

計畫名稱：清水溪指標物種生活史研究

(原：清水溪及梅林溪河川生態系指標物種的選擇及生活史研究)

英文名稱：Studies on the lifecycle of biological indicator in Cingshui Creek.

計畫編號：230

全程計畫期間：2007年4月1日至2013年12月31日

本年計畫期間：2012年1月1日至2012年12月31日

計畫主持人：葉明峰

研究人員：張世倉、賴弘智

### 一、摘要

2011年12月至2012年12月期間，每月於清水溪流域利用電擊方式捕獲粗首鱻 (*Zacco pachycephalus*)。粗首鱻 (*Z. pachycephalus*) 為優勢物種，共採取395隻標本(雄魚201隻;雌魚194隻)，雌雄比為0.97，平均體全長為6.9 cm，平均體重為4.3 g，雄魚最小個體體全長與最大個體體全長分別為2.7 cm及11.5 cm，而雌魚顯著低於雄魚，分別為3.5 cm及13.3 cm。粗首鱻雄魚帶有追星者，其平均體全長為8.3 cm，其中最大為11.5 cm，最小為6.3 cm。粗首鱻屬於雜食性魚類，以攝食藻類及水棲昆蟲為主，以CF值、GSI值及HSI值推估繁殖週期，數據顯示2~5月與8~10月可能為粗首鱻繁殖季節。

**關鍵詞**：清水溪流域、粗首鱻、攝食習性、繁殖季節

### Abstract

Monthly collections of fish, *Zacco pachycephalus*, with electric fishing shocker at the Cingshui Creek continued from December 2011 to December 2012. The *Z. pachycephalus* was found to be the most dominant species of the fishes with 395 specimens (201 males and 194 females) collected. They showed sexual dimorphism and had a sexual ratio of 0.97 for the females to males. The total length and weight in average were 6.9 cm and 4.3 g, respectively. Total lengths were 2.7~11.5 cm for the males, and were significantly smaller for the females, 3.5~13.3 cm. The total lengths were 6.3~11.5 cm with an average of 8.3 cm for the males with nuptial tubercles. *Z. pachycephalus* is an omnivorous fish due to both algae and insect were found in the stomach. The results of gonadosomatic indices (GSI), condition Factor (CF) and

hepatosomatic index (HSI) suggested that the two breeding seasons of the fish were in February to May, and August to October.

**Keywords :** Cingshui Creek, *Zacco pachycephalus*, feeding habit, breeding season

## 二、計畫目的

湖山水庫開發期間對於現有溪流生態的影響甚鉅且久遠，部分魚種的棲息地可能將消失，因此為減輕水庫開發過程對溪流生態造成負面影響，除了加強了解魚類棲息地的需求，魚類生活史之研究也甚為重要，只有對其食性、成熟、繁殖機制及族群結構等生活史資料蒐集更完整清楚，對於部分需要復育的魚類族群才能提供一完善之作業依據而執行本計畫。

目前對於梅林溪流域及清水溪流域優勢魚種食性、成熟、繁殖機制及族群結構等生活史資料蒐集已有初步了解，後續將針對此兩流域中共同優勢魚種 - 粗首鱾 (*Zacco pachycephalus*)，進行第二年之生活史研究。粗首鱾俗稱溪哥仔或闊嘴籠，為台灣特有種，主要分布於河川中下游及溝渠中，喜好棲息在水流緩慢的潭區或淺灘區域，於繁殖期時其雄魚會有追星及鮮艷的婚姻色出現 (陳及方，1999)，其亦棲息於水庫棲地深水域中。

## 三、重要工作項目及實施方法

### (一) 樣本採集

#### 1. 魚類採集：

每月進行 1 次固定樣點調查，採集粗首鱾樣本，選擇適合背負式電魚器操作的棲地設置樣區 (圖 1) (座標：215888, 2625163)，每個月隨機捕獲 30 尾粗首鱾進行編號，將樣本以福馬林 (10%) 浸泡帶回實驗室解剖，同時測量水質、水溫、水深、流速及河寬等相關棲地環境因子。

#### 2. 標本處理：

經編號之粗首鱾以 10% 中性福馬林溶液固定 7 天後，於流動式清水下沖洗 24hr，將魚體表水分吸乾後，以游標卡尺測量體全長 (Total length, TL) ( $\pm 0.1$  cm) 及電子磅秤紀錄體重 (g) 後進行解剖，分別取出生殖腺、肝臟和胃部秤重 ( $\pm 0.01$  g) 後，改以 75% 酒精保存以利後續鑑定。

- (1) 性別鑑定：將生殖腺置於玻片上，於光學顯微鏡下鑑定其性別。
- (2) 胃內容物分析：將胃置於 6 cm 玻璃培養皿中，以組織剪刀縱向剪開，以蒸餾水將胃內含物沖出後，於培養皿下方墊 1 張方格紙 (每格長為 1

mm)，方便估算內含物大小，於解剖顯微鏡下以尖鑷小心分離胃內含物，並加以分類和計數。

### 3. 藻類採集：

樣站中選取 3 個瀨區，每一區域逢機將 1 顆溪石小心拾起，以刷子輕刷刮取附生藻類 16 cm<sup>2</sup>，將其洗入 100 ml 樣本瓶後加入 0.3 ml 路戈氏藻類固定液 (Lugol's Solution)，放入冰桶中攜回實驗室後，取 1 ml 搖晃均勻之藻類懸浮液，以血球計數盤進行數量估算及藻種鑑定。

### 4. 水生昆蟲採集：

在沿岸水深 50 cm 內，以蘇伯氏採集網 (Suber net sampler) 於河中的各種流速下採 3 網，採獲之水生昆蟲先以 75% 酒精固定，並記錄採集地點與日期，帶回實驗室進行鑑定分析及估算其生物量。

## (二) 資料分析

### 1. 體全長及體重間的關係

利用統計迴歸分析求得粗首鱻體長與體重之關係式：

$$\text{體重} = a \times \text{體長}^b \quad \text{【※ 體重(g)，體長(cm)，a、b 為參數】}$$

### 2. 攝食習性

#### (1) 空胃率判定

當粗首鱻胃中無殘留食物時將判定為空胃，將空胃之魚體予以記錄，並進一步進行定性定量分析 (陳及郭，2009)。

$$\text{空胃率}\% = \frac{\text{無胃內容物之魚尾數}}{\text{總魚尾數}} \times 100\%$$

#### (2) 定性法

粗首鱻攝食食物種類出現頻率百分率 (percentage of frequency occurrence, F%) 分析 (陳及郭，2009)。

$$F\% = \frac{\text{胃內容物所含某種食物 種類之魚尾數}}{\text{總魚尾數}} \times 100\%$$

#### (3) 定量法

粗首鱻之胃內含物中所分析的餌料生物種類以計數法 (numerical method) 計算所攝食食物種類之平均豐富度百分比 (percentage of average abundance, N%) (Hyslop, 1980)。

$$N\% = \frac{\text{胃內容物中含某種食物 種類}}{\text{攝食食物種類}} \times 100\%$$

(4) 微藻相對豐富度等級之表示

將解剖出之胃內含物以二次水 (distilled de-ionized water) 定量 1 ml 後移至血球計數盤中，以光學顯微鏡進行數量估算及藻種鑑定，並以下列相對豐富度之等級 (rank of relative abundance) 表示，A：觀察 1 ml 樣本中出現個體數量大於 1000 (dominant)；B：觀察 1 ml 樣本中出現個體數量在 50 - 100 之間 (rich but not dominant)；C：觀察 1ml 樣本中出現個體數量在 10 - 50 (not rich)；D：觀察 1 ml 樣本中出現個體數量小於 10 (rare) (方等，1996)。

3. 生殖指數

(1) 性別比例

$$\text{性別比例} = \frac{\text{雌魚尾數}}{\text{雌魚尾數} + \text{雄魚尾數}} \times 100\% \quad (\text{Ikejima and Shimizu, 1999})$$

(2) 肥滿度 (Condition Factor, CF%) ；

$$\text{CF}\% = \frac{\text{魚體重量}}{(\text{魚體全長})^3} \times 100$$

(3) 生殖腺指數 (Gonadosomatic index, GSI%) (Herrera *et al.*, 1988) ；

$$\text{GSI}\% = \frac{\text{生殖腺量重量}}{\text{魚體重量}} \times 100\%$$

(4) 肝臟指數 (Hepatosomatic index, HSI%)：分析不同月份間 HSI 值，可對照生殖腺指數 (GSI) 來推估繁殖季節。

$$\text{HSI}\% = \frac{\text{肝臟重量}}{\text{魚體重量}} \times 100\%$$

(三) 成果報告撰寫

將調查所得整理分析，並參考相關文獻，撰寫報告。

## 四、結果與討論

(一) 成長分布

2011 年 12 月至 2012 年 12 月 (101 年度) 間，於清水溪流域共捕獲粗首鱻 395 隻，雌雄兩性體全長與體重，均呈曲線迴歸關係 (圖 2)。其迴歸方程式分別為：

$$\text{雄魚：體重} = 0.0051 \times \text{體全長}^{3.3819} \quad (\text{N}=201, \text{R}^2=0.9711)$$

$$\text{雌魚：體重} = 0.0084 \times \text{體全長}^{3.1243} \quad (\text{N}=194, \text{R}^2=0.9002)$$

而標準體長與體全長間呈線性關係 (圖 3)，其方程式為：

雄魚：標準體長 =  $0.8452 \times \text{體全長} - 0.157$  (N=201,  $R^2=0.9798$ )

雌魚：標準體長 =  $0.8523 \times \text{體全長} - 0.1332$  (N=194,  $R^2=0.9881$ )

分析粗首鱻成長分布情形，雄魚體重之平均值異於雌魚 ( $P < 0.05$ )，故雄魚和雌魚在體全長及體重上有顯著差異，因此不可合併視為一直線。捕獲粗首鱻之雄魚平均體全長為 6.77 cm，平均體重為 4.26 g，其中雄魚最小個體體全長為 2.71 cm (出現於 2011 年 12 月)，雄魚最大個體體全長為 11.46 cm (出現於 2012 年 3 月) (圖 4)；捕獲粗首鱻之雌魚平均體全長為 6.98 cm，平均體重為 4.60 g，雌魚最小個體體全長為 3.50 cm (出現於 2011 年 12 月)，雌魚最大個體體全長為 13.32 cm (出現於 2012 年 5 月) (圖 5)。

101 年度和 100 年度 (2010 年 11 月至 2011 年 11 月) 粗首鱻的體全長及體重經過統計比較後，數據顯示 100 年度雄魚的平均體全長為 7.15 cm，顯著大於 101 年度的 6.77 cm，而在兩年度的平均體重則無顯著性差異，平均體重分佈範圍為 4.26~4.73 g。兩年度雌魚的平均體全長及平均體重皆無顯著性差異，平均體全長分佈範圍為 6.98~7.00 cm，平均體重分佈範圍為 4.26~4.60 g (表一)。

