

## 參、結果

### (一)集集攔河堰操作營運水量資料

在集集攔河堰歷年日平均放流量資料方面，2003 年全年度日平均流量為 16.9 cms，其中五月的 55.8 cms 和九月的 122.4 cms 為日平均流量較高的兩個月份，流量最低的月份則為二月的 0.8 cms。2004 年全年度日平均流量為 82.9 cms，其中七月的 520.9 cms 和 8 月的 273.9 cms 為流量較高的兩個月份，流量最低的月份則為一月的 0.6 cms。2005 年全年度日平均流量為 143.8 cms，其中七月的 371.9 cms 和八月的 612.1 cms 為流量最高的兩個月份，流量最低的月份則為一月的 2.0 cms(表一)(巨廷，2003，2004，2005)。

在集集攔河堰水閘門和排砂道操作數據方面，2003 年調查期間排砂道排砂 66 次，日平均排砂量為  $3,111 \times 10^4$  立方公尺，洩洪道水閘門洩洪 99 次，日平均洩洪水量為  $46,458 \times 10^4$  立方公尺(表二)。2004 年調查期間排砂道排砂 55 次，日平均排砂量為  $8,753 \times 10^4$  立方公尺，洩洪道水閘門洩洪 166 次，日平均洩洪水量為  $251,210 \times 10^4$  立方公尺(表三)。2005 年調查期間排砂道排砂共 52 次，日平均排砂量為  $11,191 \times 10^4$  立方公尺，洩洪道水閘門洩洪 260 次，日平均洩洪水量為  $351,523 \times 10^4$  立方公尺(表四)(巨廷，2003，2004，2005)。在 2003 年十二月到 2004 年二月，2004 年十二月到 2005 年二月期間由於攔河堰下方堤防護岸施工，因此攔河堰水閘門完全關閉造成下方河道呈現斷流，其中 2003 年共斷流 8 天、2004 年共斷流 25 天、2005 年共斷流 41 天。此外攔河堰上方的庫區在 2005 年五月到十二月期間，進行疏濬作業以排除庫區淤積日漸嚴重的砂石(巨廷，2005)。

## (二) 物種數 (S) 與個體數 (N)

### 1. 魚類

2003 年在所有樣站的調查中共發現有粗首鱨(*Zacco pachycephalus*)、陳氏鰕鮨(*Gobiobotia cheni*)、台灣石鱸(*Acrossocheilus paradoxus*)、高身小鰮鮡(*Microphysogobio alticorpus*)、鯽魚(*Carassius auratus*)、翹嘴紅鮰(*Erythroculter ilishaeformis*)、鯉魚(*Cyprinus carpio*)、埔里中華爬岩鰕(*Sinogastromyzon puliensis*)、台灣間爬岩鰕(*Hemimyzon formosanum*)、中華花鰕(*Cobitis sinensis*)、大鱗副泥鰕(*Paramisgurnus dabryanus*)、台灣鮠(*Pseudobagrus taiwanensis*)、鯰(*Parasilurus asotus*)、塘虱魚(*Clarias fuscus*)、線鱧(*Channa striata*)、溪鱧(*Rhyacichthys aspro*)、極樂吻蝦虎魚(*Rhinogobius giurinus*)、明潭吻蝦虎魚(*Rhinogobius candidianus*)、斑帶吻蝦虎魚(*Rhinogobius maculafasciatus*)、雜交種吳郭魚(*Oreochromis hybrids*)和日本鰻(*Anguilla japonica*)等 21 種魚類。各數量組成百分比方面，以粗首鱨佔 37.9%、陳氏鰕鮨佔 25.4%、高身小鰮鮡佔 21%、埔里中華爬岩鰕佔 3.6%和明潭吻蝦虎魚佔 2.5%為數量較為優勢的五種魚類(圖三)。其中集鹿大橋(Site A)發現 13 種共 978 隻，(攔河堰下方)Site B 發現 14 種共 1570 隻，名竹大橋(Site C)發現 16 種共 525 隻，彰雲大橋(Site D)發現 15 種共 847 隻(表五)。

