

計畫名稱：清水溪水域生物棲地需求研究
英文名稱：Fish Habitat Requirements in Chingshui Creek
計畫編號：240
全程計畫期間：2007年4月1日至2010年12月31日止
本年計畫期間：2010年1月1日至2010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 99 年 12 月間於濁水溪支流清水溪共完成 160 個樣站、1600 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 142-520 μ s/cm，溶氧量則介於 6.45-11.8 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。各樣站矩形電格平均水深介於 3.2-95.6 cm 之間，平均流速從 0.06 m/sec 至 1.44 m/sec。魚類相組成包括 7 科 21 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，其次為鰕虎科 4 種，平鰭鰍科 3 種，鮭科及鰍科各 2 種，其餘為鯰科及慈鯛科。族群量方面以臺灣石鱸數量最豐，占總漁獲個體數的 36%，並且發現少量的保育類魚類埔里中華爬岩鰍（3%/275 尾）。

在水深流速棲地適合度方面，臺灣石鱸的族群分布密度為高於平均水深 55-60cm 間，平均流速 0.0-0.1 m/s，從圖表可知在流速與魚的數量有成反比的趨勢；出現率則以水深 55-60cm 間較高，出現率約為 75%，以整體來看臺灣石鱸所能適應的棲地範圍很廣，平均流速介於 0.1-0.2 m/s 間，趨勢與 CPUE 相似。明潭吻鰕虎方面，族群分布密度較高於水深 20-25cm 間，流速 1.0-1.1 m/sec 間，出現率則以水深 10-15cm 間較高，平均流速則介於 1.0-1.1 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 1.1-1.2 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。其餘魚種之水深與流速適合度，因累積之有效樣本數有限，尚無顯著趨勢。

對於河川生態基流量推估，以臺灣石鱸為例，枯水期之生態基流量為 0.5cms 時，低水河槽水深為 0.12m、流速為 0.69m/s，水深遠低於一般生態學者建議之 0.30m，將棲地多樣性之不良因子列入考慮，故建議枯水期之生態基流量維持 1.5cms，水深為 0.17m、流速為 0.87m/s。

豐水期之生態基流量為 6cms 時，低水河槽水深為 0.35m、流速為 1.42m/s，可滿足棲地多樣性，低水河槽流速偏大時魚類會移往低水河槽兩側與灘地交界

處，當地之流速降至約 0.40m/s。

Abstract

During 2010, hydrological and hydraulic conditions, water quality and fishes were investigated at 160 samplings stations on Chingshui Creek, which is a tributary to the Choshui River. A total of 21 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 Gobiidae (4 species) and Homalopteridae (3 species), Bagridae and Cobitidae (each has 2 species) the other are Siluridae and Family Cichlidae. The dominant fish population is *Acrossocheilus paradoxus* (36% of total catching). During the survey period, the ranged of water pH is between 7.19 and 9.675, water conductivity is between 142 $\mu\text{s}/\text{cm}$ and 520 $\mu\text{s}/\text{cm}$, moreover water dissolved oxygen is between 6.45~11.8 mg/L. The water quality in samplings stations were classified as Category B.

According to the results which were obtained in 2010, the mean of water depth of each electric catch grid ranged 3.2-95.6 cm, and the mean flow velocity is between -0.06 m/sec to 1.44 m/sec. The maximum of *A. paradoxus* was caught in the habitat where with flow velocity is between 0.0-0.1 m/s, or water depth is between 55-60 cm. In addition, quantity is plentiful of *Rhinogobius candidianus* in the habitat where with flow velocity is between 1.0-1.1 m/s, or water depth is between 20-25 cm.

To estimate the ecological instream flow of rivers, take *Acrossocheilus paradoxus* as target species, when the ecological instream flow of dry season is 0.5 cms, the depth of the low water river trough is 0.12 m, velocity of flow is 0.69 m/s. Considering the needs of providing other diversion under the foul environment, it can get maximum habitat areas when the ecological release flows is 1.5 cms.

關鍵詞：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。本計畫針對清水溪水域生物（魚類，水生昆蟲）進行生物與環境因子之現地調查，並評估其棲地需求，以供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。水棲昆蟲部分與魚類所選擇的樣站相同，在濁水溪支流清水溪流域選擇適合網格操作的棲地為樣站，樣站長 50m。

（二）棲地需求調查

（1）魚類

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。

(2) 水棲昆蟲類

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。採獲之水棲昆蟲先以 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。完成水棲昆蟲採樣後，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

綜合整理捕獲量與水深、流速等棲地環境因子資料，進行對象魚種及水棲昆蟲棲地適合度的推估，繪出棲地適合度曲線 (habitat suitability curve, HSC)，瞭解指標物種水深、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) 棲地評估法 (Habitat methods)

棲地評估法係以水理模式計算研究河段在各種流量下之水理參數 (如水深、流速) 以及其他重要棲地因子 (如覆蓋度、河床底質粒徑、棲地形態)，

然後配合對象物種對於棲地條件之喜好以估算各種流量下適合對象物種之棲地面積。

棲地評估法最著名者為 1974 年美國漁業及野生動物署提出河川內水流增量法則，將魚類生態品質與河川內棲地品質建立關係，計算出研究河段內適合魚類生息之權重可使用面積（Weighted usable area, WUA）與流量之關係。管理者經由此定量而非定性之描述，可從事河川生態基準流量之評估與決策。計算出不同流量與 WUA 值對應關係後，評估者依據評估基準研選出合適之 WUA 值，其所對應之流量即為河川生態基準流量。

WUA 值評估基準有以下數種，依照案例特性引用之：

- (1) 選取 WUA 曲線坡度變化明顯之轉折點（inflection point）。
- (2) 當以促進生態發展為唯一標的時，應以 WUA 之極大值為考量。
- (3) 當考量水源利用效率時，應以 WUA 值之理想值或 WUA 佔總水域面積百分比之極大值的某個百分比（如 80%）為考量。
- (4) 代表性流量（如年平均流量）對應之 WUA 值的 80%。

目前棲地評估法是以 2009 年桶頭橋河段的斷面地形以水理模式計算推估，此得到的資料可提供未來桶頭攔河堰完工後之參考，完工後可依當時的斷面地形來結合本計畫的水生生物的棲地適合度曲線，就可得到最完整的生態基準流量資料，以供當地主管機關放流、引水水量控管之參考。

四、結果與討論

（一）樣站選擇

本計畫自開始執行迄今在清水流域的上、中、下游魚類部份計選擇 160 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、高橋頭吊橋 st10、高橋頭吊橋 st9、高橋頭吊橋 st8、高橋

頭吊橋 st7、高橋頭吊橋 st6、高橋頭吊橋 st5、高橋頭吊橋 st4、高橋頭吊橋 st3、高橋頭吊橋 st2、高橋頭吊橋 st1、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)；水棲昆蟲部分，選擇 152 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) 魚、蝦類相

調查期間於清水溪共計採捕到 7 科 21 種 9769 尾魚類、1 科 3 種 156 隻蝦類(表 1)，其中以鯉科(Cyprinidae)8 種最多，包括臺灣石鱖(*Acrossocheilus paradoxus*)、臺灣馬口魚(*Candidia bartata*)、高身小鰮鮡(*Microphysogobio alticorpus*)、粗首鱖(*Zacco pachycephalus*)、鰻魚(*Scaphesthes barbatus*)、鯽魚(*Carassius auratus*)、白鱮(*Hemiculter leuculus*)、陳氏鰕鮡(*Gobiobotia cheni*)；其次為鰕虎科(Gobiidae)4 種，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*)；平鰭鰕科(Homalopteridae)3 種，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*)，鰕科(Cobitidae)及鮡科(Bagruidae)各有 2 種，鰕科為中華花鰕(*Cobitis sinensis*)及泥鰕(*Misgurnus anguillicaudatus*)，鮡科包括短臀鮡(*Pseudobagrus brevianalis brevianalis*)及脂鮡(*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*

aspwrum)、大和沼蝦 (*Macrobrachium japonicum*) 及臺灣沼蝦 (*Macrobrachium formosense*) 3 種。上述魚種中，臺灣石鱚、臺灣馬口魚、高身小鰾魷、粗首鱨、鯛魚、臺灣間爬岩鰍、臺灣纓口鰍、埔里中華爬岩鰍、明潭吻鰕虎、短吻紅斑吻鰕虎、斑帶吻鰕虎、短臀鮠、脂鮠及陳氏鰍鮓等 14 種屬臺灣特有種魚類，特有種比率達 67%。

就捕獲個體數量而言，以臺灣石鱚 (38%，3,747 尾) 數量最豐，其次分別為明潭吻鰕虎 (20%，2,007 尾)、臺灣間爬岩鰍 (16%，1,563 尾)、高身小鰾魷 (7%，741 尾)、粗首鱨 (5%，499 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鰍迄今記錄到 275 尾次。(圖 3)。

(三) 水棲昆蟲相

調查期間於清水溪的 152 個隨意樣站以採集網法採捕到 8 目 35 科 58,479 隻水棲昆蟲，其中以雙翅目 (Diptera) 8 科最多，包括流虻科 (Athetidar)、鷓虻科 (Athericidae)、虻科 (Tabanidae)、蚋科 (Simuliidae)、搖蚊科 (Chironomidae)、大蚊科 (Tipulidae)、糠蚊科 (Ceratopogonidae)、網蚊科 (Blephariceridae)；其次為毛翅目 (Trichoptera) 7 科，包括多距石蠶科 (Polycentropodidae)、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)、囊翅石蠶科 (Hydrobiosidae)；蜉蝣目 (Ephemeropter) 6 科，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)、花鰓蜉蝣科 (Potomanthidae)；蜻蛉目 (Odonata) 5 科，包括幽蟴科 (Euphaeidae)、春蜓科 (Gomphidae)、弓蜓科 (Corduliidae)、晏蜓科 (Aeshnidae)、蜻蛉科 (Libellulidae)；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) 3 科，包括石蠅科 (Perlidae)、捲石蠅科 (Leuctridae)、短尾石蠅科 (Nemouridae)；餘為廣翅目 (Megaloptera) 的石蛉科 (Sialidae)、鱗翅目 (Lepidoptera) 的螟蛾科 (Pyrilidae) 及其他類的蝸蟲 (Planaria)、水蛭 (Hirude)。就捕獲數量觀之，以四節蜉蝣科數量最多占 38% (21,997 隻)，其次網石蠶科為 33% (19,022 隻)，搖蚊科 16% (9,221 隻)，其餘為 3% 以下 (圖 8)。

(四) 棲地環境

(1) 魚、蝦類

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 13.2-29.8°C 之間，導電度介於 142.6~520 μ s/cm，溶氧量於 6.45-11.8 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支流的加走寮溪高橋頭吊橋 st1 樣站 95.6 cm 最深，其河段的另一樣站高橋頭吊橋 st3 3.2 cm 最淺；平均流速最大值與最小值均出現在與水深相同的河段中的高橋頭吊橋 st2 樣站，分別為 1.438 m/sec 及 -0.056m/sec，其因大型底石所造成之洄流。

(2) 水棲昆蟲類

在水域的食物鏈或食物網中，水棲昆蟲的數量分佈，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 7.51-9.15 間，水體酸鹼度成弱鹼性，水溫分布在 13.0-28.7°C 之間，導電度介於 117.7-523 μ s/cm，溶氧量於 6.22-12.62 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高橋頭吊橋 st1 樣站 60.0 cm 最深，加走寮溪中的天井瀑布上樣站 2.0 cm 最淺；平均流速最大值與最小值均出現在清水溪的支流加走寮溪高橋頭吊橋 st1 樣站，其值分別為 1.42 m/sec 及 -0.11 m/sec，流速呈現負值是由大型底石造成之洄流而形成。

(五) 棲地適合度

(1) 魚、蝦類

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。本研究在清水溪完成 160 個樣站、1600 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，故僅先就臺灣石鱸、明潭吻鰕虎、臺灣間爬岩鰍等有效電格樣本數較豐的魚類予以分析（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/ $m^2 \cdot 30 \text{ sec}$ ，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。

a. 水深

所有電格水深分布介於 3.2-95.6 cm 之間，有漁獲電格水深範圍亦相同。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 6.4-85.8cm 間，在有漁獲樣站中 1,460 個電格有捕獲到臺灣石鱸 3,747 隻，屏除電格樣本數不足之水深，CPUE 最大值則出現在水深 55-60cm 處，意謂其水深臺灣石鱸的族群分布密度較高，推測其可能較偏好此棲地(圖 4-A)。另捕獲量次多的明潭吻鰕虎在 1,380 個電格捕獲到 2,007 隻，捕獲之電格水深介於 3.2-89.4cm，CPUE 最大值出現在 20-25cm 水深處，顯示該水深範圍明潭吻鰕虎的族群分布密度較高，從圖表的趨勢可發現明潭吻鰕虎在水深逐漸加深時，其魚數量也會逐漸遞減，可知其魚種較偏好較淺水域的棲地環境(圖 4-B)；另外臺灣間爬岩鰕於 1,260 個電格中有 1,563 隻被捕獲到，捕獲水深介於 6.8-80.0cm，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，且發現在水深超過 35cm 以上的水域，該魚種數量有逐漸遞減的趨勢，由圖表可知此魚種較喜好 15-35cm 左右的水域深度(圖 4-C)。

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 55-60cm 間，該水深之有漁獲樣站總電格數共計 20 格，臺灣石鱸在其中的 15 格被捕獲，出現率約為 75%，由圖表來看出現率占整體的 7 成以上，其水深分布為 15-85cm 間，推估臺灣石鱸所能適應的水深棲地範圍很廣(圖 5-A)；在明潭吻鰕虎方面，屏除電格樣本數不足之水深，其出現率最高的水深為 10-15cm，此範圍水深的有漁獲樣站總電格為 148 格，明潭吻鰕虎在其中的 94 格被捕獲，出現率約為 64%，其趨勢亦與 CPUE 相同(圖 5-B)；臺灣間爬岩鰕部分，出現率最高為 25-30cm，其水深範圍有漁獲樣站總電格為 184 格，其中有 83 格被捕獲，出現率約為 45%，圖表中觀察到該魚種的出現率佔整體 5 成以上，其水深分布為 10-40cm 間，可知臺灣間爬岩鰕較喜好約 40cm 以下之淺水域(圖 5-C)。

b. 流速

所有樣站電格流速之分布介於-0.06-1.44 m/sec 之間，有漁獲電格流速分布亦同。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 1,600 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-0.05-1.26 m/sec 間，目前 CPUE 最大值出現在流速 0.0-0.1 m/sec 間，意謂臺灣石鱸的族群能適應此流速範圍，從圖表可知在流速逐漸增加時，魚的數量相對有減少的趨勢（圖 6-A）；另數量次之的明潭吻鰕虎分布之棲地流速介於-0.03-1.13 m/sec 間，CPUE 最大值出現在流速 1.0-1.1 m/sec 間，但以整體來看，其族群分布密度較高為流速 0.5-0.7 m/sec 間及 0.8-1.1 m/sec 間，推測明潭吻鰕虎可能較偏好流速較強之棲地（圖 6-B）；在臺灣間爬岩鰕方面，其棲地流速分布為 0.0-1.44 m/sec，CPUE 最大值介於 1.1-1.2 m/sec，由圖表觀察到流速 0.9-1.2 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）。

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 211 格，臺灣石鱸在其中的 139 格被捕獲，出現率約為 66%，其圖表趨勢亦與 CPUE 相同（圖 7-A）；數量次之的明潭吻鰕虎，出現率最高的棲地流速在 1.0-1.1m/sec 間，此環境有漁獲樣站總電格數為 12 格，明潭吻鰕虎在其中的 8 格被捕獲，出現率約為 67%，其趨勢圖亦與 CPUE 雷同（圖 7-B）；在臺灣間爬岩鰕方面，出現率最高為 0.9-1.0m/sec 間，此範圍有漁獲樣站總數為 33 格，當中的 23 格有捕獲到臺灣間爬岩鰕，其出現率約為 70%，可知該魚種喜好流速較強之棲地（圖 7-C）。

