

## 參、結果

### (一) 石岡壩魚道內物種組成

#### 1. 魚類

2006 年在石岡壩魚道內 10 個月的採集中 (表 1、表 2)，共發現有鰻形目鰻鱺科白鰻 (*Anguilla japonica*)、鱸鰻 (*A. marmorata*)、鯉形目鯉科台灣石鱸 (*Acrossocheilus paradoxus*)、台灣馬口魚 (*Candidia barbatus*)、鯽魚 (*Carassius auratus*)、鯉魚 (*Cyprinus carpio*)、唇鰨 (*Hemibarbus labeo*)、高身小鰮魮 (*Microphysogobio alticorpus*)、羅漢魚 (*Pseudorasbora parva*)、台灣鏟頰魚 (*Onychostoma barbata*)、粗首鰮 (*Zacco pachycephalus*)、鰍科泥鰍 (*Misgurnus anguillicaudatus*)、大鱗副泥鰍 (*Misgurnus dabryanus*)、平鰭鰍科台灣鰍 (*Formosania lacustre*)、台灣間爬岩鰍 (*Hemimyzon formosanus*)、埔里中華爬岩鰍 (*Sinogastromyzon puliensis*)、鯰形目鯰科鯰魚 (*Parasilurus asotus*)、鮠科脂鮠 (*Pseudobagrus adiposalis*)、鱸形目慈鯛科雜交種吳郭魚 (*Oreochromis hybrids*)、溪鱧科溪鱧 (*Rhyacichthys aspro*)、蝦虎魚科明潭吻蝦虎魚 (*Rhinogobius candidianus*) 和極樂吻蝦虎魚 (*Rhinogobius giurinus*) 等 4 目 9 科 22 種魚類，其中有 10 種是屬於台灣特有或特有亞種魚類 (表 1)，分別為台灣石鱸、台灣馬口魚、高身小鰮魮、台灣鏟頰魚、粗首鰮、台灣鰍、台灣間爬岩鰍、埔里中華爬岩鰍、脂鮠、明潭吻蝦虎魚。有 2 種是保育類野生動物，分別為鱸鰻與埔里中華爬岩鰍。有 2 種外來種魚類，分別為日本鯽魚與雜交種吳郭魚 (由於無法詳細確認吳郭魚的種類，因此統稱為雜交種吳郭魚)。

#### 2. 蝦蟹類

2006 年 10 個月的採集中 (表 1、表 2)，共發現有十足目長臂蝦科粗糙沼蝦 (*Macrobrachium asperulum*)、台灣沼蝦 (*M. formosense*)、大和沼蝦 (*M. japonicum*)、日本沼蝦 (*M. nipponense*)、匙指蝦科擬多齒米蝦 (*Caridina pseudodenticulata*)、多齒新米蝦 (*Neocaridina denticulata*) 等 2 科 6 種蝦類。十足目方蟹科日本絨螯蟹 (*Eriocheir japonicus*) 1 科 1 種蟹類。

### (二) 石岡壩魚道內的種類數

#### 1. 各月份的生物種類數、歧異度、均勻度

種數 (豐度) 方面，每月採集的生物物種都在 10 種以上 (表 3、圖 5)，各月份生物種類數變化如圖 5，1 月、3 月、8 月、9 月出現 10 種，5 月出現 12 種，2 月、4 月、10 月、12 月出現 13 種，而 6 月更高達 18 種。

每月歧異度方面，各月份歧異度變化差異極大 (表 3、圖 6)。1~3 月皆低於 0.30，4 月升高至 0.59，5 月升高至 0.86，6 月為 0.84，8 月時降至 0.39，9 月為 0.32，10 月又升高至 0.66，12 月升為 0.88。變化圖呈現兩個高峰。

每月均勻度方面，各月份均勻度變化差異極大 (表 3、圖 7)。1~3 月皆低於 0.30，4 月升高至 0.53，5 月為 0.79，6 月降至 0.67，8 月為 0.39，9 月為 0.32，10 月升高至 0.59，12 月升為 0.82。變化圖呈現兩個高峰。

