

計畫名稱：清水溪魚類棲地需求研究

英文名稱：Fish Habitat Requirements in Chingshui Creek

計畫編號：240-1

全程計畫期間：96 年 4 月 1 日至 100 年 12 月 31 日止

本年計畫期間：98 年 1 月 1 日至 98 年 12 月 31 日止

計畫主持人：葉明峰

研究人員：張儷瓊

一、摘要

本研究自 96 年 5 月至 98 年 12 月間於濁水溪支流清水溪共完成 91 個樣站、910 個矩形電格之魚類相及其棲地環境因子之調查工作。調查期間各樣站水溫分布在 13.2°C ~ 29.8°C 之間，pH 值介於 7.19~9.675 間，導電度介於 $145\sim 520\mu\text{s}/\text{cm}$ ，溶氧量則介於 $6.45\sim 11.74\text{ mg}/\text{L}$ ，皆符合乙類陸域地面水體 pH 在 6.0~9.0 間、導電度標準在 $750\mu\text{s}/\text{cm}$ 以下、溶氧量在 $5.5\text{ mg}/\text{L}$ 以上之標準。各樣站矩形電格平均水深介於 4.6~90.2 cm 之間，平均流速從 $-0.06\text{ m}/\text{sec}$ 至 $1.22\text{ m}/\text{sec}$ 。魚類相組成包括 7 科 20 種魚類與 1 科 3 種蝦類，蟹類則未捕獲。魚類以鯉科的 8 種最多，其次為平鰭鰍科、鰕虎科各 4 種，鮪科 2 種，其餘為鯰科及慈鯛科。族群量方面以臺灣石鱚數量最豐，占總漁獲個體數的 28%，並且發現少量的保育類魚類埔里中華爬岩鰍（4%/233 尾）。在水深流速棲地適合度方面，臺灣石鱚的族群量分布密度為高於平均水深 50~55cm 間，平均流速 0.1~0.4 m/s 及 0.8~0.9m/s 間；出現率則以水深 25~30cm 間較高，平均流速介於 0.1~0.2 m/s 間。明潭吻鰕虎方面，族群分布密度較高於水深 45~50cm 間，流速則為 0.5~0.6 m/s 間；出現率則以水深 20~25cm 間較高，平均流速則介於 0.5~0.7 m/s 間，臺灣間爬岩鰍的族群量分布在平均水深 15~20cm 及平均流速 0.9~1.0 m/s 間較豐，出現率最高則為平均水深 25~30cm 及平均流速 0.9~1.0 m/s 間。在甲殼類方面，觀察數量較豐的粗糙沼蝦，其族群分布密度從水深跟流速的數據看來目前並無顯著趨勢，但出現率最高的水深及流速分別為 20~25cm 與 0.2~0.3 m/s。其餘魚種之水深與流速適合度，因目前累積之有效樣本數有限，尚無顯著趨勢。未來將將持續進行相關之野外調查工作，累積更多矩形電格、網格之調查資料，期能更具體呈現不同魚種對於棲地之喜好情形，提供估算河川生態基流量之參考。

Abstract

During 2009, hydrological and hydraulic conditions, water quality and fishes were investigated at 91 samplings stations on Chingshui Creek, which is a tributary to the Choshui River. A total of 20 species belonging to 7 families of fishes and 3 species belonging to 1 family of shrimp were collected, however, the crab has never been caught. The dominant family of fish is Cyprinidae (8 species), the next are Homalopteridae and Gobiidae (each has 4 species), Bagridae (2 species) and the other are Siluridae and Family Cichlidae. The dominant fish population is *Acrossocheilus paradoxus* (28% of total catching). During the survey period, the ranged of water pH is between 7.19 and 9.68, water conductivity is between 145 μ s/cm and 520 μ s/cm, moreover water dissolved oxygen is between 6.45~11.74 mg/L. The water quality in samplings stations were classified as Category B.

According to the results which were obtained in 2009, the mean of water depth of each electric catch grid ranged 4.6~90.2 cm, and the mean flow velocity is between -0.06 m/sec to 1.22 m/sec. The maximum of *A. paradoxus* was caught in the habitat where with flow velocity is between 0.1~0.4m/s and 0.8~0.9m/s, or water depth is between 50~55cm. In addition, quantity is plentiful of *Rhinogobius candidianus* in the habitat where with flow velocity is between 0.5~0.6m/s, or water depth is between 45~50cm.

The related investigations are going to work consistently, the habitat type of different fish demand are expected to know by more electric catch grids data for assessing in stream flow.

關鍵字：清水溪、棲地需求、基流量、魚蝦蟹

二、計畫目的

經濟部水利署為解決雲林地區水資源相關問題，於北港溪河系上游支流梅林溪集水區規劃建置湖山水庫，有鑒於梅林溪為雷公溪型河川，暴雨來時河水迅速上漲，雨水停時溪流水量小，乾季時甚至部分河段有斷流情形，該署另在濁水溪支流清水溪桶頭地區設置攔河堰引入豐水期水量蓄存運用。未來湖山水庫營運後，不但清水溪可能因越域引水導致桶頭攔河堰以下溪段流量減少，進而影響清水溪下游河川生態，甚至湖山水庫下游水域（梅林溪部分）之河川生態也會因未來水庫放流方式而改變。因此，水庫影響所及溪段生態基流量之評估，已成為有

關單位必需積極面對的重要課題。本計畫擬在桶頭攔河堰施工前，針對清水溪及梅林溪水域生物（魚類）進行生物與環境因子之現地調查，並進一步評估其棲地需求，提供未來估算生態基流量所需之重要生物參數，俾為湖山水庫、桶頭攔河堰主管機關未來放流、引水水量控管之參考。

三、重要工作項目及實施方法

(一) 樣站選擇與矩形電格劃設

在濁水溪支流清水溪流域選擇適合電格操作的棲地為樣站，樣站長 50m，在樣站內水域劃設長 3m（平行流向）、寬 1.5m（垂直流向）的方形樣格，再於其中系統抽樣（systematic sampling）10 個方形樣格，實施電格魚類採樣及環境因子調查，電格規格及操作方式詳述如後。

(二) 魚類棲地需求調查

以往國內河川生態學者進行魚類調查所採用之漁具多為以蓄電池為電源的背負式電魚器，它具有使用方便、機動性強的優點，對於大範圍巨棲的魚類資源調查是相當不錯的方法。惟若欲針對指標魚種評估其棲地需求，前揭方法並無法個別表現出指標魚種被捕獲時所在之小範圍區域水深、流速、底質等微棲現況，且對魚群可能會造成些許干擾。為究明適合魚類棲息的棲地條件，本研究捨棄操作方便的傳統背負式電魚器，改採自行設計之矩形電格魚類採樣法，以減少人為干擾，期能在接近自然的狀態下，獲得魚類群聚與棲地環境因子資料，真實反映出魚類對於棲地的喜好程度，俾提供未來評估河川生態基流量重要的生物參數。

在樣站水域內所選定的每一方形樣格河床上，沿樣格二長邊各敷設 1 根 3 m 長的 5 分銅管，下游端各以絕緣銅線連接至岸上之電源供應器（I/O，12V-7AH/1000W-110V），使放電時形成長 3m、寬 1.5m 的方形電場（經預備試驗證實，在一般溪流裡 450W/110V 的交流電通電瞬間即足以使方形樣格內的魚暈厥，暫時喪失逃逸能力）。完成矩形電格敷設後儘量避免人為干擾，每一樣格經 11 分鐘以上（Mark *et al.* 1985）的靜置時間待其恢復常態，再由 1 人於岸上控制電源供應器穩定輸出 30 sec、110V 的交流電，另 2~3 人同時手持大型手操網立於矩形電格下游處將樣格中或順流而下的漁獲撈起。待 30 sec 過後結束放電，立刻蒐齊漁獲、鑑定魚種、測量體長、體重或體高並予以記錄，隨即將漁獲釋放回原溪段，盡量減少對當地魚類群聚之衝擊。魚類鑑定分類係參考 1999 年國立海洋生物博物館籌備處出版之「臺灣淡水及河口魚類

誌」。

完成魚類採樣後，於矩形電格內測量四個角落及中心點的流速及水深，以其平均值代表樣格之平均流速及平均水深，另並依據 Platts *et al.* (1983) 之分類標準記錄樣格內的底質組成概況。樣站部分則實施穿越線法測量河寬、流速、水深，並記錄水溫、溶氧量、導電度及 pH 值等環境因子。

(三) 資料分析

綜合整理捕獲量與水深、流速等棲地環境因子資料，進行對象魚種棲地適合度的推估，繪出棲地適合度曲線 (habitat suitability curve, HSC)，瞭解指標魚種水深、流速等棲地需求，俾提供未來使用美國魚類及野生動物署 (U.S.Fish and Wildlife Service) 所發展出的河川內水流量漸增法 (instream flow incremental methodology, 簡稱 IFIM) 模擬計算 WUA (Weighted Usable Area) 及生態基流量之參考。

四、結果與討論

(一) 樣站選擇

本計畫自開始執行迄今在清水溪流域的上、中、下游計選擇 91 個隨意樣站實施矩形電格法調查，樣站包括濁水溪橋、天井瀑布、豐山 (行天橋)、社興橋、豐山一號橋、全仔社橋、雲嘉隧道、雲嘉隧道 st10、雲嘉隧道 st9、雲嘉隧道 st8、雲嘉隧道 st7、雲嘉隧道 st6、雲嘉隧道 st5、雲嘉隧道 st4、雲嘉隧道 st3、雲嘉隧道 st2、雲嘉隧道 st1、雲嘉隧道北口 400m、鹿窟仔、鹿窟三號橋、鹿窟二號橋上游、竹篙水溪&清水溪匯流口、鹿窟一號橋、竹篙水溪 4 號攔砂壩、瑞豐橋上 300m、大峽谷、雙溪嘴、樟湖吊橋、化石區、投 149 乙 2K 下、瑞草橋、大丘園、桶頭吊橋、桶頭三角洲、桶頭橋下方、桶頭橋上 500m、桶頭橋下游、番婆夾坑溪匯流口下、龍門大橋上 1.3K、瑞龍瀑布匯流口上、瑞龍吊橋、瑞龍、瑞竹國中上 600m、瑞興橋上 800m、瑞興橋、瑞興橋 st10、瑞興橋 st9、瑞興橋 st8、瑞興橋 st7、瑞興橋 st6、瑞興橋 st5、瑞興橋 st4、瑞興橋 st3、瑞興橋 st2、瑞興橋 st1、龍門大橋、龍門大橋下 300m、瑞福橋、福興圳護岸 No0+100、鯉南堤 (1+500m)、泉州寮、詔安寮、鯉魚大橋上游 800m、過溪、鯉魚大橋上游 500m、鯉魚大橋、內田子、田仔溪護岸 0+300、外田子、福田橋、田仔溪橋、田仔溪&清水溪匯流口、鯉魚大橋下游 800m、車店仔、廓坑仔、南雲大橋上 1.2K、南雲大橋、南雲大橋下南岸、中二高下 500m、清水溪南岸匯流口、濁水溪&清水溪匯流口、濁水溪&清水

溪匯流口 st10、濁水溪&清水溪匯流口 st9、濁水溪&清水溪匯流口 st8、濁水溪&清水溪匯流口 st7、濁水溪&清水溪匯流口 st6、濁水溪&清水溪匯流口 st5、濁水溪&清水溪匯流口 st4、濁水溪&清水溪匯流口 st3、濁水溪&清水溪匯流口 st2 及濁水溪&清水溪匯流口 st1 等 (圖 1、圖 2)。

(二) 魚、蝦類相

調查期間於清水溪共計採捕到 7 科 20 種 6006 尾魚類、1 科 3 種 93 隻蝦類 (表 1)，其中以鯉科 (Cyprinidae) 8 種最多，包括臺灣石鱸 (*Acrossocheilus paradoxus*)、臺灣馬口魚 (*Candidia bartata*)、高身小鰮魷 (*Microphysogobio alticorpus*)、粗首鱸 (*Zacco pachycephalus*)、鯛魚 (*Scaphesthes barbatulus*)、鯽魚 (*Carassius auratus*)、白鱖 (*Hemiculter leuscus*)、陳氏鰕鮨 (*Gobiobotia cheni*)；其次為平鰭鰕科 (Homalopteridae) 及鰕虎科 (Gobiidae) 各 3 種，平鰭鰕科為臺灣間爬岩鰕 (*Hemimyzon formosanus*)、臺灣纓口鰕 (*Crossostoma lacustre*) 及珍貴稀有保育等級的埔里中華爬岩鰕 (*Sinogastromyzon puliensis*)，鰕虎科包括明潭吻鰕虎 (*Rhinogobius candidianus*)、短吻紅斑吻鰕虎 (*Rhinogobius rubromaculatus*)、斑帶吻鰕虎 (*Rhinogobius maculafasciatus*) 及極樂吻鰕虎 (*Rhinogobius giurinus*)；鮠科 (Bagridae) 有 2 種，包括短臀鮠 (*Pseudobagrus brevianalis brevianalis*) 及脂鮠 (*Pseudobagrus adiposalis*)；其餘為鯰科 (Siluridae) 的鯰 (*Parasilurus asotus*) 與外來種慈鯛科 (Family Cichlidae) 的尼羅口孵魚 (*Oreochromis niloticus*)；在蝦類方面僅採捕到長臂蝦科 (Palemonidae) 的粗糙沼蝦 (*Macrobrachium aspwrulum*)、大和沼蝦 (*Macrobrachium japonicum*) 及臺灣沼蝦 (*Macrobrachium formosense*) 3 種。上述魚種中，臺灣石鱸、臺灣馬口魚、高身小鰮魷、粗首鱸、臺灣間爬岩鰕、臺灣纓口鰕、埔里中華爬岩鰕、明潭吻鰕虎、短吻紅斑吻鰕虎、斑帶吻鰕虎、短臀鮠、脂鮠及陳氏鰕鮨等 13 種屬臺灣特有種魚類，特有種比率達 56%。

就捕獲個體數量而言，以臺灣石鱸 (28%，1,694 尾) 數量最豐，其次分別為明潭吻鰕虎 (21%，1,241 尾)、臺灣間爬岩鰕 (17%，1,013 尾)、高身小鰮魷 (11%，719 尾)、粗首鱸 (6%，335 尾)，其餘魚種皆在 5% 以下。珍貴稀有保育等級的埔里中華爬岩鰕迄今記錄到 233 尾次，其未來族群量之變化研究人員將持續予以關注。(圖 3)。

(三) 棲地環境

一般魚、貝類可生存水體之 pH 值在 4~11 間，適當之 pH 值則在 6.5~9

間(陳 1998)。調查期間清水溪各樣站 pH 值在 7.19~9.675 間,水體酸鹼度成弱鹼性,水溫分布在 13.2°C 至 29.8°C 之間,導電度介於 145~520 μ s/cm,溶氧量於 6.45~11.74 mg/L 之間,皆符合乙類陸域地面水體 pH 值在 6.0~9.0 間、導電度在 750 μ s/cm 以下、溶氧量在 5.5 mg/L 以上之標準。各樣站方電格平均水深以清水溪主流的阿里山溪雲嘉隧道 st4 樣站 90.2 cm 最深,田仔溪與清水溪匯流口樣站 4.6 cm 最淺;平均流速最大值 1.22 m/sec 出現在雲嘉隧道北口 400m 樣站,最小值出現在廓坑仔,其因大型底石造成之洄流,流速僅有 -0.06 m/sec。

(四) 棲地適合度

河川的最低流量係指滿足河川生物生存的最低需求、維持河川生態系統穩定與平衡所需的最少水量,故在探討河川魚類的棲地適合度時,若非針對保育類或瀕臨絕種的特定魚種,棲地水量所營造出之水深與流速應以滿足當地多數原生魚種之生存需求為宜。本研究迄今已在清水溪完成 91 個樣站、910 個電格之調查,就魚類棲地適合度而言,因累積樣本數尚屬有限,故僅先就明潭吻鰕虎、臺灣石鱸、臺灣間爬岩鰍、高身小鰮魷、臺灣馬口魚、粗首鱨、鯛魚、埔里中華爬岩鰍、短臀鮠等有效電格樣本數較豐的魚類及分布較廣的粗糙沼蝦予以分析(圖 4~圖 7)。魚類棲地適合度分別以單位努力漁獲量(CPUE; 漁獲數量/ $\text{m}^2 \cdot 30 \text{ sec}$,也就是 30 秒內在每 m^2 中所捕獲到的漁獲個體數)及對象魚種漁獲電格比例(對象魚種漁獲電格數/總電格數,也就是對象魚種出現率)為指標,探討其與棲地水深、流速之關係。

(1) 水深

所有電格水深分布介於 4.6~90.2 cm 之間,有漁獲電格水深範圍為 4.6~85.8cm 之間。若以 5 cm 為單位組距時,各魚種之漁獲電格比例及 CPUE 棲地水深適合度如圖 4、圖 5 所示。就捕獲數量最豐的臺灣石鱸言之,該魚種捕獲之電格水深介於 6.6~85.5cm 間,在 782 個電格中的 424 格被捕獲,屏除電格樣本數不足之水深, CPUE 最大值則出現在水深 50~55cm 處,意謂在 50~55cm 水深臺灣石鱸的族群分布密度較高,推測其可能較偏好 50~55cm 水深之棲地(圖 4-A)。另捕獲量次多的明潭吻鰕虎在 780 個電格中的 346 格被捕獲,捕獲之電格水深介於 4.6~85.5cm, CPUE 最大值出現在 45~50cm 水深處(圖 4-E),顯示該水深範圍明潭吻鰕虎的族群分布密度較高,同樣亦可合理推測其可能較偏好 45~50cm 水深之棲地;另外臺灣間爬岩鰍於 586 個電格中有 222 個被捕獲到,捕獲水深介於 6.8~65.8cm,當中 15~20cm 水深為該魚種 CPUE 的最大值,顯示此水深該