(2) 水棲昆蟲類

水棲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 152 個隨意樣站、456 網次的水棲昆蟲採捕工作，其中以四節蜉蝣科捕獲數量最多，其次為網石蠶科及搖蚊科。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。

a. 水深

所有樣站網格水深分布介於 2-60 cm 之間，捕獲水棲昆蟲之網格水深亦同。若以 5 cm 為單位組距，各水棲昆蟲捕獲網格比例及 CPUE 之棲地水深適合度如圖 9、圖 10 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，數量最豐的蜉蝣目（四節蜉蝣科）其族群密度為高分佈於平均水深 0-5cm 間（圖 9-A），由趨勢圖可知水深與該物種數量呈現反比現象；數量其次的毛翅目（網石蠶科）在水深 0-5cm 間族群密度較高（圖 9-B），由圖表觀察到該物種較喜好淺水域棲地；雙翅目（搖蚊科）的高密度族群分布在水深 0-5cm 間，但如水域在 35cm 以上時數量則有遞減的現象（圖 9-C）。

在捕獲網格比例（出現率）方面，捕獲量最豐的蜉蝣目（四節蜉蝣科）水深棲地適合度其出現率均在 80% 以上，出現率最高為 100%，其棲地水深為 45~50cm，此環境有捕獲樣站總網格數為 9 格，當中均有捕獲到該物種（圖 10-A）；數量次之的毛翅目（網石蠶科）水深棲地適合度出現率均在 75% 以上，最高為 100%，其棲地介於水深 50-55cm 間，此有捕獲樣站均有捕獲到該物種，網格數為 5 格（圖 10-B）；而雙翅目（搖蚊科）則是在水深 0-5cm 及 50-55cm 間的水深適合度為高，出現率為 100%，整體的水深棲地適合度其出現率均在 82% 以上（圖 10-C）。

b. 流速

所有樣站網格流速之分布介於 -0.11-1.42 m/sec 之間，有捕獲資料之網格流速亦同。若以 0.1 m/sec 為單位組距時，各種水棲昆蟲 CPUE 及捕獲網格比例（出現率）之棲地流速適合度如圖 11、圖 12 所示。就現有資料而言，屏除樣本數不足的網格，數量最豐的蜉蝣目（四節蜉蝣科）於流速 0.9-1.0m/s 間為高密度族群，以整體來看該物種分布較多均在流速 0.2~1.0 m/s 間（圖 11-A），數量其次毛翅目（網石蠶科）的高密度族群分布於流速 0.9-1.0 間（圖 11-B），雙翅目（搖蚊科）於流速 0.0-0.1 m/s 間族群密度較高（圖 11-C）；在捕獲網格比例（出現率）方面，捕獲之蜉蝣目（四節蜉蝣科）（圖 12-A）、毛翅目（網石蠶科）（圖 12-B）及雙翅目（搖蚊科）的棲地流速適合度目前無顯著趨勢（圖 12-C）。

(六) 桶頭橋河段生態基流量

以水理模式計算研究河段在各種流量下之水理參數（水深、流速），配合當地優勢魚種臺灣石鱸、明潭吻鰕虎之棲地適合度曲線，即可估算各

種流量下適合對象物種之棲地面積。

1. 水理分析

由於僅獲得桶頭水位流量站站址之河道橫斷面地形，故僅能假設固定坡度之均勻流斷面為河道縱向地形，再使用美國工兵團 HEC-RAS 一維水理輸砂模式辦理河道水理分析。

水理分析之基本輸入資料如下：

- (1)河道地形：民國 2009 年桶頭水位流量站站址之河道橫斷面地形。
- (2)河道縱向坡降：依據 1/5000 相片基本圖，桶頭橋附近河段縱向坡降約 1/100。
- (3)曼寧糙度：枯水期低水河槽 $N=0.035$ ，兩岸灘地 $N=0.04$ 。
- (4)河道漸縮漸擴係數：漸縮係數 0.1、漸擴係數 0.3。
- (5)模擬流量：0.5cms 至 400cms。
- (6)下游起算水位：採縱向坡降 1/100 之正常水深。
- (7)臺灣石鱸之棲地適合度曲線：採取成魚（體長 ≥ 5 ）之資料來做推估計算（圖 13A 及圖 13B）。
- (8)明潭吻鰕虎之棲地適合度曲線：採取成魚（體長 ≥ 3.5 ）之資料來做推估計算（圖 14A 及圖 14B）。

水理分析成果得知桶頭水位流量站站址於模擬流量約 3cms 時（圖 15 之 PF6 水位線），水位剛好抵達枯水期低水河槽岸坡；模擬流量約 20cms 時（圖 15 之 PF12 水位線），水域範圍幾乎佔滿枯水期灘地，可推論枯水期流量約在 20cms 以下；模擬流量約 200cms 時，水位抵達左岸高灘地（圖 15 之 PF19 水位線）。

桶頭水位流量站站址之水深、流速、水面寬度率定曲線圖 16 至圖 18，圖中曲線分別代表枯水期低水河槽（Chnl, C）、左岸灘地（Left, L）、右岸灘地（Righ, R）。

2. 權重可使用面積(WUA)分析

由於本案假設固定坡度之均勻流斷面為河道縱向地形，則水域面積與河道長度成正比，因此取單位河道長度（1 m 長之河段）之權重可使用面

積 (WUA) 可代表全河段特性，據以辦理生態基流量評估。

(1).臺灣石鱚

權重可使用面積 (WUA) 與流量之率定曲線如圖 19A 及圖 19B。

圖 19A 可知水深參數對映之權重可使用面積在流量 60cms 達最大值，但當時是水量漫過低水河槽溢流至灘地上，故權重可使用面積增加係由灘地所貢獻，該灘地皆卵礫石，並非良好水域棲地，亦即水理條件良好，但棲地覆蓋度、河床質、生物覓食條件皆不良，不宜認定為優良之水域棲地。

圖 19B 為低流量 (0-20cms) 之權重可使用面積，比較能反映水域生物常態之棲息環境。圖 19B 可知流速參數對映之權重可使用面積在流量 10cms 及 1.5cms 達相對大值，可研判為枯水時期水流侷限於低水槽時 1.5cms 是個相對良好之水理條件，而在豐水時期水流溢流至灘地後 10cms 是個相對良好之水理條件。

(2).明潭吻鰕虎

權重可使用面積 (WUA) 與流量之率定曲線如圖 20A 及圖 20B，該權重可使用面積分布趨勢與臺灣石鱚相似。

圖 20B 為低流量 (0-20cms) 之權重可使用面積，比較能反映水域生物常態之棲息環境。圖 20B 可知水深及流速參數對映之權重可使用面積在流量 7-15cms 及 1.5cms 達相對大值，可研判為枯水時期水流侷限於低水槽時 1.5cms 是個相對良好之水理條件，而在豐水時期水流溢流至灘地後 7-15cms 是個相對良好之水理條件。

3.生態基流量分析

計算出不同流量與 WUA 值對應關係後，評估者依據評估基準研選出合適之 WUA 值，其所對應之流量即為河川生態基準流量。

WUA 值評估基準有以下數種，依照案例特性引用之：

- (1) 選取 WUA 曲線坡度變化明顯之轉折點 (inflection point)。
- (2) 當以促進生態發展為唯一標的時，應以 WUA 之極大值為考量。
- (3) 當考量水源利用效率時，應以 WUA 值之理想值或 WUA 佔總水域面積百分比之極大值的某個百分比 (如 80%) 為考量。

(4)代表性流量（如年平均流量）對應之 WUA 值的 80%。

以臺灣石鱸為例，流速參數對映之權重可使用面積在流量 10cms 及 1.5cms 達相對大值，即為 WUA 值之理想值。若以上述條件 3 為準，則枯水期之生態基流量約為 0.5cms、豐水期之生態基流量約為 6cms。

枯水期之生態基流量為 0.5cms 時，低水河槽水深為 0.12m、流速為 0.69m/s，水深遠低於一般生態學者建議之 0.30m，將產生水溫提高及棲地多樣性惡化之不良影響，故建議枯水期之生態基流量維持 1.5cms，水深為 0.17m、流速為 0.87m/s。

豐水期之生態基流量為 6cms 時，低水河槽水深為 0.35m、流速為 1.42m/s，可滿足棲地多樣性，低水河槽流速偏大時魚類會移往低水河槽兩側與灘地交界處，當地之流速降至約 0.40m/s。

五、結論

本研究自 2007 年 5 月至 2010 年 12 月期間，於清水溪 160 個樣站施予棲地環境因子、魚蝦類相及水棲昆蟲之調查，獲致如下之初步結論：

(一) 魚蝦類相

- (1) 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 143-520 μ s/cm，溶氧量於 6.45-11.8 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。
- (2) 各樣站方形樣格平均水深介於 3.2-95.6 cm 間，平均流速從 -0.06 至 1.44 m/sec，各樣站平均水深以清水溪支流的加走寮溪高橋頭吊橋 st1 樣站 95.6 cm 最深，其河段的另一樣站高橋頭吊橋 st3 3.2 cm 最淺；平均流速最大值及最小值均出現與水深相同的河段中的高橋頭吊橋 st2 樣站，其值分別為 1.438 m/sec 及 -0.06m/sec。
- (3) 調查期間共計採捕到 7 科 21 種 9,769 尾魚類，其中以鯉科 8 種最多，其次為鰕虎科 4 種，平鰭鰍科 3 種（含保育類魚種埔里中華爬岩鰍），鰍科及鮭科各 2 種，鯰科 1 種及慈鯛科 1 種。蝦類部分採捕到 1 科 3 種 156 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。以臺灣石鱸（38%，3,747 尾）數量最豐，其次分別為明潭吻鰕虎（20%，2,007 尾）、臺灣間爬岩鰍（16%，1,563 尾）、高身小鰾魚（7%，741 尾）、粗首鱗（5

％，499 尾），其餘魚種皆在 5％以下。

- (4) 本計畫已完成 160 個樣站 1,600 個電格之調查工作，所有電格水深分布介於 3.2~95.6 cm 之間，有漁獲電格水深範圍亦相同。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鱸在水深 55-60cm 間的族群分布密度較高，明潭吻鰕虎在水深 20-25cm 間的族群分布密度較高，從圖表的趨勢可發現明潭吻鰕虎在水深逐漸加深時，其魚數量也會逐漸遞減，可知其魚種較偏好較淺水域的棲地環境；臺灣間爬岩鰕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 55-60cm 間，出現率約為 75％，由圖表來看出現率占整體的 7 成以上，其水深分布為 15-85cm 間，推估臺灣石鱸所能適應的水深棲地範圍很廣；明潭吻鰕虎出現率最高的水深為 10-15cm，出現率為 64％，其趨勢與 CPUE 相同；臺灣間爬岩鰕出現率最高水深介於 25-30cm，出現率為 45％。
- (5) 所有樣站電格流速之分布介於-0.06-1.44 m/sec 之間，有漁獲電格流速分布亦同。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 0.0-0.1 m/sec 間，意謂臺灣石鱸的族群能喜好此流速範圍，從圖表可知在流速逐漸增加時，魚的數量相對有減少的趨勢，數量次之的明潭吻鰕虎 CPUE 最大值出現在 1.0-1.1 m/sec 間，但以整體來看，其族群分布密度較高為流速 0.5-0.7 m/sec 間及 0.8-1.1 m/sec 間，推測明潭吻鰕虎可能偏好流速較高之棲地，臺灣間爬岩鰕 CPUE 最大值為 1.1-1.2 m/sec 間，由圖表觀察到流速 0.9-1.2 m/sec 此範圍的魚群數量較豐，顯示該魚種可能較喜好流速較強之棲地。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％，其圖表趨勢與 CPUE 相同；數量次之的明潭吻鰕虎出現率最高的棲地流速在 0.6-0.7m/sec 間，出現率約為 63％，臺灣間爬岩鰕出現率最高的流速範圍介於 0.9-1.0m/sec 間，其出現率約為 70％。
- (6) 以臺灣石鱸為例，枯水期之生態基流量約為 0.5cms，低水河槽水深為 0.12m、流速為 0.69m/s，水深遠低於一般生態學者建議之 0.30m，將棲地多樣性相關的惡化因子之不良影響納入考慮，故建議枯水期之生態基流量維持 1.5cms，水深為 0.17m、流速為 0.87m/s；豐水期之生態基流量約為 6cms，低水河槽水深為 0.35m、流速為 1.42m/s，可滿足棲地多樣性，低水河槽流速偏大時魚類會移往低水河槽兩側與灘地交界處，當地之流速降至約 0.40m/s。

(二) 水棲昆蟲類

- (1) 調查期間清水溪各樣站 pH 值在 7.51-9.15 間，水體酸鹼度成弱鹼性，水溫分布在 13.0°C 至 28.7°C 之間，導電度介於 118-523 μ s/cm，溶氧量於 6.22-12.62 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。
- (2) 各樣站網格平均水深以清水溪主流的加走寮溪高橋頭吊橋 st1 樣站 60.0 cm 最深，加走寮溪中的天井瀑布上樣站 2.0 cm 最淺；平均流速最大值與最小值均出現在清水溪的支流加走寮溪高橋頭吊橋 st1 樣站，其值分別為 1.42 m/sec 及 -0.11 m/sec，流速呈現負值是由大型底石造成之洄流而形成。
- (3) 數量最豐的蜉蝣目（四節蜉蝣科）其族群密度為高分佈於平均水深 0-5cm 間；數量其次的毛翅目（網石蠶科）在水深 0-5cm 間族群密度較高；雙翅目（搖蚊科）的高密度族群分布在水深 0-5cm 間，可知這三種均喜歡淺水域。在捕獲網格比例方面，捕獲量最豐的蜉蝣目（四節蜉蝣科）水深棲地適合度其出現率均在 80% 以上，出現率最高為 100%，其棲地水深為 45-50cm；數量次之的毛翅目（網石蠶科）水深棲地適合度出現率均在 75% 以上，最高為 100%，其棲地介於水深 50-55cm 間；雙翅目（搖蚊科）則是在水深 0-5cm 及 50-55cm 間的水深適合度為高，出現率為 100%，整體的水深棲地適合度其出現率均在 82% 以上。
- (4) 數量最豐的蜉蝣目（四節蜉蝣科）於流速 0.9-1.0m/s 間為高密度族群，以整體來看該物種分布較多均在流速 0.2-1.0 m/s 間；數量其次毛翅目（網石蠶科）的高密度族群分布於流速 0.9-1.0 間；雙翅目（搖蚊科）於流速 0.0-0.1 m/s 間族群密度較高。在捕獲網格比例（出現率）方面，捕獲之蜉蝣目（四節蜉蝣科）、毛翅目（網石蠶科）及雙翅目（搖蚊科）的棲地流速適合度目前無顯著趨勢。

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.