## (二) 攝食習性

### 1. 空胃率

101 年度所採集到的粗首鱻樣本中有 33 尾粗首鱻的胃中未發現有攝食任何物質。根據中央氣象局阿里山氣象站逐月雨量平均值分布情形 (圖 6)。分析結果發現，2012 年 1 月空胃率最高為 40%，而 4、5、6、9 和 11 月的空胃率最低為 0%，初步觀察降雨量較高的月份 (4~6 月)，粗首鱻並無空胃率之個體出現，因此降雨量與粗首鱻空胃率的結果顯示兩者有相反之趨勢 (圖 7)，且在 100 年度的調查結果也顯示相同的趨勢。然而，影響粗首鱻空胃率的確切原因，仍有待深入探討。水域中餌料生物數量多寡會因季節和地區變化而有不同，此外，其它氣候因子 (包括降雨量、風力、溶氧、光照等) 也會對餌料生物的生長產生間接影響 (殷, 1998)。推測可能為雨量等氣候因子，影響餌料生物來源或粗首鱻的攝食行為，導致空胃率偏高，但確實原因仍有待更深入的研究。

2009 年清水溪明潭吻鰕虎生活史研究報告顯示，清水溪高密度的水生昆蟲出現於水流較平緩流域，因此推測雨季空胃率較乾季高，可能是受到雨季雨量充沛，水流湍急，導致魚類餌料生物較為不足，而造成雨季空胃率提高之故 (張, 2009)，然而在這兩年度清水溪粗首鱻的調查中，並未發現相同的情況。

### 2. 胃內含物組成

魚類攝食行為和水域環境中餌料生物的改變，會影響魚類食物組成和攝食強度，當食物組成中某一喜好食物種類大量出現時，此食物即成為該物種主要食物（殷 1998）。本研究在 101 年度粗首鱺的清水溪棲息環境與所攝食動物性餌料生物中，發現優勢種皆以雙翅目(Diptera)、蜉蝣目(Ephemeropter)、毛翅目(Trichoptera)為主（圖 8 和 9）。分析 101 年度棲息於環境中的水生昆蟲之優勢種類，雙翅目(Diptera)在每個月的數目變化百分比介於 16.5%~75.8%，且佔了整年度昆蟲數目的 57.1%；蜉蝣目(Ephemeroptera)在每個月的數目變化百分比介於 8.7%~65.0%，且佔了整年度昆蟲數目的 24.1%；毛翅目(Trichoptera)在每個月的數目變化百分比介於 1.4%~35.2%，且佔了整年度昆蟲數目的 13.7%（圖 8），在 100 年度的數據也顯示相同的結果，說明了清水溪環境中所含的水生昆蟲以這三種目佔最大比例。分析 101 年度粗首鱺胃內容物樣品中，數據顯示雙翅目(Diptera)在每個月的數目變化百分比介於 0%~97.4%；蜉蝣目(Ephemeroptera)介於 0%~64.3%；毛翅目(Trichoptera)介於 0%~60%（圖 9），與溪流環境中水生昆蟲組成存在差異，如環境中以搖蚊科及姬蜉蝣科數量最多，但消化道檢體則以四節蜉蝣科與網石蛾科為最多，初步研判粗首鱺對於水生昆蟲似有選食偏好或攝食限制。惟若排除藻類數量較少之水生昆蟲採樣點，僅比較環境中藻類數量較多之水生昆蟲採樣點與粗首鱺消化道水生昆蟲，發現兩者組成百分比有相同趨勢，推測粗首鱺對於水生昆蟲應無特別的選食偏好，亦可能於攝食植物性食物時同時攝食棲息於附近之水生昆蟲所致。在 100 年度的數據顯示粗首鱺也有相同的攝食情況。

101 年度粗首鱺於各體全長等級間攝食水生昆蟲的變化，可以發現體全長介於 6~8 cm，攝食雙翅目的比例最高，為 70.45~75.51%，而體全長介於 5~6 cm 以及 >9 cm，攝食蜉蝣目的比例最高，為 37.50~39.29%，體全長介於 8~9 以及 >9 cm，攝食毛翅目的比例最高，為 22.73~28.57%（表 2）。

101 年度在清水溪粗首鱺的棲息環境中，綠藻的種類與豐度均低，而優勢微藻種類以舟形藻(*Navicula* sp.)、菱形藻(*Nitzschia* sp.)和針桿藻(*Synedra* sp.)為主，其中以舟形藻所佔比例最高，但在 2012 年 10 月和 11 月針桿藻的豐度有顯著的上升並超過了舟形藻。本調查期間所觀察到的數據與 100 年度的環境藻類組成類似，說明了清水溪環境中所含的優勢微藻大多為矽藻（表 3）。101 年度粗首鱺所攝食微細藻類中，以舟形藻(*Navicula* sp.)、針桿藻(*Synedra* sp.)、輻節藻(*Stauroueis* sp.)和卵形藻(*Cocconeis* sp.)為主，以舟形藻所佔比例最高，但 2012 年 10 月、11 月攝食針桿藻顯著超過了舟形藻，此一趨勢跟棲地環境微藻相同。此外，2012 年 3 月份起粗首鱺胃內容物中微細藻類及絲狀藻之數量均明顯增加，此與水溫明顯上升至 25°C 以上有關，3 月份起水溫均維持在 25°C 以上，因溫

度明顯回溫，水中微藻與大型絲藻均大量繁生，而魚類生長與活動量也因水溫上升而增加，因此食量的表現也隨之增加。唯一不同的是在 7 月份時粗首鱻胃內容物中微細藻類及絲狀藻之數量均明顯減少，此可能是因 6 月份大雨所致，6 月份時累計雨量高達 1863.2mm，因雨水沖刷導致水域中微細藻類與絲狀藻數量劇減，因此攝入量也隨之減少。這也說明了粗首鱻所攝食的藻類會隨著環境中微藻與絲藻的豐度與組成而改變，且攝食的微細藻以矽藻為主，主要攝食種類為舟形藻、輻節藻和卵形藻（圖 10）（表 4 和 5）。

101 年度粗首鱻於各體全長等級間攝食藻類的變化，可以發現隨著體全長的增加，攝食菱形藻有下降的趨勢；而隨著體全長的增加，攝食針桿藻、橋彎藻 (*Cymbella* sp.) 有上升的趨勢，此可能與微藻的大小及適口性有關。以大小而言，相對於針桿藻與橋彎藻，菱形藻的體型明顯較小，因此，隨著體全長的增加，攝食較小體型的菱形藻的比例下降；而攝食較大體型的針桿藻、橋彎藻的比例上升。此現象也在絲藻的攝食結果中出現，隨著體全長的增加，粗首鱻攝食大型絲藻的比例隨之增加，此與 100 年度的調查結果相似（圖 11）（表 6）。

### （三）生殖特徵

#### 1. 性徵(sexual characteristics)

魚類的生殖腺與相關之局部外生殖器官等所呈現之性徵為第一性徵(primary sexual characteristics)；而第二性徵(secondary sexual characteristics)多在魚類成熟時形成，例如：多數成熟鯉科魚類的吻端和鰓蓋具角質狀之追星(nuptial tubercles)、鰻虎在某些部位具特殊鮮豔之婚姻色(nuptial coloration)等。2011 年 12 月至 2012 年 12 月間採捕之粗首鱻中，有 35 尾雄魚帶有婚姻色且具有追星，平均體長為 8.34 cm，其中最大為 11.46 cm 出現在 2012 年 3 月，最小為 6.26 cm 出現在 2012 年 9 月。

#### 2. 性別比例

綜合魚類第二性徵的表現及顯微鏡觀察生殖腺的方式鑑定其性別，發現 101 年度採捕之粗首鱻中雄魚 201 尾，雌魚 19 尾，雌、雄數目比例為 1：0.97。以不同月份間的雌魚性別比例來看 2012 年 7 月的 73.33% 為最高，2012 年 3 月的 26.67% 為最低。101 年度雌魚性別每月平均比例為 50.60%，而 100 年度則為 59.23%（圖 12）。

綜合 101 年度及 100 年度的資料，採捕之粗首鱻總共有雄魚 362 尾，雌魚 425 尾，雌、雄魚數目比例為 1：0.97，而兩年度平均雌魚的性別比例為 55.26%。

#### 3. CF、GSI 及 HSI 指數

台灣石鱸之肥滿度(CF)可反映個體生殖腺發育狀態，並表現生殖活動情形；當肥滿度逐漸增加至最高點後下降，則為生殖活動之開端（許，1991；彭及劉，1991）。生殖腺指數（GSI 值）隨生殖腺之成熟、增重而增大，當生殖腺指數由最高值而降低時，即為產卵或排精時期（曾及劉，1972）。鯽魚(*Carassius auratus*)於繁殖季時，其肝臟重量變化與生殖季節間也有類似關係存在，故 HSI 值會在產卵前達最高，在產卵後則降低(Delahunty and Vlaming, 1980)；因此 HSI 值也可用以推估魚類的繁殖期(Htun-Han, 1978)。

CF 指標結果顯示，101 年度雄魚跟雌魚的 CF 值皆從 1 月緩慢的上升到 5 月達到最高(12.85%~13.47%)，然後開始下降到 7 月達到最低點(8.10%~8.15%)，8 月又開始上升到 10~11 月達到最高(13.01%~14.55%)。100 年度雄魚跟雌魚的 CF 值皆在 3 月和 7~8 月，甚至在 10 月也有上升的現象，數據範圍介於 11.58%~12.20%。由數據顯示粗首鱸在 101 年度 CF 值的變化範圍比 100 年度大，而且兩個年度 CF 值高峰期的月份也不完全相同。然而整體而言，兩年度整體數據推估，前半年度的 CF 值高峰期約在 3~5 月，後半年度則在 7~11 月（圖 13）。

在 GSI 指標部分，101 年度雄魚的 GSI 值在 1 月升高(0.14%)，然後趨於平緩到 8 月，在 9 月又達到高峰期(0.43%)後逐漸下降，到 11 月後趨於平緩；雌魚在 1 月後上升，到 3 月達到高峰期(1.96%)，然後在 4 月後逐漸下降到 7 月，8 月又開始上升，到 10 月達到最高峰(2.40%)，11 月迅速下降後趨緩。100 年度雄魚的 GSI 值在 3~5 月達到高峰期，數值分別為 0.29%~0.63%，其餘月份並無顯著的高峰期，此現象與 101 年度的結果並無一致性，雌魚 GSI 值在 3 月與 10 月皆各有一高峰期，數值分別為 2.47% 和 4.18%，10 月 GSI 高峰期亦高於 3 月者。兩年度數據結果有一致性，皆顯示粗首鱸雌魚有兩個生殖腺高峰，且後半年度的數值會比前半年度的高，兩高峰分別在每年的 2~5 月和 8~10 月，顯示此 2 時期為雌魚生殖腺最成熟的時期，但雄魚 GSI 高峰期在兩年度的調查結果則無一致性（圖 14）。

在 HSI 指標部分，101 年度雄魚和雌魚的 HSI 值皆 1 月有一高峰期(1.42%~1.61%)，然後緩慢的下降，雄魚在 8 月到達最低點(0.51%)且雌魚在 9 月到達最低點(0.66%)，然後雄魚跟雌魚皆在 10 月又達到最高(1.32%~1.64%)後，11 月又下降並趨緩。100 年度雄魚的 HSI 值則在 3 月和 9 月達到高峰期，數值分別為 1.79% 和 1.50%，雌魚在 3 月和 11 月達到高峰期，數值分別為 1.99% 和 1.89%。由數據顯示粗首鱸的 HSI 值在 101 年度和 100 年度皆各有 2 個高峰期，但兩個年度出現的高峰期月份並不完全一致。然而，兩年度整體數據推估，後半