2004 年在所有樣站的調查中共發現到 20 種魚類，其中新發現的魚種有何氏棘鰕(*Spinibarbus hollandi*)、泥鰕(*Misgurnus anguillicaudatus*)、台灣纓口鰕(*Crossostoma lacustre*)和洄游性魚種白鰮(*Chelon subviridis*)。在數量組成百分比方面，以粗首鱨佔 27.5%、陳氏鰕鮨佔 22.4%、高身小鰮鮡佔 11.6%、台灣石鱸佔 9.7%和埔里中華爬岩鰕佔 6.4%為數量較為優勢的五種魚類(圖四)。其中 Site A 發現 14 種共 390 隻，Site B 發現 13 種共 557 隻，Site C 發現 14 種共 576 隻，Site D 發現 14 種共 364 隻(表五)。

2005 年度所有的樣站調查至 12 月份為止，共發現到 15 種魚類，與 2003 年相比，消失的魚種包括不常出現的種類如翹嘴紅鮒、塘蝨魚；放生魚種如泥鰍、大鱗副泥鰍或外來種的琵琶鼠和雜交種吳郭魚，值得注意的是常見的洄游型物種斑帶吻鰕虎魚在此年度並未發現。在數量組成百分比方面，以粗首鱨佔 24%、埔里中華爬岩鰍佔 21.9%、陳氏鰍鮓佔 16.8%、高身小鰍鮓佔 14.7%、台灣石鱨佔 7%，為數量較為優勢的五種魚類(圖五)。其中 Site A 發現 9 種共 253 隻，Site B 發現 8 種共 158 隻，Site C 發現 12 種共 512 隻，Site D 發現 14 種共 397 隻(表五)。

## 2. 甲殼類

2003 年在所有樣站的調查共發現有粗糙沼蝦(*Macrobrachium asperulum*)、大和沼蝦(*Macrobrachium japonicum*)、日本沼蝦(*Macrobrachium nipponense*)、台灣沼蝦(*Macrobrachium formosense*)和擬多齒米蝦(*Caridina pseudodenticulata*)等五種底棲性蝦類。其中粗糙沼蝦、日本沼蝦和擬多齒米蝦為陸封型的物種，大和沼蝦和台灣沼蝦則為兩側洄游型的物種。在數量組成百分比方面，以大和沼蝦佔 49.68%和台灣沼蝦佔 37.20%為優勢種(圖六)。其中 Site A 發現 4 種共 158 隻，Site B 發現 5 種共 868 隻，Site C 發現 5 種共 201 隻，Site D 發現 4 種共 520 隻(表十八)。

2004 年所有樣站的調查共發現四種蝦類，其中大和沼蝦和台灣沼蝦為兩側洄游型的物種。比起 2003 年度所調查到的種類，少了日本沼蝦一種。在數量組成百分比方面，以台灣沼蝦佔 41.97%、大和沼蝦佔 40.37%和粗糙沼蝦佔 15.27%為優勢種(圖七)。其中 Site A 發現 3 種 64 隻，Site B 發現 2 種共 13 隻，Site C 發現 4 種共 18 隻，Site D 發現 4 種共 238 隻(表十八)。

2005 年度所有的樣站調查至 12 月份為止，和 2003 年度一樣發現五種同種的蝦類，其中大和沼蝦和台灣沼蝦為兩側洄游型的物種。在數量組成百分比方面，以台灣沼蝦佔 57.10%、大和沼蝦佔 40.29%為優勢種(圖八)。其中 Site A 發現 2 種共 7 隻，Site B 無調查到任何蝦類，Site C 發現 5 種共 66 隻，Site D 發現 5 種共 643 隻(表十八)。蟹類僅有 2004 年和 2005 年時在 Site C 發現過一隻拉氏清溪蟹(*Candidiopotamon rathbunae*)和一隻黃緣澤蟹(*Geothelphusa olea*)，由於數量太少因此不列入討論的範圍。

### (三)歧異度( $H'$ )與均勻度( $J'$ )

#### 1.魚類

各月份歧異度和均勻度變化如圖九和圖十所示，2003 年 Site A、Site B、Site C 和 Site D 的歧異度最高值和最低值分別為十二月的 0.85 和六月的 0.47；八月的 0.76 和一月的 0.24；四月的 0.74 和六月的 0.30 和十二月的 0.74 和三月的 0.38。年平均歧異度分別為 0.68、0.53、0.63 和 0.63。Site A、Site B、Site C 和 Site D 的均勻度最高值和最低值分別為十二月的 0.89 和一月的 0.54；九月的 0.76 和一月的 0.28；一月的 0.99 和十月的 0.46 和五月的 0.96 和 6 月的 0.60。年平均均勻度分別為 0.72、0.51、0.73 和 0.72(表三十和表三十一)。

