差2.1m，坡度約25% 4. 流速：1.3~1.9m/sec 5. 缺點：坡度太大，流速太快 	
10 攔水壩	25°13'59.51" 121°28'42.46" 60 / 150~200	<ol style="list-style-type: none"> 1. 位置：無名橋 2. 魚道種類：無 3. 魚道長度：無 4. 流速：無 5. 缺點：無魚道設置 	
11 攔水壩	25°13'42.32" 121°29'01.36" 72 / 150~200	<ol style="list-style-type: none"> 1. 位置：北勢子橋上方100m (9號魚道) 2. 魚道長度22m，落差2.8m，坡度約20% 3. 魚道種類：粗石斜坡 4. 流速：1.2~2.1m/sec 5. 缺點：坡度太大，流速太快 	
12 攔水壩	25°13'38.12" 121°29'01.36" 78 / 150~180	<ol style="list-style-type: none"> 1. 位置：北勢子橋上方500m (10號魚道) 2. 長度25m，落差2.2m，坡度約18% 3. 魚道種類：粗石階梯魚道、斜坡魚道 4. 流速：階梯魚道1.3~2.2m/sec；斜坡魚道1.3~1.6m/sec 5. 缺點：坡度太大，流速太快 	
13 攔水壩	25°13'32.02" 121°29'31.26" 107 / 110~120	<ol style="list-style-type: none"> 1. 位置：中和橋落差1.1m 2. 魚道種類：無 3. 魚道長度：無 4. 流速：無 5. 缺點：無魚道設置 	
14 攔水壩	25°13'19.69" 121°29'45.20" 129 / 220~250	<ol style="list-style-type: none"> 1. 位置：最高攔水壩 (11號魚道) 2. 魚道種類：大階梯魚道 3. 魚道長度25m，落差2.5m，坡度約30% 4. 流速：1.2~2.1m/sec 5. 缺點：坡度太大，流速太快，階梯落差太大，部分損毀。 	
15 攔水壩	25°13'13.02" 121°30'02.20" 152 / 120~140	<ol style="list-style-type: none"> 1. 位置：龜仔山橋落差1.2m 2. 魚道種類：無 3. 魚道長度：無 4. 流速：無 5. 缺點：無魚道設置 	

16 攔水壩	25°12' 31.89" 121°23' 55.71" 272/450~500	1. 位置：三板橋下方 800m (12 號魚道) 2. 魚道種類：Z 字形階梯魚道 3. 魚道長度約 18m，落差 2.5m，坡度 20% 4. 流速：魚道損毀，無法測量 5. 缺點：已損毀	
-----------	--	--	---

2. 洄游障礙點分析

我們把觀察結果，依據大屯溪洄游障礙點對水生動物洄游的影響程度分為 3 類(如表 6-4)。

表 6-4 大屯溪水生動物洄游障礙點分析表

障礙等級	位置 (攔水壩)	落差 cm	洄游影響
最大障礙 (大部分生物無法洄游)	4、16	350~450	第 4 攔水壩因為在下游區，影響水生動物洄游最大。
次等障礙	1、2、3、9、10、14	150~200	部分攔水壩有設置簡易魚道，可改善洄游障礙。
最小障礙	5、6、7、8、9、11、12、13、15	100~150	部分攔水壩設置簡易魚道，改善洄游障礙，對水中動物洄游影響較小。



圖 6-1 大屯溪洄游路徑障礙與魚道位置圖

3. 魚道研究結果分析

我們把觀察結果，依據水土保持設施常見通道，將大屯溪魚道分類(如表 3-3)。

表 6-4 大屯溪魚道種類與魚道現況

魚道分類	魚道編號	魚道現況	魚道效能與缺點
1. 改良舟通式	1	良好	發揮魚道功能
2. 階梯潛孔式	1	良好	發揮魚道功能
3. 階梯式	2、5、6、7、11、12	12 號大部損毀	2、5、6、7、11 號魚道可揮魚道功能；12 號魚道只能發揮部分功能
4. 豎孔導壁式	2	出口落差 50cm	可發揮部分功能

魚道分類	魚道編號	魚道現況	魚道效能與缺點
5. 粗石斜坡式	1、8、9、10	1號半損 8、9、10號良好	1號魚道出口有落差約100cm； 8、9、10號魚道能發揮魚道功能
6. 斜坡式	7、10	良好	發揮魚道功能
7. 水管式	2、3、4	全部損毀	喪失魚道功能
8. 陡坡式	3、5、6	良好	能發揮魚道功能

4. 發現魚道設施在低水位時，流速1.3~1.4m/sec，符合魚道流速標準；在高水位時，流速1.9~2.2m/sec，超過魚道流速標準，會降低水中動物往上游的機會。

(二) 討論洄游主要障礙點對魚類洄游的影響

- 1. 大屯溪水生動物主要洄游障礙點為4號攔水壩**(大屯橋下方)，落差達350cm，無魚道設施，臺灣洄游性魚類體型較小，垂直落差超過50cm以上，魚類就很難洄游，更何況是高達350cm的落差，因此我們建議在4號攔水壩(大屯橋下方)設置魚道，降低魚類洄游障礙。
- 2. 次高等級障礙點：**有2號、3號、5號、10號及最高攔水壩，共5處。低水位時，落差達200cm，雖然設有降低魚類洄游難度的簡易設施，但是經過觀察比對魚類分布後，發現這5處對魚類洄游有很大的影響。
- 3. 較小障礙點：**有6號、7號、8號、9號及11號攔水壩，低水位時，落差約100cm以內，有設置簡易魚道，能改善洄游障礙，對魚類洄游幫助很大。

(三) 討論大屯溪魚道的種類與魚道效能

- 1. 依據相關魚道設計規範施做的魚道：**只有一處，第1號攔水壩設有改良舟通式魚道和階梯潛孔式魚道。高水位時，測量改良舟通式魚道最高流速為1.6m/sec，階梯潛孔式魚道最高流速則為1.4m/sec，兩者都在魚道設計規範流速0.8~1.6m/sec以內，所以應該可以發揮魚道功能，降低洄游障礙。
- 2. 未依據魚道設計規範施做的魚道：**第2號攔水壩的階梯式魚道，設置在溪流中央，魚道出口處落差達50cm以上，我們不明白為何會如此設計？但至少能降低洄游障礙，對魚類洄游會有所幫助。第8號、9號及10號魚道都屬於固床工法的粗石斜坡魚道，這種魚道可兼具鞏固河床的功能，看起來效果不錯。但因坡度太大，低水位時，流速1.6m/sec，已達魚類洄游流速的上限；高水位時，流速1.9~2.2m/sec，大概只有石鱸、馬口魚、明潭吻鰕虎才衝得上去，其他魚種則會活活的累死；不過已降低魚類洄游障礙，對魚類洄游仍有幫助。
- 3. 不是魚道的魚道：**第3號、4號、5號、6號、7號魚道，將攔水壩做成階梯狀或陡坡斜面，用來加強攔水壩結構和引導水流，但對洄游性魚類來說，已降低壩體垂直高度，即降低洄游障礙難度。這種既可加強攔水壩結構，又可降低洄游障礙的魚道，可推廣設置到其他溪流。

四、攔水壩高度與設置魚道對水生動物分布的影響

(一) 魚類調查結果

1. 冬季(調查時間：2022年11月24~2023年3月6日)

表6-5 冬季魚類數量統計表

調查位置 中文名	1 水壩 下	2 水壩 下	3 水壩 下	4 水壩 下	4 水壩 上	過 山 蝦 橋	柏 木 步 道	北 勢 子 橋	中 和 橋	最 高 水 壩	龜 子 山 橋	三 板 橋 上	總 計	魚 種 占 比 %
臺灣石鱚	3	13	5	2	104	125	115	72	218	73	29	7	766	60.0
粗首馬口鱮		3	2										5	0.4
馬口魚	3	7	4	1	25	34	26	27	63	30	32	12	264	20.7
臺灣白甲魚		4	3		13	18	15	8	34	23	16	3	137	10.7
唇鰻		2											2	0.2
鯉		2	1	1									4	0.3
雜交口孵魚		3	2			2							7	0.5
明潭吻鰕虎	2	4	3	2	8	3	4	3	14	7	10	15	75	5.9
日本瓢鰕虎*	1	2	1	3									7	0.5
臺灣吻鰕虎*	1	1		1									3	0.2
白鰻*		2											2	0.2
鱸鰻*		1											1	0.1
溪鱧		3											3	0.2
總計	10	47	21	10	150	182	200	110	329	133	87	37	1276	
區域占比%	0.8	3.7	1.6	0.8	11.8	14.3	15.7	8.6	25.8	10.4	6.8	2.9		

標記(*) 洄游性魚類

2. 冬季魚類研究結果分析：

- (1) 由表 6-5 發現，各區段魚種數量以第 4 攔水壩（大屯橋）為界，區分為 2 個區域，第 4 攔水壩以下區域的魚種總量遠少於第 4 攔水壩以上，由此可推論第 4 攔水壩可能是魚類洄游最大障礙點。
- (2) 第 2 攔水壩以下的魚種最多，共 12 種；其他區域則為 5~7 種，常見的有臺灣石鱚、馬口魚、臺灣白甲魚及明潭吻鰕虎，幾乎全溪流域都有大量發現，為大屯溪主要魚種。
- (3) 冬季大屯溪主要魚種為臺灣石鱚(數量最多，約占 60.0%)；其次為馬口魚(約占 20.7%)、臺灣白甲魚(約占 10.7%)和明潭吻鰕虎(約占 5.9%)；其他魚種則數量較少。
- (4) 冬季大屯溪魚類數量，以第 4 攔水壩（大屯橋）為界；第 4 攔水壩以下的區域，魚類數量稀少；第 4 攔水壩(大屯橋)以上的區域，魚類數量非常多，差異非常明顯。
- (5) 由表 6-6 發現，依據冬季大屯溪魚種占比，可將其分為 3 大區域。第 1 區：第 4 攔水壩以下區域。第 2 區：第 4 攔水壩以上至中和橋的區域，主要魚種為臺灣石鱚、馬口魚及臺灣白甲魚。第 3 區：最高攔水壩至三板橋以上的區域，主要魚種為臺灣白甲魚、臺灣石鱚及明潭吻鰕虎，另有少量的馬口魚。

3. 春季(調查期間：2023年3月26日~2023年5月27日)

表6-6 春季魚類數量統計表

調查位置 中文名	1 水壩 下	2 水壩 下	3 水壩 下	4 水壩 下	4 水壩 上	過 山 蝦 橋	柏 木 步 道	北 勢 子 橋	中 和 橋	最 高 水 壩	龜 子 山 橋	三 板 橋 上	數 量 總 計	魚 種 占 比 %
臺灣石鱚	6	35	7	16	26	36	72	23	56	36	36	2	351	18.3
粗首馬口鱖		12	6	2									20	1.0
馬口魚	14	59	19	15	32	96	47	36	63	42	47	3	473	24.6
唇鱖		3											3	0.2
臺灣白甲魚	3	45	10	8	15	51	16	25	41	24	25	23	286	14.9
鯉		9	4	3									16	0.8
雜交口孵魚	26	103	27	43	7								206	10.7
大肚魚	36	109	110	96	17	13							381	19.8
明潭吻鰕虎	2	12	3	3	4	6	13	7	15	10	7	15	97	5.0
日本瓢鰕鰕虎*	19	37	14	3		1							74	3.9
臺灣吻鰕鰕虎*	2	6	4	2									14	0.7
臺灣纓口鰕								1					1	0.1
總計	108	430	204	191	101	203	148	92	175	112	115	43	1922	
區域占比%	5.6	22.4	10.6	9.9	5.3	10.6	7.7	4.8	9.1	5.8	6.0	2.2		

