台灣河川既有魚道效應評估計劃

委託單位：行政院農業委員會

執行單位：國立台灣大學動物學系
主持人：陳俊宏 副教授
協辦單位：國立交通大學土木研究所
主持人：許海龍 教授
協辦單位：國立海洋大學河海工程系
主持人：楊文衡 教授

中華民國捌拾陸年陸月參拾日

台灣河川既有魚道效應評估計畫
（85保育-30（9））

目錄

台灣河川既有魚道效應評估計劃
—魚道興建沿革與台灣淡水魚生態

目錄

魚道興建沿革與台灣淡水魚生態

曹先紹、梁世雄、陳俊宏
國立台灣大學動物學系

魚道設計理念研革

目前世界上有許多不同種的構造設備被用來輔助魚類經過如壩体等人工的水中障礙，這類構造在美國稱為魚道（fishway）或魚梯（fish ladder）；在歐洲則稱為魚路（fish pass），日本以魚道稱之，另外也有藉助機械動力將魚運送至壩頂或壩基的設備，稱之為魚閘(fish lock)和魚昇降梯(fish elevator)。不論其名稱為何，基本上，「魚道」的定義為一人工構築的溝渠狀結構，可以讓魚類利用本身的游泳與跳躍能力，通過人工建築的障礙（Orsborn and Power 1985）。

17世紀甚至更早，歐美地區已有魚道建造的記錄。在十九世紀中期，被稱作魚梯的水池階梯式（weir and pool type）魚道即被成功的構築於愛爾蘭地區，其目的主要在幫助保存原生種洄游性魚種，尤其是鮭鱒魚類的族群。然而早期由於缺乏相關科學研究的資料，完全憑個人的經驗與直覺進行設計，因此魚梯的失敗率極高。在二十世紀初1909年，比利時Denil首先對如何在魚道內減少水力衝擊作研究，同時也嘗試去瞭解不同魚類之游泳能力，主要針對目標魚種的生理機能與能力，及他們能否順利利用魚道，這些想法促使漁道的研究與發展突飛猛進（Orsborn and Power, 1985）。時至今日，Denil的許多構想，仍被廣泛的應用，例如阿拉斯加的一種組合式魚道（steep pass），即是延續其專為偏遠地區魚道設計的概念。但當時魚道設計的原理，乃針對目標魚種的生理機能，是否足夠其通過魚道內的通路，並未特別注意魚類的行為模式。直到二十世紀中期，1940年間，魚類行為對魚道環境之反應，如明暗度、水流速、及坡度等才開始受到重視，如1937年興建在美國西北區之哥倫比亞河上的Bonnevile壩，特別重視對於引導水流（attraction flow）及下游入口之設計（Orsborn, 1985）。其基本概念，是希望魚類能在環境衝擊最低的狀況下，順利的通過魚道。自此以後，環境刺激對魚類成功使用魚道的正面影響，包括水流如何吸引魚類溯河，或是魚類如何藉湧昇流越過上溯時的障礙物等現象，均受到相當討論。總之，歐美地區，建構魚道的歷史雖然已有數百年的歷史，但是較大的進步仍是近50年間的事。雖然如此，進展仍算是相

當緩慢，其主因在於缺乏魚類生理及行為的基本資料。1983年Blake發表了"Fish Locomotion"一書，集合近代研究魚類運動研究之大成，對後來魚道之設計發展，助益頗大。

日本最早的魚道是1870年建於十和田湖，1888年則在鬼怒川則建造了55公尺的魚道，瀨田川也於1912年開始設立魚道。近年來日本研究者特別重視目標魚種的游泳能力和生態，其特有魚種的運動生理學理論也漸有基礎。1990年更於岐阜市召開「國際魚道會議」集世界各國和魚道研究有關之學者於一堂，共同討論和漁道相關的研究與設計（廣瀨、中村，1991）。

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（曾，1986）。而後，台灣各地欲減少水庫淤沙之效益，各單位廣建攔砂壩，依民國81年調查資料顯示，全省已有約2900座攔砂壩（林務局，1992）。攔砂壩的興建，對水土保持工作固然有其效益，但設計上缺乏對水域生態的整體考量，使得攔砂壩上、下游水域物理環境丕變，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，無法再利用其它溪段適合的棲息地，這些被切割成小族群的水生生物，彼此間也無法藉由生殖活動而交換遺傳物質（Tsao，1995；林、張，1992）。許多原生種淡水魚類，尤其是生活史中具溯、降河行為的種類，逐漸在攔砂壩興建後的上游溪段消失。

伴隨近年來國內環境保育意識的覺醒，人為活動對溪流魚類所造成的負面影響亦受到廣泛討論，要求攔砂壩上加設魚道的聲浪極高。因此，國內主要負責興建攔砂壩的林務局為兼顧水土保持防洪和生態保護，於民國68至84年間，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，少數為滑道截牆式（顧，1995）。為保育國寶魚櫻花鉤吻鮭，可拆卸式鋼質魚道亦曾提議使用於七家灣溪，但是因為架放時可能有污染溪水,增加濁度,及破壞棲地等考量，並未能實際使用。而台灣電力公司於建造大甲溪中游之馬鞍水壩時，亦有兼併Denil和水池階梯式設計之魚道（林務局，1992）。雖然，目前台灣地區在各種壩体上包含魚道設計之保育觀念漸興，但在魚道的設計、魚種使用魚道之監測、台灣魚類之溯溪降海種類及季節調查等研究，目前雖有曾晴賢、戴永禔、汪靜明等專家學者從不同的角度投入，但整體而言仍相當缺乏。

本土淡水魚類分佈特性

台灣原生種淡水魚類至少有13科57種，其組成以小型鯉科魚類為主。淡水魚類的分佈若以集水區地理位置而言，可約略分為四區。東、西兩岸以中央山脈為界，東部特有種包括台東間爬岩鰍及菊池式細鯽，西部地區則再以苗栗高地分隔，大眼華鰍與唇鰌只出現於北部，中間鰍鮀僅見於南部。中部雖為南北魚種的交會地帶，仍獨有櫻花鉤吻鮭與台灣鮰。而東部與南部也存在共通魚種，像何氏棘鮃與高身鏟頜魚（鯛魚）等（曾 1986）。由於各種魚類對棲息地環境因子的耐受度不同，隨集水區內自上游至下游水域環境及其複雜度的改變，淡水魚類群聚的組成也有所差異。以大甲溪集水區為例，海拔1,500公尺以上，全年水溫低於18℃的源流區，是溫帶冷水性魚類櫻花鉤吻鮭記錄中的分佈區域。在源流區下段，最高水溫可達20℃，優勢種魚類被溫水性的台灣鏟頜魚與纓口鰍取代。在溪流將出山區的段落，緩流區與水潭區的比例明顯增加，魚類相主要由台灣石鱚、台灣間爬岩鰍、埔里中華爬岩鰍、與溪哥組成。當大甲溪流出山區以後，鯽魚即出現在其魚類群聚之中（Tsao 1995；林與張 1992）。

台灣的櫻花鉤吻鮭是陸封型的鮭魚族群，終其一生都生活在寒冷的高山溪流中，已喪失了溯河與降海的習性，雖然如此，當大甲溪上游各支流內攔砂壩林立後，櫻花鉤吻鮭的分佈區域更明顯縮減（Tsao 1995）。同屬鮭目（鱁科）的香魚亦具備溯河與降海的習性，可惜台灣原生種香魚已在溪流環境遭受污染下，已宣告滅絕，目前出現在水庫與少數溪流中的香魚，是引自日本琵琶湖的陸封型族群。大眾熟悉的鱸鰻，於春末夏初也會有溯河的行為，然而，近年來被捕獲的數目降低許多。以上本土洄游性魚種數量的銳減或絕種，部份原因應歸究於攔砂壩對其洄游行為造成的障礙。另外，經常溪釣的人多少知道，許多本土淡水魚類，都有在溪流內作季節性上、下游間移動的現象。一些原住民更利用此現象，於春末夏初在上游溪段廣設漁笱，捕捉如台灣鏟頜魚等魚類。這種季節性上、下游間的移動，固然可能受水溫改變的影響，但也可能與魚類的生殖活動有關。即在生殖高峰配合溯河行為，對子代的重新散佈與族群維持的成功與否，應有積極的幫助。然而，眞正原因仍有待研究。

台灣可能使用魚道之主要魚種介紹

臺灣鏟頜魚（*Varicorhinus barbatulus*）俗稱鯝魚或苦花。全台灣均有分布，以河川中、上游河段為主。成魚多出現於水域中、下層，幼魚則侷限岸緣緩水區或水潭上層，枯水或冷水期常成群聚集石穴中。雜食性，以下頜刮取石頭上附生藻類為食，亦食用水生昆蟲及河床上的有機碎屑。生殖季長，具有多個生殖高峰，卵粒產於緩流區之砂質河床。

台灣石鱯（ *Acrossocheilus paradoxus*）俗稱石斑，為台灣特有種。全台灣均有分布，以西部各河川流域為主。喜好棲息湍急水流或清澈深潭中，成魚常出現於急瀨中巨石附近或後方水潭，幼魚則集中岸緣緩水區。雜食性，以石頭上附生藻類及水生昆蟲為主要食物。生殖季長，其生殖高峰出現的時間因不同年份與族群分佈地點有所差異，但一般而言均在四月至十月間。

粗首鱧（*Zacco pachycephalustypus*）俗稱溪哥、苦槽仔或闊嘴郎，為台灣特有種。分布於花東以外台灣各集水區，棲息河川緩流區與水潭區，或水庫湖泊中水溫不冷不熱（13-26℃）的水域。幼魚為雜食性，主要以刮取石頭上附生藻類為食，成魚偏肉食性，亦捕食水生昆蟲、小魚及小蝦。生殖季長，自三月中旬至十二月中旬，呈間歇性生殖。

臺灣纓口鰍（*Crossostoma lacustre*）俗稱石貼仔、鹿仔魚、花貼仔或肉貼仔，為台灣特有種。分布於西部淡水河以南至濁水溪集水區，底棲性，多棲息河川中、上游底質石為中大型石塊的湍急河段。雜食性，主要以石頭上附生藻類及水生昆蟲為食。生殖季長，自三月下旬至十二月底止，呈間歇性生殖，產卵場在河川中底質石以卵石為主的緩流區。

臺灣間爬岩鰍（*Hemimyzon formosanum*）俗稱石貼仔或石爬仔，為台灣特有種。分布於中央山脈以西各集水區，底棲性，多棲息河川中、上游底質石為中大型石塊的湍急河段。雜食性，主要以石頭上附生藻類、水生昆蟲及有機物碎屑為食。生殖季長，自三月下旬至十二月底止，呈間歇性生殖。

褐吻鰕虎（*Rhinogobius brunneus*）俗稱川鰕虎、狗甘仔或苦甘仔。分布遍及全省各集水區，部分褐吻鰕虎魚苗有降海洄游的習性，而終生在河川中生活的個體，體長可達10公分。底棲性，多出現河川中、下游底質石以中小型石塊為主的淺瀨區與水潭區，棲息於岩石下方或石縫中。雜食性，主要以水生昆蟲及有機物碎屑為食。全年均可生殖，但水溫較高時最盛。具領域性，雄魚會在底質石下以口啣石掘穴築巢，雌魚則產卵黏附在石頭下方，親魚並有護卵行為。

脂鮠（*Leiocassis adiposalis*）俗稱三角鉤、淡水河鮠或長鰭鮠。大多分布於中央山脈以西各集水區。底棲性，多棲息河川中緩流區底層石縫中。為性情兇猛之夜行性肉食魚類，白天潛伏洞穴中，夜晚外出覓食，以小魚、小蝦、及水生昆蟲為主。生殖季自三月中旬至十月中旬，呈間歇性生殖。

白鰻（*Anguilla japonica*）俗稱鰻魚或日本鰻，身體細長似蛇狀，體側無斑紋，體背灰黑、腹部白色，背鰭與臀鰭呈黑色、胸鰭則為白色。分布遍及全省各水系。底棲性，多出現河川、深潭、水庫的土穴或石縫中。屬降河洄游魚類，在大洋中產卵，孵化長成鰻線後，再溯河而上，在淡水中成熟。肉食性，主要以魚蝦蟹貝類為主食。城於體長一般約40公分，重1公斤，但可長至130公分，5公斤重。

鱸鰻（*Anguilla marmorata*）又名花鰻或烏耳鰻，身體長又粗呈棒狀，因全身具不規則黑色塊狀斑紋而得名。分布全省包括蘭嶼的河流、湖泊。鱸鰻的生活習性與生活史與白鰻極為相似，亦屬降河洄游魚類。但體型較大，可長至160公分，30-50公斤重。

表一、台灣可能使用魚道之主要魚種

俗名	學名	捕獲相對機率	
		水潭	急流
臺灣鏟頷魚	*Varicorhinus barbatulus*	+++	++
石鱯	*Acrossocheilus paradoxus*	+++	+

粗首鱥	*Zacco pachycephalustypus*	++	+
臺灣纓口鰍	*Crossostoma lacustre*	+	+++
臺灣間爬岩鰍	*Hemimyzon formosanum*		++
褐吻鰕虎	*Rhinogobius brunneus*	+	++
脂鮠	*Leiocassis adiposalis*	+	
白鰻	*Anguilla japonica*	++	+
鱸鰻	*Anguilla marmorata*	++	+

魚類游泳、跳躍行為模式

魚道設計上需符合魚類游泳與跳躍的能耐，避免因水流速超過魚類游泳能力的極限、或是讓魚類在上溯時過度疲勞，無功而返。一般將魚類游泳速度依表現時間長短分作三種（Orsborn 1985）：

1. 衝刺航速（Burst Speed）：此速度魚體僅能持續15至20秒就會疲倦，衝刺航速的使用常伴隨魚類的跳躍行為。
2. 續航速（Prolonged Speed）：可持續至200分鐘才感覺疲倦。
3. 永續航速（Sustained Speed）：可持續200分鐘以上而不覺疲倦。

