

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：2013 年 1 月 1 日至 2013 年 12 月 31 日

計畫主持人：葉明峰

研究人員：張世倉、賴弘智、陳淑美

一、摘要

2012 年 12 月至 2013 年 12 月期間，於清水溪流域捕獲之臺灣馬口魚 (*Candidia barbata*) 共 388 尾 (雄魚 168 尾; 雌魚 91 尾; 無法鑑定 129 尾)，平均體長為 4.8 cm，雄魚最小與最大個體長分別為 1.92 cm 及 10.57 cm，而雌魚則分別為 2.20 cm 及 13.03 cm。該流域之臺灣馬口魚可辨識雌、雄魚比例平均值為 0.5:1。以 CF 值、GSI 值及 HSI 值推估繁殖週期，數據顯示臺灣馬口魚繁殖季節推測可能為 6~9 月。

關鍵詞：清水溪流域、馬口魚、攝食習性、繁殖季節

Abstract

Monthly collections of fish, *Candidia barbata*, with electric fishing shocker at the Cingshui Creek continued from January 2013 to December 2013. The *C. barbata* was found to be the most dominant species of the fishes with 388 specimens (168 males and 91 females) collected. They showed sexual dimorphism and had a sexual ratio of 0.5 for the females to males. The total length in average were 5.5 cm. Total lengths were 1.9~10.6 cm for the males, and were significantly smaller for the females, 2.2~13.0 cm. *C. barbata* 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 breeding seasons of the fish were in June to September.

Keywords：Cingshui Creek, *Candidia barbata*, 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的負面影響，並提供主管機關未來河川棲地復育與魚類生態保育施政之參考，除了加強瞭解當地魚類的棲地需求外，魚類之食性、成長、繁殖機制及族群結構等生活史相關研究也甚為重要。目前對於湖山水庫工程影響區域內之梅林溪及清水溪流部分優勢魚種之食性、成熟、繁殖機制及族群結構等生活史已有初步瞭解，本年度將繼續針對此兩流域中皆有分布的另一臺灣特有魚種-臺灣馬口魚 (*Candidia barbata*) 進行生活史相關研究。臺灣馬口魚俗稱一枝花，臺灣特有種魚類，主要分布於西部各河川中、上游及其支流，性喜冷水域，為雜食性 (曾, 1990; 詹, 1989)。喜好棲息在水流緩慢的潭頭、潭尾及潭邊淺灘區域，繁殖期雄魚之鰓蓋呈青藍色，吻部布滿追星，頭部下側、腹部及胸鰭、腹鰭有鮮紅的婚姻色出現 (陳及方, 1999)。

三、重要工作項目及實施方法

(一) 樣本採集

1. 魚類採集：

臺灣馬口魚樣本採集每月進行一次固定樣點調查，於濁水溪水系選擇適合背負式電魚器操作的棲地設置樣區，每個月隨機捕獲 30 尾臺灣馬口魚進行編號，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：

經編號之臺灣馬口魚以 10% 中性福馬林溶液固定 7 天後，於流動式清水下沖洗 24 小時。以游標卡尺測量體全長 (Total length, TL)(± 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 (± 0.01 g)，以 75% 酒精保存利後續鑑定。

(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

10% 福馬林 4 ml 將胃內含物沖出後，平均分裝於 2 個離心管，1 管作為胃內容物藻類分析，其餘則作為胃內容物水生昆蟲分析。藻類分析為吸取 10 μ l 至血球計數盤 (counting chamber) 並利用複式顯微鏡加以分類和計數。

3. 藻類採集：

樣站中選取三個瀨區，每一區域逢機將一顆溪石小心拾起，以刷子輕刷刮取附生藻類 16 cm^2 ，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臺灣馬口魚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

當臺灣馬口魚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

臺灣馬口魚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

臺灣馬口魚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 10% 福馬林定量 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. 生殖週期

(1) 性別比例 (Ikejima and Shimizu, 1999)：

$$\text{性別比例} = \frac{\text{雌魚尾數}}{\text{雌魚尾數} + \text{雄魚尾數}} \times 100\%$$

(2) 肥滿度 (Condition Factor, CF%)：

$$CF\% = \frac{\text{魚體重量}}{(\text{魚體全長})^3} \times 10^3$$

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

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

(4) 肝臟指數 (Hepatosomatic index, HSI%)：

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

(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

2012 年 12 月至 2013 年 12 月間，於清水溪流域共捕獲臺灣馬口魚 388 尾，雌雄兩性體重與體長，均呈曲線迴歸關係（圖 1）。其迴歸方程式分別為：

$$\text{雄魚：體重} = 0.0074 \times \text{體長}^{3.2811} \quad (N=168, R^2=0.9917)$$

$$\text{雌魚：體重} = 0.0077 \times \text{體長}^{3.2538} \quad (N=91, R^2=0.9924)$$

而標準體長與體全長間呈線性關係（圖 2），其方程式為：

$$\text{雄魚：標準體長} = 0.8652 \times \text{體全長} - 0.1511 \quad (N=168, R^2=0.9972)$$

$$\text{雌魚：標準體長} = 0.8571 \times \text{體全長} - 0.1087 \quad (N=91, R^2=0.9984)$$

捕獲臺灣馬口魚之雄魚平均體長為 5.05 cm (N=168)，平均體重為 2.56 g，其中雄魚最小個體體長為 1.92 cm (出現於 2013 年 2 月)，雄魚最大個體體長為 10.57 cm (出現於 2013 年 7 月)(圖 3)；捕獲臺灣馬口魚之雌魚平均體長為 6.38 cm (N=91)，平均體重為 5.34 g，雌魚最小個體體長為 2.20 cm (出現於 2013 年 2 月)，雌魚最大個體體長為 13.03 cm (出現於 2013 年 7 月)(圖 4)。本研究結果顯示雄魚平均體長與平均體重皆小於雌魚。根據顏等 (1995) 指出哈盆溪臺灣馬口魚雄魚平均體長為 11.76 cm (N=198)，雌魚平均體長為 11.18 cm (N=190)，本研究清水溪流域馬口魚雄雌魚平均體長皆小於哈盆溪者。

雌雄魚在月份體型分佈上有相似的趨勢，於 2012 年 12 月~2013 年 5 月以體長 2~4 cm 為最多，約占 65-91%，2013 年 6~9 月雄魚以體長 7~9 cm 最多，而雌魚以體長 8~10 cm 最多，約占 66-72%，2013 年 10~12 月以體長 3~4 cm 為最多，約占 79-100%，比較 2013 年 12 月與 2012 年 12 月體長分佈相比有相同的趨勢。造成體型分布隨著月份變動的可能原因為體型分佈與族群繁殖季節有關，於繁殖期的魚隻體型分佈較其餘時期大。2012 年清水溪及梅林溪粗首鱻雌雄魚體長隨月份波動，體長高峰出現在 4~7 cm 之間。另外彭 (1991) 報告指出石鱻的體型分布隨月份變化，於繁殖期魚隻體型分佈較大，此

與本研究有相似的情形。

(二) 攝食習性

1. 空胃率

本年度計畫 2012 年 12 月至 2013 年 12 月間所採集到的臺灣馬口魚樣本中有 92 尾魚的胃中未發現有攝食任何物質，2013 年 8 月空胃率 47% 為最高，而 2 月空胃率 7% 為最低。造成空胃率高的因素可能與降雨有關，根據中央氣象局阿里山氣象站逐月雨量平均值分布情形分析發現，降雨量較高的季節 (3~5 月與 7~8 月)，臺灣馬口魚空胃率有上升的趨勢 (圖 5)。

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)。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。然而在 2011 與 2012 年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報告顯示，降雨量與粗首鱻空胃率的結果顯示兩者有相反之趨勢。

2. 胃內含物組成

水生昆蟲監測調查上，2012 年 12 月至 2013 年 12 月間，於清水溪流域每月採集 3 網次採集，共調查到水生昆蟲 7 目 19 科 25 種 (taxa) 1,264 隻。

在種類組成上，7 目中，以蜉蝣目 7 種最多 (佔種類組成 28%)，蜻蛉目 6 種 (24%) 次之，雙翅目 5 種 (20%)，毛翅目 3 種 (12%)，鞘翅目 2 種 (8%)，廣翅目與鱗翅目各 1 種 (各 4%)(表 1)。

在數量上，6 目中，以雙翅目 930 隻最多 (佔調查個體數 73.6%)，其次蜉蝣目 260 隻 (20.6%)、鞘翅目 36 隻 (2.8%)、蜻蛉目 20 隻 (1.6%)、毛翅目 12 隻 (0.9%)、鱗翅目 5 隻 (0.4%)、廣翅目 1 隻 (0.1%)(表 1)。

在個別種類的調查數量上，搖蚊科 (Chironomidae) 計 833 隻最多，佔調查個體數 65.9%，其次為四節蜉蝣科之 *Baetis* spp. 計 120 隻 (9.5%)，姬蜉蝣科之 *Caenis* spp. 計 109 隻 (8.6%)、糠蚊科之 *Bezzia* sp. 計 86 隻 (6.8%)，長角泥蟲科之 *Zaitzevia* spp. 計 34 隻 (2.7%)。以上 5 個常見種類共計 1,182