魚種族群分布量較多，並喜好此水深（圖 4-C）；到甲殼類部分，分布較廣的粗糙沼蝦因 CPUE 累積的有效樣本數有限，尚無顯著趨勢。

在漁獲電格比例（出現率）方面，臺灣石鱸出現率最高的水深介於 25~30cm 間，該水深之有漁獲樣站總電格數迄今共計 109 格，臺灣石鱸在其中的 72 格被捕獲，出現率約為 66%（圖 5-A），而 55~70cm 的電格數資料較不足，未來會持續觀察以降低其誤差率；在明潭吻鰕虎方面，其出現率最高的水深為 20~25cm，此範圍水深的有漁獲樣站總電格為 86 格，明潭吻鰕虎在其中的 54 格被捕獲，出現率約為 63%（圖 5-E）；臺灣間爬岩鰕方面，出現率最高為 25~30cm，其水深範圍有漁獲樣站總電格為 98 格，其中有 53 格被捕獲，出現率約為 54%（圖 5-C）。甲殼類部分，分布較廣的粗糙沼蝦出現率最高之水深為 20~25cm，此水深的總電格數為 13 格，粗糙沼蝦在其中的 7 格被捕獲，出現率皆約為 53%（圖 5-J）。其餘魚種之水深適合度，因目前累積之有效樣本數有限，尚無顯著趨勢。

(2) 流速

所有樣站電格流速之分布介於 -0.06~1.22 m/sec 之間，有漁獲電格流速分布為 -0.04~1.22 m/sec。若以 0.1 m/sec 為單位組距時，各魚種漁獲電格比例及 CPUE 之棲地流速適合度如圖 6、圖 7 所示。在現有的 970 個調查電格中，若暫時忽略樣本數較低、代表性較弱之流速組距漁獲資料，捕獲量最豐的臺灣石鱸分布之棲地流速介於 -0.03~1.19 m/sec 間，目前 CPUE 最大值出現在流速 0.0~0.4 m/sec 及 0.8~0.9 m/sec 間，其範圍流速之 CPUE 值相差不多，意謂臺灣石鱸的族群在此流速範圍均能適應（圖 6-A）；另數量次之的明潭吻鰕虎分布之棲地流速介於 -0.03~1.07 m/sec 間，CPUE 最大值出現在流速 0.5~0.6 m/sec 間，該水域族群分布密度較高，推測明潭吻鰕虎可能較偏好流速 0.5~0.6 m/sec 間之棲地（圖 6-E）；在臺灣間爬岩鰕方面，其棲地流速分布為 0.0~1.22 m/sec，CPUE 最大值介於 0.9~1.0 m/sec，此範圍的魚群數量較豐，表該魚種喜好此流速棲地（圖 6-C）。甲殼類部分，粗糙沼蝦因累積之有效樣本數不足，尚無明顯的趨勢變化。

在漁獲電格比例（出現率）方面，捕獲量最豐的臺灣石鱸出現率最高的棲地流速在 0.1~0.2 m/sec 間，此環境有漁獲樣站總電格數為 103 格，臺灣石鱸在其中的 68 格被捕獲，出現率約為 66%（圖 7-A）；數量次之的明潭吻鰕虎，出現率最高的棲地流速在 0.5~0.7 m/sec 間，此環境有漁獲樣站總電格數為 131 格，明潭吻鰕虎在其中的 76 格被捕獲，出現率約為 58%（圖 7-E）；在臺灣間爬岩鰕方面，出現率最高為 0.9~1.0 m/sec 間，此

範圍有漁獲樣佔總數為 22 格，當中的 17 格有捕獲到臺灣間爬岩鰍，其出現率約為 77%（圖 7-C）。甲殼類部分，粗糙沼蝦出現率最高的棲地流速在 0.2~0.3m/sec 間，此環境有漁獲樣站總電格數為 22 格，粗糙沼蝦在其中的 8 格被捕獲，出現率約為 36%（圖 7-J）。其餘魚種因累積之有效樣本數不足，流速適合度尚無明顯的趨勢變化。

本計畫未來將持續於清水溪河段進行棲地適合度的相關調查工作，累積更多的有效電格樣本數，俾進一步究明各魚種的棲地水深與流速適合度，以利 WUA 及最低流量之推估。

五、結論

本研究自 96 年 5 月至 98 年 12 月期間，於清水溪 91 個樣站施予棲地環境因子及魚類相之調查，獲致如下之初步結論：

- (一) 調查期間清水溪各樣站 pH 值在 7.19~9.675 間，水體酸鹼度成弱鹼性，水溫分布在 13.2°C 至 29.8°C 之間，導電度介於 145~520 μ s/cm，溶氧量於 6.45~11.74 mg/L 之間，多符合乙類陸域地面水體 pH 值在 6.0~9.0 間、導電度在 750 μ s/cm 以下、溶氧量在 5.5 mg/L 以上之標準。
- (二) 各樣站方形樣格平均水深介於 4.6~90.2 cm 間，平均流速從 -0.06 至 1.22 m/sec，各樣站平均水深以清水溪主流的阿里山溪雲嘉隧道 st4 樣站 90.2 cm 最深，田仔溪與清水溪匯流口樣站的 4.6 cm 最淺；平均流速最大值 1.22 m/sec 出現在雲嘉隧道北口 400m 樣站，最小值出現在廓坑仔樣站，流速僅有 -0.06m/sec。
- (三) 調查期間共計採捕到 7 科 20 種 6,006 尾魚類，其中以鯉科 8 種最多，其次為平鰭鰍科 3 種（含保育類魚種埔里中華爬岩鰍），鰕虎科 4 種，鮎科 2 種，鯰科 1 種及慈鯛科 1 種。蝦類部分採捕到 1 科 3 種 93 隻蝦類，包括長臂蝦科的粗糙沼蝦、大和沼蝦及臺灣沼蝦 3 種。以臺灣石鱚（28%，1,694 尾）數量最豐，其次分別為明潭吻鰕虎（21%，1,241 尾）、臺灣間爬岩鰍（17%，1,013 尾）、高身小鰻魷（12%，719 尾）、粗首鱚（6%，335 尾），其餘魚種皆在 5% 以下。
- (四) 本計畫迄今已完成 91 個樣站 910 個電格之調查工作，所有電格水深分布介於 4.6~90.2 cm 之間，有漁獲電格水深為 4.6~85.8cm。水深棲地適合度若以 CPUE 為指標，現有資料顯示捕獲量最豐的臺灣石鱚在水深 50~55cm 間的族群分布密度較高，明潭吻鰕虎在水深 45~50cm 間的族群分布密度較高，臺灣

間爬岩鰍族群量較高分布在水深 15~20cm，顯示其可能較偏好該水深範圍之棲地。另水深棲地適合度若以出現率為指標，臺灣石鱸出現率最高的水深介於 25~30cm 間，出現率約為 66%，明潭吻鰕虎出現率最高的水深為 20~25cm，出現率為 63%，臺灣間爬岩鰍出現率最高水深介於 25~30cm，出現率為 54%。

(五) 所有樣站電格流速之分布介於-0.06~1.22 m/sec 之間，有漁獲電格流速分布為-0.04~1.22 m/sec。若流速棲地適合度以 CPUE 為指標，臺灣石鱸 CPUE 最大值分布在流速 0.0~0.4 m/sec 及 0.8~0.9m/sec 間，數量次之的明潭吻鰕虎 CPUE 最大值出現在流速 0.5~0.6 m/sec 間，臺灣間爬岩鰍 CPUE 最大值為 0.9~1.0 m/sec 間，顯示各魚種可能較喜好該流速棲地。另流速棲地適合度若以出現率為指標，臺灣石鱸出現率最高的棲地流速一樣在 0.1~0.2 m/sec 間，出現率約為 66%，數量次之的明潭吻鰕虎出現率最高的棲地流速在 0.5~0.7 m/sec 間，出現率約為 58%，臺灣間爬岩鰍出現率最高的流速範圍介於 0.9~1.0 m/sec 間。

六、參考文獻

- 葉明峰、張世倉、李訓煌。1999.7~2000.6。濁水溪上游河段魚類族群最低流量之研究(2/3)。臺灣省特有生物研究保育中心八十八年下半年及八十九年度試驗研究計畫執行成果。
- 葉明峰、張世倉、李訓煌。2001。濁水溪上游河段魚類族群最低流量之研究 (3/3)。臺灣省特有生物研究保育中心九十年年度試驗研究計畫執行成果(II)。
- 陳建初。1988。水質管理。234 頁。
- 鄭先祐、郭金泉、林意楨、葉明峰。2006。本土型魚道之效益評估。行政院農委會水土保持局。
- 陳義雄、方力行。1999。臺灣淡水及河口魚類誌。國立海洋生物博物館籌備處出版。
- Mark B. Bain, John T. Finn, and Henry E. Booke. 1985. A quantitative method for sampling riverine microhabitats by electrofishing. *North American Journal of Fisheries Management* 5:489-493.
- Platts, W. S., W. F. Megahan, and G. W. Minshall. 1983. Method for evaluating stream, riparian, and biotic condition. U. S. Forest and Range Experiment Station, General Technical Report INT-138, Ogden, Utah, USA. 98