魚道的設計主要應參考標的魚種的衝刺航速與續航速，加上其跳躍的能力。為讓標的魚種能成功地使用魚道，標的魚種的衝刺航速配合跳躍行為，需足夠讓其越過魚道內的隔板或魚梁等小型障礙物，標的魚種的續航速也應超過魚道內的水流速度。影響魚類游泳、跳躍能力的因素極多，包括上溯者的體型大小、生理狀態、上溯至該魚道前消耗的時間、周遭水文與地形結構、乃至水溫與光線等。魚類的游泳行為，除體型限制外，還受到外界環境與內在反應的交互影響。如急流中棲息的魚種，多數具有流線型的身軀，像櫻花鉤吻鮭、台灣鏟頜魚等，或是演化出緊貼底質石的方法，像爬岩鰍科魚類特化的胸、腹鰭，以適應激烈的水流。俗稱三角姑的脂鮠，主要在夜間活動，而鰻魚則喜歡在底質石間鑽動。因此，魚道設計中，也必需針對標的魚種的行為模式，設計諸如潛孔、或全黑的水道。另外，水流通過隔板等結構物後，由於水面落差，會在隔板下方產生沖激水流，此力量經過溪床底質反

彈後，即匯聚成一股湧昇流（Upwelling Flow）。湧昇流出現的位置，不但刺激魚類的跳躍行為，魚類在上溯跳躍時也經常藉助湧昇流所形成的推進力。

過去魚道設置不成功的案例，部份被歸究於下游入口處缺乏引導水流。研究顯示，許多魚類在溯河洄游時，會受到所在地附近較高水流速的吸引而行進，如果魚道下游入口處沒有相當的水流，即無法引導標的魚種進入魚道內。魚道下游入口處的水流，與魚道土木結構有關，若能朝向魚群聚集的方向創造適當水流，自然能幫助附近活動的魚類找到魚道入口（曾，1986）。

結論

在棲地保護與復舊之外，魚道興建已成為溪流魚類保育的重要工作之一，惟其並非解決攔砂壩問題的萬靈丹，只能減輕攔砂壩阻隔魚群的效應。目前國內魚道設計仍處於嘗試錯誤的階段，主要原因即在於基本資料的不足，因此對原生種淡水魚類的分佈狀況、生態習性、乃至於運動生理學的研究，實有加強的必要，以就生物學的角度提供魚道設計者較完整的資訊。對於已興建完成的魚道，也應儘速進行評鑑，深入調查其使用狀況，以求鑑往知來。以免發生魚道愈建愈多，但魚愈來愈少的窘境。

參考文獻

Blake, R. W. 1983. Fish Locomotion. Cambridge Univ. Press, Cambridge.

Orsborn, J. F. 1985. New concepts in fish ladder design, part I: summary. US Department of Energy, Bonneville power Administration, Division of Fish & Wildlife. 61pp.

Orsborn, J. F. and P. D. Powers, 1985. New concepts in fish ladder design, part III: fishway-an assessment of their development and design. US Department of Energy, Bonneville power Administration, Division of Fish & Wildlife. 161pp.

Tsao, et al., 1996. A stream classification system for identifying reintroduction sites of formosan landlocked salmon (*Oncorhynchus mason formodanus*, Jordan and Oshima). Aacta Zool. Taiwan., 7(1): 39-60.

林務局. 1992. 台灣省近期防砂壩現況調查報告. 292頁.

林曜松、張明雄. 1992. 大甲溪魚類生態調查計劃研究報告（II）. 台灣電力公司80年度研究發展計劃. 台大動物系. 91頁.

顧培森. 1995. 高山地區防埧與生態維護. 治山防災（鄭皆達、吳輝龍、陳禮仁編輯）農委會林業特刊第四十九號. 126-147頁

廣瀨利雄、中村中六. 1991. 魚道的設計. 山海堂. 376頁.

曾晴賢. 1996. 欖仁溪攔砂壩之魚道規劃設計研究. 墾丁國家公園管理處. 52頁.

曹先紹. 1996. 評鑑既有魚道的生物學考量. 林物局保育人員85年度溪流棲地改善研習班講義. 37-43頁

台灣河川既有魚道效應評估計劃
—生物利用現況之調查

委託單位：行政院農業委員會

執行單位：國立台灣大學動物學系
計畫主持：陳俊宏 副教授
研究人員：曹先紹 博士
研究人員：梁世雄 博士

中華民國捌拾陸年陸月參拾日

台灣河川既有魚道效應評估計劃
—生物利用現況之調查

目錄

台灣河川既有魚道效應評估計畫
—生物利用現況

梁世雄、曹先紹、陳俊宏
國立台灣大學動物學系

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之效益，各單位廣建攔砂壩，依民國80年資料，全省已有約2900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，但設計上缺乏對水域生態的整體考量，亦使得攔砂壩上、下游水域物理環境丕變，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。許多原生種淡水魚類，尤其是生活史中具溯、降河行為的種類，逐漸因攔砂壩的興建逐漸消失。

伴隨近年來國內環境保育意識的覺醒，人為活動對溪流魚類所造成的負面影響亦受到廣泛討論，要求在攔砂壩上加設魚道的聲浪極高。因此，國內主要負責興建攔砂壩的林務局為兼顧水土保持防洪和生態保護，於民國68至84年間，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）。為保育國寶魚櫻花鉤吻鮭，可拆卸式鋼質魚道亦曾提議使用於七家灣溪，但是因為架放時可能有污染溪水,增加濁度,及破壞棲地等考量，並未能實際使用。而台灣電力公司於建造大甲溪中游之馬鞍水壩時，亦有兼併Denil和水池階梯式設計之魚道（林務局，1992）。雖然台灣地區在各種壩体包含魚道設計之保育觀念漸興，但在魚、蝦、蟹使用魚道之監測和研究上，相當有限（曾，1986；施，1994；鄭等，1994，1996），尤其是魚類在淡水中的迴游行為、迴游生理及魚類游泳運動能力等的研究極度缺乏（魚技社，1995）。由於這直接影響魚道設計的品質及理念，因此提供這類的研究經費及環境，實為當務之急。

方法

文獻搜集:

利用台大光碟系統中的biological Abstract部分，以fishway和fishladder為關鍵字，對1980至1996間與魚道有關之發表文獻作搜尋。Biological Abstract提供北美與歐洲各種常用的生物有關文獻中發表文章的摘要，研究者可利用不同關鍵字之組合作搜尋，得到現存和研究主題相關之資訊。另也收集日本和台灣地區與魚道相關的文獻資料。

台灣現有魚道結構與生物利用的可能性調查：

自民國85年1月至7月間，研究人員以2至4人編組，至台北縣烏來鄉、三峽鄉、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南鄉等，對魚道上下游之溪流環境、魚道結構與魚蝦利用的可能性作調查。魚道所在位置，除由林務局之出版刊物（顧，1995）外，亦經由詢問國家公園管理處、自來水廠或林務局各分處技工而得。

抵達魚道所在位置後，研究人員首先觀察與記錄魚道上下游之溪流環境，包括上游水潭，淤積狀況，水潭底質，河道於魚道上下游之位置，與上下游河道寬度比等。對魚道結構之觀察則包括其使用狀況、型態，在河道內位置（面向下游），魚道入口之主要底質組成，魚道之水流入口，出口及內部之淤塞程度等。另也對魚道之各部結構作實際測量，若因安全因素無法實際測量或接近，則也對各部結構作估計，測量之魚道結構部位包括其長度、寬度、魚道內水深，上游水流入口之長度、寬度、水深和魚道內隔板之數目長度、寬度和水深。特別記錄並拍照魚道內隔板溢流至魚道底部之水位差、魚道下游魚類上溯入口落差及上游出口等魚道條件(見附件一)，並就現狀進一步探討魚蝦利用的可能性。

台灣現有魚道附近魚蝦蟹類調查:

1.一般資料：研究人員至各魚道時，對不同之棲地環境，如水潭與急流等，作觀察。利用可辨識之魚體特徵，對各魚道之上下游魚類相建立初步資料，同時也詢問在魚道附近垂釣人員之漁獲，以建立基本資料庫。

2.桶后溪：台北縣烏來鄉溪桶后溪共有九座魚道，研究人員將其由下而上編號，於第九號魚道上游，第三號魚道下游，與第一號魚道下游建立長約40至60公尺之採樣河段。於1月至7月間，共進行三次採樣，魚類採樣以電魚法進行，將棲地區分為平瀨及急流二種，平瀨之特點為水深在50公分以上，目視無水流及白色水花產生，而急流特徵為水深一般少於30cm，且目視可見溪水流動與產生白色水花。研究人員於各河段內取一平瀨及一急流河段，以電魚法進行20分鐘採集，所採集魚類，在溪畔決定種類後，並測量各個體之體長，各魚種之總重，同時也輕壓採集魚類個體之腹部以記錄其生殖腺成熟度（林、張，1992）。結束各項測量後，則將所有採集魚類釋回，以維護河流生態。

3.魚蝦蟹使用魚道狀況：為了探討模擬第二年計畫的可行性，於民國85年2月份，桶后溪水位較低時，選定第八號與第三號魚道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到5分鐘，所採集魚類則順流而下，被手抄網採得，採集方式由魚道之最下方水池向上游移動，至上游入水口採得魚類，除記錄水池編號（由下而上），並則記錄魚種及其個体數。蝦蟹類除經上述電魚法採集外，亦採用蝦籠誘捕。

結果

文獻搜集:

利用Fishway和fishladder為關鍵字，對歐美生物相關文獻作搜尋，結果共得五篇相關文獻，三篇發表於1988年，另二篇發表於1989年，研究進行國家包括加拿大與芬蘭，二篇發表於期刊，另三篇為加拿大漁試所之報告

以下介紹各篇之出處及簡介摘要內容:

1. Hooli, J. 1988. Studies in the fishway models. Aqua. Fennic, 18(2): 171-178.

芬蘭Qulu大學於1980年初開始對魚道作較深入之研究作者於Qulu大學之實驗室內建立隔板式魚道模型，再根據室內模型等比例放大之魚道模型則建於Keminmaa河與Kirakkakongas發電廠(30公尺長，2公尺落差)進行實地測試。作者也於Tornionjoki河作了魚類行為之觀察，魚類使用魚道之攀登行為研究在流量每秒30—100公升間進行，於Kirakkakongas發電廠之觀察發現，河中魚類開始聚集於魚道

下游之入口處之流速為每秒0.3－1.5公升。除了魚道內和下游開口之流速外，魚類之游泳行為明顯受到水溫影響，另最低每秒33公升和最高流量每秒100公升時所聚集之魚量，前者明顯高於後者。魚道內流量與速度之設計，應考慮目的魚種，河中的鮭鱒魚類能利用與承受的流速較諸白魚（whitefish）要高出甚多，另外除了魚道內的流速應注意外，入口與出口處之流速也應特別留意，在Keminmaa魚道模型試驗發現，最適於魚類聚集之溫度為16-19℃，對白魚而言，最佳流量為不高於每秒25－35公升，另外白魚在秋季與早上時顯示最佳的跳躍能力。

2. Jessop, B. M. & H. A. Parker. 1988. The alewife in the Gaspereau River County, Nova Scotia,Canadian Manuscript Report of Fisheries and Aquatic Science. (1992) I-V，I-29.

研究者在white Rock fishway計算在生殖迴遊季時通過之alewife (*Alosa pseudoharengus*)以瞭解此魚類資源的使用程度、魚道之效益、使用狀況與族群特徵。研究發現此魚種每年利用魚道迴游的數量在5萬至11萬條間，由此估算此族群中66% 的數量被捕捉為商業用途，迴游時間主要發生於五月初至六月初，持續約14至33天，alewife上溯高峰主要發生於下午至傍晚間，但太陽下山後則降低。利用魚道之魚數也和水溫和流量有關，魚道內上溯時間約需4--5小時，同時利用魚道收集alewife也瞭解此魚的第一次生殖年齡約在出生4--5年，公母比率約為1:1

3. Lightly, D. T., T. F, Shardlow, & A. Y. Fedorenko. 1988 Determination of 1984 Chinook Salmon escapement,to Somass River system. Canadian Manuscript Report of Fisheries & Aquatic Science. (1982)：I-Ⅷ，1-104.

利用魚道估算1984年於Somass河及各支系內，Chinook Salmon 之生殖迴游總數與標識放流。估算在河中生殖的個數（56，000）遠超過進入人工繁殖場（11，000)和被利用（運動和原住民漁業，33，000）。族群雌雄比率約為1:1。生殖個体之年齡組成包括2年魚至5年魚，但以4年魚為主。

4.Beacham, T. D, C. B.Murray, & R. E. Withler. 1989 Age, Morphology, & Biochemical genetic variation of Yukon River. Tran. Amer. Fish. Soc. 118C(11)：46-63

此研究並未直接提供在任何使用魚道以為生物研究之結果，和魚道有關之部分只是Yukon河系統中利用Whitehorse fishway 之幼年Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) 和其他支流之族群在形態和基因結構上有不同。

5.Ricker, W. E., 1989. History and present state of the odd-year pink Salmon runs of the Fraser River Region (British Columbia, Canada) Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Science. (1702)：I-VI, 1-37

利用魚道收集之資料，描述1901至1987年間，在Fraser河系內之Pink Salmon族群特徵之改變。結果發現80年後魚体長度逐漸變小，原因可能和網具選擇大型個体，缺乏充足食物，上溯產卵使用大量体能，和人類破壞某些產卵場有關。

6. Clay, C. H. 1961. Design of fishways and fish facilities. Deepartment of fisheries of Canada, OTTAWA. Canada.

提供魚梯設計與結構的有關資訊，在生物使用和監測上略有提及，但相當有限。

魚道形式結構與魚蝦蟹利用

自85年1月至6月間，對台中縣以北之40座魚道作實地勘察，其中發現有3座魚道損壞，此3座損壞魚道均為階梯式，因魚道內的隔板皆全毀或半毀，故推論為可能於水位增加(颱風或豐水季)時，有巨石進入魚道，衝擊隔板而造成。不少魚道是在構建後，因攔砂壩上游全為砂石填滿，魚道上方出口遭淤塞，致使河水不經由魚道而直接由壩体流下，此魚道雖仍完好，但其功能已無法發揮。如苗栗縣南庄鄉東河有一魚道屬於此類（見圖1）。其餘大部份魚道，雖然均完好且仍有溪水流入，但根據觀察，其可能影響魚蝦利用的問題如下:

