

# 壹、前言

## (一) 洄游的定義與生物洄游的類別

某些水生生物，由於環境影響和生理習性要求，會出現一種週期性、定向性和集群性的規律性移動，稱為洄游 (migration) (何與蔡 1999)。

水生生物洄游的分類方法很多。依洄游的動力，有主動和被動洄游之分；主動洄游是依靠魚類自身運動能力的洄游，而被動洄游是借助水流的動力而移動。依生物洄游的方向有水平洄游 (horizontal migration) 和垂直洄游 (vertical migration) 之分。依不同的生理需求，可分為產卵性洄游 (spawning migration)、索餌性洄游 (feeding migration) 和越冬性洄游 (wintering migration) (殷 1998)。

而依生物生活史階段的棲息場所及其變更可分為三類：

1. 海洋洄游 (oceanodromous)，指整個洄游活動都發生在海洋者。例如鯖科 (Scombridae) 魚類、劍旗魚 (*Xiphias gladius*)、鯨鯊 (*Rhincodon typus*) 和許多的鯨豚等。
2. 河海洄游 (diadromous)，指在海水和淡水之間進行洄游者；底下又分三類：
  - a. 溯河洄游 (anadromous)，指主要生活在海洋而洄游到淡水產卵者。例如大西洋鮭 (*Salmo salar*)。
  - b. 降海洄游 (catadromous)，指主要生活在淡水而洄游到海洋產卵者。例如鰻鱺科 (Anguillidae) 魚類、沼蝦屬 (*Macrobrachium*) 與絨螯蟹屬 (*Eriocheir*) 等。
  - c. 雙向洄游 (amphidromous)，指雖然在海水與淡水間洄游，但這種洄游運動與生殖目的無關 (Myers 1949)。例如蝦虎魚科 (日本禿頭鯊 (*Sicyopterus japonicus*) 與吻蝦虎魚屬 (*Rhinogobius*) 為主) 等。
3. 河川內洄游 (potamodromous)，指整個洄游活動都發生在河川者 (McDowall 1988)。例如台灣櫻花鉤吻鮭 (*Oncorhynchus masou formosanus*)、台灣鏟頰魚 (*Onychostoma barbata*)、鱻屬 (*Zacco*) 魚類、和平鰭鰕科魚類 (Balitoridae) 等 (曾 2002)。

洄游是魚類對環境的一種長期適應，魚類透過洄游變換棲息場所，擴大對空間環境的利用，提高種群存活、攝食、繁殖和避開不良條件的能力。因而，洄游

是魚類種群獲得延續、擴散和增長的重要行為特性 (何與蔡 1999)。

## (二) 河川中的洄游生物受人工建造物嚴重影響

台灣位於亞洲東部、太平洋西北邊，地處全球最大陸棚區東海陸棚 (East China Sea Continental shelf) 的邊緣，以及全球海水魚相最豐富的東印度群島地理區 (East Indian region) 北緣 (Randall 1998)，也是東海、南海及菲律賓三個大海洋生態系 (Large Marine Ecosystems) 的交會處 (Sherman and Alexander 1986)。周圍有黑潮、中國閩浙沿岸冷水流、南中國海等不同水團 (Water Mass) 流經，不同水團產生之生態交會帶 (Ecotone) 效應，使台灣周邊的海洋生物資源異常豐富。且台灣本島海岸線總長 1,240 km，涵蓋了陸棚、大洋、河口灣、紅樹林、岩礁、珊瑚礁、草澤和潟湖等多樣的海洋環境。加上台灣四周海岸及海底的底質、地形複雜。複雜而多樣的海洋環境，孕育了各類的魚、蝦、蟹、貝 (李 2006)，因此台灣成為魚類洄游的落腳處。