<濁水溪橋-20071101>



<天井瀑布-20080214>



<豐山-20070912>



<社興橋-20080130>



<豐山一號橋-20080807>



<全仔社橋-20071115>



<雲嘉隧道-20080402>



<雲嘉隧道 st10-20090409>



<雲嘉隧道 st9-20090409>



<雲嘉隧道 st8-20090408>



<雲嘉隧道 st7-20090408>



<雲嘉隧道 st6-20090407>



<雲嘉隧道 st5-20090305>



<雲嘉隧道 st4-20090305>



<雲嘉隧道 st3-20090304>



<雲嘉隧道 st2-20090410>



<雲嘉隧道 st1-20090410>



<雲嘉隧道北口 400m-20081106>



<鹿窟仔-20080903>



<鹿窟三號橋-20070913(20080305 補拍)>



<鹿窟二號橋上游-20070710>



<竹篙水溪與清水溪匯流口-20070603>



<鹿窟一號橋-20070711>



<竹篙水溪 4 號攔砂壩-20081105>



<瑞豐橋上 300m-20080507>



<大峽谷-20080508>



<雙溪嘴-20080508>



<樟湖吊橋-20080506>



<化石區-20080506>



<投 149 乙 2 km 下-20071212(20080303 補拍)>



<瑞草橋-20070514>



<大丘園-20080312>



<桶頭吊橋-20070515>



<桶頭三角洲-20080904>



<桶頭橋下方-20080305>



<桶頭橋上 500m-20081209>



<桶頭橋下游-20070516>



<番婆夾坑溪匯流口下-20080312>



<龍門大橋上 1.3K-20080131>



<瑞龍瀑布匯流口上-20081210>



<瑞龍吊橋-20081210>



<瑞龍-20071030>



<瑞竹國中上 600m-20071113>



<瑞興橋上 800m-20081104>



<瑞興橋-20070808>



<瑞興橋 st7-20090602>



<瑞興橋 st6-20090514>



<瑞興橋 st5-20090514>



<瑞興橋 st4-20090513>



<瑞興橋 st3-20090513>



<瑞興橋 st2-20090513>



<瑞興橋 st1-20090513>



<龍門大橋-20070517>



<龍門大橋下 300m-20081229>



<瑞福橋-20090205>



<福興圳護岸 No0+100-20080306>



<鯉南堤(1+500m)-20071030>



<泉州寮-20090205>



<詔安寮-20090204>



<鯉魚大橋上游 800m-20080313>



<過溪-20081209>



<鯉魚大橋上游 500m-20090203>



<鯉魚大橋-20080313>



<內田子-20070807(20080303 補拍)>



<田仔溪護岸 0+300-20080805>



<外田子-20070806(20080303 補拍)>



<福田橋-20080806>



<田仔溪橋-20081230>



<田仔溪&清水溪匯流口-20080604>



<鯉魚大橋下游 800m-20071031>



<車店仔-20081211>



<廓坑仔-20081103>



<南雲大橋上 1.2 km-20071114>



<南雲大橋-20080311>



<南雲大橋下南岸-20071211(20080303 補拍)>



<中二高下 500m-20071114>



<清水溪南岸匯流口-20071211(20080303 補拍)>



<濁水溪與清水溪匯流口-20081104>



<濁水溪與清水溪匯流口 st1-20091202>



<濁水溪與清水溪匯流口 st2-20091202>



領樓地



<濁水溪與清水溪匯流口 st3-20091203>

<濁水溪與清水溪匯流口 st4-20091203>



<濁水溪與清水溪匯流口 st5-20091207>

<濁水溪與清水溪匯流口 st6-20091208>



<濁水溪與清水溪匯流口 st7-20091208>

<濁水溪與清水溪匯流口 st8-20091208>



<濁水溪與清水溪匯流口 st9-20091209>

<濁水溪與清水溪匯流口 st10-20091209>

圖 2. 清水溪隨意樣站環境觀測照片展示圖 (樣點照片依序由上游至下游)。

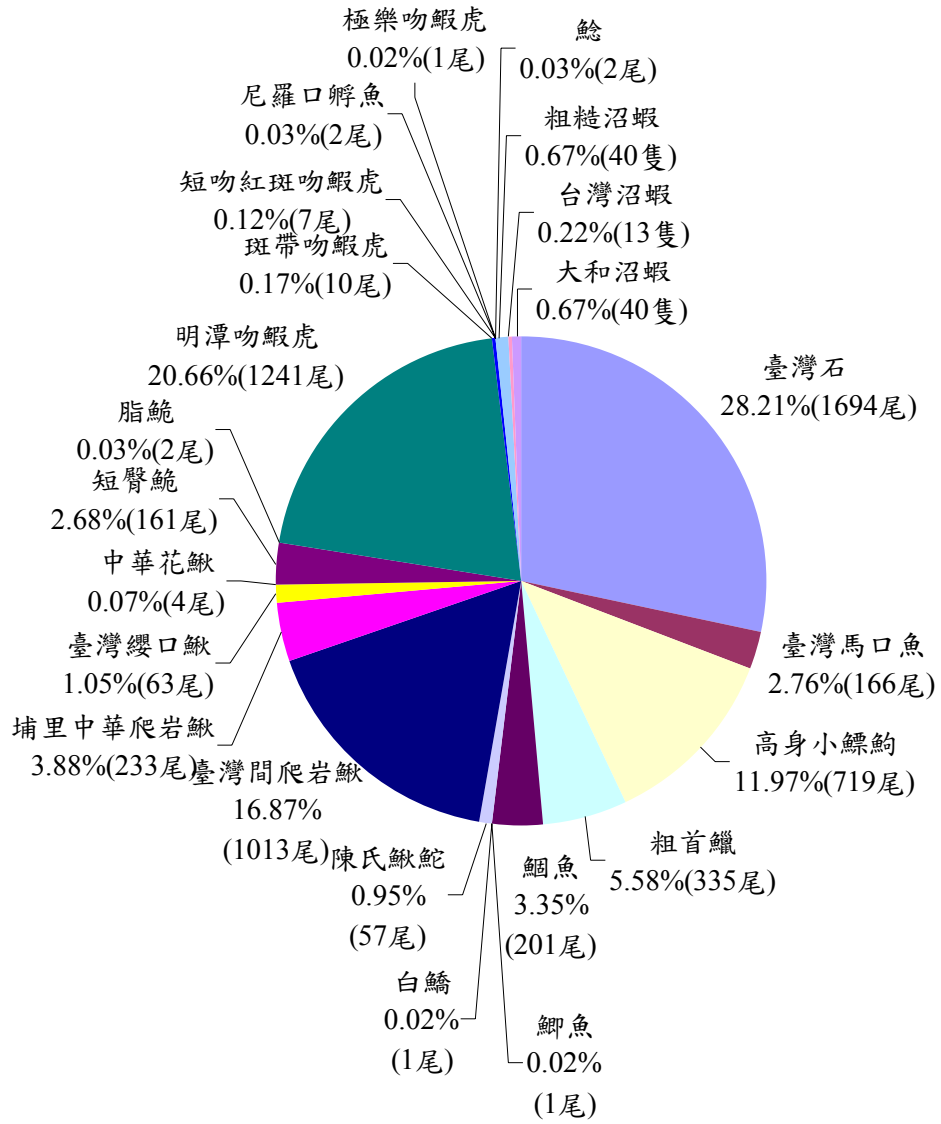


圖 3. 清水溪漁獲組成-電格法。

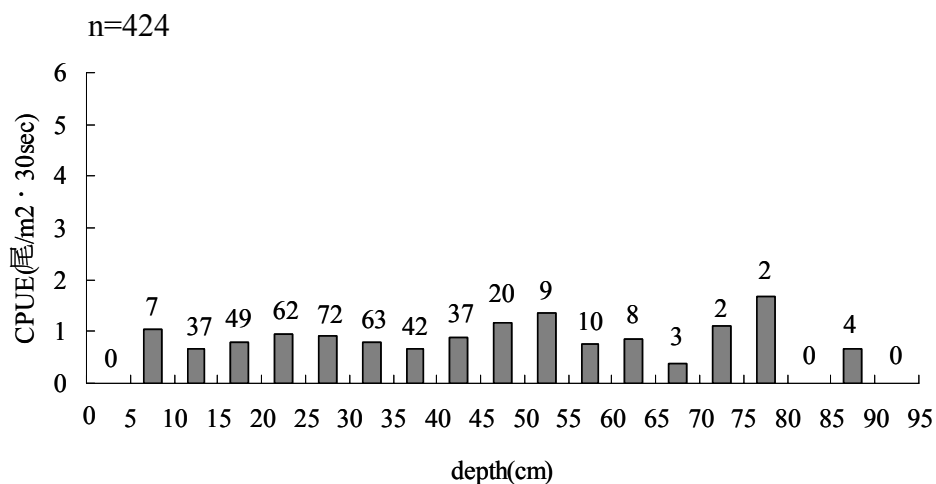


圖 4.(A) 清水溪臺灣石鱖平均水深與單位努力漁獲量之關係(有漁獲電格數 424)。

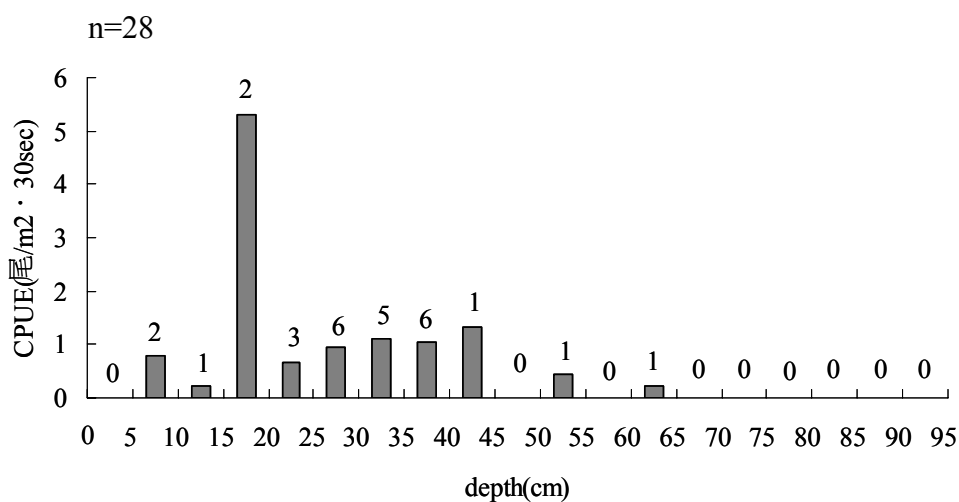


圖 4.(B) 清水溪臺灣馬口魚平均水深與單位努力漁獲量之關係(有漁獲電格數 28)。

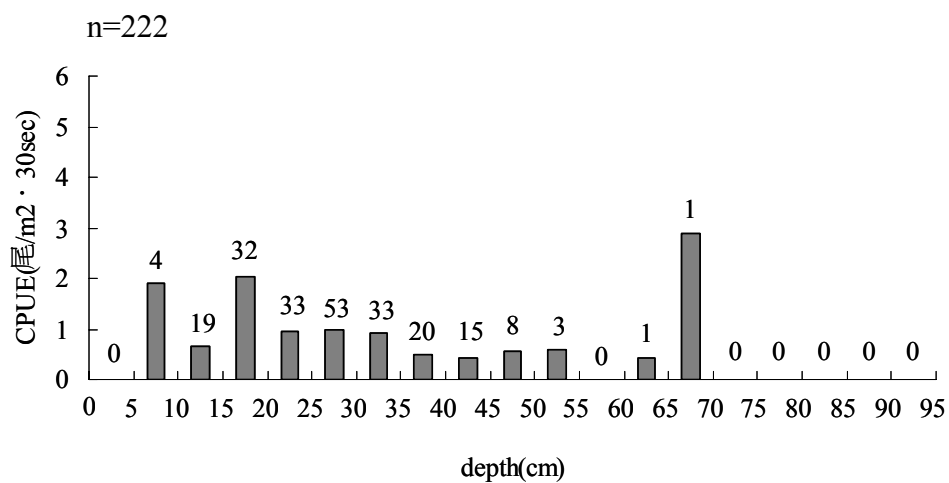


圖 4.(C) 清水溪臺灣間爬岩鰍平均水深與單位努力漁獲量之關係(有漁獲電格數 222)。

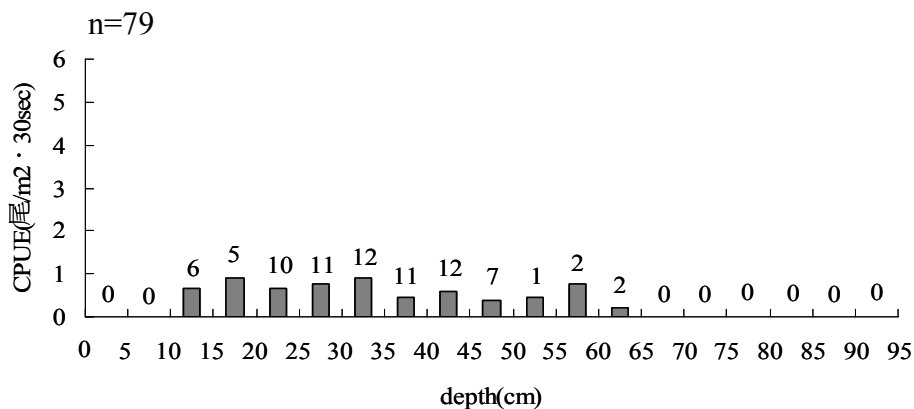


圖 4.(D) 清水溪埔里中華爬岩鰍平均水深與單位努力漁獲量之關係 (有漁獲電格數 79)。

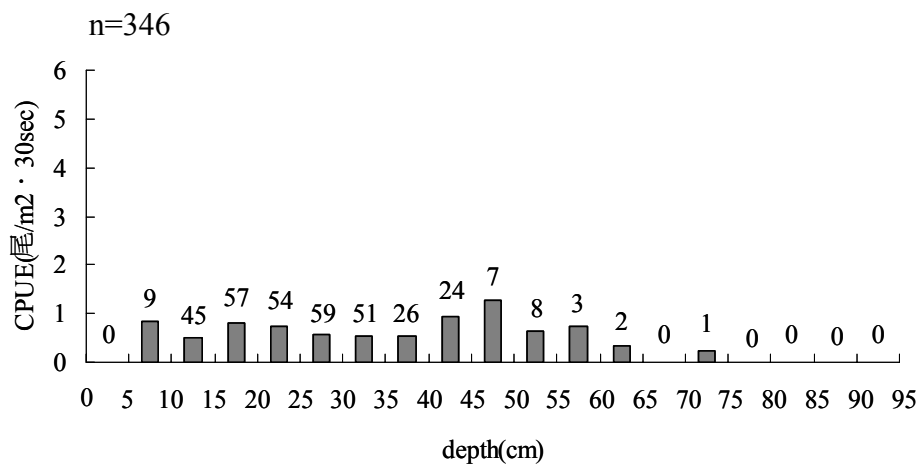


圖 4.(E) 清水溪明潭吻鰕虎平均水深與單位努力漁獲量之關係 (有漁獲電格數 346)。

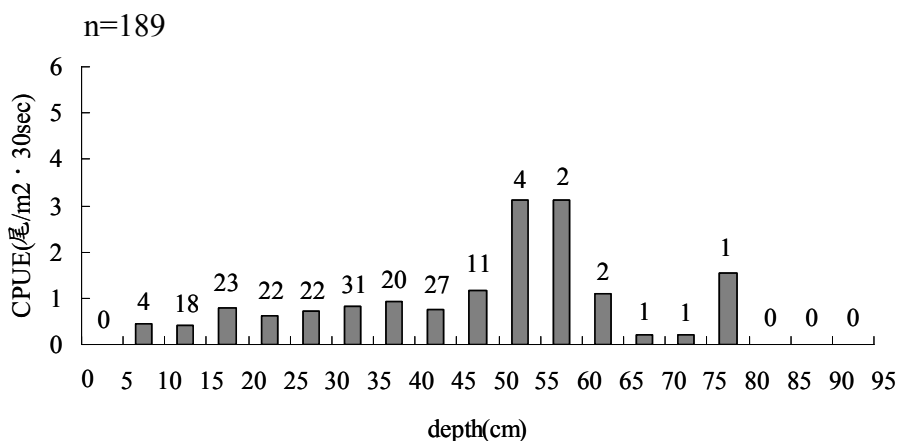


圖 4.(F) 清水溪高身小鰾魚平均水深與單位努力漁獲量之關係 (有漁獲電格數 189)。

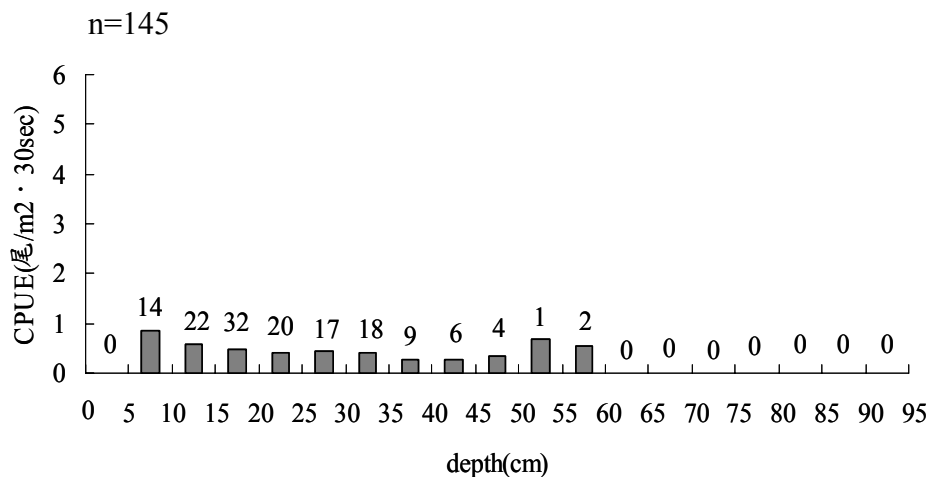


圖 4.(G) 清水溪粗首鱻平均水深與單位努力漁獲量之關係(有漁獲電格數 145)。