標記(*) 洄游性魚類

4. 春季魚類研究結果分析：

- (1) 由表 6-6 發現，各區段魚種總量以第 4 攔水壩（大屯橋）為界，區分為 2 個區域，第 4 攔水壩下方的魚種總量多於第 4 攔水壩上方，可推論第 4 攔水壩可能是魚類往上移動的障礙點。
- (2) 第 4 攔水壩下方區域，魚種較多（約 11~14 種）；第 4 攔水壩上方區域，魚種較少（4~7 種）；越上游，魚種越少。第 4 攔水壩下方出現大量雜交口孵魚、大肚魚，為主要魚種。
- (3) 春季大屯溪主要魚種以馬口魚數量最多（約占 24.6%）；其次為大肚魚（約占 19.8%）、臺灣白甲魚（約占 14.9%）、雜交口孵魚（約占 10.7%）；其他魚種則數量較少。
- (4) 春季大屯溪魚類數量，以第 4 攔水壩（大屯橋）為界，第 4 攔水壩下方，魚類數量占比較多；第 4 攔水壩（大屯橋）上方，魚類數量占比較少；差異明顯。
- (5) 由表 4-2 發現，依據春季大屯溪魚類占比，可將其分為 3 大區域。第 1 區：第 4 攔水壩下方，魚類種類與數量較多。第 2 區：第 4 攔水壩上方至中和橋的區域，主要魚種為臺灣石鱚、馬口魚及臺灣白甲魚。第 3 區：最高攔水壩至三板橋上方的區域，主要魚種為臺灣白甲魚、馬口魚、日月潭吻鰕虎。

(二) 蝦蟹貝類調查結果分析

1. 冬季(調查期間：2022年11月24日~2023年3月6日)

表6-7冬季蝦蟹貝類數量統計表

調查位置 中文名	1 水壩下	2 水壩下	3 水壩下	4 水壩下	4 水壩上	過 山 蝦 橋	柏 木 步 道	北 勢 子 橋	中 和 橋	最 高 水 壩	龜 子 山 橋	三 板 橋 上	蝦 蟹 總 量	蝦 蟹 占 比 %
貪食沼蝦*	3	12	3	7	2	3	4	2	2				38	8.14
臺灣沼蝦*		6	4	2									12	2.57
粗糙沼蝦	2	6	6	3	12	16	9	14	10	11	14	10	113	24.20
多齒新米蝦	7	15	17	13	35	27	37	19	47	22	45	19	303	64.88
美國螯蝦					1								1	0.21
日本絨螯蟹*	19	22	16	6	28	31	42	36	48	13	7		268	90.54
日月潭澤蟹					1	1		1	3	2	5	8	21	7.09
宮崎氏澤蟹									1	1	1		3	1.01
黃綠澤蟹							2	1					3	1.01
拉氏清溪蟹		1											1	0.34
壁蜆螺*	B	B	B	C										
石蜆螺	A	A	A	A	C									
川蜷		C	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C		
臺灣椎實螺			C	C	C	C	C	B	B	C	C			
石田螺			C	C	C	C	C	C	C	C	C	C		
瘤蜷			C	C			C							

標記(*) 洄游性蝦蟹貝類 A代表11隻以上/平方公尺 B代表6~10隻/平方公尺 C代表5隻以下/平方公尺

2. 春季(調查期間：2023年3月26日~2023年5月27日)

表6-8 春季蝦蟹貝類數量統計表

調查位置 中文名	1 水壩下	2 水壩下	3 水壩下	4 水壩下	4 水壩上	過 山 蝦 橋	柏 木 步 道	北 勢 子 橋	中 和 橋	最 高 水 壩	龜 子 山 橋	三 板 橋 上	蝦 蟹 總 量	蝦 蟹 占 比 %
貪食沼蝦*	8	21	18	9	3	3	2	2					66	3.63
臺灣沼蝦*	1	3	3										7	0.38
粗糙沼蝦	4	6	8	9	26	19	29	13	42	27	23	12	218	11.98
多齒新米蝦	39	196	220	153	76	256	173	59	189	73	69	25	1528	84.00
日本絨螯蟹*	39	107	89	53	23	12	17	9	14	6	9		378	91.75
日月潭澤蟹					2	3		3	5	6	4	6	29	7.04
宮崎氏澤蟹								1	1	2			4	0.97
黃綠澤蟹					1								1	0.24
壁蜆螺*	A	A	A	A	C									
石蜆螺	A	A	A	A	C	C	C	C						
川蜷		C	B	A	A	A	A	A	A	A	A	C		
臺灣椎實螺					C	C	C	C	C	C	C	C		
石田螺			C	C										
瘤蜷			C	C	C			C						
尖尾螺		C	C											
斜粒粒蜷		C	C		C									

標記(*) 洄游性蝦蟹貝類 A代表11隻以上/平方公尺 B代表6~10隻/平方公尺 C代表5隻以下/平方公尺

3. 蝦蟹貝類研究結果分析

- (1) 由表6-7、6-8發現，各區段蟹種以日本絨螯蟹最多(約占91.0%)，主要分布在中下游；其次為日月潭澤蟹(占7.0%)，主要分布在中上游，以上游最多；在中上游發現少量的宮崎氏澤蟹；在中游發現數量稀少的黃綠澤蟹；在下游發現數量稀少的拉氏清溪蟹。
- (2) 由表6-7、6-8發現，各區段主要蝦種為多齒新米蝦(冬季占65%、春季占84%)，全溪

流域皆有分布；其次為粗糙沼蝦(冬季占24%、春季占12%)，主要分布在第4攔水壩(大屯橋)以上區域；貪食沼蝦(冬季占8.14%、春季占3.63%)，主要分布在中下游；臺灣沼蝦零星分布在大屯橋以下河道。

(3) 由表6-7、6-8發現，洄游性的壁蜚螺和石蜚螺，主要分布在第4攔水壩(大屯橋)以下區域，族群數量非常多，第4攔水壩(大屯橋)以上區域，則少量分布；川蜷在全溪流流域均有發現，數量密度最高，主要分布在中下游；臺灣椎實螺、斜粒粒蜷、尖尾螺、石田螺及瘤蜷則零星分布在中下游。

(三) 魚類總數與魚種生物多樣性分析

生物多樣性：辛普森指數 $D=1-\sum (Ni/N)^2$ ， $Ni:N$ 為總個體數， i 為物種個體數。

辛普森生物多樣性指數=隨機取樣的兩個個體屬於不同種的概率=1-隨機取樣的兩個個體屬於同種的概率隨機取樣的兩個個體屬於不同種的概率(張永達, 2009)。辛普森多樣性指數=指數值範圍介於0到1之間。數值越大，該生態區域多樣性越大。當物種種類越多，數量越平均，生物多樣性度越高。