隻，佔總調查數量的 93.5% (表 1)。

馬口於食性調查上，2012 年 12 月至 2013 年 12 月間，計分析 90 隻魚體消化道內含物，其中 69 隻未發現水生昆蟲，僅 21 隻魚體消化道共調查出 3 目 3 科 5 種 (taxa) 10 隻的水生昆蟲，包括：搖蚊科 (Chironomidae) 26 隻、四節蜉蝣科 (含 *Baetis* spp. 與 *Baetiella* sp.) 9 隻、網石蛾科 (*Hydropsyche* spp. 與 *Cheumatopsyche* sp.) 4 隻。在 21 隻有攝食水生昆蟲的魚體中，搖蚊科 (Chironomidae) 在 15 隻檢體中有攝食紀錄，為較常發現的餌食項目。四節蜉蝣科 (含 *Baetis* spp. 與 *Baetiella* sp.) 在 7 隻檢體中有發現。網石蛾科 (*Hydropsyche* spp.) 皆在 3 隻檢體中有發現。

由於馬口魚消化道食性分析中，23% 的檢體有調查到水蟲，故屬於雜食水生昆蟲的魚種。其次，由於溪流水生昆蟲主要組成 (如搖蚊科、四節蜉蝣科等) 與馬口魚消化道水蟲組成相近，因此馬口魚對於水生昆蟲應無特別的選食偏好，屬於食性廣泛的機會型攝食魚種。

在調查期間馬口魚胃內容物中微細藻類之組成結果以平裂藻屬 (*Merismopedia* sp.)、舟形藻屬 (*Navicula* sp.) 及卵形藻屬 (*Cocconeis* sp.) 所佔的比例為前三名。2012 年 12 月至 2013 年 3 月以矽藻植物門的舟形藻屬、橋彎藻屬 (*Cymbella* sp.)、幅節藻屬 (*Stauroueis* sp.) 為馬口魚主要攝食微藻來源。2013 年 6 月起，矽藻植物門的卵形藻屬 (*Cocconeis* sp.) 數量則開始有增加的趨勢，而舟形藻屬及幅節藻屬則有下降的趨勢，但在 2013 年 4、5 和 9 月則是以藍藻植物門的平裂藻屬 (*Merismopedia* sp.) 為優勢藻種 (見表 2、3 及圖 6)，此趨勢與環境微藻組成在此期間所觀察到之數據有別，主要原因可能是水域中附著藻類仍以矽藻為主，平裂藻多懸浮於水中成浮游微藻的成員，或黏附於絲狀藻或懸浮顆粒上，4 月份起氣溫逐漸上升，加上雨季帶入之營養鹽增多，屬藍綠藻門之平裂藻易受水溫及營養鹽上升而大量生長，此增加馬口魚因攝食絲藻或懸浮顆粒上的平裂藻之機會，因此在胃內容物中的比例較多。馬口魚在 7~9 月攝食微藻的數量顯著高於其他月份 3-20 倍，此與臺灣馬口魚繁殖季節推測可能為 6~9 月的數據相吻合。另外，在 2013 年 11 及 12 月則因觀測樣品結果均為空胃，而致數值為零。

此外，馬口魚攝食絲狀藻類在 2、3 和 8 月時達到高峰，此可能與氣溫變化有關。2、3 月時氣溫尚未回升，微細藻類數量低，大型絲藻則成為主要食物來源，而 8 月份時因颱風帶來大量雨水，水中濁度增加使微細藻類被覆蓋而數

量減少，大型絲藻便成為主要食物來源。然而在 9、10 月份的分析結果中發現，馬口魚胃內容物中矽藻及藍綠藻明顯增多，此與微細藻在夏季颱風過後生物量回復與遽增相符（見表 4 及圖 7）。

(三) 生殖週期

1. 性徵 (sexual characteristics)

2012 年 12 月~2013 年 12 月間採捕之臺灣馬口魚其中有 55 尾有追星與婚姻色等情形，分別是 2013 年 7 月 21 尾，2013 年 8 月 15 尾以及 2013 年 9 月 19 尾，且雌雄魚皆有追星出現，而在其餘月份之個體皆沒有發現追星與婚姻色等情形，造成追星與婚姻色出現的應為繁殖期時魚類成熟所呈現之第二性徵。例如：粗首鱨 (*Zacco pachycephalus*) 繁殖期時其雄魚會有追星及鮮艷的婚姻色出現 (陳及方, 1999)，丹氏鱨 (*Zacco temmincki*) 繁殖期時雄雌魚頭部與雄魚臀鰭上的追星及體側的婚姻色出現 (Katano, 1990)。在丹氏鱨的生殖行為研究中 (Katano, 1985) 認為追星作用為競爭食物時的攻擊武器。曾 (1990) 認為雌魚沒有追星，而有文獻指出臺灣鏟頰魚與臺灣石鱨的雌雄魚皆有追星且雄魚頭部追星較雌魚明顯，婚姻色也較為明顯 (顏等, 1995)，與本研究有相似的情形。

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 2012 年 12 月~2013 年 12 月間採捕之臺灣馬口魚樣本中雌魚 91 尾，雄魚 168 尾，雌、雄比例為 0.5:1。比較不同月份間之雌魚性別比例，2013 年 6 月之 50% 為最高，2013 年 2 月與 10 月的 10% 為最低 (圖 8)。顏等 (1995) 指出哈盆溪馬口魚雌雄比例為 1:1，另外在 2011 與 2012 年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報告顯示，粗首鱨的雌雄性別比例為 1:0.97。本研究馬口魚雌雄比例較低，除了自然的因素外，也有可能為本研究中許多馬口魚的體型較小，無法分辨性別所造成。

3. 繁殖季節

分析 2012 年 12 月~2013 年 12 月間採捕之清水河流域臺灣馬口魚 CF 值、GSI 值及 HSI 值月平均值變化，據以推估其繁殖週期 (圖 9)。CF 指標

結果顯示，臺灣馬口魚雄雌魚 CF 值在 12~4 月維持平穩而 5 月下降到最低 (8.42%~9.20%)，在 6~9 月逐漸升高，在 9 月達到最高點 (12.72%~12.80%) 後便開始下降，並於 2013 年 12 月降到最低 (8.94%~8.80%)。在 GSI 指標部分，雄魚與雌魚 GSI 值在 5 月之後升高 (0.41%~0.74%) 至 9 月達到最高 (1.69%~3.71%) 而後迅速下降，雌魚 GSI 值除了 2013 年 1 月外，其餘月份皆高於雄魚。在 HSI 指標部分，雄雌魚 HSI 值在研究期間介於 0.26%~1.71% 之間，其結果與 CF 或 GSI 的結果變化並無顯著的一致性。

根據 CF 值及 GSI 值結果，推測清水溪流域臺灣馬口魚的生殖季節約為 6~9 月。另有研究指出 1992 年哈盆溪的臺灣馬口魚生殖季節為 4~10 月，生殖高峰期為 4~7 月 (顏, 1995)，大甲溪中游臺灣馬口魚的生殖季為 3~12 月 (詹, 1989)，上述研究與本研究清水溪流域的馬口魚生殖季節為 6-9 月有些微差異，可能原因為不同地點，其環境因子不同，而造成生殖季的分佈不同。

臺灣不同地區的溪流魚類生殖季長短會有地理差異，溫度的影響比光週期更大，例如臺灣鏟頷魚及臺灣纓口鰍在武陵農場流域的生殖季分別為 4~6 月及 4~7 月 (呂和汪, 1987; 張, 1989)，而在哈盆溪則分別為 5-11 月及 4~8 月，造成哈盆溪魚類生殖季較長的可能原因為哈盆溪水溫較武陵農場高所導致。

(四) 環境微藻組成

清水溪自 2012 年 12 月至 2013 年 12 月之調查結果顯示：在棲息環境中的附著藻類以矽藻植物門為主，約佔年總量的 94.9%，其中以舟形藻屬 (*Navicula* sp.)、橋彎藻屬 (*Cymbella* sp.) 及菱形藻屬 (*Nitzschia* sp.) 為主，舟形藻屬所佔比例最高，但在 2013 年 5~9 月時，菱形藻數量明顯增加，此與夏季時雨水沖刷與營養鹽上升有關 (見表 5 及 圖 10)。本調查期間所觀察到的數據與 2010 年 11 月至 2011 年 11 月以及 2011 年 12 月至 2012 年 11 月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為矽藻。在奧萬大國家森林遊樂區生態池長期生態監測結果顯示：水域中的附著藻類也以矽藻植物門為主 (賴, 2008)。此外，劉等 (2005) 的調查結果也顯示：在八掌河流域中上游區段，水域中的附著藻類也以矽藻植物門為主。單位面積中藻類豐度以 8 月份最多，此受氣候變化影響，2013 年 8 月時潭美及康芮颱風帶來豐沛的雨量，雨水沖刷造成水中濁度上升，營養鹽也上升，浮游藻類因濁度及雨水沖刷作用而減少，附著藻及大型絲藻因而成為優勢藻種。