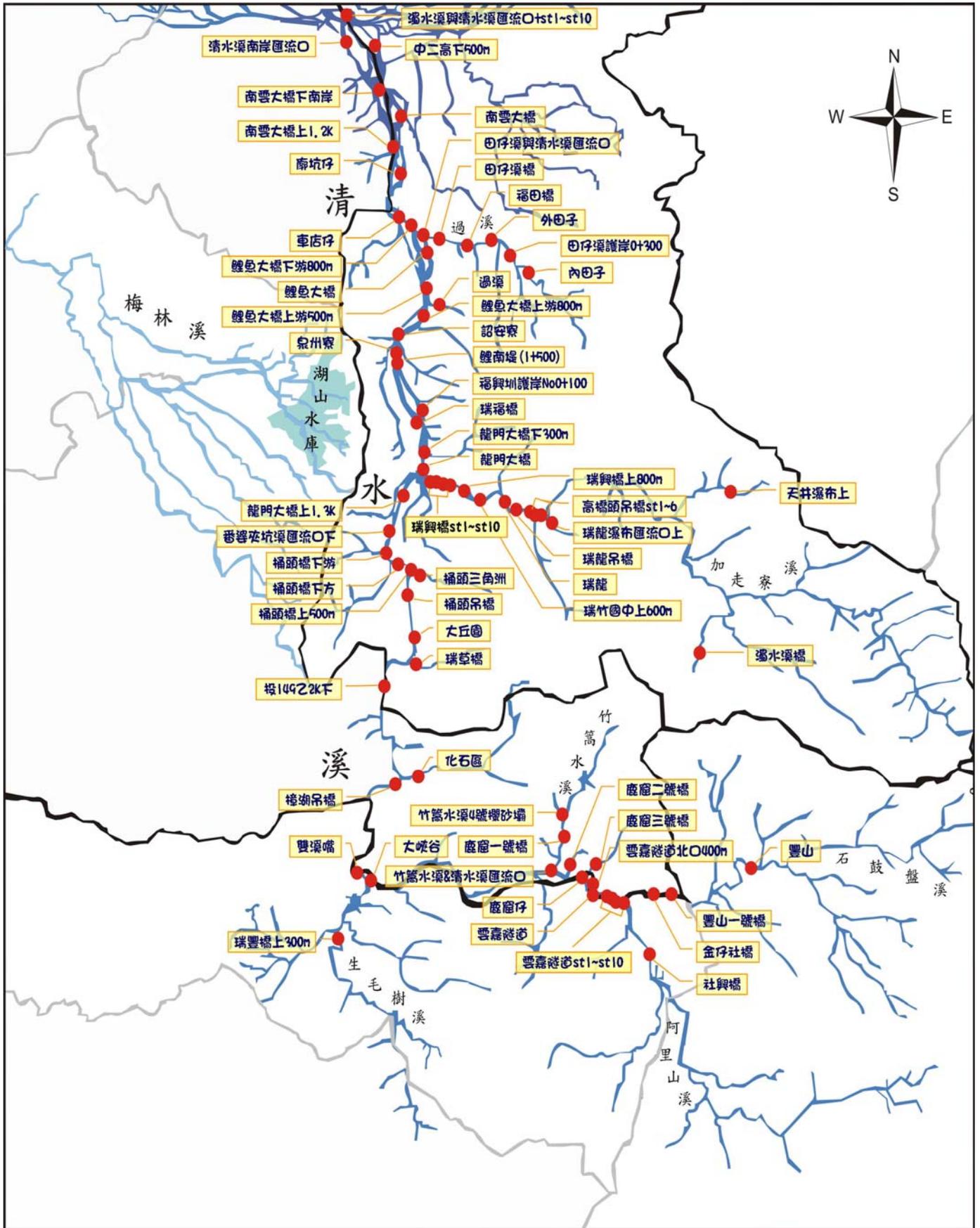


圖 1. 2007~2010 年清水溪樣站位置圖(●為隨意樣站)。



<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>



<高橋頭吊橋 st6-20100204>



<高橋頭吊橋 st5-20100204>



<高橋頭吊橋 st4-20100203>



<高橋頭吊橋 st3-20100202>



<高橋頭吊橋 st2-20100202>



<高橋頭吊橋 st4-20100506>



<高橋頭吊橋 st3-20100504>



<高橋頭吊橋 st2-20100504>



<高橋頭吊橋 st1-20100504>



<高橋頭吊橋 st6-20100702>



<高橋頭吊橋 st5-20100630>



<高橋頭吊橋 st4-20100630>



<高橋頭吊橋 st3-20100629>



<高橋頭吊橋 st2-20100705>



<高橋頭吊橋 st1-20100705>



<高橋頭吊橋 st6-20100805>



<高橋頭吊橋 st5-20100804>



<高橋頭吊橋 st4-20100803>



<高橋頭吊橋 st3-20100804>



<高橋頭吊橋 st2-20100809>



<高橋頭吊橋 st1-20100806>



<高橋頭吊橋 st6-20100906>



<高橋頭吊橋 st5-20100903>



<高橋頭吊橋 st4-20100902>



<高橋頭吊橋 st3-20100831>



<高橋頭吊橋 st2-20100830>



<高橋頭吊橋 st1-20100901>



<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>
366



<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>



<瑞興橋 st10-20100111>



<瑞興橋 st9-20100111>



<瑞興橋 st8-20100111>



<瑞興橋 st7-20100111>



<瑞興橋 st6-20100111>



<瑞興橋 st5-20100111>



<瑞興橋 st4-20100111>



<瑞興橋 st3-20100111>



<瑞興橋 st2-20100111>



<瑞興橋 st1-20100111>



<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>



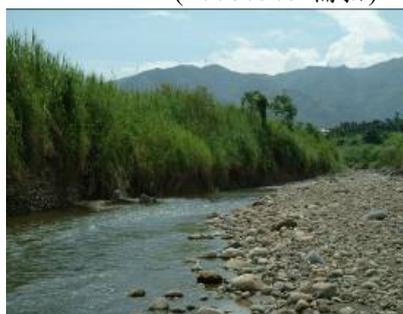
<內田子-20070807
(20080303 補拍)>



<田仔溪護岸 0+300-20080805>



<外田子-20070806
(20080303 補拍)>



<福田橋-20080806>
368



<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>



<濁水溪與清水溪匯流口 st3
-20091203>



<濁水溪與清水溪匯流口 st4
369 -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>

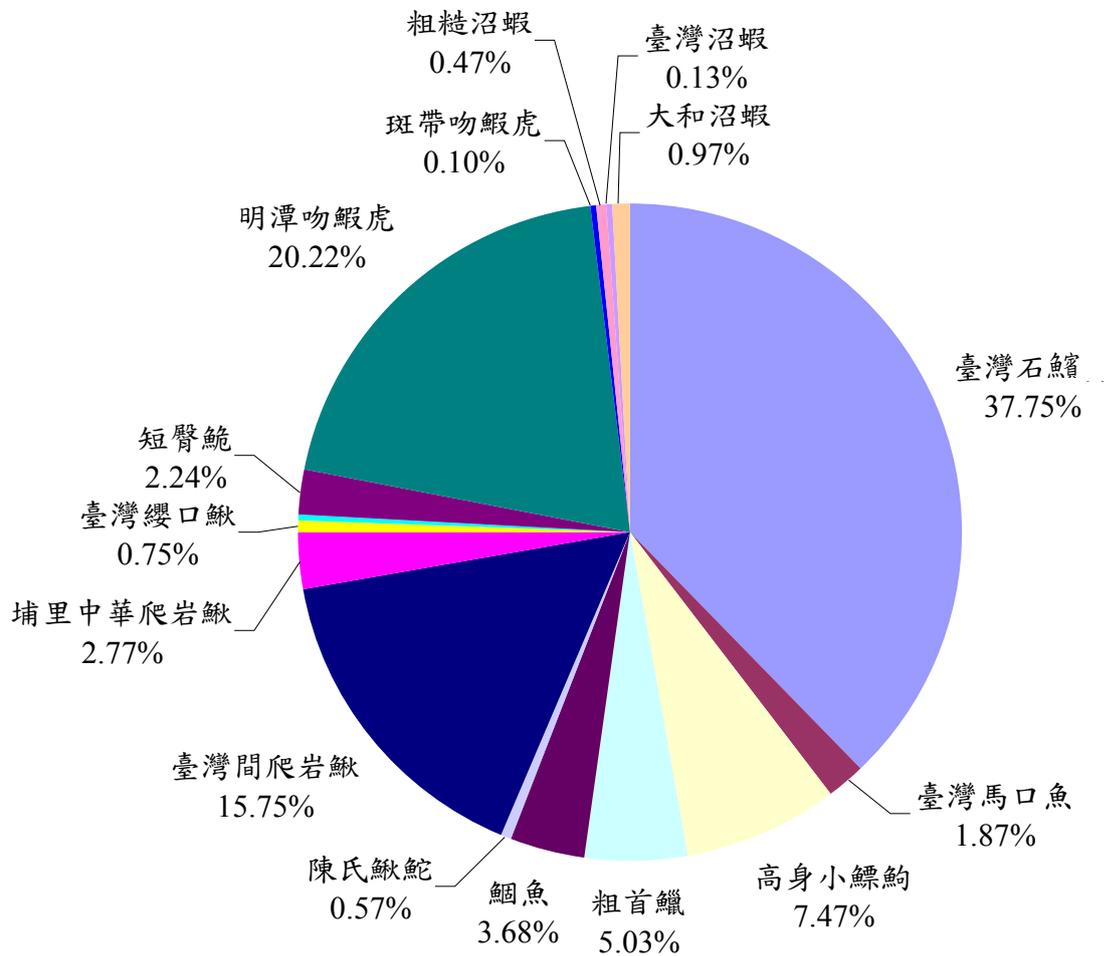


<濁水溪與清水溪匯流口 st9
-20091209>



<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）。



註:<0.1%之物種未列入圓餅圖中。

圖 3. 清水溪漁獲組成-電格法。

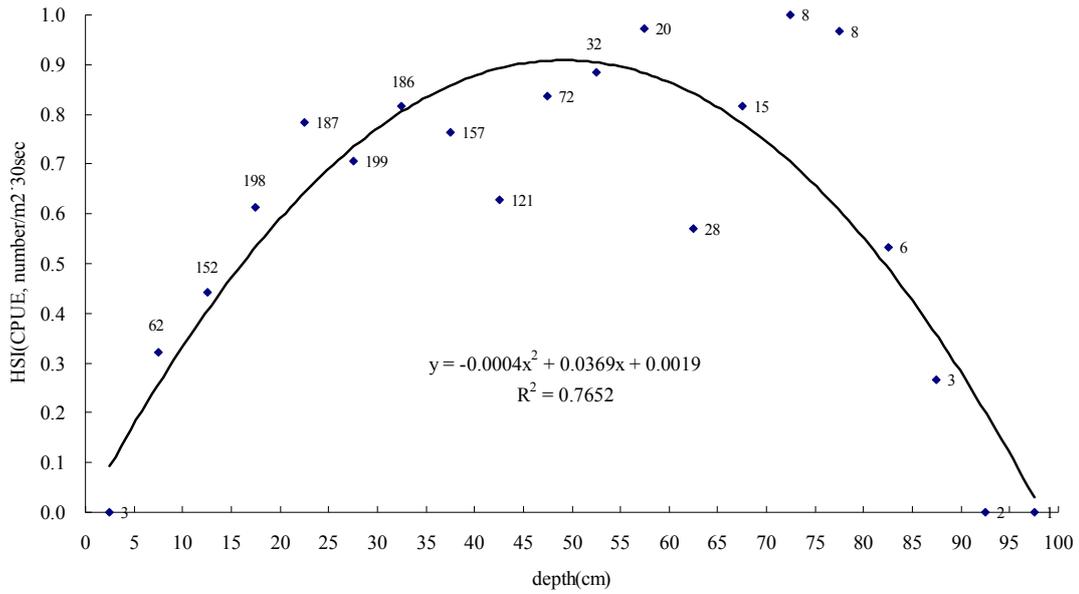


圖 4.(A) 清水溪臺灣石鱸平均水深與單位努力漁獲量之關係。(有漁獲樣站電格數 1460)

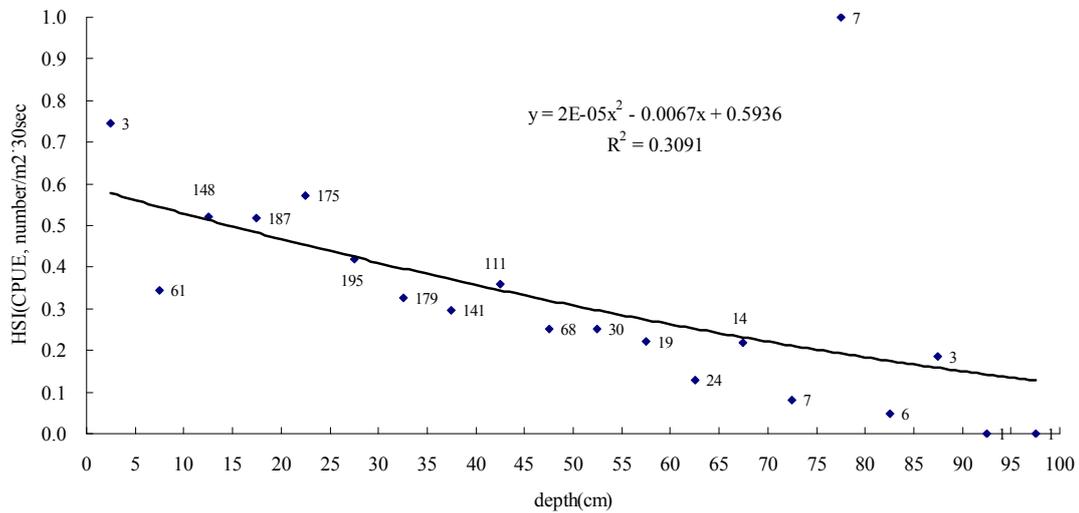


圖 4.(B) 清水溪明潭吻鰕虎平均水深與單位努力漁獲量之關係。(有漁獲樣站電格數 1380)

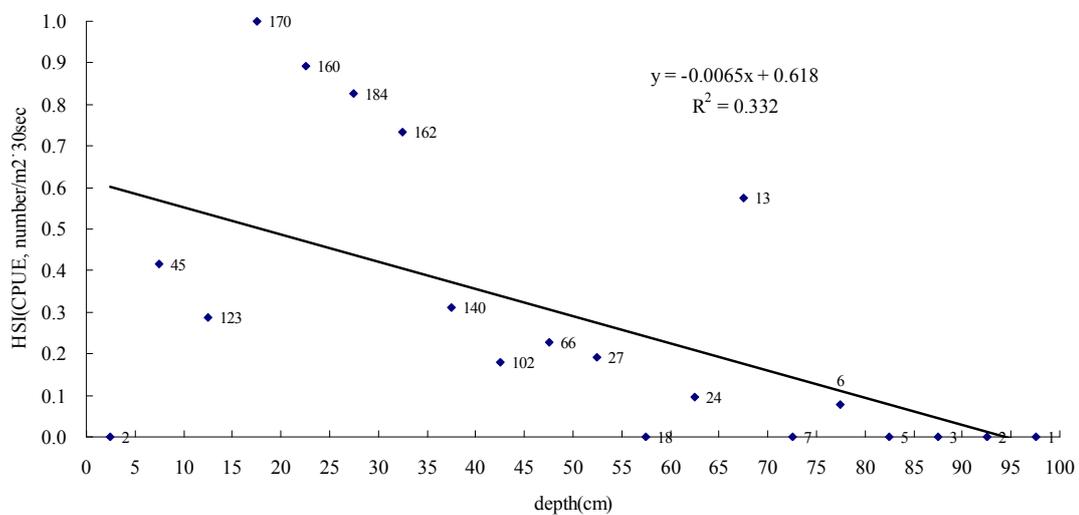


圖 4.(C) 清水溪臺灣間爬岩鰕平均水深與單位努力漁獲量之關係。(有漁獲樣站電格數 1260)

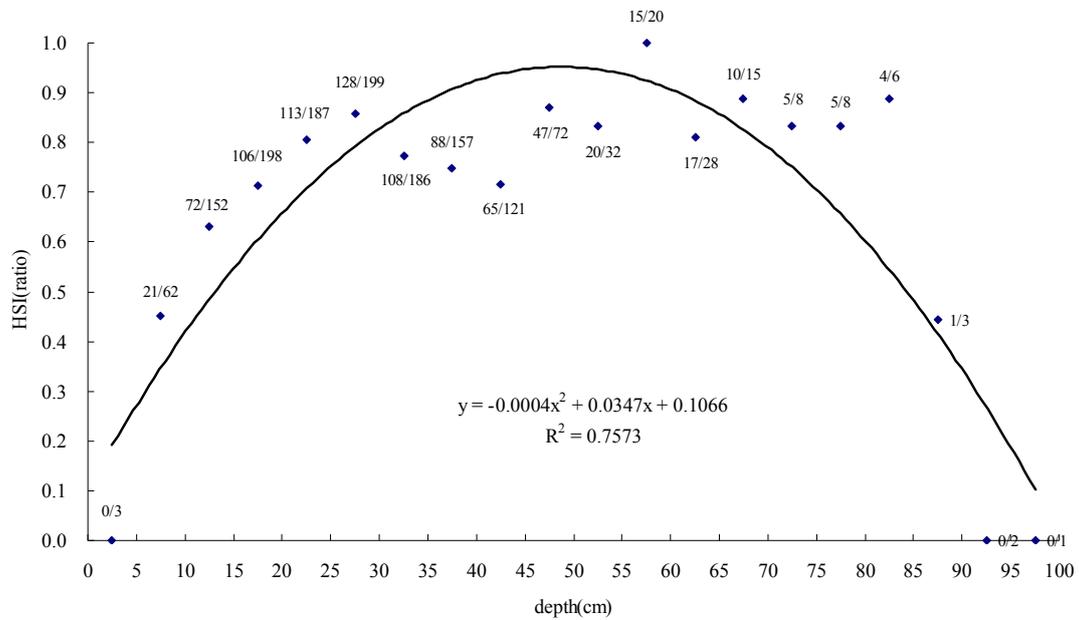


圖 5.(A) 清水溪臺灣石鱖平均水深與適合度之關係。
(有漁獲電格數/有漁獲樣站總電格數=825/1460)