歧異度與均勻度呈現相同的趨勢 (圖 8)。

## 2. 各月份採集生物個體總數

10 個月的採集中，共採集到 5,280 隻生物個體 (表 2)。在全年各物種個體數與所佔比例上，大於 0.5% (26 尾或隻) 以上的有，台灣間爬岩鰕 3,280 尾佔 62%，高身小鰾魴 507 尾佔 10%，明潭吻蝦虎魚 360 尾佔 7%，埔里中華爬岩鰕 271 尾佔 5%，台灣石鱸 198 尾佔 4%，台灣鰕 194 尾佔 4%，粗首鱻 154 尾佔 3%，脂鯢 47 尾佔 0.9%，大和沼蝦 153 隻佔 3%，粗糙沼蝦 38 隻佔 0.7%。

而各月份採集到的生物個體總數 (圖 9)，分別是 1 月 708 隻，2 月份上升至 1075 隻，3 月份劇降至 134 隻。4 月回升至 600 隻，5 月份再度劇降至 90 隻，6 月份回升至 301 隻。8 月份則採集 265 隻，9 月份 416 隻，10 月份上升至 832 隻，12 月份 859 隻。整體而言，2 月份採集數量最多，3 月份與 5 月份最少，8 月開始後數量逐漸上升至 12 月。

圖 10 為魚道內加入長庚橋、副壩下、埤豐橋 3 個樣站的生物個體總數變化圖，顯示 3 個樣站生物個體總數較多的時間為 11 月至 6 月，而魚道內較多的時間為 10 月至 4 月，表示在魚道內生物主要利用的時間為冬季至春季。

## 3. 各月份物種組成比例

對所有物種作統計後，將全年累積數量比例大於 1% 者定為主要物種。而分別對各物種作統計時也觀察到，粗糙沼蝦在全年度分布變化有明顯季節性變化，因而將其一併列入分析。依前述條件，共分析 9 種物種，依不同月份對這些物種作數量變化圖 (圖 11) 與物種組成比例圖 (圖 12)。

物種組成比例方面 (圖 12)，在 1 月、2 月、3 月，台灣間爬岩鰍數量比例分別為 91%、87%、91%，而大和沼蝦為 4%、3%、2%，這兩種物種為這三個月魚蝦類的主要物種。4 月、5 月、6 月，台灣間爬岩鰍所佔比例逐漸降低，為 62%、31%、7%；高身小鰮鰻所佔比例逐漸升高，分別為 4%、18%、38%；明潭吻蝦虎魚所佔比例同樣逐漸升高，為 3%、18%、21%；台灣石鱚所佔比例亦逐漸升高，為 7%、7%、12%；粗首鱚 4 月時所佔比例突升，隨後下降，分別為 14%、7%、4%；大和沼蝦則在 5 月時所佔比例達高峰，三個月分別為 5%、10%、2%。8 月、9 月，台灣間爬岩鰍所佔比例升高，為 71%、84%；高身小鰮鰻 8 月時未採集到，9 月比例為 3%；明潭吻蝦虎魚比例下降，為 7%、3%；台灣石鱚所佔比例亦逐漸降低，為 4%、1%。10 月、12 月，台灣間爬岩鰍所佔比例逐漸降低，為 46%、27%；高身小鰮鰻所佔比例突升，為 19%、20%；埔里中華爬岩鰍在 10 月時劇升至 20%，12 月降至 6%；明潭吻蝦虎魚則上升，為 3%、14%；台灣石鱚亦上升，為 1%、9%；台灣鰍也上升，為 6%、13%。

而洄游型魚類中，白鰻與鱸鰻，在本研究中分別採集到兩次。白鰻在 6 月與 9 月分別採集到 1 尾，鱸鰻則在 2 月與 10 月分別採集到 1 尾。溪鱧，在 6 月時採集到 1 尾。

物種各月份數量變化方面 (圖 11)，為了進一步了解九種主要物種每月份利用魚道的情形，另外對九種主要物種加入長庚橋、副壩下與埤豐橋 3 個樣站的生物總數資料進行討論，依全年魚道內出現的數量多寡分別討論如下：

a. 台灣間爬岩鰍 (圖 13)

在魚道內大量出現的時間為 1 月至 4 月，9 月至 12 月，其中 11 月至 1 月與 3 樣站的情形一致

b. 高身小鰮鰻 (圖 14)

