

櫻花鉤吻鮭棲地之調查研究 (II)
—大甲溪上游六條支流

林曜松 張明雄
莊鈴川 曹先紹

主辦機關：臺灣省農林廳林務局

執行機關：國立臺灣大學動物系

動物系生態研究室

中華民國八十三年四月

目 錄

摘要	
前言	1
實驗地描述	2
調察方法	4
結果	9
討論	19
謝辭	24
參考文獻	25
圖	28
表	46

摘要

為探討櫻花鉤吻鮭(*Oncorhynchus masou formosanus*)族群在大甲溪上游集水區內分佈的實際範圍，評估各支流的水域物理環境，並將其棲息地加以分門別類，瞭解各溪段在供應櫻花鉤吻鮭不同功能棲所時的限制，以尋求適合重新放流櫻花鉤吻鮭的溪段。自民國81年2月至83年3月止，分別於七家灣溪、雪山溪、南湖溪、司界蘭溪、合歡溪、與有勝溪六條支流，藉潛水觀察其魚群組成，輔以電氣捕魚的方式，研究其魚群結構與分佈；依溪流物理環境特色，將棲息地予以歸類至中型棲地，同時比較目前櫻花鉤吻鮭分佈區內外，魚類棲息環境的差異。發現適合櫻花鉤吻鮭作為產卵場的緩流區，集中在七家灣溪一號至二號、與五號至六號攔砂壩間、以及有勝溪下游的溪段，惟在農業開發的壓力下，僅剩七家灣溪五號至六號攔砂壩間，仍維持了較天然且未受污染的水域環境。大甲溪上游的六條支流中雖不乏適合成魚與亞成魚棲息的場所，在緩流區先天稀少，又迭遭破壞的情形下，造成櫻花鉤吻鮭天然繁殖不易的窘況；配合洪水與攔砂壩的加成效應，推測是櫻花鉤吻鮭自上游溪段逐步消失的主因。顯見有必要重行擬訂櫻花鉤吻鮭整體復育計劃，短期除迅速藉由人工復育，增加鮭魚數量，擇地放流外；更應追蹤現存區域內各溪段環境與魚群分佈的變化，以掌握並及時克服其族群成長的限制因子。

前言

櫻花鈎吻鮭(*Oncorhynchus masou*)是七種太平洋鮭魚中，亞洲地區的特產，分布範圍涵蓋日本、韓國、與中國東北。除了鮭魚標準的外部形貌，諸如紡錘形且側扁的身軀、遠離胸鰭而比較靠近泄殖孔的腹鰭、腹鰭基側的腋窩突、與背鰭後方的脂鰭外，河川型的櫻花鈎吻鮭，背部呈黑青綠色，腹部銀白色，體側有9個橢圓形雲斑，側線上方有11~31個小黑點，體長可達30~40公分。由於其降海型在性成熟溯返淡水溪流的產卵場時，體側呈現桃紅色不規則雲斑，遂被日本人稱為櫻鮭(Sakura-masu)；至於其鈎吻，則是所有雄性太平洋鮭魚，在生殖期共有的成熟標記。

臺灣的櫻花鈎吻鮭 (*Oncorhynchus masou formosanus*) 是陸封型的鮭魚族群，受到冰河時期與地質變動的交互作用，而終生棲息於寒冷的高山溪流。依地理位置而言，此特有亞種乃世界鮭鱒魚類分布的第二南限，緯度僅略高於分布在墨西哥的陸封型虹鱒，其珍貴可見一般。政府在民國七十三年，依據文化資產保存法，公告櫻花鈎吻鮭為珍貴稀有動物，並斥鉅資保護與復育此種廣受世界重視之瀕臨絕種魚類。櫻花鈎吻鮭在臺灣的族群，目前只在武陵農場境內七家灣溪第六號攔砂壩下游約7公里的河段；加上雪山溪一號攔砂壩下游至其匯入七家灣溪前不及1公里的河段有所發現（邱 1991；林等 1992）。然而早期的文獻顯示，櫻花鈎吻鮭在民國30年代以前廣布在大甲溪上游，松茂附近溪流合流處以上之各支流，包括合歡溪、南湖溪、有勝溪、七家灣溪、雪山溪與司界蘭溪等水域，在魚群數量較豐富的七家灣溪內，有時一人一夜間尚能投網捕獲十五斤左右的鮭魚（與儀及中村 1938；Kano 1940）。今該區域雖多遭修築

道路、墾植果菜、溪流截彎取直、及水庫淹沒而破壞原有櫻花鉤吻鮭的棲息環境，亦有部份區域仍屬於人跡罕至的原始森林溪流；且隨著臺灣為加入國際經貿組織，農業轉型上的壓力，以及雪霸國家公園成立後，逐步加強的管制行動，均使大甲溪上游集水區的開發，面臨重新檢討的關鍵時刻。

近年來，櫻花鉤吻鮭保育及研究的工作，主要以武陵農場內的櫻花鉤吻鮭復育中心作為硬體設施，希望經由人工孵育的方式，挽救櫻花鉤吻鮭族群自我補充不足的危機；對其野外族群與棲息環境的追蹤調查，則集中仍有櫻花鉤吻鮭分佈的七家灣及雪山溪；至於其它溪流是否仍有適合櫻花鉤吻鮭族群棲息的環境，資料尚有待加強。為避免櫻花鉤吻鮭因最後棲息環境再遭破壞而絕跡於臺灣，並對野外人工放流的地點及早展開調查，顯然有必要在櫻花鉤吻鮭曾經分佈過的其它支流，進行詳細的現場探勘。除瞭解是否尚有未被發現的櫻花鉤吻鮭族群外，亦對各溪流環境加以評估，以尋求適合該魚移地復育的溪段，為整體復育計劃預謀出路。

實驗地描述

文獻中記載曾有櫻花鉤吻鮭分布的六條溪流，均位於台中縣和平鄉境內，海拔1450至2500m，屬大甲溪之集水區。其東邊之南湖、合歡二支流，匯集南湖大山（海拔3470m）、中央尖山（3703m）、及合歡山（3416m）西坡面之水，於環山一帶注入主流，地形上多呈角階及肩狀平坦陵。西邊之七家灣溪、雪山溪、及司界蘭溪，則源自桃山（海拔3324m）、品田山（3529m）、雪山

(3884m) 和大劍山 (3393m) 一脈。

依河川縱剖面來看，大甲溪各支流間有流路愈長、比降愈小的關係。像合歡溪長35.6公里，比降1/21；南湖溪長27.1公里，比降1/13；雪山溪長10.6公里，比降1/7。受蘭陽溪河川襲奪作用影響，大甲溪主源頭至思源啞口一段，比降約1/6，而思源啞口至環山一段，則僅1/43，較諸本省其它河川上游，緩了許多（中華水土保持學會 1983）。

然而自中橫公路於民國49年通車以來，大甲溪集水區即面臨到極大的開發壓力，農業在土地上的超限利用，以及綠色革命挾帶大量的肥料、農藥，對溪流環境造成許多負面的傷害。像七家灣溪西面及有勝溪兩側的土地，多已開發為果園及菜園，水土流失在此地區時有所聞，水源區水質則已有優養化的傾向（林等 1987，1988）。普遍設於大甲溪各支流的攔砂壩，高度多達4 m以上，結合颱風期間挾帶的洪水，亦對魚群分布造成天然無法恢復的衝擊（林等 1990）。