年度 HSI 值約在 9~11 月 (圖 15)。

分析 101 年度採捕之清水溪流流域優勢魚種粗首鱻 CF、GSI 及 HSI 值月平均值變化。由數據變化顯示，粗首鱻繁殖季節推測可能為 2~5 月及 8~10 月。

另外，進行統計比較 101 年度及 100 年度粗首鱻的各項數據，兩年度間雄魚跟雌魚的每月平均 CF 值間無顯著性差異，範圍介於 10.7%~10.9%。而在雄魚跟雌魚的每月平均 HSI 值，以及雌魚的每月平均 GSI 值，101 年度皆顯著低於 100 年度 (表 7)，然而，其影響的可能原因，仍有待進一步探討。

## 五、結論與建議

101 年度清水溪流流域採捕之粗首鱻雄性數目比例較雌性比例高 (1:0.97)。

粗首鱻在雨量較高的季節 (4~6 月) 並無空胃率之個體出現，但胃內容物所攝食的藻類有減少的現象。分析 101 年度粗首鱻胃內容物樣品，發現粗首鱻消化道水生昆蟲組成類別與溪流環境中水生昆蟲組成存在差異，如環境中以搖蚊科及姬蜉蝣科數量最多，但消化道檢體則以四節蜉蝣科與網石蛾科為最多，初步研判粗首鱻對於水生昆蟲似有選食偏好或攝食限制。惟若排除藻類數量較少之水生昆蟲採樣點，僅比較環境中藻類數量較多之水生昆蟲採樣點與粗首鱻消化道水生昆蟲組成百分比，發現粗首鱻對於水生昆蟲並無特別的選食偏好，推測可能於攝食植物性食物時同時攝食棲息於附近之水生昆蟲所致。粗首鱻攝食藻種部分以矽藻植物門中的舟形藻、針桿藻、輻節藻和卵形藻為主，而棲息環境中以舟形藻、菱形藻和針桿藻為主，由數據顯示粗首鱻所攝食的藻類會隨著環境中藻類的豐度與組成而改變。

依據 CF、GSI 及 HSI 三種指標的數據變化顯示，推測粗首鱻繁殖季節應該在每年的 2~5 月與 8~10 月。部分指標在 101 年的下降現象則有待持續觀察。

## 六、參考文獻

- 彭弘光、劉富光。1991。石鱻生物學的初步研究。Bulletin of Taiwan Fisheries Research Institute No.50: 85 - 92。
- 陳義雄、方力行。1999。臺灣淡水及河口魚類誌。海洋生物博物館籌備處。
- 陳智宏、郭世榮。2009。日月潭水庫外來入侵種暹羅副雙邊魚(*Parambassis siamensis*)攝食生態之研究。特有生物研究 11(2): 31 - 46。
- 方力行、蘇六裕、陳義雄、韓僑權、陳益惠。1996。高身鯿魚形態、分布及生物學之研究。生物科學期刊 39(1): 78 - 87。
- 曾萬年、劉錫江。1972。東海南區，臺灣海峽產白口魚之生殖生態的研究，臺灣水產學會刊。1(2)，20 - 28。

- 般名稱。1998。魚類生態學。水產出版社。
- 許嘉恩。1991。桶后溪石鱸之生殖生物學研究。國立臺灣大學動物研究所碩士論文。
- Bye, V. T. 1984. The role of environmental factor in the timing of reproductive cycles. Pp.187-205. In G. W. Potts. (eds)., Fish reproduction: Strategies and Tactics. Academic Press, London.
- Delahunty, G. and V. L. de Vlaming. 1980. Seasonal relationships of ovary weight, liver weight and fat stores with body weight in the goldfish, *Carassius auratus* (L.). Journal of Fish Biology.,16:5-13
- Herrera, M., J. A. Herhando, C. Fernandez-Delga, and M. Bellido. 1988. Age, growth and preduction of the barbell *barbus-sclateri gunther1868* in a first-order stream in southern Spain. J. Fish Biol. 33 : 371-381
- Htun-Han, M. 1978. The reproductive biology of the dab *Limanda limanda* (L.) in the North Sea: gonosomatic index, hepatosomatic index and condition factor. J. Fish Biol.13:369-378
- Hyslop, 1980. Stomach contents analysis-a review of methods and their application. *Fish Biology* 17:411-429.
- Ikejima, K. and M. Shimizu. (1999). Sex ratio in the dragonet, *Repomucenu svalenciennei*. Ichthyol. Res., 46(4): 50-55.