1.隔板無潛孔（見圖2）：魚道內隔板若設置潛孔可改善魚道內的水文狀況，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鰍科和蝦虎科魚類，若魚道設置潛孔，當可提供這些底棲魚類一個通過魚道的管道。

2.隔板落差過大，魚無法躍過（見圖3）：台灣魚種的體型較小，不若鮭鱒魚類因體型大能輕易躍過50公分的高度。

3.隔板距離太近，魚無加速區（見圖4）：魚無法在休息後，有效加速來躍上上一階的魚梯。

4.上游出口淤塞或無休息區（見圖5）：魚類在游出魚道後可能會立即被水流沖下主壩體。

5.下游入口狹窄或落差過大（見圖6）：魚類無法或很難找到魚道入口，或很難順利游入魚道。

6.魚道內淤塞（見圖7）：石塊、樹枝或人為垃圾阻塞水流，限制魚蝦的上溯。

7.道內水流量過大或過小（見圖8）：沒考慮到豐水期及枯水期的水量變化，影響到魚道的利用。

魚類調查

85年2月於桶后溪等九號魚道內水池，依次由下而上作採集，共採得鯝魚和川鰕虎二魚種，鯝魚分布之水池位於魚道內之上、下兩端，而川鰕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(見表一)。同時也對桶后溪3號壩上之魚道內水池進行由下而上之採樣，此魚道內應有十個水池，結果則於九號水池內採得一尾体長13.3cm之鯝魚。

另於桶后溪選擇孝義攔砂堰上，下與工作站等三個實驗點，在1985年1月至3月間，每月採集1次，共得六魚種，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，常見種則有台灣鏟頷魚（*Varicorhinus barbatulus*）台灣石鱮（*Acrossocheilus paradoxus*），和粗首鱲（*Zacco pachycephalus*），而脂鮠（*Leiocassis adiposalis*）則屬稀有種類，於85年3月，研究者也至所有的攔砂壩以上的河段進行採集，魚類群聚組成共有五種，和下游採集點比較，最上游採集點之樣本內並無脂鮠，所採得之五魚種在下游均有出現，就數量而言，粗首鱲最少，其餘四魚種在數量上相近(見表二)。

在研究者觀察魚道的幾條北部河川中，石鱮，鯝魚，和川鰕虎屬於較常發現，或為附近居民熟知的魚種。另有些訊息，如汶水溪有鱸鰻，僅為釣者間傳聞，仍需考察以求實證。在河川系統中，多數的魚道構築地點仍屬源頭或較上游河道，故推測除長途迴游魚種，如鱸鰻外，魚種組成可能有限，表中所列之七種魚類具有相當代表性(見表三)。

以下就85年1月至3月間，根據各魚種於此四採樣點所採得之數量，分別討論如下：

台灣纓口鰍：

此魚種之數量於一月時站間差異不大，但自二月始，和上游二站比較孝義攔水堰下游之數量有突增五倍至七倍之現象，三月時最下游採集站之數量仍大於上游各站有五倍之多。

台灣石鱚:

自1月至3月，各採集站，呈現穩定或漸減少的現象，就空間變化而言，最下游之採集點之數量較諸上游為多，1月時相差約在2至9倍間，而3月降至3至4倍間。

台灣鏟頷魚：

不論就數量之空間或時間變化而言，此魚種之變化不大，但三月時最下游採集點，無此魚被採集之記錄。

粗首鱲：

粗首鱲之數量變化，明顯地呈現聚集於下游的現象，至於時間上的變化，在各工作站和採水堰上游，只於二月有樣本採集，在攔水堰下游，三個月份均有記錄，但以三月最少。

脂鮠：

自85年1月至3月間，此魚種數量在桶后溪屬稀有，採集所得之10隻個体中，80％出現於最下游。

褐吻鰕虎：

此魚種在數量上雖屬優勢種，在85年1月至3月間，各點之時間變化並無較明顯趨勢，空間變化於二月間，似有由上游往下游漸增之現象，但於3月間又有相反趨勢，即由上游向下游遞減。

85年7月24日，研究者於苗栗獅潭鄉後龍溪上游之一處矮壩，亦觀察得石鱚有沿壩体上溯之行為，此矮壩約有2公尺高，下游水深約1公尺，壩上水流沿著壩体溢流而下（約5cm深），石鱚自下游上溯行為大致可區分為沿壩体逆流而上及直接跳躍而上兩種，下游聚集之個体体長約在2至4cm之間，但3至4cm者成功之機率較大。

蝦蟹部份：於南北勢溪及鹿角坑溪（磺溪上游）魚道附近所採集之蝦類，不論經由手抄網或蝦籠所捕獲之蝦類，經分類鑑定均屬粗造沼蝦（*Macrobrachium*

asperulum）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，非眞正生活於當地之蟹類）之蹤跡。

討論

文獻蒐尋

自1980年至1996年利用Fishway和Fishladder的關鍵詞及對歐美的生物相關文獻作搜尋，結果於1988至1989年共得五篇文章。雖然數目不多，且侷限於經濟魚類，但是由此五篇相關文獻中瞭解，魚道的效益並不止是單純的生物保育，因為魚類的上溯下行皆需經由此建物，經由適當的設計，魚道也可提供生態與資源利用學者，對魚類族群之特徵有所瞭解，例如適宜之水溫、流量與流速，各種遷移的時段與尖端時間，可利用與已利用的族群資源比例，族群內之雌雄性別比例，生殖群之年齡組成等，另予以長期觀察，也可提供在時間和空間上各分支族群之變動與造成族群變動的可能原因。

目前台灣地區的魚道構築，主要仍重於提供魚類迴游的路線以達生物保育之目的，但是我國魚道的設計層次仍於起步階段，且近2900座攔砂壩上只有少於5%有設置魚道（顧，1995），現有資訊也指出不同魚種對魚道之流速與流量可能有不同要求，但根據作者訪談，目前魚道設計者多參考歐美日之現有結構，並未對台灣特有魚種先進行研究瞭解其游泳能力，迴游生理與行為等資訊，未來台灣魚道之設計與構建，除了應對台灣特有漁種之生活習性有所瞭解外，也應在設計上加強能提供魚類族群資訊之設計，如適於計數，標識、捕捉及觀察等設計，以兼顧生物保育與族群研究之目的。

魚道形式結構

一般魚道內經由隔板而下洩的落差約在50至70公分之間,但依隔板之高度與魚道坡度而言,也有落差增加至約80--90公分左右，此種約1公尺間的落差是否適於台灣溪流之魚類實在應再加研究。

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沖刷而下的砂石,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原設置

之休息水池附近填滿,或將魚道出口導引至近於壩体中央之位置,當魚類上溯後,疲累的個体可能因水流過強而再被沖刷至壩下,致使其洄游過程與魚道效能之發揮,無法完成。

魚道出入口若落差過大,則於下游入口魚類無法進入魚道,持續其洄游過程,若上游出口之落差過大,則上溯魚類雖可通過魚道,但無法到達上游,仍是功虧一簣。下游入口常因河流改道而受阻擋,另水位增加時,置於副壩之消波磚或巨石也會有阻擋魚道下游入口的狀況,另由壩体而下的溪水流速常有高於這些過於狹窄或被阻擋之下游魚道入口之流速，如此造成的結果是上溯魚類常無法辨識或聚集於魚道入口，進而進入魚道，以持續上溯。

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体中央，可能有流速過高的狀況。若魚道內流速或流量過大，則魚類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。魚道內常有由上游沖刷而下的巨石、沙石、樹木與枝葉，而阻礙漁道，造成魚種上溯之障礙。

於熊空溪也發現當地居民自魚道上游引水使用,結果造成魚道內水量劇減,在豐水季時,此種人為干擾可能對魚道內水量之影響較小，但是枯水季時，其負面效應可能會增加(圖9)。

除了上述之諸項較常見可能影響魚道功能之因素外，其他也有一些如魚道構築於攔砂壩之主壩体，但魚道未延續到主壩前高約1.5-2.0公尺之副壩，魚類無法通過此副壩，則位於主壩体之魚道構築完善，仍是無法發揮功能（見圖10）；另於苗栗東河發現最上游之壩体魚道已損壞，但久未修復，如此若下游漁道均暢通且正常發揮功能，魚類仍無法完成其上溯過程（見圖11）。

除了構築魚道的政策上需要改進外，魚道完成後，環境的清理可能是造成日後魚道易於淤積或破壞的原因，舉苗栗東河之魚道為例（見圖12），壩体和魚道的建築，需重型機械施工，為了重型機械可運動至施工地點，施工時河道上常有鋪改厚實砂石以為道路，但是在魚道完工後，若未清理這些鋪設沙石，則壩体上方之空間已幾乎被填滿，此種不清除為便利施工所造成的堵塞，不但減低了壩体之功能與使用年限，同時也極易造成壩上魚道之淤塞與河流改道，直接或間接地也影響魚道之功能與壽命。

現存的魚道結構有許多可再改進的空間，事實上也有部份魚道的構建已作改進，如在上游出口有柵狀構造以防止巨石進入魚道（見圖13a），或增置一長型類似靜水區之水道，以提供上溯後之魚類有一休息區域（見圖13b）均為可予肯定之處。尤其在壩体上游之水潭淤塞後，（水文的改變常也是影響魚道功能的因子），對於此種問題，筆者以為在壩体構築前應請水文學家依台灣高山溪流中地質，地理、與水流之特性，建立模式，來嘗解若壩上水潭填滿後，河道之改變，河流流速與流量的變化，再依此結果以決定魚道的位置，坡度與型式、或許可減低因水潭淤塞而造成喪失魚道功能的效果

桶后溪之魚蝦蟹組成

台灣纓口鰍，台灣石鱚和粗首鱵之採集數量，在85年春季時間，於桶后溪之採樣點間，似有下游多於上游之趨勢，另最下游之採集點位於孝義攔水堰之下，與上游間無魚道相連接，另二個上游採集點（攔水堰上游與工作站）雖有數個攔砂壩相隔，但有魚道相連，不過因採集時間過短，這些採集點間的魚種數量樣本並不能提供魚道效益之証據，其他也應考慮的因子包括各魚種對棲地的喜好與選擇，下游之環境也可能提供較多的棲息地空間以支持較多的個体，另可能也只是季節性的現象，所以對此數魚種數量在空間上分佈所呈現的現象，我們暫不妄下推論。

北部河川包括桶后溪在內，河川裡的淡水蝦多以粗造沼蝦為主（施，1994；陳，1996），文獻記載的其餘種類大多已絕跡。

魚蝦蟹魚道使用

桶后溪之採集建立鯛魚和川鰕虎會進入魚道之記錄，但是二者是否利用魚道主動進行上溯或下降之迴遊行為，仍應採得保留態度，因為記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。由苗栗後龍溪之資料推論，上溯行為在某些魚種可能在幼年個体即會存在，目前我們對於台灣溪流魚類遷移之生理與行為之研究仍屬空白。將來魚道的設計，應該考慮目的魚種最小遷移体長，個体之運動與承受能力。

蝦蟹類是否利用魚道的初步研究顯示，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）可捕獲粗造沼蝦，我們初步判斷粗造沼蝦會利

用魚道。雖然根據施（1995）的研究，粗造沼蝦不會降海迴游，但從我們的研究顯示粗造沼蝦或許會做短距離遷移。

綜合討論與未來建議

目前設置實用魚道之最大問題，不在於水文資料或土木結構，而是生物資料如淡水魚、蝦、蟹等會使用魚道動物之運動能力、迴游生理、迴游行為等基礎資料。應籲請國科會及農委會提撥研究經費，加強相關研究工作的進行。除此之外，為避免屆時無魚可研究，應考慮避免不法人士毒、電、或捕捉洄游魚類，同時，為避免中，下游之外來魚種（如吳郭魚和琵琶鼠）利用魚道上溯至源頭，影響原生種魚類之生存，應及早謀求對策。

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，應該有較長期之監測資料，以提供數年間之群聚與各單一魚種族群之數量變化，本研究中也有記錄各魚種之單一個体体長，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，故留待資料充足時再予討論。

參考文獻

林務局. 1992. 台灣省近期防砂壩現況調查報告. 292頁.

林曜松、張明雄. 1992. 大甲溪魚類生態調查計劃研究報告（II）. 台灣電力公司80年度研究發展計劃. 91頁.

施志昀. 1994. 台灣淡水蝦、蟹類之分類、分佈及幼苗變態研究. 國立台灣海洋大學. 漁業科學研究所博士論文.

顧培森. 1995. 高山地區防堰與生態維護. 治山防災.（鄭皆達、吳輝龍、陳禮仁編輯）. 農委會林業特刊第四十九號. 126-147頁.

李鴻鳴、巴利士、謝國止. 臺灣地區重要河川魚道設計之研究.

廣瀨利雄、中村中六. 1991. 魚道的設計. 山海堂. 376頁.

曾晴賢. 1986. 欖仁溪攔砂壩之魚道規劃設計研究. 墾丁國家公園管理處. 52頁.

曹先紹. 1996. 評鑑既有魚道的生物學考量. 林物局保育人員85年度溪流棲地改善研習班講義. 37-43頁.

陳俊宏. 1996. 台灣淡水蝦蟹的認識與保育. 林物局保育人員85年度溪流棲地改善研習班講義. 17-24頁.

鄭明修等.1994. 東北角海岸風景特定區自然資源生態調查與監測（一）. 交通部觀光局東北角海岸風景特定區管理處. 206頁.

鄭明修等.1996. 東北角海岸風景特定區自然資源生態調查與監測（二）. 交通部觀光局東北角海岸風景特定區管理處. 184頁.

台灣漁業技術顧問社. 1995. 模型魚道設計及魚類溯游能力驗證. 石岡壩魚道興建可行性評估及初步規畫（大甲溪流域整治計畫之魚道關建計畫）.第七章.20頁.

