

陽明山國家公園鹿角坑溪取水堰 魚梯效益評估與改善之研究

受委託者：清華網路文教基金會

研究主持人：曾晴賢

協同主持人：鄧惠瑜

研究員：嚴鈺婷

研究助理：陳彥谷、林天讚、史智綱

陽明山國家公園管理處委託辦理案

中華民國 108 年 8 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)

张明生

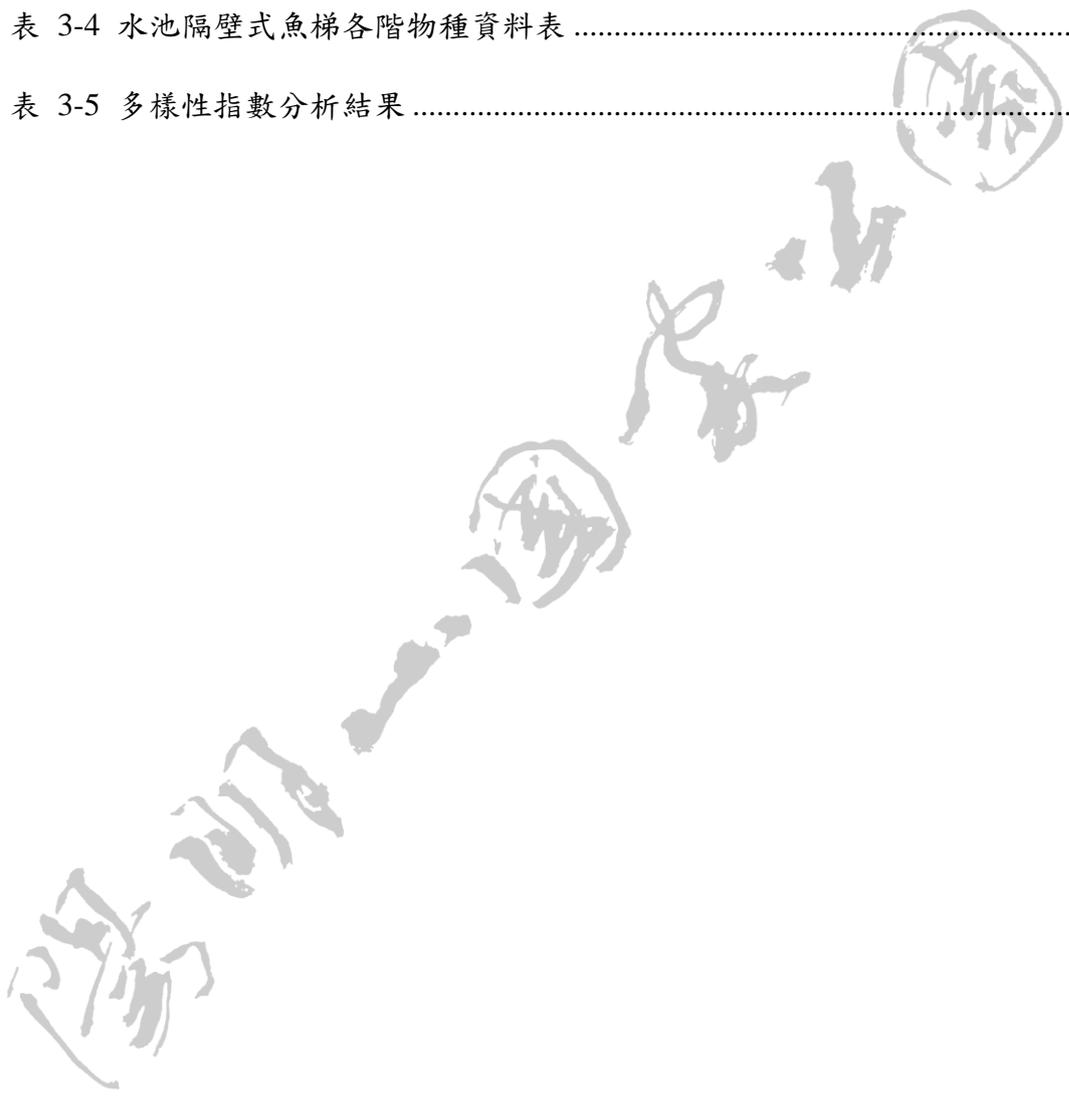
目次

表次.....	III
圖次.....	V
照片次.....	VII
摘要.....	IX
Abstract.....	XI
第一章 緒論.....	1
第一節 計畫緣起.....	1
第二節 計畫背景資料.....	5
一、研究區域.....	5
二、鹿角坑溪生態調查基本資料.....	5
三、魚梯現況.....	6
第三節 工作項目.....	8
第二章 研究方法.....	9
第一節 鹿角坑溪魚類資源變動研究.....	9
第二節 魚梯水理狀況調查.....	12
第三節 資料分析.....	13
第四節 魚梯改善研究.....	15
第五節 管狀魚梯增設研究.....	16
第六節 魚梯效益評估.....	18
第三章 魚梯生態環境監測及功能評析.....	19
第一節 鹿角坑溪魚類資源變動研究.....	19
第二節 水質狀況調查.....	20
第三節 水域生態調查結果分析.....	21
一、取水堰上游.....	21

二、取水堰下游.....	21
三、水池隔壁式魚道.....	22
四、生物資料分析.....	26
第四節 魚梯改善研究.....	26
第五節 取水堰下方管狀魚梯增設研究.....	34
第六節 魚梯效益評估.....	34
第四章 結論與建議.....	47
參考文獻.....	49
附件一 評選會議意見與回應.....	51
附件二 期初會議意見與回應.....	55
附件三 期末會議意見與回應.....	57
附件四 電魚許可公文.....	60
附件五 保護區採捕同意公文.....	62
附件六 鹿角坑溪管狀魚梯維管須知.....	64
附件七 水池隔壁式魚道設計圖.....	67
附件八 管狀魚道設計圖.....	69

表次

表 2-1 生態調查物種紀錄表	11
表 3-1 鹿角坑溪魚梯改修及效益評估工作內容表	19
表 3-2 水質測量結果	21
表 3-3 鹿角坑溪電魚法調查魚類及甲殼類資料表	23
表 3-4 水池隔壁式魚梯各階物種資料表	25
表 3-5 多樣性指數分析結果	26



中國醫藥集團有限公司

圖次

圖 1-1 鹿角坑生態保護區範圍圖	1
圖 1-2 鹿角坑溪取水堰位置圖	2
圖 1-3 鹿角坑溪攔水堰平面圖	3
圖 1-4 鹿角坑溪魚梯平面圖	4
圖 1-5 鹿角坑溪魚梯縱斷面圖	4
圖 2-1 各樣站位置圖	9
圖 2-2 水池隔壁式魚道檔板增設示意圖	15
圖 2-3 管狀魚道結構圖	17
圖 3-1 各樣站魚類組成圖	23
圖 3-2 增設隔壁位置示意圖	27
圖 3-3 新設魚梯隔設計圖。	27
圖 3-4 魚梯本體新設隔壁平面圖	28
圖 3-5 管狀魚道設計示意圖	34

中國醫藥出版社

照片次

照片 1-1 鹿角坑溪取水堰附設魚梯底部破損情形(2015/03/09)	6
照片 1-2 鹿角坑溪取水堰附設魚梯入口 (2015/03/09)	7
照片 1-3 鹿角坑溪取水堰附設魚梯土石堵塞清除前(左, 2015/03/09)和清除後(右, 2018/10/30)的情形	7
照片 2-1 コスモ理研製 CR11 流速計	13
照片 2-2 取水堰下方靜水池經常有許多溯河魚類困在此處	16
照片 2-3 管狀魚梯應用在日本九州地區的實際情形	17
照片 2-4 在新北市淡水區大屯溪實際架設管狀魚梯的情形	18
照片 3-1 取水堰下靜水池成群的臺灣鏟頰魚(2018/12/01)	20
照片 3-2 鹿角坑溪生物照	22
照片 3-3 舊有魚梯木隔壁通水的情形	28
照片 3-4 新設計魚梯檔板, 不鏽鋼製	29
照片 3-5 魚梯改修更換為不鏽鋼隔板的情形(2018/11/31).....	29
照片 3-6 魚梯改修更換成不銹鋼檔板後整體通水的情形(2018/11/31).....	30
照片 3-7 魚梯加設隔壁後的情形(2019/01/31)	30
照片 3-8 舊有魚梯入口通水的情形	31
照片 3-9 舊有魚梯改修前的情形(2018/11/31).....	32
照片 3-10 魚梯改修增設木隔板前的情形(2018/11/31).....	32
照片 3-11 既有魚梯改修後的情形(2018/12/01).....	33
照片 3-12 魚梯全部改善後的全貌(2019/01/31)	33
照片 3-13 管狀魚道施工前(2019/02/15)	35
照片 3-14 管狀魚道施工中(2019/02/15)	35
照片 3-15 管狀魚道檢修調整中(2019/03/12)	36

照片 3-16 管狀魚道外觀(2019/05/31)	37
照片 3-17 管狀魚道檢修調整中(2019/07/17)	37
照片 3-18 鹿角坑溪魚梯(2019/01/31)	38
照片 3-19 鹿角坑溪魚梯鳥瞰(2019/03/12)	39
照片 3-20 取水堰下游河床落差加劇的情形(2019/07/02)	40
照片 3-21 魚梯入口因為河床刷深後產生的較大落差(2019/07/17)	40
照片 3-22 管狀魚道裝設直後進行通水測試(2019/03/12)	42
照片 3-23 管狀魚道量測流速的情形 2019/07/17	42
照片 3-24 魚梯效益調查的情形(2019/05/31)	43
照片 3-25 逐階進行魚梯效益調查的情形(2019/05/31)	44
照片 3-26 水池隔壁式魚梯出口設置陷阱	44
照片 3-27 水管式魚道出口陷阱設置	45

摘要

一、 計畫緣起

位於陽明山國家公園境內鹿角坑溪生態保護區之台北市自來水鹿角坑取水堰，因為在 1991 年增設的魚梯使用至今，甚少檢修和進行必要的改善研究，其功能是否能夠正常運作也未知，因此陽明山國家公園管理處特地委託本會進行本計畫之研究。

二、 研究方法與過程

本計畫的主要工作乃是修復舊有的水池隔壁式魚梯的結構，並且研究如何增進其功能。同時在取水堰直下方增設管狀魚道，以提供被侷限在該處的魚類一個可以上溯的通道。在相關的兩處硬體改善工作上，本團隊研究運用不鏽鋼的材質，製作豎槽斜隔壁的新式擋板，並且增加一倍的數量，以減低每階水池的落差，更方便魚類的洄游使用。在魚梯的入口更增設木樁擋板，提高魚梯入口池的水位，有效地吸引魚類上溯，同時可以減低魚類被掠食的風險。

三、 重要發現

水池隔壁式魚梯改修工作均經過水理條件和生態監測的評價，證實其效果比原有的設計更好。管狀魚道的增設經過測試之後，在水理條件上已經符合原設計的目標，但是在魚類利用效益的評估方面，礙於本計畫的期程限制，無法做較長期的監測，故仍無法有直接的證據確認本魚道的效果。

四、 主要建議事項

整體而言，本計畫已經達到原本計畫委託的目標，但是因為執行時間有限，以及環境變化迅速，故有以下三點的建議：

建議一

協調自來水公司解決取水堰下游河川向源侵蝕的問題：立即可行之建議

主辦機關：陽明山國家公園管理處

協辦機關：自來水公司

由於鹿角坑溪河道是土石流好發和侵蝕力甚強的河段，今年五月的豪大雨已經造成取水堰副壩下游保護工懸空，對於整體的取水堰之安全有所顧慮，因此建議協調台北市自來水公司設法解決之。

建議二

持續定期的辦理魚梯維管的工作：立即可行之建議

主辦機關：陽明山國家公園管理處

過往本魚梯曾經有甚長的時間因為缺乏維管而失效的情形，建議至少每半年應該進行魚梯的清理和檢修工作，以維持生態保護區重要生態廊道之良好運作。

建議三

建議持續進行較長期的魚梯效益評估研究：中長期建議

主辦機關：陽明山國家公園管理處

由於本計畫從研究舊有魚梯設計的問題，提出新的設計構想，申請在保護區進行必要工作的手續耗時，加上改修魚梯結構元件的製作和組裝等等工作，所需的時間甚久，因此所有改善工程完畢之後，所能夠從事生態效益調查的時間極為有限，因此整體的追蹤調查無法達到全年週期性的地步，所以建議可以進行長期魚梯效益的追蹤研究。

Abstract

Located in the Lujiaokeng Ecological Conservation Area in Yangmingshan National Park, the Lujiaokeng Weir, is for water intake for Taipei Water Department. Since the fishway at Lujiaokeng Weir built in 1991, it was rarely maintained and needed improvement studies. Therefore, the Yangmingshan National Park Headquarters commissioned this project.

The main task of this project is to repair the structure of the old pool type fishway, and study how to enhance its function. At the same time, a pipe fish passage is added directly below the water intake weir to provide a passage for the fish confined there. The stainless-steel material is used to make a new type of baffle for pool type fishway, and doubled the number of the baffle to reduce the drop of each step pool, which is more convenient for fish migration. Wooden-pile baffles are added at the entrance of the pool type fishway, which increase the water level of the entrance pool, effectively attract fish, and reduce the risk of predation of fish. The above works were evaluated by hydromechanics and ecological monitoring, which confirmed that the effect was better than the original design.

After the pipe fish passage has been tested, it has already met the original design objectives in terms of hydromechanics. However, in the assessment of fish utilization efficiency, due to the limitation of the schedule of the project, it is impossible to conduct longer-term monitoring, so there is still no direct evidence to confirm the effect of this fish passage.

Overall, this project has reached the goal of the original plan. Due to limited implementation time and rapid environmental changes, there are three suggestions:

1. It is recommended to continue the long-term fishway benefit assessment study.
2. Coordinate the Taiwan Water Corporation to solve the problem of headward erosion of the river at the weir.
3. Continue to regularly work on fishway management.