五、結論與建議

清水溪流域採捕之臺灣馬口魚研究結果發現雄性比例較雌性比例較高(1:0.5)，在雨量較高的季節(3~5月與7~8月)，臺灣馬口魚空胃率之個體有隨之上升的趨勢。胃內容物中的優勢藻種，在2012年12月至2013年3月期間，則以矽藻植物門中的舟形藻屬、橋彎藻屬為主，此與環境藻一致，而2013年4月至10月胃內容物中的優勢藻種則以藍綠藻門的平裂藻屬和矽藻植物門的舟形藻屬為優勢藻種，與環境中優勢藻種，矽藻植物門的舟形藻屬、橋彎藻屬及菱形藻屬組成有些差異，此可能受氣候變化改變環境藻組成之影響，4月份起氣溫逐漸上升，加上雨季帶入之營養鹽增多，屬藍綠藻門之平裂藻易受水溫及營養鹽上升而大量生長，而平裂藻多懸浮於水中成浮游微藻的成員，或黏附於絲狀藻或懸浮顆粒上，此增加馬口魚因攝食絲藻或懸浮顆粒上的平裂藻之機會，因此在胃內容物中的比例較多。另外，在馬口魚攝食水生昆蟲方面，推測馬口魚應該為雜食與機會型攝食魚種。若以CF及GSI指標的數據變化推斷，清水溪流域的臺灣馬口魚繁殖季節應該為6~9月。

六、參考文獻

- 彭弘光、劉富光。1991。石鱸生物學的初步研究。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。高身鯛魚形態、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。
- 曾晴賢。1990。臺灣淡水魚(1)。臺灣野生動物資源調查手冊(3)農委會 81頁。
- 殷名稱。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。

- 顏俊雄、呂光洋、陳永樹、鄭振寬。1995。哈盆溪臺灣馬口魚 (*Zacco barbata*) 之生殖生態。國立臺灣師範大學生物學報。30(2): 69-81。
- 詹見平。1989。大甲溪魚類生態調查報告 教育部 15 頁。
- 呂光洋和汪靜明。1987。武陵農場河域之原產魚種生態之初步研究。農委會生態研究第 010 號 57 頁。
- 張明雄。1989。有勝溪臺灣纓口鰍 (*Crossostoma lacustre*) 之生態學研究。國立臺灣師範大學生物研究所碩士論文。
- 賴玉菁。2008。奧萬大國家森林遊樂區生態池長期生態監測計畫 (3/3)。行政院農業委員會林務局委託研究系列 97-08-4-02 號。
- 劉正川等。2005。八掌溪河系河川情勢調查計畫(1/2)，經濟部水利署第五河川局。
- 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.
- Cushing, D.H. 1990. Plankton production and year-class strength in fish population : an update of the match/mismatch hypothesis. *Adv. Mar. Biol.* 26: 249-293.
- 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 preoduction 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.

Katano, O. 1985. Aggressive behavior and dominance relationship of the dark chub, *Zacco temmincki*, with special reference to their individual recognition. *Jap. J. Ichthyol.* 32 : 225-238.

Katano, O. 1990. Dynamics relationships between the dominance of male dark chub, *Zacco temmincki*, and their acquisition of females. *Anim. Behav.* 40: 1018-1034