表一、台北縣烏來鄉桶后溪九號魚道內魚種調查（85.02）

水池編號	鯝魚	体長（cm）	川鰕虎	体長（cm）	備註
10（上游）	2	8.9、15.7	–		
9	1	13.7	–		
8	–		–		
7	–		–		
6	–		–		
5	–		–		
4	–		–		
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	

表二、烏來桶后溪常見魚種之數量與分佈（85.01~85.03）

採集點	日期	台灣櫻口鰍	石鱚	鯝魚	溪哥	脂鯿	川蝦虎
最上游	0312	13	14	22	3		20
工作站	0117	24	22	16		1	29
	0212	22	12	7	1		
	0312	18	5	3			17
攔水堰上游	0117	46	6				15
	0212	37	11	15	11		2
	0312	17	6	12			3
攔水堰下游	0117	21	57	8	44	5	26
	0212	141	50	7	33	3	45
	0312	98	20	?	?		

表三、台灣溪流魚道附近之淡水魚種（85.01~85.06）

縣/市	溪流	石鱚	鯛魚	脂鮠	川鰕虎	溪哥	馬口魚	台灣櫻口鰍	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	蚋仔溪	+	+		+	+		+	
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	+			+	+			高身鰟魚
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				+	+			高身鰟魚

圖1、魚道仍完好，但攔砂壩上游全為砂石填滿，魚道上方出口遭淤塞，水直接由壩体流下，無法發揮魚道功能。台北縣三峽熊空溪

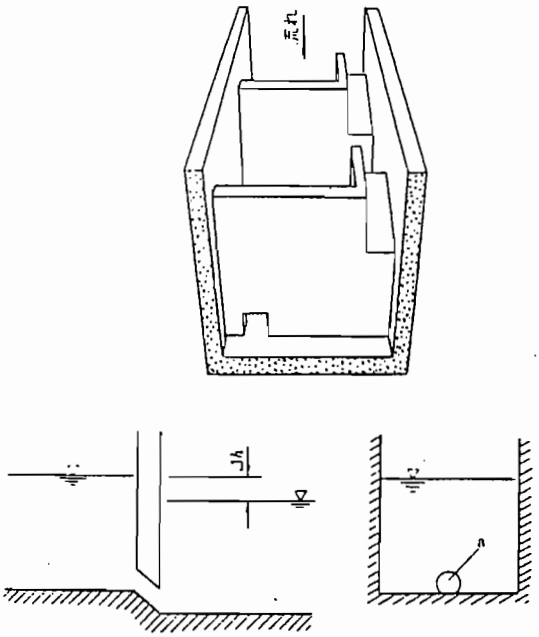


圖2、魚道內隔板若設置潛孔可改善魚道內的水文狀況，同時在水量過大時，也可減低由隔板上傾洩而下的流水強度，有利於中上水層魚類的上溯。

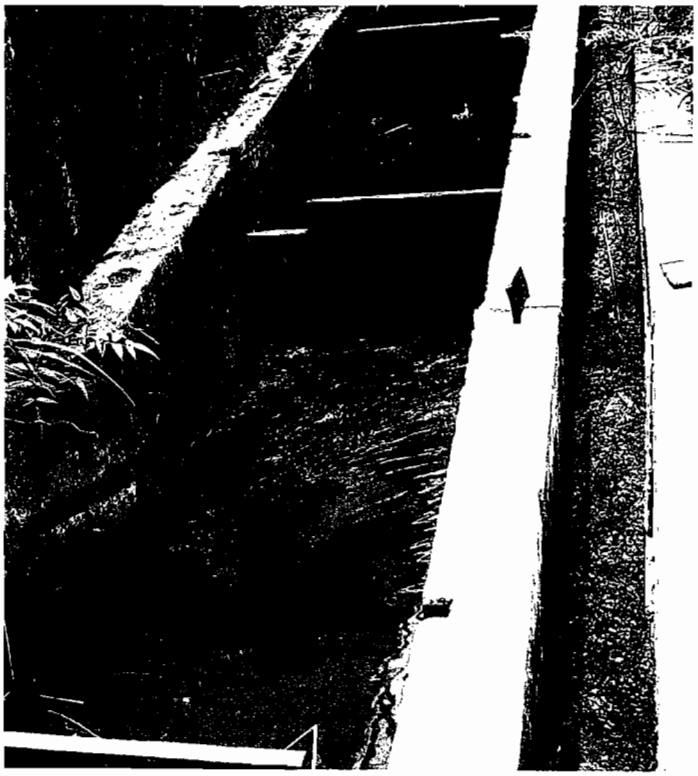


圖3、隔板落差過大，魚無法躍過。台灣魚種的體型較小，不若鮭鱒魚類因體型大能輕易躍過50公分的高度。 台北縣金山鹿角坑溪

圖4、隔板距離太近無加速區，魚無法有效加速來躍過魚梯。台北縣烏來加久寮溪。

圖5、上游出口淤塞（A）或魚類在游上魚道後無休息區（B），可能會立即被水流沖下主壩體。（A）苗栗縣南庄上港溪；（B）台北縣烏來桶后溪。

圖6、下游入口淤塞、狹窄或落差過大，魚類很難無法找到魚道入口或游入魚道。台北縣金山鹿角坑溪。

圖7、魚道內石塊、樹枝或人為垃圾阻塞水流，也限制魚蝦的上溯。台北縣三峽熊空溪。

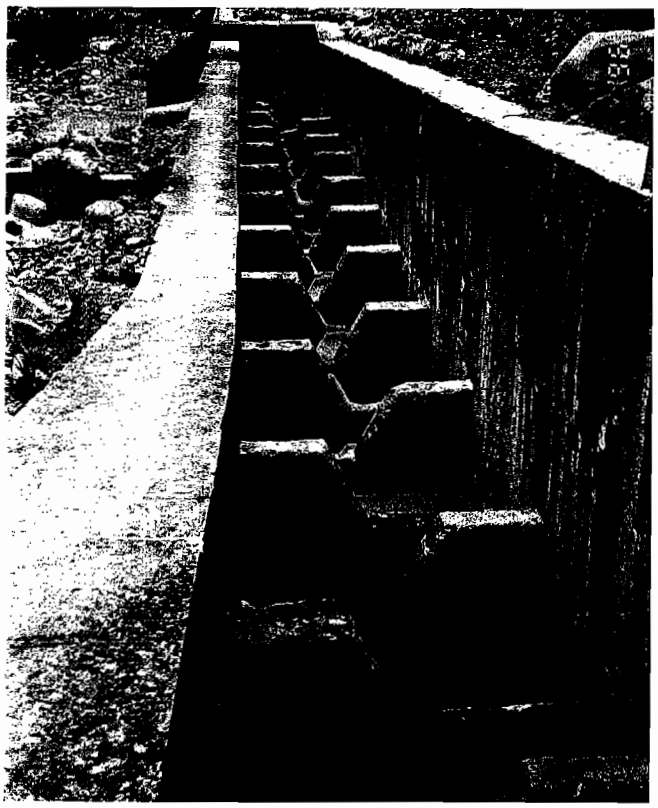


圖8、道內水流量沒考慮到豐水期及枯水期的水量變化，影響到魚道的利用。苗栗縣南庄上港溪。

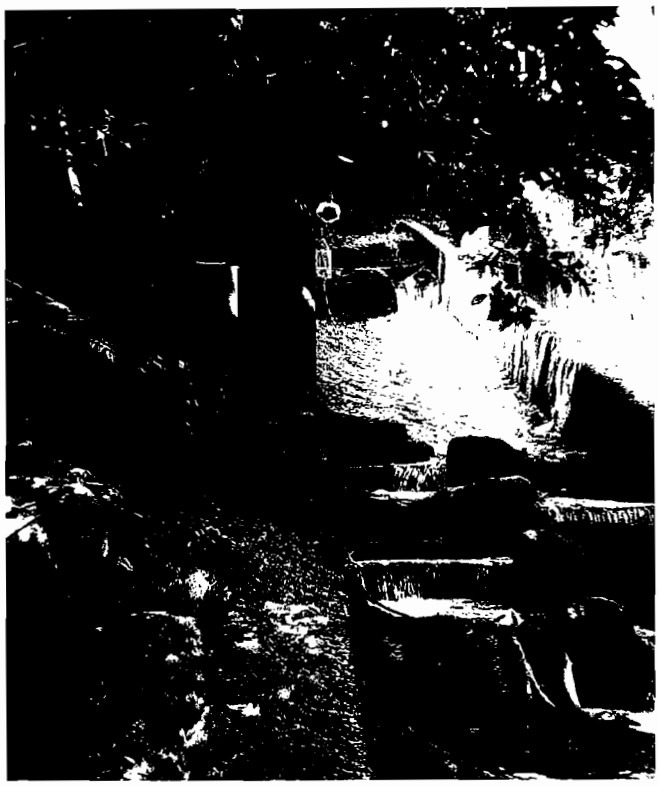


圖9、人為干擾對魚道內水量之影響。在熊空溪發現當地居民自魚道上游引水使用，造成魚道內水量劇減。在豐水季時，此種影響尚小，但是枯水季時，其負面效應可能會增加。

圖10、魚道構築於攔砂壩之主壩体，但魚道未延續到主壩前之副壩。雖魚道構築完善，仍是無法發揮功能。 苗栗縣南庄上港溪。

圖11、最上游之壩体魚道已損壞，但下游魚道完整，魚類仍無法完成其上溯過程。於苗栗縣泰安汶水溪。

圖12、攔砂壩完成後，環境未清理減低了壩体與魚道之功能與使用年限。苗栗縣泰安汶水溪。

圖13a、現存的魚道結構已有許多改進結構，如在上游出口有柵狀構造以防止巨石進入魚道。苗栗縣泰安汶水溪。

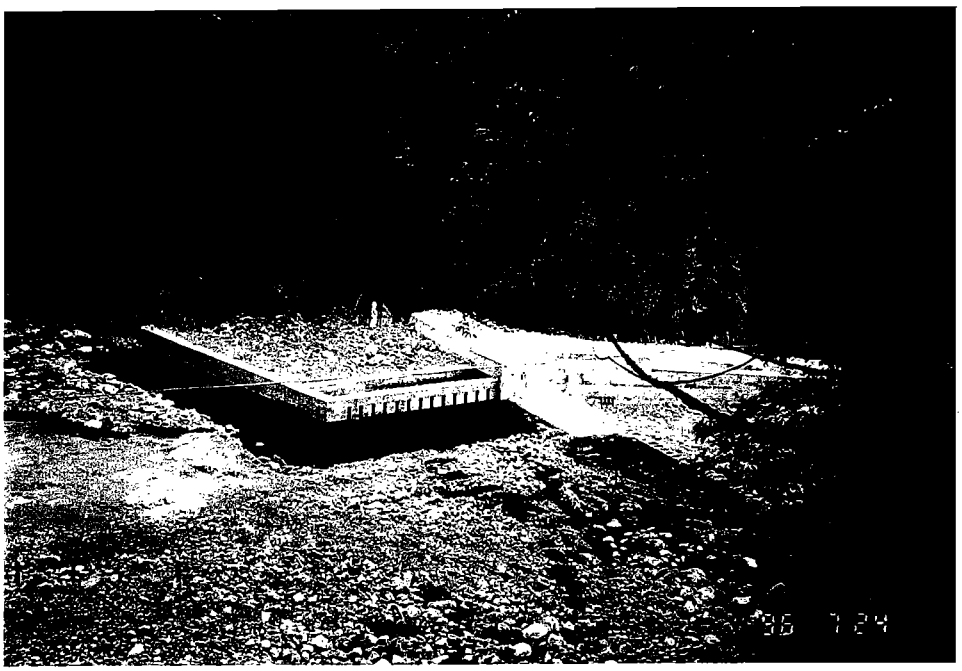


圖13b、增置一長型類似靜水區之水道，以提供上溯後之魚類有一休息區域。苗栗縣泰安汶水溪。

附件一

魚道調查問卷

記錄者：

時間：___年___月___日　　地點：_____縣 _____溪　　魚道編號：

GPS：　　所屬機構 ：

攔砂壩：　長度：_____m　　寬度：_____m

使用狀況：淤積　　破壞　　正常　　可能損壞的原因：

上游水潭底質：巨石　　卵石　　礫石　　砂泥　　其他：

所在位置：平地　　山區　　其他：

水面關係：潛入　　浮出　　其他：

副　壩：有　　無　　其他：

魚　梯：　長度：_____ m　　寬度：_____m

型　態：滑落式　　階梯式　　複合式　　其他：

位置（面向下游）：左　　中央　　右　　其他：

上游入口尺寸：長：_____m　　寬：_____m　　水深：_____m

上游入口附近底質

主要組成：　　形狀描述：

長經測量（n：）：

魚道內隔板：長：_____m　　寬：_____m　　水深：_____m

魚道出口　：長：_____m　　寬：_____m　　水深：_____m

下游河道位置：　　左　　中央　　右　　乾枯　　其他：

上游河道寬度/下游河道寬= > 1　　=1　　<1　　其他：

淤塞程度描述（0.25%，50%，75%，100%，淤塞物等）

入口：

出口：

內部：

簡圖：

台灣河川既有魚道效應評估計劃
—土木結構現況之調查

委託單位：行政院農業委員會

執行單位：國立交通大學土木研究所
主持人：許海龍 教授

中華民國捌拾陸年陸月參拾日

台灣河川既有魚道效應評估計劃
—土木結構現況之調查

目錄

台灣河川既有魚道效應評估計劃
—土木結構現況之調查

許海龍

國立交通大學土木研究所

前言

生態與環境的保護是吾人類在宇宙大自然界裏共同的意念，但是自然生態與人類之生存，才是最重要的課題，所以生態的保持永續將是與人類同等重要。今魚類動物是人類生存之必需品。爰此，吾人類有此使命感去維持與保護，如何能夠使魚類猶如人類之生存在此地球上，讓人類用之不完，取之不盡，那非是原始人類時代之境遇，魚類除自助自救外，亦因為人類之取用，應給予魚類動物相當之活動空間（含結構體，即硬體的環境）得生存。魚類不僅供給吾人類之食取，同時亦供吾人類適當之觀賞，平衡著宇宙萬物間之生態環境。所以近年來，被有心人士之呼籲與提醒，那是必然的趨勢，亦是與吾人類生活圈息息相關之重要份子之一。

與魚梯結構物之共存環境的探討

1、魚類生活習性：魚類之生活習性，在此所指的純是該動物本身之生活習慣，諸如逆游、順游、清水、動水、幾分污濁之川溪水質等，簡單的說，就是魚兒最感適宜之生活起居習性。