中國人民銀行
總行
北京

第一章 緒論

第一節 計畫緣起

陽明山國家公園範圍內的溪流，因為屬於火山地形的關係，大都呈現放射狀分佈的小溪流。也因為許多溪流都受到火山地質的影響，生態不算豐沛。其中鹿角坑生態保護區位於北磺溪上游的鹿角坑溪集水區範圍內（圖 一-1）。該地的水源雖然不算豐沛，但是仍算穩定，水質亦清澈良好，同時也擁有本國家公園範圍內較罕見的多樣性溪流生態（沈世傑等，1990）。因此台北市自來水事業處在此地設置一處取水堰，抽取鹿角坑溪溪水，作為陽明山地區重要水源之一（圖 一-2）。

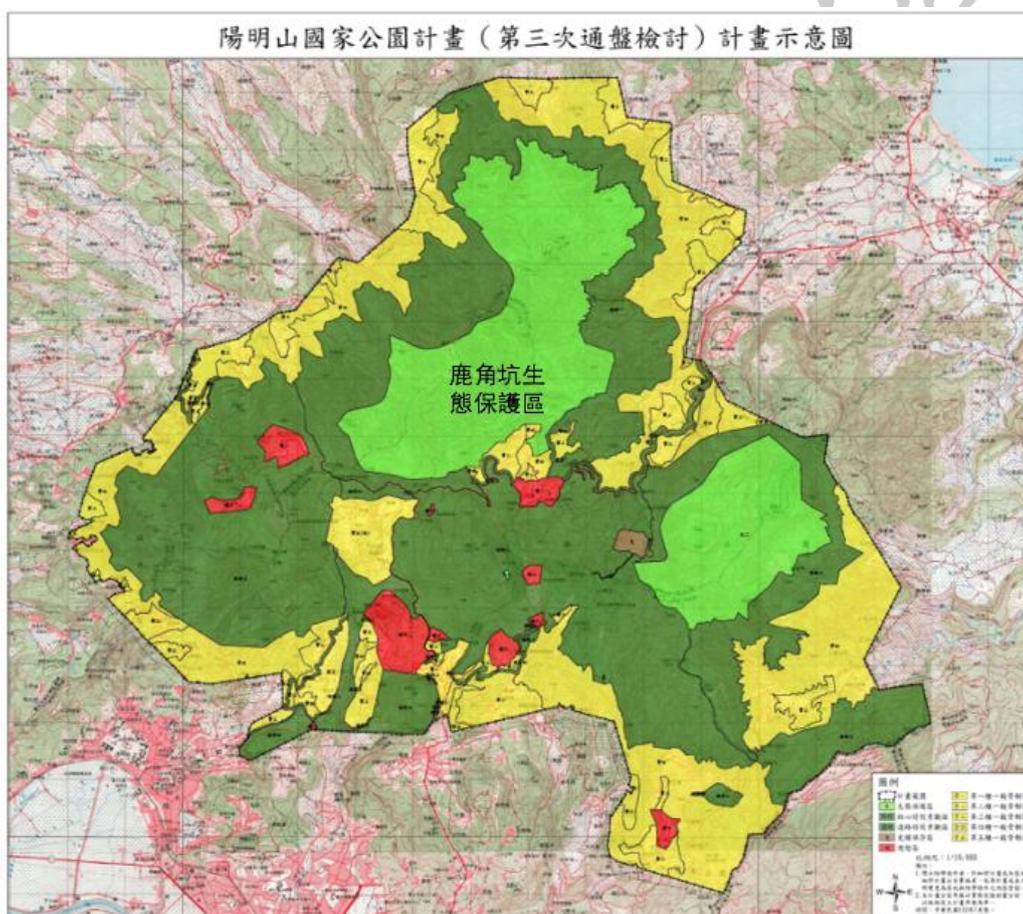


圖 一-1 鹿角坑生態保護區範圍圖

（資料來源：陽明山國家公園管理處）

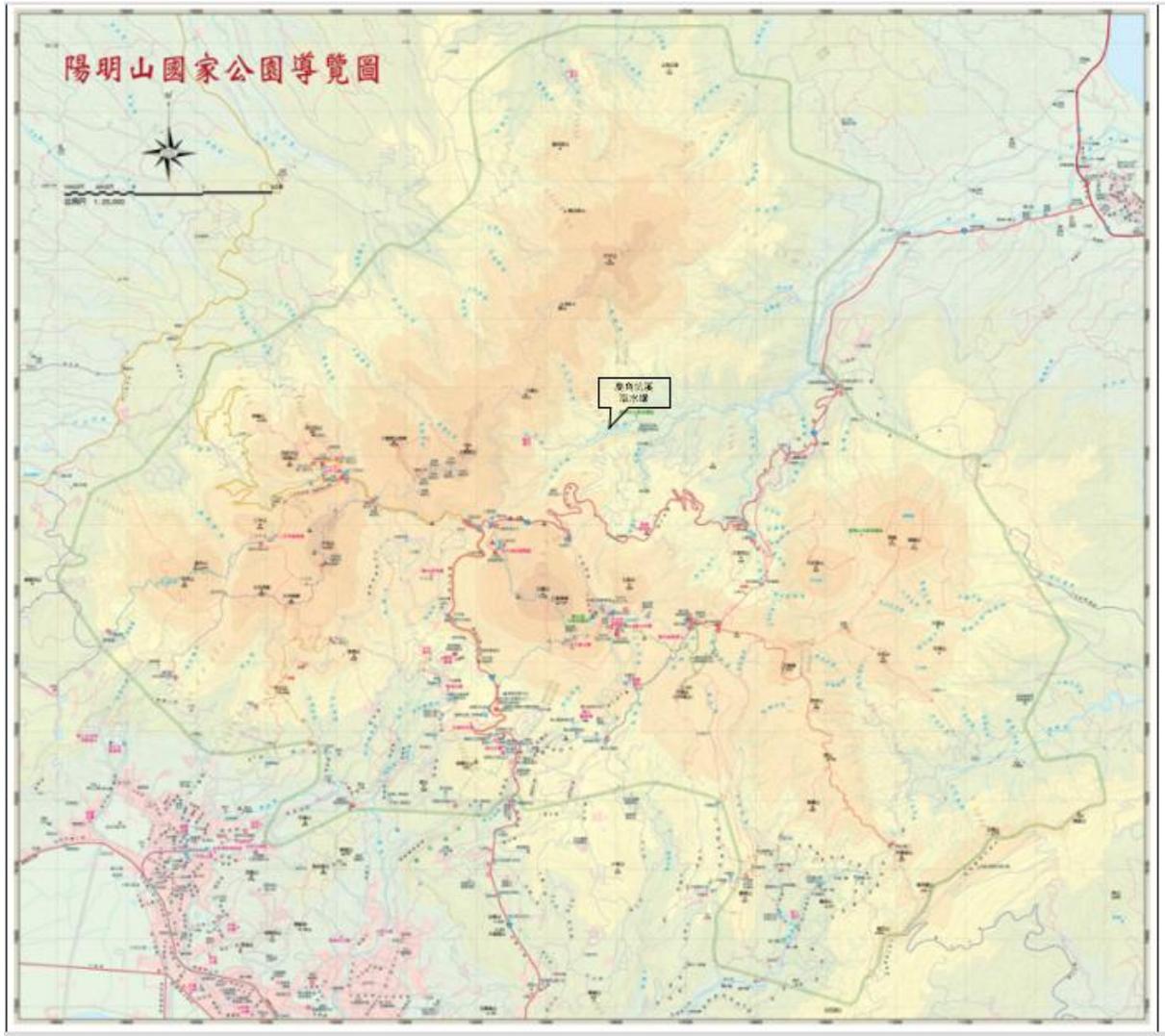


圖 一-2 鹿角坑溪取水堰位置圖

(資料來源：陽明山國家公園管理處)

根據過往最早陳昭明等(1984)所進行的「鹿角坑溪水源開發工程生態景觀評估研究」時的調查，鹿角坑溪只有發現兩種魚類(俗稱苦花、鮎魚、臺灣鏟頰魚的臺灣白甲魚，和俗稱狗甘仔、褐吻鰕虎的明潭吻鰕虎)。後來在沈世傑等(1990)之研究中，再發現可能是人為放流的臺灣石鱸(俗稱石斑)和粗首馬口鱖(俗稱溪哥)等兩種臺灣原生種魚類。由於這幾種魚類都是臺灣原生的溪流魚類，會在河川上下游之間來回溯河，因此在1988年間開始進行魚梯的設計，並且於1990年9月動工增建魚梯，1991年2月完工後，也進行相關的魚梯效益評估研究(沈世傑等，1991)。

鹿角坑溪取水堰落差為3.3m，所增設之魚梯位於取水堰右側緊貼堰體導牆(圖一-3)，係屬於水池隔壁式。魚梯規模分別為全長35.5m，幅寬100cm，坡度1/10.75，

呼水路幅寬 20cm，木質活動式隔壁 10 個，隔壁間隔為 270cm，隔壁落差為 30cm，隔壁交互端頂部有 10cm x 30cm 直角缺崁（圖 一-4，圖 一-5）。主要設計利用對象魚類為臺灣鏟頰魚、粗首馬口鱖和臺灣石鱚。

由於該魚梯設置完成後已經超過 28 年之久，其間歷經多次風災而本體已經有所損害，導致目前已無法正常發揮其功能，因此應該加以整修以回復其功能。加上當年之魚梯設計之時，國內在這方面的經驗仍有不足，如能將魚梯的系統更加優化，不僅可以對本地的溪流生態保育有所幫助之外，亦可以作為類似保育工程的示範案例。為檢討鹿角坑溪取水堰魚梯現況問題與改善對策之研擬，評估效益，並進行改善魚梯現地試驗，本年度陽明山國家公園管理處（以下簡稱陽管處）特規劃辦理「陽明山國家公園鹿角坑溪取水堰魚梯設置效益評估與改善」案。

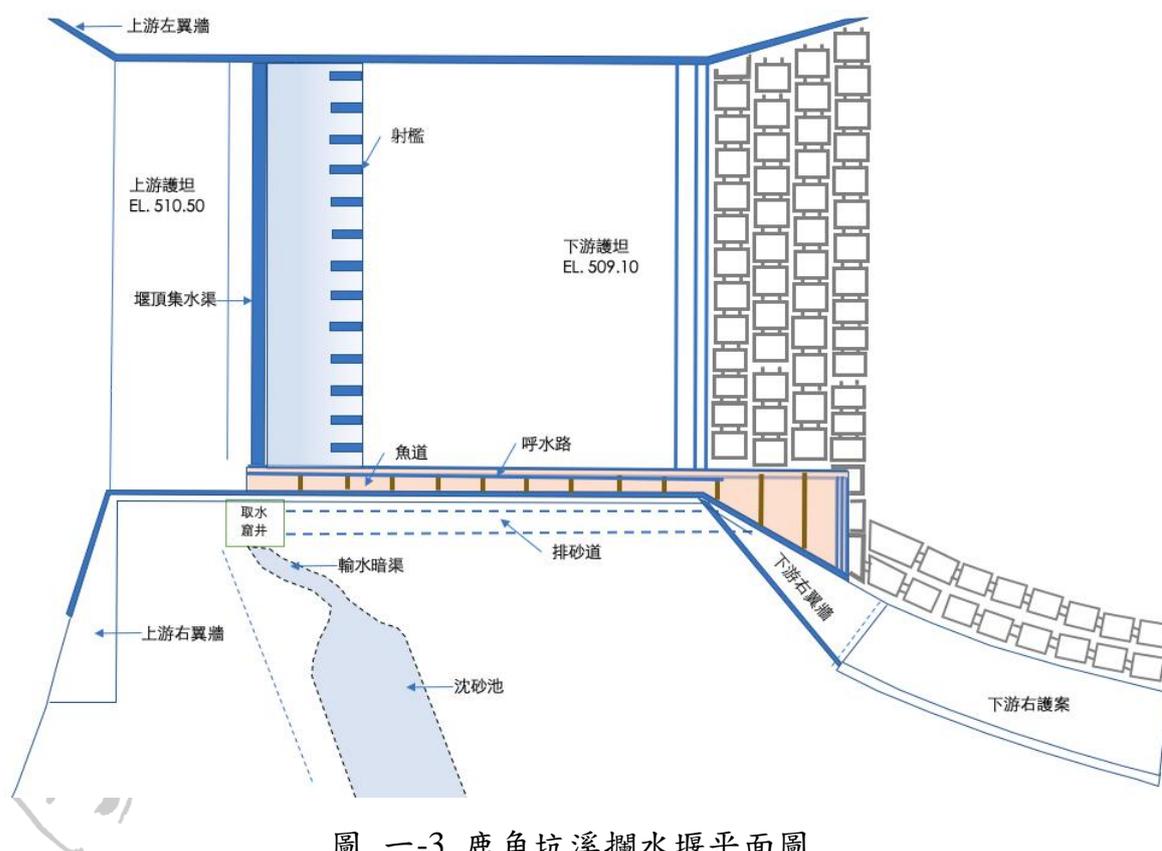


圖 一-3 鹿角坑溪攔水堰平面圖

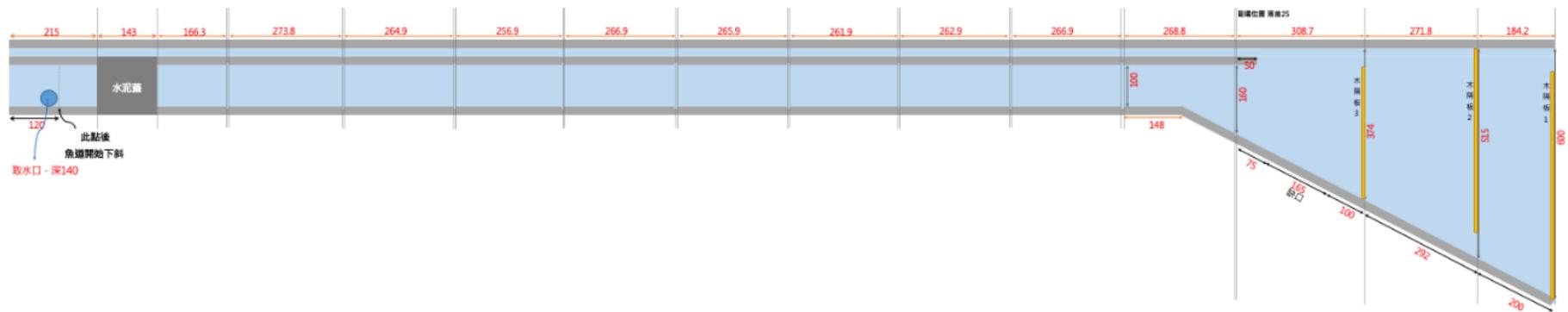


圖 一-4 鹿角坑溪魚梯平面圖

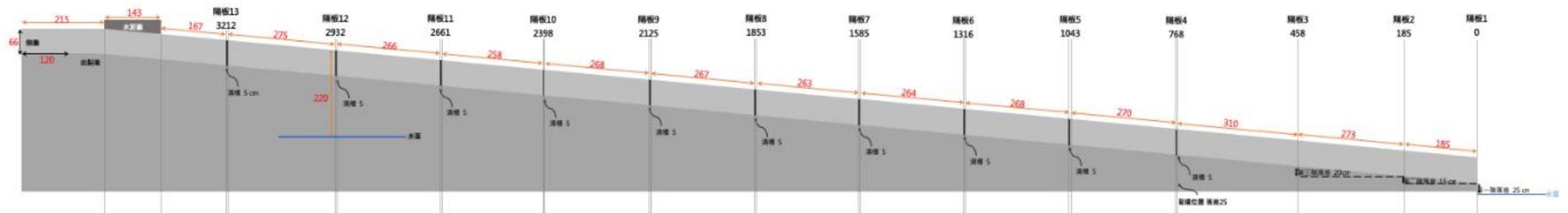


圖 一-5 鹿角坑溪魚梯縱斷面圖

第二節 計畫背景資料

一、研究區域

本計畫的工作範圍位於北磺溪流域之上游鹿角坑溪，台北市自來水事業處取水堰堰址。

二、鹿角坑溪生態調查基本資料

根據陳昭明等(1984)之研究，鹿角坑溪自來水取水堰周邊，有記錄到臺灣鏟頰魚和明潭吻鰕虎等兩種魚類。沈等(1989)再次調查時，則增加發現有可能是其他地區移入的粗首馬口鱖和臺灣石鱖等兩種。林曜松等(2007)取水堰上游 200 公尺的楓林溪樣區(TWD97: E306289, N2786899)，記錄到臺灣鏟頰魚、臺灣石鱖、臺灣鬚鱖（台灣馬口魚）及明潭吻鰕虎等四種魚類。然而在取水堰下游 100 公尺的加壓站樣區(TWD97: E306479, N2787023)，則增加記錄到粗首馬口鱖一種魚類。陳義雄等(2016)在取水堰上游之調查結果，也只記錄到臺灣鏟頰魚、臺灣石鱖、明潭吻鰕虎及臺灣鬚鱖（馬口魚）四種，並未記錄到粗首馬口鱖，同時發現臺灣鏟頰魚為本地的優勢種。因此，總計在本區現生的魚類應該有五種，其中粗首馬口鱖可能只分布在較下游的河段。這些魚類物種的逐年增加，有可能是人為放生的結果，否則以過往的調查方法應該不至於只能發現少數的魚種而已。