由於上述大甲溪六條支流流域範圍極廣，為求通盤瞭解這些以往櫻花鉤吻鮭曾悠游其間的天然水域，81年度計畫乃先針對其中三條支流：七家灣溪、雪山溪(又稱武陵溪)、及南湖溪進行調查。研究之溪段包括：(1)七家溪灣自果二區旁一號壩至六號壩上方；(2)雪山溪一號壩至四號壩間；(3)南湖溪與中央間溪會流前之一段（圖一）。82年度調查重點則轉向有勝溪、司界蘭溪、及合歡溪三條支流。研究的溪段涵蓋：(1)思源派出所旁之有勝溪上游、及武陵風景區收費站旁的有勝溪下游；(2)環山地區松柏農場附近之司界蘭溪溪段；(3)合歡橋下之合歡溪溪段。

調查方法

本研究的主旨，首在探討櫻花鉤吻鮭於大甲溪集水區內分佈的實際範圍，從而深入解析各支流的水域物理環境，將其棲息地加以分門別類，並依照鮭魚族群在各時期對棲息場所的不同需求，探尋並研判重新放流櫻花鉤吻鮭的適當區域。

一、棲地部份：

自民國81年2月至11月，以武陵農場果二區附近，七家灣溪一號壩及憶年橋西側雪山溪一號壩為起點，分別探勘七家灣溪與雪山溪的棲地物理環境。南湖溪上游部份則組登山隊，自思源啞口附近登上黑水潭，經木瓜鞍部下南湖溪谷進行研究。82年1月起，則以思源派出所、環山地區緊臨司界蘭溪之松柏農場、及中橫公路上合歡橋下作為起點，分別探勘有勝溪、司界蘭溪、與合歡溪的棲地物理環境。各研究區域初期的工作，在確認通往該溪段的路徑，例如遇到攔砂壩阻隔而無法上溯時，探尋是否可由兩岸溪谷繞行至攔砂壩上游。當路徑確定後，即以噴漆或紅色登山路標加以標記，此外並記錄往返各溪段所需的時間，作為規劃野外工作行程與選定監測範圍（在可負擔的野外工作時間內）的參考。

為了對調查之各溪段能有基本的概念，並便利與國內外相關研究人員的溝通，依Rosgen's (1985) 所提之溪流分類系統，從相片基本圖與實地的測量工作中，蒐集各河道的：1. 斜坡率 (gradient)，2. 曲率 (sinuosity)，3. 寬/深率，4. 底質組成，5. 山谷限制洪水情形，6. 河道切割狀況，與7. 地形土壤穩定性等資料，將各溪段型態

(stream morphology) 加以分門別類 (邱 1991; 圖二), 以進行大環境的比較。

以往對棲息地物理環境的調查, 多取等距離之溪段 (如每 100m), 作為在整體溪流採樣時的標準區域, 其基本假設包括: 自上游至下游, 溪流內物理環境應呈循環式的排列 (急流—水潭—緩流); 在此採樣距離內, 溪流各類型物理環境的排列, 至少出現一次循環。若是溪流環境排序情況與假設不符, 資訊分析上就容易出現誤導。有鑑於本省溪流環境高度的歧異性 (diversity) 與鑲嵌模式 (mosaic pattern), 同時考量水生生物對棲息地物理因子的基本需求, 區集後再逢機取樣 (stratified random sampling) 的方式確有其必要性。亦即在溯溪調查時, 先將均質性 (homogeneous) 較高的溪段區分出來, 例如一段急流、一個水潭、或是一個瀑布型臺階 (riffle, pool, or cascade), 我們稱此類均質的棲息環境為中型棲地 (mesohabitat), 由於各類中型棲地在溪流中出現的長度不盡相同, 可依其個別資料經過加權 (weighted) 處理, 來顯現選定溪段整體的特徵。

中型棲地的調查, 是由選定溪段的最上游開始, 順流而下, 藉伸縮皮尺測量距離, 先將均質性較高的溪段區別開來 (圖三), 各別描述其特徵, 加以定名為急流、水潭、或是瀑布型臺階, 登記於防水記錄簿中, 再用噴漆在其邊界作上標記 (包括各溪段名及其序號, 如: C14、C15)。為瞭解各中型棲地內的狀況, 依Bovee等 (1982, 1986) Instream Flow Incremental Methodology (IFIM) 的方法判定, 若全盤測量區域內微棲地 (microhabitat) 時, 穿越線的總數量, (例如一個水潭可能有三條穿越線), 隨機選定一條穿越線, 測量微棲地因子。穿越線與水流垂直設置, 除溪寬 (林等

1988) 外，於其上測溪水深度、流速、估計溪流內遮蔽物指數 (Index of instream cover; Bovee et al., 1982)、最顯著的底質石種類、與細砂包埋之狀況 (Embeddedness; Platts et al., 1983)。各溪段之下游地段，並置放一高低溫度計，以瞭解該區水溫變化的幅度，是否適合櫻花鉤吻鮭生存。

溪水之深度與流速乃利用 Swoffer 2100 型流速器，先量取各測量點的水深，再將感應流速之螺旋瓣調整至水面下十分之六水深的位置，測量平均水流速 (圖四)。溪流內遮蔽物指數分四個等級，若毫無遮蔽可言，則為 1；僅視覺屏障為 2；僅緩流作用為 3；同時提供視覺屏障與緩流作用則為等級 4。細砂包埋之狀況，依其細砂填塞於河床之嚴重程度，由 1 至 4 亦命名 4 個等級。

底質石的分級乃參照 Platts et al. (1983) 系統再加以修正成公制單位如下 (Tsao 1988)：

底質石等級		底質石直徑
1 細沙	sand	< 0.2 cm
2 小礫石	gravel	0.2-1.6cm
3 大礫石	pebble	1.6-6.4cm
4 卵石	cobble	6.4-25.6cm
5 小巨石	small boulder	25.6-51.2cm
6 大巨石	large boulder	>51.2cm

然後依據上述底質石分級系統，來認定其最顯著的底質石組成。

二、魚群部份

為避免傷害數量稀少的櫻花鉤吻鮭族群，魚群的調查，在鮭魚現存區域的七家灣溪與雪山溪，以及需登山約8小時才能抵達的南湖溪上游，均採用直接觀察法。研究人員以浮潛方式，自研究區域的下游開始，Z字形逐步上溯，並向溪流兩側的水域內目測。於防水記錄簿上，記錄在每一個中型棲地內所觀察到的魚群種類、個體數量、以及參照臨近底質石大小所估計之魚體體長（至cm），同時註明該中型棲地之標號與位置，作為探討魚群數量與棲息地環境之間關聯性時的依據。

由於櫻花鉤吻鮭為冷水性的魚類，其棲息環境的水溫相對較低，研究人員冬季需穿著乾式防寒潛水衣，其餘三季則穿著五厘米之濕式潛水衣，此外尚配備潛水鏡、手套、及防滑鞋。潛水時段約自上午九時至下午四時，水中能見度較佳、與水域外氣溫較高的狀態下。為安全起見，至少兩人同行，並隨時注意是否有失溫與自發性顫抖的症狀。

在另三條支流：有勝溪、司界蘭溪、與合歡溪，魚類相調查改採主動性的漁法（active fishing technique），研究人員利用背負式電魚器，由選定之溪段下游開始，往上游Z字形進行約40分鐘的電氣捕魚，昏厥的魚以手抄網收集，計錄其種類、數量、並測量其體長（TL），待魚隻甦醒後，釋回原溪段。

三、鮭魚棲息地

武陵農場復育中心附近的七家灣溪，是1989至1991年間記錄中

櫻花鉤吻鮭最多的溪段。生殖季間，較易觀察到櫻花鉤吻鮭在此進行配對，因此便以此溪段調查稚魚對棲息地的需求。研究人員在夜間以6伏特手電筒作為光線之輔助器，於上述區域200m範圍內溪岸的西側尋找稚魚。