2、地理位置：由於魚兒之習性，從出生到長大之過程中可能不是同在一定之平原、海洋、上游、中游或下游等位置，故地理環境位置可能將是其重要影響成長的因子之一。

3、居留環境：在同一河溪中。特別是靠近魚梯上方或下方，如果有個較深水域及可蘊藏處所時，也許對魚兒生存是個良好場所，促進其安定住居的好環境條件。經多次調查發現，事實是有此現象之存在。

4、支流之注入與否：在攔砂壩之下方或上方，是否有支流注入，亦是影響魚兒生活圈，相等的是魚梯結構物之設計形態與結構。

5、水文資料：區域環境中，諸如分水嶺之所在、降雨量、集水區面積等資料，將影響本河川溪流之水量，造成魚兒生活之必然資源與領域，亦必然影響魚梯結構物之大小形狀與功能。

以上1、2、3項有關魚類生態的方面，主要由台大動物系負責，而4、5項有關水文資料主要由海洋大學負責。

現場調查與資料搜集之檢討與建議

由於整條河川或溪流，從上游、中游、下游以至出口，可能都是魚兒游經之途徑，故亦是研究調查之必然所在地。爰此，在有限時效內與遍佈全省之魚梯調查，將不能包括所有的調查計畫。為此原因，有待繼續補助經費，配全時間，組合與配合此研究群，如魚類習性調查與研究，水文資料之搜集與研究，與魚梯結構物之調查與研究，彼此須充分併進，發揮團隊精神群體力量，共同完成本計畫工作。

烏來現場堪查後之評估

1.多處攔砂壩底已經損壞，混凝土結構明顯破壞。

2.魚梯入口及出口處有雜物淤積。

3.魚梯設計有欠適當，對於坡度及型式有必要改善。

4.攔砂壩之使用年限是否已到，對於魚梯的貢獻有限。

5.攔砂壩型式對於魚類的回游並不利。

6.上游常有樹枝等雜物堵住魚梯，有必要設置攔污柵之類的結構。

7.沿岸的保護，及河中魚類的保護。應禁止於上游垂釣。

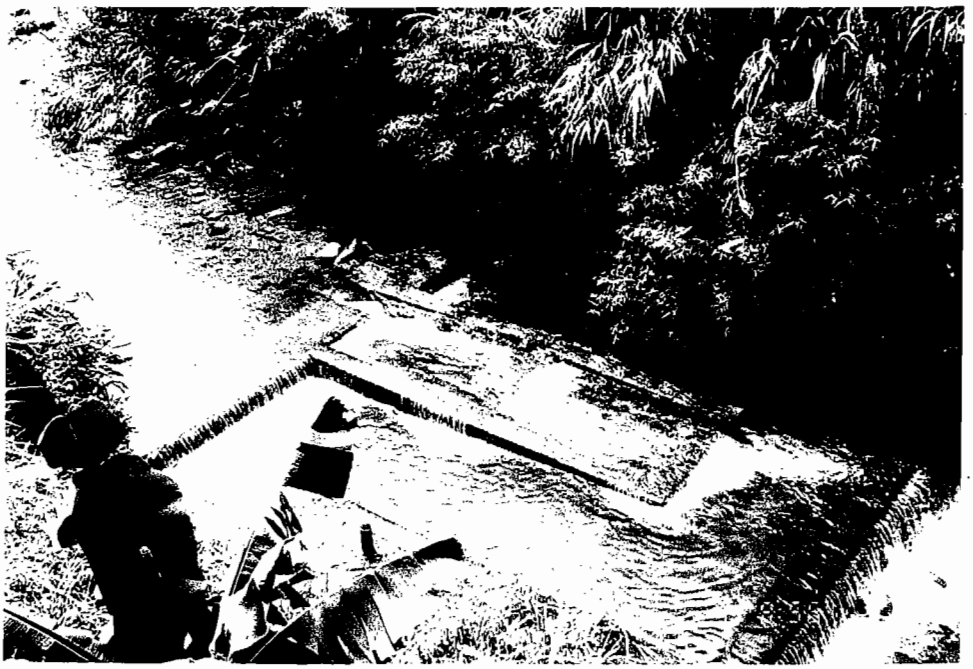
8.對於河道的發展對魚類的影響，和攔砂壩的位址應加以研究。

9.魚種之放養與保護，可行性與地點的研究。

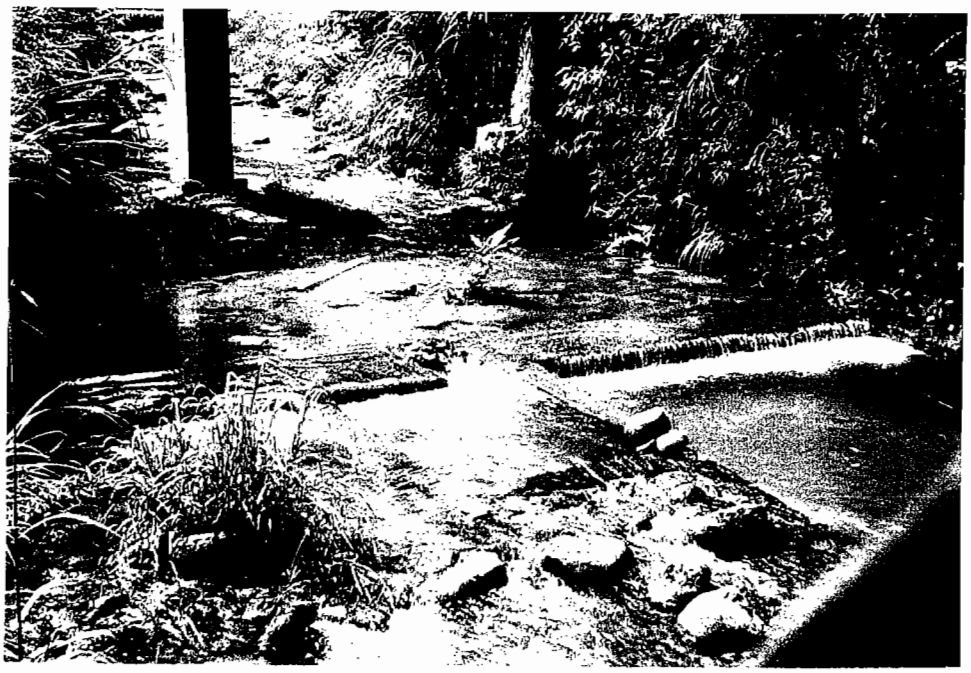
10.補救措施的擬定及如何改善魚梯現狀。

魚梯結構之調查項目

型態	與水面關係	著落地區	水流速度
滑落式：	潛在水中：	山坡區：	急速：
階級式：	浮出水中：	平原：	緩慢：
複合式：	淤積：		中等：
	破壞：		靜止：
	其他：		溢流(側向)否：
建築在河(溪)中位置	上下游河(溪)寬度	上下游環境(適魚類生長否)	魚梯與攔砂壩長度之比值(R＝魚梯長度／攔砂壩長度)
中央：	上游：	上游：	R＞1：
雙側邊：	下游：	下游：	R＜1：
單側邊：	與建梯寬度相同：	有側溝水流入：	R＝1；註:魚梯之長度約_____M
魚梯與攔砂壩寬度之比值(S＝魚梯寬度／攔砂壩寬度)	魚梯與其他有關項目之關係		
S＞1：	魚類：		
S＜1：	生態：		
S＝1；註:魚梯之長度約_____M	水文：		
	環境：		
	其他：		



