

台灣現有魚道結構及魚、蝦、蟹利用狀況評估

梁世雄* 曹先紹** 陳俊宏***

壹、前言

台灣地區魚道興建的歷史，可回溯至1918年，日人於淡水河上游南勢溪沿溪興建魚道，不過目前較完整者僅存烏來鄉廣興附近的桂山（龜山）堰。而後，台灣各地欲減少水庫淤沙，各單位廣建攔砂壩，依民國80年資料，全省已有約2,900座（林務局，1992）。攔砂壩的興建，對水土保持工作固然有相當的效益，但因為設計上缺乏對水域生態的整體考量，使得攔砂壩上、下游水域物理環境不變，更將溪流中原本自由遷移的水生生物，封閉在有限的水域內，使得這些被切割成小族群的水生生物，無法再利用其它溪段適合的棲息地，彼此間也無法藉由生殖活動而交換遺傳物質。許多原生種淡水生物，特別是生活史中具溯、降河行為的種類，逐漸因攔砂壩的興建而消失。

近年來，國內生態保育意識覺醒，人為活動對溪流生物所造成的負面影響受到廣泛注意，要求在攔砂壩上加設魚道的聲浪極高。因此，在民國68至84年間，林務局為兼顧水土保持、防洪和生態保護，於全省陸續完成59座兼具魚道設計的攔砂壩，其中多數為水池階梯式，少數為平面斜坡式（顧，1995）。

雖然在各種河川壩體附設魚道之保育觀念漸興，但台灣地區有關魚、蝦、蟹類使用魚道之監測資料和研究文獻仍相當缺乏。九二一集集大地震後，已有研究人員提出，應在修復石岡壩時，同時籌設魚道，以利河川洄游生物使用。因此，作者便將民國85年於台灣地區進行之魚道結構及河川生物使用既存魚道之普查資料進行整理，希望能提供各界參考。

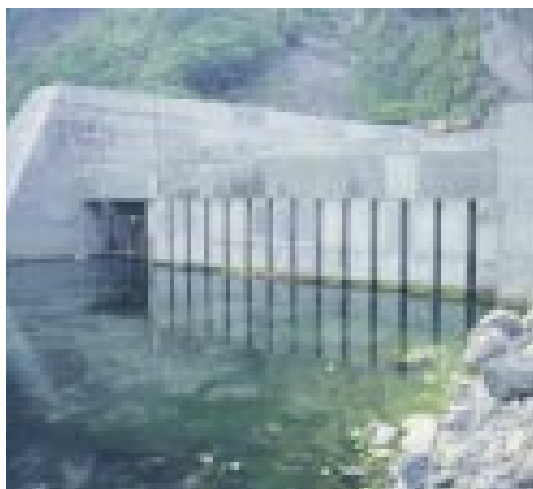
貳、現有魚道結構之評估

自民國85年1月至7月間，研究人員至台北縣烏來鄉、三峽鎮、金山鄉、雙溪鄉、貢寮鄉；苗栗縣南庄鄉、獅潭鄉、泰安鄉；宜蘭縣頭城鎮、大同鄉；屏東縣獅子鄉及台東縣卑

* 高雄師範大學生物科學研究所助理教授

** 台北市動物園編審

*** 國立台灣大學動物系副教授



上圖：魚道結構上游出口有柵狀構造以防止巨石進入魚道。

下圖：隔板落差過大，魚無法躍過。台灣魚種的體型較小，不若鮭鱒魚類因體型大能輕易躍過 50cm 的高度。隔板距離太近，魚可能無法有效加速以躍過魚梯。

南鄉等 50 座魚道進行調查結果，發現 50 座魚道均為階梯式，其中 3 座魚道已損壞，因魚道內的隔板全毀或半毀，推論可能於水位增加（颱風或豐水季）時有巨石進入魚道衝擊隔板而造成。

現存的魚道結構雖有缺失，但也有部分魚道的設計已作改進，如在上游出口設置柵狀構造物以防止巨石進入魚道或在上游出口增置一長型靜水區，藉以提供上溯魚類之休息區域，均為可肯定之處。