通常稚魚出現的地點，物理環境上都是類似由石塊圍成的淺潭。看到稚魚後，記錄稚魚的數量，同時注意該處有無其它動物出現，以及是否堆積了落葉與枯枝；發現稚魚後，便在該地點放置有標記的鉛錘。第二天清晨回到放置鉛錘的地方，測量小潭的深度（cm）、最長直徑（cm）、開口寬度（cm），以及目測開口對小潭之360度圓周的百分比（以每5%為單位）；開口寬度與開口對圓周百分比，代表稚魚的微棲地位置與外界水流接觸的程度。除此之外，因為用流速計無法測出此類棲地的水流速，遂以該處的「相對流速」作觀察對象；記錄「相對流速」的方式由慢到快共分四級，即完全「靜止」、「微晃」、「搖晃」與「波動」。底質石的測定方式，除與微棲地測量部份相同，先認定其組成中最顯著者外；再則觀察是否有大型巨石圍繞此小池子的周圍，以及該大型巨石是否在水面下亦提供了讓稚魚躲藏的地方，特稱之為「大巨石庇蔭效應」。水面的遮蔽度以圓形的凸面密度計（convex spherical densiometer Model-A；Platts et al., 1987；Tsao 1988）放在水面測得；而水面上遮蔽度則在測量者胸高的部位測得。溪流棲地型態乃參照Bisson et al.（1982）的系統；依此記錄稚魚出現位置之上、下游各1m範圍內的棲地型態。此外並將該200 m長的溪段劃分成20個長10m的區間；再以區間內稚魚的有無，用 Wald-Wolfowitz runs test（Wilkinson 1987）來檢驗稚魚的分布是否為隨機。

結果

一·溪流型態

研究區域涵蓋大甲溪上游六條支流，總長約14公里的溪段。這些海拔高度在1600m以上的源水溪流，斜坡率在0.03至0.1之間，底質主要是大型巨石搭配小巨石或卵石，大部份可歸類為A3型河道。由於其流量受降雨量直接影響，變化極大，漲枯水期不易掌握；漲水時，多數溪段內奔騰的湍流，往往限制研究人員橫越溪流進行測量；至於水量較緩時，各溪段內的平均流量以有勝溪上游 $0.03\text{m}^3/\text{sec}$ 最低，南湖溪上游 $0.72\text{m}^3/\text{sec}$ 最高，七家灣溪的 $0.54\text{m}^3/\text{sec}$ 次之（表一）。

1) 七家灣溪：

調查範圍除延續果二區上方一號至三號攔砂壩間約4.2公里的區域外，另經大甲溪事業區第29林班內之造林步道繞行至五號壩上方，再上溯並利用繩索攀越六號壩進行物理環境之評估研究（單程路途耗時約一小時）。大體而言、七家灣溪由源流高約20m之瀑布溢注入大型深潭之後，呈現近似A3型的河道，底質多是巨石組成，斜坡率很大，流往六號壩頂約962m的距離內，單是13個較明顯的水面落差（超過0.5m者）即累積達14.7m的高度。往下游逐漸開始有B1型河道出現，坡度較為緩和。六號壩至五號壩間之溪流長僅588m，六號壩下游亦有小段峽谷地形，明顯的水面落差在此段只有一個

(1.5m) 記錄，近五號壩的溪段最顯著之底質種類轉為中型卵石，應歸類為B3型河道。

七家灣溪壹號至三號壩間的河段，壩頂已由卵石、礫石及細砂所淤塞，攔砂壩正下方除沖積成大型水潭外，多保留小段A3型河道，但大部份的溪段斜坡率已十分緩和，例如果三區附近，斜坡率在0.02至0.04之間，符合B型河道的特色。平均溪寬約在9m，平均深度則在0.3m左右，水溫一般保持17°C以下。三號壩下游左岸的山坡地多已開發為菜園、果園。雪霸國家公園成立後，與農委會、林務局配合，向武陵農場再次爭取溪岸30m緩衝帶的確實執行，目前已經獲得正面的回應。至於七家灣溪一號攔砂壩下游通往右側山坡地的橋樑完成後，有關該已被開發為茶園的山坡地對溪流的影响，值得多加注意。

2) 雪山溪（又稱武陵溪）：

自武陵農場場本部左側之林道，可通往雪山溪三號壩下游，於該處涉溪順河谷右側小徑上行、則可達四號壩下方，估算步行往返時間，約一個半小時，遂以雪山溪四號至一號攔砂壩間三段溪流，作為棲地調查之重點區域。雪山溪在此區域內的溪谷狹窄、亦即其限制洪水向平行面流動的能力較強；斜坡率小於0.04，僅略高於七家灣溪的平均斜坡率0.03。河道的深度中等，底質石組成近上游部分多為巨石及大型卵石，靠下游臨壩頂部份則多卵石、礫石及砂，由此判斷本段雪山溪的河道型態應屬B1或B3型。

雪山溪的水溫一般較七家灣溪低1~2°C，11月份中旬其最高最低水溫分別是11.5及8°C，兩岸仍保有台灣帝杉—台灣二葉松之過群

叢 (*Pseudotsuga wilsoniana*--*Pinus taiwanensis* Associates)、覆蓋十分良好。各溪段的長度分別是：雪山溪四號壩至三號壩410m；三號至二號壩635m；二號至壹號壩492m，全程共1537m。

3) 有勝溪

有勝溪的調查主要分兩個溪段，上游部分由思源派出所旁廢棄軍營處開始；下游則以有勝溪匯入七家灣溪前，一號攔砂壩頂的溪段作代表，經武陵觀光區收費站旁，沿溪進行測量。上游溪段呈A3型河道，落差較大，斜坡率約0.06，僅次於合歡溪上游，底質主要由岩盤與大型巨石構成。雖有人工堆砌之採水潭及管線，兩岸植被尚稱良好，遮蔽度亦高。無論平均溪寬3.2m、平均溪0.12m、流速0.08m/sec、流量0.03m³/sec，均是各溪段中最小的。而中橫公路梨山至宜蘭支線，從思源埡口（約46公里處）到南山村夜間霧氣充足，因此，有勝溪上游的水溫較七家灣溪果三區段為低。思源派出所以降的有勝溪在農業的開發、與溪流截灣取直的壓力下，已是面目全非的景象。洪水一次次沖毀溪岸不符自然河道型態的農地，緊接著又是農地的補強與復舊。有勝溪下游相對而言，屬於較平緩的B型河道，底質石以大型巨石及卵石為主，水溫約較其上游高1~2℃，溪流兩岸邊坡陡峭，岸緣植物受洪水漲落影響極大，一號壩頂已被石塊完全堆積。因農業在中游的高度開發，下段溪流除有優養化現象，洪水經常挾帶泥砂，亦造成下游溪域底質泥砂淤積情形嚴重。

4) 司界蘭溪

司界蘭溪在環山部落附近匯入大甲溪，此段以上的大甲溪又稱伊卡丸溪，在匯入大甲溪前，司界蘭溪上建有兩座高度超過4m的攔砂壩。要進入司界蘭溪，須先穿過環山部落，越大甲溪，沿步道一小時步行後抵達松柏農場再下溪谷。研究區域包括長度1.5公里的溪流，河谷與其它溪流相較，顯得較為開闊，漸往下游偶有狹窄的岩壁出現，至一號壩前已盡是狹窄的溪谷，呈A3型河道，斜坡率平均0.05，次於七家灣溪與雪山溪。水量穩定且橫渡溪流無重大阻礙時，平均溪寬在6m左右、平均溪深為0.25m、平均流速在0.22m/sec、而流量約為0.33m³/sec。底質除岩床外，多為大型巨石與小型巨石所組成，泥砂淤積並不嚴重。松柏農場是司界蘭溪溪畔唯一的農業開發單位，農場以上的溪段，兩岸植被仍保留相當原貌。