豐富度：門辛尼克 (Menhiniek) 指數。該指數考慮群落的物種數量和個體總數，將一定大小樣本中的物種數量定義為多樣性指數。

計算公式為： $D=S/\sqrt{N}$ ， D 為門辛尼克指數； N 為總個體數量； S 為總物種數量。

豐富度越高時，每一物種數也會相對均勻。當物種種類越多，數量越平均，豐富度越高。

1. 各區段魚種生物多樣性、豐富度分析

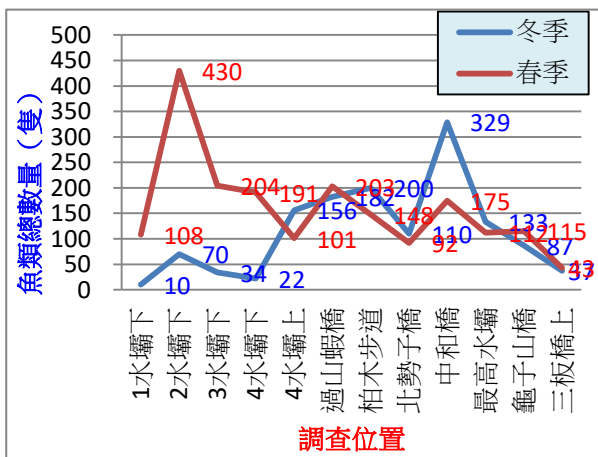


圖6-2 各區段魚類總數統計圖

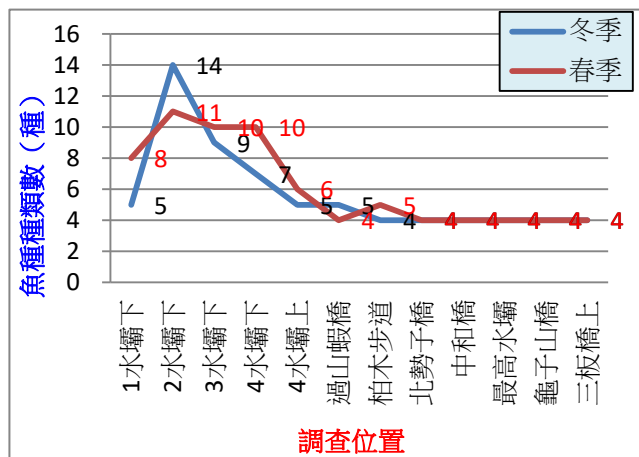


圖6-3 各區段魚類種類統計圖

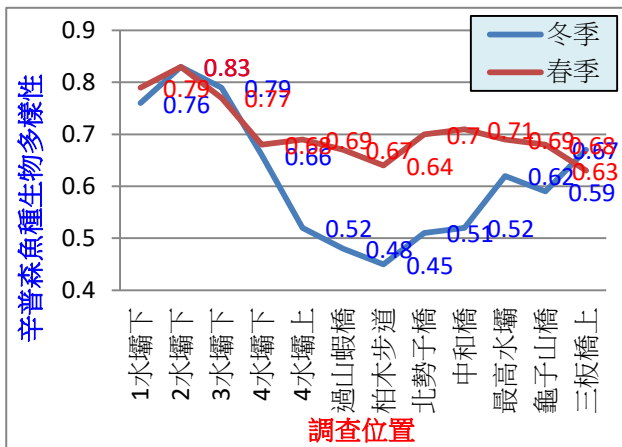


圖6-4 各區段魚種生物多樣性統計圖

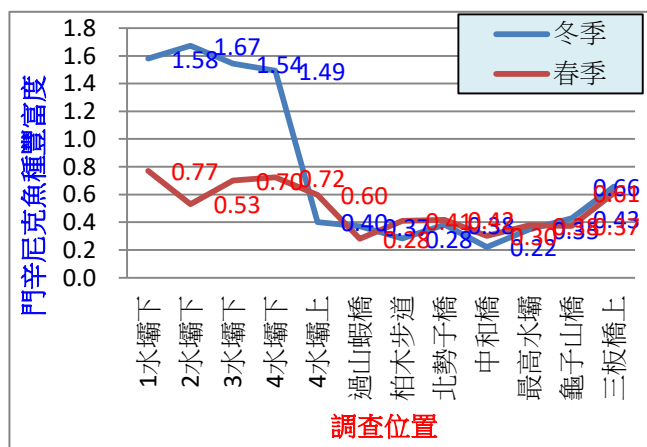


圖6-5 各區段魚種豐富度統計圖

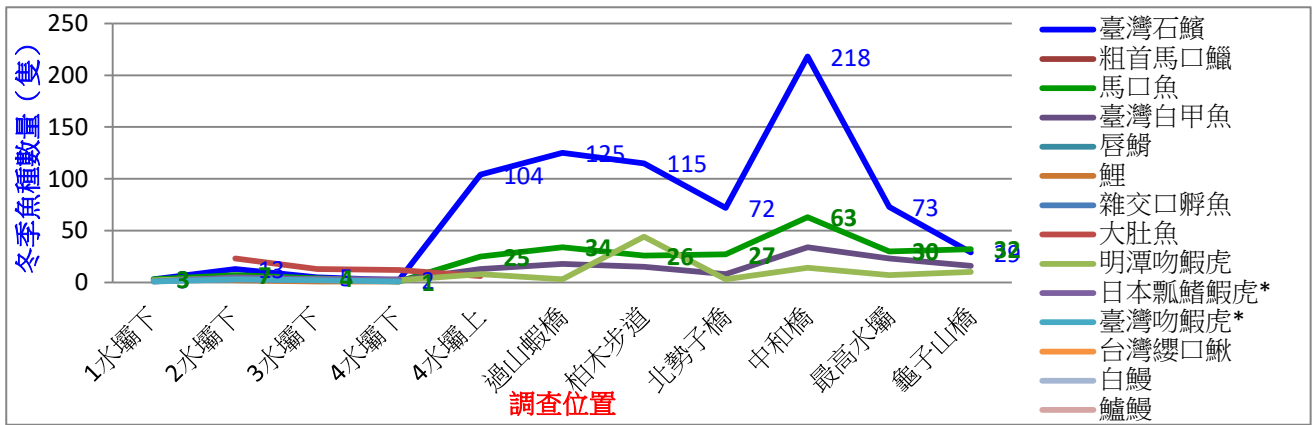


圖6-6 各區段冬季魚類數量分布圖

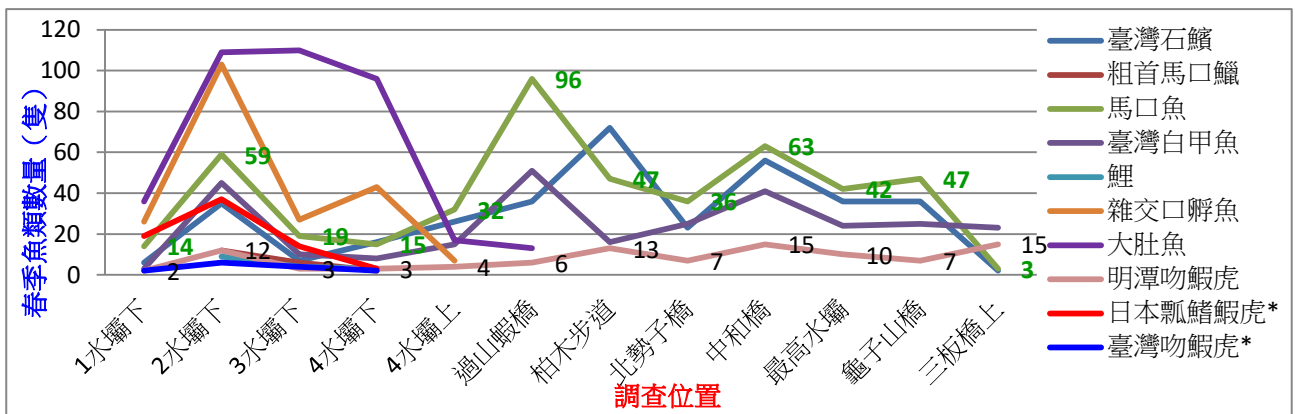


圖6-7 各區段春季魚類數量分布圖

2. 魚類研究結果分析

- (1) 由圖6-2發現，魚類總數量與捕獲數量以第4攔水壩為界：冬季時，4號攔水壩以下區域的魚類平均捕獲量較少，與第4攔水壩以上區域差異很大；春季時，第4攔水壩以下區域的魚類平均捕獲量較多，與第4攔水壩以上區域差異很大。第4攔水壩以下區域，冬季與春季的魚類數量變化很大。
- (2) 由圖6-3發現，各區段魚種以第2攔水壩下方最多，共14種；第4攔水壩以下區域，魚種較多，第4攔水壩以上區域，魚種較少；越上游，魚種越少。
- (3) 由圖6-4發現，各區段辛普森生物多樣性：第4攔水壩以下區域較高；第4攔水壩以上區域較低；差異明顯。
- (4) 由圖6-5發現，豐富度 (Menhinick Index)：第4攔水壩以下區域較高；第4攔水壩以上區域較低；差異明顯。
- (5) 由圖6-6發現，各區段冬季魚類數量分布圖：第4攔水壩以下區域，魚種較多，但數量較少；第4攔水壩以上區域，魚種較少，但數量較多。主要魚種為臺灣石鱚、馬口魚、臺灣白甲魚，另有少量的日月潭吻鰕虎。
- (6) 由圖6-7發現，各區段春季魚類數量分布圖：第4攔水壩以下區域，種類較多，但數量較多，主要魚種臺灣石鱚、馬口魚、臺灣白甲魚、雜交口孵魚及大肚魚；冬季與春季變化量差異很大；第4攔水壩以上區域，種類較少，主要魚種為臺灣石鱚、馬口魚、臺灣白甲魚，另有少量的日月潭吻鰕虎；冬季與春季魚類數量變化不大。

3. 各區段蟹種生物多樣性、豐富度分析

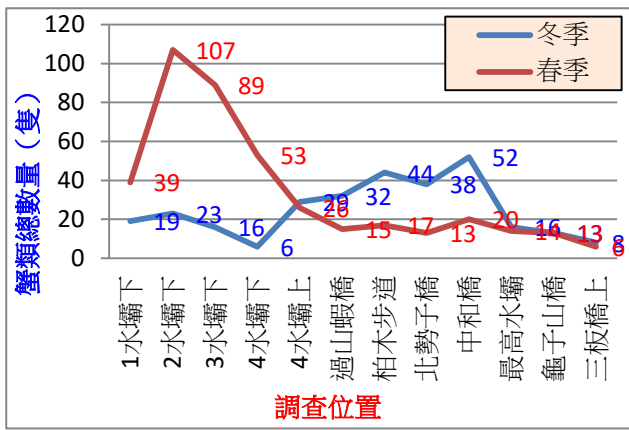


圖6-8 各區段蟹類總數統計圖

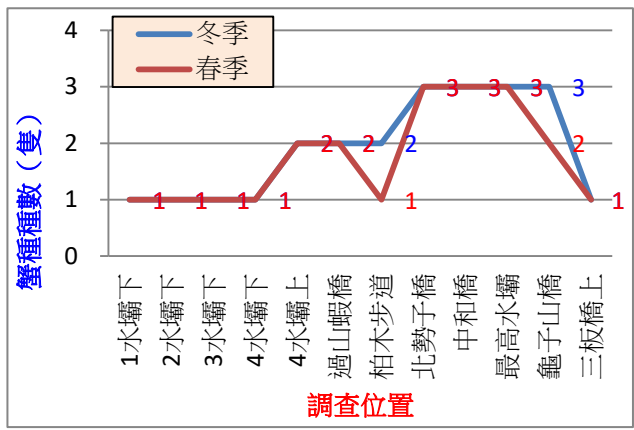


圖6-9 各區段蟹類種類統計圖

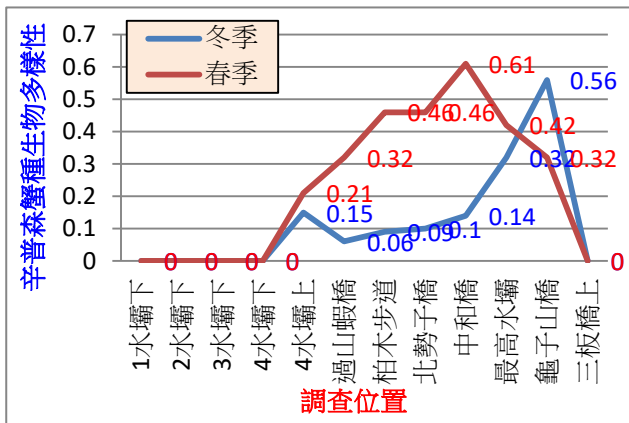


圖6-10 各區段蟹種生物多樣性統計圖

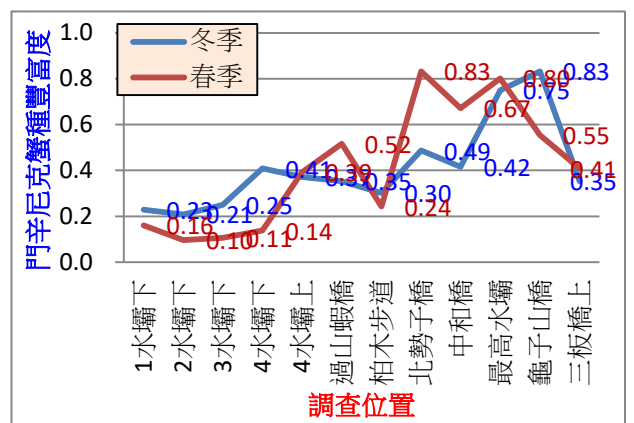


圖6-11 各區段蟹種豐富度統計圖

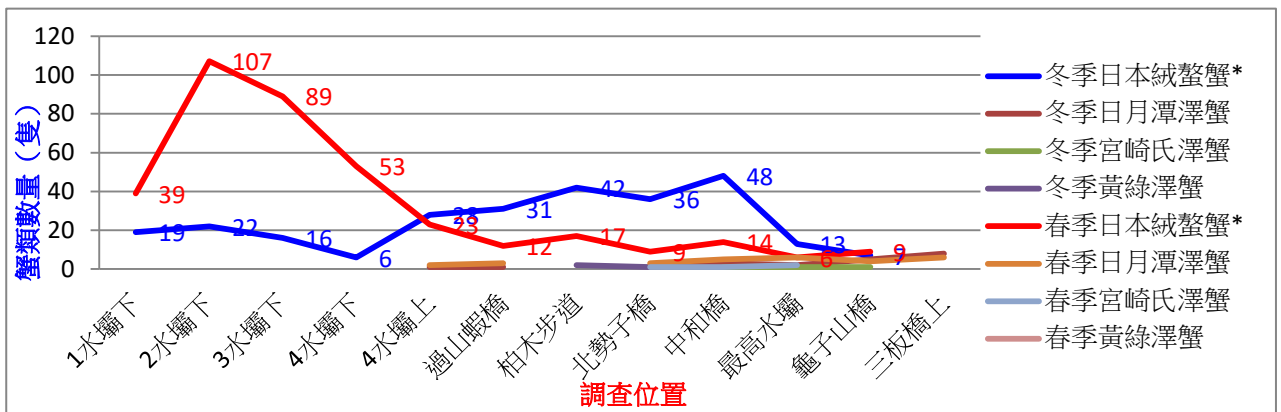


圖6-12 各區段蟹種與數量統計圖

4. 蟹類研究結果分析

- (1) 由圖6-8發現，各區段蟹類數量變化以第4攔水壩為界：第4攔水壩以下區域，冬季與春季的數量變化較大，春季明顯比冬季高很多；第4攔水壩以上區域，數量較多，冬季與春季數量變化不明顯。
- (2) 由圖6-9發現，各區段蟹種變化以第4攔水壩為界：第4攔水壩以下區域，只有1種蟹類；第4攔水壩以上區域，蟹種較多(2~4種)，主要蟹種為日本絨螯蟹和日月潭澤蟹，宮崎氏澤蟹和黃綠澤蟹則零星分布。
- (3) 由圖6-10發現，各區段蟹種生物多樣性以第4攔水壩為界：第4攔水壩以下區域，只有1種蟹類，蟹種生物多樣性較低；第4攔水壩以上區域，蟹種較多(2~4種)，蟹種生物多樣性較高。越上游，蟹種生物多樣性有越增加的趨勢。