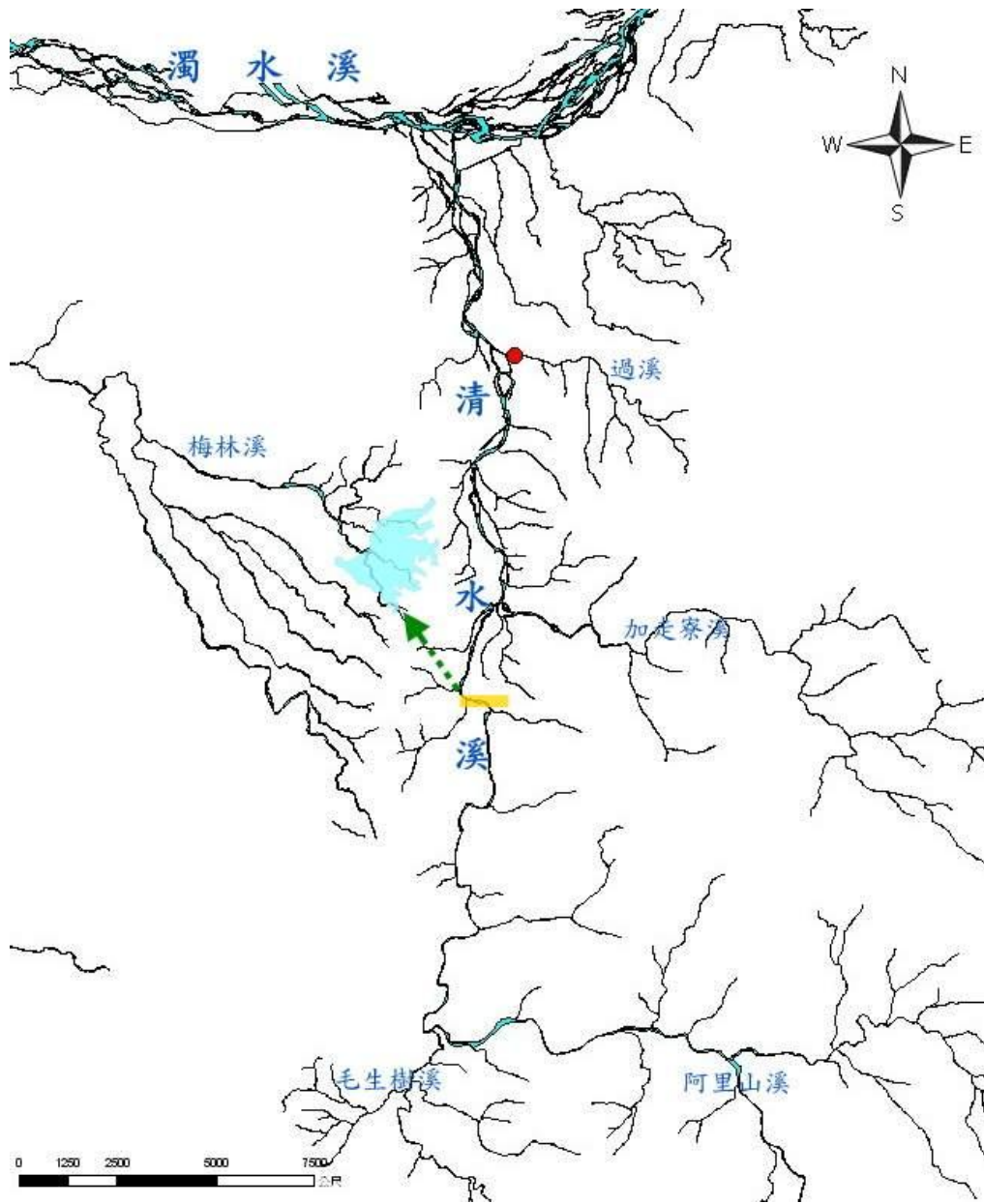


圖 1. 清水溪流域 101 年度 ( 2011 年 12 月至 2012 年 12 月 ) 粗首鱧固定採樣區。

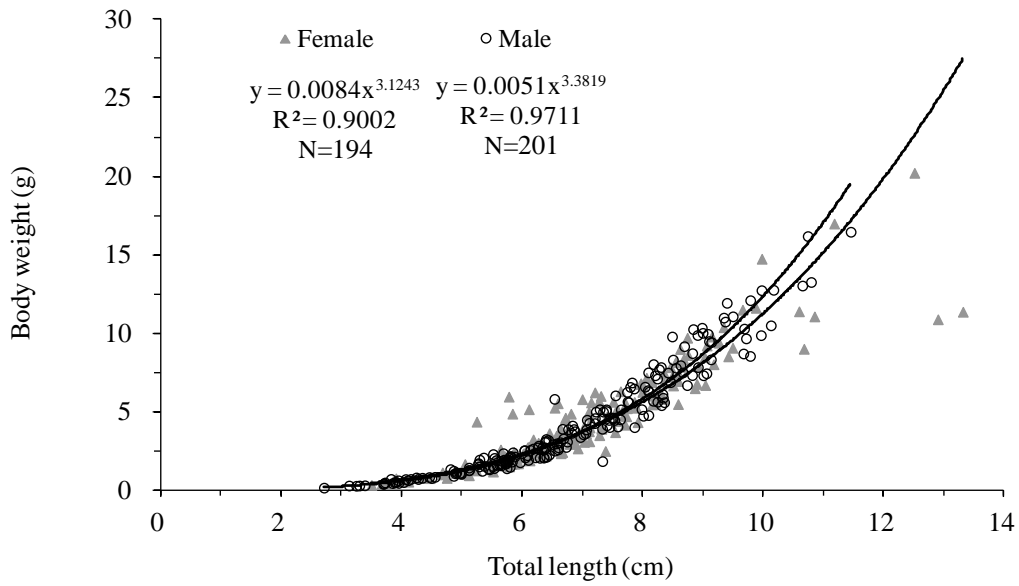


圖 2. 101 年度 ( 2011 年 12 月至 2012 年 12 月 ) 清水溪粗首鱧體重與體長間關係圖。

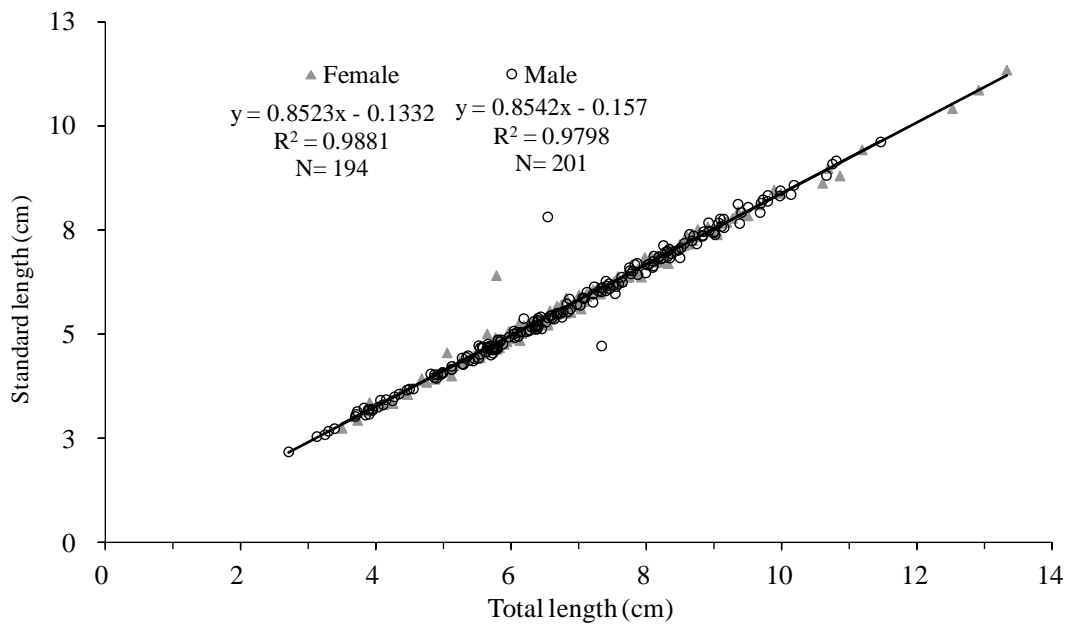


圖 3. 101 年度 ( 2011 年 12 月至 2012 年 12 月 ) 清水溪粗首鱧標準體長與體全長間關係圖。

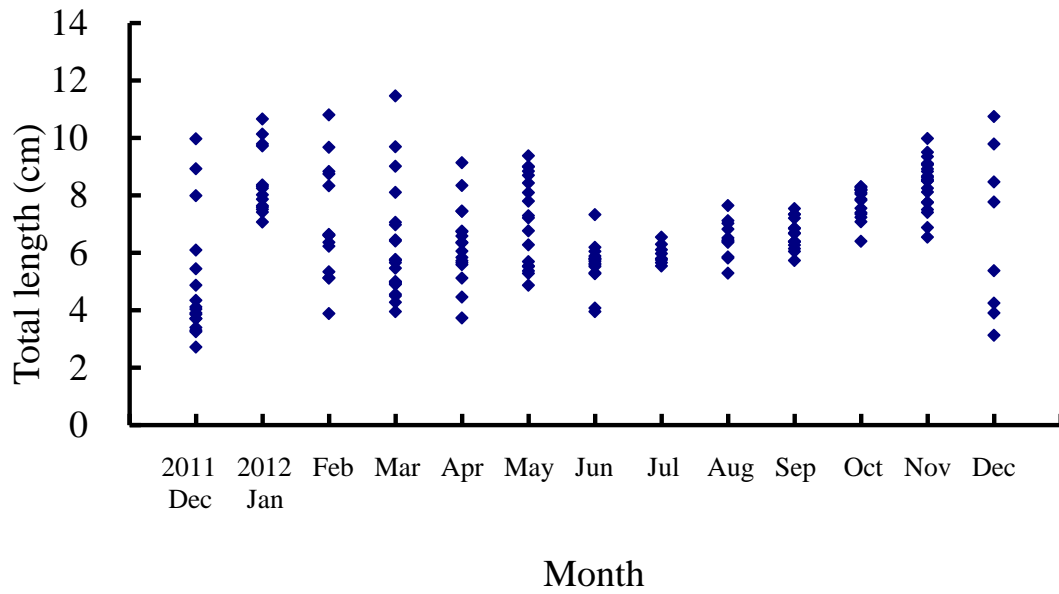


圖 4. 101 年度 ( 2011 年 12 月至 2012 年 12 月 ) 清水溪雄性粗首鱺體長分布。

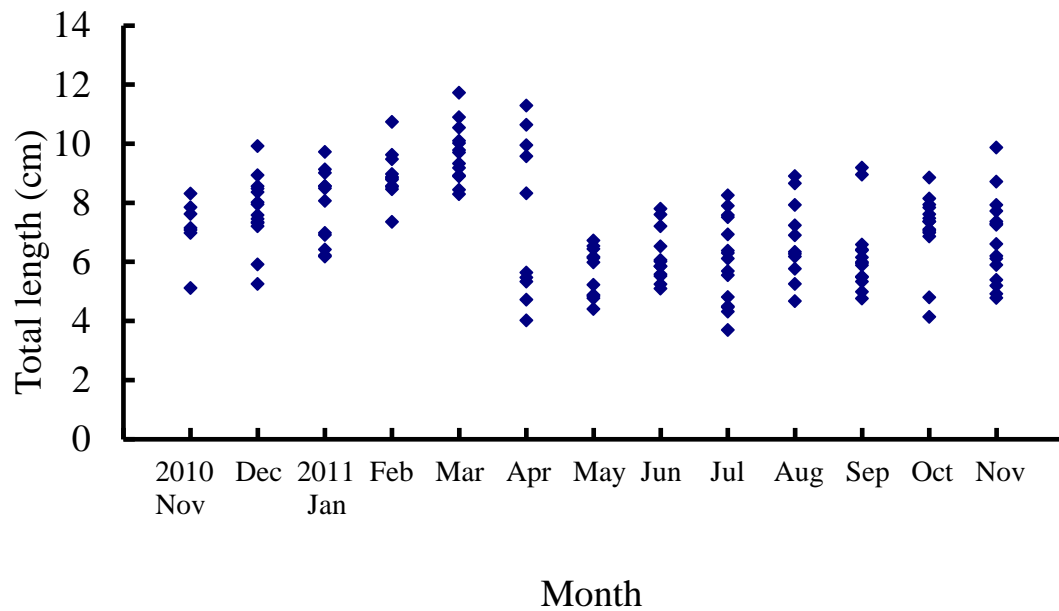


圖 4 (續). 100 年度 ( 2010 年 11 月至 2011 年 11 月 ) 清水溪雄性粗首鱺體長分布。

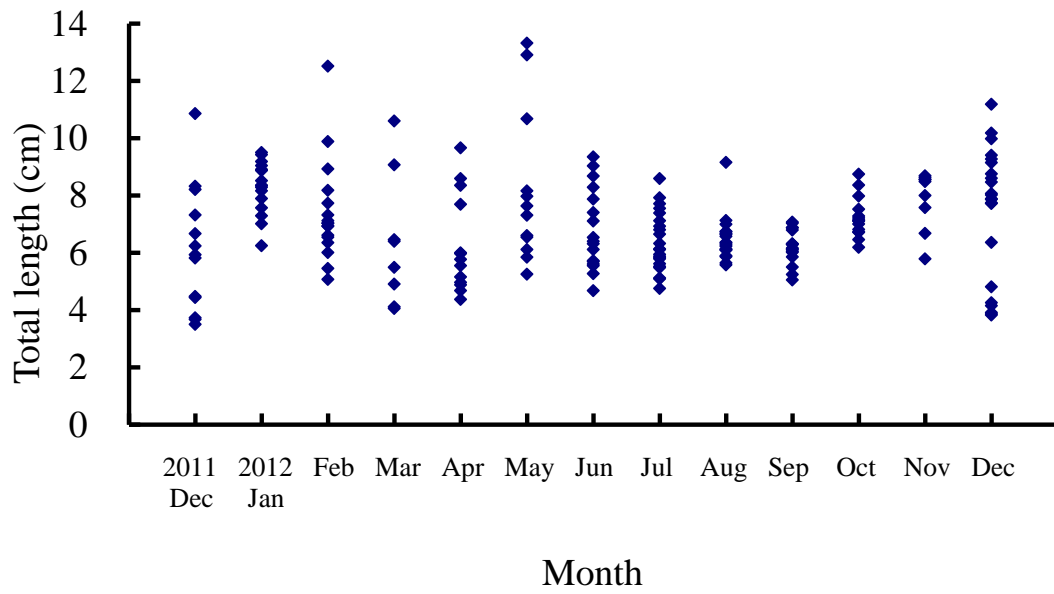