5) 南湖溪

前往南湖溪上游須從思源埡口附近徒步上昇約400m至稜線，經黑水潭、箭竹林、木瓜鞍部再陡下500m，涉過溪水駐於南湖小木屋。視山區氣候狀況，僅單程即耗費壹至壹日半的時間，研究人員以小木屋為據點，往南湖溪上、下游共探測了近2公里的溪段。經攜帶水準儀，實地測出調查溪段平均斜坡率為0.05，根據81年測量資料及實地觀察之記錄，顯示南湖溪上游與七家灣溪六號攔砂壩上游之溪段，有頗多相似之處：例如44個明顯的水面落差累積達46.2m。底質石主要由巨石及中、大型卵石組成。河道切割為中等深度，因此研判其河道型態亦不脫A3、B1及B3三型。溪谷較雪山溪寬廣，兩岸植被則不若雪山溪茂密，夏季水溫在12°C左右，平均溪寬8.3m、平均溪深0.32m、平均流速0.24m/sec、形成之流量則在0.72m³/sec左

右。

6) 合歡溪

無論在與南湖溪匯流前、或是合歡橋下的溪段，合歡溪皆被狹窄的溪谷所限制。漲枯水時，溪流內物理因子的差異相對較大。下游一號壩頂，先是卵石堆積的急流區，緊接的是狹谷間難以攜帶儀器穿越的深水潭。合歡橋下往上游約400m，平均斜坡率0.1，在各調查溪段中稱冠，除溪水在岩盤與大型巨石組成的河床溢注而下外，明顯的水面落差更隨處可見。採水站旁緩流內，平均溪寬8.8m、平均溪深0.37m、平均流速0.09m/sec，由此推算其流量約為 $0.37\text{m}^3/\text{sec}$ 。溪岸兩側已有零星的農地開發，至於中游地區，邊坡傾斜度均極高，而農業的超限利用亦隨處可見。

二、中型棲地分析

中型棲地的測量包括長度約達14公里的溪段，整體而言，瀑布型台階是六條支流中，各類中型棲地的主要成份，比例高達36%。水潭與急流區各佔約26%，出現比例次之；緩流區是最稀少的類別，出現率僅11%。比較各溪段間，中型棲地的分布，發現存在相當的差異。

七家灣溪一至三號攔砂壩間之中型棲地分布並不一致，二號壩上游共計1,601m，以瀑布型台階為主，佔42%；其次為水潭的環境，佔溪流30%的長度；急流區則佔24.5%；緩流區十分稀少，僅佔4%；二號壩下游（2,577m）是以急流區的37%最多；其次乃緩流區

及水潭區分別佔25%及24%；瀑布型台階減少至14%（表二）。至於六號壩以上，是以急流為主（52.8%）、水潭居次（37%）、瀑布型台階與緩流區均十分少。六號壩下游，急流與水潭的環境仍為主體，分佔37%及29%；緩流區則大幅增加至28%，台階型區域僅佔5%（表三）。

雪山溪部份，三個溪段的長度均在500m左右，自上游開始分別是410、635及492m，中型棲地最相似處是緩流區普遍比例甚低，在8%到11%間，水潭區在上兩段溪段佔有率尚達30%，在二號至壹號壩間卻降至17%；各區環境以急流瀑布型台階為主而互有消長，四號至三號間急流區佔55%，在其餘二溪段之長度則僅佔全長的23%（表四）。

有勝溪（表五）上游584m溪段，主要由瀑布型台階構成，佔426m（73%）；其次為小型水潭134m（23%）；緩流區僅佔調查溪流4%的長度（24m）；至於急流區，在此段溪域並未出現。有勝溪下游主成份改由急流區取代，共出現833m（40%）；瀑布型台階（466m）與水潭（442m）類似，各佔21--22%；而緩流區在此溪域增加極多，約為17%（344m）。

中型棲地在司界蘭溪的分布與有勝溪上游段類似（表六），以瀑布型台階為主，共測得1230m，佔調查溪段全長1542m中的80%。其它種類棲地環境依次為：水潭區的173m（11%）；急流區的8m（8%）；以及僅出現約1%長度的緩流區。

南湖溪的研究溪段全長共1,951m，以瀑布型台階所佔的881m（45%）最高，水潭區的707m（36%）居次，急流總長度達259m，佔調查全程的13%；而緩流區的比例則非常低，僅出現了104m（5%）。水潭區的寬度由4~12.5m，平均8m左右，而平均深度則達

1.9m，急流區一般寬度在1.8至12m間，平均有5.5m；瀑布型台階的寬度範圍由6m到13m，平均8.8m，而緩流區唯一測量值顯示，其寬度居四種環境之冠，達11m（表六）。

合歡溪上游部份，在415m調查溪段內，以瀑布型台階與急流區最多（表），前者測量有158m，佔全長38%；後者152m，佔全長37%。水潭區出現比例不高，僅79m（19%），而緩流區更低，共26m（6%）。

綜合言之，目前有櫻花鉤吻鮭分布的七家灣溪三個溪段，除二號壩至三號壩間緩流區較少而瀑布型台階較多外，其餘兩溪段均具備了比例各在四分之一左右的緩流區與水潭區。沒有櫻花鉤吻鮭分布的區域，縱使水潭在中型棲地上佔有相當程度的比例，緩流區的比例卻明顯較少（圖五）。如七家灣溪六號壩上，緩流區不及百分之三的出現率（圖六）；雪山溪調查範圍內的緩流區在百分之九以下（圖七）；南湖溪上游的溪段，緩流區的比例則在百分之五上下。有勝溪下游雖有比例略高的緩流區出現，而農地開發造成的破壞卻也最明顯（圖八）。

三、魚群分布

根據以往的資料，顯示除櫻花鉤吻鮭外，在研究之各溪流內尚有可能出現的魚種包括：鯛魚（*Varicorhinus barbatulus*）、台灣纓口鰍（*Crossostoma lacustre*）及川鰕虎（*Rhinogobius brunneus*）三種魚類，由於其體形、特徵差異極大，在水域中直接辨認並無困難，因此在櫻花鉤吻鮭保護區內，浮潛目測的資料亦成爲界定各種魚類分布區域的有效證據。本年度在非櫻花鉤吻鮭保護區的溪段，

更以背負式電魚器輔助淡水魚類的採集，進一步瞭解上述各原生種初級淡水魚，在大甲溪上游六條支流的分佈情形。目前尚未發現任何魚蹤的溪段，包括南湖溪小木屋旁的南湖溪主流、雪山溪一號攔砂壩以上的溪段、司界蘭溪二號攔砂壩上游的溪段、以及合歡橋下採水站旁的合歡溪上游（圖九）。

纓口鰍的主要分布區可達：七家灣溪在與有勝溪交匯的上游，可達武陵農場場部旁的溪段；有勝溪一號攔砂壩上游；司界蘭溪一號壩下游；南湖溪三號攔砂壩上游；與合歡溪一號壩上的溪段。魚則更上溯至雪山壺號攔砂壩下；七家灣溪果三區附近的溪段；思源派出所旁的有勝溪；司界蘭溪一至二號壩間的溪段；南湖溪三號壩上游；以及合歡溪一號壩上游。纓口鰍多數分布於水溫較高、水深較淺的急流區，而鮎魚在冬季，多集中較深的水潭區，例如在距七家灣溪壺號壩約900m上游的水潭內，研究人員便於10月初記錄到25隻10公分以上的鮎魚。至於川鰍虎，目前僅在有勝溪與七家灣溪交匯口附近的溪段有採集記錄。