參、可能影響魚類及蝦蟹類利用魚道之障礙

利用預先選定之魚道調查項目評估溪流魚、蝦及蟹類利用現有魚道的可能障礙有：

一、隔板落差過大：一般魚道內經由隔板而下洩的水位落差約在 50 至 70cm 之間，但所調查之魚道隔板高度平均為 86.7 cm，台灣魚種及溪流生物的體型並不大，因此，此種約 1m 高的隔板是否適用於台灣溪流，實有檢討之必要。

二、隔板無潛孔：潛孔為隔板下方所設置之方形或圓形開口，魚道內隔板設置潛孔可改善魚道內的水文狀況（Clay 1961），同時在水量過大時，也可減低由隔板上傾洩而下的流水強度，可能有利於中上水層魚類的上溯。台灣高山溪流地區有平鰭鮎科和蝦虎科魚類，若魚道設置潛孔，也可能提供這些底棲魚類一

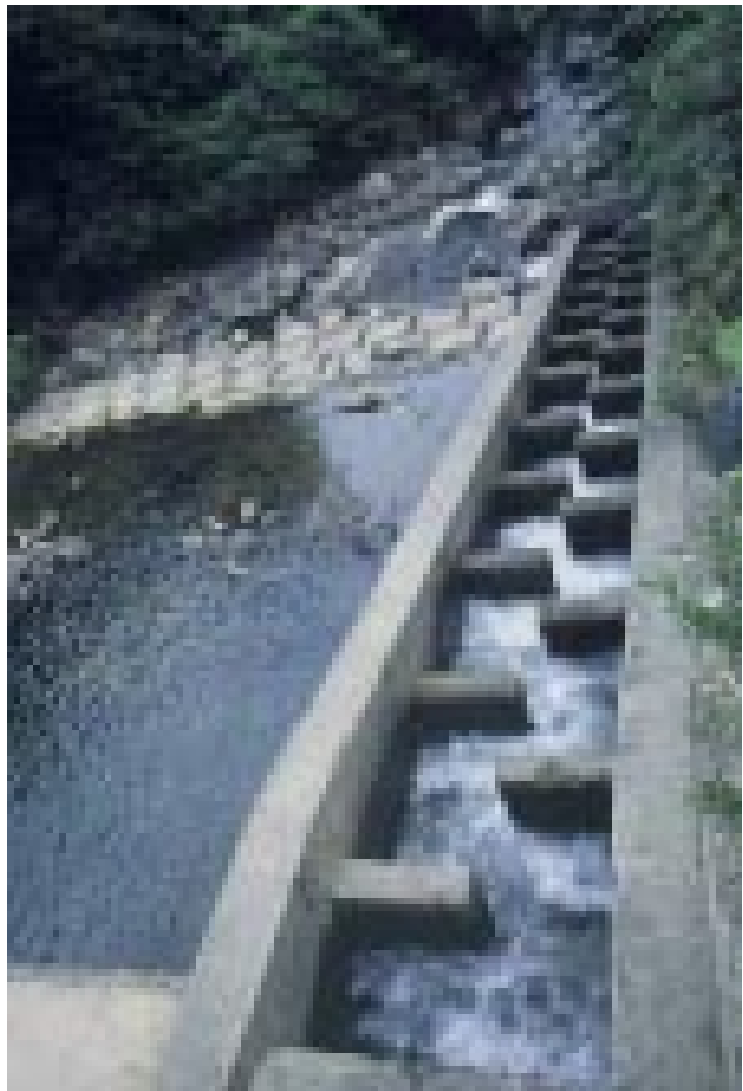
個通過魚道的管道。

三、隔板距離太近，魚無加速區：隔板距離太近，魚類無法有效加速以上躍前進。

四、上游出口淤塞或無休息區：目前許多魚道均設置於攔砂壩之上，而構築攔砂壩之主要目的在於截阻上游冲刷而下的砂石，當攔砂壩發揮其功能時，壩上所淤積的砂石常將魚道上游出口設置之休息水池填滿或將魚道出口導引至近於壩體中央之位置，當魚類上溯後，疲累的個體可能因水流過強而再被冲刷至壩下。