圖 5. 101 年度 ( 2011 年 12 月至 2012 年 12 月 ) 清水溪雌性粗首鱚體長分布。

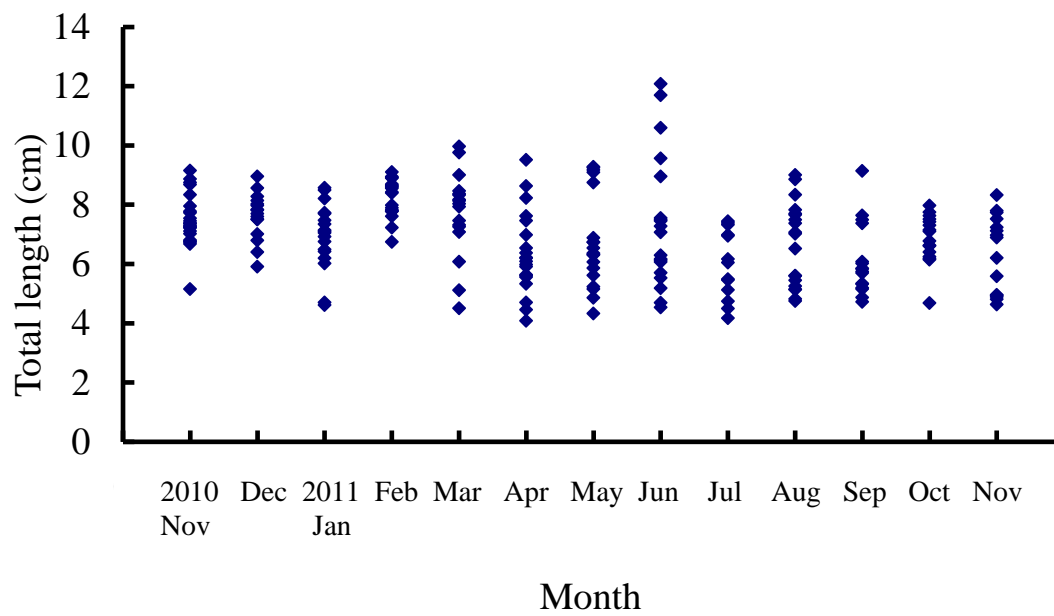


圖 5(續). 100 年度 ( 2010 年 11 月至 2012 年 11 月 ) 清水溪雌性粗首鱚體長分布。

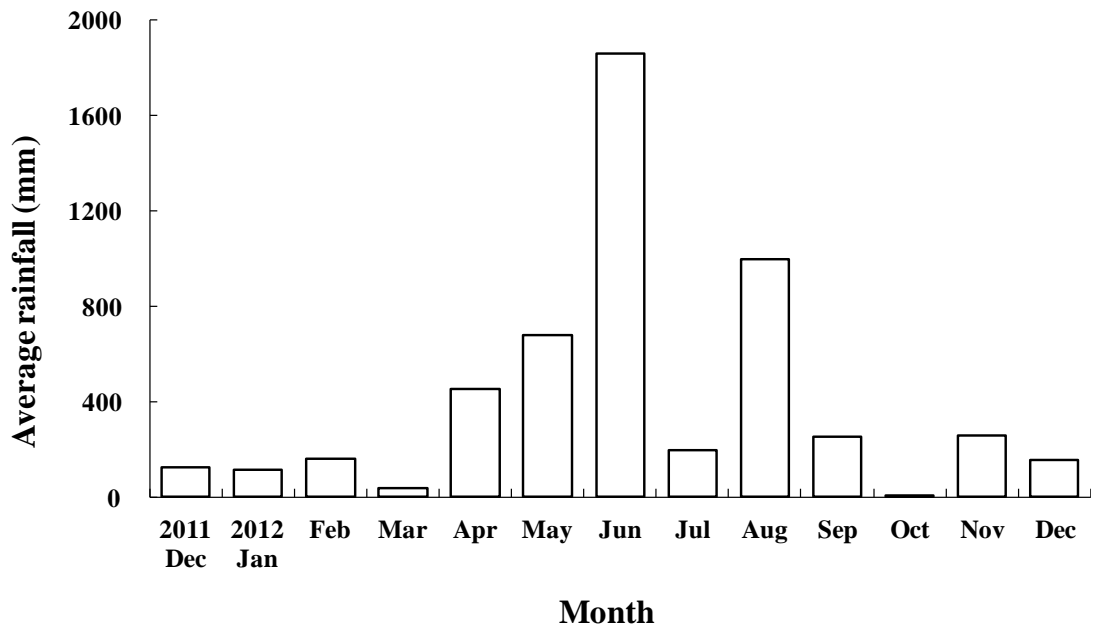


圖 6. 101 年度 ( 2011 年 12 月至 2012 年 12 月 ) 中央氣象局阿里山氣象站逐月雨量平均值分布。

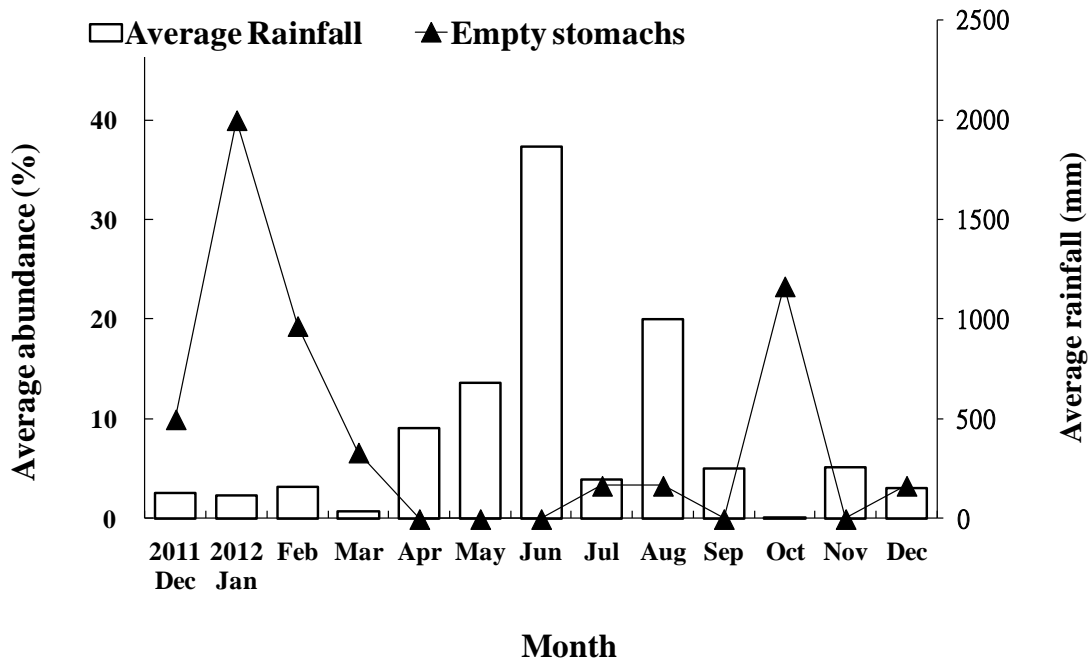


圖 7. 101 年度 ( 2011 年 12 月至 2012 年 12 月 ) 清水溪流域粗首蠟空胃率與中央氣象局阿里山氣象站降雨量逐月分布情形。

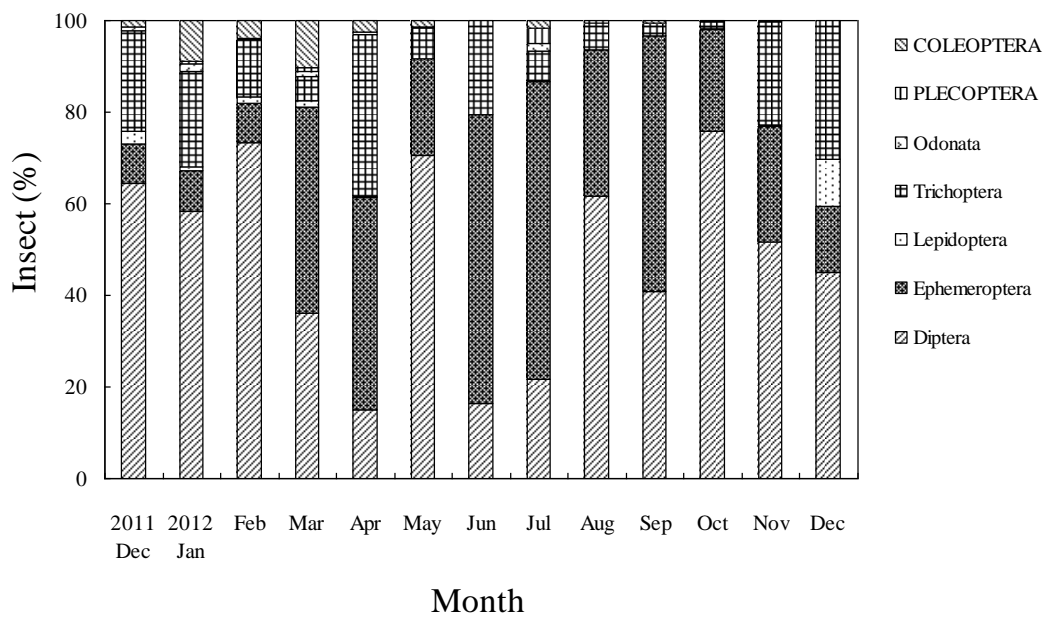


圖 8. 101 年度 ( 2011 年 12 月至 2012 年 12 月 ) 清水溪環境中水棲昆蟲組成百分比之月份變化。

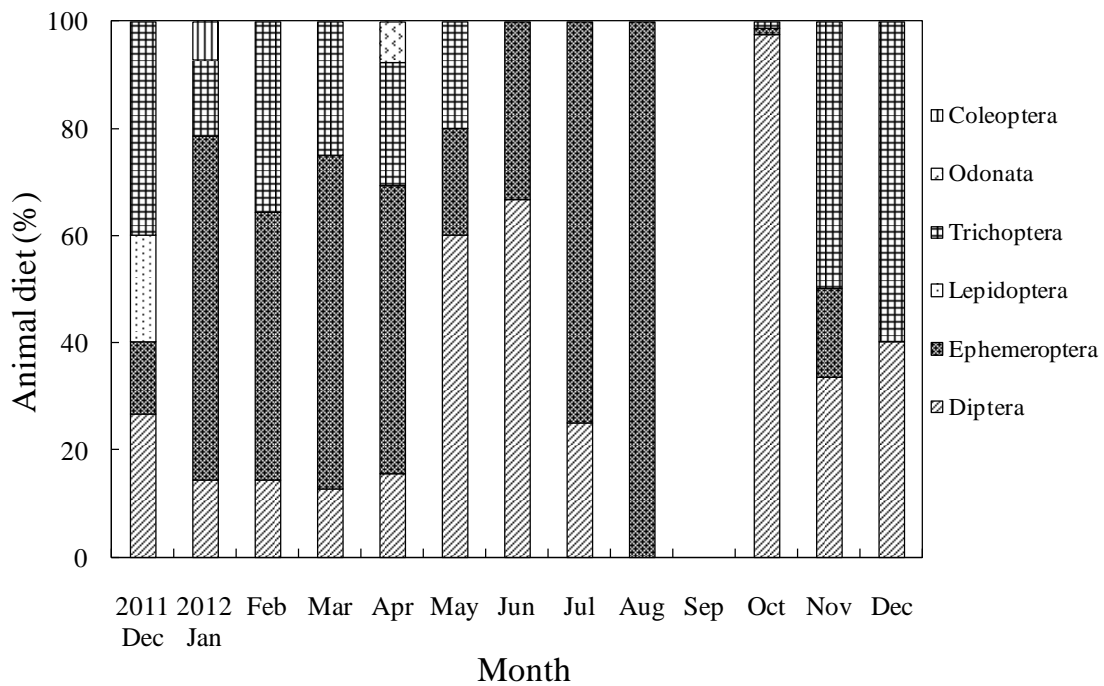


圖 9. 101 年度 ( 2011 年 12 月至 2012 年 12 月 ) 清水溪粗首蠟攝食動物性餌料生物組成百分比之月份變化。