櫻花鉤吻鮭的分布，仍是以武陵農場場本部旁的七家灣溪上游為主，由於與雪山溪在較上游處會流，櫻花鉤吻鮭亦可分布至雪山溪一號壩以下的溪段。在七家灣溪上連續的攔砂壩分隔下，櫻花鉤吻鮭族群分布的上限在六號攔砂壩下方的深水潭，81年6月份的潛水觀察估記有5隻30 cm以上的成魚，18 cm以上的成魚有35隻。經82年1月人工復育計畫在六號壩上放流300尾鮭魚苗，83年1月潛水調查，發現有20尾左右的櫻花鉤吻鮭存活，因此，目前櫻花鉤吻鮭的分佈區已擴展至七家灣溪六號攔砂壩上游的溪段。配合七家灣溪壺至三號壩間長期的觀測，研究人員依中型棲地的分界浮潛估算了各棲地內櫻花鉤吻鮭的數量。發現鮭魚無論體型大小，出現率最高的均在

水潭區（8-24隻/水潭），其次則在瀑布型台階與緩流區，急流區內發現鮭魚的機率最低。鮭魚在二段河域的分布，在壹至二號壩間密度有超過二至三號壩間的密度甚多的現象（表七）。

研究人員在雪山溪壹號壩上游及南湖溪上游，以浮潛探尋櫻花鉤吻鮭的分布，均無所獲，證實櫻花鉤吻鮭在上述二段區域已經消失。81年2月3日，在有勝溪上游採集到一尾23cm的櫻花鉤吻鮭成魚。工作人員對此訊息，初時欣喜若狂；旋即面臨研判該魚從何而來的窘境。由於採集點的下游，是早經截灣取直、開發得面目全非的有勝溪中游；位於下游的另一有勝溪研究站，歷經多次魚相調查，從未記錄到櫻花鉤吻鮭的成魚或幼魚；至於採捕點更上游的溪段，已是落差漸增、溪谷漸縮的環境。因此，對此櫻花鉤吻鮭的再記錄，建議應持保留態度，並待進一步調查。

四、稚魚的微棲地

1990年1月於七家灣溪長200m溪岸的靜水區中，總共發現18個小潭中出現櫻花鉤吻鮭的稚魚（表八）。在梭德氏赤蛙蝌蚪出現的小潭中之稚魚數量，與沒有梭德氏赤蛙蝌蚪的小潭中之稚魚數量並無顯著差異（圖十； $p > 0.05$ ）；而小潭中有無落葉枯木，對稚魚數量亦沒有顯著的差異（圖七； $p > 0.05$ ）。可能影響稚魚分布的物理因子，流速、底質石、結構、遮蔽度與溪道的棲地型態。在水晃動的位置所發現的稚魚數量最多（21尾；圖十一）；完全靜止的水域次之，僅6尾。主要組成底質石—發現稚魚的微棲地位置中，全部沒有任何以壹號石為主的；而稚魚有偏好二號石與三號石

的傾向（圖十二）。

微棲地位置的結構可用水潭之深度、最大直徑、開口寬度與開口對圓周百分比來加以描述：有 64.5% (20/31) 的稚魚分布在深度 10 至 20 公分的中間；稚魚的微棲地位置的水潭之最大直徑介於 20 至 130 公分之間（圖十三），主要分成兩個範圍，即 30 至 50 公分的範圍佔 35.5% (11/31)，70 至 120 公分佔 54.8% (17/31)。稚魚的微棲地位置的開口寬度介於 3 至 120 公分之間，60 至 70 公分的範圍內佔 29% (9/31)；開口對圓周百分比以 20 至 30% 的範圍內最多 (45%；14/31)，也就是開口大約為圓周的 45 度左右（圖十三）。水上的遮蔽度 (canopy) 的有無對稚魚的分布也沒有影響（圖十四； $p > 0.05$ ）；於水面測得遮蔽度的有無，與稚魚數量也無關（圖十四； $p > 0.05$ ）。然而，有 83.9% (26/31) 的稚魚出現在由大巨石圍成的地方，並且大巨石要能提供庇蔭的效應（圖十五）。

稚魚出現位置旁溪道主要的棲地型態有五種（圖十六），即「下蝕潭」(plunge pool)、「平瀨」(glide)、「緩坡瀨」(low gradient riffle)、「快急瀨」(rapid)、與「階瀨」(cascade)。其中以「緩坡瀨」的稚魚最多，佔 38.7% (12/31)。屬於深潭類型 (pool) 的「下蝕潭」僅 22.6% (7/31)，餘者皆出現在急流型態 (riffle) 的溪段中。

討論與建議

本研究的主旨，除標定目前櫻花鉤吻鮭分布的區域外，亦同時運用河道型態之分類系統與中型棲地的研究，來探討櫻花鉤吻鮭在特定溪段消失的肇因，並比對各條溪流物理環境的異同，以利執行人工復育時適當放流點的選定。溪流棲息地的環境因子可約略被歸納為物理環境、水質、與生物組成 (Marcus et al. 1990) 等三個項目；魚類依其不同種類、不同年齡、不同體型、乃至不同時期，各有最適當的環境需求。鮭鱒魚類屬於冷水性的魚類，顯見其對於水溫的耐受程度，必有最高臨界點的限制。據Watanabe & Lin (1985) 所述，櫻花鉤吻鮭分布在海拔1600m，梨山以上的大甲溪各支流，而鄧 (1959) 曾記錄其分布區域夏季最高水溫 17°C 以下，林等 (1987, 1988) 調查七家灣溪鮭魚棲地時，發現夏季最高水溫 18°C 可能是限制其往下游分布的因子。本研究中大甲溪上游的六條支流，七家灣溪壩以上仍是櫻花鉤吻鮭的主要分布區，而有勝、雪山、南湖之上游溪段，水溫均較該區低，故僅水溫應不致構成櫻花鉤吻鮭在其它溪流消失的原因。至於水質部份，尤其是農業開發所造成營養鹽過剩的問題，雪山溪與南湖溪上游溪谷兩側並無類似七家灣溪兩岸之農業開發，且屬人跡較為罕至的區域。依魚相調查之資料，各溪段更往下游多有魚與繆口鰍之分布，以其在七家灣溪及雪山溪下游與櫻花鉤吻鮭共同分布之事實，足見各溪段的水質亦不應成為櫻花鉤吻鮭成魚分布上的限制因子。Fausch (1984) 指出，食物與空間乃影響鮭魚選擇棲息環境的主要兩個因素，櫻花鉤吻鮭乃食蟲性魚類 (Insectivores)，就其瀕臨絕種的處境與溪流中堪稱豐富的水生昆蟲相研判，食物也不應為造成其數量下降的因素。在與其它

生物可能產生之種間競爭而言，無論是體形或食性，鯛魚及纓口鰍均難扮演排除櫻花鉤吻鮭的角色。

就鮭魚與其物理性棲地之關係而言，隨著個體發育，鮭鱒魚類通常需要功能不盡相同的棲息地。例如在浮現期前，胚胎所需要的是高度的溶氧，含砂量過高的產卵場內，鮭魚受精卵表面被細砂包圍，與外界的氣體交換受到限制，亦即受精卵的生存率相對降低（Wickett 1954）。