照片1、攔砂壩與潛式（階梯式）魚道。

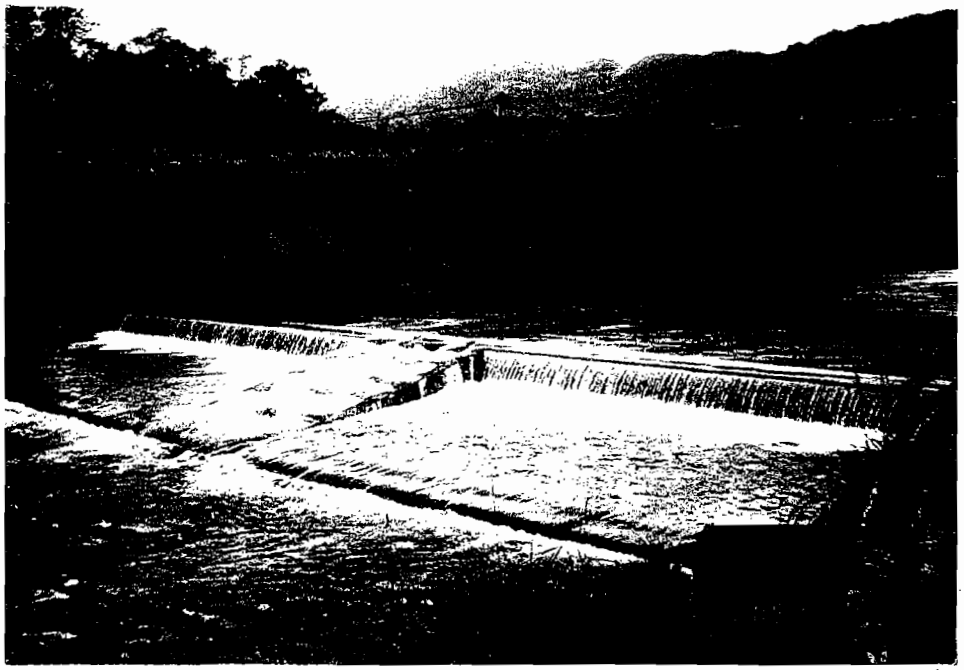


照片2、攔砂壩中央開缺口與潛式（階梯式）魚道。

照片3、攔砂壩中央開缺口當魚道。

照片4、新整治河道，低攔砂壩中央有缺口。

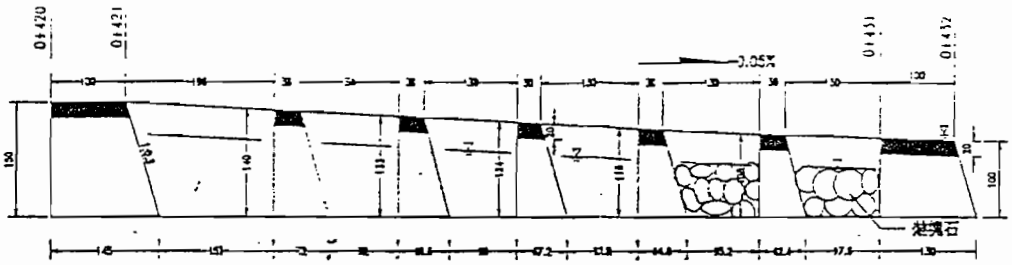
照片5、平地溝渠之階梯式魚道。



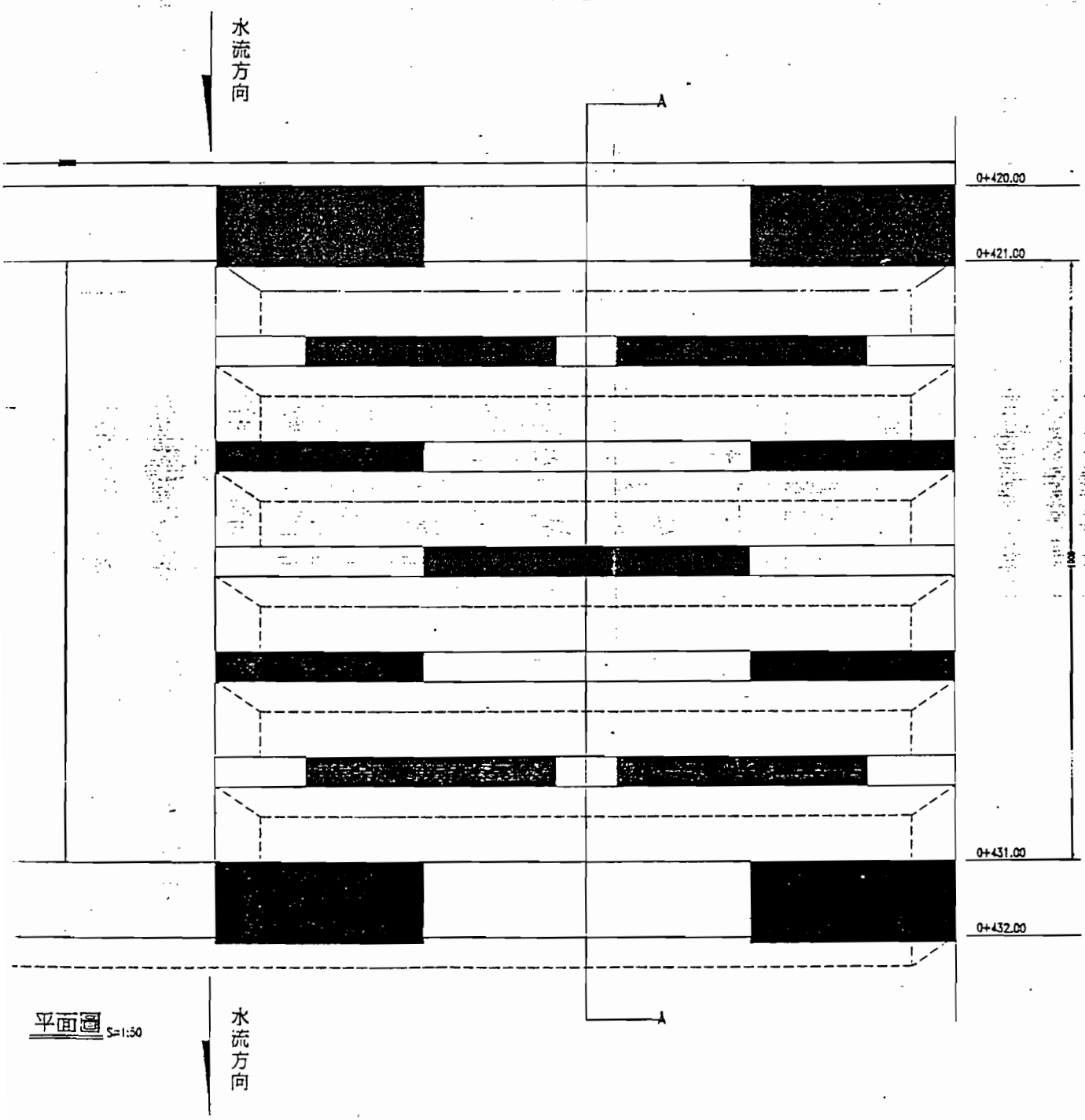
照片6、柑腳溪攔砂壩與中央魚道。

照片7、山坡地攔砂壩與魚道之一。

照片8、山坡地攔砂壩與魚道之二。

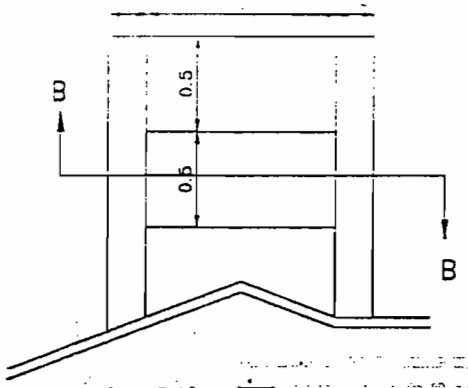


魚梯A-A斷面 S=1:50

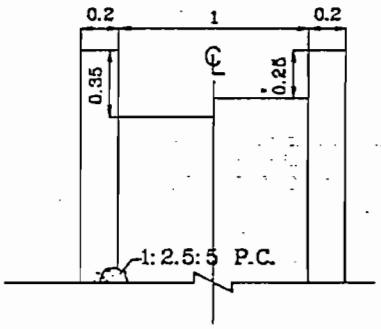


平面圖 S=1:50

圖一、柑腳溪魚道平面設計圖

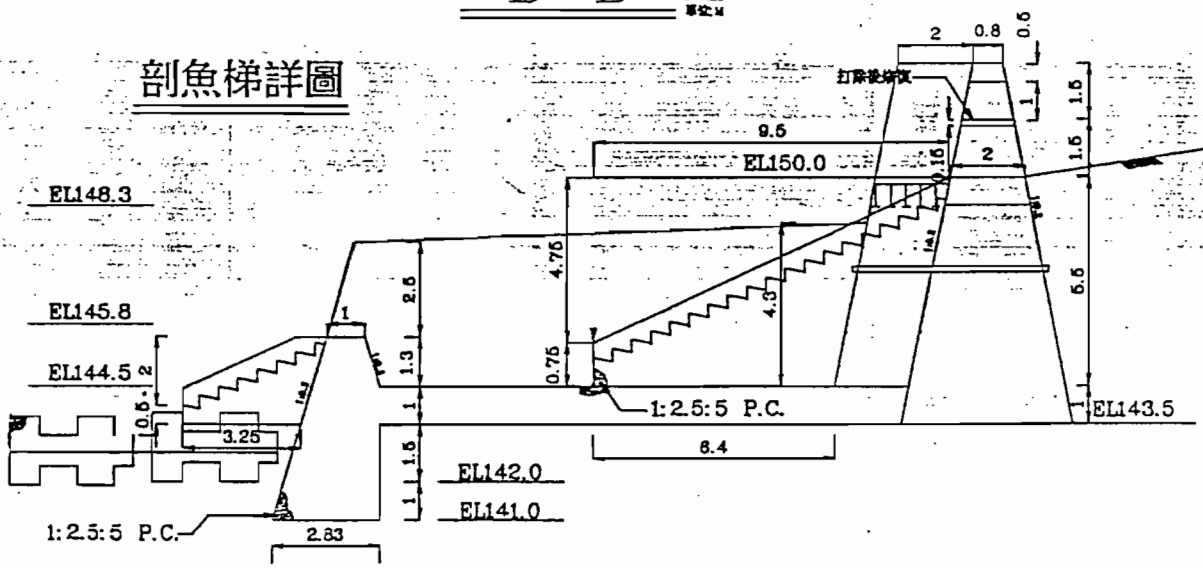


平 面 圖



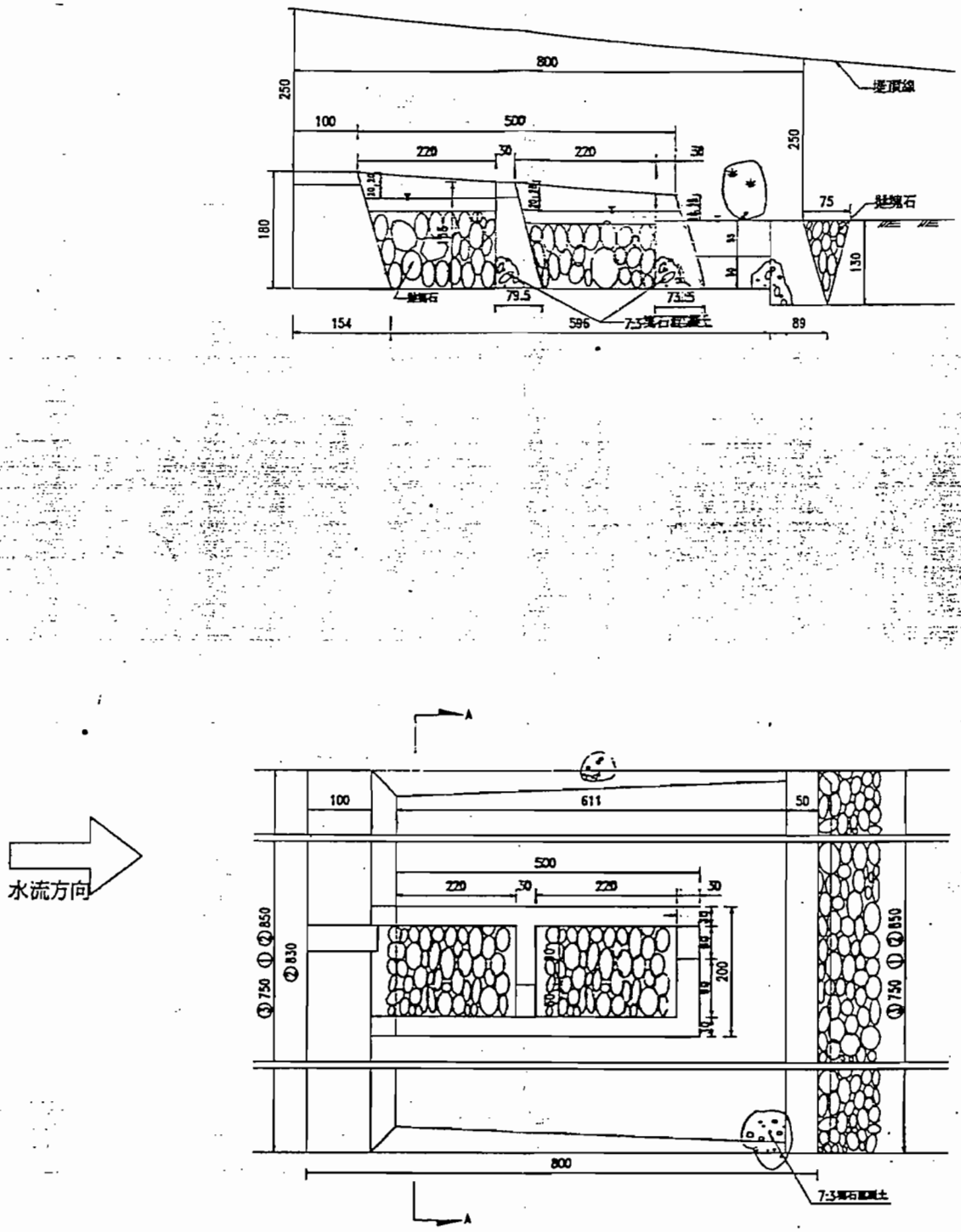
B—B

剖魚梯詳圖



剖 面 圖

圖二、福德坑魚道平面設計圖



圖三、烏塗窟魚道平面設計圖

台灣河川既有魚道效應評估計劃
—水文地理現況之調查

委託單位：行政院農業委員會

執行單位：國立海洋大學河海工程系
主持人：楊文衡 教授

中華民國捌拾陸年陸月參拾日

台灣河川既有魚道效應評估計劃
—水文地理現況之調查

目錄

台灣河川既有魚道效應評估計劃
—土木結構現況之調查

楊文衡
國立海洋大學河海工程系

前言

台灣地理，山高地險，中央山脈突起，河短流急，再加上地質不堅，土層較薄，一旦颱風入境，經豪雨洗禮，常造成地表土壤嚴重流失。這些土壤隨著洪水被帶到下游，使得下游河床水位升高，氾濫成災。故林務局歷年來致力於防洪工作，於各高山區興建防砂壩。然而近幾年來由於環保意識高漲，一切有關自然環境之開發工程都備受環保人士矚目。防洪工程如防砂壩的興建，雖有其正面的意義和價值，然也不免有其負面的影響。因為防砂壩在施工時會產生濁水，威脅到魚類生存，且最嚴重的是防砂壩阻隔了迴游魚類溯溪流移動的活動空間。要解決這個問題，就必須設置魚道。

因為人類之生存取決於自然生態是否平衡，生態的維持永遠是與人類的生存息息相關，所以生態環境的維護是全人類共同的責任。魚類是人類生存的必需品，我們當致力於維持魚類之生活環境，使魚類生存在地球上，讓人類取之不盡，用之不竭，不致於因為人類一昧地改變自然環境而遭到滅絕。興建防砂壩破壞了魚類既有的生存空間，因此吾人必須設置魚道以補救之。

魚道型式的設計要考慮的因素頗多，諸如魚類的生態、河川的特性、防砂壩的構造。吾人需因地制宜規劃設計較適當的魚道型式，方能眞正達到保護魚類生存環境的目的。

魚道的定義

魚道為河川中魚類往上溯游通過阻隔構造物所設置的人工道路，魚梯則為魚道中用來減低水流流速之隔牆。依日本學者日暮氏對魚道的定義則為：『河川因構築人工堤堰，而使原有棲息的魚類無法往河川的上游自由遷徙，為使魚類能自由的活動遷移所築之工水路，稱之為魚道。其中所築

水路構造很單純，起迄點間落差很小或無落差者，稱之為魚道；若人工水路上加設導壁或隔壁等複雜構造者，稱之為魚梯。』

魚道的分類

按日本學者佐藤隆平於1980年提出，魚道的分類為：

1.斜行導水堤

2.水路式魚道，又為：

(1)單純水路型魚道

(2)變形水路型魚道

(3)阻流版型魚道

(4)深阻流版型魚道(圖1)

(5)逆流式魚道(圖2)

(6)階梯式魚道

3.閘門式魚道

4.電梯式魚道

5.幼小香魚採捕魚道(圖3)