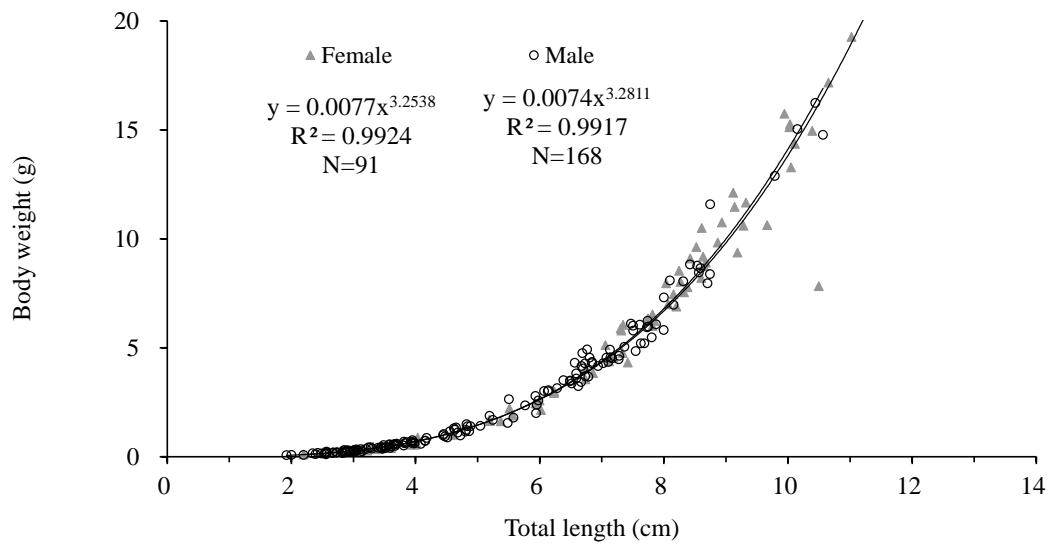


圖 1. 2012 年 12 月至 2013 年 12 月清水溪臺灣馬口魚體重與體長間關係圖。

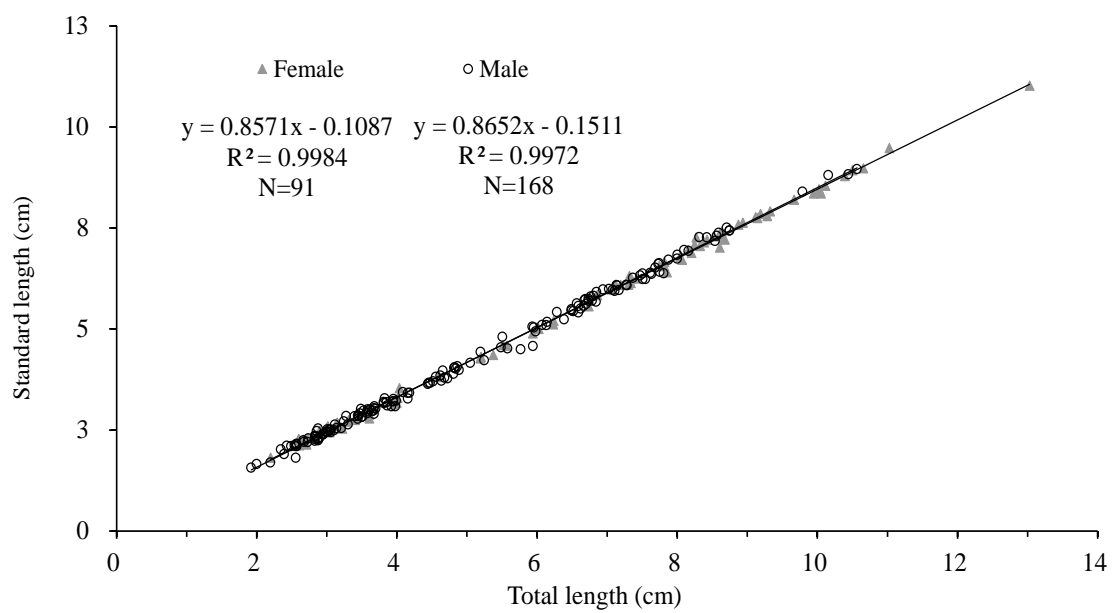


圖 2. 2012 年 12 月至 2013 年 12 月清水溪臺灣馬口魚標準體長與體全長關係圖。

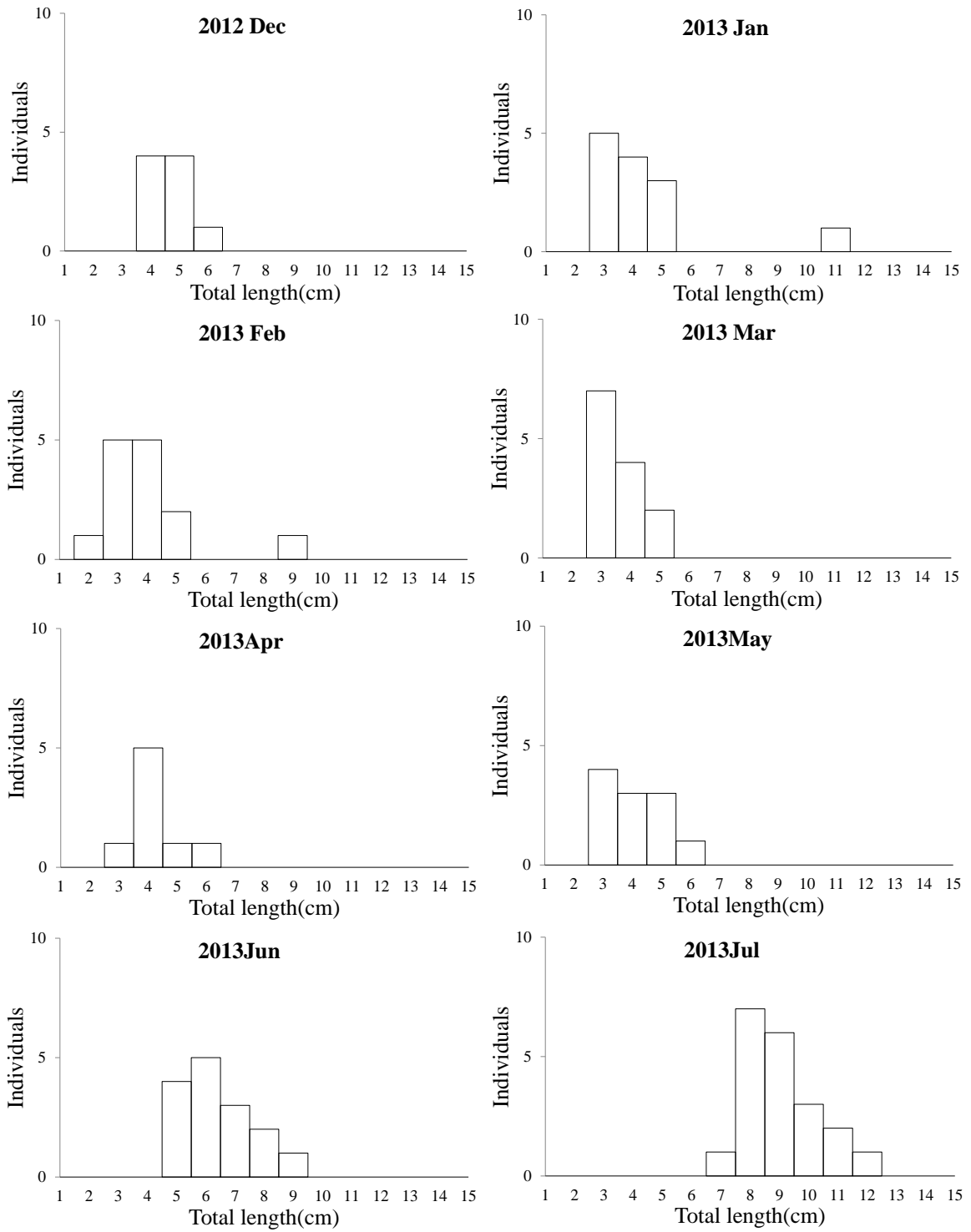


圖 3. 2012 年 12 月至 2013 年 12 月清水溪雄性臺灣馬口魚體長分布。

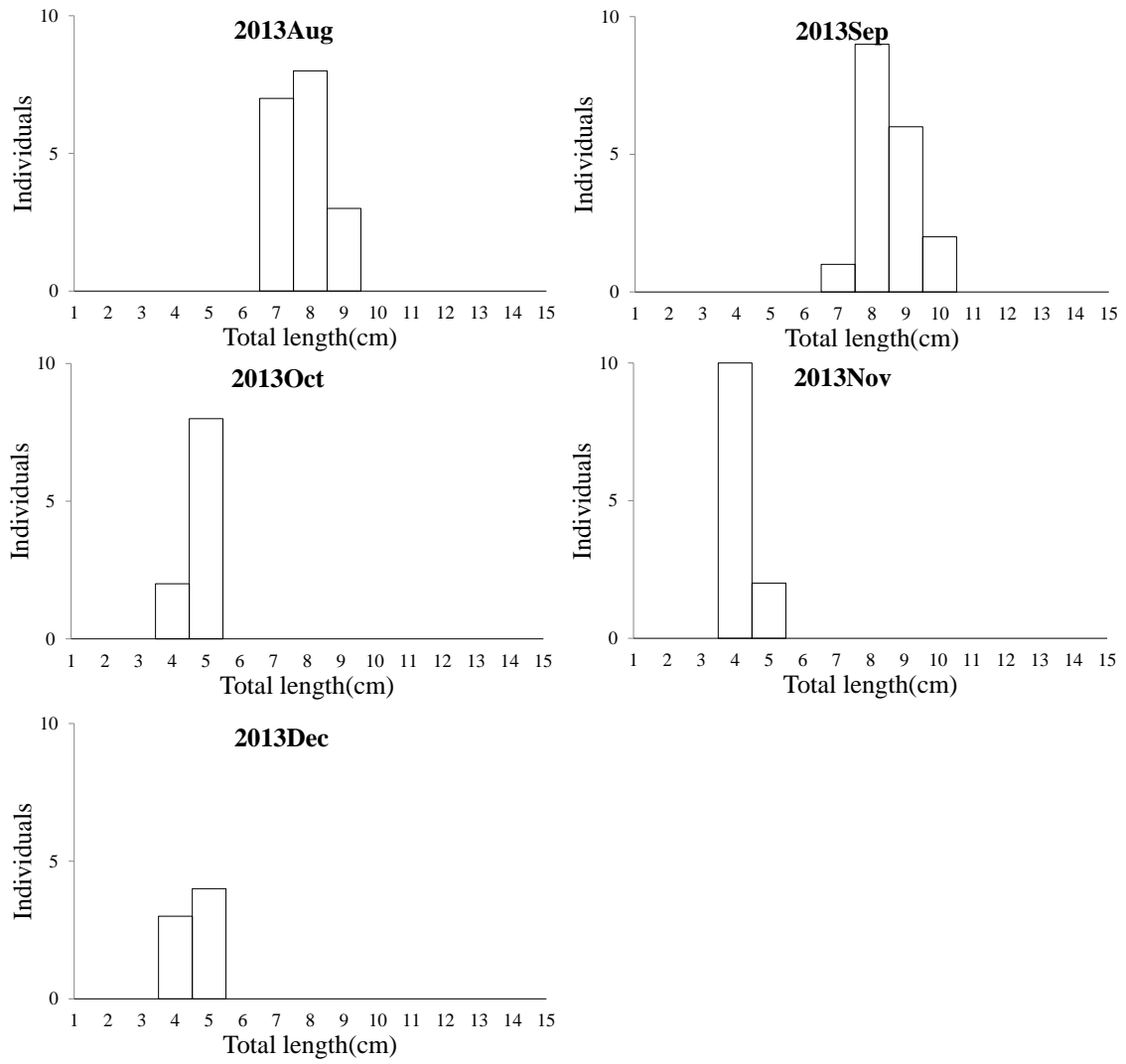


圖 3 (續). 2012 年 12 月至 2013 年 12 月清水溪雄性臺灣馬口魚體長分布。

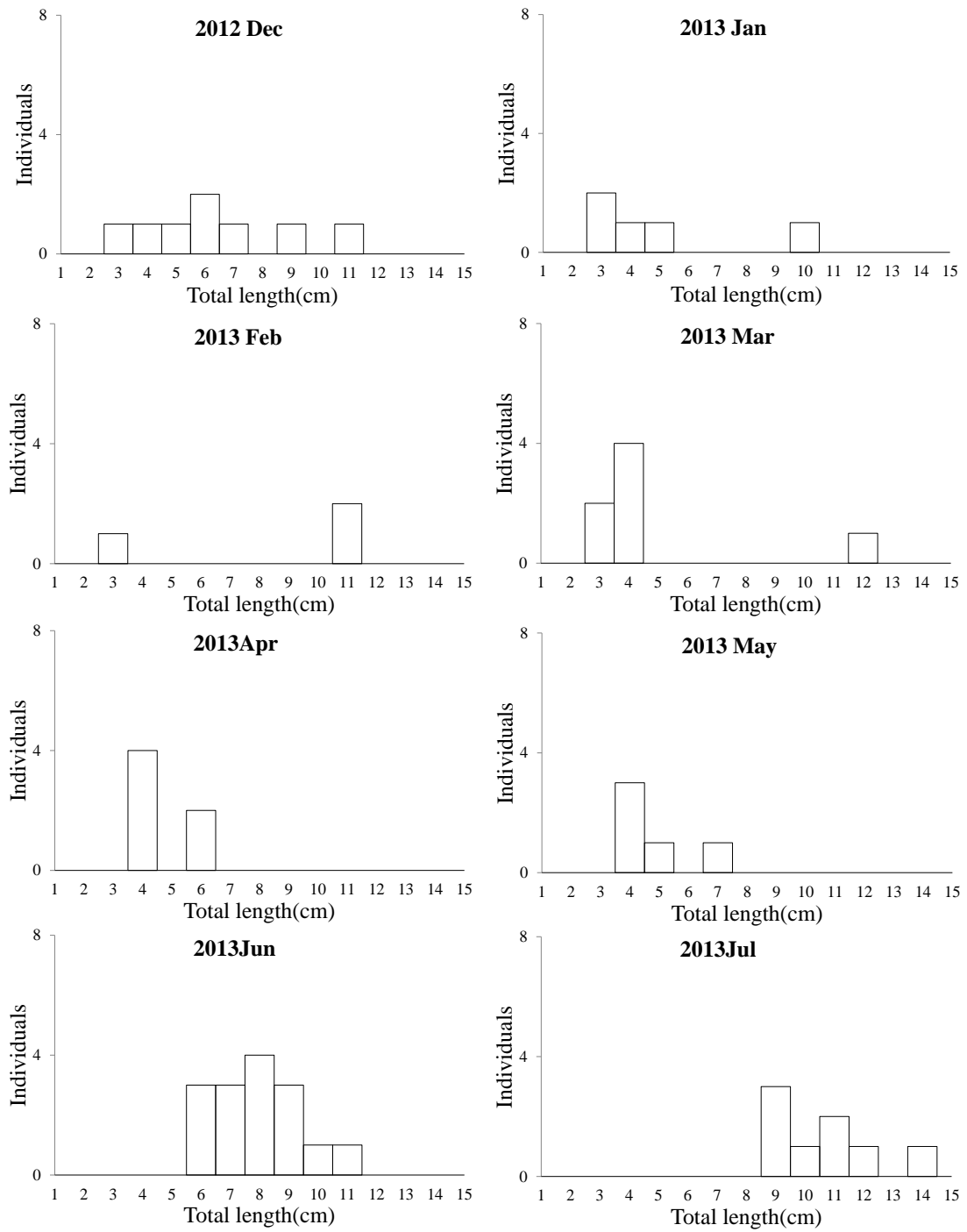


圖 4. 2012 年 12 月至 2013 年 12 月清水溪雌性臺灣馬口魚體長分布。

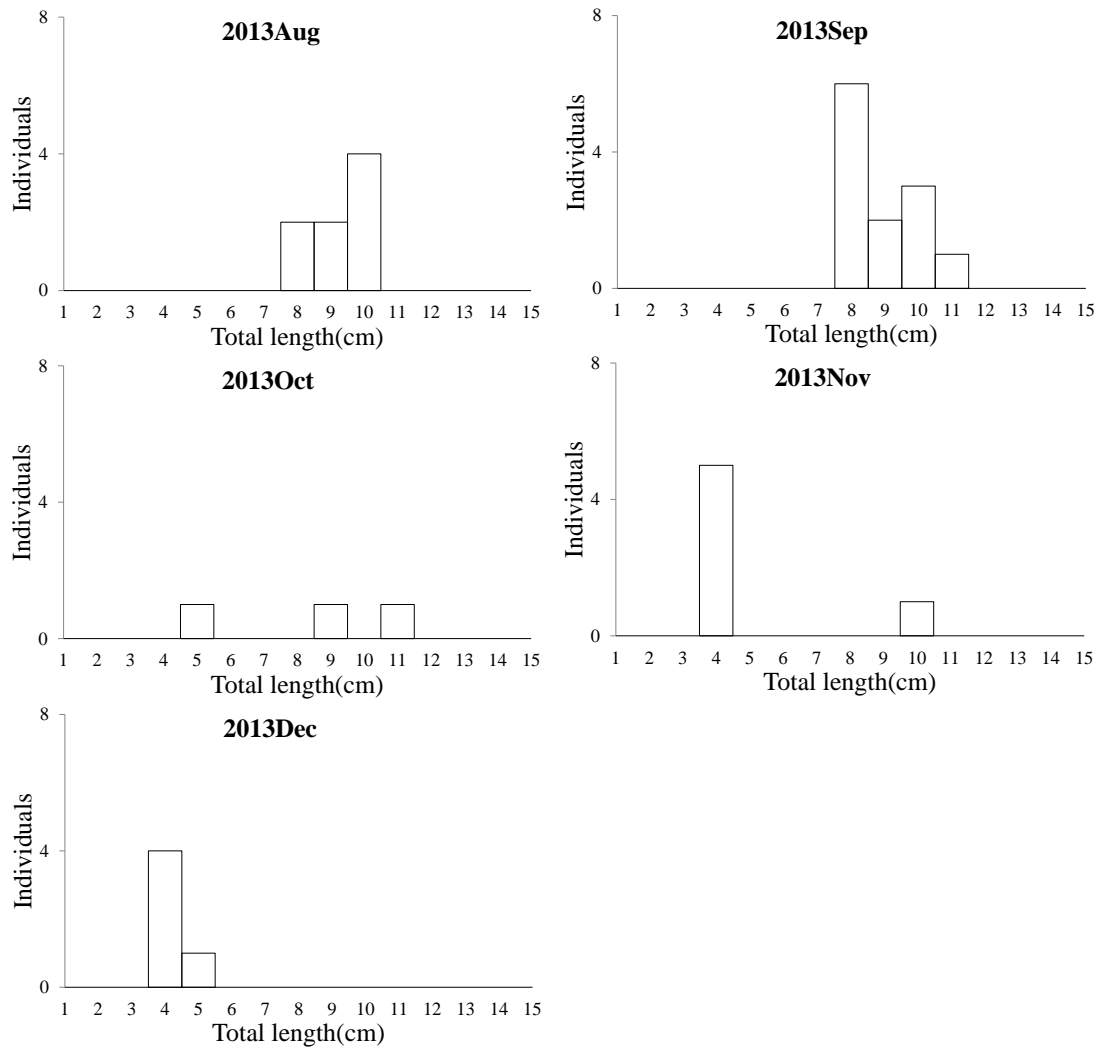


圖 4 (續). 2012 年 12 月至 2013 年 12 月清水溪雌性臺灣馬口魚體長分布。

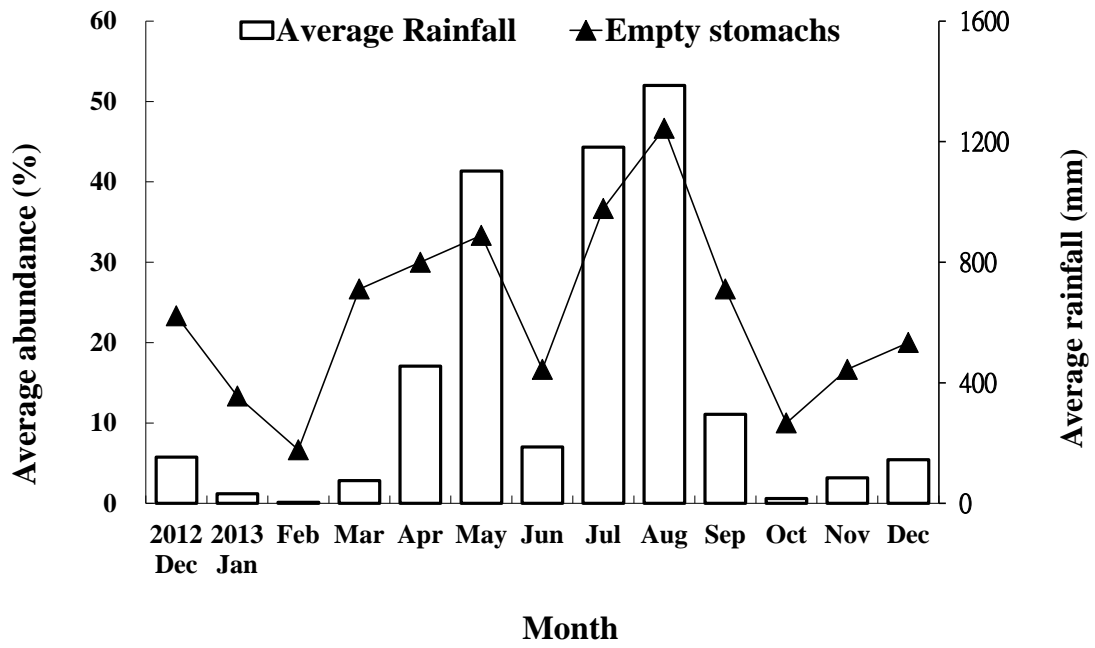


圖 5. 2012 年 12 月至 2013 年 12 月清水溪流域臺灣馬口魚空胃率與中央氣象局阿里山氣象站降雨量逐月分布情形。

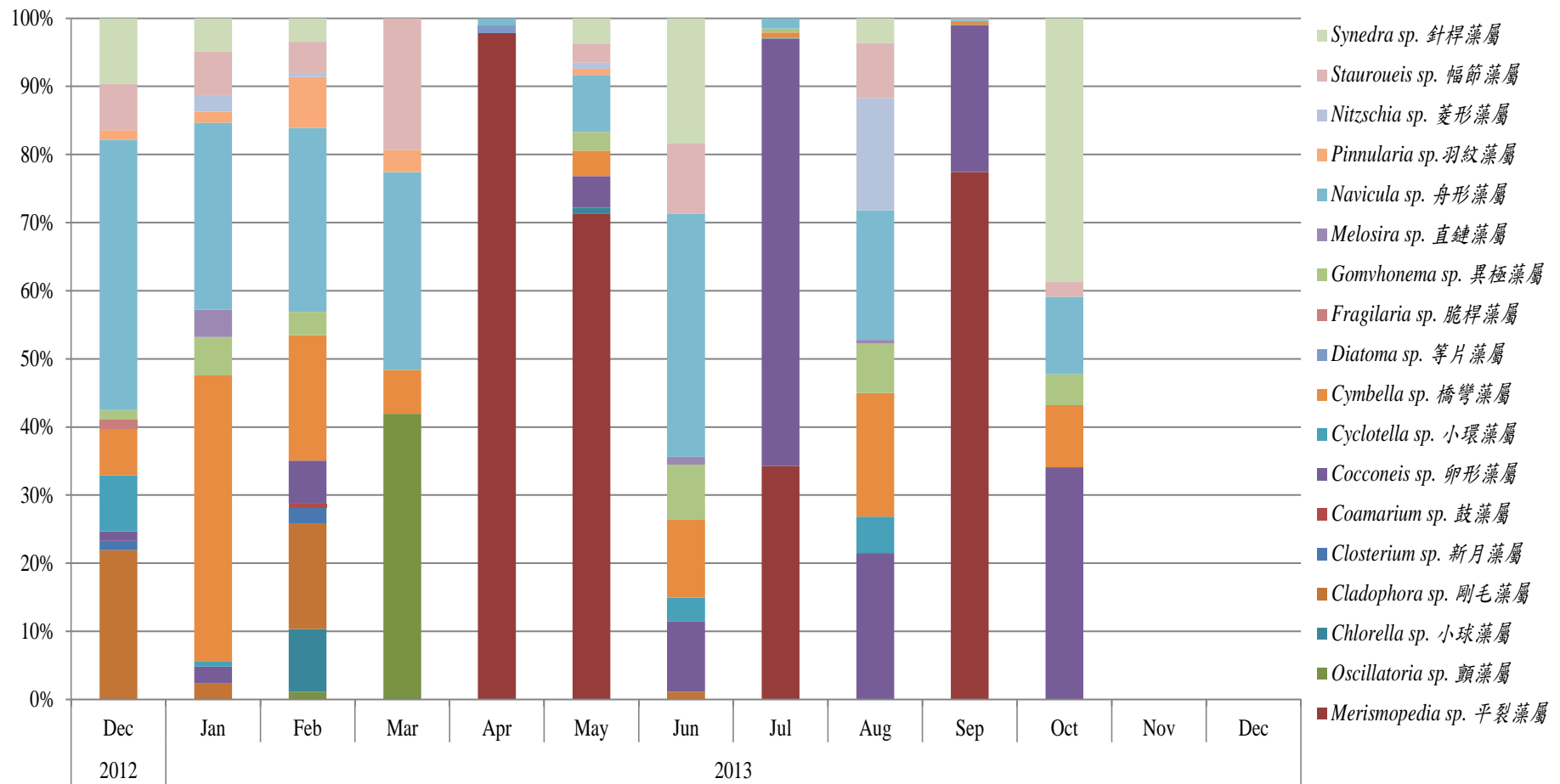


圖 6. 2012 年 12 月至 2013 年 12 月間馬口魚胃內容物中微細藻類之組成百分比變化圖。

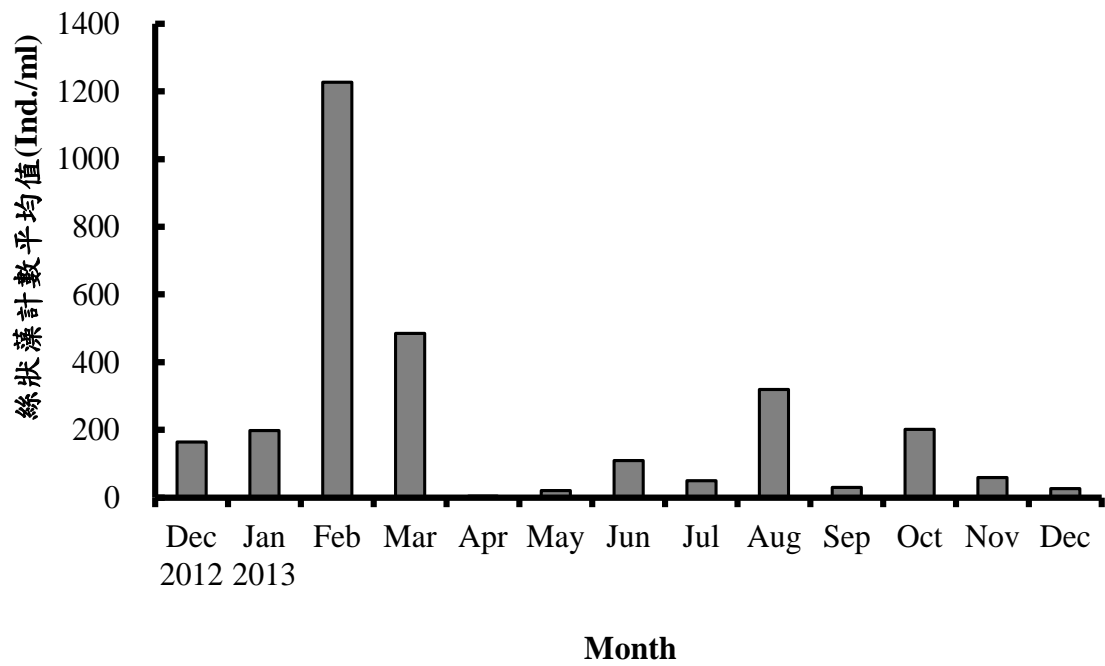