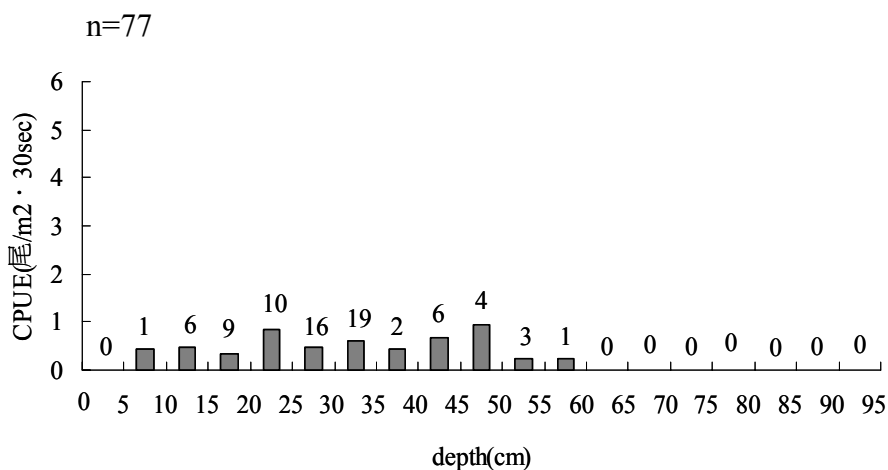


圖 4.(H) 清水溪鯛魚平均水深與單位努力漁獲量之關係(有漁獲電格數 77)。

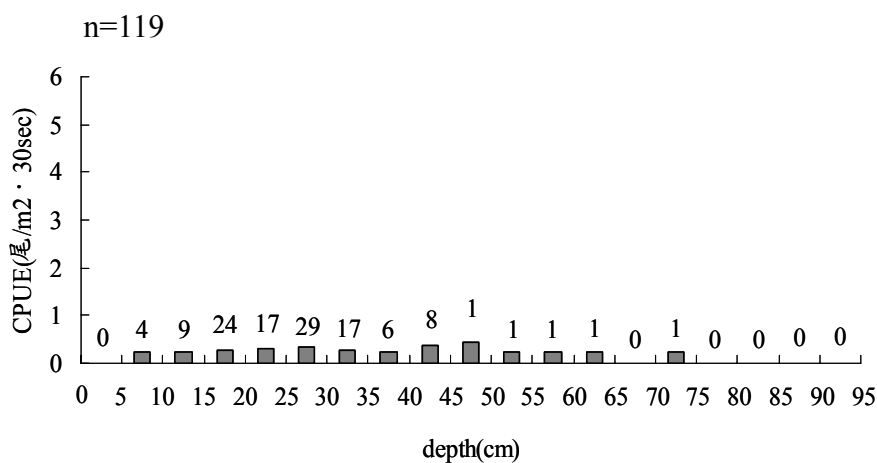


圖 4.(I) 清水溪短臀鮠平均水深與單位努力漁獲量之關係(有漁獲電格數 119)。

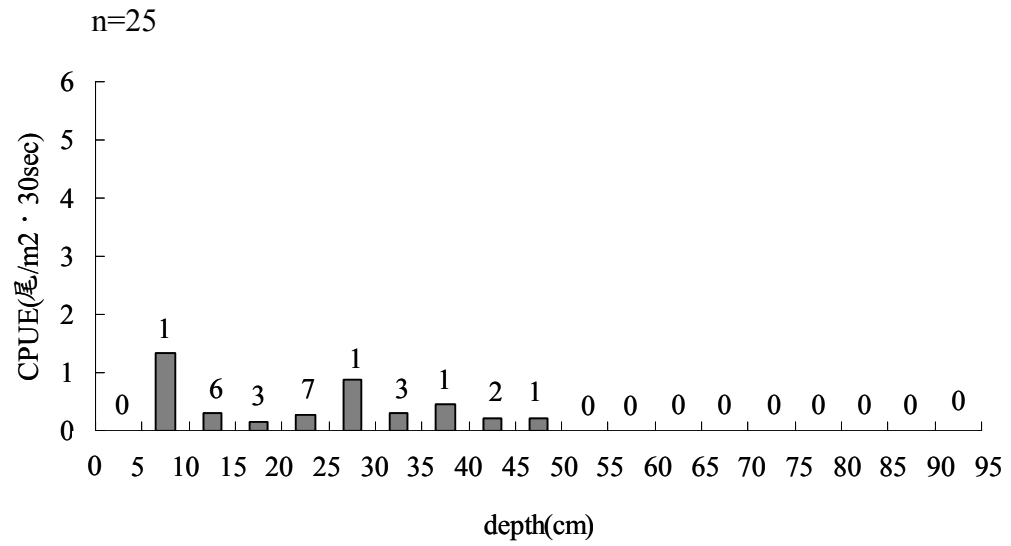


圖 4. (J) 清水溪粗糙沼蝦平均水深與單位努力漁獲量之關係(有漁獲電格數 25)。

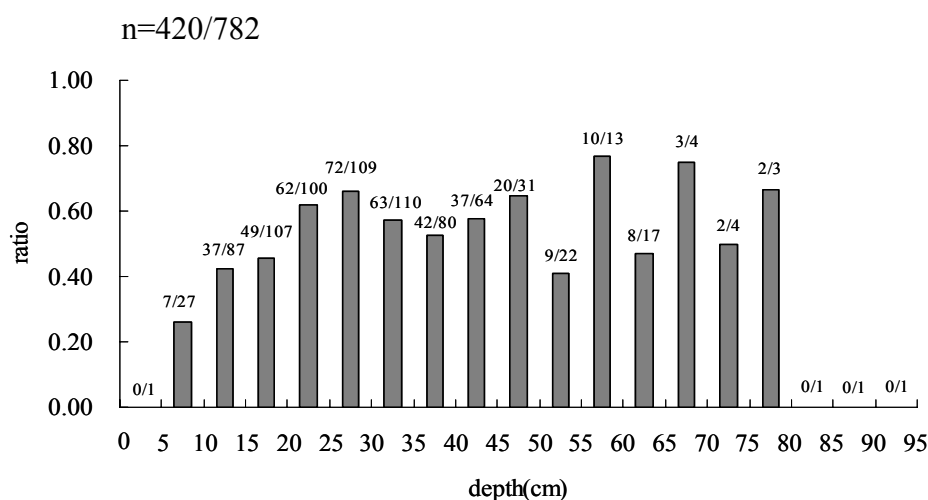


圖 5.(A) 清水溪臺灣石鱖平均水深與適合度之關係
(有漁獲電格數/有漁獲樣站總電格數=420/782)。

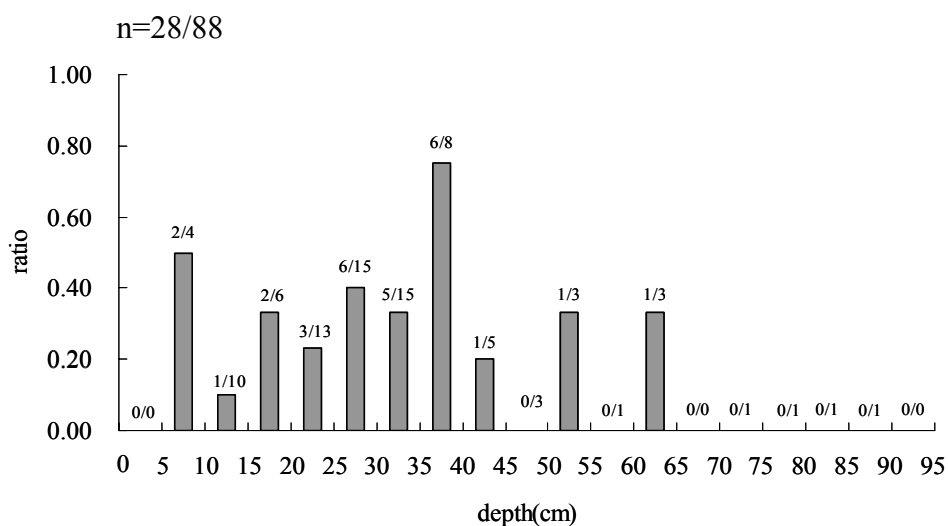


圖 5.(B) 清水溪臺灣馬口魚平均水深與適合度之關係
(有漁獲電格數/有漁獲樣站總電格數=28/88)。

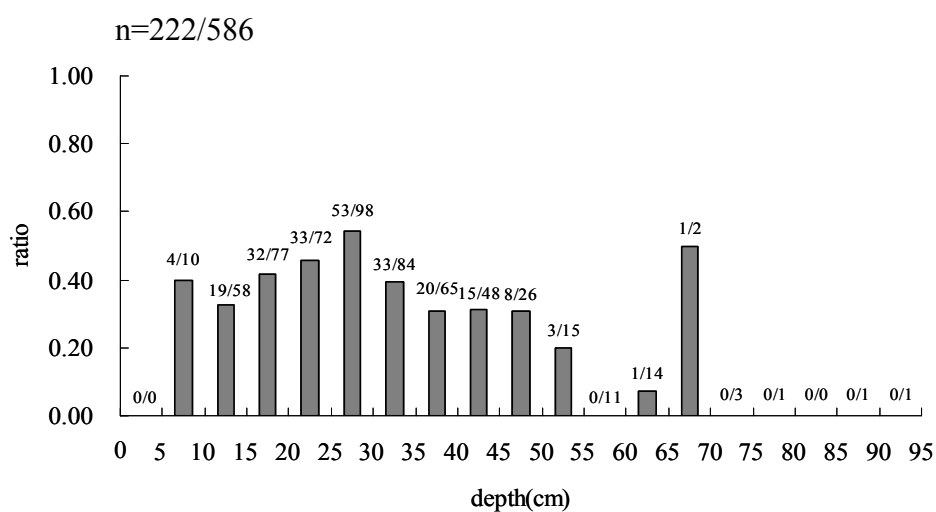


圖 5.(C) 清水溪臺灣間爬岩鰍平均水深與適合度之關係
(有漁獲電格數/有漁獲樣站總電格數=208/540)。

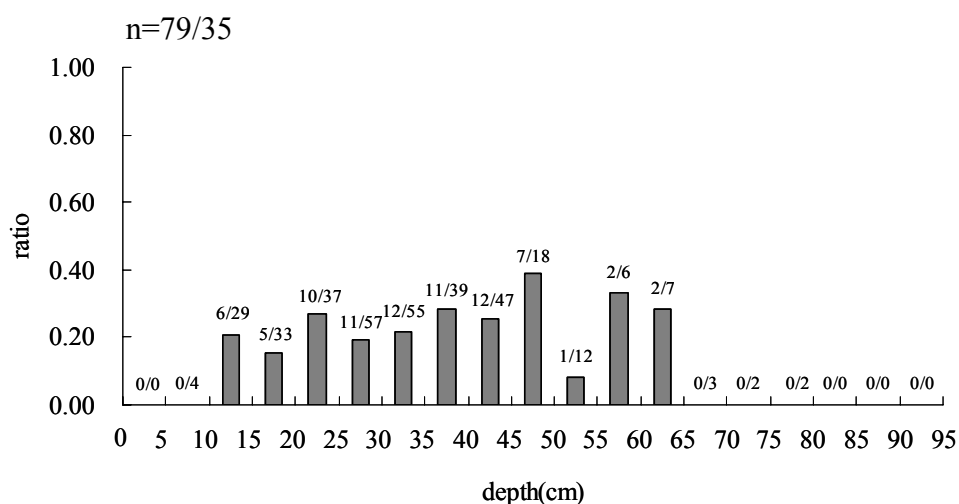


圖 5. (D) 清水溪埔里中華爬岩鰍平均水深與適合度之關係
(有漁獲電格數/有漁獲樣站總電格數=79/351)。

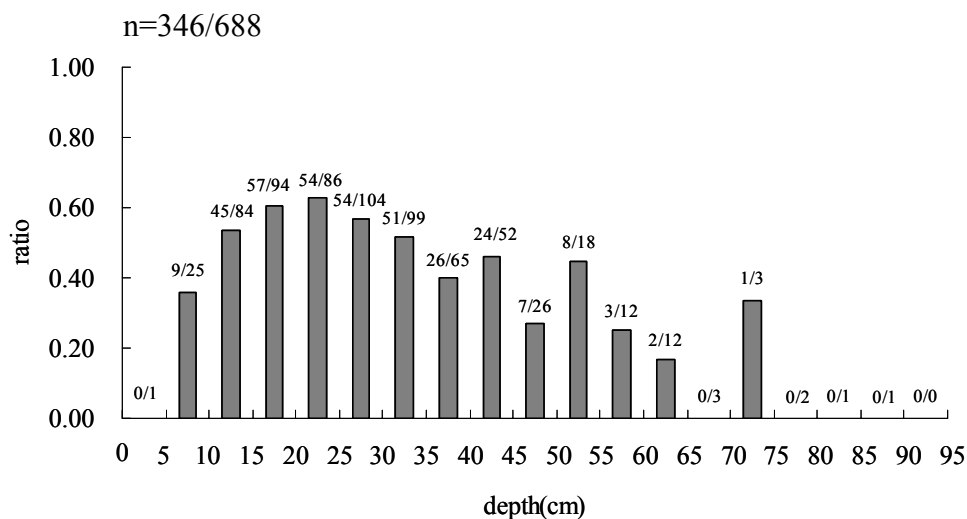


圖 5. (E) 清水溪明潭吻鰕虎平均水深與適合度之關係
(有漁獲電格數/有漁獲樣站總電格數=346/688)。

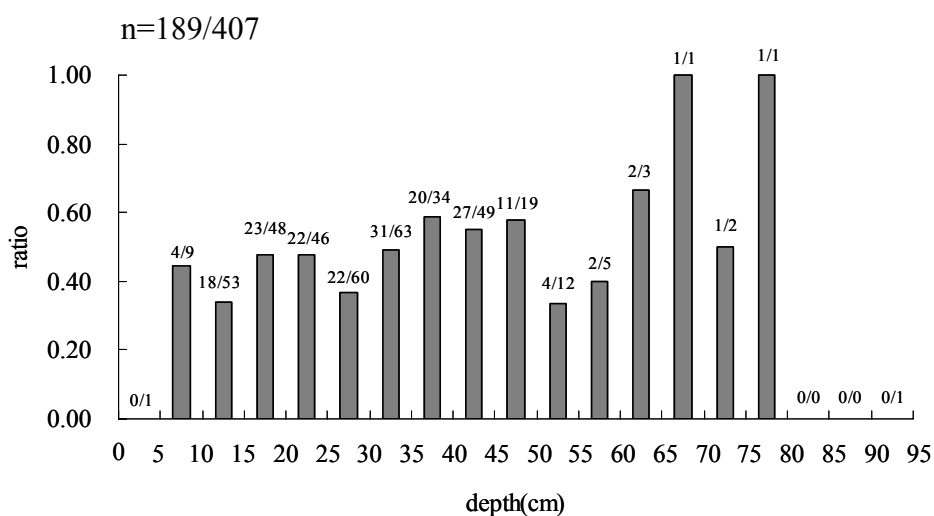


圖 5. (F) 清水溪高身小鰾鮪平均水深與適合度之關係
(有漁獲電格數/有漁獲樣站總電格數=189/407)。

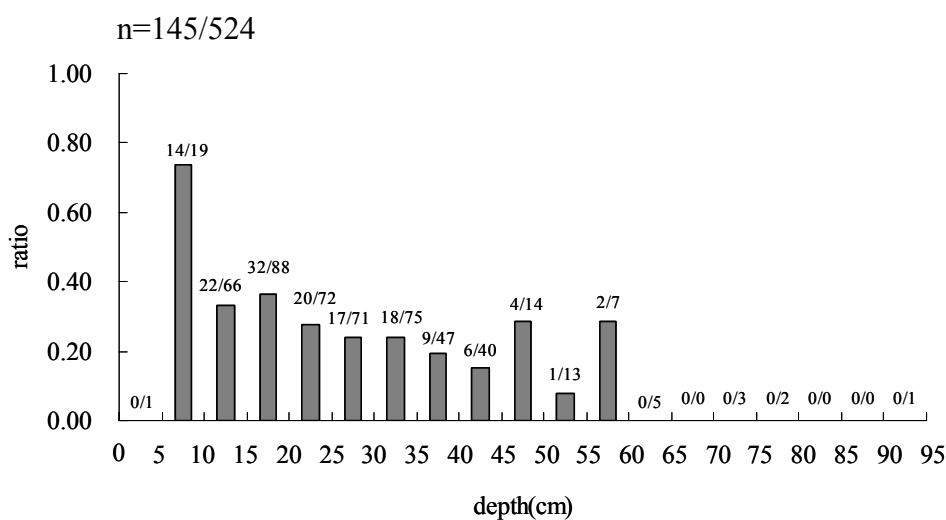


圖 5.(G) 清水溪粗首鱻平均水深與適合度之關係
(有漁獲電格數/有漁獲樣站總電格數=145/524)。

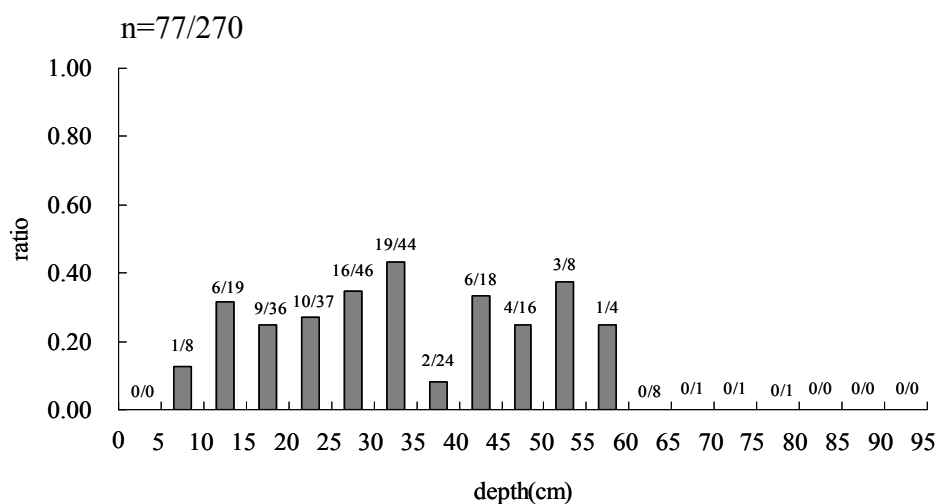


圖 5.(H) 清水溪鮎魚平均水深與適合度之關係
(有漁獲電格數/有漁獲樣站總電格數=77/270)。

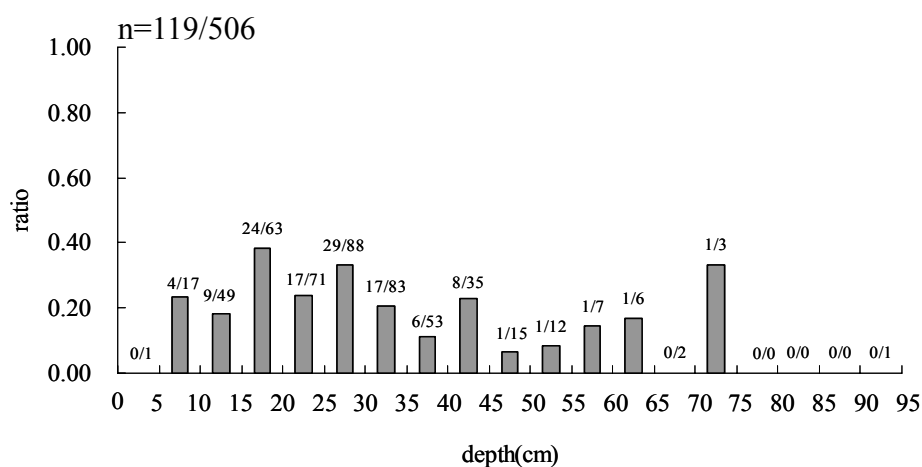


圖 5.(I) 清水溪短臀鮠平均水深與適合度之關係
(有漁獲電格數/有漁獲樣站總電格數=119/506)。

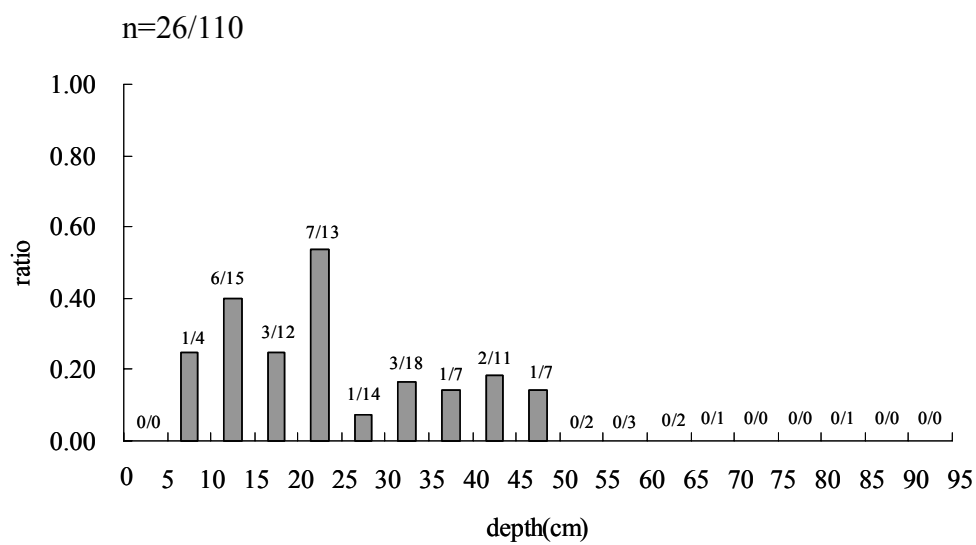


圖 5.(J) 清水溪粗糙沼蝦平均水深與適合度之關係
(有漁獲電格數/有漁獲樣站總電格數=26/110)。

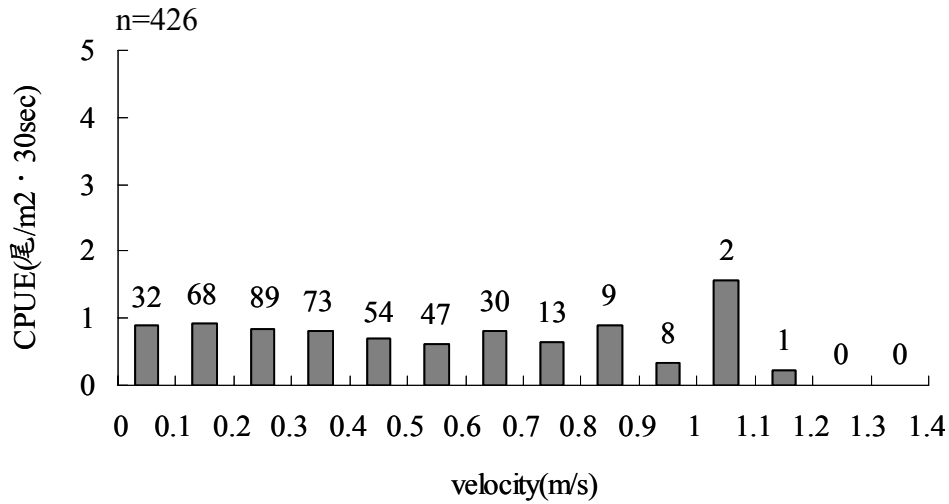


圖 6.(A) 清水溪臺灣石鱸平均流速與單位努力漁獲量之關係 (有漁獲電格數 426)。

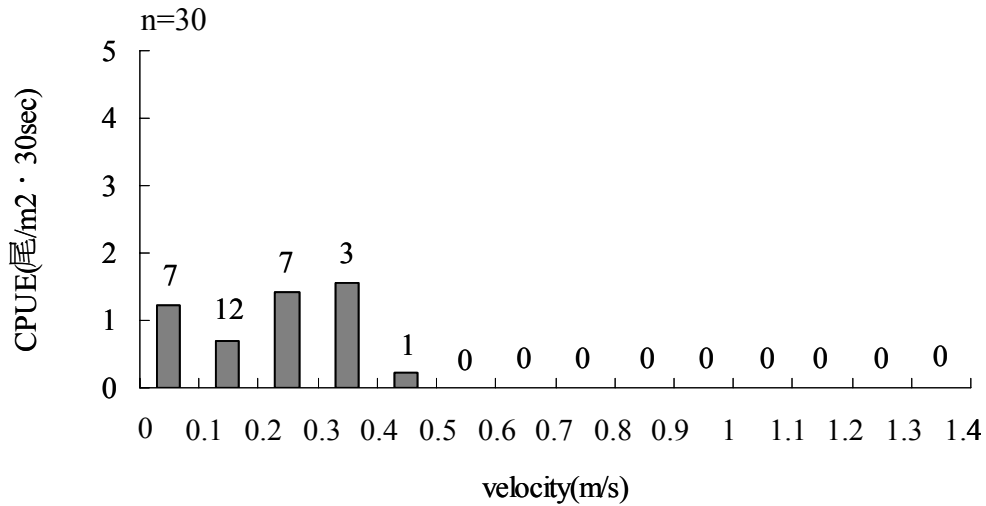


圖 6.(B) 清水溪臺灣馬口魚平均流速與單位努力漁獲量之關係 (有漁獲電格數 30)。

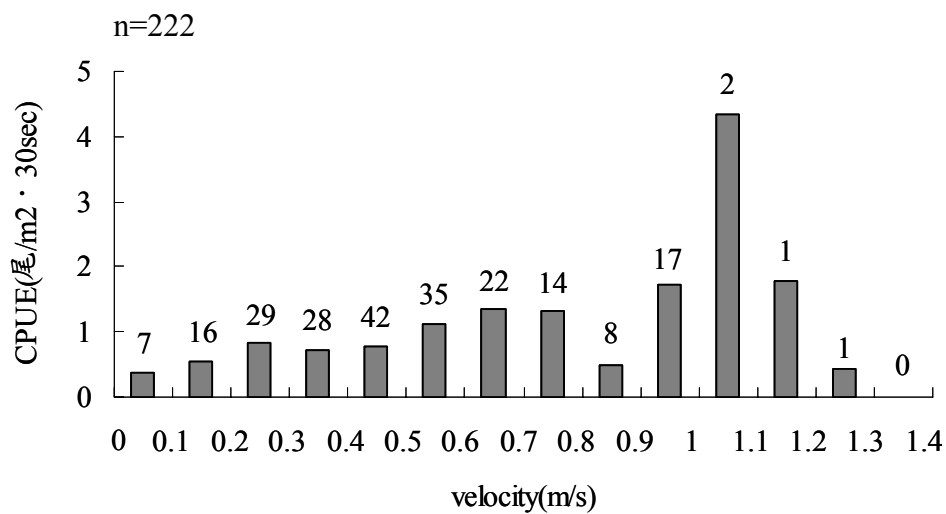


圖 6.(C) 清水溪臺灣間爬岩鰍平均流速與單位努力漁獲量之關係 (有漁獲電格數 222)。

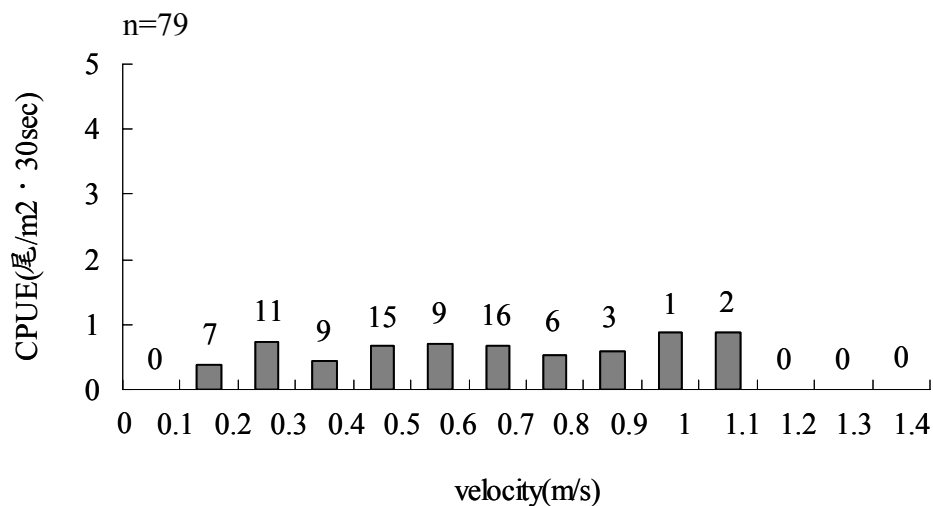


圖 6.(D) 清水溪埔里中華爬岩鰍平均流速與單位努力漁獲量之關係 (有漁獲電格數 79)。

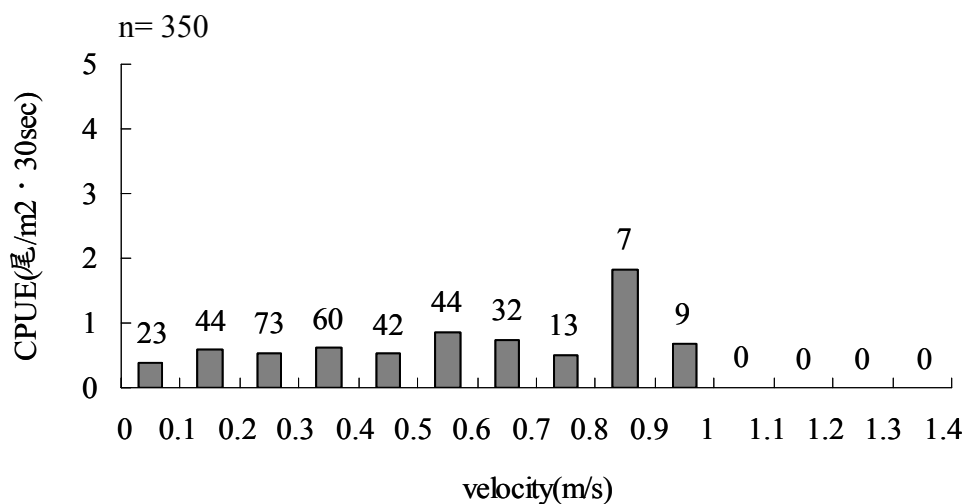


圖 6.(E) 清水溪明潭吻鰕虎平均流速與單位努力漁獲量之關係 (有漁獲電格數 350)。

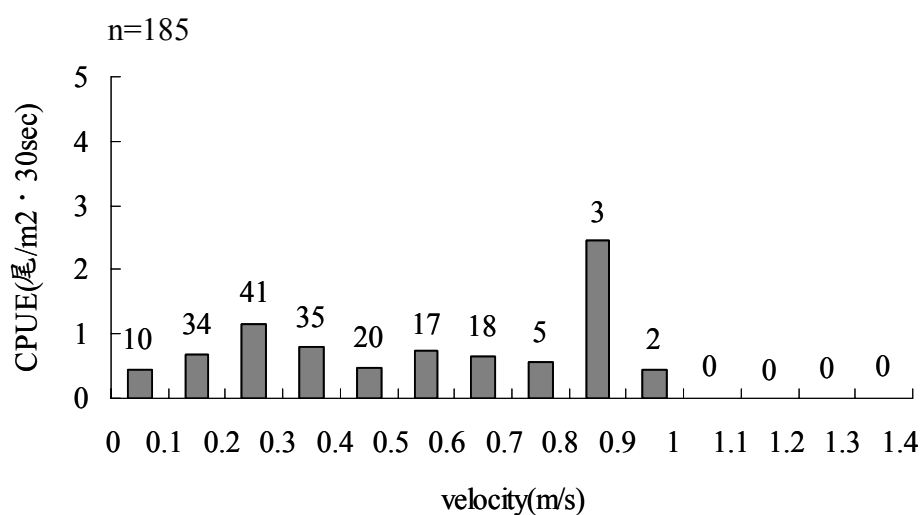


圖 6.(F) 清水溪高身小鰾平均流速與單位努力漁獲量之關係 (有漁獲電格數 185)。

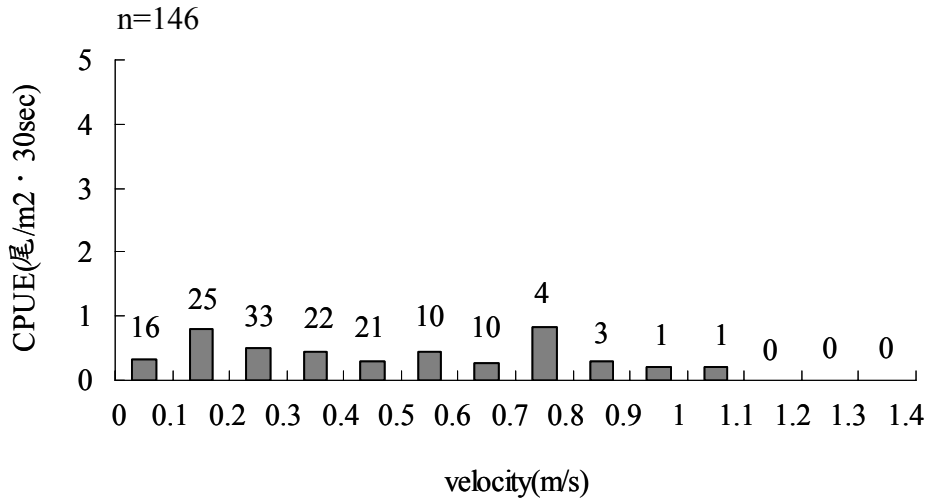


圖 6.(G) 清水溪粗首鱻平均流速與單位努力漁獲量之關係 (有漁獲電格數 146)。

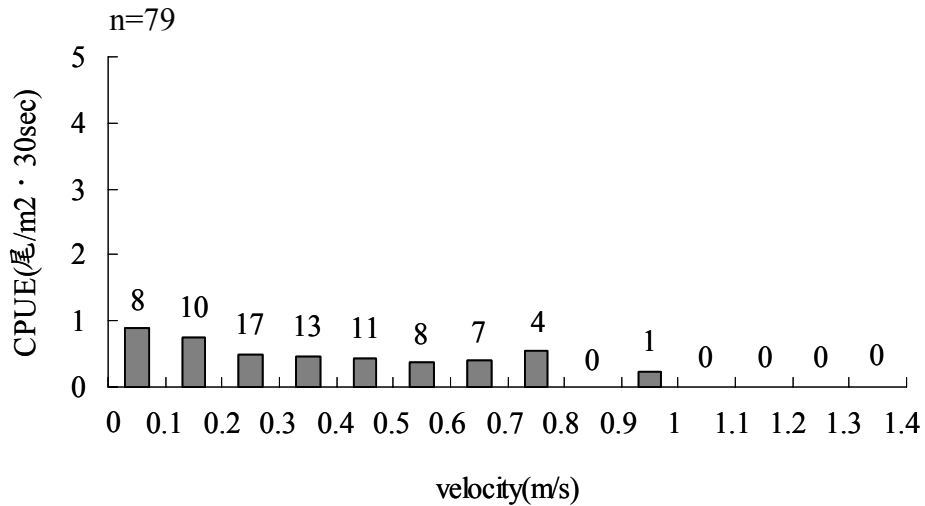


圖 6.(H) 清水溪鯿魚平均流速與單位努力漁獲量之關係 (有漁獲電格數 79)。

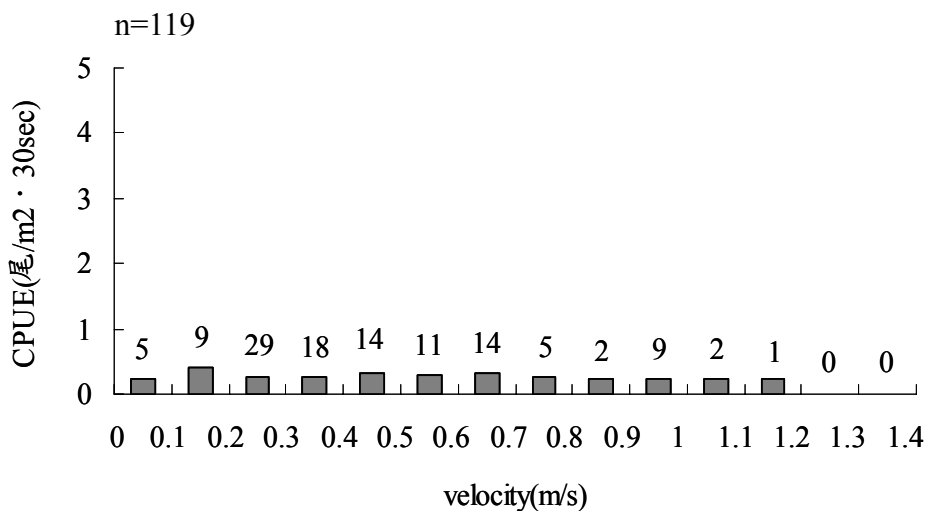


圖 6.(I) 清水溪短臀鮠平均流速與單位努力漁獲量之關係 (有漁獲電格數 119)。

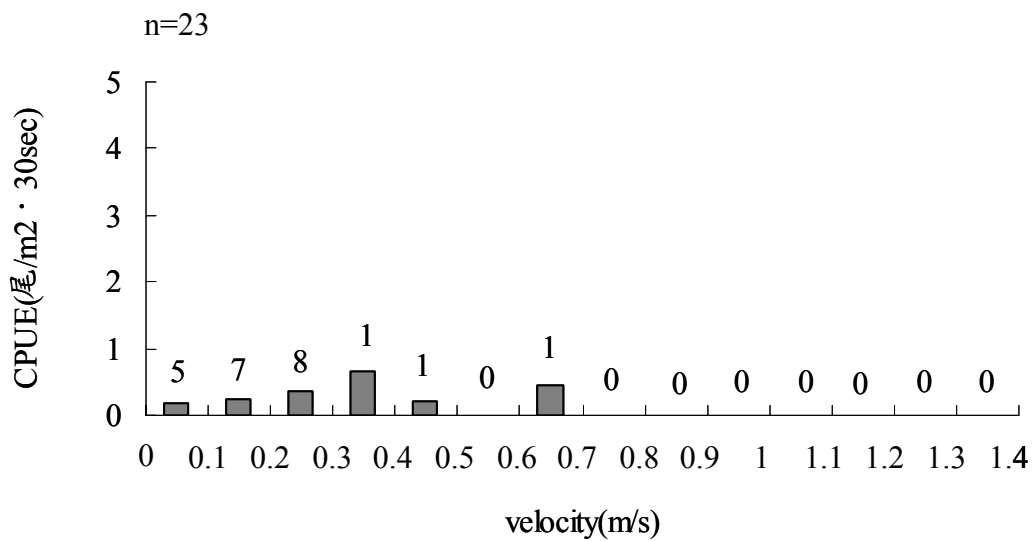


圖 6. (J) 清水溪粗糙沼蝦平均流速與單位努力漁獲量之關係 (有漁獲電格數 23)。

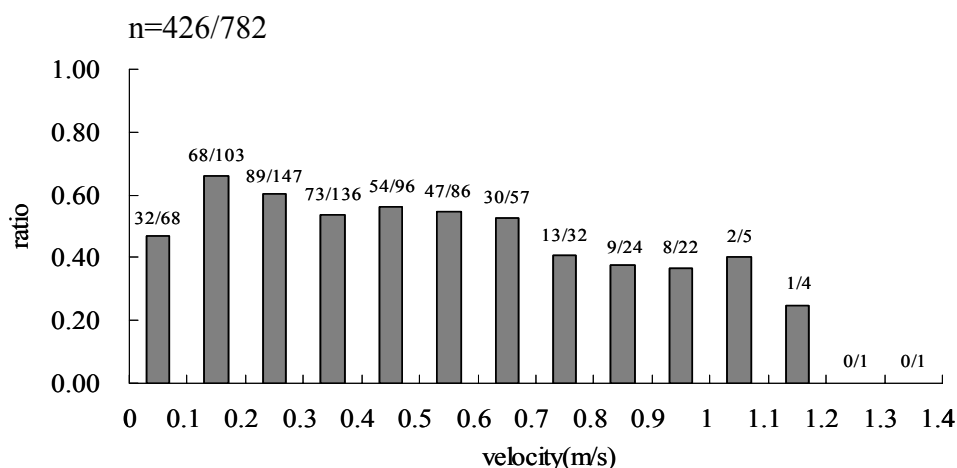


圖 7.(A) 清水溪臺灣石鱖平均流速與適合度之關係
(有漁獲電格數/有漁獲樣站總電格數=426/782)。

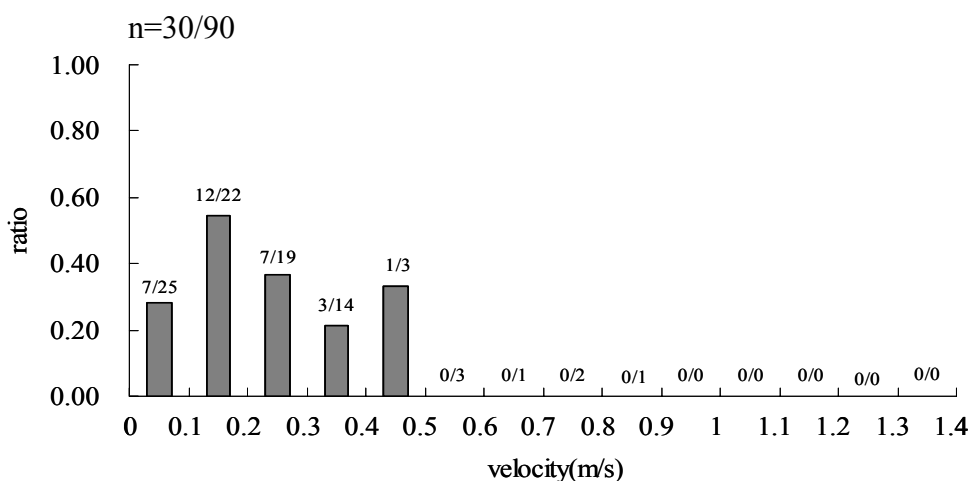


圖 7.(B) 清水溪臺灣馬口魚平均流速與適合度之關係
(有漁獲電格數/有漁獲樣站總電格數=30/90)。

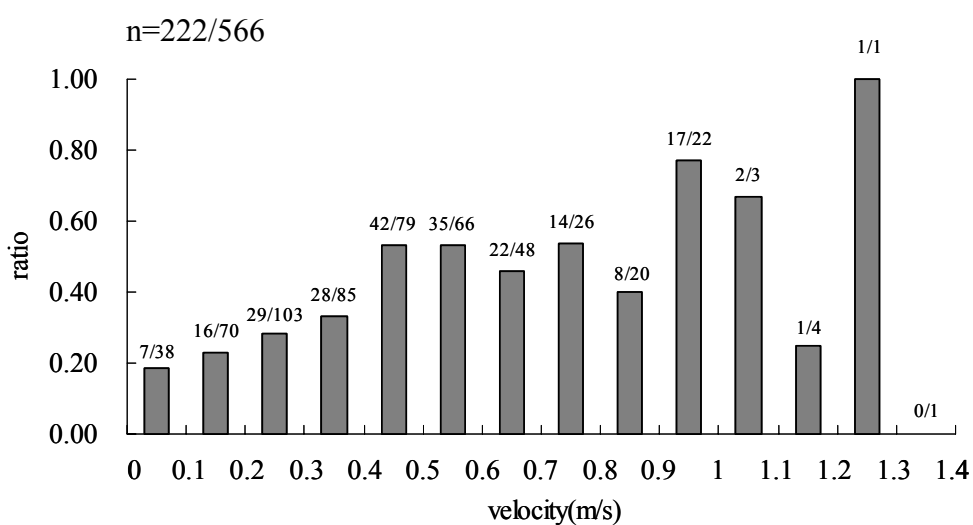


圖 7.(C) 清水溪臺灣間爬岩鰍平均流速與適合度之關係
(有漁獲電格數/有漁獲樣站總電格數=222/566)。

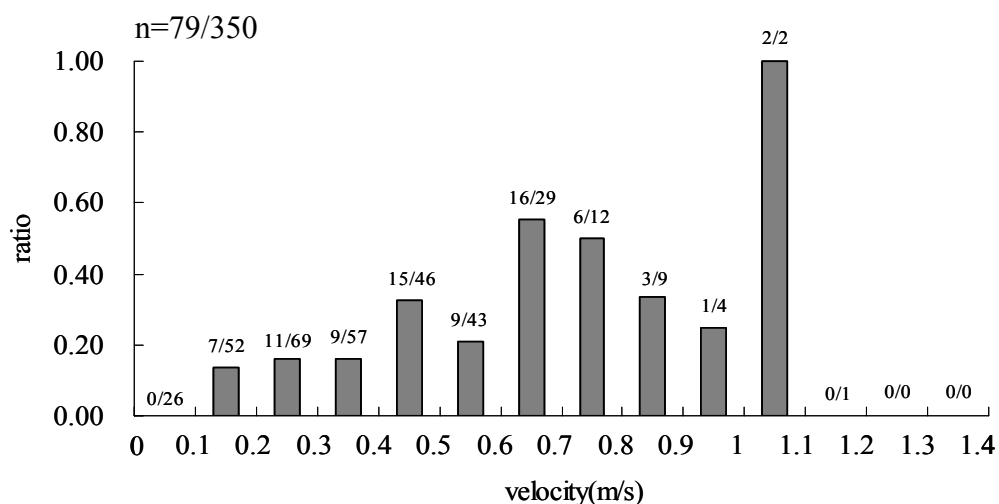


圖 7.(D) 清水溪埔里中華爬岩鰍平均流速與適合度之關係
(有漁獲電格數/有漁獲樣站總電格數=79/350)。

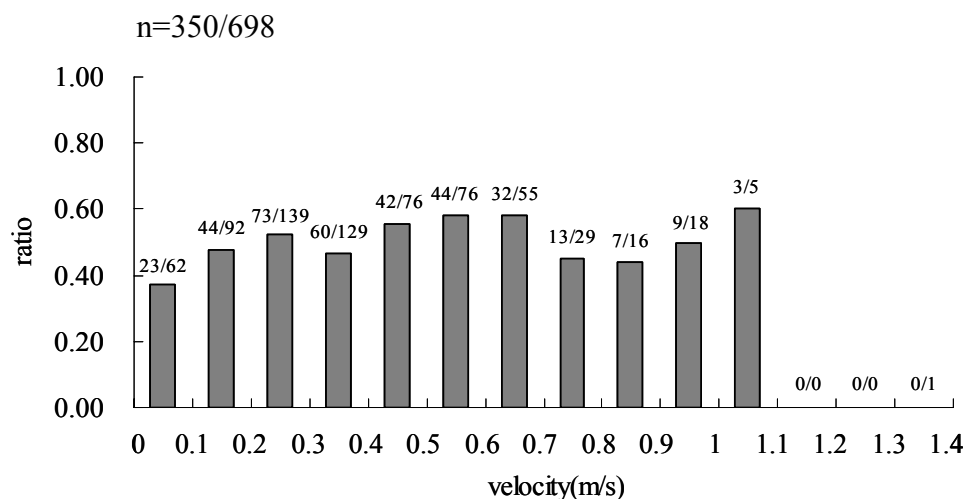


圖 7.(E) 清水溪明潭吻鰕虎平均流速與適合度之關係
(有漁獲電格數/有漁獲樣站總電格數=350/698)。

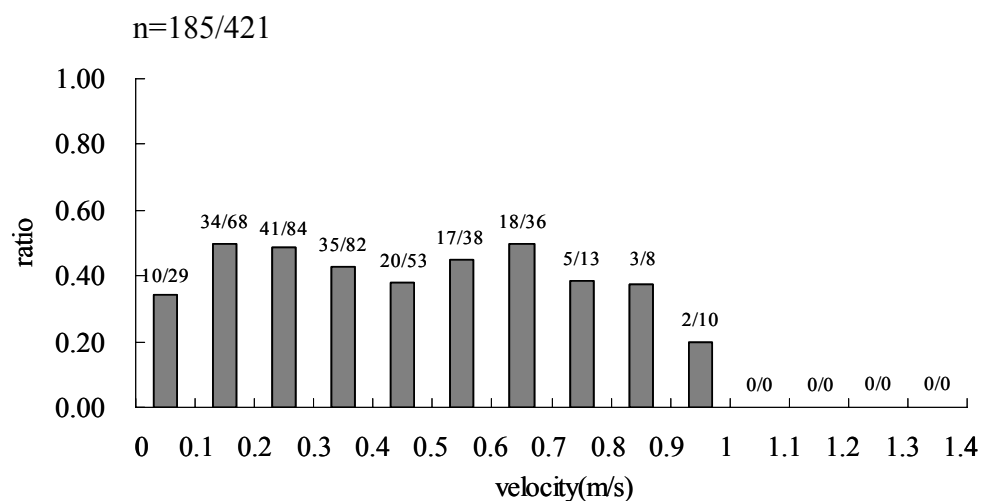


圖 7.(F) 清水溪高身小鰕鰂平均流速與適合度之關係
(有漁獲電格數/有漁獲樣站總電格數=185/421)。