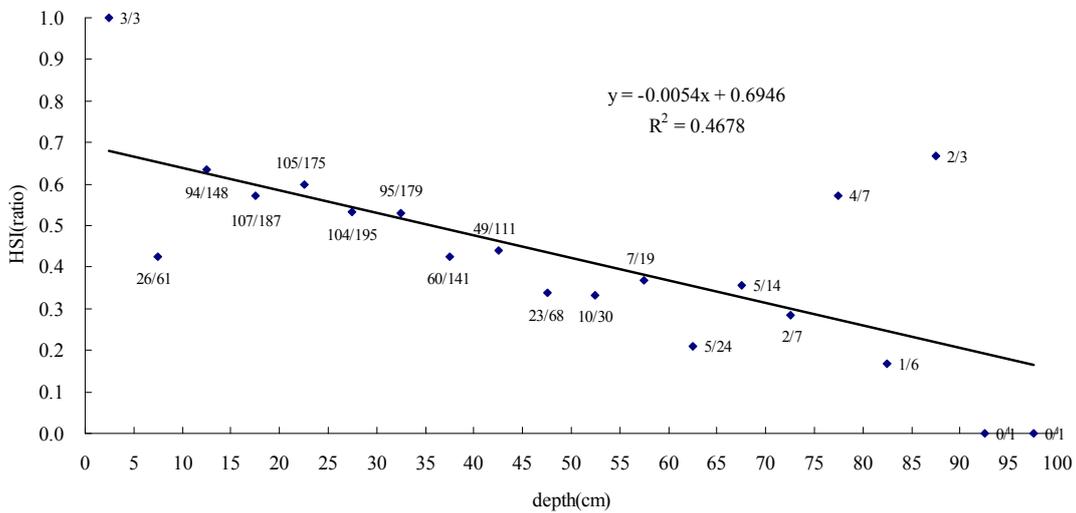


圖 5.(B) 清水溪明潭吻鰕虎平均水深與適合度之關係。
(有漁獲電格數/有漁獲樣站總電格數=702/1380)

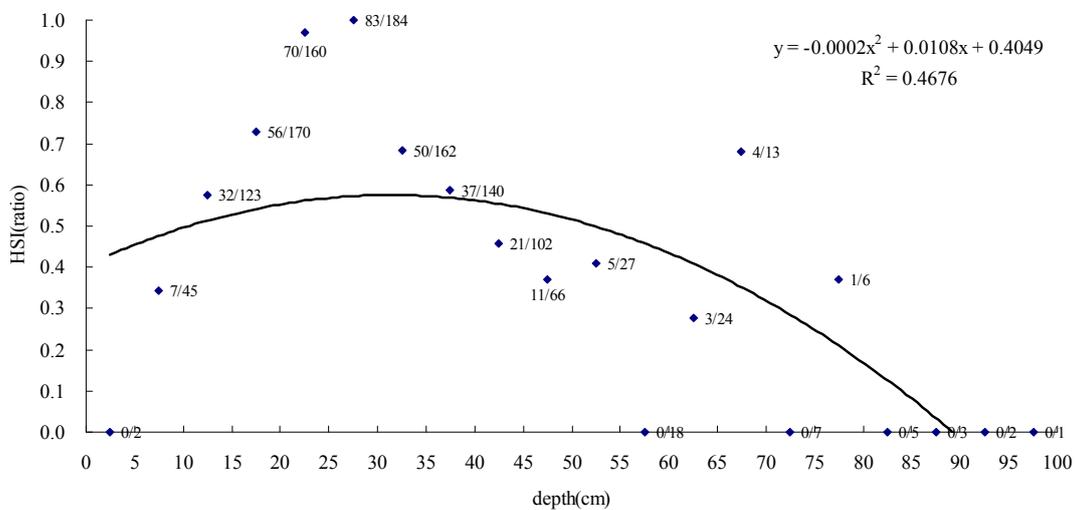


圖 5.(C) 清水溪臺灣間爬岩鰕平均水深與適合度之關係。
(有漁獲電格數/有漁獲樣站總電格數=380/1260)

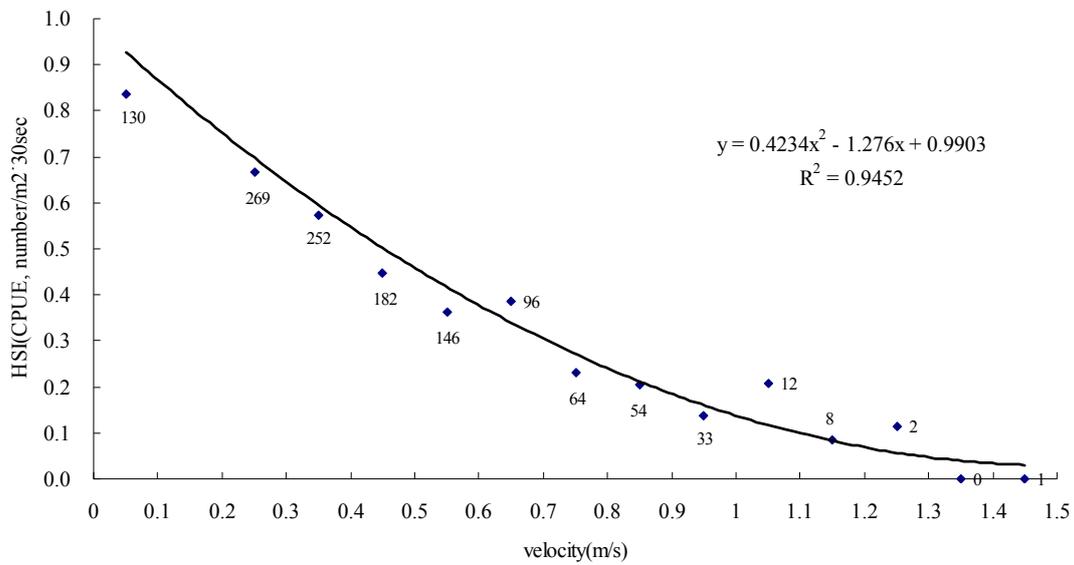


圖 6.(A) 清水溪臺灣石鱚平均流速與單位努力漁獲量之關係。(有漁獲樣站電格數 1460)

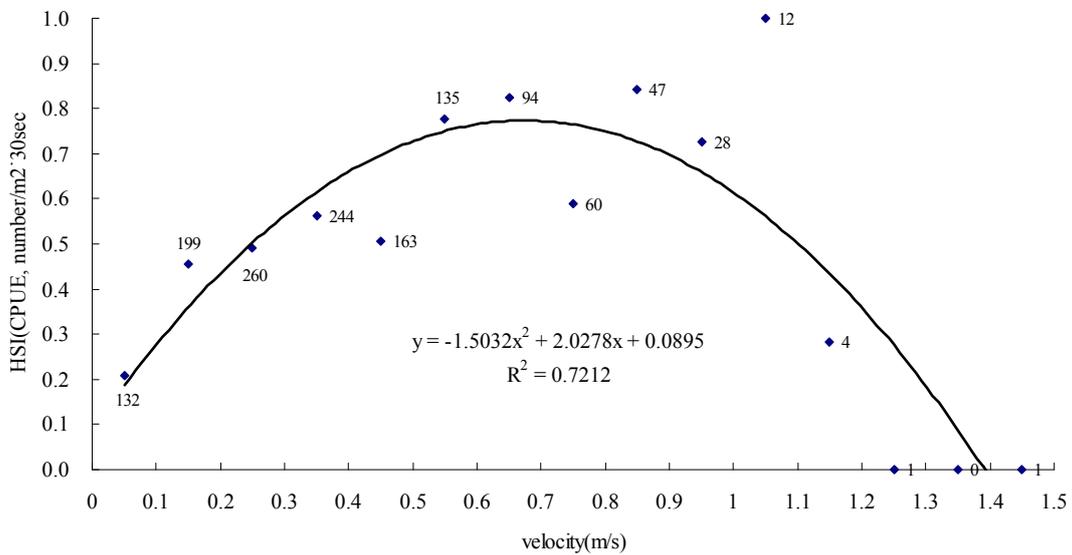


圖 6.(B) 清水溪明潭吻鰕虎平均流速與單位努力漁獲量之關係。(有漁獲樣站電格數 1380)

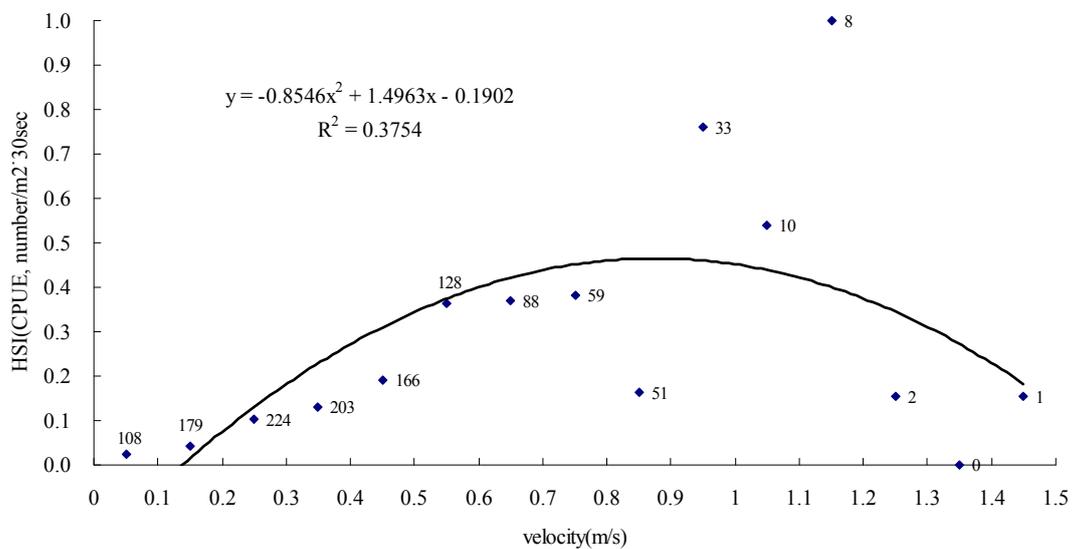


圖 6.(C) 清水溪臺灣間爬岩鰕平均流速與單位努力漁獲量之關係。(有漁獲樣站電格數 1260)

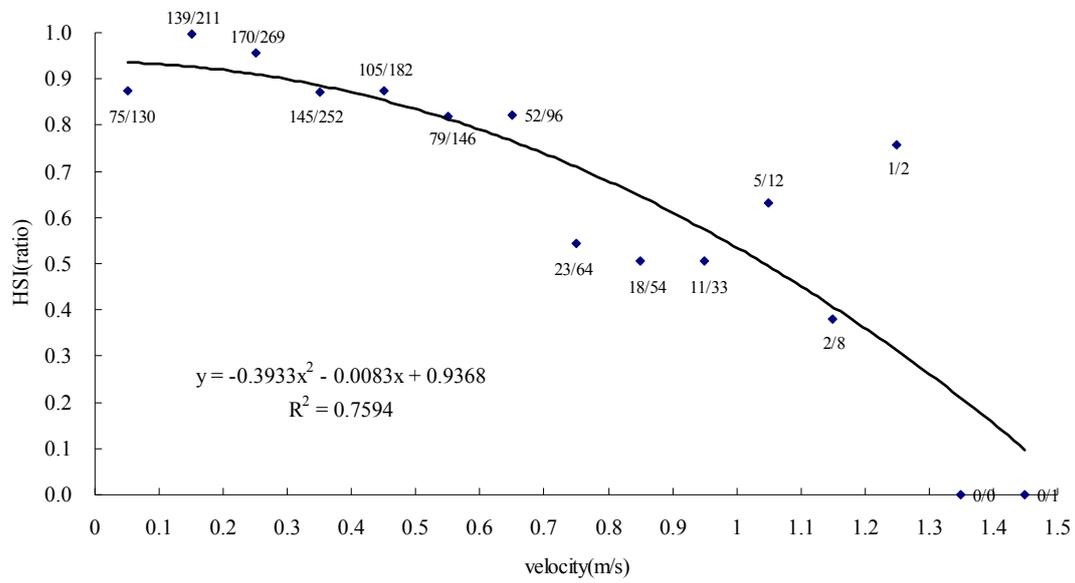


圖 7.(A) 清水溪臺灣石鱸平均流速與適合度之關係。
(有漁獲電格數/有漁獲樣站總電格數=825/1460)

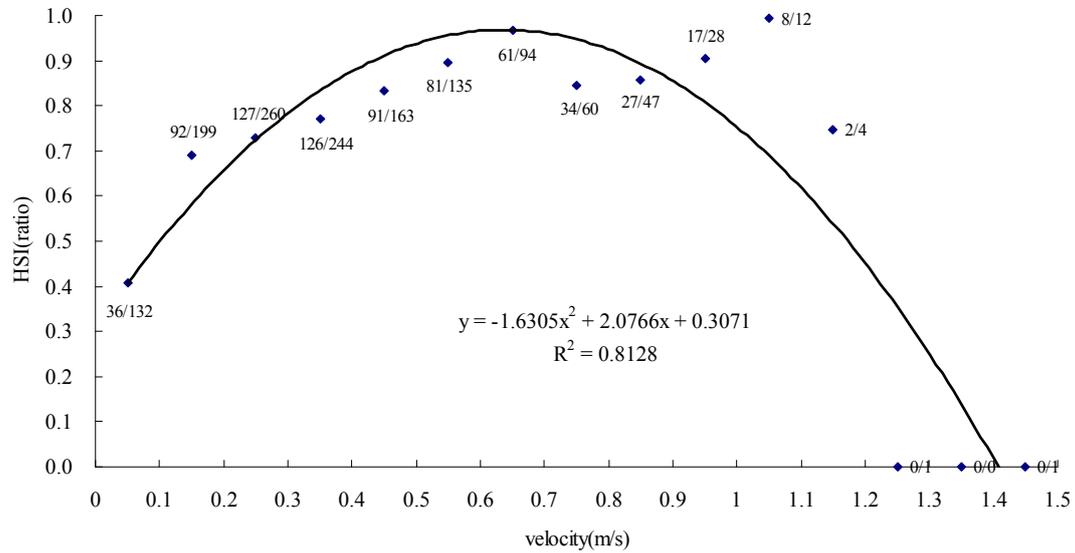


圖 7.(B) 清水溪明潭吻鰕虎平均流速與適合度之關係。
(有漁獲電格數/有漁獲樣站總電格數=702/1380)