根據過往的經驗，了解臺灣鏟頰魚適合在水溫約為 25°C 以下的河段棲息，而繁殖的適合水溫約為 17°C 以下，因此每年都會在春末秋初的季節上溯到較上游的河段去產卵。然而產卵的季節在台灣各地有所不同，同時又會配合當地的水文狀況，通常會在大雨過後的幾週內產卵，因此並非絕對固定的產卵時間。本地過往比較常見的體型大小約 20cm 左右，突進溯游能力大約在 2~3m/sec 左右。臺灣石鱖、粗口馬口鱖和臺灣鬚鱖的適應水溫則較高，但是也有明顯的洄游情形，目前對這些魚類洄游生態的了解還是不足，只知道臺灣石鱖的成魚也會溯河產卵，一般的體型大小約 15cm，溯河能力約在 1.5~2.5m/sec 左右。而粗首馬口鱖是在較下游的河段產卵，幼魚會上溯分布到較上游河段。

根據林等(2007)在取水堰上、下游兩樣站的調查資料顯示，上游 200 公尺的楓林溪樣區，海拔高度為 440m，水溫為 21.7°C。下游 100 公尺加壓站樣區，海拔高度為 400m，水溫為 23.4°C。由於該報告沒有詳述記錄時間，因此是在夏季或秋季的水溫

不得而知。然而相距 300 公尺的兩樣站，水溫就有明顯的差異，對於一些較為敏感的溪流魚類而言，顯然就會在不同的河段進行洄游。

陳義雄等(2016)之研究，鹿角坑溪自來水取水堰(原稱北礮溪流域淨水廠(A1)樣站)的水溫為 $23.5 \pm 2.2^{\circ}\text{C}$ ，因此推測取水堰以下的臺灣鏟頰魚應該會在特定的季節中上溯產卵，因為本種魚類主要是在水溫低於 17°C 的上游水域繁殖。臺灣石鱸、粗首馬口鱧和臺灣鬚鱧也應該會在取水堰的上下游間洄游，因此維持取水堰生態廊道的暢通是絕對有其必要。至於另外一種底棲性的明潭吻鰕虎，則因為本身腹部有吸盤的結構，所以可以順利的攀爬過臥箕式取水堰的堰體，因此不會像是其他游泳性的魚類受到阻礙。

一般來說臺灣溪流的游泳性魚類溯游能力，可以達到體長的 10~15 倍以上，跳躍能力約為體長的 3~5 倍高度，加上其起跳水深約為體長的 2 倍。因此生物廊道的設計條件，可以根據上述本地魚類的溯游能力來規劃。

三、魚梯現況

2015 年 3 月本研究團隊曾針對鹿角坑溪魚梯進行訪視，發現當時魚梯本體遭受土石衝擊，有魚梯底部的破損、土石掩塞、大部分隔壁損壞和魚梯入口越流水位過低等等問題(照片 一-1~照片 一-3)。



照片 一-1 鹿角坑溪取水堰附設魚梯底部破損情形(2015/03/09)



照片 一-2 鹿角坑溪取水堰附設魚梯入口 (2015/03/09)



照片 一-3 鹿角坑溪取水堰附設魚梯土石堵塞清除前(左, 2015/03/09)和清除後(右, 2018/10/30)的情形

然而在去(2018)年十月再度現勘時，發現上述魚梯結構問題因為重新整理取水堰下游河床工程時，已經順便把漏水口和堵塞的砂石清理乾淨了，一些損壞的隔板也大部分拆除（照片 一-3）。因此，在後續的整修工作上就可以更快速地進行相關工作。

第三節 工作項目

- (一) 參考鹿角坑溪魚類資源調查報告，比對過往之研究調查資料，為檢討鹿角坑溪取水堰魚梯現況問題與改善對策之研擬，評估效益，並進行改善魚梯現地試驗，本年度特規劃辦理「陽明山國家公園鹿角坑溪取水堰魚梯設置效益評估與改善」案。以了解本保護區內溪流魚類資源變動情形。
- (二) 檢討鹿角坑溪取水堰魚梯現況問題與改善對策之研擬：現地勘查與檢討魚梯的問題，就整個取水堰魚梯系統改善的對策提出具體建議。
- (三) 改善魚梯現地試驗：在不破壞既有結構的前提下，利用簡易材料和設備進行半永久性的魚梯改善試驗。針對取水堰消能池增設管狀魚梯，以解決既有魚梯入口遠離堰體的問題。
- (四) 魚梯效益評估：量測和評估魚梯本體各部的水理條件，和監測魚類利用魚梯的實際狀況。
- (五) 成果包含既有魚梯半永久性的改修及增設管狀魚梯，並交付魚梯改善設計圖及相關文件。

第二章 研究方法

第一節 鹿角坑溪魚類資源變動研究

陽管處近年來委託林曜松等(2007)和陳義雄等(2017, 2018)進行整個陽明山國家公園範圍內的溪流魚類資源調查，其中也包括鹿角坑溪之測站，因此魚梯效益評估時所進行的魚類調查資料跟過往的魚類資源變化進行比較，可以瞭解本溪的資源變動情形。所採取的調查方法以陷阱法和經申請許可後為之的電魚法，進行必要的捕捉，主要針對陽明山國家公園內鹿角坑溪取水堰(GPS 點位：25°11'29.4"N 121°33'44.4"E)的魚道及取水堰上游約 100 公尺及取水堰下游 100 公尺區間進行水域生態調查(圖 二-1)。



圖 二-1 各樣站位置圖

本項工作主要是規劃在魚梯改善前，和魚梯改善後各做一次的必要調查。考慮本地溪流地形變化複雜，同時水流湍急，所以在取水堰上、下游監測點，採用經過申請許可的電魚法進行 50 公尺距離的採集，作為單位努力量的比對標準。取水堰和魚梯本體則採取電魚法和陷阱法並用的方式，來進行必要的相關監測工作。

本項的調查事先向主管機關申請許可，電魚法主要是利用背負式 12V 電瓶，經過變壓器震盪升壓至約 100V 的國產電魚器，以間歇性放電的方式，驅趕和暫時性的電昏躲藏在水中的魚類。僅利用短暫的放電，讓小型魚類昏迷之後，立即撈捕起來放置在流水魚籠之中，使其快速的甦醒。

魚梯內和取水堰周邊則採取全區段監測調查為之，在魚梯出口處根據魚梯的結構，設置特製的魚籠陷阱，用以捕捉通過魚梯上溯的洄游生物，每次調查工作進行一晝夜。

所有採集到的魚類立即進行物種鑑定和形質測量工作（

表 二-1）。如果魚類有受傷，則先以四環黴素等藥物浸泡約五分鐘，以減少傷口感染，待工作結束後原地釋回。



第二節 魚梯水理狀況調查

魚梯本體的水理狀況調查，係針對魚梯的通流量進行量測，以檢視是否符合魚梯規劃的最佳流量，量測方法係參考環檢所公告之 NIEA W022.51C 流速計法。由於魚梯內部土木結構與天然河道略有不同，故量測方法會依現地狀況略做調整。

環檢所公告之 NIEA W022.51C 流速計法說明如下：

(一)測定地點之選擇：流速測定地點之選擇，應考慮下列各項因素：

1. 水流為可能只有一條流路。
2. 測定地點之上、下游，最少要有渠道寬數倍長之直流段，且無漩渦、積流和急流之現象發生。
3. 測定地點應有適當之水深，渠道中若有多量堆積物，則應避開。
4. 測定地點之斷面與其上、下游之斷面無大差異。
5. 無橋及其他構造物之影響。
6. 無顯著之工作危險因素。

(二)斷面積之測定

1. 在流速測定地點上，將繩索或鋼索與水流方向成垂直而水平固定之，原則上在線上設定 15 個以上之等間隔測定點，惟可依水路之寬和水流狀況而增減之。如各測定點間之流速變化大於 20%以上時，則應縮小其間隔。
2. 以尺或有刻度之竹竿或測錘等測定各測定點之水深。

(三)流速之測定：針對魚梯本體結構的各點進行流速測量，主要是缺坎位置的流速測量，以了解是否符合本地魚類溯河所需的條件。依流速及水深選定適當之流速計，以流速計測定各測定點各不同深度之流速，進而求平均流速。平均流速(V)係由下述之方式求得：

1. 水深 $\leq 0.4\text{m}$ 時， $V_n=V_{0.6}$

2. 水深 $\geq 0.4\text{m}$ 時， $V_n=(V_{0.2}+V_{0.8})/2$

其中， $V_{0.2}$ 、 $V_{0.6}$ 、 $V_{0.8}$ 係指水面開始至 20%、60%和 80%水深處之流速。本項工作之流速測定主要係以日本國コスモ理研製的 CR11 流速計進行量測(照片 二-1)。



照片 二-1 コスモ理研製 CR11 流速計

第三節 資料分析

野外監測收集的資料可藉由生物多樣性指標、生物群集分析、資料整合分析與棲地品質指標等方法進行生物多樣性評估，將利用以下幾種指標進行評估，同時亦會結合水質狀況進行綜合性的分析。

一、豐富度 (Species richness index, SR) 分析

豐富度是被用來表示生物群集 (或樣品) 中種類豐富程度的指數，SR 值愈大代表群聚內生物種類數愈多。由於生物群集中種類數的高低受個體數的影響很大，在比較不同樣品之豐富度時，若個體數差異很大，則豐富度宜先以個體數校正後再做比較，其計算公式如下：

$$SR = (S - 1) / \ln N$$

二、歧異度 (Diversity index, H') 分析

歧異度分析可顯示在整個群聚中物種的豐富程度，及整個群聚中個體數在物種間分佈的均勻程度。應用最久且最廣泛的歧異度指數為夏農韋納歧異度指數

(Shannon-Wiener's diversity index)，此指數的使用係假設從一個無限大的群集中，所

有的個體是逢機被取樣，且樣品必須包含了所有群集的物種時。歧異度指數數值範圍一般多介於 1.5~3.5 之間，可綜合反映一群聚內生物種類之豐富程度及個體數在種間分配是否均勻。此指數越大時表示此地群落之物種越豐富，即各物種個體數越多越均勻，代表此群落歧異度較大，若此地群落只由一物種組成則值為 0，對於一群落中相對較稀有的物種組成變化較能表現出來，是一種敏銳度較高之多樣性指數，夏儂多樣性指數的範圍視分析時所採用的對數底數值不同而有所變化，若是以 10 為底的對數值之下，其值是介於 0~5 之間，極少會超過 5 的。通常成熟穩定之生態系擁有較高的歧異度，且高歧異度對生態系的平衡有利，因此藉由歧異度指數的分析，可以得知調查區域是否為穩定成熟之生態系。其計算方式為：

$$H' = - \sum_{i=1}^s \left(\frac{n_i}{N} \right) \ln \left(\frac{n_i}{N} \right)$$

其中 n 為樣品中第 i 個物種個體數， N 為所有物種之總個體數。

三、均勻度 (Evenness index, J') 分析

均勻度可顯示在整個群集中個體數在物種間分佈的均勻程度。最常被使用的均勻度指數為皮耶諾均勻度指數 (Pielou's evenness index, J')，當一個樣品中所有物種的個體數均相同時，會達到最高的歧異度 (H_{max})，即 $H' = H_{max} = \ln S$ 。而所觀測的樣品歧異度與最大歧異度的比值即為皮耶諾均勻度指數 (J')，其指數數值範圍為 0 至 1 之間，表示群聚內物種間分配之均勻度，數值愈大則表示個體數在物種間分配愈均勻。其計算方法如下：

$$J' = \frac{H'}{H_{max}} = \frac{H'}{\ln S}$$

其中 H' 為夏儂韋納歧異度指數， S 為棲地內出現的物種數。

四、優勢度 (Dominance index, C) 分析

優勢度分析可顯示在整個群聚中存在有某些優勢物種的程度，優勢度與均勻度是相對應的指數。指數數值範圍為 0~1 之間，表示群聚內物種間分配之均勻度，數值愈大則表示個體數在物種間分配愈均勻。

$$C = \sum_{i=1}^s \left(\frac{n_i}{N} \right)^2$$

其中 n 為樣品中第 i 個物種個體數， N 為所有物種之總個體數。

第四節 魚梯改善研究

本計畫將會針對既有的魚梯問題，利用簡易的材料進行修補，同時重新檢算魚梯水理條件之後，增設隔壁和導牆，以增進水池隔壁式魚梯的功能。

主要的工作包括：

1. 阻水工程：利用沙包和帆布，進行進行必要的魚梯阻水工作。
2. 清理魚梯本體內的土石：利用破碎機具和清理工具，將堆積於魚梯內的石塊和泥土清理至取水堰下方（本項工作已經完成）。
3. 清除魚梯本體的所有隔壁：舊有木製隔壁已經損壞，均全數拆除換新。
4. 增設魚梯隔壁：原設隔壁僅十道，將會改以每隔 1 m 增設一道斜隔壁豎槽式的不鏽鋼製隔壁，以適合本地溪流水位變動和更適於游泳性魚類之使用。
5. 排砂道下方魚梯的隔壁增高擋水牆：取水堰排砂道有經常性大量的排水，但是因為魚梯的寬度逐漸放寬，導致魚梯隔壁的越流水深變淺，以及休息池的水深仍舊不夠的問題，因此將在魚梯最後三階的水泥隔壁上，加裝木樁擋水隔壁（圖三-2），以提高此三階的蓄水高度，同時集中水流讓越流水深可以超過 25cm 以上，避免掠食性鳥類在此捕食溯河中的魚類。

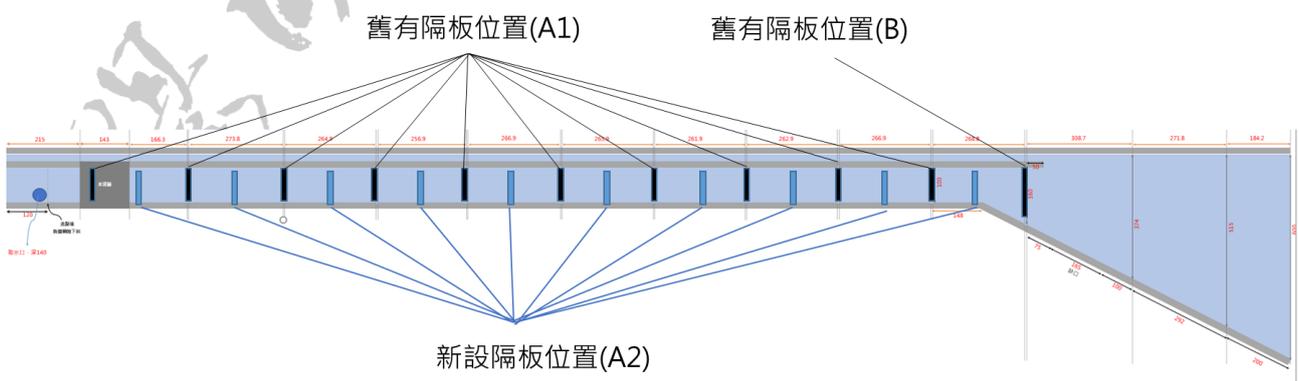


圖 二-2 水池隔壁式魚道檔板增設示意圖

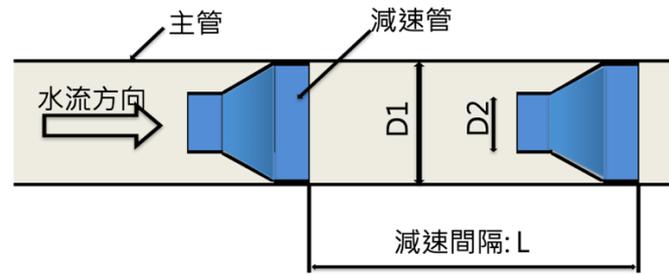
第五節 管狀魚梯增設研究

因為原本所設置的魚梯入口位於取水堰副壩的下方，導致有不少迷入取水堰直下方靜水池（消能池）的魚類無法繼續上溯（照片 二-2）。因此將會在原有的呼水路上增設一道 PVC 材質的管狀魚梯，讓靜水池內的魚類可以透過管狀魚梯溯上取水堰（照片 二-3 和照片 二-4）。