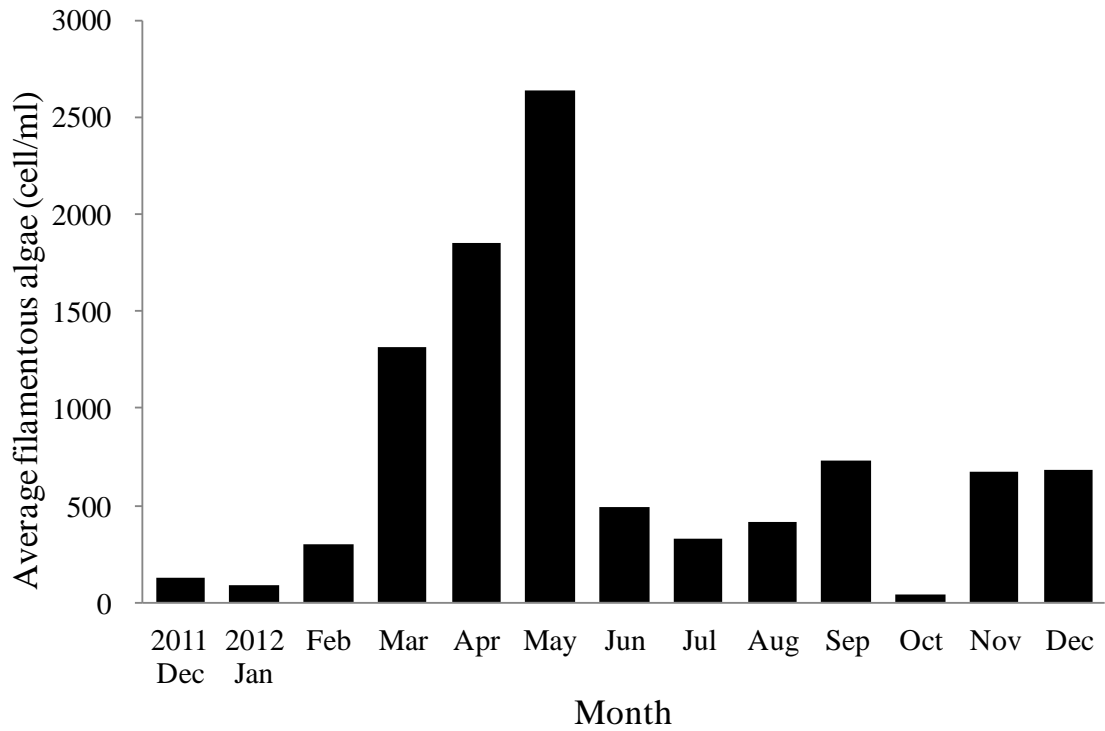


圖 10. 101 年度 ( 2011 年 12 月至 2012 年 12 月 ) 清水溪粗首鱧攝食絲藻數在不同月份之變化。

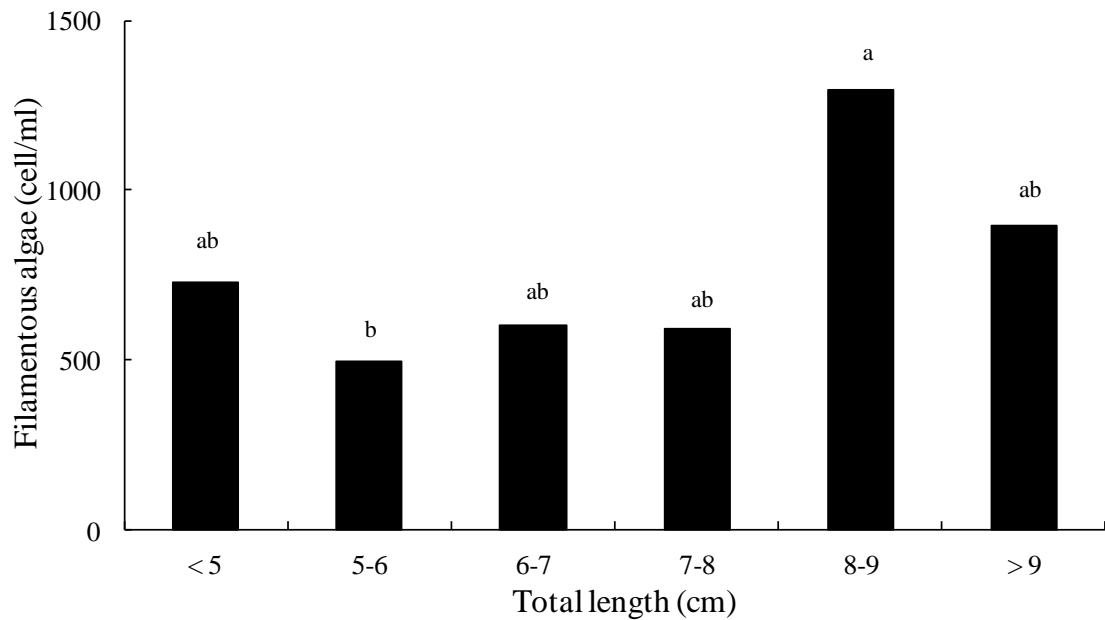


圖 11. 101 年度 ( 2011 年 12 月至 2012 年 12 月 ) 清水溪不同體全長粗首鱧攝食絲藻數之變化。

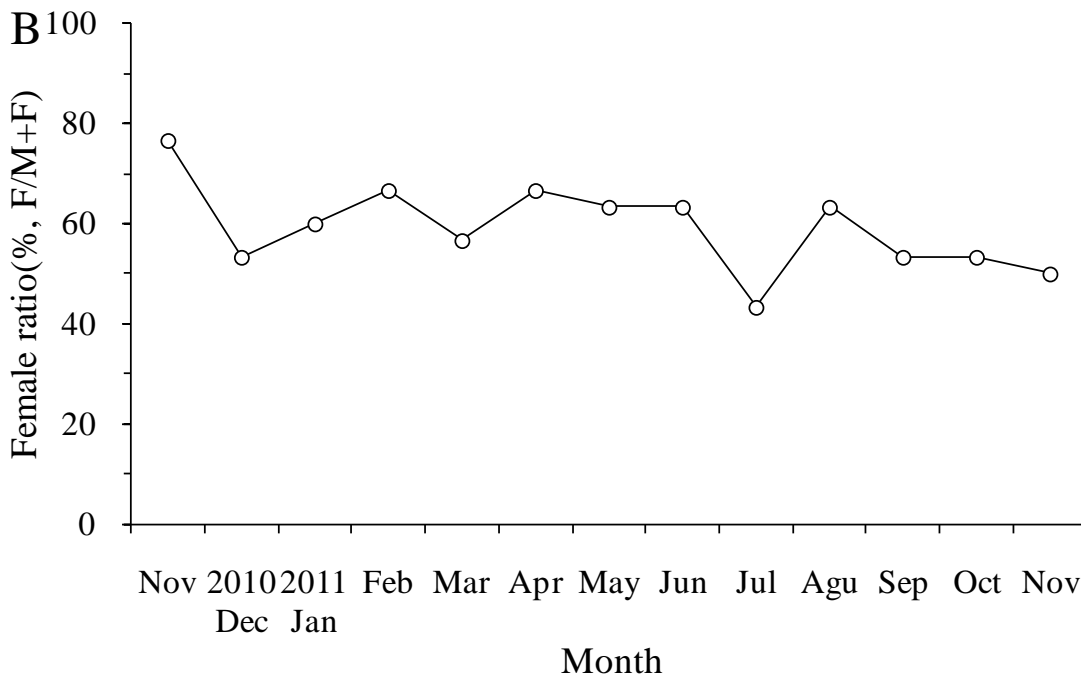
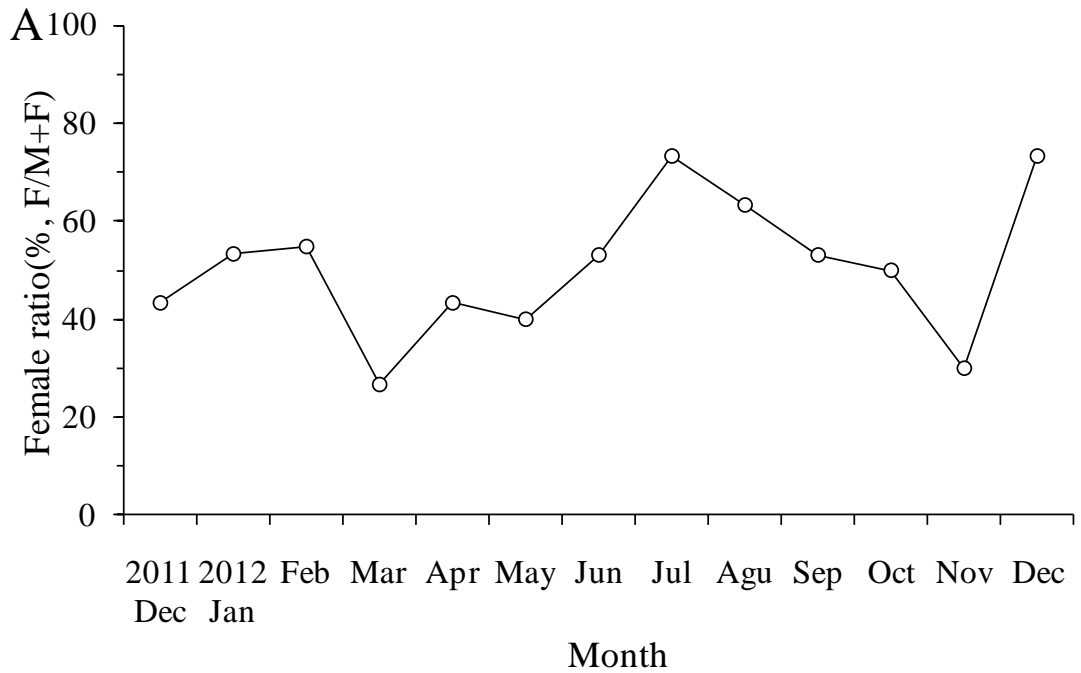


圖 12. (A) 101 年度 ( 2011 年 12 月至 2012 年 12 月 ) (B) 100 年度 ( 2010 年 11 月至 2011 年 11 月 ) 清水溪採集之粗首鱻雌魚性別比例組成百分比之月份變化。

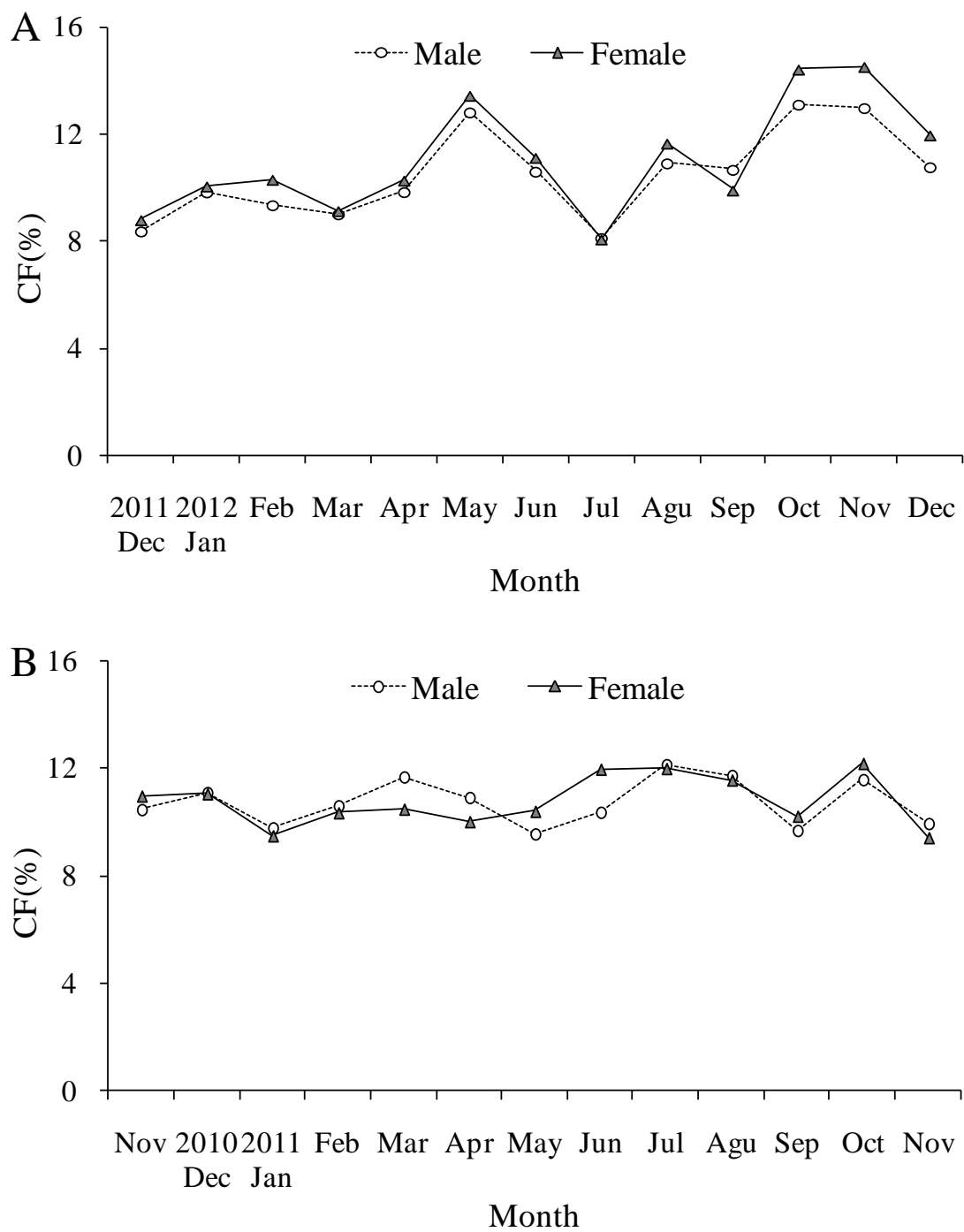


圖 13. (A) 101 年度 ( 2011 年 12 月至 2012 年 12 月 ) (B) 100 年度 ( 2010 年 11 月至 2011 年 11 月 ) 清水溪採集之粗首鱻 CF 值分布。