- (4) 由圖6-11發現，豐富度 (Menhinick Index)：越上游，蟹種豐富度有越增加的趨勢。
- (5) 由圖6-12發現，各區段蟹種與數量，主要蟹種為日本絨螯蟹，日月潭澤蟹分布在中游與上游，其他蟹種則零星分布在中游與上游區域。

5. 各區段蝦類生物多樣性、豐富度分析

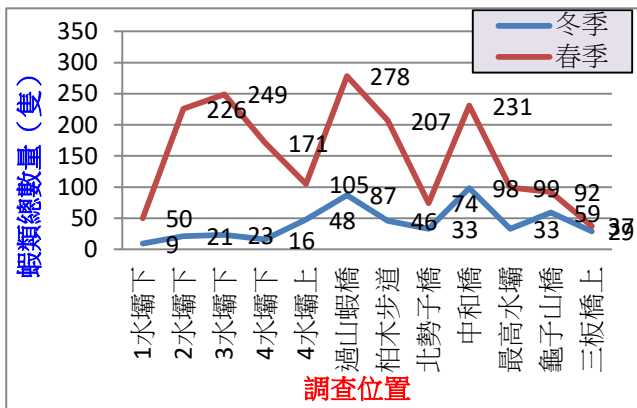


圖6-13 各區段蝦類總數統計圖

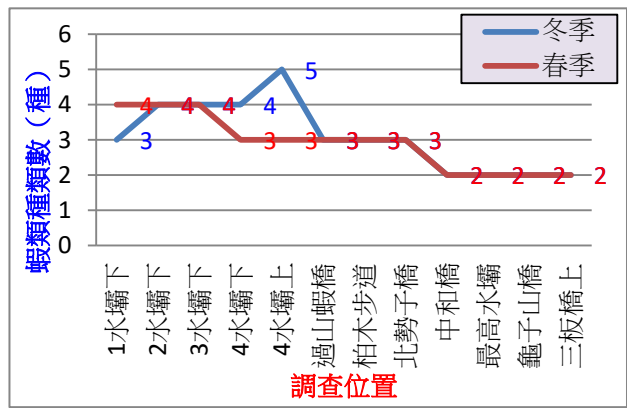


圖6-14 各區段蝦類種類統計圖

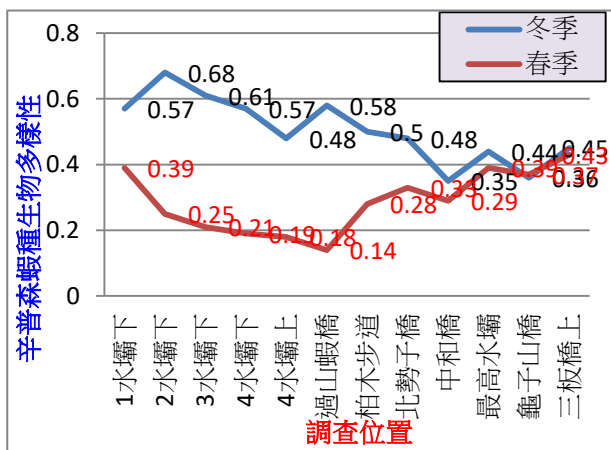


圖6-15 各區段蝦種生物多樣性統計圖

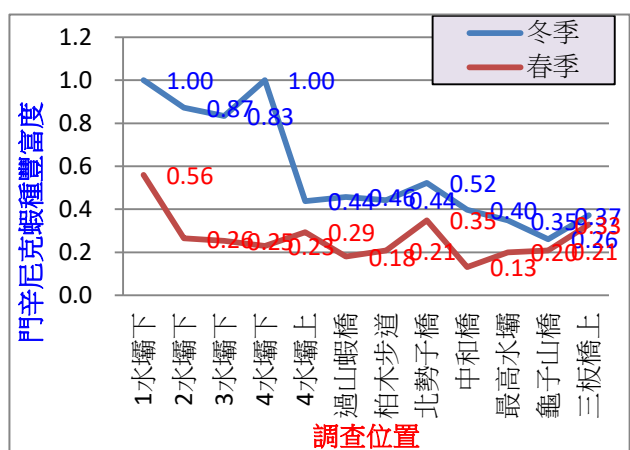


圖6-16 各區段蝦種豐富度統計圖

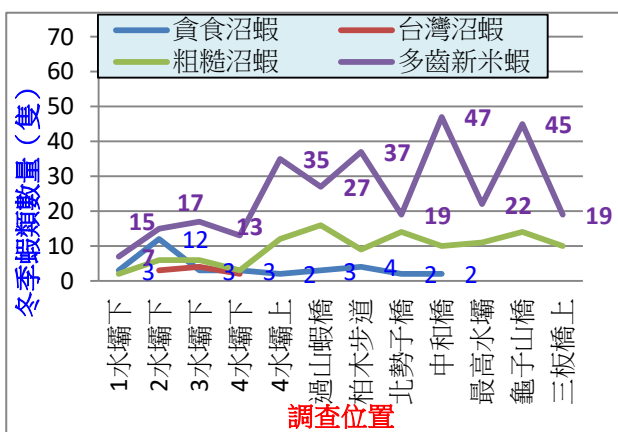


圖6-17 冬季各區段蝦種與數量統計圖

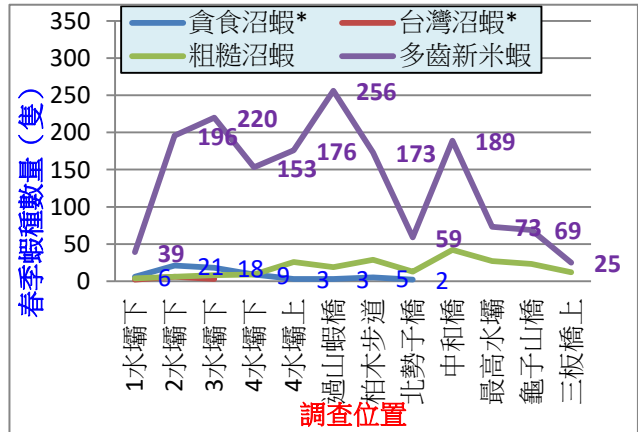


圖6-18 春季各區段蝦種與數量統計圖

6. 蝦類研究結果分析

- (1) 由圖6-13發現，蝦類的數量變化：冬季與春季數量變化較大，春季比冬季明顯高很多；冬季第4攔水壩以上區域，蝦類數量較多，蝦類總數量變化差異較少。
- (2) 由圖6-14發現，蝦種變化以第4攔水壩為界：第4攔水壩以下區域，蝦種較多(4種)；

第4攔水壩以上區域，蝦種較少(2~3種)，主要蝦種為多齒新米蝦和粗糙沼蝦。

- (3) 由圖6-15發現，冬季各區段蝦種生物多樣性以第4攔水壩為界：第4攔水壩以下區域，蝦種生物多樣性較高；第4攔水壩以上區域，蝦種生物多樣性較低；冬季越上游，蝦種生物多樣性有越低的趨勢；春季以過山蝦橋區域較低，下游與上游區域較高。冬季與春季的蝦種生物多樣性差異明顯，冬季高於春季很多。
- (4) 由圖6-16發現，豐富度 (Menhinick Index)：冬季越上游，蝦種豐富度有越低的趨勢。冬季與春季的蝦種豐富度差異明顯，冬季高於春季很多。
- (5) 由圖6-17發現，冬季蝦種與數量以第4攔水壩為界：第4攔水壩以下區域，蝦種較多，但數量較少；第4攔水壩以上區域，蝦種較少，但數量較多；主要蝦種為多齒新米蝦，其次為粗糙沼蝦。
- (6) 由圖6-18發現，春季各區段蝦種與數量，中上游區域蝦類數量相近，主要蝦種為多齒新米蝦，其次為粗糙沼蝦；洄游性的貪食沼蝦和臺灣沼蝦在第4攔水壩以下分布較多。

7. 繪製大屯溪水生動物分布區域圖



圖6-19 大屯河流域水生動物分布區域圖

備註：綠線表示發現數量11隻以上；紅線表示發現6~10隻；藍線表示發現5隻以下。

8. 大屯溪水生動物分布區域分析

- (1) 由圖6-19發現，第2、3、4攔水壩，對粗首鱻、鯽魚、鱸鰻、白鰻、溪鱧、吳郭魚、唇鱒等游泳速度較慢的魚種，形成洄游與分布的障礙點。
- (2) 洄游性的貪食沼蝦和壁蜆螺也會因為第4攔水壩的障礙點，形成分布斷點，限制其分布。
- (3) 游泳速度較快的魚種(臺灣石鱻、馬口魚、臺灣白甲魚等)，越上游區域，體型越小；越下游區域，體型越大。

(四) 討論攔水壩高度對魚種分布的影響

1. 魚種捕獲總量分析：第4攔水壩(大屯橋)以下與第4攔水壩(大屯橋)以上差異非常大。第4攔水壩以下的捕獲魚類總量較低，尤其是第4攔水壩下方，所捕獲數量最少，第4攔水壩是魚類洄游障礙與數量分布的界線，我們比對(曾晴賢, 2019)報告，冬季捕獲數量，第1、第2、第3攔水壩數量大約相同，第4攔水壩低於(曾晴賢, 2019)報告，我們檢測水質沒問題，但為何魚群會大量死亡？猜測可能是因附近的工廠短時間嚴重汙染而造成。第4攔水壩以上魚類數量非常多，比對(陳義雄、陳天任, 2017)報告，所捕獲的數量高出3~5倍，顯示封溪對魚類繁殖很有成效。
2. 捕獲魚種分析：第2攔水壩以下，魚種最多，有14種；其他區域則為5~7種，因為第2、3攔水壩的垂直落差較大(150~200cm)，大部分游泳能力較差的魚種都無法越過，而形成魚類分布的斷點。我們發現第2攔水壩以下所捕獲的臺灣石鱻和馬口魚特別大隻，牠們應該是從上游被沖下來的，或是在這裡生長很久卻無法向上洄游的。
3. 主要分布的魚種：我們發現主要魚種為臺灣石鱻、馬口魚、臺灣白甲魚及明潭吻鰕虎，其突進泳速都超過2.5m/sec，所以才有能力越過部分攔水壩的洄游障礙，但是當牠們遇到第4攔水壩垂直落差高度350cm的障礙時，也無法越過。
4. 第4攔水壩垂直高度350cm，又未設置魚道，造成魚類洄游的重大障礙，與(陳義雄、陳天任, 2017)研究結果相同。