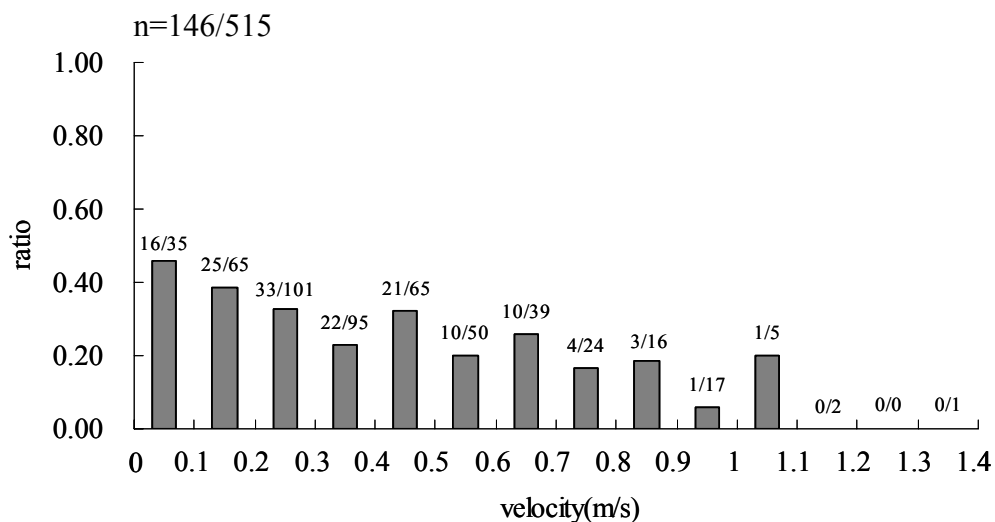


圖 7. (G) 清水溪粗首鱧平均流速與適合度之關係
(有漁獲電格數/有漁獲樣站總電格數=146/515)。

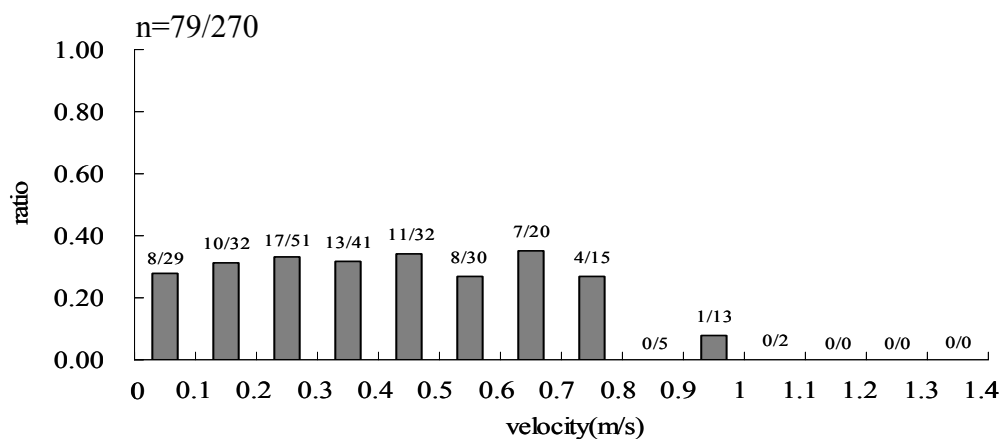


圖 7. (H) 清水溪鯿魚平均流速與適合度之關係
(有漁獲電格數/有漁獲樣站總電格數=79/270)。

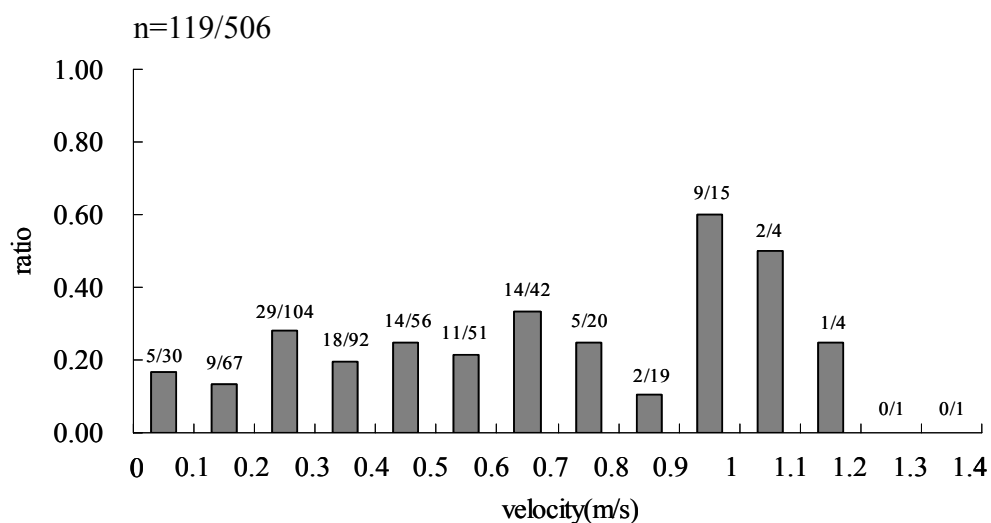


圖 7. (I) 清水溪短臀鮠平均流速與適合度之關係
(有漁獲電格數/有漁獲樣站總電格數=119/506)。

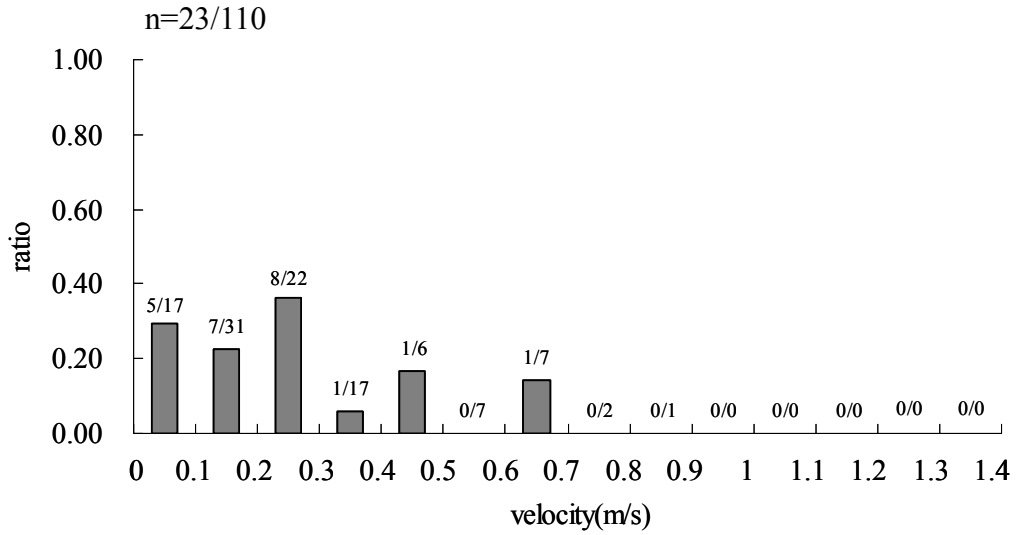


圖 7. (J) 清水溪粗糙沼蝦平均流速與適合度之關係
(有漁獲電格數/有漁獲樣站總電格數=23/110)。

表 1. 清水溪河系河川情勢調查魚蝦類名錄 (2007.5-2009.12 月)

中文科名	英文科名	中文名	學名	特有種	保育等級
鯉科	Cyprinidae	臺灣石	<i>Acrossocheilus paradoxus</i>	◎	
		臺灣馬口魚	<i>Zacco barbata</i>	◎	
		高身小鰾魮	<i>Microphysogobio alticorpus</i>	◎	
		粗首鱮	<i>Zacco pachycephalus</i>	◎	
		鯛魚	<i>Scaphesthes barbatulus</i>	◎	
		鯽魚	<i>Carassius auratus</i>		
		白鱈	<i>Hemiculter leusculus</i>		
平鰭鰍科	Homalopteridae	陳氏鰍鮓	<i>Gobiobotia cheni</i>		
		臺灣間爬岩鰍	<i>Hemimyzon formosanum</i>	◎	
		埔里中華爬岩鰍	<i>Sinogratomyzon puliensis</i>	◎	II
		臺灣纓口鰍	<i>Crossostoma lacustre</i>	◎	
鰍科	Cobitidae	中華花鰍	<i>Cobitis sinensis</i>		
鮠科	Bagridae	短臀鮠	<i>Pseudobagrus brevianalis</i>	◎	
			<i>brevianalis</i>		
鮠科	Bagridae	脂鮠	<i>Pseudobagrus adiposalis</i>	◎	
鰕虎科	Gobiidae	明潭吻鰕虎	<i>Rhinogobius candidianus</i>	◎	
		極樂吻鰕虎	<i>Rhinogobius giurinus</i>		
		斑帶吻鰕虎	<i>Rhinogobius maculafasciatus</i>	◎	
		短吻紅斑吻鰕虎	<i>Rhinogobius rubromaculatus</i>	◎	
慈鯛科	Family Cichlidae	尼羅口孵魚	<i>Oreochromis niloticus</i>		
鯰科	Siluridae	鯰	<i>Parasilurus asotus</i>		
長臂蝦科	Palaemonidae	粗糙沼蝦	<i>Macrobrachium aspwrulum</i>		
		大和沼蝦	<i>Macrobrachium japonicum</i>		
		臺灣沼蝦	<i>Macrobrachium formosense</i>		

保育等級：I 瀕臨絕種保育類野生動物、II 珍貴稀有保育類野生動物、III 其他應予保育類野生動物。

特有性：◎ 臺灣特有種。

註：空格部分為非保育類、非特有、非外來種。

計畫名稱：清水溪水生昆蟲棲地需求研究

英文名稱：Insecta Habitat Requirements in Chingshui Creek

計畫編號：240-2

全程計畫期間：96 年 4 月 1 日至 100 年 12 月 31 日止

本年計畫期間：98 年 1 月 1 日至 98 年 12 月 31 日止

計畫主持人：葉明峰

研究人員：張儷瓊

一、摘要

本研究自 96 年 9 月至 98 年 12 月間於濁水溪支流清水溪共完成 82 個樣站、246 個方形網格的水生昆蟲相及其棲地環境因子之調查工作。調查期間各樣站水溫分布在 13.0°C~30.1°C 之間，pH 值介於 7.58~9.14 間，導電度介於 147~523 μ s/cm，溶氧量則介於 6.3~12.6 mg/L，皆符合乙類陸域地面水體 pH 在 6.0~9.0 間、導電度標準在 750 μ s/cm 以下、溶氧量在 5.5 mg/L 以上之標準。各樣站網格平均水深介於 2.0~56.0 cm 之間，平均流速從 -0.04 m/sec 至 1.39 m/sec。水生昆蟲相組成包括 8 目 30 科及其他相 1 種。水生昆蟲以雙翅目的 8 科最多，其次為毛翅目及蜉蝣目各 5 科，鞘翅目為 4 科，襉翅目及蜻蛉目各 3 科，其餘為廣翅目及鱗翅目。族群量方面以毛翅目的網石蠶科數量最豐，占總捕獲個體數的 33%，其族群密度為高分佈於平均水深 5~10cm 間及平均流速為 0.7~0.8 m/s 間，數量其次的蜉蝣目（四節蜉蝣科）占總捕獲個體數的 32%，在平均水深 10~15cm 及 20~35cm 間及平均流速 0.7~0.8 間族群密度較高，雙翅目（搖蚊科）的高密度族群分布在平均水深 15~25cm 間及平均流速 0.0~0.1 m/s 間，但各物種的平均水深、平均流速適合度尚無顯著趨勢。未來將持續進行相關之野外調查工作，累積更多網格之調查資料，期能更具體呈現水生昆蟲對於棲地之喜好情形，提供估算河川生態基流量之參考。

Abstract

During 2009, hydrological and hydraulic conditions, water quality and aquatic insects were investigated at 82 samplings stations on Chingshui Creek, which is a tributary to the Choshui River. A total of 30 families belonging to 8 orders of aquatic insects. The dominant family of aquatic insects is Diptera (8 families), the next are Trichoptera and Ephemeroptera (each has 5 families), Coleoptera (4 families), Plecoptera and Odonata (each has 3 families) and the other are Megaloptera and order Lepidoptera. The dominant aquatic insect population is Hydropsychidae of