照片 二-2 取水堰下方靜水池經常有許多溯河魚類困在此處

管狀魚梯將採用 4 英吋的管徑，內部每隔 25cm 裝設一個 2.5 英吋變管為減速器(圖 二-3)，並在最上游端裝設一段透明管以利觀察。

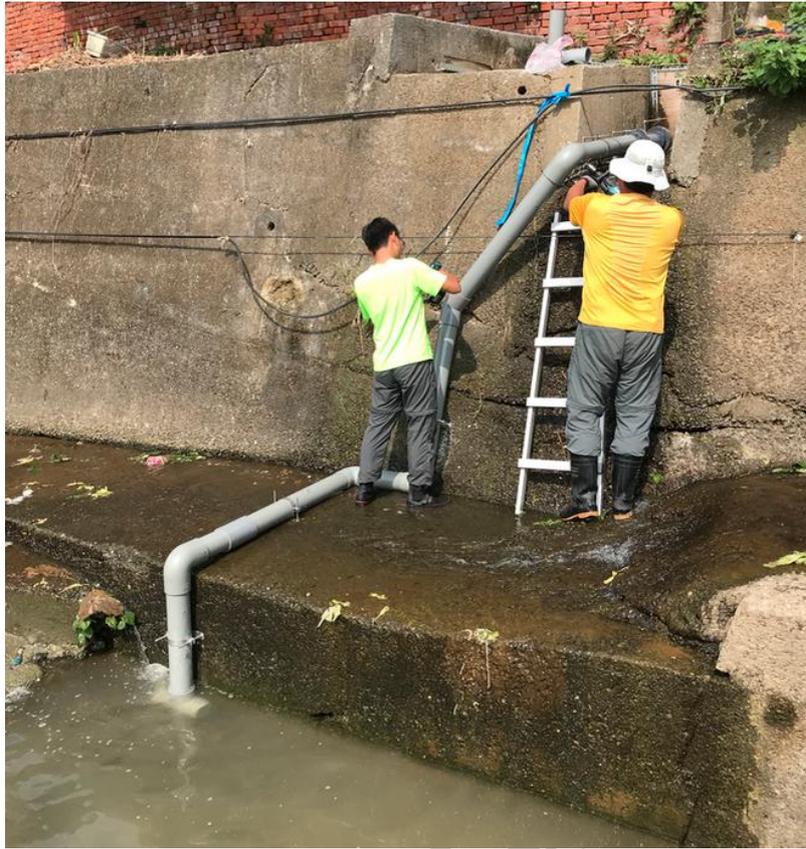


主管(D1): 4吋 · 減速管(D2): 2.5吋 · 減速間隔(L): 25cm

圖 二-3 管狀魚道結構圖



照片 二-3 管狀魚梯應用在日本九州地區的實際情形



照片 二-4 在新北市淡水區大屯溪實際架設管狀魚梯的情形

第六節 魚梯效益評估

本項工作主要是針對改善後的魚梯本體各部位進行流速和水深等水理條件條件進行必要的量測，並且在魚類回溯的季節裡，利用陷阱（魚籠或是蝦籠）設置在魚梯出口，進行捕捉調查，以瞭解魚類利用的情形。如果有必要，將會申請在魚梯上、下游和魚梯本體內，進行電器採集的調查。因為過往的了解裡，本地的魚類溯河季節主要是在春夏兩季，因此本項工作將會在 108 年春夏兩季，各做一次的調查，調查時間將配合本地的水文狀況而定，一般都以雨季前為最重要。所有調查到魚類在量測相關體長、體重形質之後，就原地釋回。

本案會進行相關的魚梯現地的水質和環境測量，監測的項目包括：魚梯不同區段之水深、流速等項目。

第三章 魚梯生態環境監測及功能評析

本計畫自去年 12 月開始執行，於 2019 年 1 月底將水池隔壁式魚梯改修完畢，並於 2 月份開始進行水管魚道的增設。從五月開始進行魚梯效益評估，並持續調整水管式魚道為最佳狀態。相關工作內容如表 三-1：

表 三-1 鹿角坑溪魚梯改修及效益評估工作內容表

日期	工作項目
12月1日	架設水池隔壁式魚梯不鏽鋼隔板及魚梯入口前三階水深加深作業
1月15日	增加水池隔壁式魚梯隔板數量為原先兩倍
1月31日	更換所有魚梯零件為不鏽鋼
2月15日	施作水管式魚道
3月12日	水管式魚道施作完成
4月~5月	電魚及相關採捕公文申請、保護區採集公文申請
5月31日	第一次魚梯生態效益評估調查
7月2日	第二次魚梯生態效益評估調查
7月9日	魚梯出口陷阱放置
7月11日	魚梯出口陷阱收回
7月17日	水管式魚道調整及收陷阱

第一節 鹿角坑溪魚類資源變動研究

根據陳昭明等(1984)之研究，鹿角坑溪自來水取水堰周邊，有記錄到臺灣鏟頰魚和明潭吻鰕虎等兩種魚類。沈等(1989)再次調查時，則增加發現有可能是其他地區移入的粗首馬口鱖和臺灣石鱸等兩種，因此總計本區現生有四種魚類的紀錄。陳義雄等(2016)之調查結果，記錄到臺灣鏟頰魚、臺灣石鱸、明潭吻鰕虎及之前未記錄到的臺灣鬚鱖（馬口魚）四種，並未記錄到粗首馬口鱖，同時發現臺灣鏟頰魚為本地的優勢種(照片 三-1)。本計畫於 2018 年 12 月至 2019 年 7 月期間進行調查，發現在取水堰周邊的物種為臺灣鏟頰魚、臺灣石鱸、臺灣鬚鱖及明潭吻鰕虎，未調查到粗首馬口鱖。

此一結果與陳義雄(2016)所調查的結果相一致，顯示鹿角坑溪取水堰週邊魚類資源目前以臺灣鏟頰魚、臺灣石鱚、明潭吻鰕虎及臺灣鬚鱨四種魚類為主。至於最早從陳昭明等(1985)、沈世傑等(1990, 1991)和林曜松等(2007)在鹿角坑溪所調查到的粗首馬口鱚，似乎都是比較偏向於分佈在取水堰下游的河段，目前的族群分佈情形仍需要進一步的調查方能知曉。

至於魚類的資源量部分，林曜松(2007)和陳義雄(2016)的魚類調查，所採取的努力量是以單位時間(前者為 20 分，後者為 30 分)，而本次的調查顧及到資源保護的關係，會在每次電昏魚體之後，就馬上轉交給副手放置在流水網中，免得對魚類產生更大的傷害，因此操作上較費時，所以採取以 50 公尺單位距離為努力量標準。由於努力量的差別，所以在討論比較上恐怕不夠客觀，但是在不同的調查方法之間，魚類族群組成分析比較是有其意義。



照片 三-1 取水堰下靜水池成群的臺灣鏟頰魚(2018/12/01)

第二節 水質狀況調查

本研究在 2019 年 5 月 31 日及 7 月 2 日在水池隔壁式魚梯入水口處，進行兩次水質監測工作。測量項目有水溫、電導度、總固體溶解度、鹽度、溶氧及酸鹼度。兩次調查比較，除水溫部分在 7 月份較 5 月份略高 1.3°C 以外，其餘數值並無太大變化。水中溶氧也都達飽和溶氧程度，調查期間水質皆清澈可見底。相關調查數據參考表 三-2。

表 三-2 水質測量結果

Date(y/m/d)	2019/5/31	2019/7/2
測量地點	水池隔壁式魚梯入水口	水池隔壁式魚梯入水口
Time(hh:mm:ss)	13:56	13:59
Temp(°C)	21.52	22.83
spCond(mS/cm)	0.201	0.198
Cond(mS/cm)	0.188	0.19
TDS(g/L)	0.131	0.129
Sal(ppt)	0.09	0.09
DOsat(%)	106.9	103.7
DO(mg/L)	9.43	8.92
pH	7.56	8.08

第三節 水域生態調查結果分析

魚道改修後，以電魚的方式，分別於5月31日及7月2日進行生態調查。調查點位為陽明山國家公園內鹿角坑溪取水堰(GPS 點位：25°11'29.4"N 121°33'44.4"E)的魚道及取水堰上游約100公尺及取水堰下游100公尺區間進行水域生態調查(圖二-1)。調查共計捕捉到4種魚類及1種甲殼類。魚類的部份分別為臺灣鏟頰魚175尾(48.1%)、臺灣鬚鱨78尾(21.4%)、明潭吻鰕虎64尾(17.6%)及臺灣石鱸47尾(12.9%)，共計364尾。蝦蟹類的部分調查到粗糙沼蝦5尾(照片三-2及

表三-3)。其中優勢物種為臺灣鏟頰魚，其次為臺灣鬚鱨。

一、取水堰上游

魚梯上游的部分，共計調查到捕捉到4種魚類及1種甲殼類。魚類的部份分別為臺灣鏟頰魚37尾(37.0%)、臺灣鬚鱨25尾(25.0%)、明潭吻鰕虎22尾(22.0%)及臺灣石鱸16尾(16.0%)，共計100尾。蝦蟹類的部分調查到粗糙沼蝦2尾(

表三-3及圖三-1)。

二、取水堰下游

魚梯下游的部分，共計調查到捕捉到4種魚類及1種甲殼類。魚類的部份分別為臺灣鏟頰魚42尾(41.2%)、臺灣鬚鱨26尾(25.5%)、明潭吻鰕虎23尾(22.6%)及臺灣石

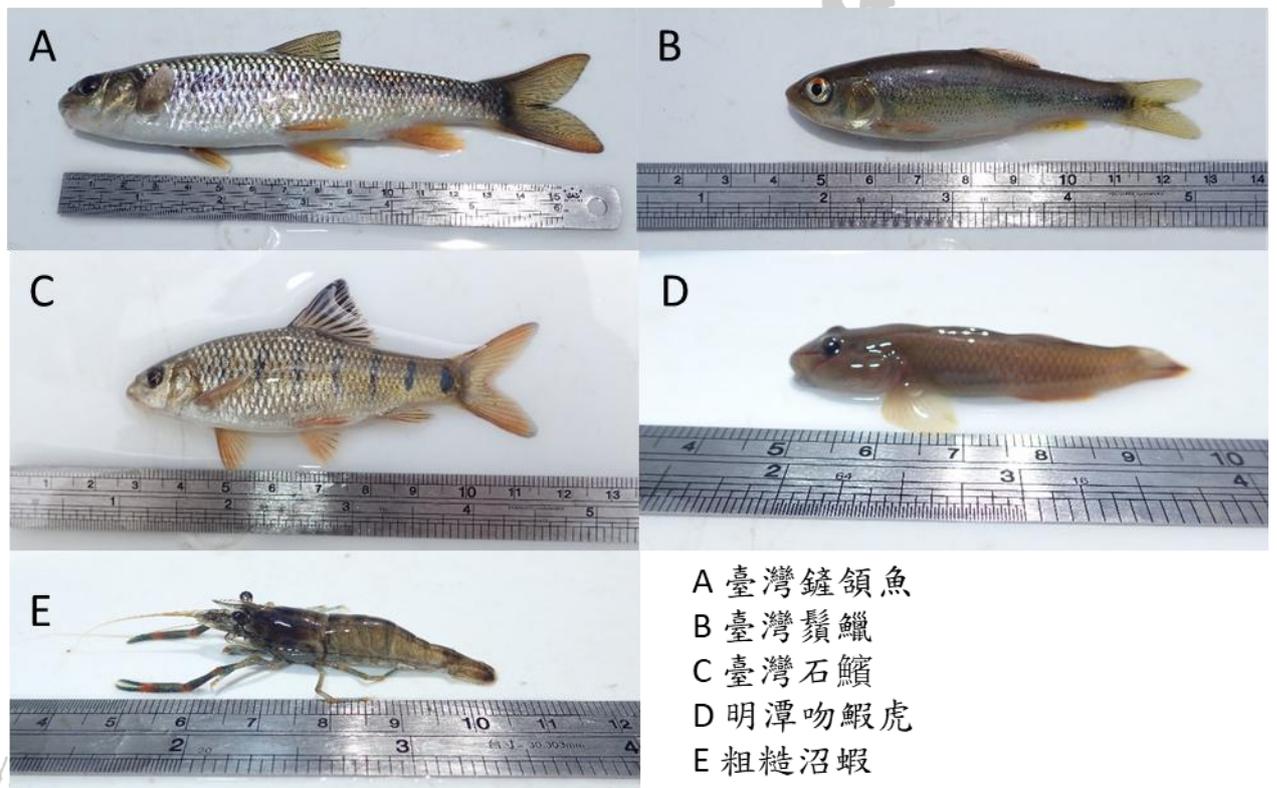
鱖11尾(10.8%)，共計 102 尾。蝦蟹類的部分調查到粗糙沼蝦 2 尾(

表 三-3 及圖 三-1)。

三、水池隔壁式魚道

水池隔壁式魚梯的部分，共計調查到捕捉到 4 種魚類及 1 種甲殼類。魚類的部份分別分別為臺灣鏟領魚 96 尾(59.3%)、臺灣鬚鱨 27 尾(16.7%)、臺灣石鱖20 尾(12.4%)及明潭吻鰕虎 19 尾(11.7%)，共計 162 尾。蝦蟹類的部分調查到粗糙沼蝦 1 尾(

表 三-3 及圖 三-1)。



照片 三-2 鹿角坑溪生物照

表 三-3 鹿角坑溪電魚法調查魚類及甲殼類資料表

科名	物種名	學名	月份/樣站						總計
			5月31日			7月2日			
			上游	下游	水池隔壁式魚梯	上游	下游	水池隔壁式魚梯	
鯉科	臺灣鏟頰魚	<i>Onychostoma barbatulum</i>	16	21	72	21	21	24	175
	臺灣石鱚	<i>Acrossocheilus paradoxus</i>	12	8	19	4	3	1	47
	臺灣鬚鱨	<i>Candidia barbata</i>	13	14	17	12	12	10	78
鰕虎科	明潭吻鰕虎	<i>Rhinogobius candidianus</i>	12	11	9	10	12	10	64
長臂蝦科	粗糙沼蝦	<i>Macrobrachium asperulum</i>	2	0	0	0	2	1	5
總計			55	54	117	47	50	46	369

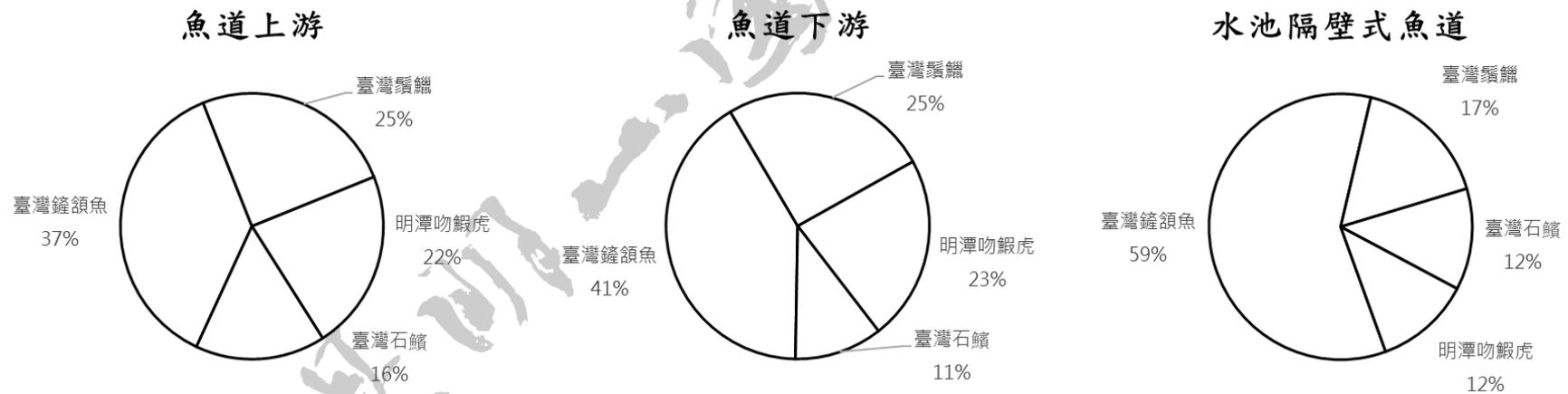


圖 三-1 各樣站魚類組成圖

針對魚梯各階生物利用情形來看，五月及七月兩次調查，以臺灣鏟頰魚為主要利用對象，臺灣鬚鱨其次，並且幾乎各階皆有調查到魚隻，並無魚群困在特定幾階的情形發生。魚梯入口的前三階，因為是較為寬廣的水池，同時有取水堰排沙道補充的水流，水池中適合魚類的棲息與覓食，所以魚類的數量明顯比其他各階來得多，這種現象並非是魚類無法上溯所造成的。此外在五月份的調查期間，19尾臺灣鏟頰魚有追星(26.4%)，且採集部分魚隻回實驗室解剖，也發現有許多雌魚皆有抱卵；17尾臺灣鬚鱨中有14尾有追星(82.4%)；臺灣石鱸則有8尾有追星(42.1%)。推測本月份為魚類的繁殖季節，且魚群已有利用魚梯的情形。七月份調查的結果，臺灣鏟頰魚有9尾有追星(37.5%)，且部分母魚明顯抱卵；臺灣鬚鱨有4尾(40.0%)，顯示7月尚為繁殖季，同時也有利用魚梯的情形(表 三-4)。