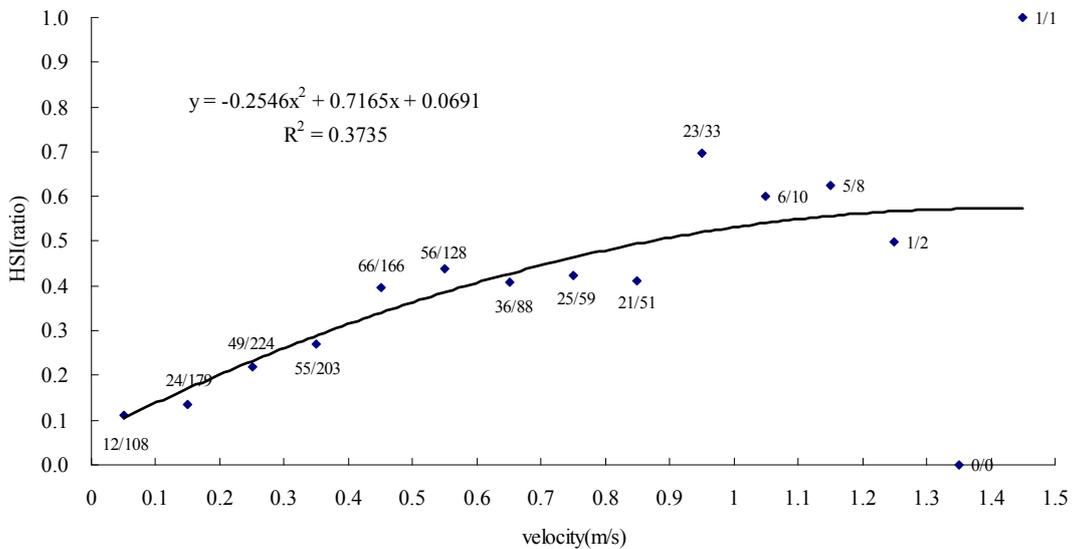


圖 7.(C) 清水溪臺灣間爬岩鰕平均流速與適合度之關係。
(有漁獲電格數/有漁獲樣站總電格數=380/1260)

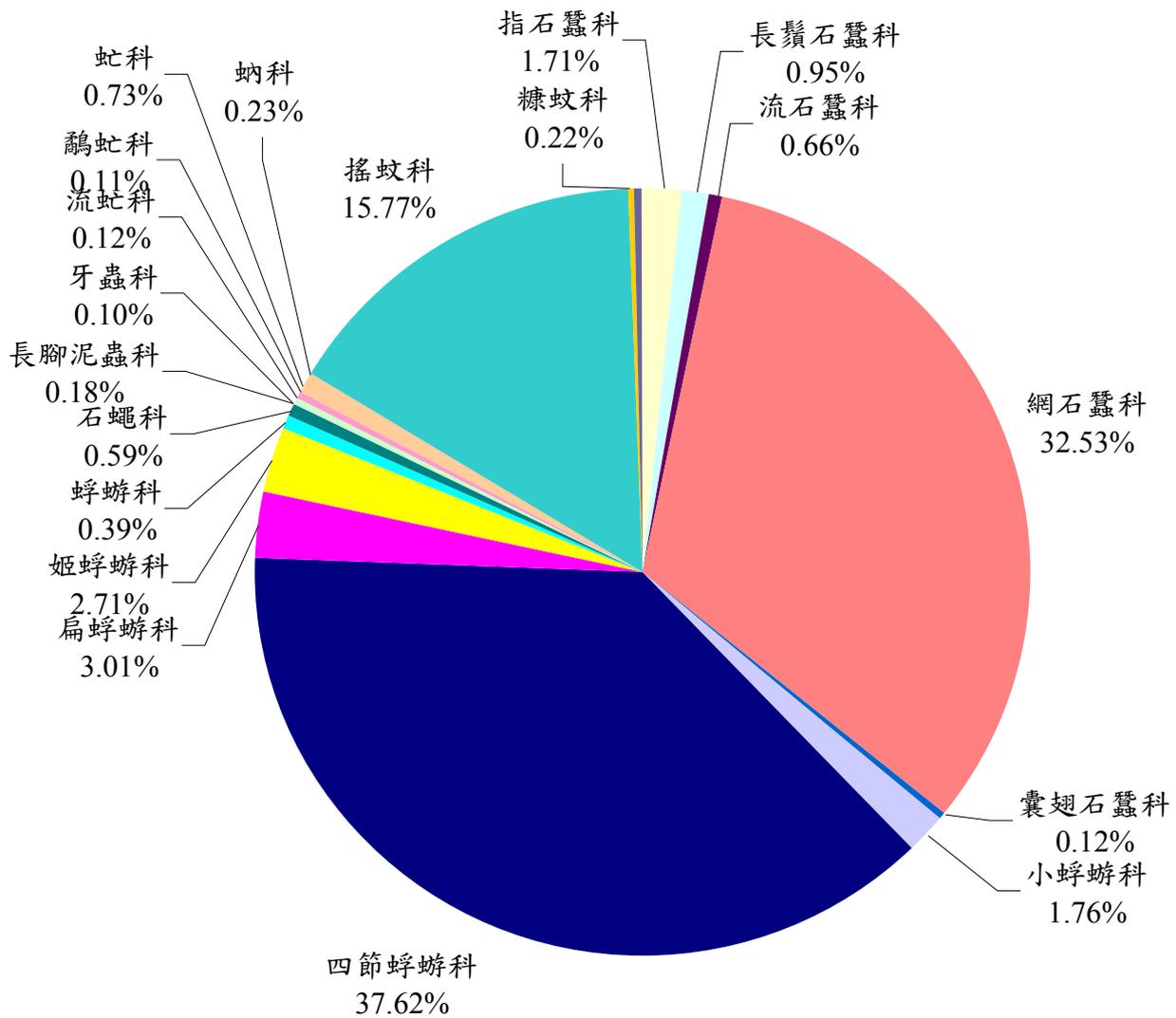
表 1. 清水溪河系河川情勢調查魚蝦類名錄 (2007.5-2010.12 月)

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>	◎	
		高身小鰾鮒	<i>Microphysogobio alticorpus</i>	◎	
		粗首鱻	<i>Zacco pachycephalus</i>	◎	
		鯛魚	<i>Scaphesthes barbatulus</i>	◎	
		鯽魚	<i>Carassius auratus</i>		
		白鱮	<i>Hemiculter leuscus</i>		
		陳氏鰕鮒	<i>Gobiobotia cheni</i>		
平鰭鰕科	Homalopteridae	臺灣間爬岩鰕	<i>Hemimyzon formosanum</i>	◎	
		埔里中華爬岩鰕	<i>Sinogratomyzon puliensis</i>	◎	II
		臺灣纓口鰕	<i>Crossostoma lacustre</i>	◎	
鰕科	Cobitidae	中華花鰕	<i>Cobitis sinensis</i>		
		泥鰕	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>		
鮠科	Bagridae	短臀鮠	<i>Pseudobagrus brevianalis brevianalis</i>	◎	
		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。



註:<0.1%之物種未列入圓餅圖中。

圖 8. 清水溪水棲昆蟲捕獲組成-蘇伯氏網採集法。

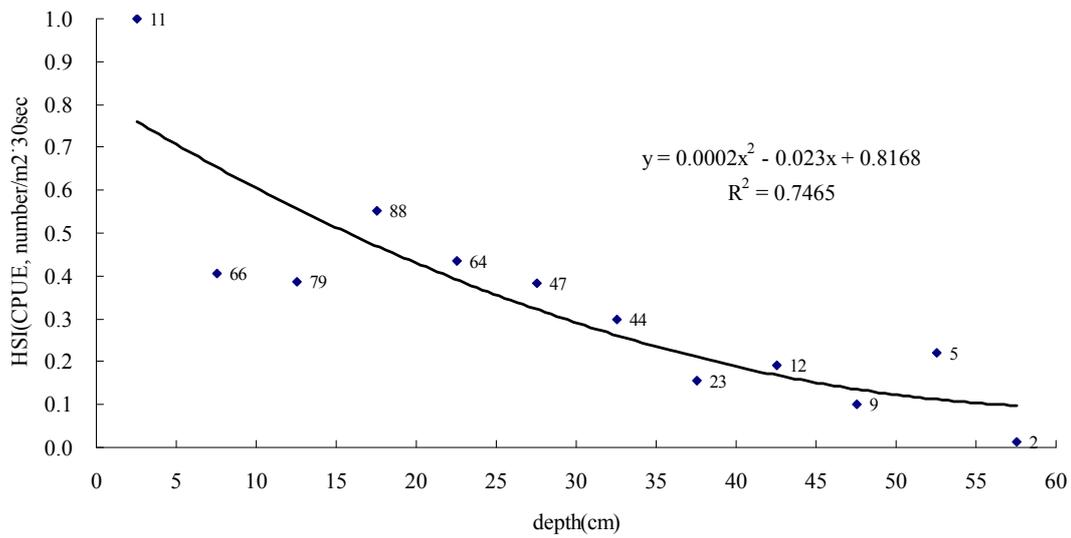


圖 9. (A) 清水溪水棲昆蟲四節蜉蝣科(蜉蝣目) 平均水深與單位努力捕獲量之關係。(有捕獲網格數 450)

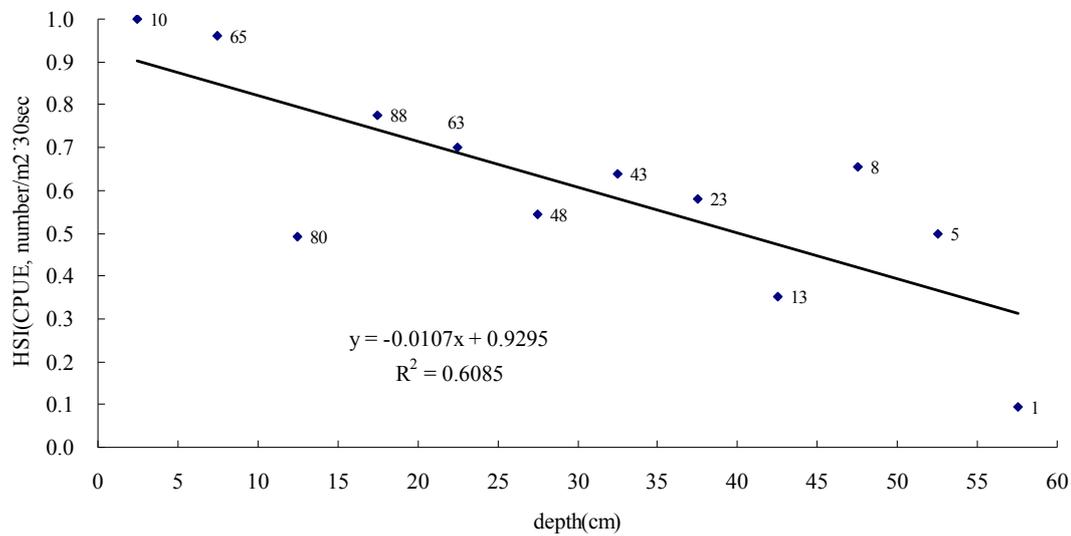


圖 9. (B) 清水溪水棲昆蟲網石蠹科(毛翅目) 平均水深與單位努力捕獲量之關係。(有捕獲樣站網格數 447)

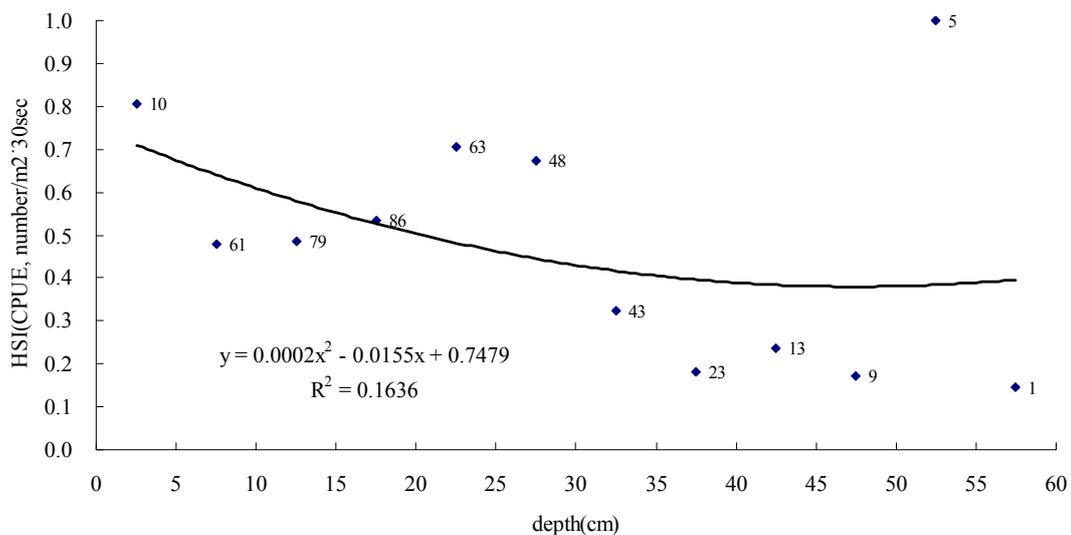


圖 9. (C) 清水溪水棲昆蟲搖蚊科(雙翅目) 平均水深與單位努力捕獲量之關係。(有捕獲網格數 441)

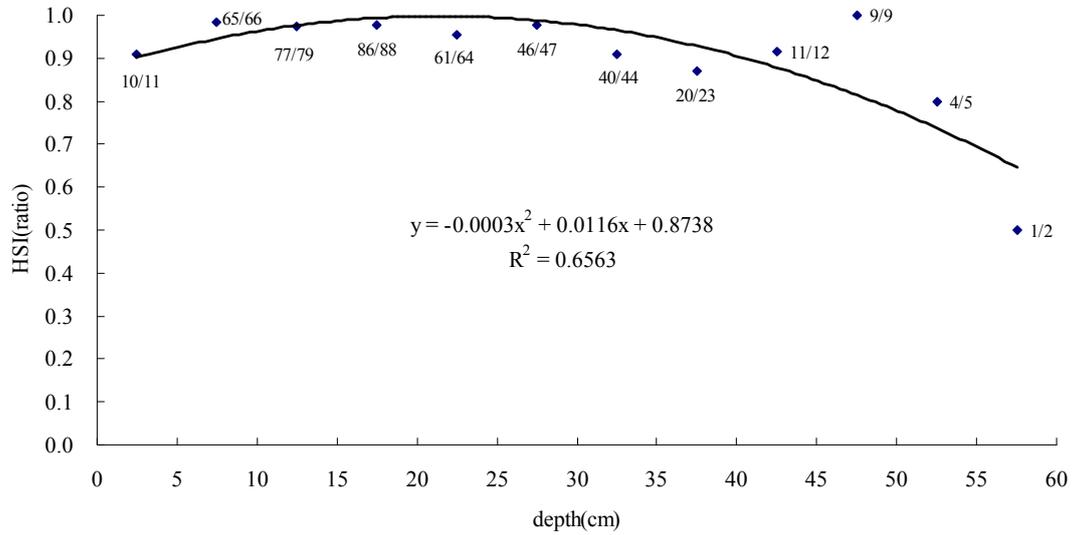


圖 10. (A) 清水溪水棲昆蟲四節蜚蠊科(蜚蠊目)平均水深與適合度之關係。
(有捕獲網格數/有捕獲樣站總網格數=430/450)

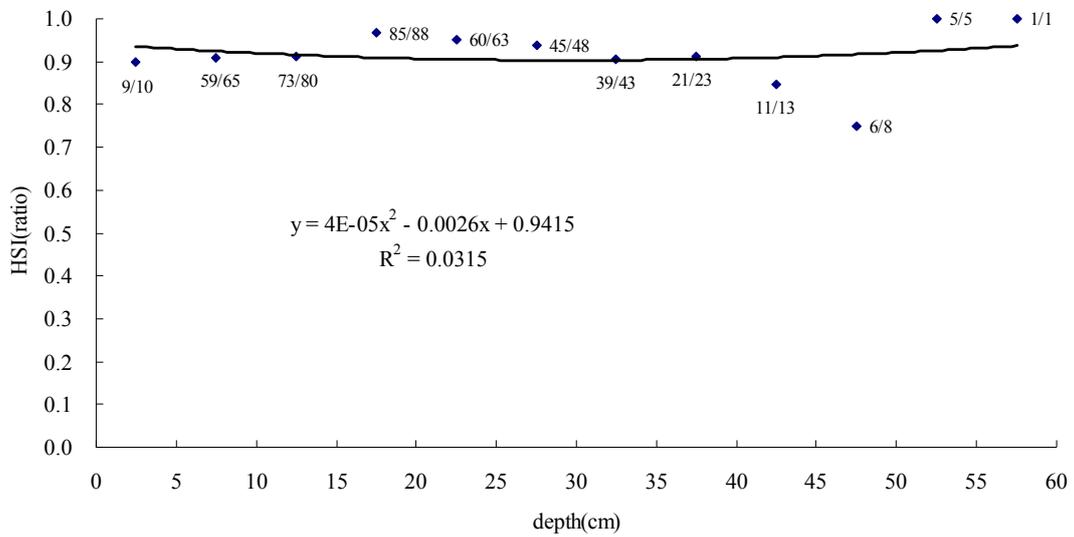


圖 10. (B) 清水溪水棲昆蟲網石蠹科(毛翅目)平均水深與適合度之關係。
(有捕獲網格數/有捕獲樣站總網格數=414/447)