(五) 討論攔水壩高度對蟹種分布的影響

1. 蟹種以日本絨螯蟹最多(占比約91.9%)，主要布在中下游地區，我們也發現中游地區的螃蟹體型有較大的現象，但上游分布略少。
2. 日本絨螯蟹屬於洄游性蟹種，爬行能力較強，可以越過生態障礙，攔水壩若不太高，應該可以越過洄游障礙。
3. 屬於陸封型螃蟹的日月潭澤蟹和宮崎氏澤蟹，都分布在中游、上游區域的攔水壩，洄游障礙對其影響較小。
4. 中游發現數量稀少的黃綠澤蟹；下游發現數量稀少的拉氏清溪蟹，攔水壩所造成的洄游障礙對其影響較小。

(六) 討論攔水壩高度對蝦種分布的影響

1. 主要蝦種為粗糙沼蝦、多齒新米蝦，數量較多，主要蝦種以陸封型蝦種為主，洄游性的貪食沼蝦數量較少，貪食沼蝦、臺灣沼蝦母蝦有抱卵至下游處釋幼的現象(韓僑權, 2022)，因此數量較少，我們推測應該與攔水壩的洄游障礙和魚道設置有關。
2. (陳義雄、陳天任, 2017)研究結果發現有大量的臺灣米蝦，但在本次研究中並無發現，可能是與捕撈方式有關，必須再進一步研究。外來種的美國螯蝦在荷花田旁有少量分布，我們發現荷花田中有數量不少的美國螯蝦，推測其應該是從荷花田跑出來的。

(七) 討論攔水壩高度對貝種分布的影響

1. 大屯河流域共發現6種貝類，主要貝種有3種川蜷，石蜆螺、壁蜆螺。全河流域數量最

多的貝類是川蜷；臺灣椎實螺則少量分布，只分布在第4攔水壩下方。

2. 大屯橋以下的壁蜆螺和石蜆螺有洄游習性，會從河口慢慢往上游移動。壁蜆螺和石蜆螺主要分布在第4攔水壩（大屯橋）以下區域，族群數量非常多。主要是因第1、2、3攔水壩設有魚道或簡易魚道，讓壁蜆螺可以越過攔水壩的障礙；但第4攔水壩太高，且未設置魚道，而形成洄游障礙，所以壁蜆螺無法越過第4攔水壩。

(八) 攔水壩高度對水生動物生物多樣性的影響

1. 各區段魚種以第2攔水壩以下的魚種最多，共12種；其次為過山蝦橋、龜子山橋、三板橋下方區域，有7種；其他區段則為4~5種，魚種較少。我們發現越上游的區域，魚種有越少的現象，部分游泳能力較差的魚類，如果沒有較佳的魚道設施降低洄游障礙，無法穿越溪流中的攔水壩障礙，在溪流各區域棲息。
2. 辛普森魚種生物多樣性、豐富度(Menhinick Index)，第4攔水壩以下區域較高，第4攔水壩以上區域較低，洄游生物路徑受到阻隔，魚種棲息地單調化，水生生物族群基因庫縮小與區隔化物種會趨於一致，生物多樣性降低（張明雄、林曜松，1994）。
3. 辛普森蟹種生物多樣性與豐富度（Menhinick Index）：越上游，蟹種多樣性有越高的趨勢。只有爬行能力較強、洄游性的日本絨螯蟹，才能越過攔水壩障礙，在全區域分布。
4. 辛普森蝦種生物多樣性與豐富度（Menhinick Index）：第4攔水壩以下區域，蝦種較多（4種），第4攔水壩以上區域，蝦種較少（2~3種）。粗糙沼蝦、多齒新米蝦及貪食沼蝦雖然屬於洄游性蝦種，但因攔水壩的阻擋，而影響其分布範圍與數量，因而侷限在第4攔水壩以下區域較多；另外，陸封型蝦種也會受到攔水壩的阻擋，影響其分布範圍。

五、自製魚道對水生動物分布的影響

(一) 實驗結果：自製魚道放置位置上下游的水生動物特性比較

1. 魚種特性比較

表6-9 自製魚道放置位置上下游的魚種比較表

地點	魚隻總量(隻)	魚種數量(種)	主要魚種	主要魚種占比(%)	辛普森生物多樣性	門辛尼克豐富度(Menhinick Index)
魚道下游(<u>過山蝦橋</u>)	150	7	臺灣石鱸	69.0	0.48	0.47
魚道上游(<u>柏木步道</u>)	187	4	臺灣石鱸	71.8	0.46	0.30
3個月後魚道下游	34	6	臺灣石鱸	53.0	0.52	0.69
3個月後魚道上游	26	5	臺灣石鱸	55.3	0.55	0.66

2. 蟹種特性比較

表6-10 自製魚道放置位置上下游的蟹種比較表

地點	蟹隻總量(隻)	蟹種數量(種)	主要蟹種	主要蟹種占比(%)	辛普森生物多樣性	門辛尼克豐富度
魚道下游(<u>過山蝦橋</u>)	32	3	日本絨螯蟹	96.8	0.05	0.35
魚道上游(<u>柏木步道</u>)	43	2	日本絨螯蟹	97.6	0.12	0.36
3個月後魚道下游	7	3	日本絨螯蟹	0.68	0.41	0.26
3個月後魚道上游	11	3	日本絨螯蟹	0.75	0.39	0.60

3. 蝦種特性比較

表6-11 魚道位置上下游蝦種比較表

地點	蝦隻總量(隻)	蝦種數量(種)	主要蝦種	主要蝦種占比(%)	辛普森生物多樣性	門辛尼克豐富度
魚道下游(過山蝦橋)	50	4	多齒新米蝦	0.48	0.61	0.57
魚道上游(柏木步道)	37	3	多齒新米蝦	0.46	0.55	0.49
3個月後魚道下游	224	2	多齒新米蝦	0.92	0.16	0.19
3個月後魚道上游	173	2	多齒新米蝦	0.85	0.15	0.17

(二) 實驗結果分析

1. 自製魚道內流速測量：我們利用自製流速計測量魚道內流速，魚道入口流速0.8m/sec；魚道中段流速1.3m/sec；魚道出口流速1.5m/sec；符合魚道設計規範流速標準。
2. 自製魚道設置3星期後，我們已經觀察到有小型的底棲動物，在魚道往上游移動的情形。
3. 由表6-9發現，自製魚道放置位置上下游魚種比較，自製魚道設置3個月後，豐富度指數(Menhinck Index)有增加，其他則變化不大。
4. 由表6-10發現，自製魚道放置位置上下游蟹魚種比較，自製魚道設置3個月後，豐富度指數(Menhinck Index)有增加，其他則變化不大。
5. 由表6-11發現，自製魚道設置位置上下游蝦種比較：自製魚道設置3個月後，主要蝦種占比(%)有降低，其他則變化不大。

(三) 討論自製魚道對溪流生物的影響

1. 我們所設計自製的魚道已發展到第2代，有加強中央分水器的功能，並將阻水箱做成中空，形成水生動物洄游的休息區，強化阻水功能。
2. 我們利用自製流速計測量魚道內流速：魚道入口流速0.8m/sec，魚道中段流速1.3m/sec；魚道出口流速1.5m/sec，符合魚道設計規範流速標準。
3. 我們裝設的自製魚道能降低洄游障礙，有助水生動物洄游。
4. 實驗魚道3個月後，發現魚道上下游的魚蝦蟹貝類並沒有明顯變化，這應該是魚道的設置時間不足，且水生動物洄游有季節性，所以魚道設置必須要長時間，才能發揮它的功能。

六、討論積極回復生態步道的理想

(一) 因生態工法與沿溪步道已經荒廢多年，樹木雜草叢生，幾乎無路可走，大部分的沿溪步道已經損毀，想要回復使用必須投入大量資金，可能要數千萬元，不是我們的能力或學校的資源可以達成，而需要政府的力量投入。我們會持續清理步道上的樹木雜草，至少清理到可以走得過去。

(二) 生態步道變成生態廢道的原因

1. 民眾對生態工法的熱情已經消失，大家談一談，時間一久，便忘記了。
2. 忽視大自然的力量：沿溪生態步道，就做大屯溪旁，可貼近觀察溪流，但因鋪設沿溪步道，造成溪流寬度不足，遇到豪大雨，步道容易被大水沖毀。
3. 相關設施不足：沒有廁所和停車空間、道路狹小、沒有公車可達，要參訪當地不容易。
4. 當地居民對魚道的認同感薄弱，不會因設置了生態工法與沿溪步道，而帶來優越感與經濟效益，過多的觀光客到此踏查尋幽，可能會造成當地居民的困擾。

柒、結論

一、訪問當地耆老和里長，了解大屯溪的歷史與現況

- (一) 因為臺灣工業化的關係，大屯溪的水稻種植，已經沒有經濟效益，大部分的水田荒廢，居民對大屯溪的依存度和生態關心度降低，我們經常在溪流中發現很多垃圾，甚至還有病死豬。但在調查期間，還是發現有很多居民關心大屯溪河川生態，不管是教育單位與社區里長，都積極投入生態保育活動。
- (二) 大屯溪的水質應該是北海岸最優的溪流，但還是發生水質汙染事件。
- (三) 雖仍有非法捕魚、電魚、捕蟹、捕蝦的情況，但是仍比未封溪前好太多了。

二、大屯溪的水質

可能是今年雨量特別多，11月、12月雨量大約是去年的2.5倍，因此大屯溪的水流量較多，大屯溪以下區域的水質，除了在低水位時，有輕度汙染外，其他則無汙染。

三、大屯溪魚類洄游障礙點與魚道

大屯溪攔水壩的洄游障礙點，幾乎都設有魚道，看起來是有系統的設計，可降低水生動物洄游障礙，算是北海岸中對洄游性水生動物最友善的溪流，但是仍會形成水生動物洄游的斷點，因此建議在第2、3、4攔水壩等3處，沿著農田灌溉水圳出口處設置魚道，並與農田灌溉水圳出口共構，降低工程經費與方便日後的管理。

四、攔水壩高度與設置魚道對水生動物分布的影響

- (一) 攔水壩越高，對水生動物洄游產生的障礙也越大，大屯溪最大的洄游障礙為第4攔水壩，造成水生動物分布非常大的斷點，造成下游的生物上不去，上游的生物下不來。
- (二) 攔水壩高度對水生動物生物多樣性的影響：
攔水壩高度越高，水生動物移動洄游的難度越高，造成河道空間的區隔化，物種與數量相對降低，造成生物多樣性和豐富度降低。
- (三) 大屯溪部分攔水壩設有魚道，有效降低洄游障礙，部分攔水壩落差太高，又未設置魚道，形成水生動物洄游斷點，尤其是第4攔水壩，造成大屯溪空間區隔化，魚類種類減少6種、數量減少75%、生物多樣性指數降低0.42、豐富度指數降低1.38。

五、自製魚道對水生動物分布的影響

- (一) 我們將自製魚道裝設在大屯溪中，感覺好有成就感！初步檢測魚道內的流速，符合魚道設計規範流速標準，應該可以降低洄游障礙，有助魚類洄游。
- (二) 因為我們的自製魚道設置3個月，魚道上下游的水生動物分布情形，並沒有太大的變化，看來魚道設置後，需要長時間的運作，魚道才能發揮效果。

六、持續回復生態步道的理想

這個問題真的太大了！我們會盡自己微薄的力量，把步道整理到可以走，讓後續要參訪的人有一條可以安心走的小路。

七、我們的建議

魚道=魚到，天然河道是最佳的魚道，如果要設置防洪、防砂、防土石流、攔水壩等水力設施時，請記得留給水生動物一條通道。我們的建議如下：

- (一) 設置舟通式魚道，改良舟通式魚道對臺灣多砂的溪流是比較好的選擇。
- (二) 攔水壩高度不宜過高，若落差太高，則建議做成階梯狀，降低洄游障礙。
- (三) 不管任何型態的魚道，只要能降低垂直落差高度與水流流速，都具降低洄游障礙效果。