然而因為本(2019)年五月的豪大雨，造成取水堰副壩下游保護工受到河床向源侵蝕而懸空，魚梯入口也因為河床刷深後產生的較大落差。且7月調查時的水量較5月時小，因此魚梯入口落差較5月為大，第一階落差有43公分。7月在魚梯內調查時可發現的臺灣鏟頰魚最小體長為8.3公分，比起5月調查時可以看到最小為5.0公分體長還要大，因此是否是因為入口落差加大，對於體長較小的魚隻上溯造成較大的困難度，則須持續進行觀察及分析。

表 三-4 水池隔壁式魚梯各階物種資料表

月份	物種名	魚梯階數																						總計	有追星的魚隻		
		入口	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21			22	
5月	臺灣鏟頷魚	11	11	16	8	1		1	2	7		1			1		1	2	5			3	2	72	19		
	臺灣鬚鱨	1	2	2	2	1		1		1	1	2											1	3	17	14	
	臺灣石鱸	10		4								1			1	1	1		1						19	8	
	明潭吻鰕虎	6			1									1									1		9		
7月	臺灣鏟頷魚	9	1	1	2	3		1		1		3			1						1		1		24	9	
	臺灣鬚鱨	1	1		4					1	1								1					1	10	4	
	臺灣石鱸	1																							1		
	明潭吻鰕虎	9			1																				10		
總計		48	15	23	18	5		3	2	10	2	7		1	2	2	2	2	2	7	1		5	1	6	162	

第四節 生物資料分析

鹿角坑溪生物多樣性指標分析調查結果如表 三-5，比較兩次兩次調查結果，發現上下游間，歧異度、均勻度、優勢度及豐富度差異不大，顯示上下游魚類組成無太大差異。相較魚梯部分，魚梯在歧異度及均勻度相對上下游來的低，主要是魚梯構造主要供給游泳性魚類(如臺灣鏟頰魚、臺灣鬚鱨及臺灣石鱨)，明潭吻鰕虎可以攀爬取水堰的堰面，而不需要通過魚梯上溯，因此在魚梯中發現的數量都較上、下游來的低，魚梯內以臺灣鏟頰魚的利用占大多數。

表 三-5 多樣性指數分析結果

調查日期	2019/05/31			2019/07/02		
	上游	下游	魚梯	上游	下游	魚梯
樣站						
物種數	4	4	4	4	4	4
數量	53	59	117	54	50	45
歧異度指數(H')	1.38	1.29	1.07	1.18	1.21	1.09
均勻度指數(J')	0.99	0.93	0.77	0.85	0.87	0.79
優勢度指數(C)	0.25	0.30	0.43	0.36	0.33	0.38
豐富度指數(SR)	0.76	0.74	0.63	0.75	0.77	0.79

第五節 魚梯改善研究

本項研究試驗工作項目，以及工作情形分別敘述如下：

1. 阻水工程：

利用沙包和帆布，進行必要的魚梯阻水工作。在每次施工之前均進行阻水，施工後即放水正常通流。

2. 清理魚梯本體內的土石：

本項工作已在 2018 年十月中完成，後續繼續進行小部分清理工作。

3. 補修魚梯底部破損：

本項工作已部分完成，因自來水取水的需求，並未完全封底。

4. 清除魚梯本體的所有隔壁：

本項工作在清理魚梯內淤積土石之時，已完成大部分的工作，少部分則在施工時完全清除。

5. 增設魚梯隔壁：

既有魚梯原設計隔壁僅十道，間隔約 265(257~273)公分(照片 三-3)，隔壁木板材質因使用年久大都腐爛，因此全數改裝為斜隔壁豎槽式的不鏽鋼製隔壁(錯誤! 找不到參照來源。及 照片 三-4~照片 三-6)，同時原本設計落差為 20cm，水流速度稍快，因此在兩隔壁之間內插新隔壁，改以每隔約 1.3 m 增設一道斜隔壁豎槽式的不鏽鋼製隔壁。兩隔壁之豎槽採取交互排列的方式，增加流路長度，以提高消能的效率(照片 三-7)。A 形隔壁有兩種尺寸，分別為 A1 及 A2，其中 A1 是插在槽溝內的 107cm(舊有隔壁的位置)，A2 是新增裝在角鋼前的擋板(新設擋板)，B 形隔壁是裝在第四階下緣的(圖 三-2 及圖 三-3)。

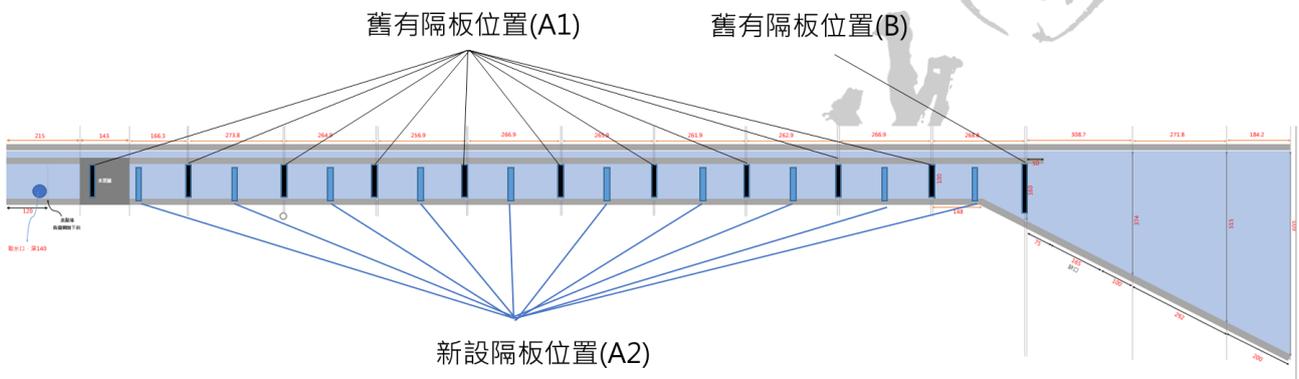


圖 三-2 增設隔壁位置示意圖

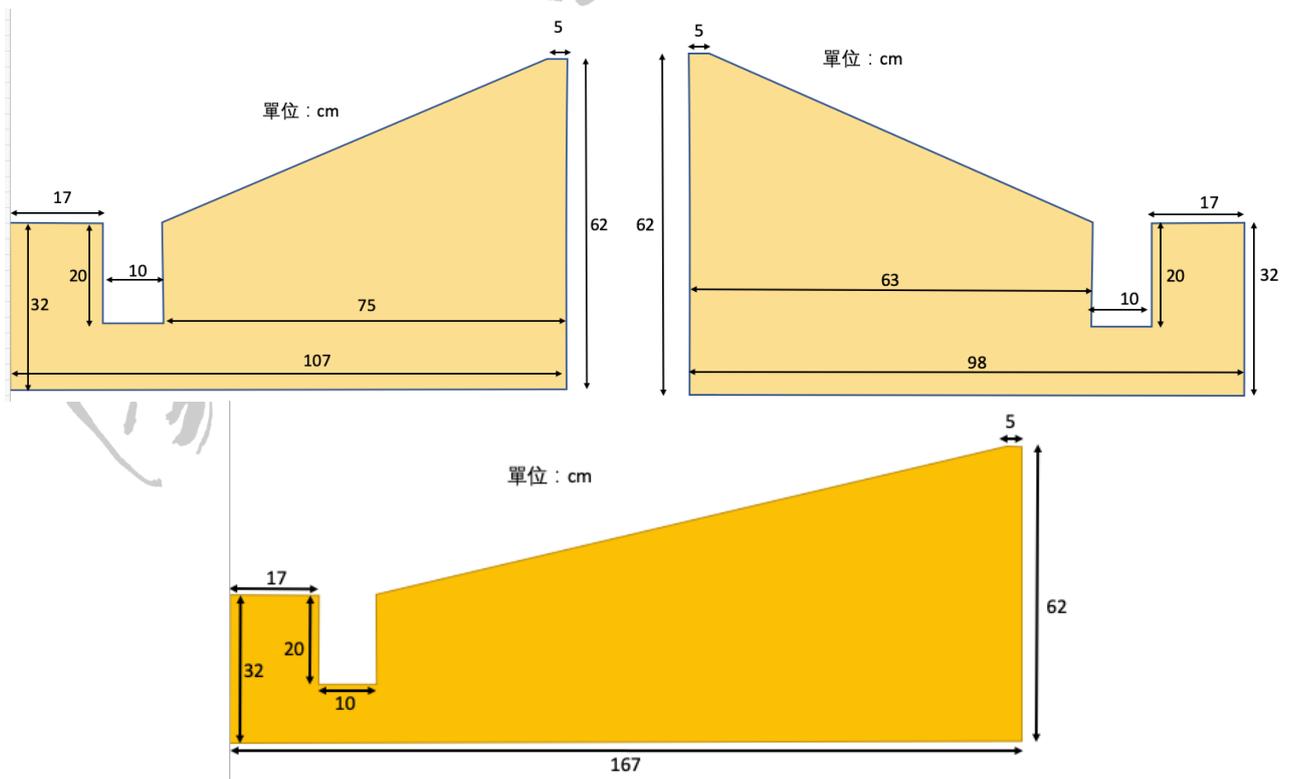


圖 三-3 新設魚梯隔設計圖。

左上為 A1 隔板，右上為 A2 隔板，下為 B 隔板

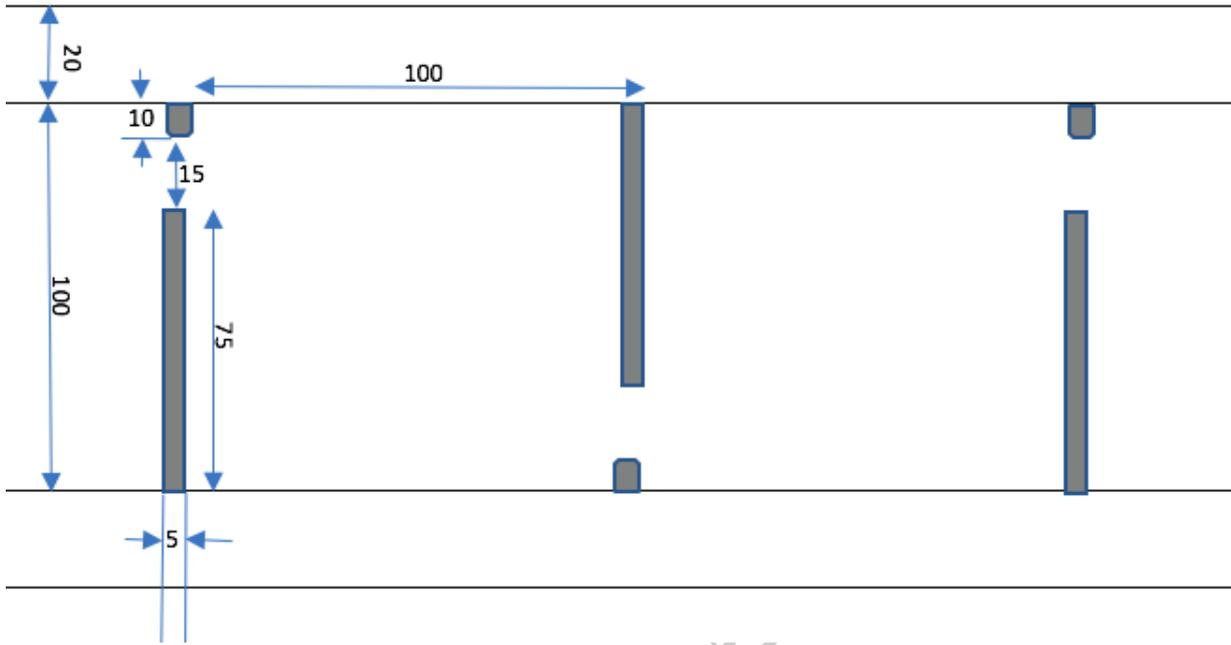


圖 三-4 魚梯本體新設隔壁平面圖



照片 三-3 舊有魚梯木隔壁通水的情形



照片 三-4 新設計魚梯檔板，不鏽鋼製



照片 三-5 魚梯改修更換為不鏽鋼隔板的情形(2018/11/31)



照片 三-6 魚梯改修更換成不銹鋼檔板後整體通水的情形(2018/11/31)



照片 三-7 魚梯加設隔壁後的情形(2019/01/31)

6. 排砂道下方魚梯的隔壁增高擋水牆：

由於魚梯的入口段，除了魚梯本身的水流之外，還有來自右岸取水堰排砂道有經常性大量的排水，因此水量會突然增加甚多。但是因為魚梯的寬度逐漸放寬，導致魚梯隔壁的越流水深變淺，以及休息池的水深仍舊不夠的問題(照片 三-8 及照片 三-9)。因此在魚梯最後三階的水泥隔壁上，加裝 10cm 高的木樁擋水牆，以提高此三階的蓄水高度，同時集中水流讓越流水深可以超過 25cm 以上，避免掠食性鳥類在此捕食溯河中的魚類。目前已經用南洋樟硬木固定在既有魚梯隔壁上，同時每階均保留 20cm 缺口，以便集中流心，除了可以吸引魚類上溯之外，也可以提高休息池之水深減少掠食性鳥類的覓食(照片 三-10~照片 三-12)。



照片 三-8 舊有魚梯入口通水的情形



照片 三-9 舊有魚梯改修前的情形(2018/11/31)



照片 三-10 魚梯改修增設木隔板前的情形(2018/11/31)



照片 三-11 既有魚梯改修後的情形(2018/12/01)



照片 三-12 魚梯全部改善後的全貌(2019/01/31)

第六節 取水堰下方管狀魚梯增設研究

由於既有魚梯係沿著取水堰右側護岸佈設，入口位於副壩下方而遠離主壩下，因此有許多魚類會在較大水流時順著游入取水堰主壩之下方，所以在本次的研究中，擬在該處增加一個管狀魚梯，以便魚類的利用。本項工作係採用 4 吋 PVC 管，每隔 25cm 裝設一道 2.5 吋變管以作為減速器。從既有呼水路的側牆穿出之後，以 T 型接頭銜接垂直的管狀魚道。管狀魚道的上段增設一段 50cm 長的透明 PVC 管，兩端利用可拆裝的由令銜接，以利日後的透明管內壁清洗時拆卸。管狀魚道入口處深入主壩下方的水潭，用直角彎頭將水流導向水潭中心，配合既有的護岸排水口之水流，以吸引魚類的利用(圖 三-5 及照片 三-13~照片 三-17)。