圖 7. 2012 年 12 月至 2013 年 12 月間馬口魚胃內容物絲狀藻平均值 (Ind./ml)。

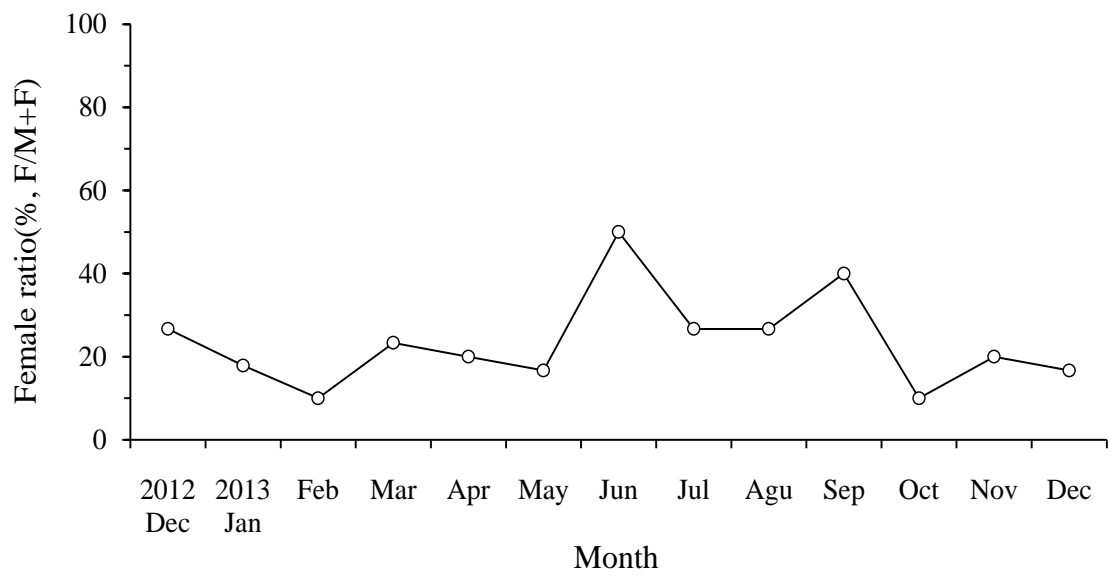


圖 8. 2012 年 12 月至 2013 年 12 月清水溪採集之臺灣馬口魚雌魚百分比之月份變化。

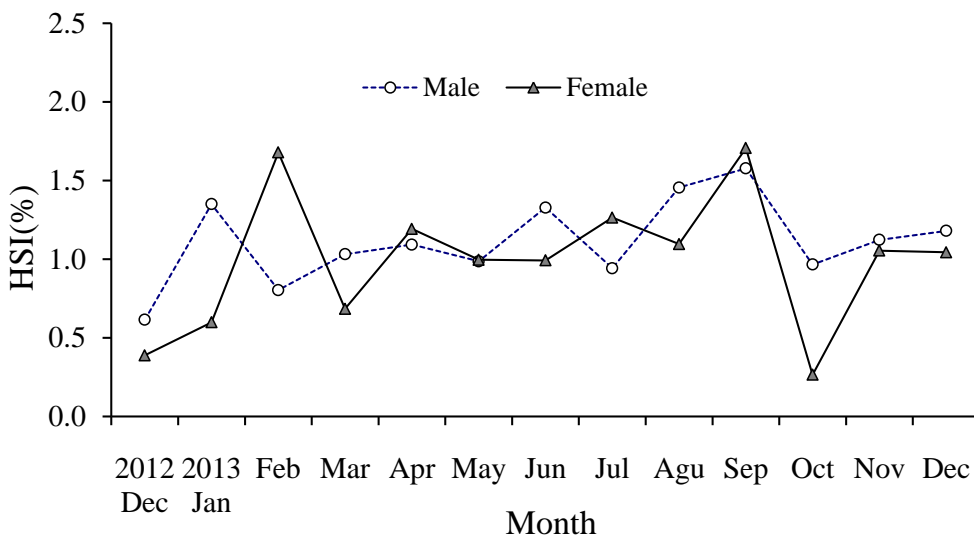
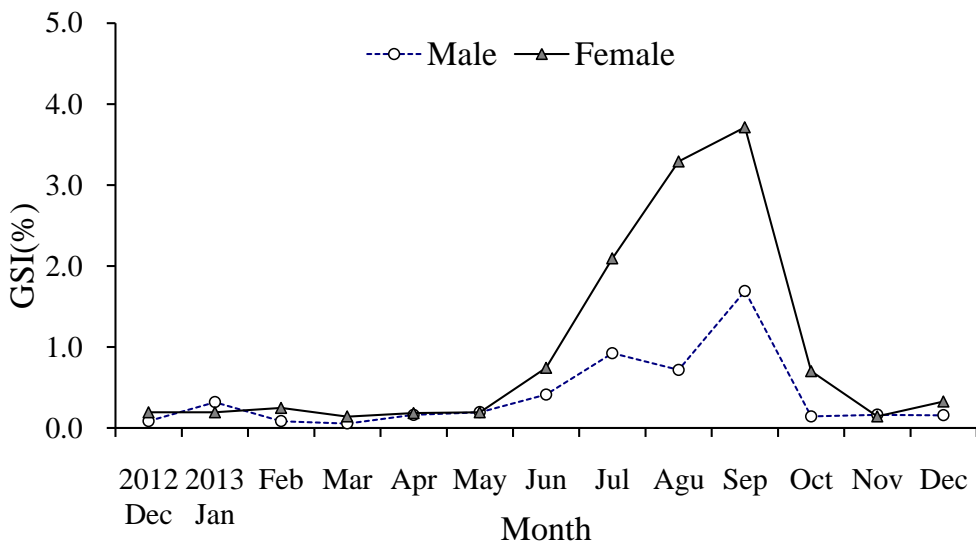
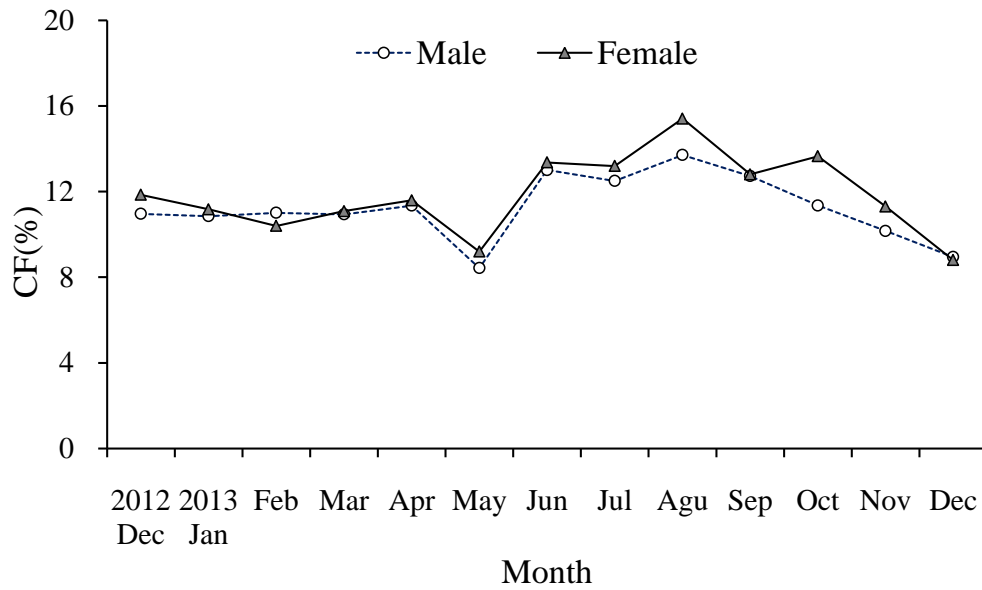


圖 9. 2012 年 12 月至 2013 年 12 月清水溪採集之臺灣馬口魚 CF、GSI 及 HSI 值分布。

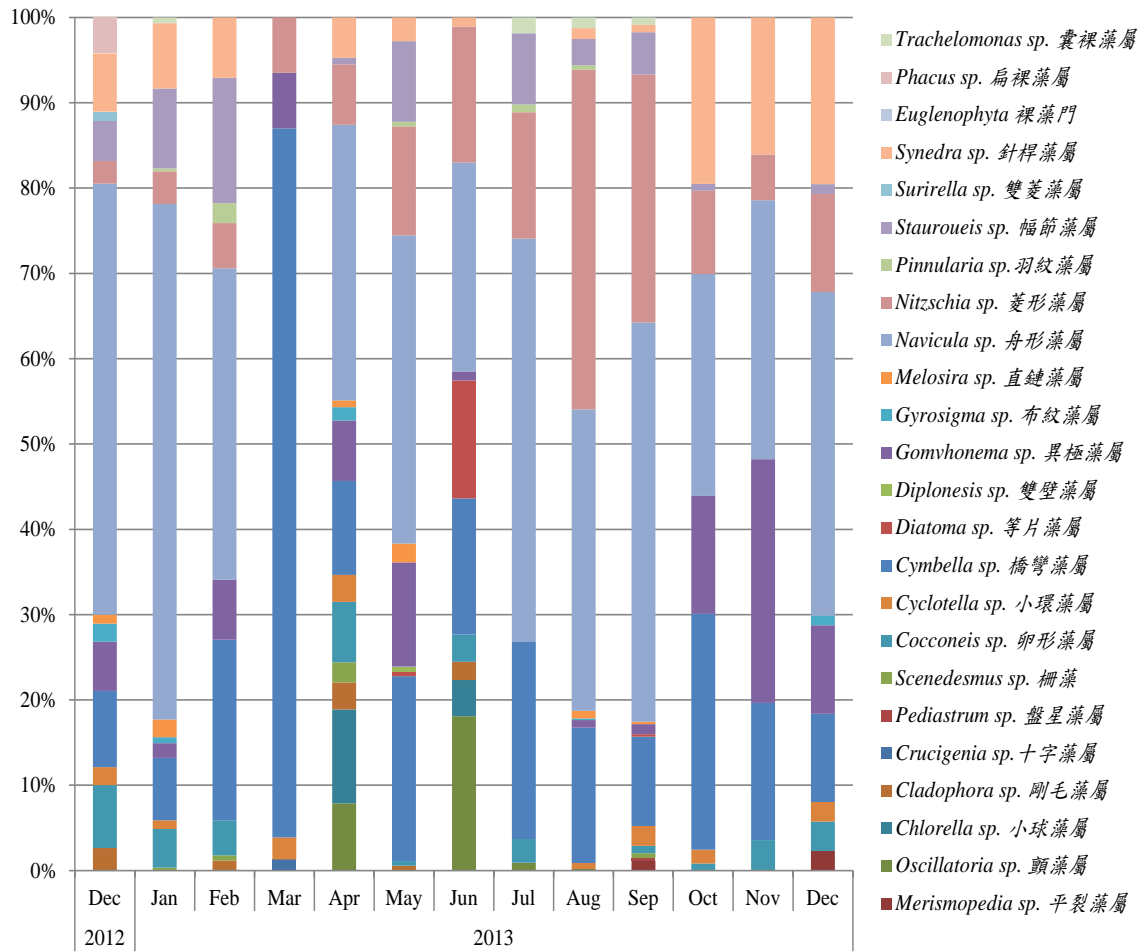


圖 10. 2012 年 12 月至 2013 年 12 月間清水溪環境中微細藻類之組成百分比變化圖。

表 1. 2012 年 12 月至 2013 年 12 月間清水溪環境中水生昆蟲群聚結構。

		2012		2013											
		Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	
蜉蝣目	EPHEMEROPTERA														
	EPHEMERIDAE														
	<i>Ephemera</i> sp.							1		1			1		
	LEPTOPHLEBIIDAE														
	<i>Thraulius</i> sp.		2		2	2		1	1	3					
	HEPTAGENIIDAE														