捌、參考文獻

- 一、王漢泉(2002)。台灣河川水質魚類指標之研究。環境檢驗所環境調查研究年報9:207-236，2002。
- 二、水土保持設施常見通道。農委會水土保持局。
- 三、李訓煌、李鴻源(2002)。改良型舟通式魚道設置之研究與應用。特有生物研究保育中心。
- 四、林春吉(20007)。台灣淡水魚蝦大圖鑒。出天下文化，2007/06/05出版。
- 五、施志昫、李伯雯(2018)。台灣淡水蟹圖鑒。晨星，2018出版。
- 六、高瑞卿，周銘泰，張瑞宗，廖竣(2020)。臺灣淡水及河口魚蝦圖鑑。晨星，2020/09/12出版。
- 七、翁義聰、陳文德、陳坤能、林玉珍、詹昭賢、張耕耀(2009)。臺灣地區淡水軟體動物族群分佈與保育對策研究。崑山科技大學。
- 八、莊明德(2003)。原生魚種在魚道溯游之試驗研究。特有生物研究保育中心。
- 九、莊明德(2008)。濁度、水溫與照度對試驗魚上溯影響之試驗研究。特有生物保育研究中心。
- 十、陶天麟(20004)。台灣淡水魚地圖。晨星，2004/04/07出版。
- 十一、陳義雄，陳天任(2018)。陽明魚蝦蟹 陽明山魚蝦蟹解說手。內政部營建署陽明山國家公園管理處2018/12/01出版。
- 十二、陳義雄、陳天任(2017)年度「陽明山國家公園溪流各流域魚類及甲殼類生態資源調查及保育策略規劃」。國立臺灣海洋大學。
- 十三、郭金泉(2006)。本土型魚道之效益評估。國立臺灣海洋大學水產養殖學系。
- 十四、黃宏斌(1999)。防砂壩魚道佈置之研究。國立臺灣大學農業工程學系。
- 十五、黃鴻源等(2022)，魚兒要回家—探討自製舟通式魚道水理與泥砂穿越率。新北市110學年度一般智能資優生獨立研究作品說明書。
- 十六、曾晴賢(2019)。國家重要濕地保育行動計畫大屯溪生物廊道改善暨洄游生物保育計畫。財團法人清華網路文教基金會。
- 十七、曾晴賢(2005)。生態工法推行成果評估與研究。國立清華大學。
- 十八、游祥平2000)。台灣產淡水蝦蟹類之分類、分布及幼體變態之研究(III)。國立臺灣海洋大學漁業科學研究所。
- 十九、游祥平(1999)。台灣產淡水蝦蟹類之分類、分布及幼體變態之研究。國立臺灣海洋大學漁業科學研究所。
- 二十、葉明峰、張世倉、陳榮宗、李訓煌(2005)。河川魚類游泳能力之研究。特有生物研究保育中心
- 二十一、葉明峰(2004)。台灣馬口魚、粗首馬口鱖、平頰;鱖明潭吻鰕虎虎游泳能力之研究。特有生物研究保育中心。
- 二十二、葉明峰(2001)。台灣鏟頰魚及台灣石賓游泳能力之研究。特有生物研究保育中心。
- 二十三、塗敬新(2006)。改良舟通式魚道水理與泥砂特性。逢甲大學水利工程學系碩士論文。
- 二十四、鄭錫奇(2006)。台灣地區野生動物多樣性資源調查研究-花蓮縣野生動物及台灣中部及北部淡水蝦蟹類。特有生物保育研究中心。

【評語】 080313

本研究作品係以自製第二代改良舟通式魚道，探討此對大屯溪水生動物的變動影響。研究主題清楚且聚焦，作品說明書中適時參考前人的豐富的文獻資料做陳述與討論，科學研究方法適切且有系統地收集數據及分析。

建議：

1. 「利用 Google Earth 地圖搜尋大屯溪流域地圖，並配合實地觀察地形、河流現況，找出適合取樣觀察的位置，共取 10 個較具關鍵性的檢測點。10 個檢測點位置如下」適合取樣觀察的位置的評量標準為何？
2. 魚類調查結果，魚種佔比與區域佔比是如何計算出來的？可以再更詳細的描述。
3. 圖表呈現可以再更明確。例如：圖 4-12 究竟是要呈現蟹種的差異，還是不同季節蟹種的差異？可以適度將結果再分類呈現可以讓資訊更容易比較。

作品海報

魚道魚到

The image is a composite. The background is a stream with a wooden fishway (weir) structure. In the foreground, there are three circular insets: a basket containing several crabs, a brown mottled fish, and a silver fish.

魚道對大屯溪水生動物變動探究

摘要

本研究以簡易水質測檢儀檢測水質，改良蝦籠、手撈網、攔截網、誘餌、拍照觀察，並設置自製改良舟通式魚道，進行大屯溪水生動物變動探究。研究結果：大屯溪在大屯橋以下水質呈輕度汙染，其他區域則無汙染；大屯溪水質變差，魚蝦數量減少；大屯溪共設16處高度100~450cm的攔河堰，其中12處設有魚道；大屯溪魚道類型依水土保持設施常見通道分類共可分為9種魚道，設有魚道的攔河堰可降低洄游障礙；部分攔河堰落差太高且未設置魚道形成水生動物洄游斷點，其中以第4攔河堰影響最大，其以上區域較以下區域的魚種減少6種、總數減少75%、生物多樣性降低0.42、豐富度降低1.38；設置自製改良舟通式魚道短時間上下游水生動物變動不大因此須長時間設置。

壹、研究動機

我們發現大屯溪中設置很多攔河堰，提供當地農田灌溉使用，攔河堰高度100~450cm，我們觀察記錄共計16處，這些攔河堰會阻斷水生動物的洄游嗎？大屯溪設置不同類型魚道，有：緩坡固床工式、階梯式、改良舟通式及豎孔導壁式魚道，這些魚道設置真的可以讓魚兒順利的洄游大海或河川上游嗎？

貳、研究目的

- 一、訪問當地耆老和里長，了解大屯溪的歷史與現況。
- 二、觀察大屯溪的水質與水生動物分布現況。
- 三、觀察大屯溪水生動物洄游障礙點。
- 四、觀察大屯溪不同位置的水生動物分布情況。
- 五、比對不同攔河堰高度與設置魚道對大屯溪水生動物分布的影響。
- 六、評估自製魚道對大屯溪水生動物分布的影響。

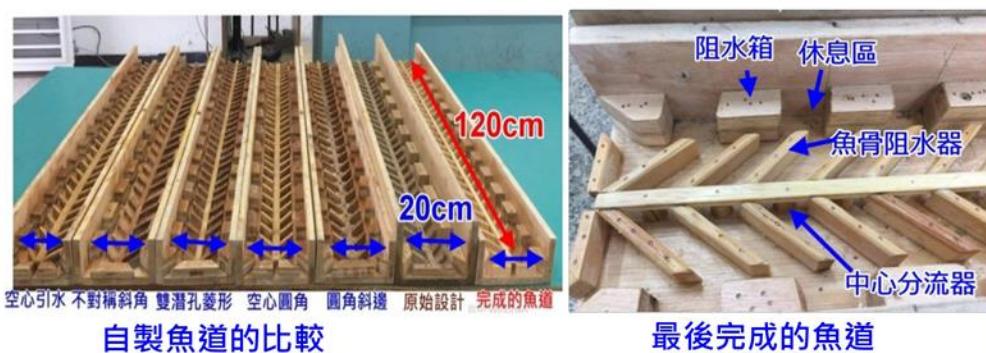
參、研究設備與器材

一、實驗設備與器材

- 一、水質檢測：檢測包(重金屬、總磷、COD、NO₃⁻、NO₂⁻、NH₄⁺、BOD)、儀器(DO檢測計、pH計、鹽度計、TDS檢測計)。
- 二、安全設備：溯溪鞋×6雙、安全帽×6個、救生衣×6件、防滑雨鞋×6雙。
- 三、鏟刀、鋤子、直徑0.5cm尼龍繩×長100m×2條、大型充電電鑽(36V)、充電電鑽(18V)、充電螺絲起子×3支、22號鐵線×2公斤、角鋼(長3m×寬5cm×厚5cm)×3支、6吋兩輪拖×30個、中型手撈網×5支、寬6公尺攔截網×1個、手提式透明照相機×2個。
- 四、記錄與觀察：單眼相機(長鏡頭70~300mm)、望遠鏡、顯微鏡、顯微鏡CCD。
- 五、誘捕魚蝦：誘魚蝦餌料×100包、直徑12.5cm蝦籠×40個、白飯×30公斤、大型果汁機。
- 六、自製大型魚道(長480cm×寬60cm)：木板(4尺×8尺)×5塊、角料(8尺×1吋×1.8吋)×12支、臺式電鑽、小型帶鋸、空壓機、氣動釘槍。

二、做一個最佳魚道

- (一) 我們在2011年6月至2022年6月，利用自製河道和魚道模型，進行水理與泥砂穿越率研究。
- (二) 請教魚道專家，製作最適合臺灣水生動物洄游的魚道。
- (三) 我們製作最佳魚道進行溪流實驗。



肆、研究方法與結果

一、訪問耆老和里長了解大屯溪歷史與現況

訪問屯山國小前任校長、屯山里里長及當地耆老，了解大屯溪對當地民生經濟的重要性、社區歷史發展、生物資源及溪流變遷史。

研究結果：

- (一) 大屯溪的水稻種植已無經濟效益，大部分的水田荒廢，居民對大屯溪的依存度和生態關心度降低，我們經常發現在大屯溪中有許多垃圾，甚至還有病死豬。
- (二) 大屯溪水質應是北海岸溪流中最優的，但仍發生水質汙染事件。
- (三) 雖仍有非法捕魚、電魚、捕蟹及捕蝦的情況，但是仍比未封溪前好太多了。
- (四) 建議興建魚道，以利水生動物洄游。

二、檢測大屯溪水質

依據所調查大屯溪的長度、交通及安全性，分為10個檢測樣點。

(一) 檢測方法

1. 水質檢測：分別在高水位和低水位進行檢測。
2. 水質檢測項目：pH值、鹽度、溶氧量、濁度、重金屬、總磷、COD、硝酸、亞硝酸、氨氮。
3. 採樣後水質即刻產生變化，以現場檢測為主。BOD檢測：將水樣帶回學校進行檢測。



表2-1 大屯溪水質檢測位置圖

(二) 研究結果

大屯溪低水位時，大屯橋以下水質有輕度汙染，大屯橋以上為無汙染，研究結果與曾晴賢(2018)研究相同。大屯溪高水位時，全區都無汙染，研究結果與陳義雄、陳天任(2017)研究相同。

三、研究大屯溪水生動物洄游障礙點與魚道

(一) 大屯溪水生動物洄游障礙點

由三板橋至大屯溪口直線距離約9400m，共計16個攔河堰的高度超過100cm以上，會形成水生動物洄游路徑的障礙。

(階梯式魚道的最大高度：50cm)