依所蒐集的資料來看，可以發現南湖溪上游、合歡溪上游、有勝溪上游、司界蘭溪上游、七家灣溪六號壩上游、與雪山溪的溪段，緩流區的比例均遠低於七家灣溪五號壩至六號壩間的溪段，而根據以往的研究，此類緩流區（run）卻是櫻花鉤吻鮭利用來產卵最多的環境（林等 1989）。先不論其底質細砂之含量，單是此類中型棲地存在的數量偏低，即顯示了鮭魚族群很難在該溪段順利繁衍補足新生代。至於有勝溪下游佔17%的緩流區，卻是農業開發後棲地破壞的實例，無論在泥砂淤積或營養鹽過高的考量上，均不再適合櫻花鉤吻鮭作為繁殖場所。另一方面，七家灣溪五至六號壩間的環境，也的確在生殖季時提供了相當的產卵場地，因此其下游仍保有櫻花鉤吻鮭的族群，亦不足為奇了。

自10月上旬至11月下旬，是櫻花鉤吻鮭一年一度的生殖季。雌魚所選定的產卵處所，通常在深淵下方或靠近溪岸的淺灘（林等 1989）。在親魚連串的生殖行為，包括雌魚的掘砂、掘巢、排卵、掘砂，與雄魚適時配對、排精後，沉性的受精卵被安置在大小適中的卵石縫隙間，上方覆蓋著較細的礫石。從受精卵沉降到底質石縫隙間，經發眼期、孵化期、到櫻花鉤吻鮭仔魚脫離底質石的浮現期，總共需要60天左右的時間，相對於大多數的魚類，不難想像櫻

花鈎吻鮭受精卵的發育，在寒冷的水域中，經歷著緩慢發育的過程。在這段時期內，對環境衝擊耐受度較低的受精卵或剛孵化的仔魚，卻倍受周遭環境的考驗。孵化率與存活率的降低，減少了新生命加入野外族群的機會，也成為櫻花鈎吻鮭族群欲振乏力的警訊。由水域環境的日益惡化，以及櫻花鈎吻鮭族群年齡結構上，從正三角型（幼魚數多過成魚數），轉為直筒型（幼魚數近似成魚數）的傾向（曹未發表），不難看出櫻花鈎吻鮭族群所面臨的困境。

在討論台灣溪流魚類分布時，最常注意的問題即是攔砂壩，由於此人為阻隔，配合大型洪水（例如50年或百年洪水），自然將上游的魚類沖離適當的棲息地。如以雪山溪各攔砂壩距離之近（約500m），加上台灣夏、秋兩季的颱風與大量洪水，顯然容易造成壩頂魚種的流失。另一種棲地型態，像合歡溪上游、南湖溪上游、與七家灣溪六號壩上游，天然而顯著的水面落差（高度由0.5至2.5m），是否在櫻花鈎吻鮭的分布上亦有影響，由於尚無人分析櫻花鈎吻鮭利用水流，跳越高度的能力，須進一步的研究。

由10月初櫻花鈎吻鮭所分布的中型棲地而言，冬季水潭無論對成魚或亞成魚（年齡0）均十分重要，在其餘三類棲所中，除急流中鮭魚極少出現外，櫻花鈎吻鮭在瀑布型台階與緩流區似乎傾向隨機的選擇棲所。至於成魚與亞成魚的比例，在亞成魚數量原本較多的情況下，不同體型鮭魚對棲地的喜好變得並不十分明顯。值得注意的是，以往七家灣溪二號壩上游為櫻花鈎吻鮭出現密度較高的區域似已改觀，幾個重點水潭內僅記錄到零星的鮭魚，81年度9月中連續的三個颱風，勢必對鮭魚分布有影響，因此，積極的探尋適合櫻花鈎吻鮭生存的溪段，則已是毋庸置疑之事。

要瞭解生物族群對環境的依存關係，須以其整個生活史的角度

去考量，方能去蕪存菁，過濾出影響族群數量的限制因子。綜合以上述的分析，各溪流內物理性環境因子，如水溫、水面落差、流速與底質石等，較有可能是目前櫻花鉤吻鮭族群分布上，難再維持原貌的主要瓶頸。不定期大型洪水加上攔砂壩的阻絕，更減損了櫻花鉤吻鮭在大甲溪上游的生機。此外，人為活動配合天然災害，對櫻花鉤吻鮭族群所造成的衝擊，不應被忽略，例如在長年未見的乾旱期，仍對水量降低的溪流，毫無限制的抽水移作灌溉之用，或是任由大量農藥流入缺水的溪流，對櫻花鉤吻鮭族群直接或間接的傷害，恐怕就遠超出我們的想像了。

運用河道型態之分類系統與中型棲地的研究，來探討原生魚種數量減少的原因，或尋求重新放流的地點，在國外雖行之有年，而國內卻仍屬嘗試階段。由大甲溪上游六條支流的整體研究，其棲地環境與是否有櫻花鉤吻鮭存在來看，不難略見溪流物理環境如何影響櫻花鉤吻鮭族群之端倪；證明此種研究棲息地的方式，確有推展至大甲溪上游其它支流、乃至大甲溪以外其它溪流的價值。

為解決櫻花鉤吻鮭移地復育與未來經營管理上可預見的難題，建議：

1) 利用此河道型態之分類系統與中型棲地的研究，調查林務局轄區內其它的高山溪流，並評估未來櫻花鉤吻鮭移地復育的可行性。

2) 整理櫻花鉤吻鮭對微棲地需求上的資料，以深入瞭解各中型棲地內實際可容納的魚群數量。

3) 進一步在調查之溪流採集水生昆蟲，探討其與食蟲性魚類在食物鍊上的緊密關聯，作為探究棲地因子對水生生物長期影響的佐

證。

4) 選定各溪流內攔砂壩上之緩流區或適當之稚魚棲息地，兼具優良水質的溪段，如司界蘭溪與南湖溪上游，放流櫻花鉤吻鮭魚苗，並監測洪水後鮭魚族群所受之衝擊，以瞭解攔砂壩對櫻花鉤吻鮭的實際影響。

5) 收集國外治山防洪的經驗，尋求攔砂壩以外對迴游性魚類影響較小且兼具防砂功能的替代方案。

6) 選擇目前上游未開發的溪段，如雪山溪等，取得穩定而乾淨之天然水源，重行設計櫻花鉤吻鮭的保育繁殖中心，除定期於進行人工孵育工作外，更應規劃後開放此資訊給社會大眾，以落實櫻花鉤吻鮭復育的共識與支持。

7) 收集國外有關鮭魚魚道設置及評估的資料，並於櫻花鉤吻鮭族群成功重建於七家灣溪以外之溪流時，進行構築魚道之試驗，以應用於目前已經存在之攔砂壩，減低其對水生生物的負面衝擊。

8) 根據目前已知有關櫻花鉤吻鮭族群與棲息環境的各項資料，重行擬訂復育計畫，設計工作流程及完成之時間表，如何時脫離瀕臨絕種狀態，何時將櫻花鉤吻鮭族群擴充至其它溪流等。

謝辭

本計劃承林務局在經費上之大力奧援，始能完成，本人深致謝意。對林務局保育課楊秋霖課長及同仁之協助，及調查隊管立豪隊長之多方協助，特此申謝。野外工作端賴台大動物系生態研究室同仁大力參與，方竟全工，在此同表最大謝忱。