	<i>Afronurus hyalinus</i>							2		1	2				
	CAENIDAE														
	<i>Caenis</i> spp.	5	19	17	1				52	1	1	7	3	3	
	BAETIDAE														
	<i>Baetis</i> spp.	7	7	4		1		38	3	12	46	1			1
<i>Pseudocloen</i> sp.	1														
<i>Baetiella bispinosus</i>	6		2		1		1			1					
蜻蛉目	ODONATA														
	GOMPHIDAE														
	<i>Stylogomphus</i> sp.		2		1										
	<i>Lamelligomphus formosanus</i>			1		1						1			
	EUPHAEIDAE														
	<i>Euphaea formosa</i>	1				5							1		
	LIBELLULIDAE														
	<i>Trithemis</i> sp.	1			1									2	1
<i>Neurothemis</i> sp.		1													
<i>Orthetrum</i> sp.													1		

(續) 表 1. 2012 年 12 月至 2013 年 12 月間清水溪環境中水生昆蟲群聚結構。

廣翅目	MEGALOPTERA													
	<i>CORYDALIDAE</i>													
	<i>Protohermes</i> sp.													1
毛翅目	TRICHOPTERA													
	HYDROPSYCHIDAE													
	<i>Hydropsyche</i> spp.	3						2			1			
	<i>Cheumatopsyche</i> sp.	4								1				
	PHILOPOTAMIDAE													
	<i>Chimarra</i> sp.						1							
鱗翅目	LEPIDOPTERA													
	PYRALIDAE													
	<i>Eoophyla</i> spp.	2		2				1						
鞘翅目	COLEOPTERA													
	ELMIDAE													
	<i>Zaitzevia</i> spp.	2	5	3		22	1						1	
	HYDROPHILIDAE													
	<i>Hydrobius</i> sp.							2						
雙翅目	DIPTERA													
	CERATOPOGONIDAE													
	<i>Bezzia</i> spp.		6	73	5	1	1							
	CHIRONOMIDAE													
	<i>Chironomidae</i>	118	95	23	66	13	5	73	1	113	305	15	4	2
	PSYCHODIDAE													
	<i>Pericoma</i> sp.										1			
	TABANIDAE													
	<i>Tabanus</i> sp.							1	1		1			
	TIPULIDAE													
	<i>Tipula</i> spp.					6		1						