(二) 大屯溪的魚道



(三) 實驗結果分析(洄游障礙點)：

將觀察結果，依據大屯溪洄游障礙點對水生動物洄游影響程度，分為3個等級。

表3-1 大屯溪水生動物洄游障礙點分析表

障礙等級	位置 (攔河堰編號)	落差 (cm)	影響洄游程度
最大障礙 (大部分水生動物無法洄游)	4、16	350~450	4號攔河堰因位在下游區，對水生動物洄游影響最大
次等障礙	1、2、3、10、14	150~200	部分攔河堰設有簡易魚道可改善洄游障礙。
最小障礙	5、6、7、8、9、11、12、13、15	100~150	部分攔河堰設有簡易魚道可改善洄游障礙。對水生動物洄游影響最小

(四) 實驗結果分析(魚道)：

依據臺灣水土保持設施常見通道分類標準，將大屯溪所有魚道進行分類，並分析各魚道的現況、缺失及效能。

表3-2 大屯溪魚道的類型、現況、缺失及效能分析表

魚道類型	魚道編號	魚道現況	魚道缺失	魚道效能			
				水流減速	降低落差	降低坡度	增加休息水域
1.改良舟通式	1	良好	無	○	○	○	○
2.階梯潛孔式	1	良好	無	○	○	○	○
3.大階梯 階梯高度超過50cm	2、5、6、11	良好	11號階梯破損	▲	▲	▲	○
4.小階梯	7、10、12	12號大部分損毀	嚴重淤積	○	○	○	○
5.豎孔導壁式	2	出口損毀	出口落差50cm	▲	▲	▲	▲
6.粗石斜坡式	1、8、9、10	1號半損	1號出口落差1m	○	▲	○	×
7.小斜坡 坡度小於25%	7、10	良好	無	○	▲	○	×
8.大斜坡	3、5、6	良好	無	▲	▲	▲	×
9.水管式	2、3、4	全部損毀	無法使用	×	×	×	×

備註：○功能正常 ▲部分功能 ×無功能

四、攔河堰高度與設置魚道對水生動物分布的影響

(一) 大屯溪水生動物分布調查方式與期間

由相關研究發現攔河堰確實會影響水生動物分布的區域，經觀察，我們發現大屯溪出海段有設置部分魚道，這些魚道對水生動物洄游會有幫助嗎？我們共使用5種方式進行調查。

表4-1 調查方式分析表

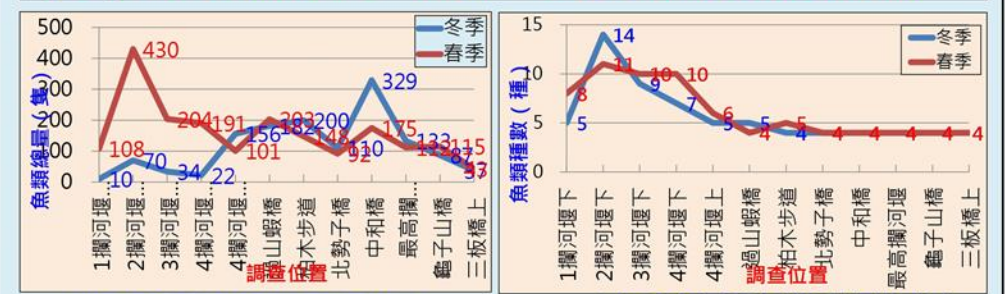
	針對水生動物類型	觀察到的水生動物種類
長鏡頭拍照	魚、蟹、貝	鯉科、吳郭魚、鰕虎科、蟹、貝
誘餌+長鏡頭	雜食性、草食性	鯉科、吳郭魚、其他魚種
改良蝦籠	雜食性、草食性	鯉科、部分鰕虎科、鰻魚、沼蝦、蟹
手撈網	底棲魚類、小型水生動物	鰕虎、大肚魚、幼魚、米蝦、沼蝦、蟹、貝
攔截網	魚、蝦	鯉科、大型魚類、蝦、蟹

1. 冬季調查期間：
2022年11月24日
~2023年2月28日

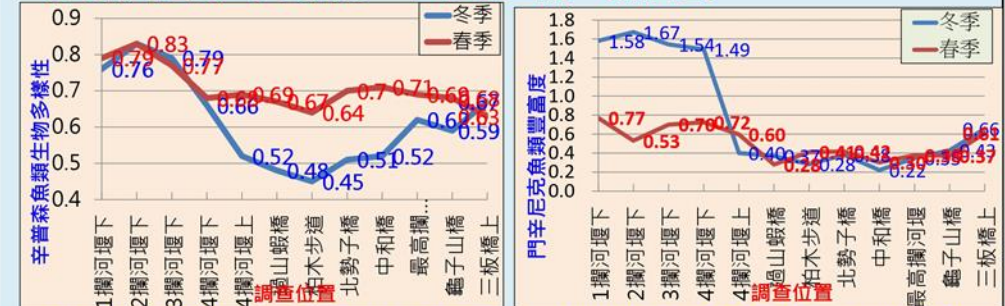
2. 春季調查期間：
2023年3月21日
~2023年6月3日



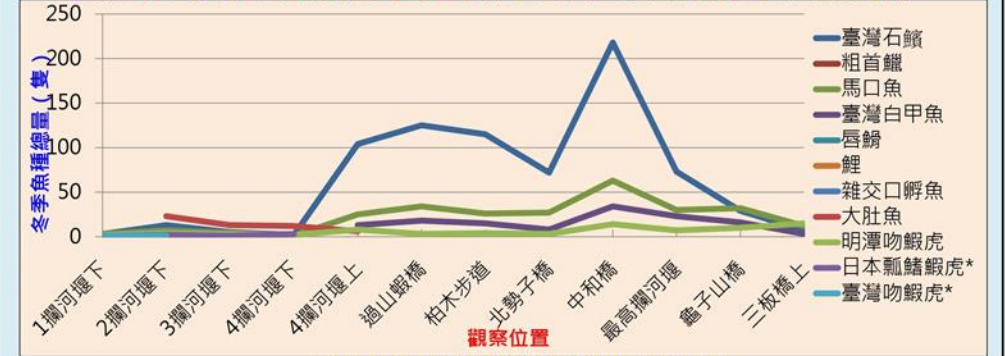
(二) 各區段魚類總量、種數、生物多樣性及豐富度分析



1. 由圖4-2、4-3，各區段魚類總量與種數以第4攔河堰為界：第4攔河堰以下區域較多，且冬季與春季的魚類總量變化很大；第4攔河堰以上區域較少，且越往上游，魚種越少。

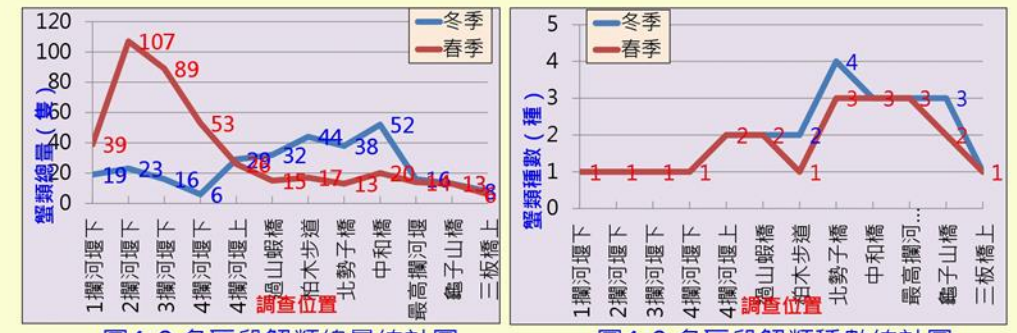


2. 由圖4-4、4-5，各區段魚類生物多樣性與豐富度以第4攔河堰為界：第4攔河堰以下區域較高；第4攔河堰以上區域較低，差異明顯。

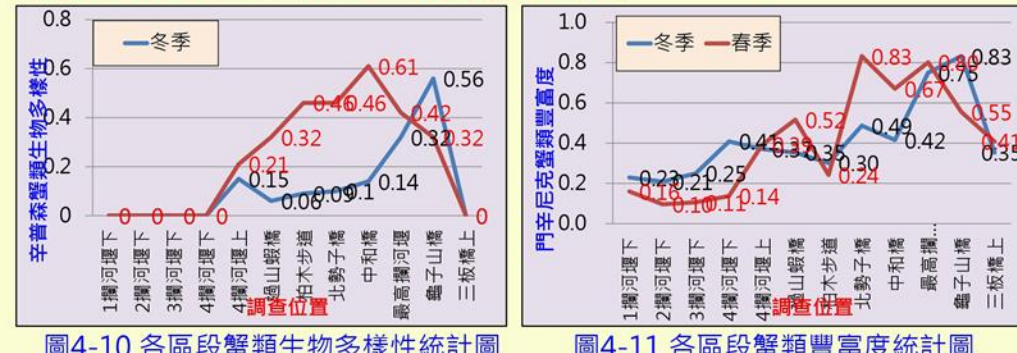


3. 由圖4-6，冬季各區段魚種總量：第4攔河堰以下區域魚種較多，但數量較少；第4攔河堰以上區域魚種較少，但數量較多。主要魚種為臺灣石鱮、馬口魚、臺灣白甲魚、明潭吻鰕虎。
4. 由圖4-6、4-7，冬季和春季各區段魚種總量比較：第4攔河堰以下區域，春季較多，冬季較少；第4攔河堰以上區域冬季與春季則差異較小。

(三) 各區段蟹類總量、種數、生物多樣性及豐富度分析



1. 由圖4-8，蟹類總量以第4攔河堰為界：第4攔河堰以下區域，冬季與春季蟹類總量差異較大；第4攔河堰以上區域則差異較小。冬季時，所發現的日本絨蟹以體型較大的成蟹為主；春季時，則以幼蟹為主。
2. 由圖4-9，蟹種分布以第4攔河堰為界：第4攔河堰以下區域只有1種；第4攔河堰以上區域則蟹種較多(2~3種)。



3. 由圖4-10、4-11，各區段蟹類生物多樣性和豐富度以第4攔河堰為界：第4攔河堰以下區域，蟹類生物多樣性和豐富度較低；第4攔河堰以上區域，蟹類生物多樣性和豐富度較高。越往上游，蟹類生物多樣性有越增加的趨勢。