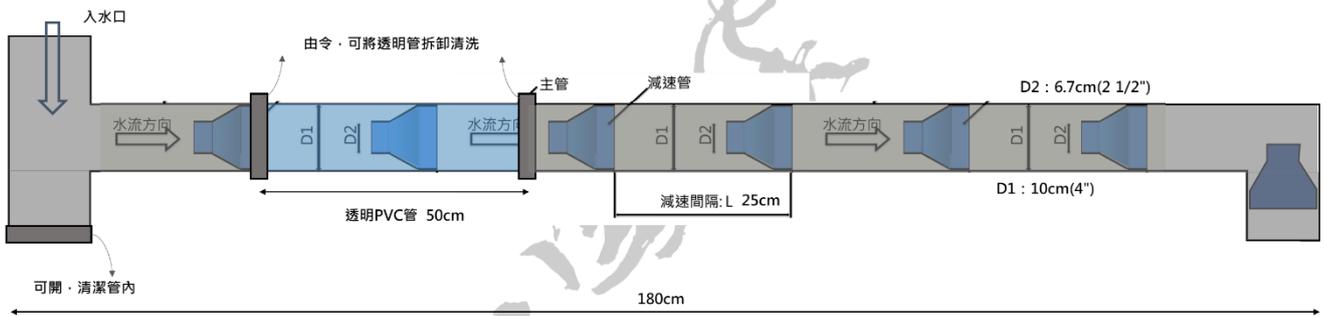


圖 三-5 管狀魚道設計示意圖



照片 三-13 管狀魚道施工前(2019/02/15)



照片 三-14 管狀魚道施工中(2019/02/15)



照片 三-15 管狀魚道檢修調整中(2019/03/12)

國立中央大學



照片 三-16 管狀魚道外觀(2019/05/31)



照片 三-17 管狀魚道檢修調整中(2019/07/17)

第七節 魚梯效益評估

魚梯工程的效益評估主要是針對系統佈置、魚梯各部水理條件（主要是隔壁缺坎位置的流速）和魚類利用的情形進行不同的評估，來了解此一魚梯的工程設施是否達到理想狀況。由於鹿角坑溪取水堰魚梯係在取水堰已經建設完成之後再做的增修工程，礙於無法改變既有的取水堰構造物的情況下，才利用右岸側牆的狹窄空間，佈設一道直線狀的魚梯。魚梯的出口也為了接收取水堰排沙道尾水的流量，所以設計成漸變的梯形，同時佈置在副壩的稍微下方之位置(照片 三-18)。



照片 三-18 鹿角坑溪魚梯(2019/01/31)



照片 三-19 鹿角坑溪魚梯鳥瞰(2019/03/12)

此一魚梯系統的乃係因地制宜的規劃，但是有其先天條件的限制，所以整體系統仍舊不夠完美，因為取水堰堰頂的溢流流量，在豐水期時會比魚梯的流量還要大，所以下游要上溯的魚類，自然而然就會被吸引至取水堰的直下方。因此，如果在取水堰設計之初，能夠考慮到生態廊道的需求，可以納入魚梯的規劃時，應該可以將魚梯的佈置方式改為 180 度的轉折，讓入口可以接近取水堰的直下方深潭，則整體的系統將會更理想。也因為上述的原因，本次計畫方才研究在取水堰直下方增設管狀魚道，來解決上述的系統缺失問題。

魚梯的系統本身包括三大部分，其一乃是上段所述的魚梯入口設計的部分，其二則是魚梯出口（進水口）的部分，第三部分則是魚梯的本體結構。鹿角坑溪取水堰乃是堰頂取水的設計，所以魚梯在設計之初，只能往下敲除 5 公分的堰頂保護層以利魚梯的取水。但是因為魚梯的寬度只有 100 公分，所以縱使在豐水期天然逕流較大的時候，取水堰溢流的水深增加時，魚梯的整體流量並不見得會有大幅度的增加。一般常流水的季節中，魚梯出口的水深通常都維持在 10 公分左右，所以本魚梯的流量算是相當穩定。加上魚梯出口位於取水堰的最右側，並非正對著上游溪谷的直衝位置，在一般的情況下，會有比較好的保護效果。然而根據過往二十餘年的經驗，鹿角坑溪本身的土石流風險相當大，魚梯也曾經被土砂所淤積，此外，取水堰下游河床落差加劇，魚梯入口因為河床刷深後產生的較大落差也須留意(照片 三-20 和照片 三-21)，因此爾後魚梯的維管工作勢必要注意。



照片 三-20 取水堰下游河床落差加劇的情形(2019/07/02)



照片 三-21 魚梯入口因為河床刷深後產生的較大落差(2019/07/17)

魚梯的本體雖然量體甚大，但是因為每一單元的工程設計均是一模一樣的形式，尤其是本魚梯所採取的水池隔壁式，其隔壁的形式和水池的規模，都是相同的設計，因此在做水理調查的時候，可以選擇具有代表性的位點進行各部流速的測量，就可以推估其他相同隔壁的流速狀況。

在魚梯進水口水深 10 公分時，流速平均約為 74cm/sec，魚梯流量為 0.074cms，水池隔壁式魚梯的最快流速發生在豎槽底部，平均為 212cm/sec，平直處的隔壁頂部流

速 118 ~ 145 cm/ sec，斜面隔壁頂部的流速約為 74~104cm/sec。以此流速的變化情形，可以輕鬆地讓本地各種中型魚類（體長 7~15cm）回溯上魚梯應無問題。加上溪流魚類中除了逆流而上的游泳方式之外，也可以採取跳躍的方式上溯。根據過往的觀察紀錄，體長在 7cm 左右的粗首鱨，可以跳躍的高度可達 40~50cm，而本魚梯的每個隔壁的落差僅為 10cm，因此對於本地魚類地利用而言，應該不會產生障礙。

本次計畫中所增設的管狀魚道之系統佈置，考慮到取水、避災和魚類利用的可能模式，採取在呼水路上段，距離進水口約 800cm 之處，接近呼水路底部的位置新鑿 4 吋孔以做為取水之用。利用橫出的 4 吋 PVC 管連接附有清潔管塞的 T 形轉接管，再往下垂直連接附有由令的 50cm 透明 PVC 管，最下段再接一節 50cmPVC 管和一個 90 度彎管之後，可以到達取水堰下方的深潭處。深潭的水面至呼水路頂部的落差為 220cm，管狀魚道的落差約為 170cm，總共裝設 7 個減速器。

利用減速器接頭在管狀魚道入口（出水口）量測減速器最窄的 2.5 吋內管之流速，測得本魚道的最大流速為 150~160cm/sec，大管（每一段 4 吋口徑的 PVC 管）平均流速均小於 100cm/sec，因此整體水理條件可以提供本區魚類的回溯利用應無問題(照片 三-22 和照片 三-23)。



照片 三-22 管狀魚道裝設直後進行通水測試(2019/03/12)



照片 三-23 管狀魚道量測流速的情形 2019/07/17

除了魚梯的水理分析之外，本計畫也同時進行魚類的利用調查工作。相關的調查樣站除了取水堰上、下游兩個測站之外，也進行取水堰下方深潭和魚梯內的調查。在

水池隔壁式的魚梯內調查，除了採取逐階利用電魚的方式進行全面的普查之外，也在魚梯的出口（進水口）附近，利用完全阻斷的蝦籠組做成陷阱，來採集從魚梯逆流而上的魚類。因為蝦籠具有方向性，所以所捕捉的魚類應該都是上溯的個體。

本年度在水池隔壁式魚梯完全改修完畢後，在 2019 年 5 月 31 日和 7 月 2 日，分別進行全面的普查工作，在魚梯內採集到所有本溪流可以發現的 4 種魚類（台灣鏟頰魚、台灣鬚鱨、台灣石鱸和明潭吻鰕虎），以及 1 種蝦類（粗糙沼蝦）。在魚梯的每一階都可以發現魚類的蹤跡，5 月底的調查結果比起 7 月初的調查結果有更多的魚類利用魚梯，顯然跟本溪流的水量豐枯，以及取水堰下游落差在 7 月初加劇，可能影響魚類回溯的情形有關。在兩次的調查中並未有任何魚類無法上溯而擠在特定階段的情形，因此可以證明本魚梯改修後已經達到預期的效果(照片 三-24 和照片 三-25)。

利用蝦籠在水池隔壁式魚梯出口佈設陷阱的試驗工作係於 2019 年 7 月 9 日所設置，放置兩晚後，共捕獲 5 尾體長 8.6~12.3cm 的台灣鬚鱨（馬口魚）(照片 三-26)。

管狀魚道原本是希望能夠佈設攝影機，長期觀察記錄透明管的影像來判斷是否有魚類利用的情形。然而因為本地的環境缺乏適當的電源供應和網路訊號，所以後來就採取在管狀魚道出口的呼水路上，也利用可以完全阻斷上溯魚類的蝦籠陷阱來進行調查，以了解管狀魚道的利用情形(照片 三-27)。



照片 三-24 魚梯效益調查的情形(2019/05/31)



照片 三-25 逐階進行魚梯效益調查的情形(2019/05/31)



照片 三-26 水池隔壁式魚梯出口設置陷阱



照片 三-27 水管式魚道出口陷阱設置

雖然在管狀魚道出口擺設蝦籠進行效益追蹤試驗結果中，僅捕捉到三隻的粗糙沼蝦，這些有可能是順著呼水路攀爬上來的個體，因此並不能確認管狀魚道已經有魚類的利用之事實。由於管狀魚道裝設的時間較晚，同時也經過多次的調整和測試，所以能夠進行的魚類利用效益調查時間較有限，期待後續有其他的機會再做追蹤。

陈鹤琴
陈鹤琴
陈鹤琴

第四章 結論與建議

鹿角坑溪取水堰附設魚梯乃是在 1988 年設計，1991 年完工的水池階段式魚梯，當初設計條件較嚴苛，隔壁落差為 30cm，加上採用的木質活動式隔壁使用多年大都腐朽，因此本計畫希望能夠進行改善，期能增進本魚梯的生態廊道功能。

本計畫主要的工作項目包括改善既有魚梯的結構之外，也增加一處管狀魚梯，以提供取水堰下方的魚類可以利用的通道，並且進行必要的生態調查，以了解本區的水域生態和魚梯的利用效益問題。

由於計畫執行範圍係屬國家公園生態保護區內，因此在申請獲得相關許可之後，即展開各項必要的現場施工和生態監測工作。施工的項目包括：

1. 新作不鏽鋼豎槽斜隔壁以替換舊有木質隔壁：除了提升隔壁的耐用性之外，也運用二維水理的較新觀念，創造較多元的流場以利較多種類和不同游泳能力的魚類使用。
2. 增加一倍的水池隔壁以減低每階的落差：在既有每個階段的隔壁之間，再增加一道新做的隔壁，其結構也是採取不銹鋼豎槽斜隔壁的形式，因此整體的水理條件更適合小型魚類的使用。
3. 增設魚梯入口池隔壁的木樁擋板：在魚梯入口原本較寬廣的三階隔壁，加裝 10 公分高的木樁，除了提高水池深度以利魚類棲息和避敵之外，也讓越流水能夠集中在特定的缺口上，以改善越流水深不足和增加對於魚類吸引力的效果。
4. 在取水堰直下方增設管狀魚道：利用呼水路的位置，加設一道 4 吋口徑的 PVC 管狀魚道。管狀魚道之中段採用透明管，可以觀察通水的狀況之外，也希望能夠了解魚類利用的情形。

上述的各項工作均已施工和經過水理檢測分析，咸認為已達到預期的目標。在此同時，也分別在豐枯水期進行了兩次的生態調查工作，利用全面式的電魚普查和特定位置的魚陷阱等方式，針對取水堰周邊和魚梯系統做生態廊道的效益調查。整體調查的結果證實本生態保護區的水域生態相當豐富，各種魚類都會利用既有的水池隔壁式魚梯，尤其是在春夏之際的豐水期，會有較多魚類利用本魚梯。然而管狀魚道因為施設後調整耗時，能夠進行的監測時間有限，雖然水理分析已經達到預期的目標，但是仍然缺乏魚類利用的直接證據，殊為遺憾之處！

整體而言，本計畫已經完全達到委託之各項要求，然因執行期限的關係，仍然無法達到原本設定的加值服務目標，是為可惜之部分，期待後續的相關研究可以繼續追蹤管狀魚道的成效。

據今年執行計畫的成果分析，及現地環境的了解，提供以下的建議供參：

1. 持續魚梯效益的追蹤研究：由於本計畫從研究舊有魚梯設計的問題，提出新的設計構想，申請在保護區進行必要工作的手續耗時，加上改修魚梯結構元件的製作和組裝等工作，所需的時間甚久，因此所有改善工程完畢之後，所能夠從事生態效益調查的時間極為有限，因此整體的追蹤調查無法達到全年週期性的地步，所以建議可以進行長期魚梯效益的追蹤研究。
2. 解決取水堰下游向源侵蝕的問題：由於鹿角坑溪河道是土石流好發和侵蝕力甚強的河段，今年五月的豪大雨已經造成取水堰副壩下游保護工懸空，對於整體的取水堰之安全有所顧慮，因此建議協調台北市自來水公司設法解決之。
3. 應持續定期的辦理魚梯維管工作：過往本魚梯曾經有甚長的時間因為缺乏維管而失效的情形，建議至少每半年應該進行魚梯的清理和檢修工作，以維持生態保護區重要生態廊道之良好運作。