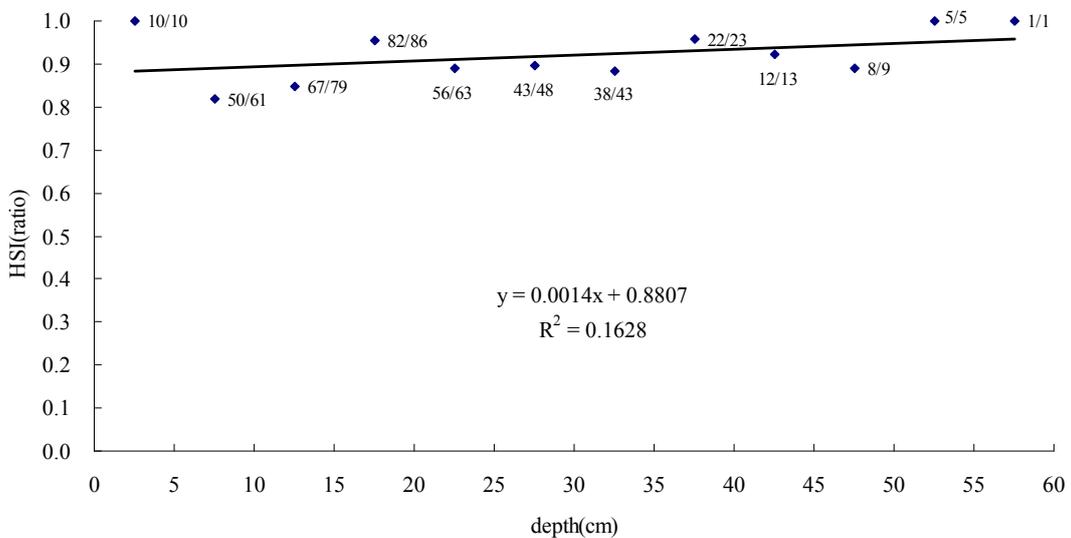


圖 10. (C) 清水溪水棲昆蟲搖蚊科(雙翅目)平均水深與適合度之關係。
(有捕獲網格數/有捕獲樣站總網格數=394/441)

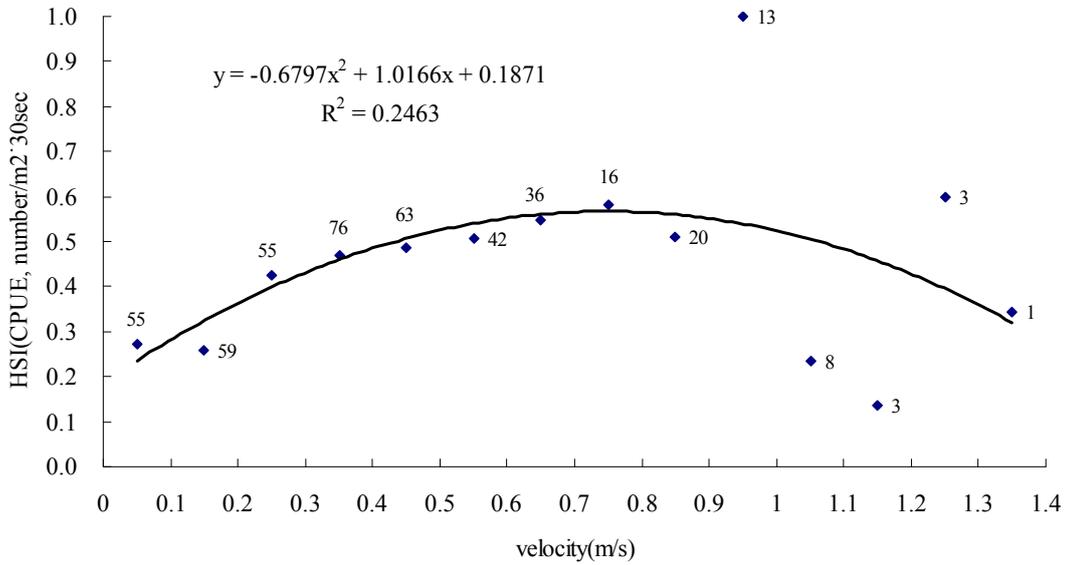


圖 11. (A) 清水溪水棲昆蟲四節蜉蟴科(蜉蟴目)平均流速與單位努力漁獲量之關係。(有捕獲網格數 450)

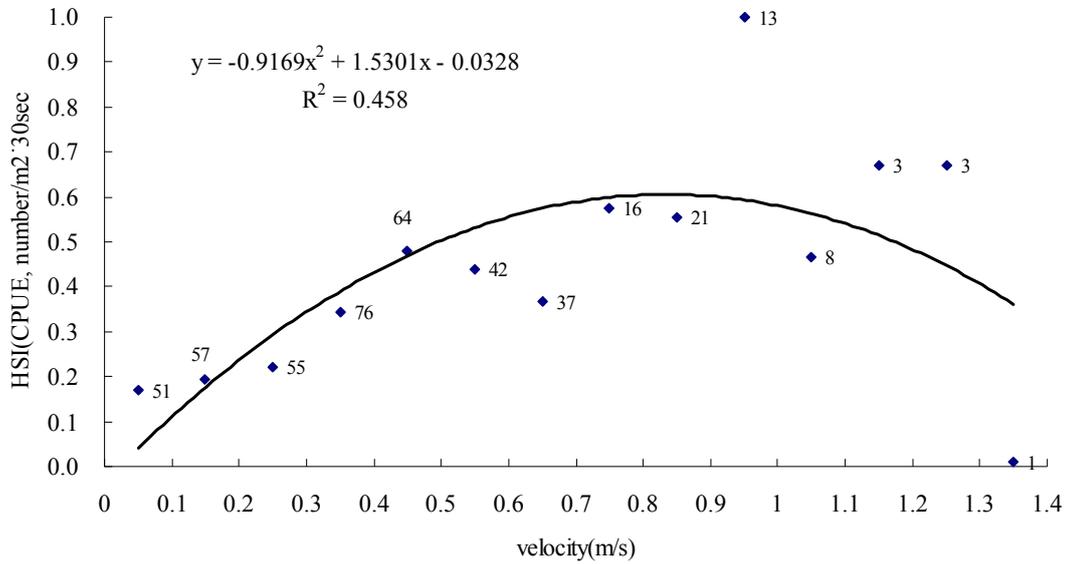


圖 11. (B) 清水溪水棲昆蟲網石蠶科(毛翅目)平均流速與單位努力漁獲量之關係。(有捕獲網格數 447)

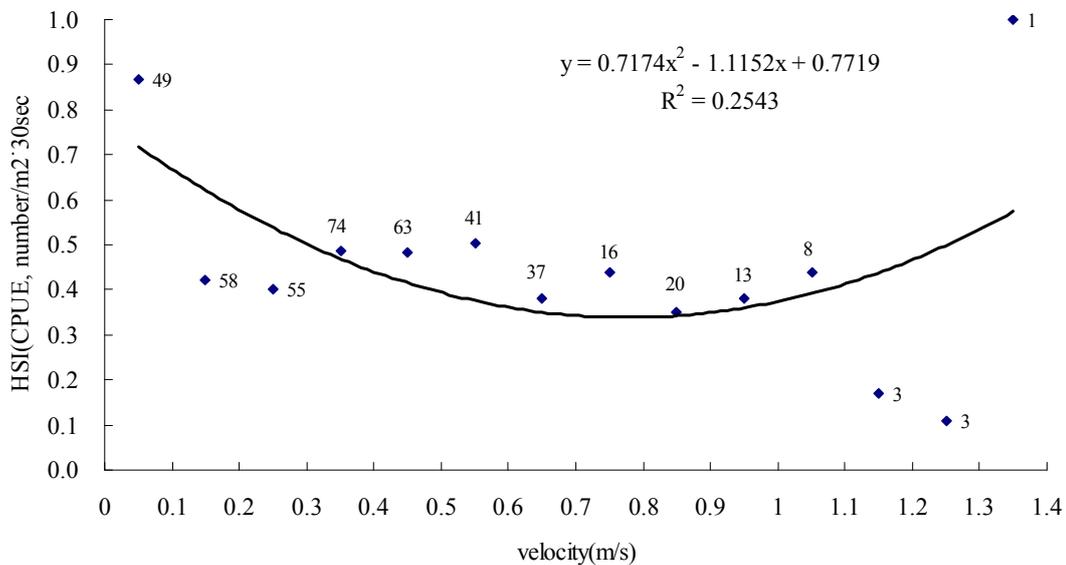


圖 11. (C) 清水溪水棲昆蟲搖蚊科(雙翅目)平均流速與單位努力漁獲量之關係。(有捕獲網格數 441)

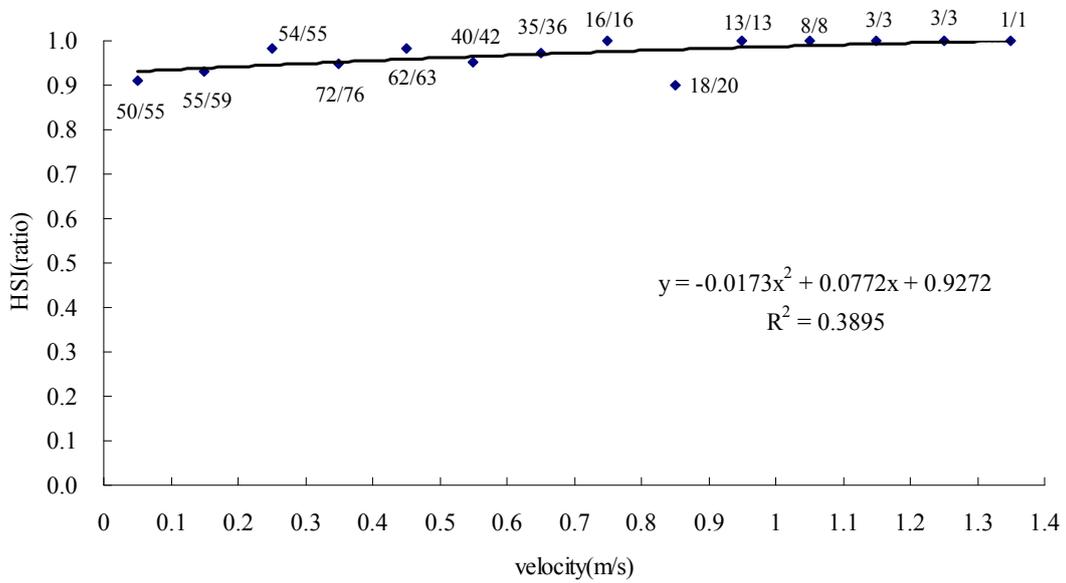


圖 12. (A) 清水溪水棲昆蟲四節蜉蟬科(蜉蟬目)平均流速與適合度之關係。
(有漁獲網格數/有漁獲樣站總網格數=430/450)

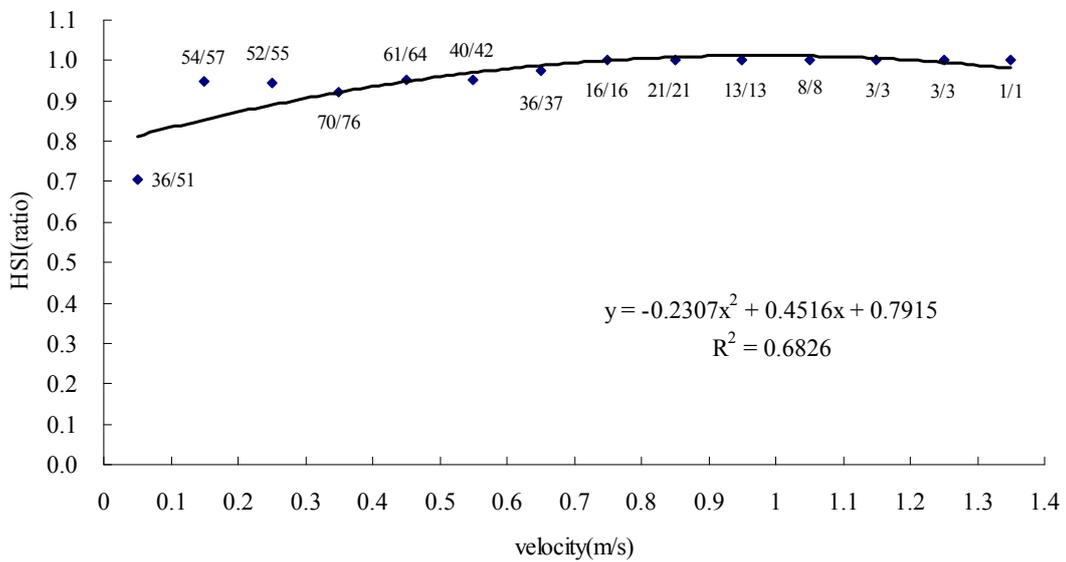


圖 12. (B) 清水溪水棲昆蟲網石蠶科(毛翅目)平均流速與適合度之關係。
(有漁獲網格數/有漁獲樣站總網格數=414/447)

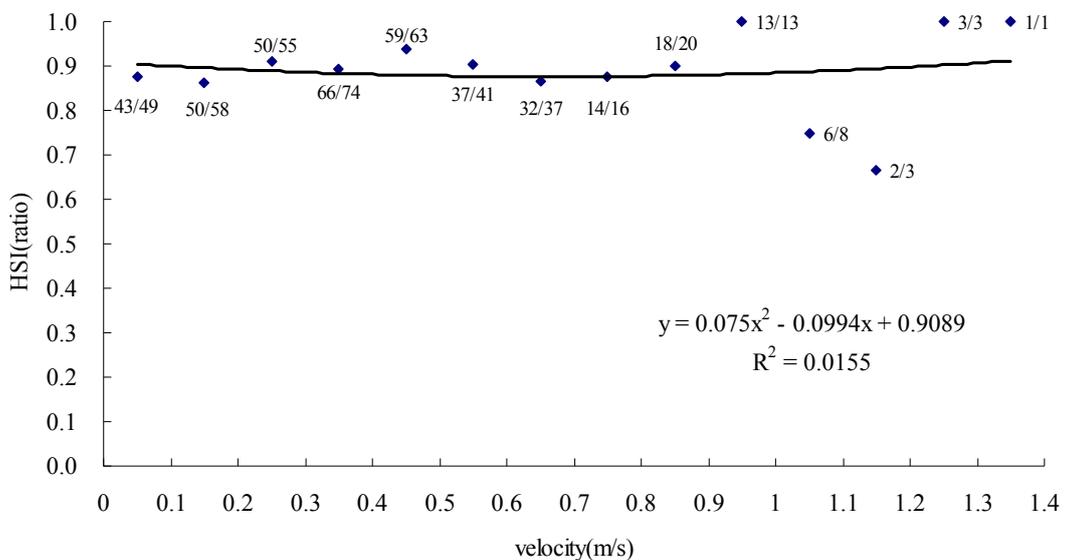


圖 12. (C) 清水溪水棲昆蟲搖蚊科(雙翅目)平均流速與適合度之關係。
(有漁獲網格數/有漁獲樣站總網格數=394/441)

表 1. 清水溪河系河川情勢調查水棲昆蟲名錄 (2007.5-2010.12 月)

中文目名	英文目名	中文科名	學名
毛翅目	Trichoptera	多距石蠶科	Polycentropodidae
		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
		囊翅石蠶科	Hydrobiosidae
蜉蝣目	Ephemeroptera	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
		花鰓蜉蝣科	Potomanthidae
廣翅目	Megaloptera	石蛉科	Sialidae
襉翅目	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
		鷓虻科	Athericidae
		虻科	Tabanidae
		蚋科	Simuliidae
		搖蚊科	Chironomidae
		大蚊科	Tipulidae
		糠蚊科	Ceratopogonidae
		網蚊科	Blephariceridae
		紅蟲	
蜻蛉目	Odonata	幽蟴科	Euphaeidae
		春蜓科	Gomphidae
		弓蜓科	Corduliidae
		晏蜓科	Aeshnidae
		蜻蜒科	Libellulidae
鱗翅目	Lepidoptera	螟蛾科	Pyralidae
其他		蝸蟲	Planaria
		水蛭	Hirude