五、下游入口狹窄或落差過大：魚道下游入口若與河流之落差過大或因河流改道而受阻擋，魚類將無法進入魚道，以延續其洄游。水位增加時，置於副壩之消波磚或巨石也會移位，產生阻擋魚道下游入口的狀況。另由壩體而下的溪水流速常高於魚道下游入口之流速，結果上溯生物常無法辨識或到達魚道入口，遑論進入魚道。

六、魚道內淤塞：魚道內常有由上游冲刷而下的巨石、沙石、樹木與枝葉阻礙，造成生物上溯之障礙。



魚道內石塊、樹枝或人為垃圾阻塞水流，也限制魚蝦的

七、魚道內水流量過大或過小：魚道內流速過快，常和魚道坡度和位置有關，若坡度太大或位於壩體中央，可能有流速過高的狀況，若魚道內流速或流量過大，則生物需有極強的游泳能力以調適。另一極端則是魚道內之流量過小，通常導因於河流改道或上游出口淤



上溯。

塞，因溪水無法提供有效的水深和上衝角度，致使魚類無法通過隔板而上溯。

八、其他：除了上述之諸項可能影響魚道功能之障礙外，也有魚道構築於攔砂壩之主壩體，但並未延續到主壩前高約 1.5 ~ 2.0m 之副壩，生物若無法通過此副壩，則無論位於主壩體之魚道構築如何完善，仍無法發揮其功能。另外，現有問題尚包含上游魚道損壞，但下游魚道完整及攔砂壩完成後的工程善後清理等。

肆、溪流魚道附近之魚類相

表一、台灣溪流魚道附近之淡水魚種俗名名錄及分布（+：有記錄）。

縣/市	溪流	台灣 石鱖	鯪魚	脂鯢	蝦虎	溪哥	台灣 馬口魚	台灣 纓口鰐	其他
台北縣烏來鄉	桶后溪	+	+	+	+	+		+	
台北縣烏來鄉	加久寮溪	+	+	+	+	+			
台北縣坪林鄉	北勢溪	+			+	+			
台北縣石碇鄉	烏塗溪	+			+	+			
台北縣新店市	新店溪				+	+			
台北縣金山鄉	鹿角坑溪	+				+			
台北縣雙溪鄉	灣潭溪	+	+		+	+			
台北縣雙溪鄉	柑腳溪	+	+		+	+			
台北縣貢寮鄉	貢寮溪	+	+		+	+			
台北縣三峽鄉	熊空溪	+	+		+	+		+	
台北縣三峽鄉	蚬仔溪	+	+		+	+		+	
苗栗縣泰安鄉	汶水溪	+	+	+		+	+	+	
苗栗縣南庄鄉	上港溪	+	+		+		+		
屏東縣獅子鄉	雙流溪	+			+	+			高身鯪魚
宜蘭縣大同鄉	多望溪	+		+	+	+	+		
宜蘭縣頭城鎮	福成溪	+		+	+	+			
台東縣卑南鄉	知本溪				+	+			高身鯪魚

一、基本組成

研究人員至各魚道時，利用可辨識之魚體特徵，目視觀察不同之棲地環境（如水潭與急流等）之魚種組成，同時，也查詢魚道附近垂釣者之漁獲，以建立各魚道上下游魚類相之基本資料庫。

在研究者觀察魚道的幾條北部河川中，石鱖（*Acrossocheilus paradoxus*）、鯪魚（*Varicorhinus barbatulus*）和蝦虎屬於較常發現或為附近居民熟知的魚種。在台灣河川系統中，多數的魚道構築地點仍屬源頭或較上游河道，故推測除長途洄游魚種（如鱸鰻）外，魚種組成可能有限，表一中所列之七種魚類應具有相當代表性。