參考文獻

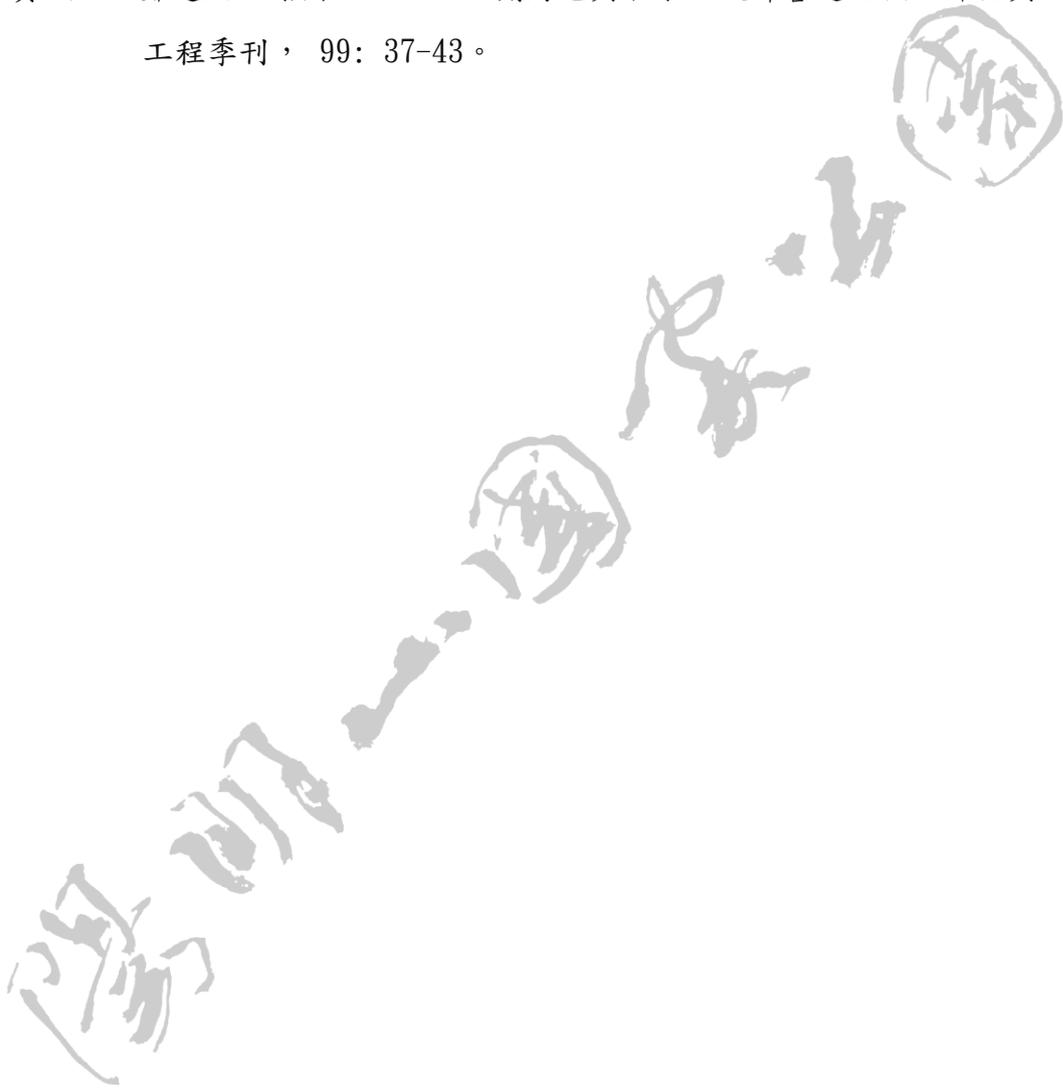
- Akashi, N., and e. al. 2012. Characteristics of Flow around a Reducer and Fish behavior in the pipe fishway. the Bulletin of Nishinippon Institute of Technology 42:67-73.
- Liyeemoeb, A. 1866. Improved fishway. US Patent No. 57159.
- Ota, Y., N. Akashi, and S. P. Sarawati. 2014. Flow fluctuation of siphon system pipe-type fishway and its influence of fish behavior. The Bulletin of Nishi-nippon Institute of Technology 44:97-106.
- Ota, Y., N. Akashi, S. P. Saraswati, and e. al. 2012. Design of siphon System Pipe-type fishway and Installation in Indonesia. The Bulletin of Nishinippon Institute of Technology 42:75-82.
- Wada, K., and Y. Ota. 2015. Development of the siphon system pipe-type fishway and monitoring of fish migration. Pages 61-68. In The Third Joint Seminar of Japan and Indonesia Environmental Sustainability and Disaster Prevention (3rd ESDP-2015), Institut Teknologi Bandung, Indonesia.
- 沈世傑、曾晴賢、李植堅。1990，鹿角坑溪魚類放流及生態研究。陽明山國家公園管理處印行。
- 沈世傑、曾晴賢、周鎮潔。1991，陽明山國家公園鹿角坑溪取水堰魚梯效益評估與改善之研究。陽明山國家公園管理處印行。
- 林曜松、莊鈴川。2007，陽明山國家公園全區水生動物相普查。陽明山國家公園管理處印行。
- 高橋剛一郎。2000，魚梯の評価をめぐって。應用生態工學，3(2): 199-208。
- 陳昭明、曾晴賢、劉吉川。1985，鹿角坑溪水源開發計畫生態景觀環境影響評估。台大森林研究所印行，97 頁。
- 陳義雄、陳天任。2016，陽明山國家公園溪流各流域魚類及甲殼類生態資源調查-陽金公路以東流域。陽明山國家公園管理處印行。
- 陳義雄。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」。陽明山國家公園管理處印行。

曾晴賢、李淑珠譯。1987，魚梯的設計指南及案例，中國水產：419:21-28。

曾晴賢、嚴鈺婷。2017，光前溪淡水魚棲地改善與魚梯設置。一〇六年度委託研究計畫期末成果報告，清華大學。

曾晴賢、嚴鈺婷。2017，前埔溪生物廊道改善與效益評估之研究。一〇五年度委託研究計畫期末成果報告，清華大學。

龔誠山、鄭連焜、謝國正。2008，攔河堰與取水口設計營運經驗之評估與啟示。中興工程季刊，99: 37-43。



附件一 評選會議意見與回應

陽明山國家公園管理處

「陽明山國家公園鹿角坑溪取水堰魚梯效益評估與改善之研究」案

評審會議

簽到簿及會議紀錄

壹、時間：107年9月14日（星期五）上午10時整

貳、地點：本處2樓會議室

參、主持人：召集人 盧淑妃

記錄：陳宏豪

肆、出（列）席單位及人員：

評審委員	簽到處
邵廣昭委員	<u>邵廣昭</u>
鄭明修委員	<u>鄭明修</u>
陳義雄委員	<u>陳義雄</u>
盧淑妃委員	<u>盧淑妃</u>
張順發委員	<u>張順發</u>
韓志武委員	<u>韓志武</u>
華予菁委員	<u>華予菁</u>

投標廠商	簽到處
廠商1 <u>清華網路文教基金會</u>	<u>曾晴賢 嚴量雲</u>

伍、業務單位報告：

（一）本處「陽明山國家公園鹿角坑溪取水堰魚梯效益評估與改善之研究」案，迄截止收件時間107年8月8日，共有「清華網路文教基金會」1家廠商投標，報價為新臺幣49萬8,805元整，並經107年8月9日資格審查符合規定，參加評審。

(二) 本案評審委員共 7 位，計 7 位出席。符合採購評選委員會審規則第九條規定，廠商簡報時間約為 15 分鐘，評審方式詳如評審須知，各出席評審委員對各廠商之評分平均分數未達 80 分者，即評定為不合格，不予評定總名次。

陸、廠商簡報：(略)

柒、評審委員答詢：

廠商一(清華網路文教基金會)

審查意見	意見回覆
(一)委員 1：	
1.應可考慮再重新調查現有之魚種多樣性資訊。	已經補充在工作執行計畫書中
2.管狀魚梯的設置，是否於本案中執行。	是的
3.提出新的隔板設計，相當受用，可以作出實務改善。	謝謝肯定
4.建議本計畫改善方向，分析 2 項：	
(1)管狀魚梯是否有試驗性的 PVC 管完成施作？	有，除了國外有數個案例之外，在金門和新北市大屯溪為都有實例
(2)水泥化梯面的改善方式，是否有整體之詳細設計規劃圖的可能性？	只有魚梯本身的結構有詳細設計圖
(二)委員 2：	
1.因經費少故半永久性的魚梯改善試驗是否包括在計畫內去執行，未來再由管理處編列永久經費。	本計畫包括實際的施工
2.目前鯛魚及臺灣石賓的魚梯在國內是否有其他的案例，其成效如何，有無可借鏡之處？	國內對於這兩種魚類使用的魚梯成功案例甚多
3.目前鹿角坑溪之上下游的鯛魚及臺灣石賓之分布情形如何？	相關分佈界線在過往還不甚清楚
(三)委員 3：	
1.簡報中有管狀魚梯的創意設計和魚梯斜面隔壁施作。	正確
2.計畫申請人過去履歷十分豐富。	感謝肯定
3.管狀魚梯入口處如何防止暴雨雜物填塞阻住，如何改善？	目前只能靠人工維管，尚難有自動除汙的裝置
4.魚梯常見鳥類如鷺鷥駐足覓食，有何改善之道？	增加水深之後可以防止魚類的駐足
(四)委員 4：管狀魚梯到達高度多少、魚類移動極限距離？	因為管狀流本身的特性，只要有足夠的休息區，則魚類可以長距離的溯游
(五)委員 5：	
1.管狀魚梯是否容易拆卸清淤以利後續志工協助維護？	是的
2.有關服務建議書執行進度表，年度有誤、改善施工及調查成果評估等期程有誤繕，若得標	已遵照辦理修正

後再修正建議各階段工作內容。	
(六)委員 6：未來本案完成規劃，後續維護工作內容及頻率為何？以維持其效能。	基本上只要在每次雨季過後進行維護相關的進水口堵塞和魚梯的淤積即可
(七)委員 7：	
1.管狀魚梯非透明材質外觀設計除塑膠外是否有其它與環境景觀相容材質？	因為節省經費和施工容易考量，國內外均採塑膠管材質為之，其餘材質目前暫時還未發展出來
2.目前鹿角坑魚梯既有寬度大小是否可滿足現有需求？若不足而有新的改善工程，是否含在本案中？	是的，既有設計已經滿足需求
3.承上倘若預算不足後續應提供設計圖俾利未來土木發包。	遵照辦理
清華網路文教基金會現場回應	
1.管狀魚梯外觀不協調的部分，若考慮生態景觀可先於水泥壩體上挖溝進行埋設。	
2.本案位於網路訊號不佳之處，未來若克服可用網路直播方式觀看透明魚梯部分以提供環教及監測之用。	
3.有關管狀魚梯透明部分藻類生長影響觀察，頭尾可裝設 U-Ring，可拆卸清洗。非透明部分未來一定會因大雨而有土石阻塞，依據本團隊於大屯溪設置管狀魚梯經驗，可以訓練人力如保育志工進行維護，其材料便宜，組裝迅速結構簡單易於維護，毋須太多經費。	
4.雖然鹿角坑為生態保護區，仍可在貴處允許辦理環教活動推廣。管狀魚梯無專利，一般民間企業也可以支援，技術上可推廣。	
5.有關管狀魚梯是否受限高度問題，其為密閉性管狀流無高度限制，若過長可在每段增設 T 型休息室，讓魚類順利迴游。	
6.鹿角坑魚梯現階段要克服為取水堰落差的問題，若此管狀魚梯方式成功則可依此經驗繼續解決再下游段落差的情況，且可避免鳥類覓食。	
7.為避免鳥類駐足於魚梯取食問題，只要水深控制超過鳥腿高度則可解決，本案在設計上皆有考量。	
8.本案經費上尚可，非僅進行規劃還包含修繕，希望未來可以長期使用至 30 年，本位址魚族群數量有限，以本團隊於中國青海省的設置經驗，目前魚梯 70 公分左右寬度應可滿足，因此作半永久性修繕設施加上新設管狀魚梯，且上下游魚類資源貴處已有研究進行，本案著重在取水堰魚梯改善，未來若有土砂淤塞，本基金會也可借助社會力量進行定期維修維護管理。	
9.魚梯設計因地制宜，每處魚類組成水工特性相異，本團隊曾設計大安溪中庄堰、大甲溪馬鞍壩、濁水溪集集攔河堰、清水溪斗六堰等，近期也協助北區水資源局幾處攔河堰，如頭前溪龍英堰魚梯，每處設計形式無重複。	

捌、結論：

(一)本案計 1 家廠商「清華網路文教基金會」參加評審，經評分結果，平均分數為 85 分、序位和為 7，經出席委員過半數同意貴基金會序位名次第一，為優勝廠商。

(二)評審結果續辦簽報機關首長核定及進行議價程序。

玖、散會（11時20分）。



附件二 期初會議意見與回應

陽明山國家公園管理處

107 年度「陽明山國家公園鹿角坑溪取水堰魚梯效益評估與改善之研究」案

期初會議紀錄

壹、時間：107 年 11 月 30 日（星期五）上午 10 時整

貳、地點：本處 2 樓會議室

參、出（列）席單位人員：詳如簽到簿

肆、宣布開會

伍、報告事項(略) 記錄:陳宏豪

陸、討論

審查意見	意見回覆
(一)邵廣昭研究員：	
1. 期初報告圖 2-5 印刷不清楚，品質不佳，建議期末報告改善。	1. 遵照辦理。
2. 報告書 p8 之甘梯表中之預定進度增設管狀魚道從 1 月至 6 月中旬，但效益評估為 12 月至隔年 6 月，評估是否含魚梯及新增管狀魚道在內？	2. 舊有魚梯已經毀壞無法評估，只能評估修復後的魚梯。管狀魚道則視增設情況無誤後，再視實際狀況進行評估。
3. 報告書 p9 提到白甲魚的上溯是立春秋初，是否表示一年有 2 或 3 次上溯期，又粗首馬口魚及臺灣石鱚產卵在下游及上游，其洄游季節如何？在施作魚道及效益評估之期程希望能夠有機會都涵蓋這些不同魚種的洄游季節。	3. 本案工作項目考慮調查北海岸魚類洄游季節，目前材料皆已備妥可進行組裝實驗，12 月即可評估調查。根據過往的文獻，這些魚類的洄游季節因不同地區而有所不同，因本計畫並無法涵蓋全年度，所以只能就魚梯改善完畢後進行相關調查。
(二)鄭明修研究員	
1. 根據已知鹿角坑魚種類對上溯管狀魚道的游泳能力，請評估是否能達成預期效益。	1. 管狀魚梯目前皆有數值模擬、有減速器可控制流量，已有初步成果，目前已有 5-6 種規模魚梯可控制流速並有相關實驗數據，管狀魚道結構對魚類溯游上沒有問題。
2. 現有魚道常因颱風下雨沖毀損壞，鑑於未來氣候變遷極端天氣更劇烈，強降雨或對未來魚道設備有所衝擊？日雨量超過多少後需巡視魚道設備？	2. 先前舊有魚梯僅有土石淤積，木材質隔壁尚無損壞，可考慮於魚梯入口設置土砂擋板於颱風大雨前進行預警設置防範。
(三)陳義雄教授：	
1. 管狀魚道可行性佳，可配合改善溯游情勢。	1. 謝謝支持。
2. 管狀魚道入口處是否加強水深以免受大型鳥類捕食增加。	2. 管狀魚道入口係浸沒在深潭中，因此不會有此顧慮。
3. 請評估可利用魚蝦蟹之種類為何？是否皆以魚類為主？	3. 將在後續的監測中進行調查，待期末報告時詳述之。

4. 圖示清晰度可再作改善，圖形線條不夠清楚，未來可加以改善。	4. 遵照辦理。
5. 相關文獻資料請補足漏列部分。	5. 已盡力收集，如有未逮之處，再請賜教。
6. 鹿角坑溪的魚種資料未來可作更新，作一部分補充調查。	6. 遵照辦理。
(四)主席：	
1. 竣工圖可否重繪更清晰。	皆依委員意見補正辦理。
2. 編碼跳頁應修正。	謝謝指證，已修正。
3. 文獻回顧的部分，在參考文獻中缺，應補齊。	謝謝指證，已修正。
(五)陳彥伯主任：	
目前魚道材質應為 PVC，或可考慮 HDPC 材質耐用有彈性，只是需要焊接，提供團隊參考。	感謝提供建議。
(六)華予菁課長：	
1. 應標示平面圖立面圖如管狀隔壁等各部分材質及尺寸應詳細標示。	皆依委員意見辦理。
2. 進入生態保護區採集魚類進行調查及監測前需進行相關申請，本處再轉陳內政部備查。	遵照辦理
3. 有關管狀魚道透明管使用網路架設即時觀察設備，考慮颱風破壞性高，或許可擇半年錄影乙次供環境教育宣導使用，再評估設置效益及可行性。	由於本區網路訊號不良，相關錄影紀錄可能不容易完成。

柒、決議

1. 請受託單位採納與會者意見修正辦理，供本處後續管理建議，俾利本處安排自行監測工作，並觀察北部魚類洄游時間，補充相關參考文獻。
2. 本案期初會議修正後通過，主辦課室依契約辦理後續事宜。

捌、散會：上午 11 時 5 分。

附件三 期末會議意見與回應

陽明山國家公園管理處

107 年度「陽明山國家公園鹿角坑溪取水堰魚梯效益
評估與改善之研究」案

期末會議紀錄

壹、時間：108 年 7 月 31 日（星期三）下午 2 時整

捌、地點：本處 2 樓會議室

玖、出（列）席單位人員：詳如簽到簿

壹拾、宣布開會

壹拾壹、報告事項(略)