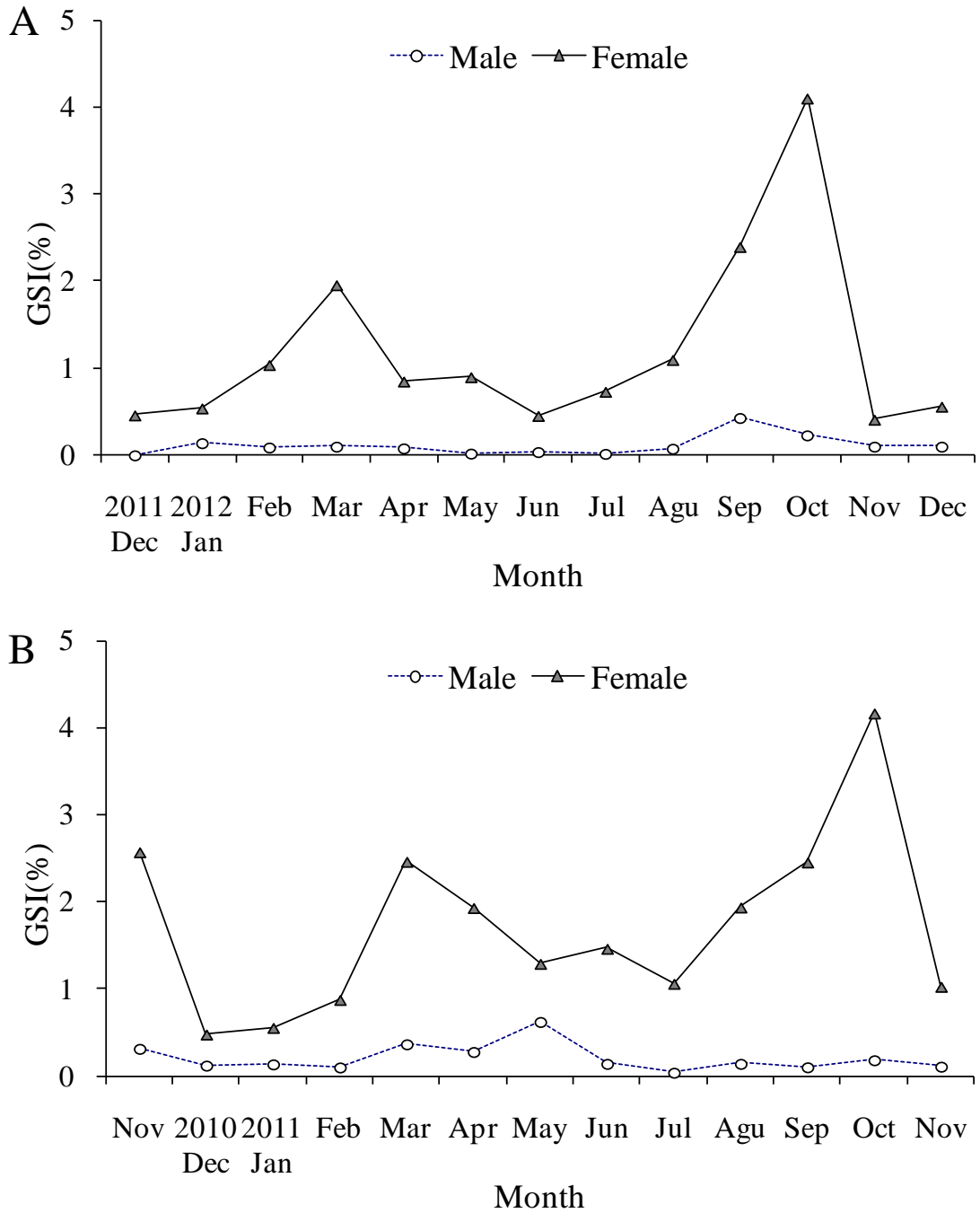


圖 14. (A) 101 年度 ( 2011 年 12 月至 2012 年 12 月 ) (B) 100 年度 ( 2010 年 11 月至 2011 年 11 月 ) 清水溪採集之粗首鱻 GSI 值分布。

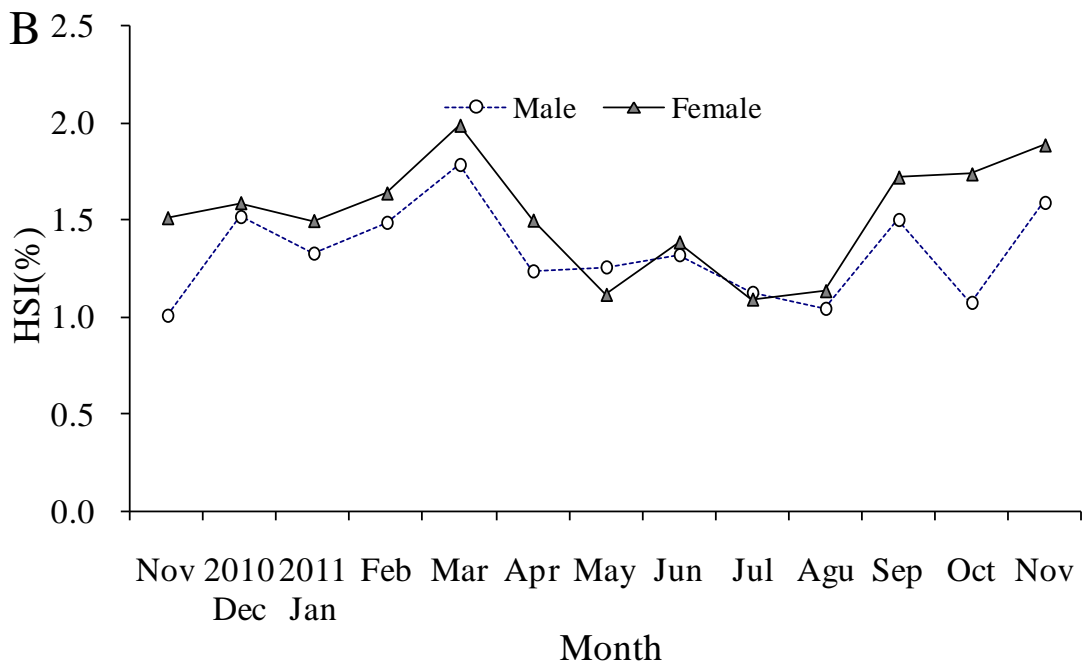
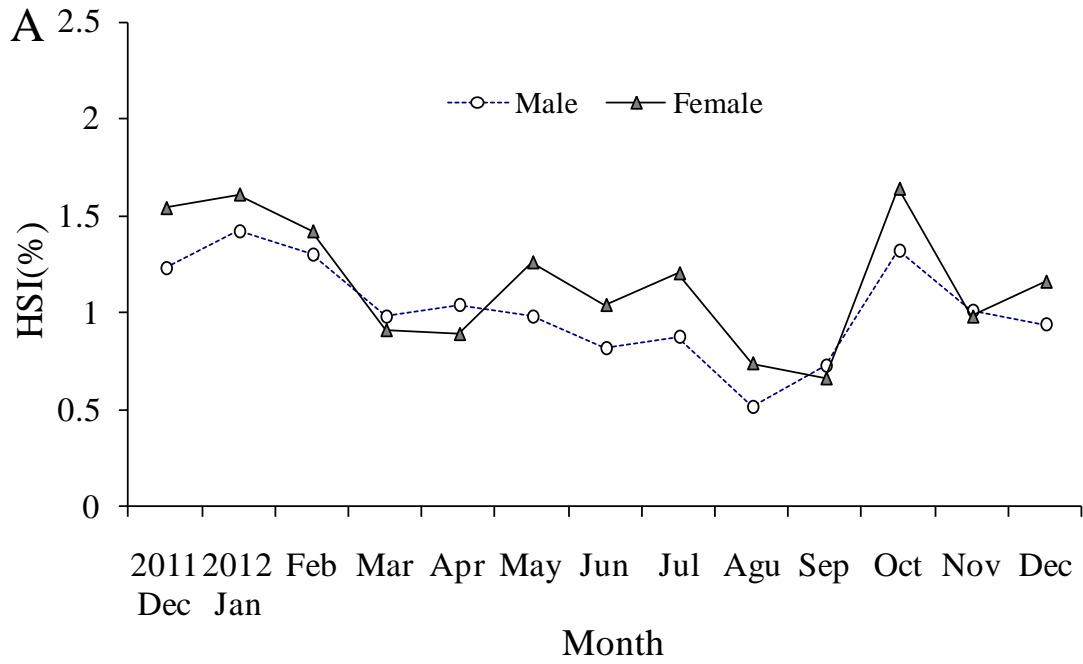


圖 15. (A) 101 年度 ( 2011 年 12 月至 2012 年 12 月 ) (B) 100 年度 ( 2010 年 11 月至 2011 年 11 月 ) 清水溪採集之粗首鱻 HSI 值分布。

表 1. 101 年度 ( 2011 年 12 月至 2012 年 12 月 ) 與 100 年度 ( 2010 年 11 月至 2011 年 11 月 ) 清水溪粗首鱘的平均體全長與平均體重之比較

<i>Zacco pachycephalus</i>				
Sex	Male		Female	
year	100	101	100	101
body lengths (cm)	7.15 ± 1.72 <sup>a</sup>	6.77 ± 1.79 <sup>b</sup>	7.00 ± 1.42 <sup>a</sup>	6.98 ± 1.66 <sup>a</sup>
body weight (g)	4.73 ± 3.5 <sup>a</sup>	4.26 ± 3.44 <sup>a</sup>	4.26 ± 2.99 <sup>a</sup>	4.60 ± 4.53 <sup>a</sup>

表 2. 101 年度 ( 2011 年 12 月至 2012 年 12 月 ) 清水溪不同體全長粗首鱘攝食水生昆蟲之組成百分比變化

Total length (cm)	Species	Total length					
		<5	5-6	6-7	7-8	8-9	>9
	Diptera 雙翅目	54.55	50.00	70.45	75.51	50.00	28.57
	Ephemeroptera 蜉蝣目	9.09	37.50	20.45	18.37	22.73	39.29
	Lepidoptera 鱗翅目	27.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Trichoptera 毛翅目	9.09	12.50	9.09	6.12	22.73	28.57
	Odonata 蜻蛉目	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.57
	Plecoptera 襜翅目	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Coleoptera 鞘翅目	0.00	0.00	0.00	0.00	4.55	0.00
	總計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