參考文獻

- 邱健介，1991，探尋國寶魚櫻花鉤吻鮭魚的故鄉，臺灣林業月刊第十七卷第八期，p25-29。
- 中華水土保持學會，1983，德基水庫集水區水土保持第二期整理規劃報告，臺灣省政府及經濟部德基水庫管委會委託，中華水土保持學會辦理，344pp。
- 林曜松、楊平世、梁世雄、曹先紹、莊鈴川，1987，櫻花鉤吻鮭生態之研究（一）魚群分布與環境因子關係之初步研究，農委會76年生態研究第023號，55pp。
- 林曜松、曹先紹、張崑雄、楊平世，1988，櫻花鉤吻鮭生態之研究（二）族群分布與環境因子關係之研究，農委會77年生態研究第012號，93pp。
- 林曜松、曹先紹、張崑雄，1989，櫻花鉤吻鮭之生殖生態與行為研究，農委會78年生態研究第008號，18pp。
- 林曜松、張崑雄，1990，臺灣七家灣溪櫻花鉤吻鮭族群生態與保育，農委會79年生態研究第001號，40pp。
- 楊平世、林曜松、黃國靖、梁世雄、謝森和、曾晴賢，1986，武陵農場河域之水棲昆蟲相及生態調查之研究，農委會75年生態研究第001號，48pp。
- 鄧火土，1959，台灣高地產六封鮭魚的形態與生態，臺灣省水產試驗所報告，pp：77-82。

與儀喜宣、中村廣司，1938，臺灣高地產梨山尊(櫻花鉤吻鮭)，天然紀念物調查報告第五輯，臺灣總督府內務局32pp。

Bisson, P. A.; J. L. Nielsen.; R. A. Palmason.; and L. E. Grove. 1982. A system of naming habitat types in small streams, with examples of habitat utilization by salmonids during low flow. pp 62-73. In: N. B.

Armantrout, [ed.] Acquisition and utilization of aquatic habitat inventory information. Amer. Fish. Soc., Bethesda, Maryland.

Bovee, K. D. 1982. A guide to stream habitat analysis using the Instream Flow Incremental Methodology. Instream Flow Information Paper 12. U.S. Fish & Wildlife Serv. Biol. Rep. FWS/OBS-82/26. 248pp.

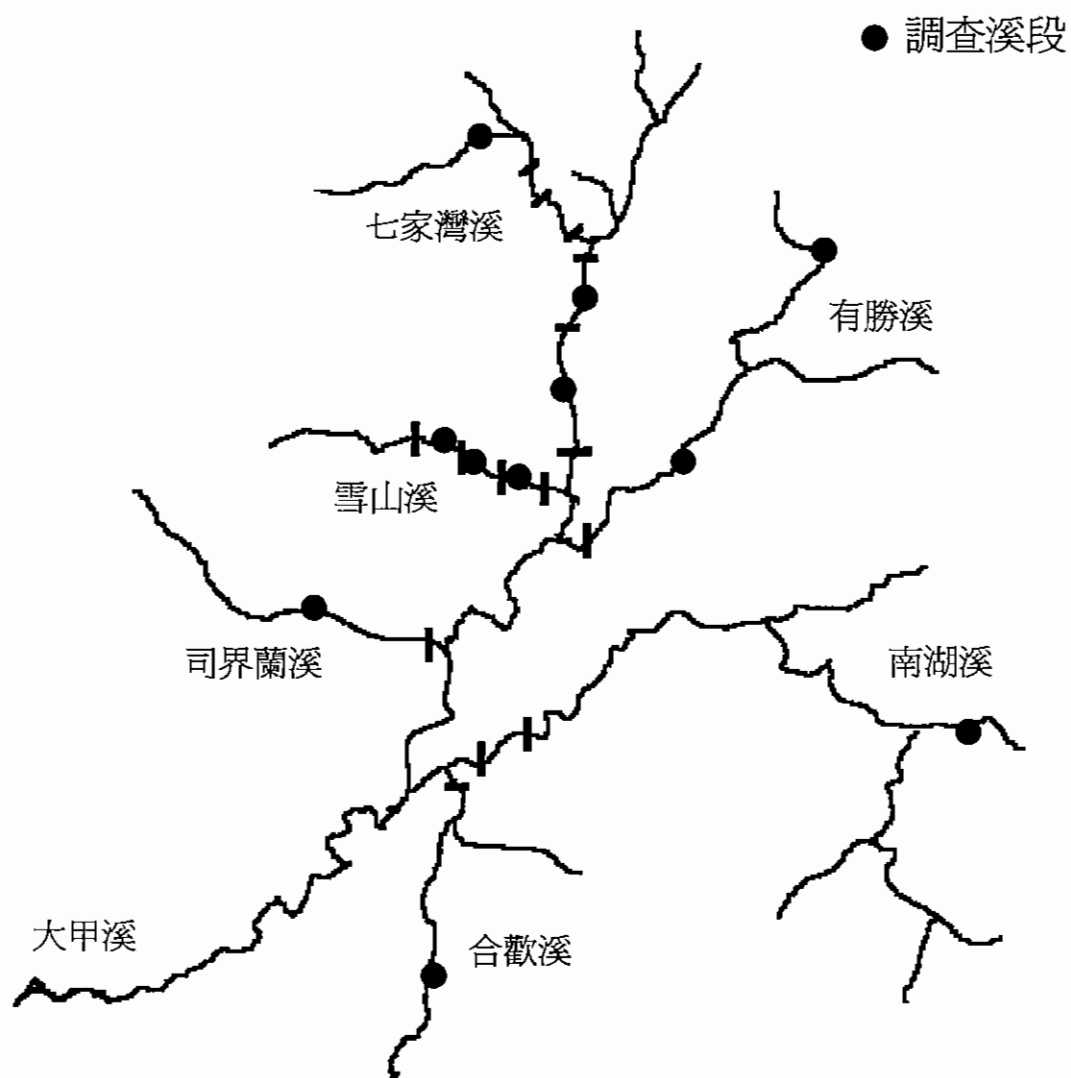
Bovee, K. D. 1986. Development and evaluation of habitat suitability criteria for use in the Instream Flow Incremental Methodology. Instream Flow Information Paper 21. U.S. Fish & Wildlife Serv. Biol. Rep. 86(7). 235pp.

Fausch, K. D. 1984. Profitable stream positions for salmonids: relating specific growth rate to net energy gain. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 38: 1220-1227.

Kano, T. 1940. Zoogeographic studies of the Tsugitaka Mountains of Formosa. Inst. Ethnogr. Res. Tokyo. 145pp.

Marcus, M. D.; M. K. Young; L. E. Noel; and B. A. Mullan. 1990. Salmonid-habitat relationships in the Western United States: a review and indexed bibliography. USDA, Forest Service, Rocky

- Mountain Forest and Range Experiment Station, Ft. Collins, CO 80526. General Tech. Rept. RM-188.
- Platts, W. S.; W. S. Megahan; and M. G. Wayne. 1983. Methods for evaluating stream, riparian, and biotic conditions. Gen. Tech. Rep. Int-138. Ogden, UT, USDA, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station. 70pp.
- Platts, W. S.; C. Armour,.; G. D. Booth.; M. Bryant.; J. L. Bufford.; P. Cuplin.; S. Jensen.; G. W. Lienkaemper.; G. W. Minshall.; S. B. Monsen.; R. L. Nelson.; J. R. Swdell.; and J. S. Tuhy. 1987. Methods for evaluating riparian habitats with applications to management. USDA, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station. 177pp.
- Rosgen, D. 1985. A stream classification system. In: Riparian Ecosystem and Their Management; Reconciling Conflicting Uses. Proceeding of the First North American Riparian Conference, April 16-18, Tucson, Arizona. GTR-RM120, pp. 91-95.
- Watanabe, M.; and Y. L. Lin. 1985. Revision of salmonid fish in Taiwan. Bull. Biogeogr. Soc. Japan. 40:75-84.
- Wickett, W. P. 1954. The oxygen supply to salmon eggs in spawning beds. J. Fish. Res. Bd. Canada. 11(6):933-953.
- Wilkinson, L. 1987. Systat: The system for statistics. Systat, Inc., Evanston. 822pp.