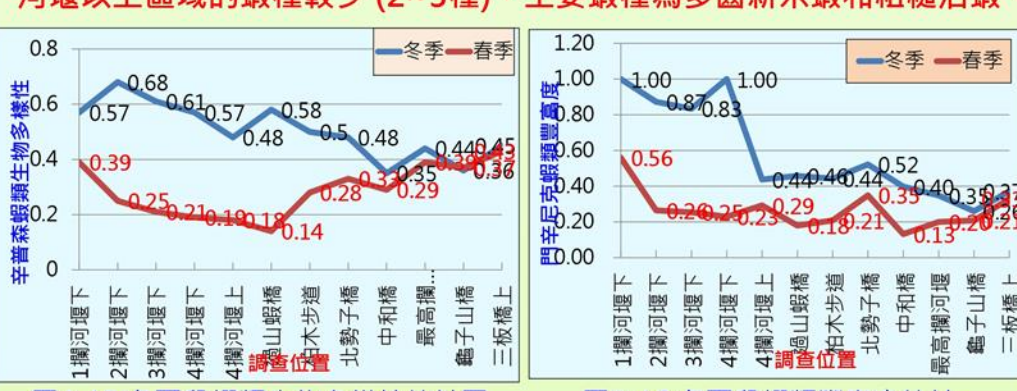


4. 由圖4-12，各區段蟹種總量分布：主要蟹種為日本絨蟹、日月潭澤蟹(分布在中、上游)；其他蟹種則零星分布在中、上游區域。冬季以成蟹為主，春季則以幼蟹為主。

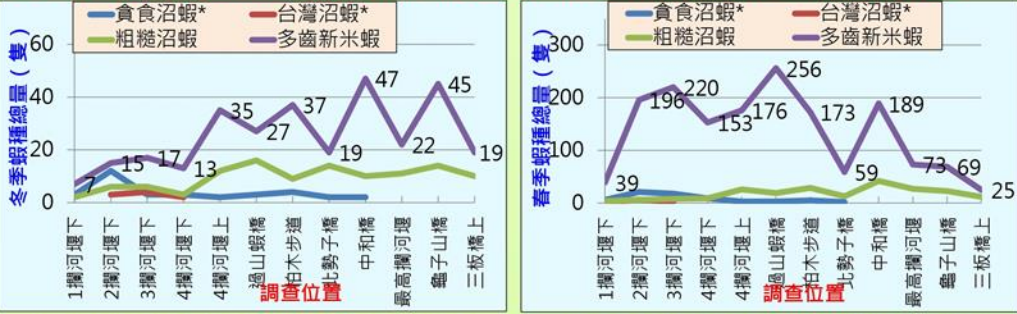
(四) 各區段蝦類總量、種數、生物多樣性及豐富度分析



1. 由圖4-13，蝦類總量：冬季與春季差異較大，春季蝦類總量明顯多於冬季。冬季時，第4攔河堰以上區域的蝦類總量雖然較多，但是差距並不明顯。
2. 由圖4-14，蝦類種數：第4攔河堰以下區域的蝦種較多(4種)；第4攔河堰以上區域的蝦種較少(2~3種)。主要蝦種為多齒新米蝦和粗糙沼蝦。



3. 由圖4-15、4-16，蝦類生物多樣性和豐富度：第4攔河堰以下區域較高；第4攔河堰以上區域較低；冬季時，越往上游，則有越低的趨勢。
4. 冬季與春季的蝦類生物多樣性和豐富度差異明顯，冬季高於春季很多。



5. 由圖4-17、4-18，第4攔河堰以下區域的蝦種較多；第4攔河堰以上區域的蝦種較少。主要蝦種為多齒新米蝦，其次為粗糙沼蝦。
6. 春季時，蝦種總量多於冬季。

(五) 繪製大屯溪水生動物分布區域圖



圖4-19 大屯河流域水生動物分布區域圖

備註：綠線表示發現數量11隻以上；紅線表示發現6~10隻；藍線表示發現5隻以下。

- 由圖4-19，洄游性動物(貪食沼蝦、臺灣沼蝦、壁蝨螺、石蠶螺、日本瓢鰕鰕虎、臺灣吻鰕虎、白鰻、鱸鰻等)，因為第4攔河堰落差太大且無設置魚道，產生其洄游障礙與分布最大障礙。
- 第2、3、4攔河堰對粗首鱖、溪鱧、口孵魚、唇鱖等游泳速度較慢的魚種，產生洄游障礙；其中，以第4攔河堰所產生的洄游障礙最大，成為其分布的斷點。
- 游泳速度較快的魚種(臺灣石鱖、馬口魚、臺灣白甲魚等)，越往上游區域，體型越小；越往下游區域，體型越大。

五、自製魚道對水生動物的影響

(一) 製作魚道

經過實地觀察大屯溪的魚道後，我們發現去年研究的改良舟通式魚道，有須改進的地方。我們應該增加它的水流阻流效果，讓水流變化更多樣化，並增加休息區，讓它更接近自然的河道環境，以利各種水生動物洄游。



圖5-1 自製魚道水流方向圖

圖5-2 自製魚道說明圖

(二) 魚道製作、放置及魚道水流測試



圖5-3 自製魚道完成

圖5-4 魚道放置

圖5-5 魚道溪流測試

(三) 實驗結果

自製魚道放置位置上下游的水生動物特性比較

1. 魚類特性比較

表5-1 魚道上下游魚類比較表

地點	魚類總量 (隻)	魚類種數 (種)	主要魚種	主要魚種占比 (%)	辛普森魚類生物多樣性	門辛尼克魚類豐富度
魚道下游	150	7	臺灣石鱖	69.0	0.48	0.47
魚道上游	187	4	臺灣石鱖	71.8	0.46	0.30
3個月後魚道下游	34	6	臺灣石鱖	53.0	0.52	0.69
3個月後魚道上游	26	5	臺灣石鱖	55.3	0.55	0.66

2. 蟹類特性比較

表5-2 魚道上下游蟹類比較表

地點	蟹類總量 (隻)	蟹類種數 (種)	主要蟹種	主要蟹種占比 (%)	辛普森蟹類生物多樣性	門辛尼克蟹類豐富度
魚道下游	32	3	日本絨螯蟹	96.8	0.05	0.35
魚道上游	43	2	日本絨螯蟹	97.6	0.12	0.36
3個月後魚道下游	7	3	日本絨螯蟹	0.68	0.41	0.26
3個月後魚道上游	11	3	日本絨螯蟹	0.75	0.39	0.60

3. 蝦種特性比較

表5-3 魚道上下游蝦類比較表

地點	蝦類總量 (隻)	蝦類種數 (種)	主要蝦種	主要蝦種占比 (%)	辛普森蝦類生物多樣性	門辛尼克蝦類豐富度
魚道下游	50	4	多齒新米蝦	0.48	0.61	0.57
魚道上游	37	3	多齒新米蝦	0.46	0.55	0.49
3個月後魚道下游	224	2	多齒新米蝦	0.92	0.16	0.19
3個月後魚道上游	173	2	多齒新米蝦	0.85	0.15	0.17

(四) 實驗結果分析

- 經溪流實際測試，魚道入口流速0.8m/sec，魚道中段流速1.3m/sec；魚道出口流速1.5m/sec，符合魚道設計規範流速標準。放置兩個星期就有水生昆蟲利用魚道向上移動。
- 放置魚道進行實驗3個月後，發現魚道上下游的魚蝦蟹貝類並無明顯變化，這應該是因為魚道的設置時間不足，且水生動物洄游有季節性與環境適應性，所以魚道設置必須要長時間，才能發揮它的功能。

六、大屯溪魚道設置建議

依據大屯溪的地形、地貌、農田灌溉使用情況、水生動物分布障礙點的位置、落差高度及距離河口的遠近，並參考相關研究報告，我們建議魚道設置的位置和類型如下圖：



圖6-1 建議大屯溪魚道設置位置與類型圖

七、積極回復生態步道與未來展望



圖7-1、7-2 清除步道上的雜草樹枝

圖7-3 好像叢林冒險

大屯溪是全臺灣第一條由生態工法整治的溪流(淡水維基館)，更是河川生態工法示範區，提供民眾生態觀察、教學及休閒旅遊。大屯河流域除了溪流生態豐富外，鳥類種類與族群數量也非常多，沿溪更有百年茄苳與朴樹，當地農田灌溉完全依賴大屯溪溪水。



圖7-4 三板橋古蹟

圖7-5 百年朴樹

圖7-6 豐富的鳥類

未來，我們將持續盡自己微薄力量回復生態步道，讓後續參訪者有條可安心行走並親近大屯溪的路。我們認為唯有讓民眾了解大屯溪，讓生活與環境有所連結，才能激發大家愛護溪流的心，進而讓大屯溪生態得以永續發展。

陸、結論

- 大屯溪設有魚道的攔河堰，可以有效降低水生動物的洄游障礙，使上下游的水生動物分布差異較小，可見魚道有助水生動物洄游。
- 大屯溪最大洄游障礙點為第4攔河堰，它使下游的水生動物上不去，上游的水生動物下不來，成為水生動物分布斷點，使河道空間區隔化，生物多樣性與數量因而降低。
- 經實地觀察研究發現，改良舟通式魚道非常適合臺灣多砂的溪流環境與洄游性水生動物。
- 建議在第2、3、4攔河堰等3處，沿著農田灌溉水圳出口處設置魚道，以降低洄游障礙，並與農田灌溉水圳出口共構，降低工程經費與方便日後管理。

柒、參考文獻

- 王漢泉 (2002)。台灣河川水質魚類指標之研究。環境檢驗所環境調查研究年報9：207-236。
- 水土保持設施常見通道。農委會水土保持局。
- 李訓煌、李鴻源 (2002)。改良舟通式魚道設置之研究與應用。特有生物研究保育中心。
- 林春吉 (2007)。台灣淡水魚類圖鑑。天下文化出版。
- 施志均、李伯斐 (2018)。台灣淡水蟹類圖鑑。農林出版。
- 高瑞卿、周銘泰、張瑞宗、廖竣 (2020)。臺灣淡水及河口魚類圖鑑。農林出版。
- 翁義聰、陳文德、陳坤能、林玉珍、詹昭賢、張耕耀 (2009)。臺灣地區淡水軟體動物族群分佈與保育對策研究。嘉山科技大學。
- 莊明德 (2003)。原生魚種在魚道游游之試驗研究。特有生物研究保育中心。
- 莊明德 (2008)。濁度、水溫與透明度對試驗魚上溯影響之試驗研究。特有生物研究保育中心。
- 陶天麟 (2004)。台灣淡水魚類圖鑑。農林出版。
- 陳義雄、陳天任 (2018)。陽明山魚類圖鑑。陽明山國家公園管理處出版。
- 陳義雄、陳天任 (2018)。106-107年度陽明山國家公園溪流各流域魚類及甲殼類生態資源調查及保育策略規劃。國立臺灣海洋大學。
- 郭金泉 (2006)。本土型魚道之效益評估。國立臺灣海洋大學水產養殖學系。
- 黃宏斌 (1999)。防砂壩魚道佈置之研究。國立臺灣大學農業工程學系。
- 黃泓源等 (2022)。魚兒要回家-探討自製舟通式魚道水理與泥沙穿越率。新北市110學年度一般智能優質生獨立研究作品說明書。
- 曾曉賢 (2019)。國家重要濕地保育行動計畫大屯溪生物廊道改善暨游游生物保育計畫。財團法人清華網路文教基金會。
- 曾曉賢 (2005)。生態工法推行成果評估與研究。國立清華大學。
- 游祥平 (2000)。台灣產淡水蝦蟹類之分類、分布及幼體變態之研究。國立臺灣海洋大學漁業科學研究所。
- 游祥平 (1999)。台灣產淡水蝦蟹類之分類、分布及幼體變態之研究。國立臺灣海洋大學漁業科學研究所。
- 葉明峰、張世倉、陳榮宗、李訓煌 (2005)。河川魚類游泳能力之研究。特有生物研究保育中心。
- 葉明峰 (2004)。台灣馬口魚、粗首鱖、平頭鱖、明潭吻鰕虎游泳能力之研究。特有生物研究保育中心。
- 葉明峰 (2001)。台灣鱧鰻魚及台灣石鱖游泳能力之研究。特有生物研究保育中心。
- 凌敬新 (2006)。改良舟通式魚道水理與泥沙特性。逢甲大學水利工程學系碩士論文。
- 鄭錫奇 (2006)。台灣地區野生動物多樣性資源調查研究-花蓮縣野生動物及台灣中部及北部淡水蝦蟹類。特有生物研究保育中心。