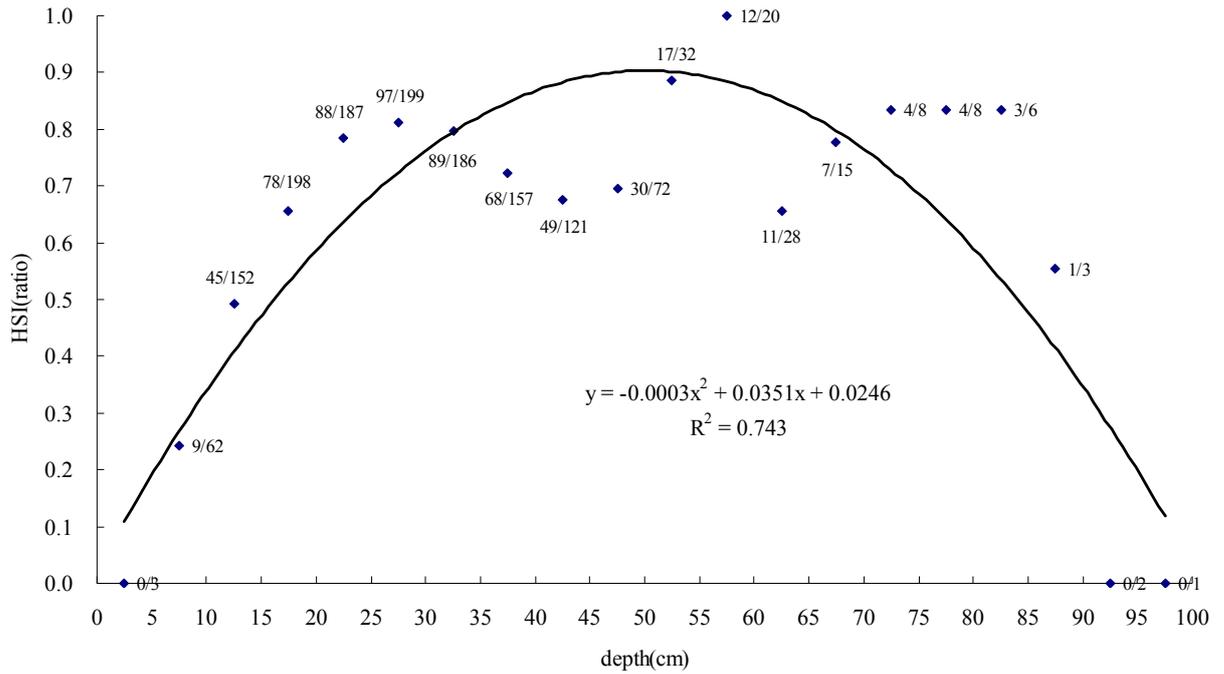


圖 13. (A)臺灣石鱸棲地適合度曲線(水深)

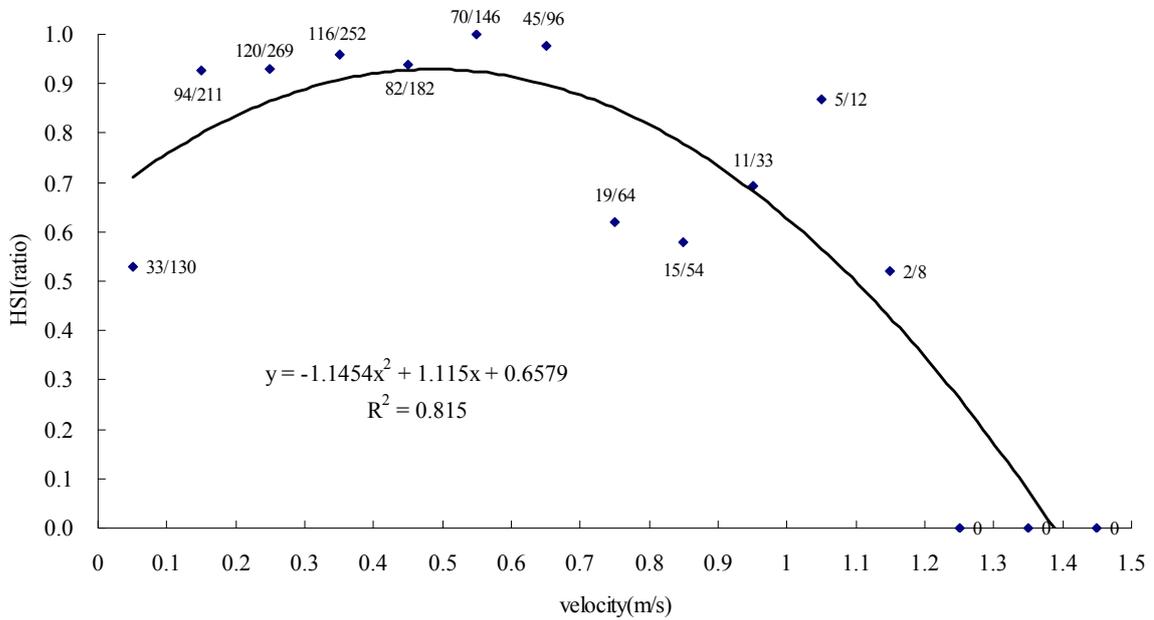


圖 13. (B)臺灣石鱸棲地適合度曲線(流速)

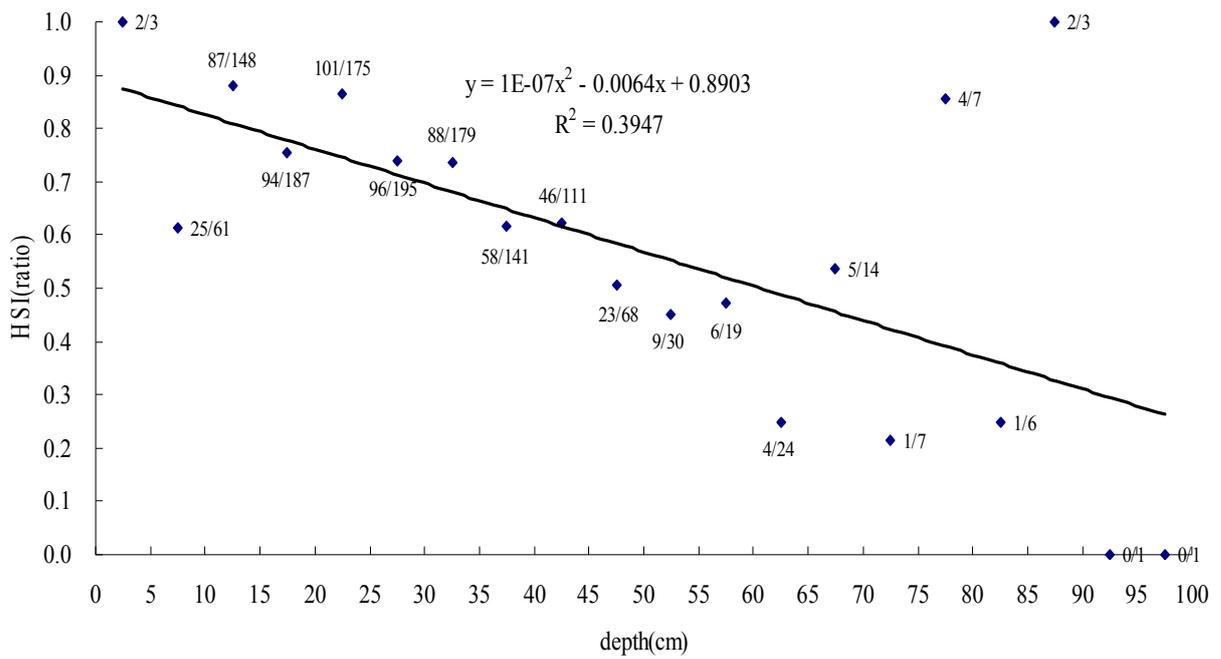


圖 14. (A)明潭吻鰕虎棲地適合度曲線(水深)

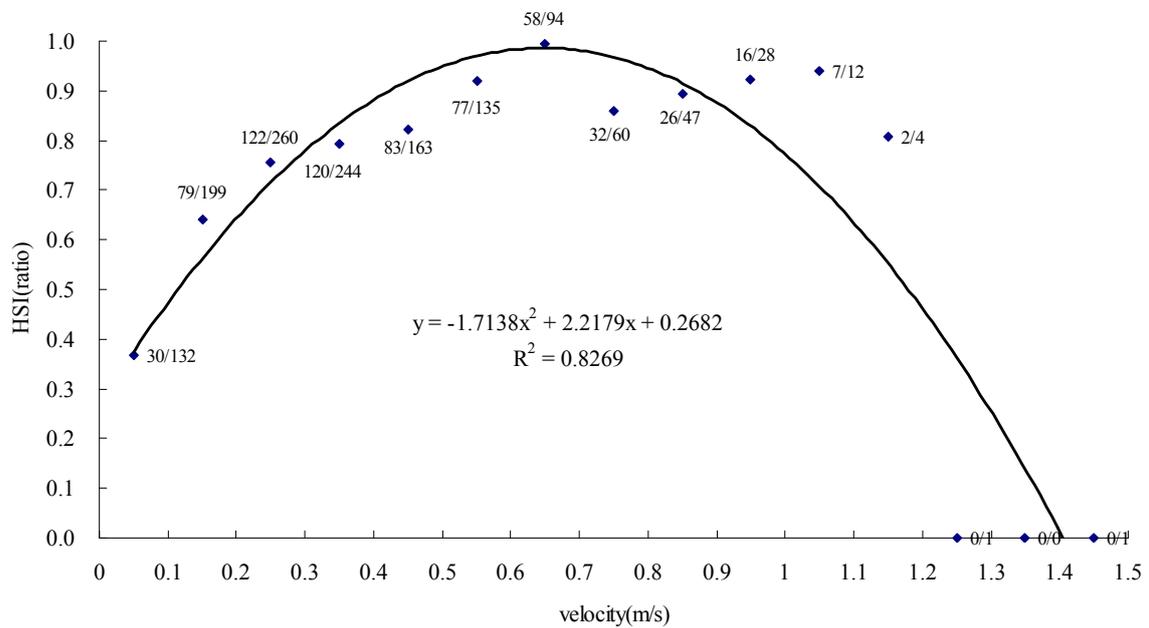


圖 14. (B)明潭吻鰕虎棲地適合度曲線(流速)