二、桶后溪

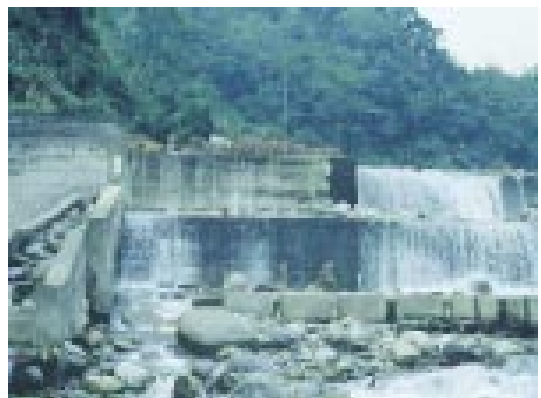
該河流共有九座魚道，將其由下而上編號，我們於第九號魚道上游、第三號魚道下游各與第一號魚道下游建立長約40至60m之採樣河段。於1月至7月間，共進行三次採樣，研究人員於各河段內取一平瀨（水深在50cm以上，目視無水流）及一急流（水深一般少於30cm，目視可見溪水流動）河段，以電魚法進行20分鐘採集，所採集魚類在溪畔決定種類，並測量各個體之體長及各魚種之總重後，將所有採集魚類釋回原河段。

桶后溪採集共得六魚種（表二），就採集時段所得之數量而言，以台灣纓口鰍（*Crossostoma lacustre*）與褐吻鰕虎（*Rhinogobius brunneus*）為優勢種，常見種則有鯛魚、台灣石鱸和粗首鰻（*Zaccopachycephalus*），而脂鯢（*Leiocassis adiposalis*）則屬稀有種類。於85年3月，研究者也至第九號魚道上游的河段進行採集，魚類群聚組成共有五種（表二），和下游諸採集點比較，最上游採集點之樣本內並無脂鯢，所採得之五魚種在下游均有出現；就數量而言，粗首鰻最少，其餘四魚種在數量上相近。

在85年春季之調查發現，台灣纓口鰍、台灣石鱸和粗首鰻之採集數量在採樣點間似有下游多於上游之趨勢，不過因採集時間過短，這些採集點間的魚種數量差異並不能提供魚道效益之證據，其他也應考慮的因子包括各魚種對棲地的喜好與選擇，下游環境可能提供較多

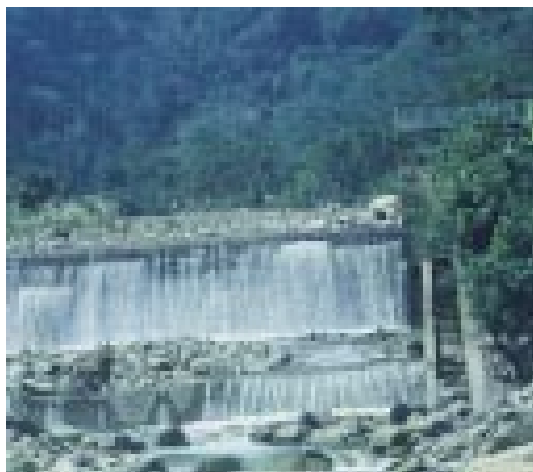
表二、85年1月~85年3月烏來桶厚溪常見魚種之平均數量與分布。（括弧內為標準偏差值）

採集點	採集次數	台灣纓口鰍	台灣石鱸	鯛魚	粗首鰻	脂鯢	褐吻鰕虎
最上游	1	13	14	22	3	0	20
第九號魚道上游	3	21.3 (1.8)	13 (4.9)	8.6 (3.8)	0.3 (0.3)	0.3 (0.3)	15.3 (8.4)
第三號魚道下游	3	33.3 (8.6)	7.6 (1.7)	9 (4.6)	3.6 (3.7)	0	6.6 (4.2)
第一號魚道下游	3	86.6 (35.1)	42.3 (11.3)	5 (2.5)	25.6 (13.2)	2.6 (1.4)	23.6 (13.0)



階段式魚道內卵石堆積成天然魚道，惟入口常因掏空造成落差過大而失敗。（張世倉 攝）

的棲息空間以支持較多的個體或只是季節性的現象。欲了解魚道之存在與否對河川上下游之魚類群聚組成或結構有否影響，應該有較長期之群聚與單一魚種族群之數量變化資料。本研究中也記錄各魚種之單一個體體長，但是族群年齡結構之資料分析，應至少能包括一個或數個世代的交替，方能建立較清楚之結論。