在魚道內大量出現的時間為 4 月至 6 月，10 月至 12 月，其中 4 月至 6 月與 3 樣站的情形一致。

c. 明潭吻蝦虎魚 (圖 15)

在魚道內大量出現的時間為 4 月至 6 月，8 月與 12 月，其中 4 月至 6 月與 3 樣站的情形一致。

d. 埔里中華爬岩鰍 (圖 16)

在魚道內大量出現的時間為 10 月至 12 月 (秋冬之際)。而 3 樣站無大量出

現的情形。

e. 台灣石鱚 (圖 17)

在魚道內大量出現的時間為 4 月、6 月與 12 月，其中 12 月的數量相較於 4 月、6 月幾乎達兩倍。而 3 樣站在 11 月至 6 月有大量出現的情形。

f. 粗首鱚 (圖 18)

在魚道內大量出現的時間為 4 月。而 3 樣站在 2 月至 6 月有大量發生的情形。

g. 台灣鰱 (圖 19)

在魚道內大量出現的時間為 10 月至 12 月 (秋冬之際)。而 3 樣站無大量出現的情形。

h. 大和沼蝦 (圖 20)

在魚道內大量出現的時間為 1 月至 2 月、4 月。而 3 樣站在 2 月至 4 月有大量出現的情形。

i. 粗糙沼蝦 (圖 21)

在魚道內大量出現的時間為 4 月至 6 月。而 3 樣站在 12 月至 6 月有大量出現的情形。

### (三) 主要物種各月份體長 (或頭胸甲長) 頻度分布情形

對 9 種主要物種計算其每個月平均體長 (或頭胸甲長)，將平均體長統整一年資料作圖 (圖 22)，與體長 (或頭胸甲長)頻度分布情形 (圖 23~圖 31)。分物種討論，依各月分單獨作圖，結果如下。

a. 台灣間爬岩鰱

平均體長方面，8 月、10 月、12 月為高峰，1 月、6 月、9 月較低。體長頻度上 (圖 23) 方面，1 月到 5 月呈常態分布。6 月開始有小型個體 (3.5 公分以下)，8 月、9 月皆採集到小型個體，而 9 月更有兩個明顯的頻度高峰。10 月、12 月回歸為常態分布。而圖中顯示從 1 月至 5 月使用魚道的魚體長有小部分的增加，6 月開始有小型魚群加入，8 月、9 月加入的魚群體長小部分增加，直到 10 月回歸常態分布。

b. 高身小鰾魷

平均體長方面，3 月和 9 月平均體長較小。體長頻度 (圖 24) 方面，1 月、8 月沒有採集到，2 月採集 6 尾，3 月採集 1 尾，4 月至 6 月大致成常態分布，9

月採集到的偏向小型個體 (3.5 公分以下)，10 月、12 月呈常態分布。而從數量來看，10 月與 12 月數量明顯增加，顯示出高身小鰾魮在這段期間有上溯的趨勢。

#### c. 明潭吻鰕虎魚

平均體長方面，沒有明顯的波形。體長頻度 (圖 25) 方面，全年大致呈常態分布，6 月、8 月、12 月數量較多的情況下，體長分布範圍較均勻，從小型個體到大型個體皆可見。沒有顯示有加入群的情形。

#### d. 埔里中華爬岩鰕

平均體長方面，由於 3 月、6 月未採集到，因此全年圖形呈不規則狀態，沒有明顯高峰與波谷。體長頻度 (圖 26) 方面，1 月、2 月、4 月採集的個體數雖少，但呈現均勻分布。5 月和 8 月各只採集到 1 尾，3 月、6 月未採集到。9 月時採集的個體偏向小型個體 (3.5 公分以下)，10 月時採集到的數量突然增加，而高峰較 9 月時右移。12 月時數量減少，但高峰較 10 月右移，從 9 月至 12 月圖形可觀察到族群的平均體長遞增。圖形顯示出 9 月開始有小型魚群加入，加入時間直到 12 月。而從數量來看，10 月與 12 月數量明顯增加，顯示出埔里中華爬岩鰕在這段期間有上溯的趨勢。