2004 年 Site A、Site B、Site C 和 Site D 的歧異度最高值和最低值分別為三月的 0.86 和十二月的 0.48；六月的 0.81 和十一月的 0.32；十二月的 0.81 和四月的 0.33 和十月的 0.91 和三月的 0.41。年平均歧異度分別為 0.65、0.44、0.56 和 0.55。Site A、Site B、Site C 和 Site D 的均勻度最高值和最低值分別為九月的 1.01 和二月的 0.67；六月的 0.89 和一月的 0.52；十二月的 0.96 和四月的 0.47；十月的 0.95 和一月的 0.72。年平均均勻度分別為 0.83、0.69、0.76 和 0.84(表三十二和表三十三)。

2005 年 Site A、Site B、Site C 和 Site D 的歧異度最高值和最低值分別為一月的 0.77 和六月的 0.41；九月的 0.57 和二月的 0.20；四月的 0.81 和九月的 0.37；四月的 0.77 和一月的 0.39。年平均歧異度分別為 0.54、0.31、0.63 和 0.64。Site A、Site B、Site C 和 Site D 的均勻度最高值和最低值分別為六月的 0.89 和九月的 0.71；七月的 0.99 和三月的 0.58；四月的 1.04 和九月的 0.47；四月的 0.91 和一月的 0.58。年平均均勻度分別為 0.81、0.64、0.77 和 0.78(表三十四和表三十五)。

## 2. 甲殼類

蝦類由於在 2004 年和 2005 年所調查到的數量不多，有很多月份完全沒有出現蝦類，因此在歧異度和均勻度的計算只使用全年度平均而未將各月份分別計算。2003 年 Site A、Site B、Site C 和 Site D 的年平均歧異度分別為 0.13、0.16、0.28 和 0.26。年平均均勻度分別為 0.66、0.49、0.66 和 0.60；2004 年 Site A、Site B、Site C 和 Site D 的年平均歧異度分別為 0.01、0、0.08 和 0.02。Site A、Site C 和 Site D 的年平均均勻度分別為 0.29、0.9、和 0.73；2005 年 Site A、Site C 和 Site D 的年平均歧異度分別為 0、0.17 和 0.24。Site C 和 Site D 的年平均均勻度分別為 0.76 和 0.77(表三十六和表三十七)。

## (四)線性回歸分析

Site B 受到攔河堰的營運操作影響的關係最為直接，因此將此樣站不同年度的魚類數量變化與攔河堰操作營運的數據分別進行線型回歸分析。考慮的因子包括每兩個月調查之間的排砂次數、排砂總量、洩洪次數和洩洪總量(甲殼類由於 2004 年後出現數量過少，因此無相關性分析)。此外由於 2003 年和 2004 年的十二月、一月和二月有數天是完全斷流的情況，所以將此六個月份的魚類數據另外以斷水天數和魚類數量進行兩組相關性分析，以避免影響上述四種營運操作因子的分析。



線性回歸分析後的結果可以得到線性回歸方程式、相關係數和判斷係數。各年度排砂次數與魚類數量均呈現負相關，判斷係數分別為 0.67、0.26 和 0.19。排砂總量與魚類數量均呈現負相關，判斷係數分別為 0.64、0.23 和 0.26。洩洪次數與魚類數量均呈現負相關，判斷係數分別為 0.51、0.36 和 0.65。洩洪總量與魚類數量均呈現負相關，判斷係數分別為 0.47、0.15 和 0.04。斷水天數與魚類數量均呈現負相關，判斷係數分別為 0.98 和 0.90(表三十八)。

將攔河堰操作營運的數據與粗首鱲、陳氏鰕鮒、台灣石鱚、高身小鰾鮓和埔里中華爬岩鰕五種數量較為優勢之魚種進行線性回歸分析，發現斷水天數和五種魚類的數量幾乎都呈現負相關性，而排砂和洩洪則對粗首鱲和高身小鰾鮓的數量呈現負相關；對陳氏鰕鮒、台灣石鱚和埔里中華爬岩鰕則無顯著的相關性或正相關，其中以粗首鱲與四種因子的相關係數和判斷係數最高。