壹拾貳、討論

記錄：陳宏豪

審查意見	意見回覆
(一)鄭明修研究員	
1. 未來持續維護魚梯是由志工協助，如何培訓志工？希望曾老師能以鹿角坑溪魚梯作為模範推廣到臺灣各地有需要的溪流。	1. 將協助陽管處辦理志工培訓課程，同時將本魚梯的設計經驗廣泛分享，達到推廣的目標。未來因應時節由貴處志工監測魚道水流狀況及回報，如有異狀本團隊可協助處理，並辦理教育訓練觀摩。目前是透過社群網站分享成果經驗，已獲得正面迴響，對於保育工作成效推廣可被肯定。
2. 魚梯下游向源侵蝕如何復原？可否將建議提送相關單位？	2. 向源侵蝕及土石流清淤問題可與自來水處合作討論解決，因為事涉跨單位工作，建請陽管處協調辦理。
3. 透明魚梯若能從監測拍攝到魚類使用情形，該影片將有利於未來推廣和教育宣導。	3. 因為監測時程較短，以及本地網路訊號不佳，所以無法設置無線網路監視攝影機，未來如果條件改善，將協助辦理監測事宜。
(二)陳義雄教授:	
1. 整體資料完整，也初步建立主要溯游生物相，並實地測試，並建置有效監測系統。	1. 感謝指導。
2. 建立管狀魚梯，確實可增加壩下潭區的連通性，形成一溯溪管道。	2. 管狀魚梯的確可以解決壩下潭區魚類上溯的問題。有關管狀魚道增設，俟評估本案魚道空間及裝設安全性，僅有本案地點較合適，因需考慮魚聚集另因本管狀魚道有自來水處透水管可補充水流配合為理想位置。
3. 管狀魚道如證明使用效率高，可以再增設一組的可能性？	3. 建議後續辦理監測事宜。
4. 未來設計圖，請提供圖層。	4. 相關設計圖將補充進報告中。圖 1-3 已

	將原先底圖重新繪製，有關隔壁各段尺寸資料及完整魚道尺寸圖說資料再於修正報告中補充說明。
(三)邵廣昭研究員：	
1. 魚梯位置建議作 180 度轉向。	1. 因為魚梯係屬增建，能用空間有限的關係，加上考慮可能洪水衝擊的問題，所以未能做 180 度轉向，殊為可惜！
2. 管狀魚道日本成功經驗或失敗經驗，臺灣其它地方是否有試過，如果能蒐集一些資料或失敗的經驗，故臺灣其它地方是否試過，如果能蒐集一些資料納入報告中更好。	2. 相關經驗已經逐漸累積，我等除了在金門有實務經驗之外，在新北市大屯溪也有設置四座管狀魚梯的經驗，可惜後續監測工作仍待加強。日本跟印尼都有成功的經驗，相關報告在參考文獻中有較詳細資訊。管狀魚道 100 多年前在美國人設計是提供歸鮭魚使用 最大直徑可達 1 公尺，日本最早設計給印尼當地使用，在北九州也有施設，用的是 4 吋管，經 5-6 年監測評估，並無問題。
3. 國家公園內除鹿角坑溪以外是否有其它魚道有淤積及損壞需要修復？	3. 在其他區域內還沒有其他的魚道設施。
(四)主席：	
1. 報告圖 3-1，除增設隔壁已有圖示，其餘詳細圖資料應列出。	1. 遵照辦理。
2. 設計圖示隔壁分為 A、B 型，且各段隔壁尺寸是否相同？另管狀魚道僅有細部圖說，對於本案整體長度的圖說請補充。	2. 遵照辦理，已補充在修正報告中。
3. 是否有其它地方可建議增設管狀魚道。	3. 有關管狀魚道增設，俟評估本案魚道空間及裝設安全性，僅有本案地點較合適，因需考慮魚聚集另因本管狀魚道有自來水處透水管可補充水流配合為理想位置。
(五)華予菁課長：	
1. 報告中魚梯位置請寫明 GPS 位置	1. 遵照辦理，感謝提供建議。
2. 列出管狀魚道條件、限制、成本供本處經營管理參考，並列出簡易維修 SOP 俾利辦理本處志工巡護工作。	2. 遵照辦理，已在修正報告中補充。
3. 應標示平面圖立面圖如管狀隔壁等各部分材質及尺寸應詳細標示。	3. 遵照辦理，已在修正報告中補充。
壹拾參、 決議	
1. 請受託單位採納與會者意見修正辦理，供本處後續管理建議，俾利本處安排自行監測工作，並觀察北部魚類洄游時間，補充相關參考文獻。	1. 謝謝指導，相關意見均已納入在修正報告中。
2. 本案期初會議修正後通過，主辦課室依契約辦理後續事宜。	2. 感謝。

捌、散會：上午 11 時 5 分。



附件四 電魚許可公文

中華民國
電魚許可
中華民國

正 本

檔 號：
保存年限：

臺北市政府產業發展局 函

30013
新竹市光復路二段101號清華大學生科二館
101室
受文者：財團法人清華網路文教基金會

地址：臺北市信義區市府路1號西
北區5樓
承辦人：王譽書
電話：(02)27256600
傳真：(02)27596010
電子信箱：ea-60335@mail.tapei.
gov.tw

發文日期：中華民國108年4月17日
發文字號：北市產業農字第1080003567號
速別：普通件
密等及解密條件或保密期限：
附件：

主旨：貴基金會執行「陽明山國家公園鹿角坑溪取水堰魚梯效益
評估與改善之研究」申請於本市鹿角坑溪以電器法、籠具
法、垂釣法及網捕法執行研究計畫一案，請 查照。

說明：

- 一、復貴會108年4月10日清秘字第1080000009號函。
- 二、本局同意貴會自文到起至108年8月2日止於本市鹿角坑溪
進行調查研究計畫，對於被採樣之生物，原則請儘速就
地放回，調查人員進行調查時，請攜帶本函影本及身分
證明文件以備查驗；計畫執行期間調查人員若有異動，
應報本局備查。
- 三、計畫執行結束後，請提供完整報告，俾利業務參考。

正本：財團法人清華網路文教基金會
副本：陽明山國家公園管理處

局長 林崇傑
本案依分層負責規定授權業務主管執行

附件五 保護區採捕同意公文

國立自然科學博物館
動物學研究所
採捕同意書

副本

檔 號：
保存年限：

內政部 函

機關地址：10556臺北市松山區八德路2段342號(營建署)
聯絡人：賴麗巧
聯絡電話：(02)8771-2668
電子郵件：lydia@cpami.gov.tw
傳真：(02)8771-2681

300
新竹市光復路二段101號清華大學生科二館
受文者：財團法人清華網路文教基金會

發文日期：中華民國108年5月20日
發文字號：內授營園字第1080808618號
速別：普通件
密等及解密條件或保密期限：
附件：

裝
訂
線

主旨：有關清華網路文教基金會為執行「陽明山國家公園鹿角坑溪取水堰魚梯效益評估」，研究人員曾晴賢、陳彥谷、史智綱、彭上恩、林天讚、嚴鈺婷、鄧惠瑜等7位，需申請進入貴園區鹿角坑生態保護區進行學術研究採集臺灣鏟頰魚20尾1案，復如說明，請查照。

說明：

- 一、復本部營建署陳轉貴處108年5月13日營陽保字第1081001885號。
- 二、本案原則同意，惟所採集者如係珍稀物種，應俟其取得主管機關同意函後，再予核發採集證。
- 三、採集研究結束後，應請其繳交研究報告或資源調查採集定位資料於貴處，以作為將來繼續核可之依據及提供其他學術單位參考。

正本：陽明山國家公園管理處
副本：財團法人清華網路文教基金會、本部營建署國家公園組

部長徐國勇

附件六 鹿角坑溪管狀魚梯維管須知

本魚梯係採用 4 吋 PVC 厚管，內裝 2.5 吋變管（窄口向上），間距為 25cm，最上端為附有清潔口（編號 1）的 T 形接頭，自主魚道的呼水路穿過護牆引水，垂直落差為 180cm，中段上部採用兩端以油任（由令，編號 2、3）銜接的 50cm 透明管以利觀察，末端（出水口，亦是管狀魚梯的入口）加裝一個直角彎頭組成。

- 一、平常可以從透明管觀察水流狀況，如果全管飽滿通水，則不會有氣泡產生。
- 二、一般來說只要每半年檢查一次即可，如遇豪大雨，則在大水過後巡視透明管的狀況，即可了解有無必要拆解透明管做保養工作。
- 三、如果透明管有氣泡，或是完全沒有水流，則依照以下的步驟檢查之：
 1. 呼水路的擋水板（編號 4）是否有裝妥，蓄水高度約 40cm，水路的水位應該漫過管狀魚梯的進水口高度。
 2. 如果蓄水高度正常，則應檢查管狀魚梯的內管是否有堵塞。檢查管狀魚梯本體時，先移開擋水板，讓呼水路蓄水降低。
 3. 利用皮帶扳手（如圖 3）將清潔口（編號 1）旋開，可以徒手深入 T 形管內，或是利用木棍插入取水口，將阻水的物品移除，即可正常引水。
 4. 透明管如果內壁長滿藻類影響觀察，則用兩隻皮帶扳手，對稱反向的旋轉油任，鬆開上下兩端的連接部，即可拆下透明管，再用抹布（不能用菜瓜布）清潔內壁。
 5. 清潔後的透明管，按照原本拆卸的方法，再銜接回 PVC 管，但得要注意兩端的 O 形環是否完好、清潔和在正確位置上，免得組裝後漏水的問題發生。



圖 1 管狀魚梯各部零組件名稱



圖 2 透明管銜接油任拆裝工具---皮帶板手

陈鹤琴
陈鹤琴
陈鹤琴

附件七 水池隔壁式魚道設計圖

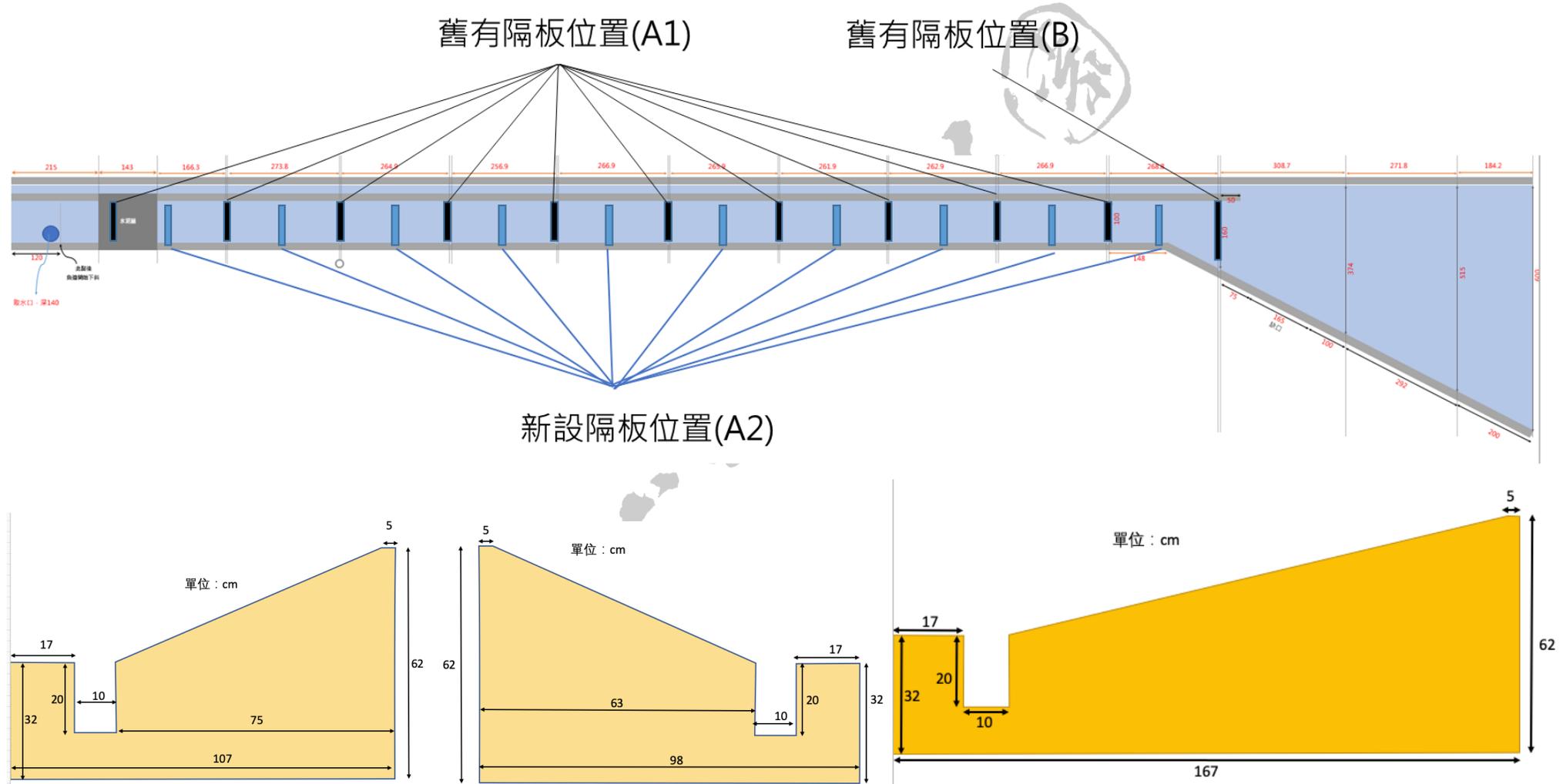
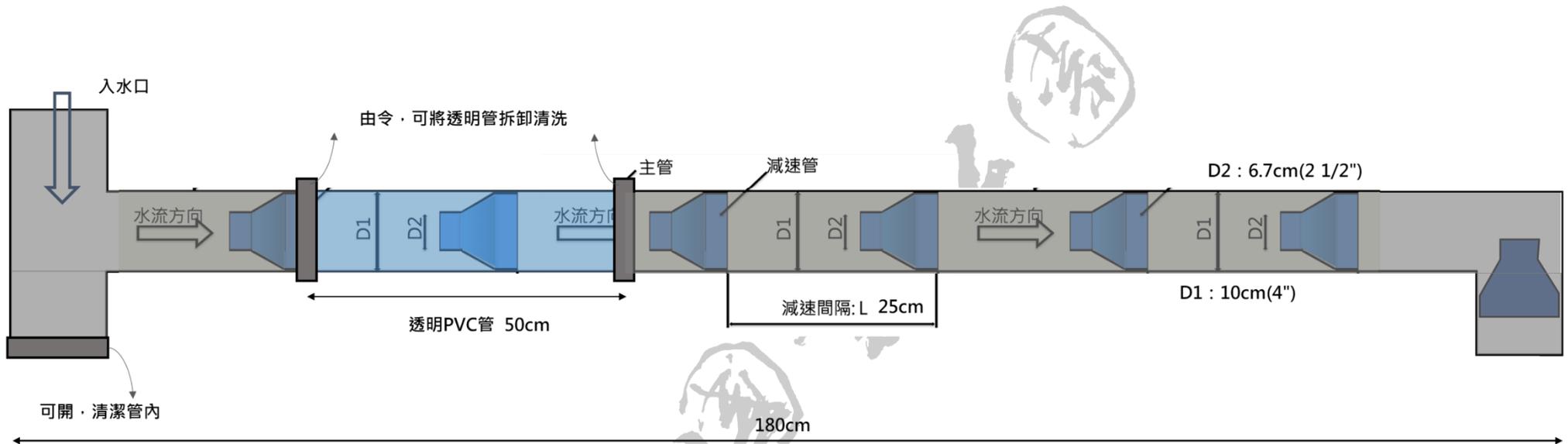


圖 新設魚梯隔板立面圖。
左為 A1 隔板，中為 A2 隔板，右為 B 隔板

蘇州大學
蘇州大學
蘇州大學

附件八 管狀魚道設計圖



管狀魚梯將採用 4 英吋的管徑，內部每隔 25cm 裝設一個 2.5 英吋變管為減速器，並在最上游端裝設一段透明管以利觀察。入水口處設有可旋開式的開口，供清洗水管魚道，透明 PVC 管兩端設有由令，方便將此段拆卸進行清洗維護。