表 3. 101 年度 ( 2011 年 12 月至 2012 年 12 月 ) 清水溪環境中微細藻之組成百分比 (%) 變化

Species	Month												
	2011	2012											
	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
<b>Cyanophyta 藍藻植物門</b>													
<i>Merismopedia</i> sp. 平裂藻	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Oscillatoria</i> sp. 顫藻	0.0	0.0	0.0	2.5	1.3	1.5	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.5	1.2
<b>Chlorophyta 綠藻植物門</b>													
<i>Closterium</i> sp. 新月藻	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.2
<i>Coamarium</i> sp. 鼓藻	0.0	0.2	0.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0
<i>Golenkinia</i> sp. 多芒藻	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Monoraphidium</i> sp. 單殼縫藻	1.8	0.9	0.8	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Pediastrum</i> sp. 盤星藻	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1
<i>Scenedesmus</i> sp. 柵藻	0.0	0.0	0.0	0.8	3.2	0.6	0.0	0.0	0.1	0.0	1.4	1.2	0.8
<i>Tetraedron</i> sp. 四角藻	0.0	0.0	0.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	2.9	0.1
<b>Bacillariophyta 矽藻植物門</b>													
<i>Cocconeis</i> sp. 卵形藻	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	0.6	1.3	16.1	8.2	17.3	11.7	5.8	2.8
<i>Cyclotella</i> sp. 小環藻	4.2	4.7	2.4	3.3	12.2	2.3	0.4	8.8	1.0	0.9	3.3	3.6	2.7
<i>Cymbella</i> sp. 橋彎藻	4.6	2.3	7.4	2.5	11.3	12.6	0.0	0.0	2.3	2.7	6.1	6.7	15.2
<i>Diatoma</i> sp. 等片藻	0.0	0.0	18.3	0.0	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Gomphonema</i> sp. 異極藻	6.6	5.6	3.2	2.0	5.1	1.2	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.7	6.5
<i>Melosira</i> sp. 直鏈藻	31.4	16.8	3.7	5.0	4.8	1.8	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7
<i>Navicula</i> sp. 舟形藻	29.6	31.7	37.9	57.6	36.7	53.2	44.6	42.3	70.1	66.4	26.2	16.3	51.0
<i>Nitzschia</i> sp. 菱形藻	9.4	11.0	14.1	3.1	3.2	8.2	49.7	8.0	7.7	3.5	0.0	2.4	5.1
<i>Stauroueis</i> sp. 輻節藻	0.7	2.1	4.4	16.7	8.4	3.2	3.2	6.6	5.4	4.9	1.9	2.9	5.8
<i>Synedra</i> sp. 針桿藻	11.6	21.9	6.6	1.7	6.4	11.4	0.0	0.0	0.4	0.4	41.1	53.7	6.7
<b>Euglenophyta 裸藻門</b>													
<i>Phacus</i> sp. 扁裸藻	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.8	3.7	1.3	5.1	0.0	0.2
<i>Trachelomonas</i> sp. 囊裸藻	0.0	2.8	0.5	2.7	3.5	3.5	0.7	10.9	1.1	1.8	3.3	1.7	0.0
總計(%)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

表 4.101 年度 ( 2011 年 12 月至 2012 年 12 月 ) 清水溪粗首蠟攝食微細藻之組成變化

Species	Month											
	2011	2012										
	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov
<b>Cyanophyta 藍藻植物門</b>												
<i>Merismopedia</i> sp. 平裂藻		B										
<i>Oscillatoria</i> sp. 顫藻屬				A	A	A		A		A	A	A
<b>Chlorophyta 綠藻植物門</b>												
<i>Closterium</i> sp. 新月藻屬												A
<i>Coamarium</i> sp. 鼓藻屬	A		B	B	B	A			A	A	A	A
<i>Monoraphidium</i> sp. 單殼縫屬	A								A			
<i>Pediastrum</i> sp. 盤星藻屬									A	A		B
<i>Scenedesmus</i> sp. 柵藻	A		A	A	A	A		A	A	A	A	A
<i>Tetraedron</i> sp. 四角藻屬	B	B	B									
<b>Bacillariophyta 矽藻植物門</b>												
<i>Cocconeis</i> sp. 卵形藻屬	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
<i>Cyclotella</i> sp. 小環藻屬	A	A	A	A	A	A		A	A	A	A	A
<i>Cymbella</i> sp. 橋彎藻屬	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
<i>Diatoma</i> sp. 等片藻屬										A		
<i>Gomvhonema</i> sp. 異極藻屬	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A		A
<i>Melosira</i> sp. 直鏈藻屬	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A		A
<i>Navicula</i> sp. 舟形藻屬	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
<i>Nitzschia</i> sp. 菱形藻屬	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A		A
<i>Stauroueis</i> sp. 幅節藻屬	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
<i>Synedra</i> sp. 針桿藻屬	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
<b>Euglenophyta 裸藻門</b>												
<i>Trachelomonas</i> sp. 囊裸藻	A	B		B	A	A		A	A		B	A

註：A：觀察 1 ml 樣本中出現個體數量大於 1000 (dominant)；B：觀察 1 ml 樣本中出現個體數量在 50-1000 之間 (rich but not dominant)

C：觀察 1 ml 樣本中出現個體數量在 10-50 之間 (not rare)；D：觀察 1 ml 樣本中出現個體數量小於 10 (rare)。



表 5.101 年度 ( 2011 年 12 月至 2012 年 12 月 ) 清水溪粗首蠟攝食微細藻之組成百分比變化

Species	Month												
	2011 Dec	2012 Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
<b>Cyanophyta 藍藻植物門</b>													
<i>Merismopedia</i> sp. 平裂藻	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Oscillatoria</i> sp. 顫藻	0.00	0.00	0.00	0.55	2.94	0.97	0.00	0.16	0.00	0.10	1.09	0.22	0.00
<b>Chlorophyta 綠藻植物門</b>													
<i>Closterium</i> sp. 新月藻	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.43
<i>Coamarium</i> sp. 鼓藻	0.38	0.00	0.06	0.08	0.15	0.13	0.00	0.00	0.05	0.06	0.31	1.26	0.29
<i>Monoraphidium</i> sp. 單殼縫藻	1.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Pediastrum</i> sp. 盤星藻	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.02	0.00	0.07	0.07
<i>Scenedesmus</i> sp. 柵藻	0.50	0.00	0.43	1.10	5.43	0.32	0.00	0.47	0.03	0.03	0.78	5.61	0.07
<i>Tetraedron</i> sp. 四角藻	0.13	0.25	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Bacillariophyta 矽藻植物門</b>													
<i>Cocconeis</i> sp. 卵形藻	0.75	3.51	0.74	1.65	1.32	0.65	5.63	20.11	21.29	26.31	2.96	1.40	1.22
<i>Cyclotella</i> sp. 小環藻	14.30	2.26	1.59	1.49	2.79	1.35	0.00	0.55	0.09	0.08	0.78	6.72	4.11
<i>Cymbella</i> sp. 橋彎藻	6.02	4.01	2.70	5.02	9.69	12.13	0.40	0.86	0.85	1.42	2.34	17.28	9.73
<i>Diatoma</i> sp. 等片藻	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0.032321	0	0	0.144092
<i>Gomphonema</i> sp. 異極藻	15.68	7.52	0.86	4.32	8.52	2.39	0.44	0.47	0.23	0.21	0.00	2.29	23.27
<i>Melosira</i> sp. 直鏈藻	19.82	6.77	4.04	3.53	19.82	1.81	0.37	0.47	0.17	0.05	0.00	0.37	8.43
<i>Navicula</i> sp. 舟形藻	22.58	51.38	76.41	59.34	37.89	37.35	78.55	55.46	61.96	53.18	1.87	19.50	25.22
<i>Nitzschia</i> sp. 菱形藻	1.00	0.75	1.78	3.14	2.20	0.97	5.91	12.33	3.43	9.79	0.00	0.44	0.79
<i>Stauroueis</i> sp. 輻節藻	4.14	3.01	3.55	16.41	3.67	8.06	8.23	7.54	11.47	8.37	0.78	3.77	11.96
<i>Synedra</i> sp. 針桿藻	13.05	20.05	7.78	3.30	4.99	33.68	0.39	1.18	0.23	0.34	88.92	40.55	14.27
<b>Euglenophyta 裸藻門</b>													
<i>Trachelomonas</i> sp. 囊裸藻	0.25	0.25	0.00	0.08	0.59	0.19	0.00	0.39	0.11	0.00	0.16	0.15	0.00
總計%	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

表 6. 101 年度 ( 2011 年 12 月至 2012 年 12 月 ) 清水溪不同體全長粗首鱘攝食微細藻之組成百分比變化

Species	Total length (cm)					
	<5	5-6	6-7	7-8	8-9	>9
<b>Cyanophyta 藍藻植物門</b>						
<i>Merismopedia</i> sp. 平裂藻	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
<i>Oscillatoria</i> sp. 顫藻	0.39	0.19	0.15	0.22	0.22	0.20
<b>Chlorophyta 綠藻植物門</b>						
<i>Closterium</i> sp. 新月藻	0.07	0.02	0.01	0.02	0.08	0.10
<i>Coamarium</i> sp. 鼓藻	0.11	0.09	0.08	0.14	0.28	0.20
<i>Monoraphidium</i> sp. 單殼縫藻	0.00	0.03	0.00	0.07	0.06	0.17
<i>Pediastrum</i> sp. 盤星藻	0.04	0.03	0.03	0.05	0.03	0.00
<i>Scenedesmus</i> sp. 柵藻	0.46	0.31	0.18	0.48	1.15	1.65
<i>Tetraedron</i> sp. 四角藻	0.00	0.00	0.01	0.00	0.03	0.03
<b>Bacillariophyta 矽藻植物門</b>						
<i>Cocconeis</i> sp. 卵形藻	6.79	13.47	19.28	12.81	3.72	4.58
<i>Cyclotella</i> sp. 小環藻	1.22	1.38	0.60	1.06	2.46	2.32
<i>Cymbella</i> sp. 橋彎藻	2.22	1.88	2.00	3.49	6.49	7.98
<i>Diatoma</i> sp. 等片藻	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
<i>Gomphonema</i> sp. 異極藻	3.18	1.41	0.69	2.41	7.92	3.67
<i>Melosira</i> sp. 直鏈藻	5.61	2.35	0.58	1.37	2.58	3.97
<i>Navicula</i> sp. 舟形藻	61.40	58.82	57.56	49.37	51.51	51.62
<i>Nitzschia</i> sp. 菱形藻	9.47	5.85	5.52	4.38	1.54	1.78
<i>Stauroueis</i> sp. 輻節藻	6.61	8.36	8.91	10.40	5.94	10.17
<i>Synedra</i> sp. 針桿藻	2.32	5.64	4.38	13.51	15.85	11.35
<b>Euglenophyta 裸藻門</b>						
<i>Trachelomonas</i> sp. 囊裸藻	0.00	0.16	0.03	0.19	0.14	0.17
總計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

表 7. 101 年度 ( 2011 年 12 月至 2012 年 12 月 ) 與 100 年度 ( 2010 年 11 月至 2011 年 11 月 ) 清水溪粗首鱲的平均 CF、GSI 和 HSI 值之比較

<i>Zacco pachycephalus</i>				
Sex	Male		Female	
year	100	101	100	101
CF (%)	10.80 ± 1.62 <sup>a</sup>	10.67 ± 2.08 <sup>a</sup>	10.78 ± 1.98 <sup>a</sup>	10.92 ± 0.18 <sup>a</sup>
GSI (%)	0.20 ± 0.43 <sup>a</sup>	0.12 ± 0.22 <sup>a</sup>	1.74 ± 2.01 <sup>a</sup>	1.19 ± 1.61 <sup>b</sup>
HSI (%)	1.35 ± 0.53 <sup>a</sup>	1.03 ± 0.39 <sup>b</sup>	1.52 ± 0.56 <sup>a</sup>	1.16 ± 0.69 <sup>b</sup>