若按日本學者小山長雄之簡化分類(1982)，則魚道的分類為：

(一)水路式魚道：

1.平面式魚道：此種魚道起迄點落差甚小，水路單純不複雜。有時會在中途設置水池或於底部加設卵石層，以使水勢減緩（圖4）。

2.導壁式魚道：在水路設置導壁，減緩水勢（圖5）。

3.階梯式魚道：於水路上設置制水用隔壁，使形成的水池與越流分開來減緩坡降，此為最一般性的魚道設計（圖6）。

(二)電梯式魚道：此種魚道常設在高落差之大壩(圖7)。

(三)閘門式魚道：此種魚道利用閘門的開關來形成水池，並利用水位之調整來誘導魚類溯游(圖8)。

(四)特殊魚道：包括呼水式魚道、鰻魚專用魚道及其他特殊魚道。

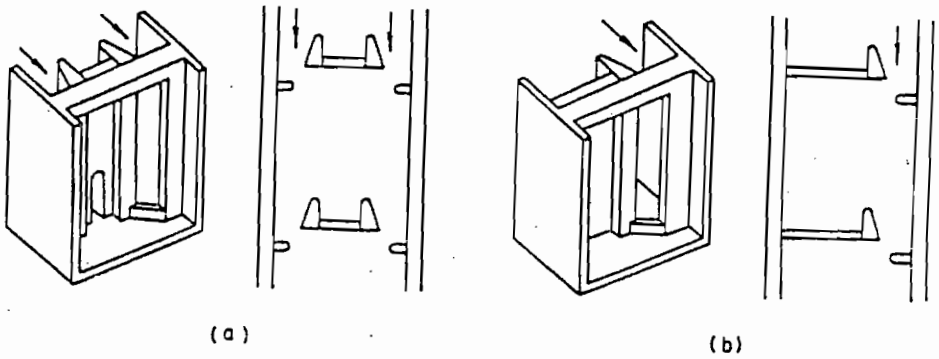


圖1、深阻流版型魚道

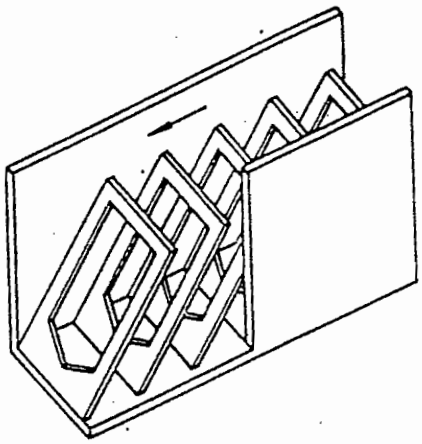


圖2、逆流式魚道

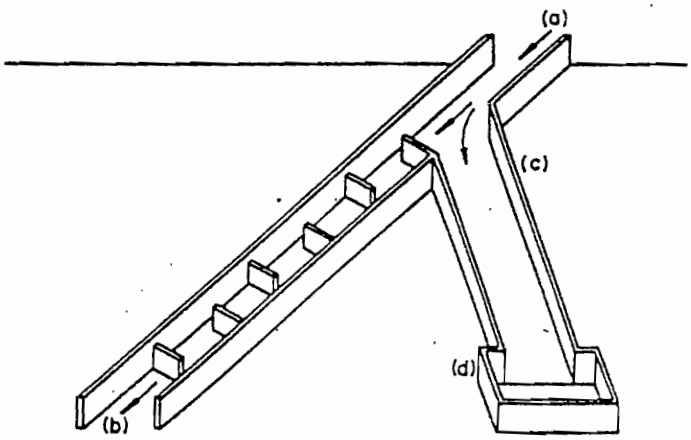


圖3、幼小香魚採捕魚道

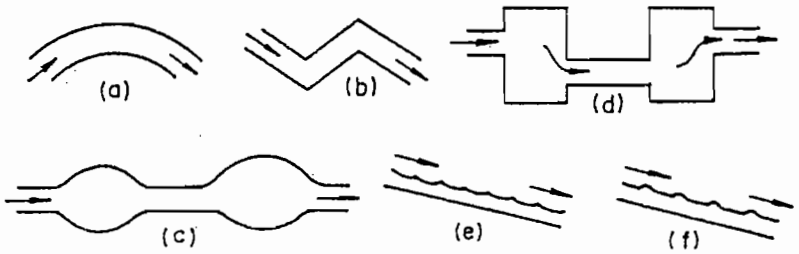


圖4、平面式魚道

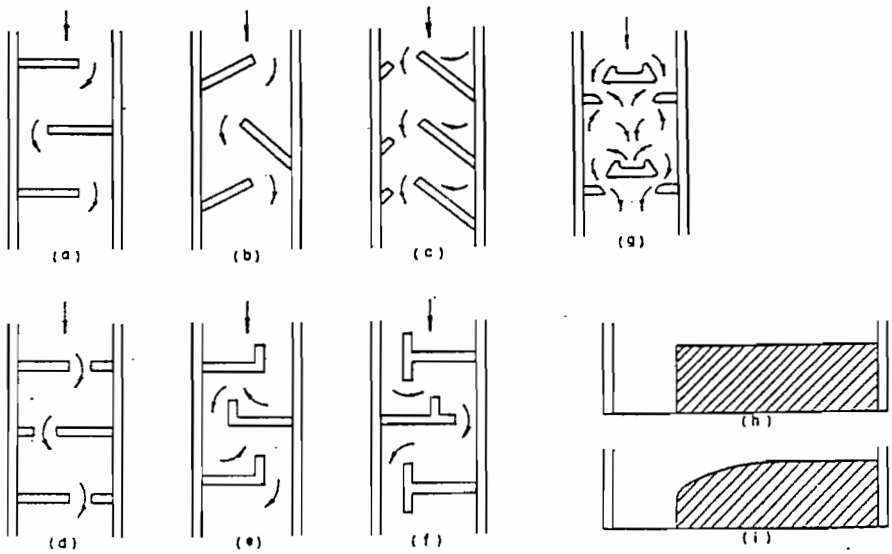


圖5、導壁式魚道

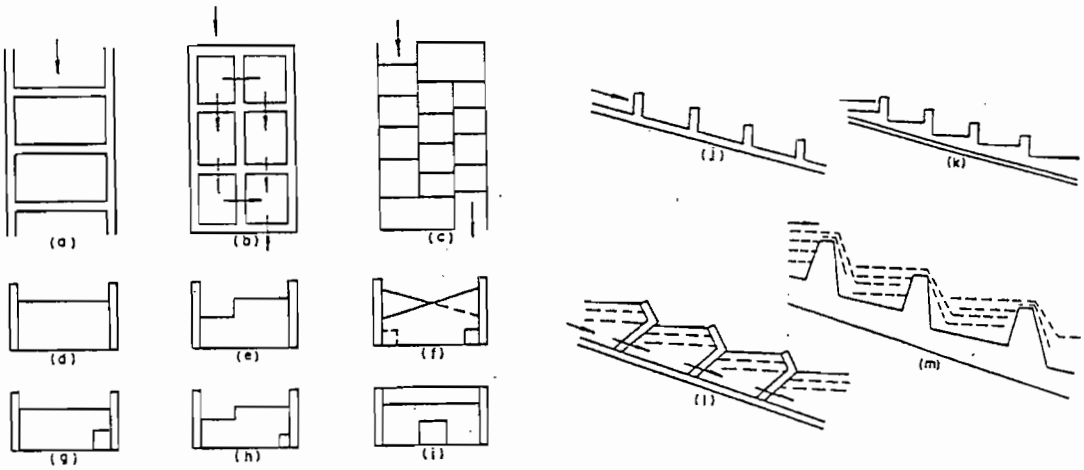


圖6、階梯式魚道

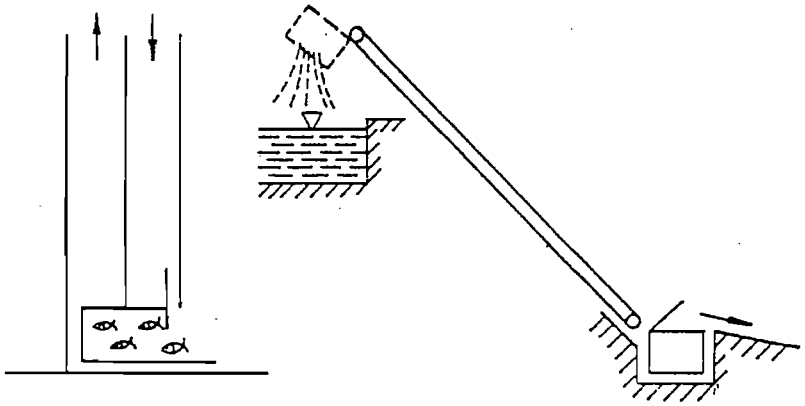


圖7、電梯式魚道

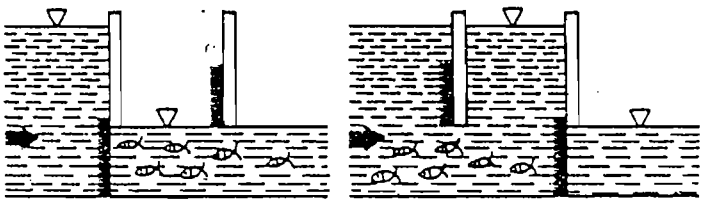


圖 8 、閘門式魚道

桶后溪魚道水理分析

台北縣烏來鄉桶后溪的魚道型式屬於小山長雄分類法中的導壁式及階梯式魚道。其水理分析如下：

1.導壁式：其魚道中加設導流壁，導流壁僅一端與魚道的側牆連接（圖9）。

有關此魚道的流速計算，採用Manning公式：

$$V = \frac{1}{n} R_0^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \qquad (1)$$

故此魚道的流量為：

$$Q = \frac{A}{n} R_0^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \qquad (2)$$

V：斷面平均流速(m/s)

n：粗糙度(s/m$^{1/3}$)

S：水力坡降

R_0：水力半徑(m)

A：斷面積

Q：流量(m^3/s)

關於粗糙度，則採用Crowan(1956)的式子：

$$n = (n_1 + n_2 + n_3 + n_4) m_5 \qquad (3)$$

n_0：直線上平滑製作的魚道場合粗糙度

n_1：不整表面的修正粗糙度

n_2：魚道斷面形狀、大小的修正粗糙度

n_3：魚道內障礙物的修正粗糙度

n_4：灌木植生的修正粗糙度

m_5：蛇行的修正係數

若使用混凝土製的魚道時，$n_0 = 0.014 \sim 0.020$；魚道表面若無特別的凹凸，則 $n_1 = 0.0 \sim 0.005$；由於斷面的變化，故 $n_2 = 0.010 \sim 0.015$；魚道中若無土砂、碎石、斷木的堆積，則 n_3 可視為零；若有堆積，則可令 n_3 在0.020左右；魚道中若無栽植灌木，則 $n_4 = 0.0$；魚道蛇行的程度可以 $m_5 = 1.15$ 表之。

通常對於這些 n 值，我們皆取其中間值來得到一個平均值：

$$n = (0.017 + 0.0025 + 0.0125 + 0.01 + 0.0) \times 1.15 = 0.048$$

在桶后溪導流壁式魚道中，魚道寬約為0.8m，水深約為0.15m，故水力半徑 $R_0 = (0.8 \times 0.15)/(0.8 + 2 \times 0.15) = 0.11$m；另外，魚道的水力坡降約為0.1，故魚道的流速、流量約為：

$$V = \frac{1}{0.048} \times (0.11)^{2/3} \times (0.1)^{1/2} = 1.51\,(\mathrm{m/s})$$

$$Q = (0.8 \times 0.15) \times 1.51 = 0.18\,(\mathrm{m^3/s})$$

2.階梯式：烏來鄉桶后溪階梯式魚道屬於缺口階段型（圖10、圖11）。附有缺口的魚道，其流量和流速的計算如下：

$$V = \sqrt{2gh/3} \qquad (4)$$

$$Q = C_w \cdot b\sqrt{gh^3} \qquad (5)$$

其中 C_w 約為0.61。

如圖10之桶后溪階梯式魚道中，$h \cong 0.03$m，$b \cong 0.1$m，故魚道的流速、流量約為：

$$V = \sqrt{2 \times 9.8 \times 0.03/3} = 0.44\,(\mathrm{m/s})$$

$$Q = 0.61 \times 0.1 \times \sqrt{9.8 \times 0.03^3} = 0.0010\,(\mathrm{m^3/s})$$

如圖11之桶后溪階梯式魚道中，$h \cong 0.05$m，$b \cong 0.15$m，故魚道的流速、流量約為：

$$V = \frac{\sqrt{2 \times 9.8 \times 0.05/3}}{2} = 0.29\,(\mathrm{m/s})$$

$$Q = \frac{0.61 \times 0.15 \times \sqrt{9.8 \times 0.05^3}}{2} = 0.0016\,(\mathrm{m^3/s})$$

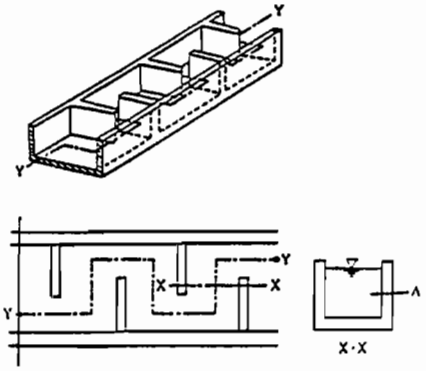


圖9、桶后溪導壁式魚道圖

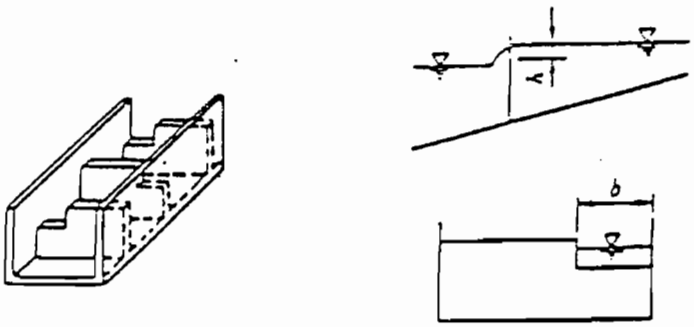


圖10、桶后溪階梯式魚道圖之一

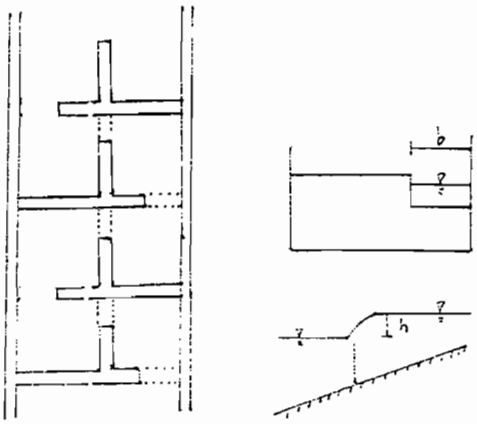


圖11、桶后溪階梯式魚道圖之二

桶后溪魚道砂石的擁塞

桶后溪挾帶的泥沙，主要來自河岸割切與淘涮等沖蝕作用，以及表層土壤的移動。這些河川所挾帶的泥沙若淤積在下游，則將造成洪水位上升，河水四處氾濫。該處攔砂壩固然攔截了河流中所挾帶的大部分泥沙，然而對於位在攔砂壩兩側的魚道而言，部分河流中的泥沙也沿魚道而下，淤積在魚道中。另外，由於重力作用所產生的土壤移動（山崩、土石流等等），造成大型土石塊粒滑落，除了對其魚道的結構產生破壞外，更對水流的暢通產生嚴重的影響，並大大減低魚道功能。

根據現場觀察結果，由於該處攔砂壩所攔下的砂幾乎已經達到極限，水流經過其壩頂後，極大的位能差使得壩趾下方被沖蝕。經過水流沖蝕所產生的砂石碎塊，又被帶至下游，對下游產生新的淤積物。由於桶後溪不長，雨季、乾季流量相差大，魚道的設計基本上就已經頗有難度，再加上河川的含砂量亦大，是故欲維持魚道正常功用，應加強清理淤砂及維護工作。

桶后溪魚道的進水口與出水口

有關桶后溪魚道進水口與出水口情況如下：

1.進水口：大部分的魚類均是沿著桶后溪兩岸邊溯流而上，所以進水口的位置大多建築在兩岸側。由於該進水口常受水流所挾帶的石塊沖擊而損壞，並被上游所帶來的泥沙及碎木浮物所淤塞。其預防方法根據國立成功大學劉長齡教授於『防砂壩魚梯佈置及進口型式之水理研究』（1991）中指出，魚梯進水口以隔板系列配合，將可達到導水及防止淤積的目的。進水口易被沖毀及擊損的部分，可以R.C.構造加強之。

另外由於攔砂壩所攔下的砂逐漸淤高，對於位在岸側的魚道而言，形成一道束縮水流，使得進水口的流速變大，造成溯流而上的魚無法順利游出進水口。有鑑於此，建議可在魚道進水口附近建一小潛堤以減緩水流流速，並阻攔部分泥砂，同時亦提供逆流而上的魚一個休息的地方，使魚在獲得充足休息之後，能順利游出魚道進水口。

2.出水口：魚停留在出水口的時間與出水口、水流方向有關。依國立清華大學曾晴賢教授在『魚道設計入門』中指出，魚道之出水口方向與水流方向在30～60度間，魚類的誘集情形較佳，若大於90度則誘集情形較差。由於當時現場並未觀察到魚類誘集情形，故對其誘集情形並未十分了解。尚待有關單位提供魚道現場誘集相關資料，以俾參考。