雖然台灣河川中有為數甚多的洄游生物，但近年來這些洄游生物的生存空間嚴重受到人工建造物所影響 (許 2003；潘 2006)。早期由於經濟利益，在河川上游集水區進行林務伐木，導致日後河岸崩坍、土石流失。而為了穩定河床防止河岸崩塌，在河川中建築了許多防砂壩。且在河川中游為了水力發電、農田灌溉、民生用水，興建攔河堰及水庫。下游為了增加土地利用而截彎取直，在河川兩岸建護岸堤防工程。於是河川形態，流水型態及水生植被也隨之改變 (張 1998)。更直接影響到河川生態，包括阻隔洄游生物路徑、魚類族群縮小與區隔化、魚類棲地單調化、水生生物族群基因庫縮小與區隔化等傷害 (張與林 1999)。而近年來由於國內對於河川生態保育的重視，逐漸意識到河川中的人工建造物嚴重阻礙洄游生態，因而要求在水壩與防砂壩興建之時必須加設魚道。

## (三) 文獻回顧

目前國內關於河川與海洋間洄游生物的研究，有以下數篇：

曾 (1994) 在秀姑巒溪的研究發現，鱸鰻鰻苗的資源量豐富，而數量遠超過日本鰻鰻苗。沈 (1997) 研究隆隆溪中日本禿頭鯊之初期生活史及加入動態，發現加入時體長和日齡有一季節性之週期變化。陳 (1997) 調查砂卡礑溪中臺灣絨螯蟹的體型組成及生殖腺成熟度變化，發現有明顯的生殖洄游行為。蕭 (1998)

紀錄秀姑巒溪中洄游性蝦虎魚苗加入淡水階段的溯河動態與資源量變動。吳 (2000) 以小型沙地拖網採集雙溪河口的魚類，發現農曆各旬間種類數與個體數有明顯的反比現象。林 (2001) 採集秀姑巒溪上溯鱸鰻苗，分析上溯週期性以及上溯週期與環境因子之間的關係，發現潮汐為影響其上溯最重要的環境因子。葉 (2002) 以分子生物技術分析秀姑巒溪中的鱸鰻，發現其生殖季的不同並未造成族群的分化。

而國內外探討河川生物與魚道關係的研究，有利用標誌的台灣鏟頰魚放入魚道後，調查再捕獲率以探討魚道效益 (張 1998；張等 1999)。標記魚類後放入魚道內，觀察不同季節的溯游特性、上溯時間 (胡與莊 2004；莊等 2004)。比較洄游型與陸封型大西洋鮭的上溯能力，供建立模型與魚道設計參考 (Peake *et al.* 1997)。透過實驗了解不同形狀堰體的流場變化，使魚道設計更符合魚種習性者 (Kim 2001)。以及利用電魚法調查魚道內生物使用魚道洄游的狀況 (梁等 2000)，不過該研究只有單月份的資料，無法說明洄游生物在一年中不同季節利用魚道洄游的情形。

#### (四) 研究動機與目的

雖然國內已有部份洄游生物的生活史，以及河川生物利用魚道效益的研究，但許多相關研究因無法對本土魚類習性進行更深入的探討，造成魚道設計上的問題，包括適用對象不恰當，與同一魚道缺乏供不同魚類使用的考量 (曾 2002)。而這些問題的發生，是因為目前台灣的魚道設計因缺乏有關本土魚種之游泳能力及生態相關資料，多參考國外資料或未加考慮，導致魚道常因不符魚類溯游習性而效果不彰 (吳與鄭 1999)。因此對於魚道設計者來說，了解本土魚種的溯游習性是非常重要的基礎。

本研究為探討利用石岡壩魚道的生物種類、利用時機，與石岡壩對洄游生物的影響。藉由直接採集魚道內的生物，進行資料分析，獲取相關資訊。實驗結果希望可供魚道設計者參考，以設計符合本土魚種游泳能力以及溯河習性的魚道，減低在溪流中興建壩體對洄游生物的影響。研究地點選擇在台灣西部污染情況較輕微的大甲溪 (王 2006) 的石岡壩魚道，由於污染狀況較輕微，洄游生物較不易受影響。且石岡壩為大甲溪最下游的壩體，從河口至石岡壩間沒有其他人工壩體阻礙。在實際的調查中，也發現魚道出口流速過高以及有堵塞的情形，上溯的

生物雖可進入魚道內，卻無法順利游出。在河川上游的生物同時也無法利用魚道向下洄游，所以本魚道類似成為一個洄游生物的陷阱（曾 2006）。因此在魚道內進行採集，可完整的呈現洄游生物利用魚道上溯的情形。