#### e. 台灣石鱚

平均體長方面，3 月、8 月呈現高峰。體長頻度 (圖 27) 方面，4 月、6 月、12 月個體數量較多時，呈現常態分布。12 月時，數量雖然最多，大型個體比例相對較少。沒有顯示有加入群的情形。

#### f. 粗首鱚

平均體長方面，呈現不規則分布。體長頻度 (圖 28) 方面，4 月、12 月個體數較多時呈常態分布，其他月份個體數少。沒有顯示有加入群的情形。

#### g. 台灣鰕

平均體長方面，呈現不規則分布。體長頻度 (圖 29) 方面，10 月、12 月個體數較多時呈常態分布。而這兩月的分布方面，10 月的體長頻度相較於 12 月，偏向較小個體。其他月份個體數少。而 9 月分開始有小型魚群加入，10 月與 12 月數量明顯增加，顯示出台灣鰕在這段期間有上溯的趨勢。

#### h. 大和沼蝦

平均頭胸甲長方面，呈現不規則分布。體長頻度 (圖 30) 方面，1 月、2 月、4 月、10 月、12 月個體數量較多時呈常態分布，雖然 9 月只出現 3 隻，但 9 月、



10 月出現個體明顯為小型個體，顯示 10 月至隔年 2 月有一加入群。而 10 月、12 月、1 月與 2 月數量明顯增加，顯示出大和沼蝦在這段期間有上溯的趨勢。

#### i. 粗糙沼蝦

平均頭胸甲長方面，呈現不規則分布。體長頻度（圖 31）方面，4 月、6 月、12 月為個體數較多的月份，但無明顯趨勢。沒有顯示有加入群的情形。

### （四）石岡壩水質檢測資料

石岡壩的水質參數檢測結果（表 4）與變化圖（圖 32），水溫值介於 19.4~24.8℃，2 月時水溫最低，為 19.4℃，5 月時水溫最高，為 24.8℃。大致趨勢為 5 月至 10 月（夏季）較高。比導電度值則介於 200~300 $\mu$ S/cm，6 月時比導電度最低為 200 $\mu$ S/cm。溶氧量（Dissolved Oxygen, DO）值介於 8.7~12.6 mg/L，10 月份溶氧量特別高，達 12.6 mg/L，其他月份則無較大的變動。溶氧百分比值介於 98~145%，10 月份溶氧百分比特別高，達 145%，其他月份則無較大的變動。pH 酸鹼度值介於 7.8~8.8，6 月時 pH 值最低為 7.8，2 月時 pH 值最高為 8.8。

### （五）石岡壩進水量、河道放流量

2006 年石岡壩進水量與河道放流量方面（表 5、圖 33）。月平均進水量為 34,307.65 萬立方公尺，月平均河道放流量為 27,778.15 萬立方公尺。而枯水期（low water level period）、豐水期（high water level period）兩者間的進水量與河道放流量差異極大。6 月進水量與河道放流量最高，達平均值的 5 倍以上。進水量與河道放流量大致以六月為頂點呈鐘形曲線分布（圖 33）。

### （六）相似度比較

計算長庚橋、石岡壩魚道、石岡壩副壩下與埤豐橋 4 個樣站彼此之間的 SSC 與 PSC，結果如表 6。6 個 SSC 值由低至高分別為，長庚橋—石岡壩副壩下 0.73，長庚橋—石岡壩魚道 0.78，石岡壩魚道—石岡壩副壩下 0.82，石岡壩副壩下—埤豐橋 0.82，石岡壩魚道—埤豐橋 0.83，長庚橋—埤豐橋 0.85。顯示 6 個 SSC 值間差異不大。

PSC 值由低至高分別為，長庚橋—石岡壩魚道內 0.35，長庚橋—埤豐橋

0.49，長庚橋—石岡壩副壩下 0.53，石岡壩魚道—埤豐橋 0.56，石岡壩副壩—埤豐橋 0.66，石岡壩魚道—石岡壩副壩下 0.73。顯示長庚橋與另外 3 個樣站間的相似度值較低，而石岡壩魚道、石岡壩副壩下、埤豐橋彼此間的相似度值較高。