Trichoptera (33% of total catching). During the survey period, the ranged of water pH is between 7.58 and 9.14, water conductivity is between 147 μ s/cm and 523 μ s/cm, moreover water dissolved oxygen is between 6.3~12.6 mg/L. The water quality in samplings stations were classified as Category B.

According to the results which were obtained in 2009, the mean of water depth of each electric catch grid ranged 2.0~56.0 cm, and the mean flow velocity is between -0.04 m/sec to 1.39 m/sec. The maximum of Hydropsychidae of Trichoptera was caught in the habitat where with flow velocity is between 0.7~0.8m/s, or water depth is between 5~10cm. In addition, quantity is plentiful of Baetidae of Ephemeroptera in the habitat where with flow velocity is between 0.7~0.8m/s, or water depth is between 10~15cm and 20~35cm.

The related investigations are going to work consistently, the habitat type of different fish demand are expected to know by more electric catch grids data for assessing in stream flow.

關鍵詞：清水溪、棲地需求、基流量、水生昆蟲

二、計畫目的

經濟部水利署為解決雲林地區水資源相關問題，於北港溪河系上游支流梅林溪集水區規劃建置湖山水庫，有鑒於梅林溪為雷公溪型河川，暴雨來時河水迅速上漲，雨水停時溪流水量少，乾季時甚至部分河段有斷流情形，該署另在濁水溪支流清水溪桶頭地區設置攔河堰引入豐水期水量蓄存運用。未來湖山水庫營運後，不但清水溪可能因越域引水導致桶頭攔河堰以下溪段流量減少，進而影響清水溪下游河川生態，甚至湖山水庫下游水域（梅林溪部分）之河川生態也會因未來水庫放流方式而改變。因此，水庫影響所及溪段生態基流量之評估，已成為有關單位必需積極面對的重要課題。本計畫擬在桶頭攔河堰施工前，針對清水溪及梅林溪水域生物（水生昆蟲）進行生物與環境因子之現地調查，並進一步評估其棲地需求，提供未來估算生態基流量所需之重要生物參數，俾為湖山水庫、桶頭攔河堰主管機關未來放流、引水水量控管之參考。

三、重要工作項目及實施方法

(一) 樣站選擇

在濁水溪支流清水河流域選擇適合網格操作的棲地為樣站，樣站長 50m，水生昆蟲與魚類所選擇的樣站相同。

(二) 水生昆蟲棲地需求調查

在所選定之魚類樣站沿岸水深 50 cm 內，以蘇伯氏採集網 (Suber net sampler) 在河中的不同流速水域實施 3 網次定面積網格 (50×50cm) 採集，其大小以能為 30 號標準篩網 (網孔大小為 0.595 mm) 所篩獲者為主。採獲之水生昆蟲先以 10% 福馬林液固定，記錄採集地點與日期後，帶回實驗室鑑定分類。完成水生昆蟲採樣後，於蘇伯氏採集網方形網格內測量中心點的流速、水深與底質概況。樣站部分則實施穿越線法測量河寬、流速、水深，並記錄水溫、溶氧量、導電度及 pH 值等環境因子之狀況。

(三) 資料分析

水生昆蟲部分，仿魚類之方法彙整指標物種捕獲量與水溫、溶氧量、導電度及 pH 值等環境因子資料，進行前揭環境因子之棲地適合度推估，並嘗試繪出棲地適合度曲線，進一步瞭解水生昆蟲相關環境因子之等棲地需求。

四、結果與討論

(一) 樣站選擇

本計畫自開始執行迄今在清水河流域的上、中、下游計選擇 82 個隨意樣站實施蘇伯氏採集網調查，樣站與魚類棲地需求所選擇的樣站相同。

(二) 水生昆蟲相

調查期間於清水溪的 82 個隨意樣站以採集網法採捕到 8 目 30 科 23,408 隻水生昆蟲，其中以雙翅目 (Diptera) 8 科最多，包括流蛇科 (Athetidae)、鵝蛇科 (Athericidae)、蛇科 (Tabanidae)、蚋科 (Simuliidae)、搖蚊科 (Chironomidae)、大蚊科 (Tipulidae)、糠蚊科 (Ceratopogonidae)、網蚊科 (Blephariceridae)；其次為蜉蝣目 (Ephemeroptera) 及毛翅目 (Trichoptera) 5 科，蜉蝣目包括小蜉蝣科 (Ephemerellidae)、四節蜉蝣科 (Baetidae)、扁蜉蝣科 (Heptageniidae)、姬蜉蝣科 (Caenidae)、蜉蝣科 (Ephemeridae)；毛翅目包括舌石蠶科 (Glossosomatidae)、指石蠶科 (Philopotamidae)、長鬚石蠶科 (Stenopsychidae)、流石蠶科 (Rhyacophilidae)、網石蠶科 (Hydropsychidae)；而鞘翅目 (Coleoptera) 為 4 科，包括牙蟲科