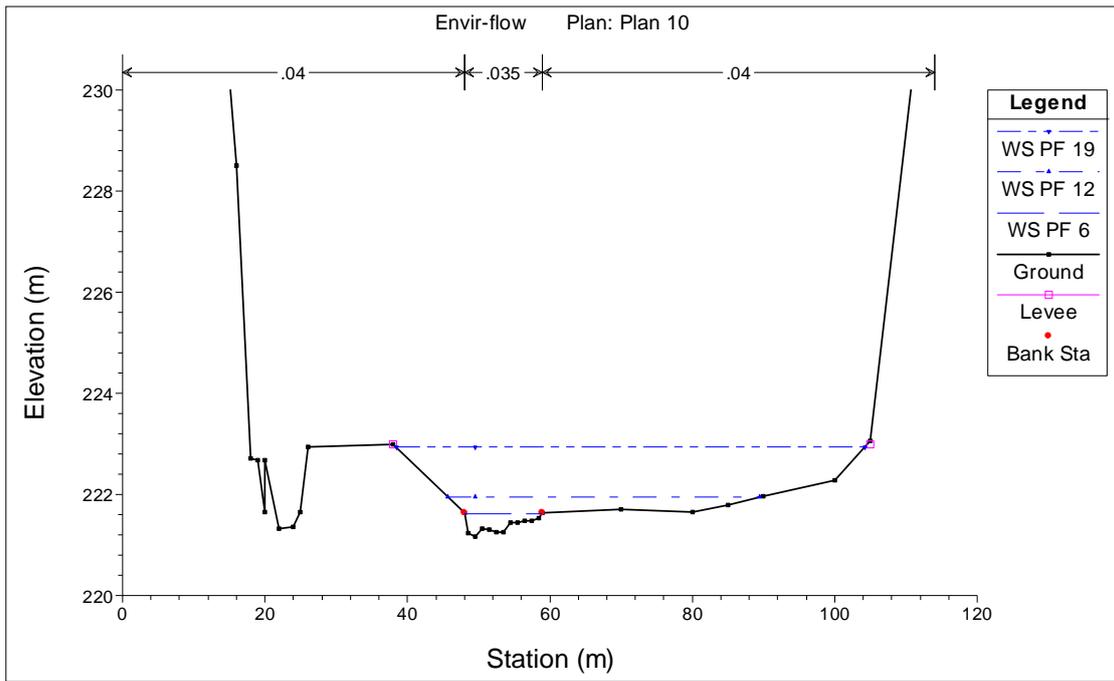


圖 15. 民國 98 年桶頭水位流量站站址河道橫斷面及不同流量水位

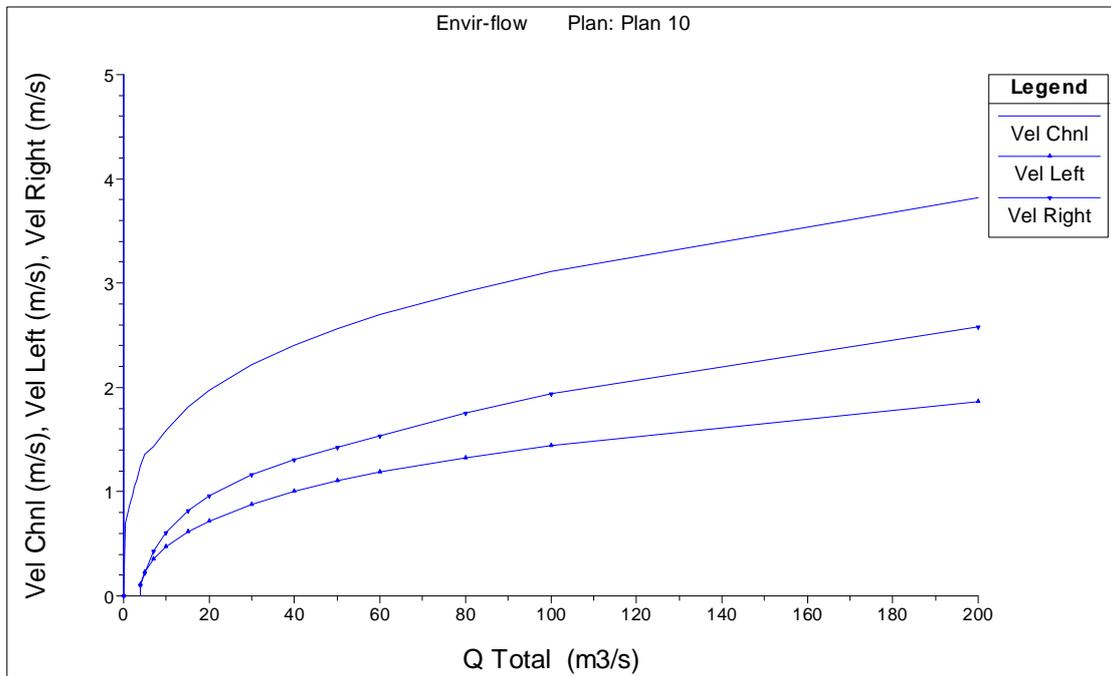


圖 16. 流速率定曲線

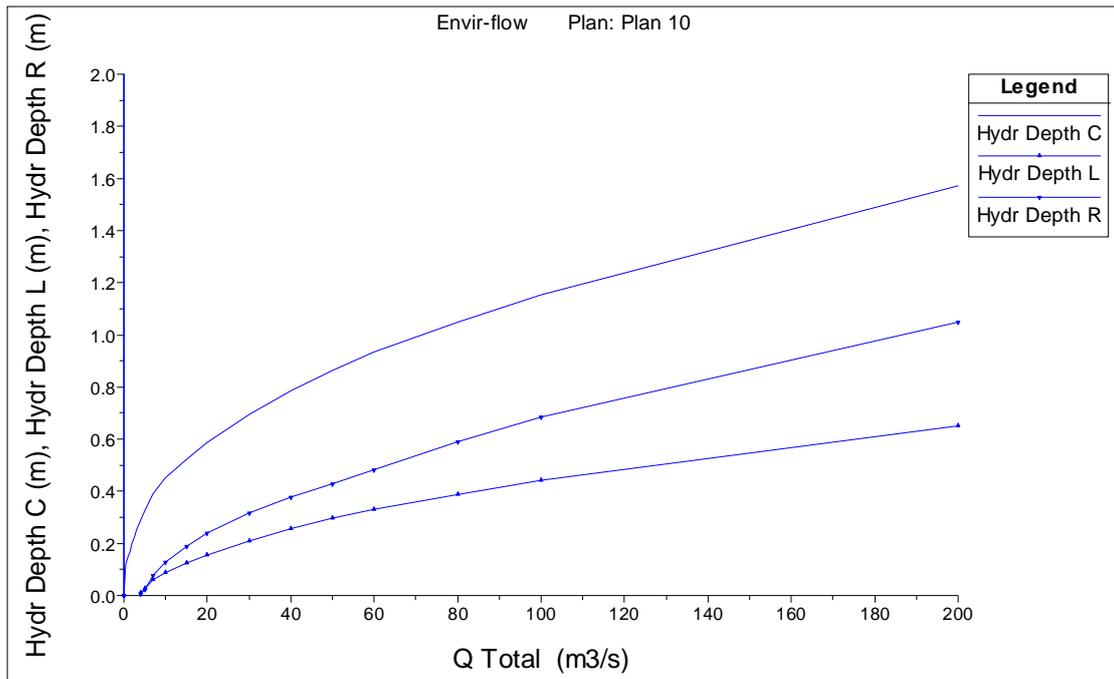


圖 17. 水深率定曲線

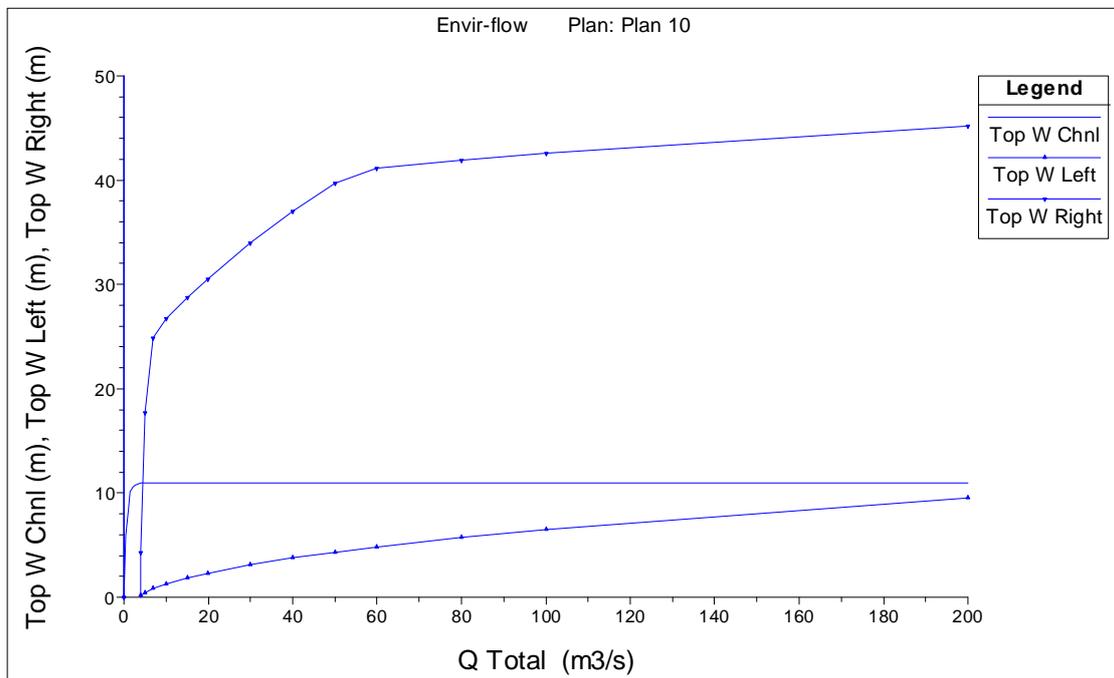


圖 18. 水面寬度率定曲線

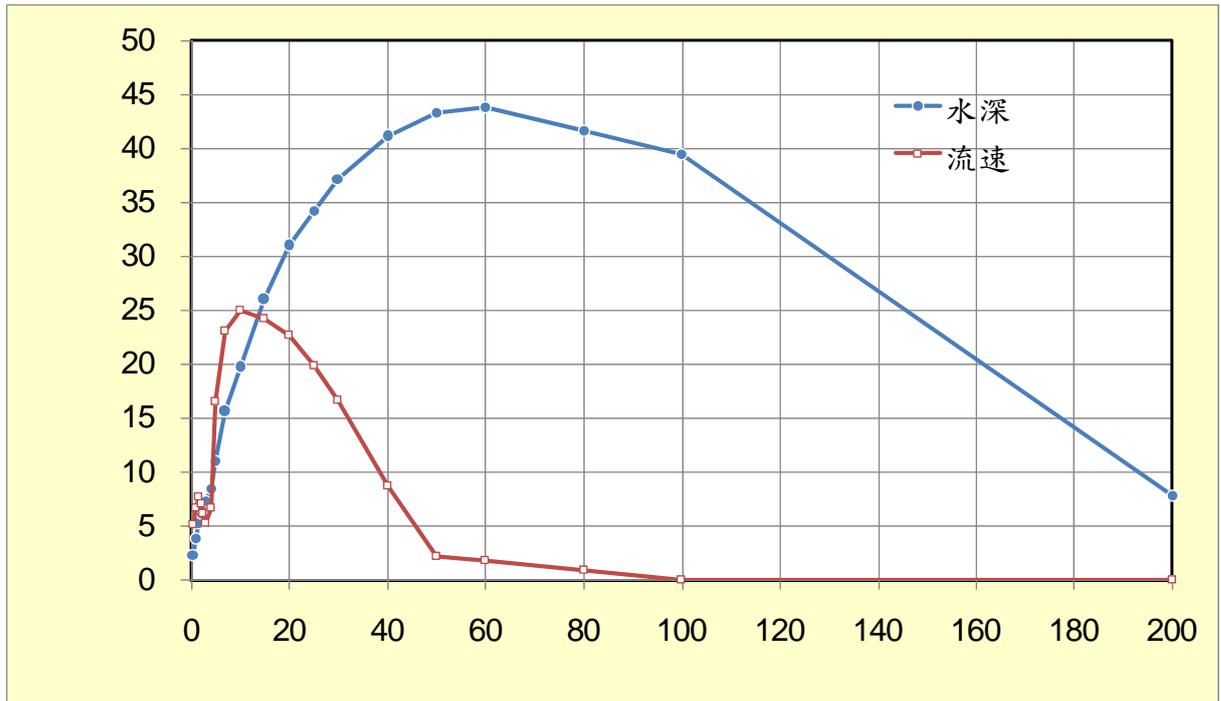


圖 19. (A) 臺灣石鱸權重可使用面積率定曲線 (0.5~200cms)

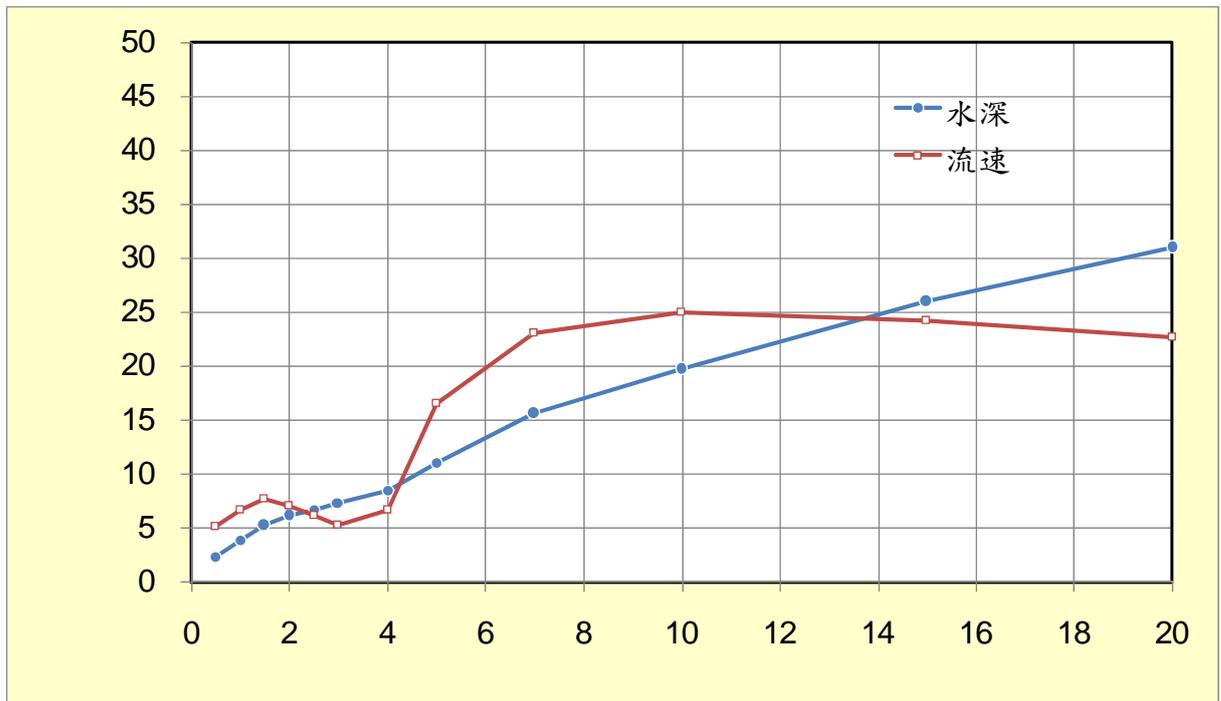


圖 19. (B) 臺灣石鱸權重可使用面積率定曲線 (0.5~20cms)

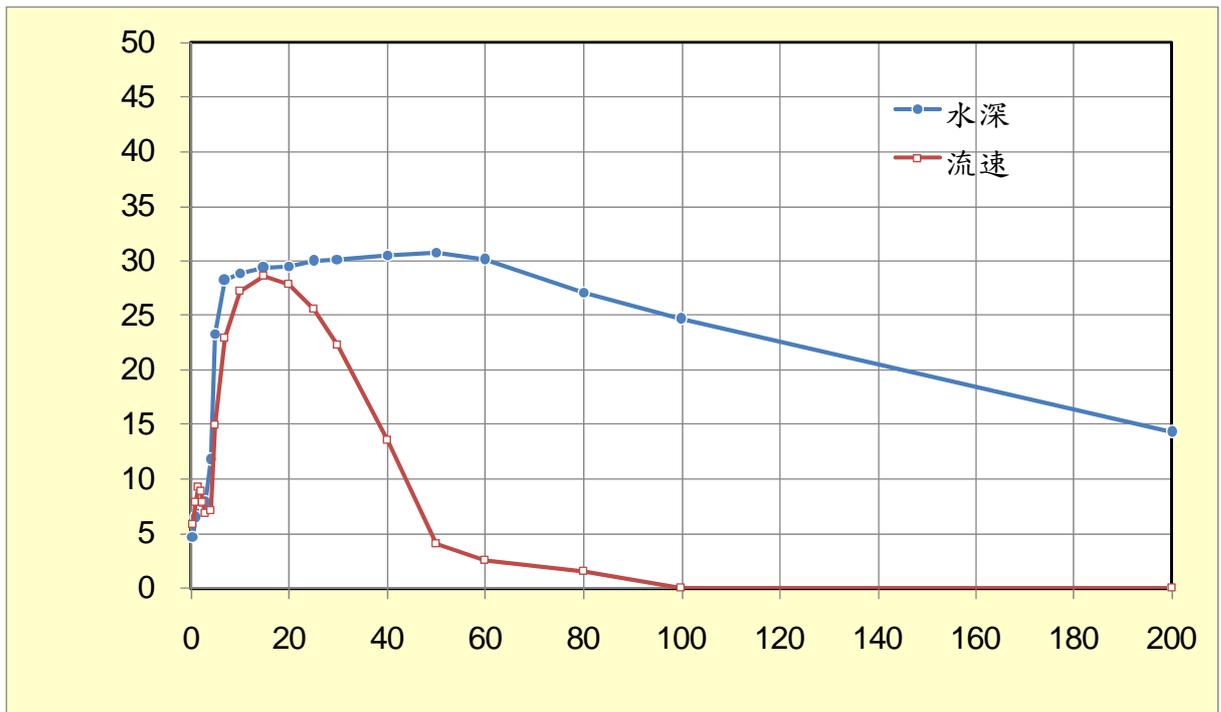


圖 20. (A) 明潭吻鰕虎權重可使用面積率定曲線 (0.5~200cms)

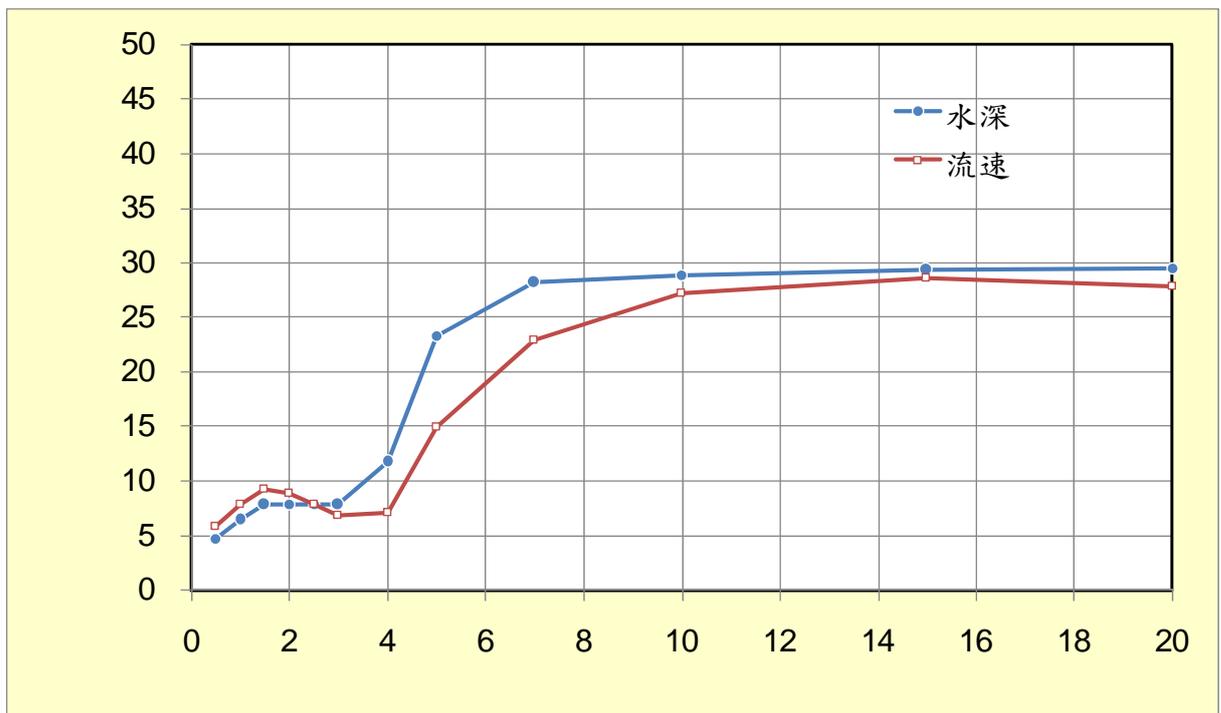


圖 20. (B) 明潭吻鰕虎權重可使用面積率定曲線 (0.5~20cms)