表 2. 2012 年 12 月至 2013 年 12 月間清水溪馬口魚胃內容物中微細藻之組成變化。

Species	Month												
	2012	2013											
	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Cyanophyta 藍藻植物門													
<i>Merismopedia</i> sp. 平裂藻屬	D	D	D	D	A	A	D	A	D	A	D	D	D
<i>Oscillatoria</i> sp. 顫藻屬	D	D	B	A	D	D	D	D	D	D	D	D	D
Chlorophyta 綠藻植物門													
<i>Chlorella</i> sp. 小球藻屬	D	D	A	D	D	B	D	D	D	D	D	D	D
<i>Cladophora</i> sp. 剛毛藻屬	A	B	A	D	D	D	B	D	D	D	D	D	D
<i>Closterium</i> sp. 新月藻屬	B	D	A	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
<i>Coamarium</i> sp. 鼓藻屬	D	D	B	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
Bacillariophyta 矽藻植物門													
<i>Cocconeis</i> sp. 卵形藻屬	B	A	A	D	D	A	A	A	A	A	A	D	D
<i>Cyclotella</i> sp. 小環藻屬	B	B	D	D	D	D	A	B	A	A	D	D	D
<i>Cymbella</i> sp. 橋彎藻屬	B	A	A	A	D	A	A	A	A	A	A	D	D
<i>Diatoma</i> sp. 等片藻屬	D	D	D	D	A	D	D	D	D	D	D	D	D
<i>Fragilaria</i> sp. 脆桿藻屬	B	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
<i>Gomvhonema</i> sp. 異極藻屬	B	A	A	D	D	B	A	A	A	B	A	D	D
<i>Melosira</i> sp. 直鏈藻屬	D	A	D	D	D	D	B	D	A	D	D	D	D
<i>Navicula</i> sp. 舟形藻屬	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	D	D
<i>Pinnularia</i> sp. 羽紋藻屬	B	B	A	B	D	B	D	D	D	D	D	D	D
<i>Nitzschia</i> sp. 菱形藻屬	D	A	B	D	D	B	D	D	A	A	D	D	D
<i>Stauroueis</i> sp. 幅節藻屬	B	A	A	A	D	B	A	D	A	A	A	D	D
<i>Synedra</i> sp. 針桿藻屬	A	A	A	D	D	A	A	D	A	D	A	D	D

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 3. 2012 年 12 月至 2013 年 12 月間馬口魚胃內容物中微細藻類之組成百分比變化。

Species	Month												
	2012	2013											
	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Cyanophyta 藍藻植物門													
<i>Merismopedia</i> sp. 平裂藻屬	0.0	0.0	0.0	0.0	97.9	71.3	0.0	34.3	0.0	77.4	0.0	0.0	0.0
<i>Oscillatoria</i> sp. 顫藻屬	0.0	0.0	1.1	41.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Chlorophyta 綠藻植物門													
<i>Chlorella</i> sp. 小球藻屬	0.0	0.0	9.2	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Cladophora</i> sp. 剛毛藻屬	21.9	2.4	15.5	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Closterium</i> sp. 新月藻屬	1.4	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Coamarium</i> sp. 鼓藻屬	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bacillariophyta 矽藻植物門													
<i>Cocconeis</i> sp. 卵形藻屬	1.4	2.4	6.3	0.0	0.0	4.6	10.3	62.7	21.5	21.6	34.1	0.0	0.0
<i>Cyclotella</i> sp. 小環藻屬	8.2	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4	0.1	5.3	0.1	0.0	0.0	0.0
<i>Cymbella</i> sp. 橋彎藻屬	6.8	41.9	18.4	6.5	0.0	3.7	11.5	0.8	18.2	0.5	9.1	0.0	0.0
<i>Diatoma</i> sp. 等片藻屬	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Fragilaria</i> sp. 脆桿藻屬	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Gomvhonema</i> sp. 異極藻屬	1.4	5.6	3.4	0.0	0.0	2.8	8.0	0.6	7.3	0.0	4.5	0.0	0.0
<i>Melosira</i> sp. 直鏈藻屬	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Navicula</i> sp. 舟形藻屬	39.7	27.4	27.0	29.0	1.1	8.3	35.6	1.5	19.0	0.2	11.4	0.0	0.0
<i>Pinnularia</i> sp. 羽紋藻屬	1.4	1.6	7.5	3.2	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Nitzschia</i> sp. 菱形藻屬	0.0	2.4	0.6	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	16.5	0.1	0.0	0.0	0.0
<i>Stauroueis</i> sp. 幅節藻屬	6.8	6.5	4.6	19.4	0.0	2.8	10.3	0.0	8.1	0.1	2.3	0.0	0.0
<i>Synedra</i> sp. 針桿藻屬	9.6	4.8	3.4	0.0	0.0	3.7	18.4	0.0	3.6	0.0	38.6	0.0	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	0.0	0.0

表 4. 2012 年 12 月至 2013 年 12 月間清水溪臺灣馬口魚胃內容物絲狀藻數量 (Ind./ml)。

Month	絲狀藻計數平均值(Ind./ml)
Dec 2012	164.4
Jan 2013	197.7
Feb	1227.4
Mar	485.6
Apr	4.6
May	20.4
Jun	109.1
Jul	49.7
Aug	319.3
Sep	29.8
Oct	202.0
Nov	59.0
Dec	27.0

表 5. 2012 年 12 月至 2013 年 12 月間清水溪環境中微細藻類之組成百分比變化。

Species	Month												
		2012	2013										
	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Cyanophyta 藍藻植物門													
<i>Merismopedia</i> sp. 平裂藻屬	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	2.4
<i>Oscillatoria</i> sp. 顫藻屬	0.0	0.0	0.0	0.0	7.9	0.0	18.1	0.9	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
Chlorophyta 綠藻植物門													
<i>Chlorella</i> sp. 小球藻屬	0.0	0.0	0.0	0.0	11.0	0.0	4.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Cladophora</i> sp. 剛毛藻屬	2.6	0.0	1.2	0.0	3.1	0.6	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Crucigenia</i> sp. 十字藻屬	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Pediastrum</i> sp. 盤星藻屬	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0
<i>Scenedesmus</i> sp. 柵藻	0.0	0.3	0.6	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0
Bacillariophyta 矽藻植物門													
<i>Cocconeis</i> sp. 卵形藻屬	7.4	4.5	4.1	0.0	7.1	0.6	3.2	2.8	0.0	0.9	0.8	3.6	3.5
<i>Cyclotella</i> sp. 小環藻屬	2.1	1.0	0.0	2.6	3.1	0.0	0.0	0.0	0.7	2.4	1.6	0.0	2.4
<i>Cymbella</i> sp. 橋彎藻屬	8.9	7.3	21.2	83.1	11.0	21.7	16.0	23.1	15.9	10.6	27.6	16.1	10.6

(續) 表 5. 2012 年 12 月至 2013 年 12 月間清水溪環境中微細藻類之組成百分比變化。

<i>Diatoma</i> sp. 等片藻屬	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	13.8	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0
<i>Diplonopsis</i> sp. 雙壁藻屬	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Gomphonema</i> sp. 異極藻屬	5.8	1.7	7.1	6.5	7.1	12.2	1.1	0.0	0.9	1.2	13.8	28.6	10.6
<i>Gyrosigma</i> sp. 布紋藻屬	2.1	0.7	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	1.2
<i>Melosira</i> sp. 直鏈藻屬	1.1	2.1	0.0	0.0	0.8	2.2	0.0	0.0	0.9	0.3	0.0	0.0	0.0
<i>Navicula</i> sp. 舟形藻屬	50.5	60.4	36.5	0.0	32.3	36.1	24.5	47.2	35.3	47.4	26.0	30.4	38.8
<i>Nitzschia</i> sp. 菱形藻屬	2.6	3.8	5.3	6.5	7.1	12.8	16.0	14.8	39.8	29.4	9.8	5.4	11.8
<i>Pinnularia</i> sp. 羽紋藻屬	0.0	0.3	2.4	0.0	0.0	0.6	0.0	0.9	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Stauroueis</i> sp. 幅節藻屬	4.7	9.4	14.7	0.0	0.8	9.4	0.0	8.3	3.1	5.0	0.8	0.0	1.2
<i>Surirella</i> sp. 雙菱藻屬	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Synedra</i> sp. 針桿藻屬	6.8	7.6	7.1	0.0	4.7	2.8	1.1	0.0	1.3	0.9	19.5	16.1	20.0
Euglenophyta 裸藻門													
<i>Phacus</i> sp. 扁裸藻屬	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Trachelomonas</i> sp. 囊裸藻屬	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	1.3	0.9	0.0	0.0	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