台灣河川既有魚道效應評估計劃
—台灣既有魚道之分佈、現況改進及增建魚道建議

目錄

台灣既有魚道之分佈與現況及對新建魚道之建議

陳俊宏、梁世雄、曹先紹
國立台灣大學動物學系

台灣現有魚道之分佈：

自民國85年1月至7月間，至台北縣烏來鄉、新店市、石碇鄉、三峽鄉、金山鄉、雙溪鄉、貢寮鄉，苗栗縣南庄鄉、獅潭鄉、泰安鄉，屏東縣獅子鄉，宜蘭縣頭城鎮、大同鄉，及台東縣卑南鄉等，對魚道上下游之溪流環境、魚道結構與魚蝦利用的可能性作調查。半年間調查了6集水區共50個魚道（表一）。台灣現有魚道，主要由林務局負責興建維護（顧，1995），而水保局、台電、部份縣市政府等亦日漸重視魚道的功能，如位於陽明山國家公園保留區的鹿角坑溪及台北縣柑腳溪等。除此之外，尚有位於大安溪的士林壩魚道、大甲溪馬鞍寮水壩魚道及南化水庫魚道，由於尚未完工或尚未啓用，故不在此次調查範圍內。由顧（1995）與本次的調查資料顯示，台灣魚道的建築並未廣佈，在空間的分佈上，多集中於北部及中部少數河川(圖1)。原因為何不得而知。

台灣現有魚道之問題：

在此次調查中發現，台灣現有魚道的普遍未發揮其應有的效應。主要原因有原始設計錯誤、施工不良、淤塞、崩塌及河流改道等原因（表二）。由於類似的魚道問題出現於不同河川，且和魚道興建年份無關。由此顯示北部地區，甚至台灣地區之已有魚道之最大問題在於為建魚道而建，在魚道完成後又缺乏長期監測計劃，以清除淤塞和破壞重建，同時各單位間並未參考以往構築魚道之經驗以改進新建魚道，因此在未來構建魚道的政策上，應朝此數方向改進與努力。

台灣現有魚道之現況改善建議：

1. 普查現有魚道水域內魚蝦蟹的種類與使用之季節。
2. 補強改善現有土木結構：將結構完好但因下游入口狹小或隔板落差過大等問題，造成不適用之魚道，由專家學者研究評估後再著手進行改建。

3.清除現有魚道、河道之淤塞（泥沙、石塊、樹枝及垃圾）：將結構完好但因河流改道、上游出口淤塞等著手進行疏濬。

4.定期巡視查報魚道現狀：建議在構建魚道後，應清除於施工時在壩体上方及附近所鋪設之道路，並定期巡視以清除淤塞，來延長魚道使用之壽命。

建議增建新魚道之設計考量：

1. 一般魚道設計應注意事項：魚道所形成的各環境因子之間，並非獨立表現，而是環環相扣的。為了讓這樣的水利系統發揮最大功效，通常可藉由以下的注意事項加以改進。

(1) 頃注水體(water jet)：自魚梯上游注入下方水池的水體形狀，會同時影響氣泡的形成與水流衝力集中的程度，水面落差的高度亦會左右水流衝力集中的程度，進而影響水流的穩定。愈穩定與愈集中的水流，對魚類的吸引能力愈高。

(2) 持續水波(standing wave)：頃注水體下游所形成持續的水波，與刺激魚類的跳躍行為有密切關聯。持續水波的高度代表該位置水文狀況，大小形狀顯示了水面下潛流的特性，其與障礙物的距離則會影響魚類跳躍的成功率。

(3) 沖激潭內氣泡：沖激潭內因上游頃注水體所產生的氣泡，其密度與水流的沖激力有關。氣泡不但影響水中能見度，若氣泡過多，魚類在上溯游泳時，其尾部摻動所產生的推進力也大打折扣。

(4) 水池內水文：水池內的水文狀況對標的魚種是否能成功上溯，具有關鍵性的影響。除了前文提過的湧昇流外，水文狀況基本上愈穩定愈好，如此才能順利的將魚類引導到適合跳躍的地點，並『促進』其跳躍行為。另應儘量避免漩渦的形成，以免魚類消耗過多的能量。

(5) 水池深度與其間落差：足夠的水池深度，可避免因頃注水流造成過度的亂流。正確配置的水池形狀，可塑造適當水流，激發而非推遲魚類應有的動作。魚道中連續水池間的水面落差，應依據標的魚種的游泳與跳躍能力設計。

(6) 休息區：魚類在成功躍過魚道內隔板，進入上層水池後，或是持續上溯至魚道出口後，均需要短暫的休息。因此，魚道中應保留30% 至50% 的空間，設計為休息區，而魚道出口處，也應有靜水休息區的設計。

(7) 水量變化：溪流內的水量隨時在改變，魚道完成後，如何在特定時間內，控制通過魚道的水量，讓標的魚種能順利上溯，亦是設計魚道的重點之一。

2.考慮不同流域使用魚道之魚種的洄游溯溪能力，應考慮：

(1) 魚道下游入口之水流應和壩上溢流分隔，以免誤導魚、蝦、蟹的上溯方向。

(2) 流量較大之河段，應在魚道上游入口加設一引水道，以維持魚道內之適宜流速。

(3) 魚道上游出口應考慮設置一靜水區，以提供完成上溯魚、蝦、蟹個体之休憩。

(4) 如何阻隔中、下游之外來魚種如吳郭魚和琵琶鼠等利用魚道上溯至源頭。

2.考慮不同流域水文資料：設置魚道前，應考慮台灣地區之氣候、地質、河川沖刷等，特別要針對集水區內之水文與底質特性；並對壩体與魚道構築後，上游河道之運動方向與可能淤塞狀況，進行模式研究，以延長魚道之使用壽命。另外，魚道上游出口應設置屏障，以防止巨石或樹幹等阻塞或破壞魚道。

3.考慮使用水泥外不同材質或架設拆卸式魚道：台灣魚道的設計、材質與結構，應針對不同流域之魚蝦蟹之種類，集合不同領域之專家學者集思廣益共同設計，方能有實效。。

4.阻止人民勿用、破壞魚道之構造及功能：如何避免不法人士於魚道內毒、電、或捕捉洄游魚類。

—衷心期盼不要魚道愈建愈多，魚卻愈來愈少—

表一、台灣魚道分佈及數量（85.01~85.07）

集水區或河流流域	魚道所在地	記錄魚道數量（顧，1995）	本次調查魚道數量	備註
桶后溪、加久寮、新店溪	台北縣烏來鄉	10	10	
北勢溪	台北縣坪林鄉	0	1	
烏塗溪	台北縣石碇鄉		3	
熊空溪、蚋仔溪	台北縣三峽鄉	5	5	
鹿角坑溪	台北縣金山鄉	0	1	
灣潭溪、柑腳溪	台北縣雙溪鄉、貢寮鄉	2	4	
汶水溪	苗栗縣泰安鄉	3	7	
上港溪	苗栗縣南庄鄉	13	13	
明德水庫	苗栗縣獅潭鄉	1	-0	
烏石坑支流、雲山坑溪、南湖溪、七家灣溪	台中縣和平鄉	12	1	
霍隆溪	南投縣信義鄉	1	0	
扇平防砂堰增設魚梯工程	高雄縣六龜鄉	1	0	
馬里山防砂堰增設魚梯工程	高雄縣桃源鄉	1	0	
大後防砂堰增設魚梯工程	屏東縣泰武鄉	1	0	
雙流溪防砂堰工程	屏東縣獅子鄉	2	2	
粗坑三號防砂堰工程	宜蘭縣員山鄉	1	0	
羅東溪、田古爾溪防砂堰工程	宜蘭縣大同鄉	4	1	
福成溪	宜蘭縣頭城鎮	0	1	
武荖東坑三號防砂堰工程	宜蘭縣蘇澳鎮	1	0	
知本溪防砂堰工程	台東縣卑南鄉	1	1	
共計		59	50	

表二、魚道之位置、形式、數量及缺失（85.01~85.07）

代號	魚道所在地	溪流	魚道數量	魚道型式	損壞魚道	下游入口狹窄或淤塞	上游出口淤塞或無休息區	下游入口落差過大
1	台北縣烏來鄉	桶后溪	9	階梯式	1	1	5	1
2	台北縣烏來鄉	加久寮溪	2	階梯式	0	1	2	1
3	台北縣新店市	新店溪	1	階梯式	0	0	0	0
4	台北縣坪林鄉	北勢溪	1	階梯式	0	0	1	0
5	台北縣石碇鄉	烏塗溪	3	階梯式	0	0	0	0
6	台北縣雙溪鄉	灣潭溪	2	階梯式	0	0	0	2
7	台北縣雙溪鄉	柑腳溪	1	階梯式	0	0	0	0
8	台北縣貢寮鄉	貢寮溪	1	階梯式	0	1	1	0
9	台北縣金山鄉	鹿角坑溪	1	階梯式	0	0	1	1
10	台北縣三峽鄉	蚋仔溪	2	階梯式	0	0	1	2
11	台北縣三峽鄉	熊空溪	3	階梯式/滑道式	2	0	1	0
12	苗栗縣泰安鄉	汶水溪	7	階梯式	1	0	2	0
13	苗栗縣南庄縣	上港溪	13	階梯式	0	0	8	1
14	台中縣和平鄉	七家灣溪	1	階梯式	0	0	1	0
15	屏東縣獅子鄉	雙流溪	2	階梯式	0	0	2	0
16	宜蘭縣大同鄉	多望溪	1	階梯式	1	1	1	0
17	宜蘭縣頭城鎮	福成溪	1	階梯式	1	0	1	0
18	台東縣卑南鄉	知本溪	1	階梯式	1	1	1	0

代號	魚道內流量過大或過小	隔板落差過大	隔板無潛孔	魚道內淤塞	其他缺點
1	1	0	9	4	
2	0	0	2	1	
3	1	0	1	0	上游水入口有人為障礙物阻擋溪水進入。
4	0	0	1	0	
5	0	0	3	3	
6	0	2	2	0	
7	0	0	1	0	
8	0	0	1	0	
9	0	0	2	2	
10	1	0	3	2	隔板遭擊毀
11	4	0	7	0	最上方之攔砂壩損壞，影響下游攔砂壩之魚道效果。
12	2	0	13	1	1.主壩有魚道但副壩無。2.河流改道不經魚道。
13	0	0	1	1	
14	0	0	2	0	
15	0	0	1	1	
16	1	1	1	1	隔板遭擊毀，整個魚道損壞
17	1	0	1	0	
18	0	0	1	0	

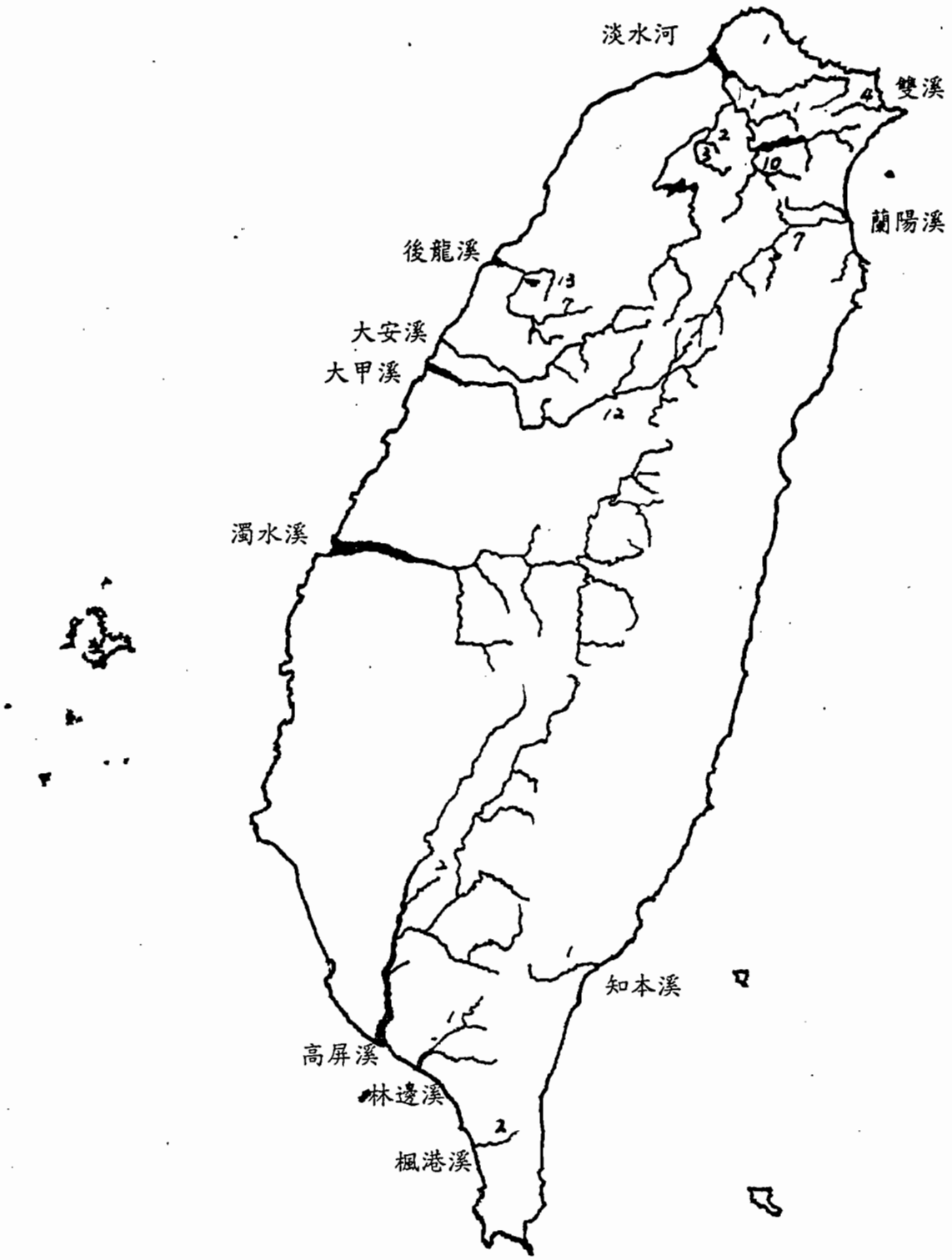


圖1、台灣地區魚道分佈水系圖。數字代表魚道數量。