(Hydrophilidae)、長腳泥蟲科(Elmidae)、扁泥蟲科(Psephenidae)、圓花蚤科(Scritidae)；積翅目(Plecoptera)及蜻蛉目(Odonata)各3科，積翅目包括石蠅科(Perlidae)、捲石蠅科(Leuctridae)、短尾石蠅科(Nemouridae)；蜻蛉目包括幽蟪科(Euphaeidae)、春蜓科(Gomphidae)、弓蜓科(Corduliidae)；餘為廣翅目(Megaloptera)的石蛉科(Sialidae)、鱗翅目(Lepidoptera)的螟蛾科(Pyralidae)及其他類的蝸蟲(Planaria)。就捕獲數量觀之，以網石蠶科數量最多占33%(7,729隻)，其次四節蜉蝣科為32%(7,504隻)，搖蚊科26%(6,096隻)，其餘為4%以下(圖1)。

(三) 棲地環境

在水域的食物鏈或食物網中，水生昆蟲的數量分佈，均關係著水中生物的族群或群聚的發展，因此其棲地環境與週遭的水中生物分佈有著息息相關的重要性。調查期間清水溪各樣站pH值在7.58~9.15間，水體酸鹼度成弱鹼性，水溫分布在13.0°C至30.1°C之間，導電度介於147~523 μ s/cm，溶氧量於6.34~12.62 mg/L之間，皆符合乙類陸域地面水體pH值在6.0~9.0間、導電度在750 μ s/cm以下、溶氧量在5.5 mg/L以上之標準。各樣站網格平均水深以清水溪主流的加走寮溪濁水溪橋樣站56.0 cm最深，加走寮溪中的天井瀑布上樣站2.0 cm最淺；平均流速最大值1.39 m/sec出現在清水溪的支流加走寮溪瑞興橋st7樣站，最小值出現在清水溪支流的竹篙水溪中的竹篙水溪4號攔砂壩樣站，其因大型底石造成之回流，流速僅有-0.04 m/sec。

(四) 棲地適合度

水生昆蟲在河川生態系的食物網中扮演消費者、被消費者與分解者的多重角色，是許多河川魚類的重要食物來源，更與魚類的生息與群聚結構息息相關。本研究迄今已在清水溪進行82個隨意樣站、246網次的水生昆蟲採捕工作，其中以網石蠶科捕獲數量最多，其次為四節蜉蝣科及搖蚊科。所獲調查資料分別以每一方形網格的單位努力捕獲量(CPUE；捕獲數量/m²)及捕獲網格比例(捕獲網格數/總網格數，也就是對象物種的出現率)做為指標，探討其與棲地水深、流速之關係。

(1) 水深

所有樣站網格水深分布介於2~56 cm之間，捕獲水生昆蟲之網格水深亦介於2~56cm之間。若以5 cm為單位組距，各水生昆蟲捕獲網格比例及CPUE之棲地水深適合度如圖2、圖3所示。就現有資料觀之，暫時忽略樣本數較低、代表性較弱之水深組距捕獲資料，數量最豐的毛翅目(網石蠶

科)其族群密度為高分佈於平均水深 5~10cm 間(圖 2-B);數量其次的蜉蝣目(四節蜉蝣科)在水深 10~15cm 及 20~35cm 間族群密度較高(圖 2-A);雙翅目(搖蚊科)的高密度族群分布在水深 15~25cm 間(圖 2-C)。

在捕獲網格比例(出現率)方面,捕獲量最豐的毛翅目(網石蠶科)水深棲地適合度最高為 25~30cm,出現率為 97%(圖 3-B);數量次之的蜉蝣目(四節蜉蝣科)水深棲地適合度最高介於 5~10cm 及 25~30cm,出現率為 100%(圖 3-A);而雙翅目(搖蚊科)則是在水深 35~40cm 間的水深適合度為高,出現率為 100%(圖 3-C)。

(2) 流速

所有樣站網格流速之分布介於-0.04~1.39 m/sec 之間,有捕獲資料之網格流速亦相同。若以 0.1 m/sec 為單位組距時,各種水生昆蟲 CPUE 及捕獲網格比例(出現率)之棲地流速適合度如圖 4、圖 5 所示。就現有資料而言,屏除樣本數不足的網格,數量最豐的毛翅目(網石蠶科)於流速 0.7~0.8 m/s 間為高密度族群(圖 4-B),數量其次蜉蝣目(四節蜉蝣科)的高密度族群分布於流速 0.7~0.8 間(圖 4-A),雙翅目(搖蚊科)於流速 0.0~0.1 m/s 間族群密度較高(圖 4-C),但捕獲之水生昆蟲棲地流速適合度尚無顯著趨勢。

本計畫未來將持續進行相關野外調查工作,期能進一步瞭解水生昆蟲對於棲地水深與流速的喜好情形。

五、結論

本研究自 96 年 5 月至 98 年 12 月期間,於清水溪 82 個樣站施予棲地環境因子及水生昆蟲相之調查,獲致如下之初步結論:

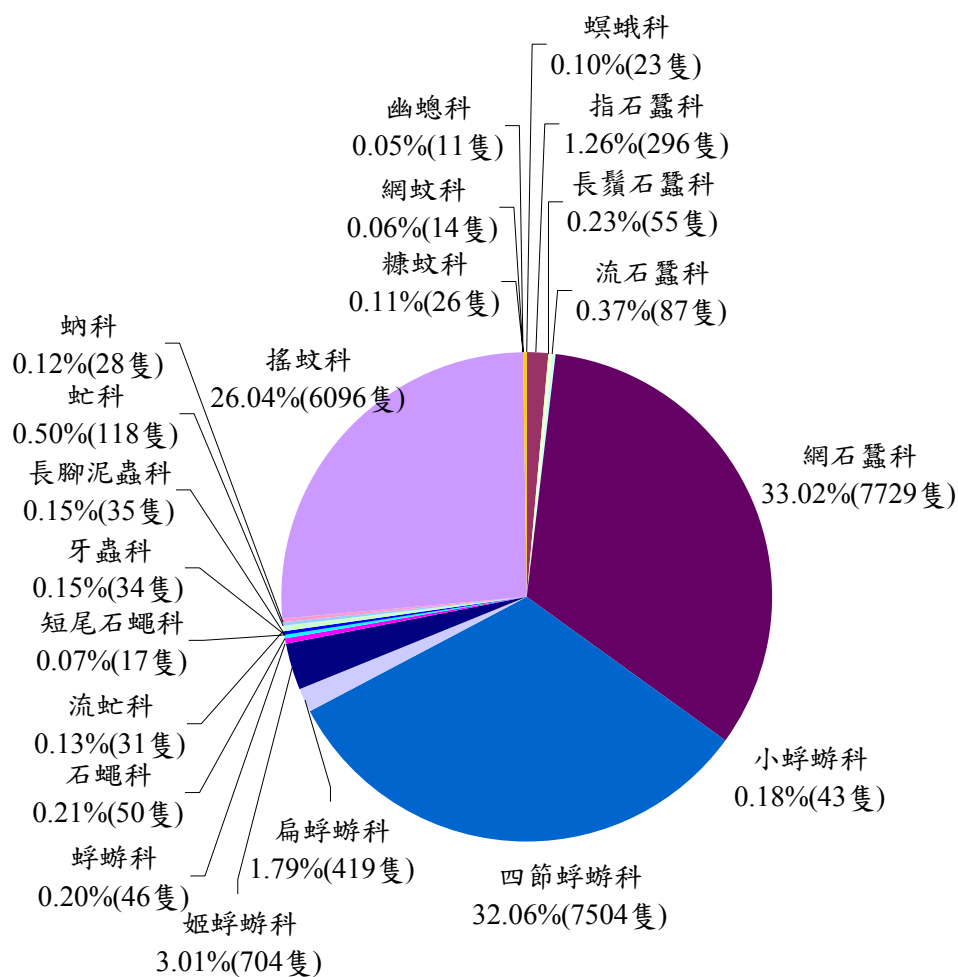
- (一) 調查期間清水溪各樣站 pH 值在 7.58~9.15 間,水體酸鹼度成弱鹼性,水溫分布在 13.0°C 至 30.1°C 之間,導電度介於 147~523 μ s/cm,溶氧量於 6.34~12.62 mg/L 之間,多符合乙類陸域地面水體 pH 值在 6.0~9.0 間、導電度在 750 μ s/cm 以下、溶氧量在 5.5 mg/L 以上之標準。
- (二) 各樣站網格平均水深以清水溪主流的加走寮溪濁水溪橋樣站 56.0 cm 最深,加走寮溪中的天井瀑布上樣站 2.0 cm 最淺;平均流速最大值 1.39 m/sec 出現在清水溪的支流加走寮溪瑞興橋 st7 樣站,最小值出現在清水溪支流的竹篙水溪中的竹篙水溪 4 號攔砂壩樣站,其因大型底石造成之洄流,流速僅有-0.04 m/sec。

(三) 數量最豐的毛翅目(網石蠶科)其族群密度為高分佈於平均水深 5~10cm 間；數量其次的蜉蝣目(四節蜉蝣科)在水深 10~15cm 及 20~35cm 間族群密度較高；雙翅目(搖蚊科)的高密度族群分布在水深 15~25cm 間，在捕獲網格比例方面，捕獲量最豐的毛翅目(網石蠶科)水深棲地適合度最高為 25~30cm，出現率為 97%；數量次之的蜉蝣目(四節蜉蝣科)水深棲地適合度最高介於 5~10cm 及 25~30cm，出現率為 100%；而雙翅目(搖蚊科)則是在水深 35~40cm 間的水深適合度為高，出現率為 100%

(四) 數量最豐的毛翅目(網石蠶科)於流速 0.7~0.8 m/s 間為高密度族群，數量其次的蜉蝣目(四節蜉蝣科)高密度族群分布於流速 0.7~0.8 間，雙翅目(搖蚊科)於流速 0.0~0.1 m/s 間族群密度較高，但捕獲之水生昆蟲棲地流速適合度尚無顯著趨勢。

六、參考文獻

- 陳義雄、方力行。1999。臺灣淡水及河口魚類誌。國立海洋生物博物館籌備處出版。
- 陳建初。1988。水質管理。234 頁。
- 葉明峰、張世倉、李訓煌。2000。濁水溪上游河段魚類族群最低流量之研究(2/3)。臺灣省特有生物研究保育中心八十八年下半年及八十九年度試驗研究計畫執行成果。
- 葉明峰、張世倉、李訓煌。2001。濁水溪上游河段魚類族群最低流量之研究(3/3)。臺灣省特有生物研究保育中心九十年年度試驗研究計畫執行成果(II)。
- 鄭先祐、郭金泉、林意楨、葉明峰。2006。本土型魚道之效益評估。行政院農委會水土保持局。
- Mark B. Bain, John T. Finn, and Henry E. Booke. 1985. A quantitative method for sampling riverine microhabitats by electrofishing. *North American Journal of Fisheries Management* 5:489-493.
- Platts, W. S., W. F. Megahan, and G. W. Minshall. 1983. Method for evaluating stream, riparian, and biotic condition. U. S. Forest and Range Experiment Station, General Technical Report INT-138, Ogden, Utah, USA. 98.