上、中圖：魚道出口堵塞為常見失敗案例（乾、雨季）。（張世倉 攝）

下圖：魚道主結構遭破壞及邊坡掩埋亦為常見失敗案例。（張世倉 攝）

伍、魚蝦蟹使用魚道狀況：

一、桶后溪

民國 85 年 2 月，當桶后溪水位較低時，選定第八號與第三號魚道（由下而上記數）作魚道內生物利用調查，藉以收集魚蝦使用魚道之基本資料。此二魚道均為階梯式，採樣人員利用 2 至 3 個手抄網阻於魚道內各隔板溢流位置，再以電魚法對隔板上方水池內採樣 3 至 5 分鐘，水池內魚類順流而下後，即被手抄網攔截，採集順序由魚道之最下方水池向上游移動，採得魚類記錄其種類、體長及個體數。蝦蟹類除利用上述電魚法採集外，亦採用蝦籠誘捕。

於八號魚道採集結果共採得鯛魚和褐吻虎二魚種，鯛魚分布之水池位於魚道內之上、下兩端，而褐吻虎則聚集於魚道內之下游水池，兩魚種皆未出現於魚道中段之水池（表三）。另外，也對三號魚道內十個水池進行由下而上之採樣，結果於九號水池內採得一尾體長 13.3cm 之鯛魚。

桶后溪之採集建立鯛魚和褐吻虎會進入魚道之紀錄，但是二者是否利用魚道主動進行上溯或下降之洄游行為，仍應採取保留態度，因為紀錄位置位於魚道之上、下兩端，不排除由上游被沖下或偶然進入下游水池之可能。

北部河川裡的淡水蝦多以粗糙沼蝦 (*Macrobrachium asperulum*) 為主（施，1994；陳，1996），文獻記載的其餘種類大多

已絕跡。我們於南、北勢溪及鹿角坑溪（磺溪上游）魚道附近所採集之蝦類，經分類鑑定均屬粗糙沼蝦一種，無米蝦、淡水蟹（澤蟹、清溪蟹）及絨螯蟹（曾在阿玉溪畔檢獲一死蟹，但經研判可能是露營烤肉者所遺留，非真正生於當地之蟹類）之蹤跡。

因置放於魚道內之蝦籠（魚道先經電魚法將既有魚蝦清除，且籠口朝下游）可捕獲粗糙沼蝦，我們初步判斷粗糙沼蝦會利用魚道。雖然根據施（1994）的研究，粗糙沼蝦不會降海洄游，但從我們的研究顯示粗糙沼蝦或許會做短距離的遷移。

二、後龍溪

85年7月24日於苗栗獅潭鄉後龍溪上游之一處矮壩，亦觀察到台灣石鱚有沿壩體上溯之行爲，此矮壩約有2m高，下游水深約1m，壩上水流沿著壩體溢流而下（約5cm高），台灣石鱚自下游上溯行爲大致可區分為沿壩體逆流而上及直接跳躍而上兩種，下游聚集之個體體長約在2至4cm間，但體長3至4cm者成功機率較大。

由苗栗後龍溪之資料推論，某些魚種在幼年個體即存在上溯之行爲，目前我們對於台灣溪流魚類遷移之生理與行爲之研究仍屬空白。將來魚道的設計，對目標生物之最小遷移體長、個體之運動與流速承受能力等基礎生態資訊均應納入考慮。

表三、85年2月於台北縣烏來鄉桶后溪九號魚道水池內魚種調查資料。

水池編號	鯽魚隻數	鯽魚體長（cm）	褐吻鰕虎	褐吻鰕虎體長（cm）	備註
10（上游）	2	8.9、15.7	-		
9	1	13.7	-		
4-8	-		-		
3	2	7.6、11.8	1	5.7	
2	1	17.4	-		
1（下游）	2	7.0、13.0	2	3.6、3.8	

陸、結語

根據作者訪談，目前台灣地區之現有魚道結構大多仿造歐美之設計，因此，我們認為目前設計實用魚道之最大障礙，在於欠缺台灣地區本土淡水魚、蝦、蟹等生物之運動能力、洄游生理、洄游行爲等基礎生態資料。除此之外，未來台灣魚道之構建，也應設計適於計數、標識、捕捉及觀察洄游生物之附屬結構，以提供生物族群研究之功能。最後，針對不法人士可能在魚道內毒、電或捕捉洄游魚類及避免中、下游之外來魚種（如吳郭魚和琵琶鼠）利用魚道上溯之隱憂，亦應及早謀求解決對策。