註:此圓餅圖未含百分比<0.05之物種。

圖 1. 清水溪水生昆蟲捕獲組成-蘇伯氏採集法。

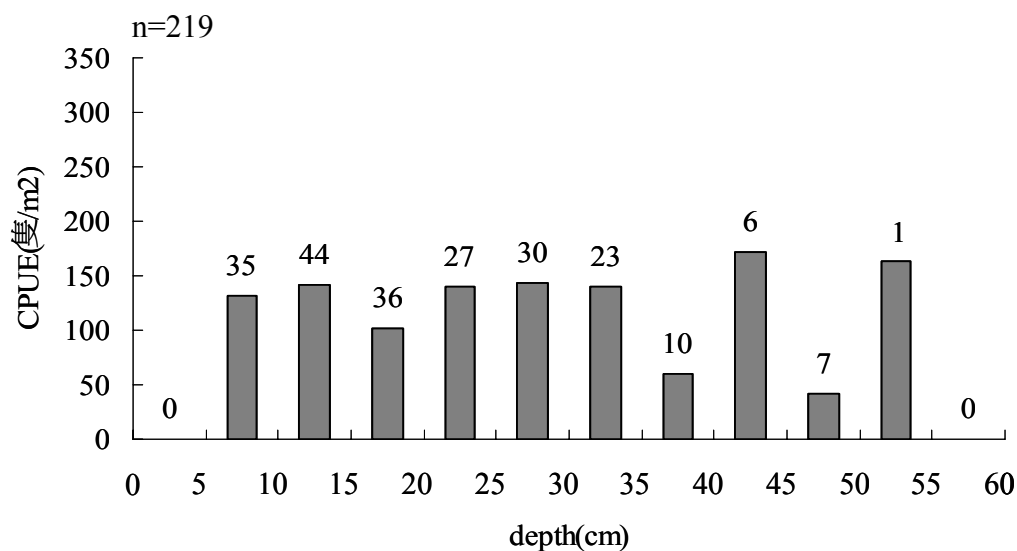


圖 2. (A) 清水溪水生昆蟲四節蜚蠊科(蜚蠊目) 平均水深與單位努力捕獲量之關係(有捕獲網格數 219)。

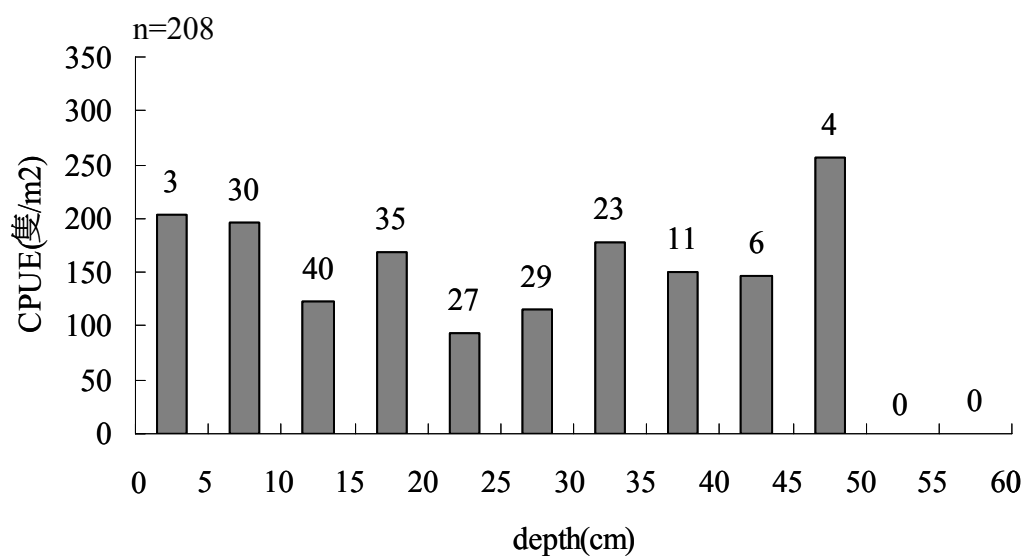


圖 2. (B) 清水溪水生昆蟲網石蠹科(毛翅目) 平均水深與單位努力捕獲量之關係(有捕獲網格數 208)。

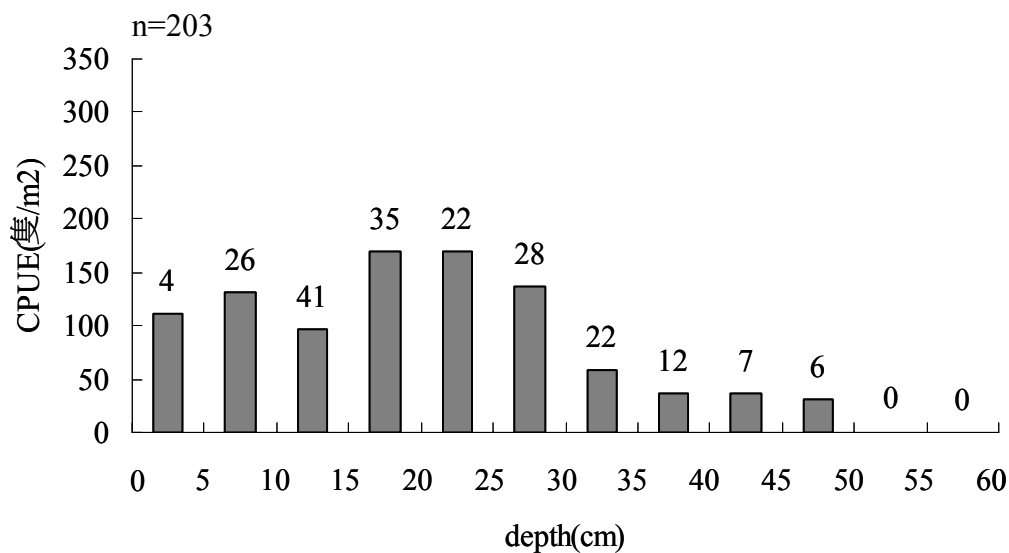


圖 2. (C) 清水溪水生昆蟲搖蚊科(雙翅目) 平均水深與單位努力捕獲量之關係(有捕獲網格數 203)。

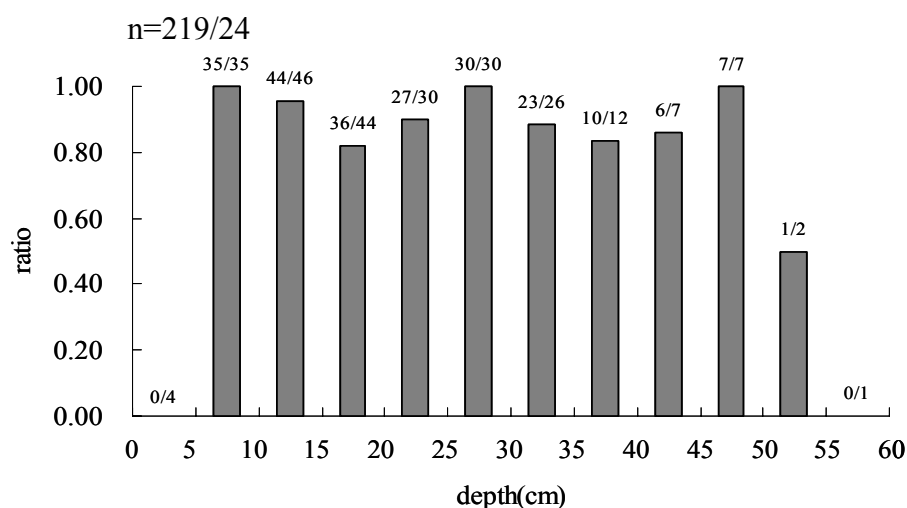


圖 3. (A) 清水溪水生昆蟲四節蜉蝣科(蜉蝣目)平均水深與適合度之關係(有捕獲網格數/有捕獲樣站總網格數=219/244)。

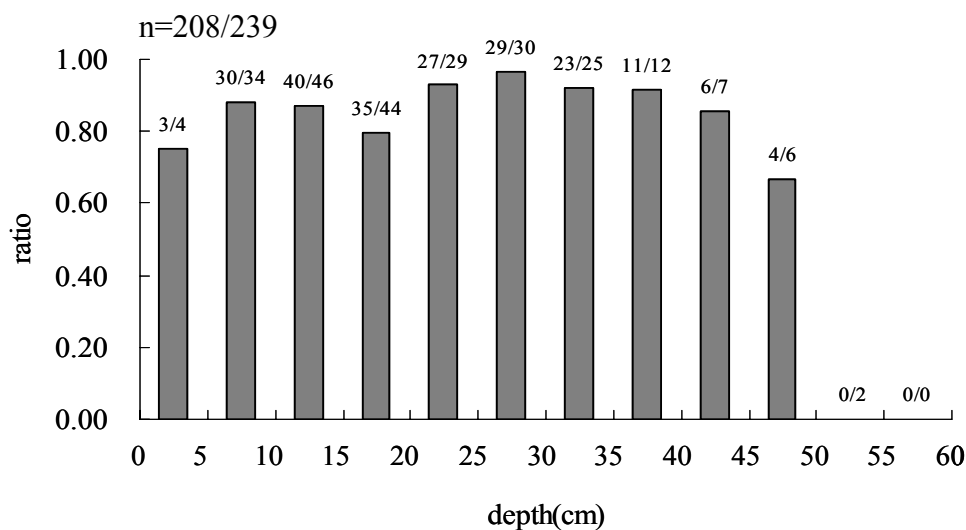


圖 3. (B) 清水溪水生昆蟲網石蠹科(毛翅目)平均水深與適合度之關係(有捕獲網格數/有捕獲樣站總網格數=208/239)。

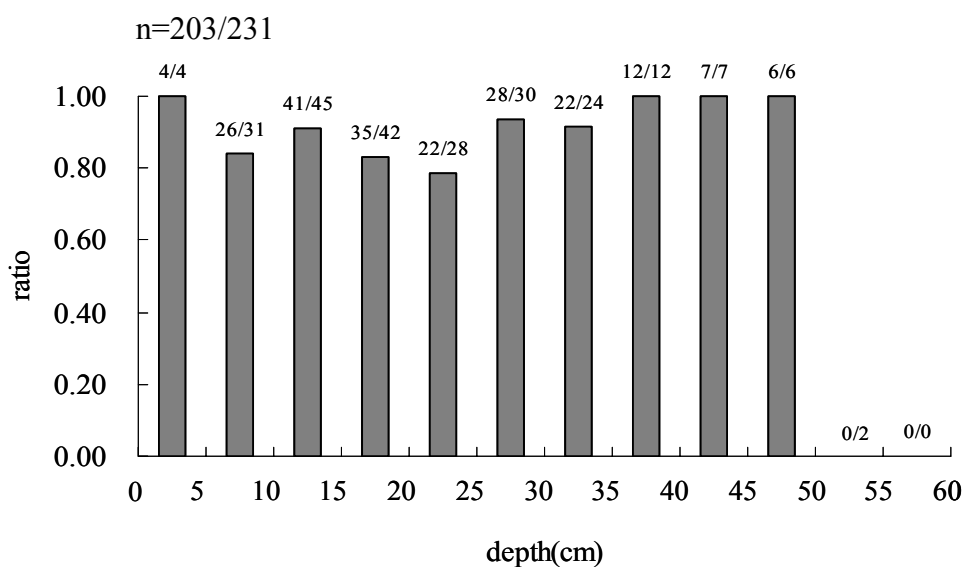


圖 3. (C) 清水溪水生昆蟲搖蚊科(雙翅目)平均水深與適合度之關係(有捕獲網格數/有捕獲樣站總網格數=167/192)。

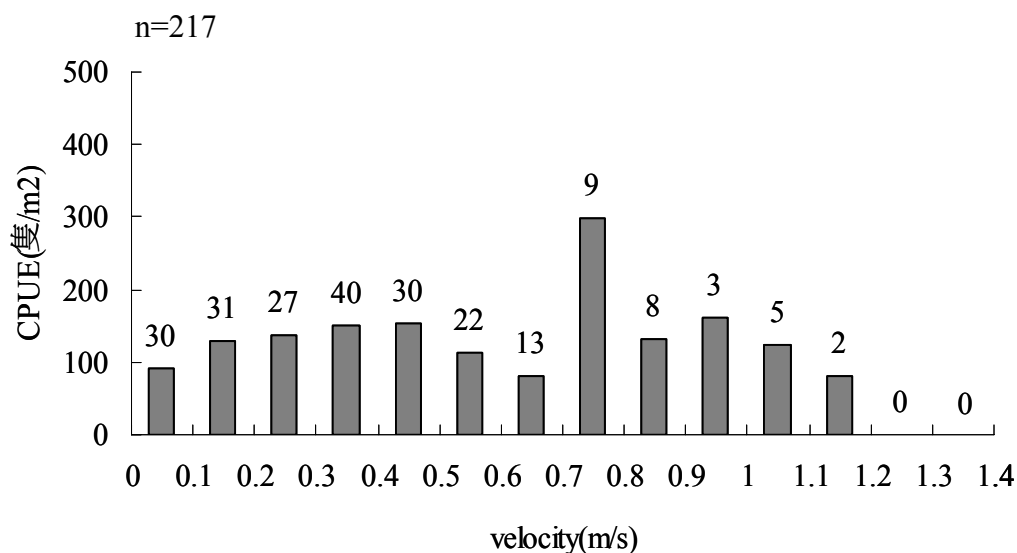


圖 4. (A) 清水溪水生昆蟲四節蜉蝣科(蜉蝣目)平均流速與單位努力漁獲量之關係(有捕獲網格數 217)。

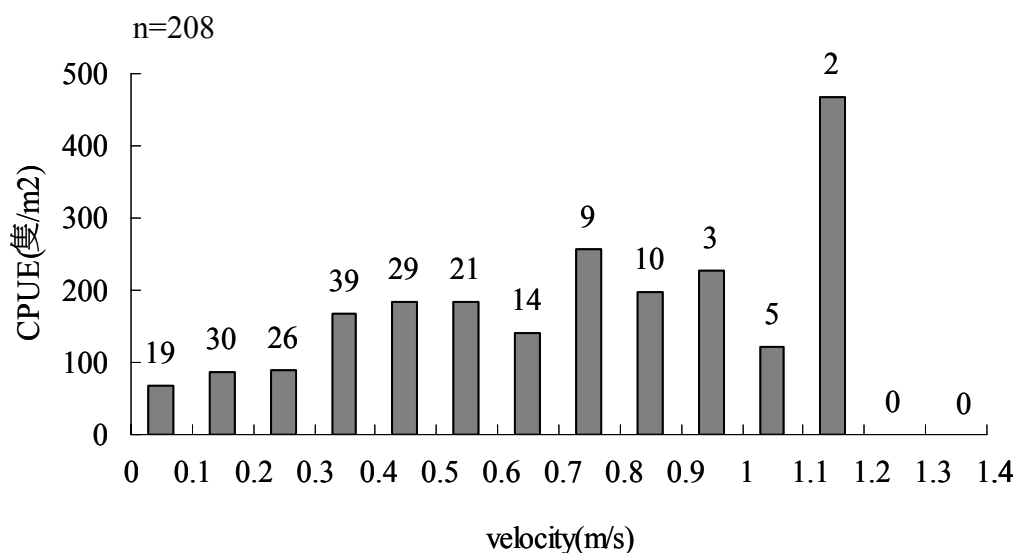


圖 4. (B) 清水溪水生昆蟲網石蠶科(毛翅目)平均流速與單位努力漁獲量之關係(有捕獲網格數 208)。

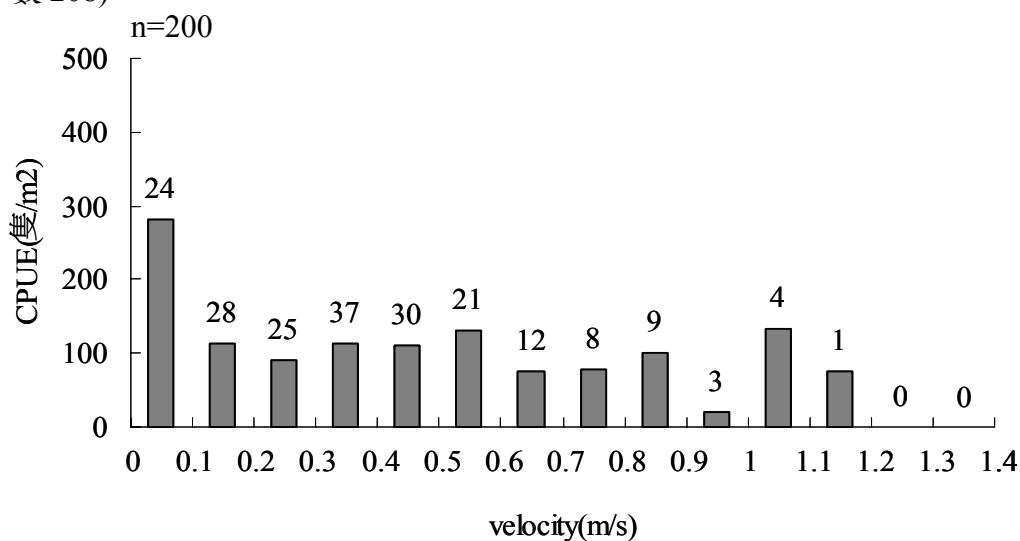


圖 4. (C) 清水溪水生昆蟲搖蚊科(雙翅目)平均流速與單位努力漁獲量之關係(有捕獲網格數 200)。

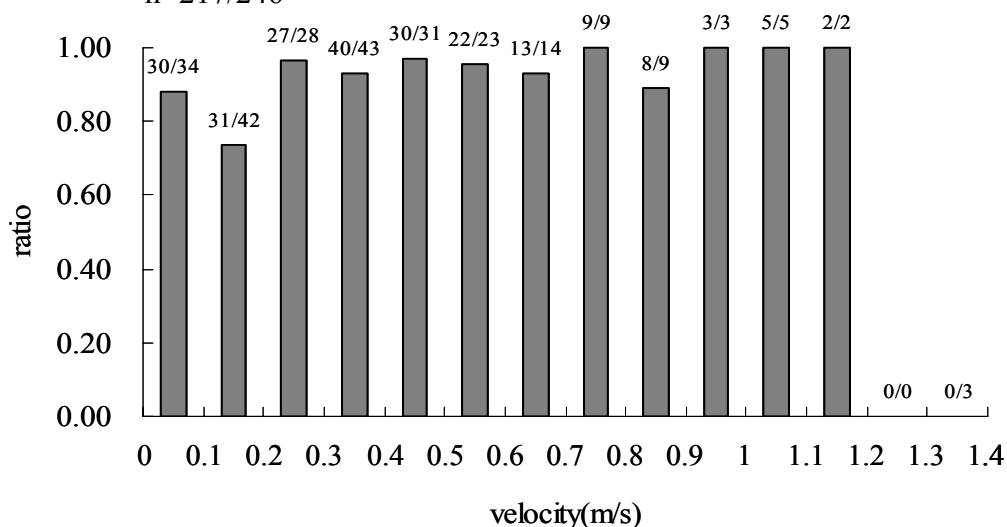


圖 5. (A) 清水溪水生昆蟲四節蜉蝣科(蜉蝣目)平均流速與適合度之關係(有漁獲網格數/有漁獲樣站總網格數=217/246)。

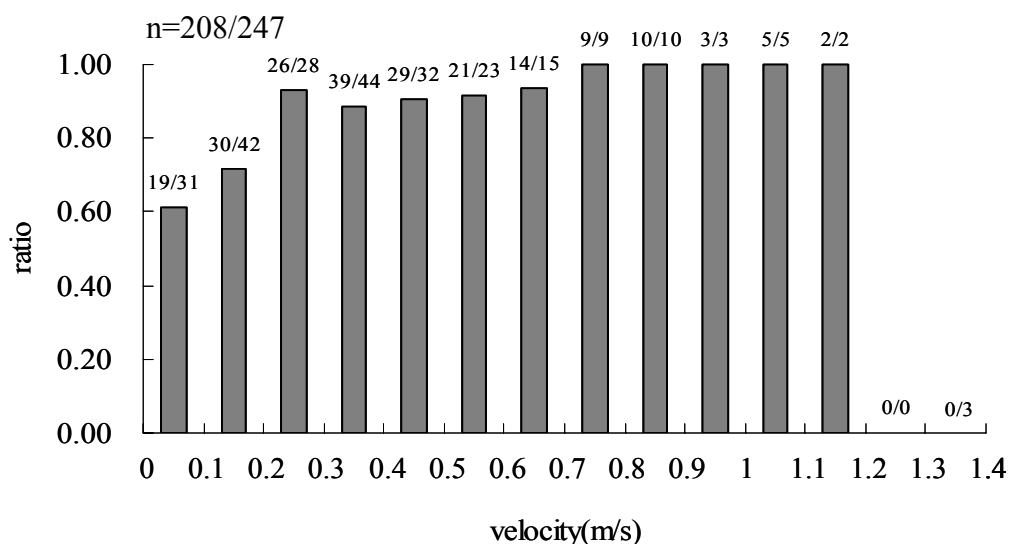


圖 5. (B) 清水溪水生昆蟲網石蠶科(毛翅目)平均流速與適合度之關係(有漁獲網格數/有漁獲樣站總網格數=208/247)。

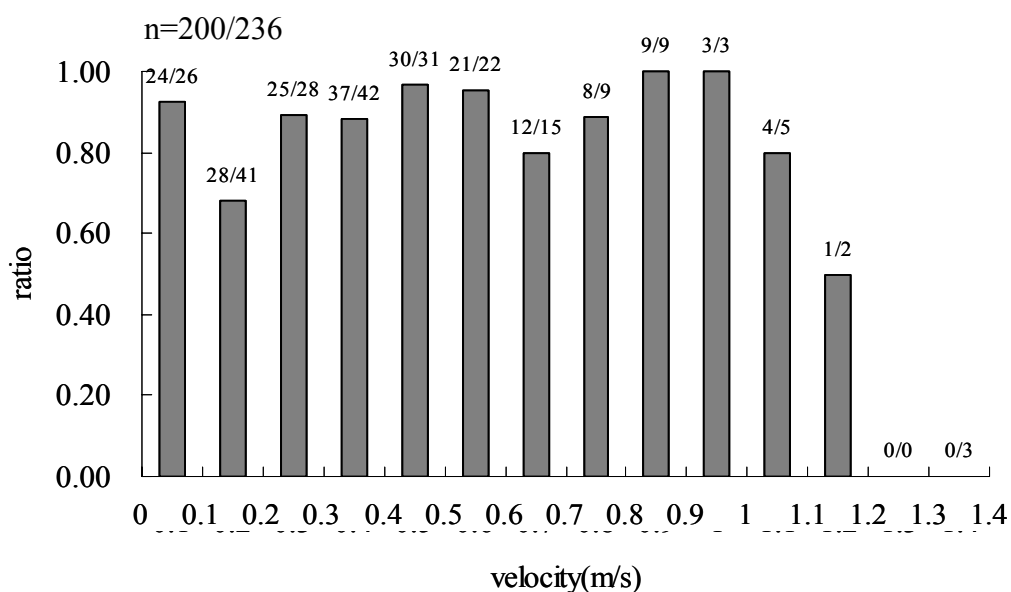


圖 5. (C) 清水溪水生昆蟲搖蚊科(雙翅目)平均流速與適合度之關係(有漁獲網格數/有漁獲樣站總網格數=200/236)。

表 1. 清水溪河系河川情勢調查水昆名錄 (2007.5-2009.12 月)

中文目名	英文目名	中文科名	英文科名		
毛翅目	Trichoptera	舌石蠶科	Glossosomatidae		
		指石蠶科	Philopotamidae		
		長鬚石蠶科	Stenopsychidae		
		流石蠶科	Rhyacophilidae		
		網石蠶科	Hydropsychidae		
		小蜉蝣科	Ephemerellidae		
蜉蝣目	Ephemeroptera	四節蜉蝣科	Baetidae		
		扁蜉蝣科	Heptageniidae		
		姬蜉蝣科	Caenidae		
		蜉蝣科	Ephemeridae		
廣翅目	Megaloptera	石蛉科	Sialidae		
積翅目	Plecoptera	石蠅科	Perlidae		
		捲石蠅科	Leuctridae		
		短尾石蠅科	Nemouridae		
鞘翅目	Coleoptera	牙蟲科	Hydrophilidae		
		長腳泥蟲科	Elmidae		
		扁泥蟲科	Psephenidae		
		圓花蚤科	Scritidae		
雙翅目	Diptera	流虻科	Atheticidar		
		鵝虻科	Athericidae		
		虻科	Tabanidae		
		蚋科	Simuliidae		
		搖蚊科	Chironomidae		
		大蚊科	Tipulidae		
		糠蚊科	Ceratopogonidae		
		網蚊科	Blephariceridae		
		蜻蛉目	Odonata	幽蟴科	Euphaeidae
				春蜓科	Gomphidae
				弓蜓科	Corduliidae
鱗翅目	Lepidoptera	螟蛾科	Pyralidae		
其他		蝸蟲	Planaria		