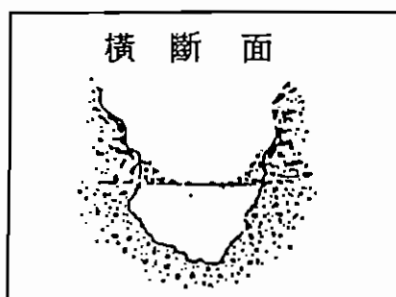
圖一、研究區域各溪流相關位置。



河道型態 A3



總述：陡而易沖蝕崩坍之粗粒質河道
 地形／土壤：陡峭的崩 岩層；冰河深積之際
 土式尚未固結之粗粒質淤積土
 斜坡率： $>4\%$
 曲率： $1.2\sim 1.3$
 寬／深比： <10
 河道組成：巨石、卵石、礫石及砂
 切割情形：很深
 洪水限制情形：很嚴格



河道型態 A4



總述：陡而易沖蝕崩坍之細粒質河道
 地形／土壤：陡峭；不安定的堆積坡由冰河形
 成之湖積土層及花岡岩塊組成
 斜坡率： $>4\%$
 曲率： $1.2\sim 1.4$
 寬／深比： <10
 河道組成：砂，泥
 切割情形：很深
 洪水限制情形：很嚴格

圖二(之一)、河道型態命名及其依據(資料來源：Rosgen 1985)

河道型態 B1



橫 斷 面



總述：中等坡度，安定的大型石頭河道
 地形／土壤：平緩安定；粗粒質
 斜坡率：2.5～4.0 %
 曲率：1.1～1.3
 寬／深比：5～10 (平均值 $\bar{x} = 10$)
 河道組成：小型巨石，大型卵石，礫石
 切割情形：中等深度
 洪水限制情形：嚴格

河道型態 B2



橫 斷 面



總述：中等坡度，安定的中型石頭河道
 地形／土壤：中度 陡坡；粗質淤積土壤
 斜坡率：1.5～2.5 %
 曲率：1.3～1.5
 寬／深比：8～20 ($\bar{x} = 14$)
 河道組成：大型卵石，礫石及砂
 切割情形：中等深度
 洪水限制情形：嚴格

圖二 (之二)、河道型態命名及其依據 (資料來源：Rosgen 1985)



橫 斷 面



河道型態 B3



總述：中等坡度，不安定的小型石頭河道
 地形／土壤：陡到堆積初成之中等坡地，邊
 坡不安定；沉積之沙石及未固
 結的粗型物質堆積而成。

斜坡率：1.5 ~ 2.5 %

曲率：1.3 ~ 1.7

寬／深比：8 ~ 20 ($\bar{x} = 12$)

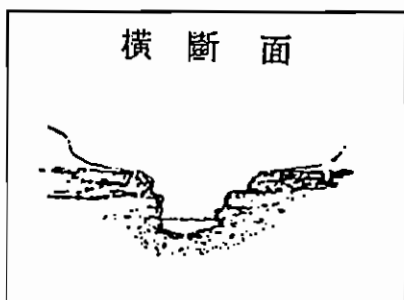
河道組成：小型巨石，卵石，礫石及砂

切割情形：中等深度

洪水限制情形：嚴格



橫 斷 面



河道型態 B4



總述：中等坡度，不安定的小石子／沙床
 河道

地形／土壤：不安定的邊岸；無粘性的細
 質沉積土

斜坡率：1.5 ~ 2.5 %

曲率：1.5 ~ 1.7

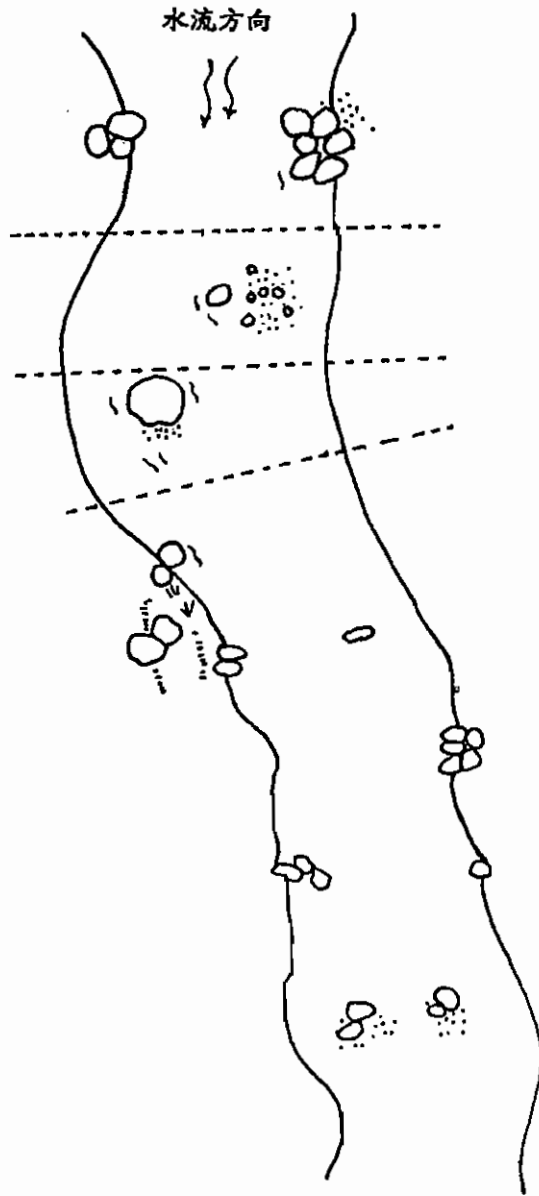
寬／深比：8 ~ 20 ($\bar{x} = 10$)

河道組成：礫石，砂及些許淤泥

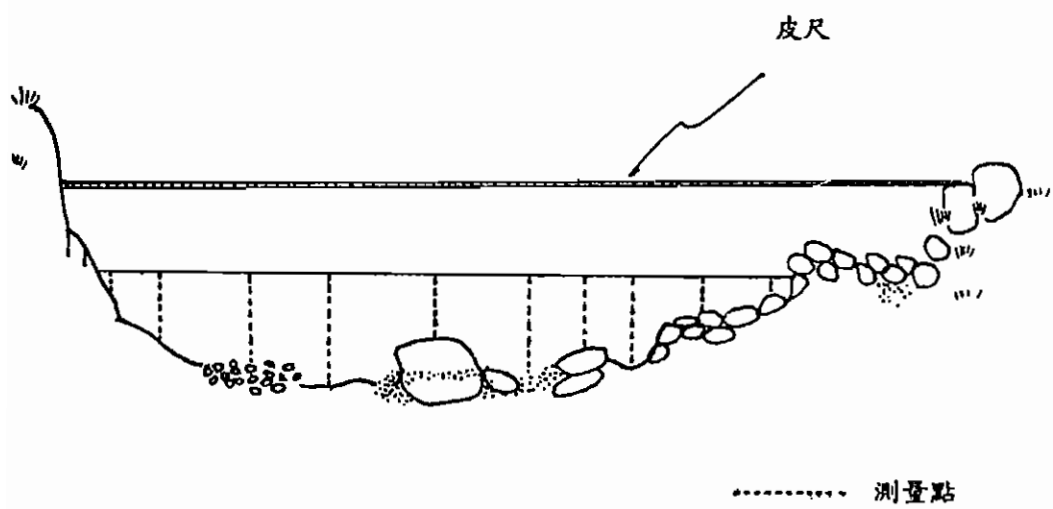
切割情形：深

洪水限制情形：嚴格

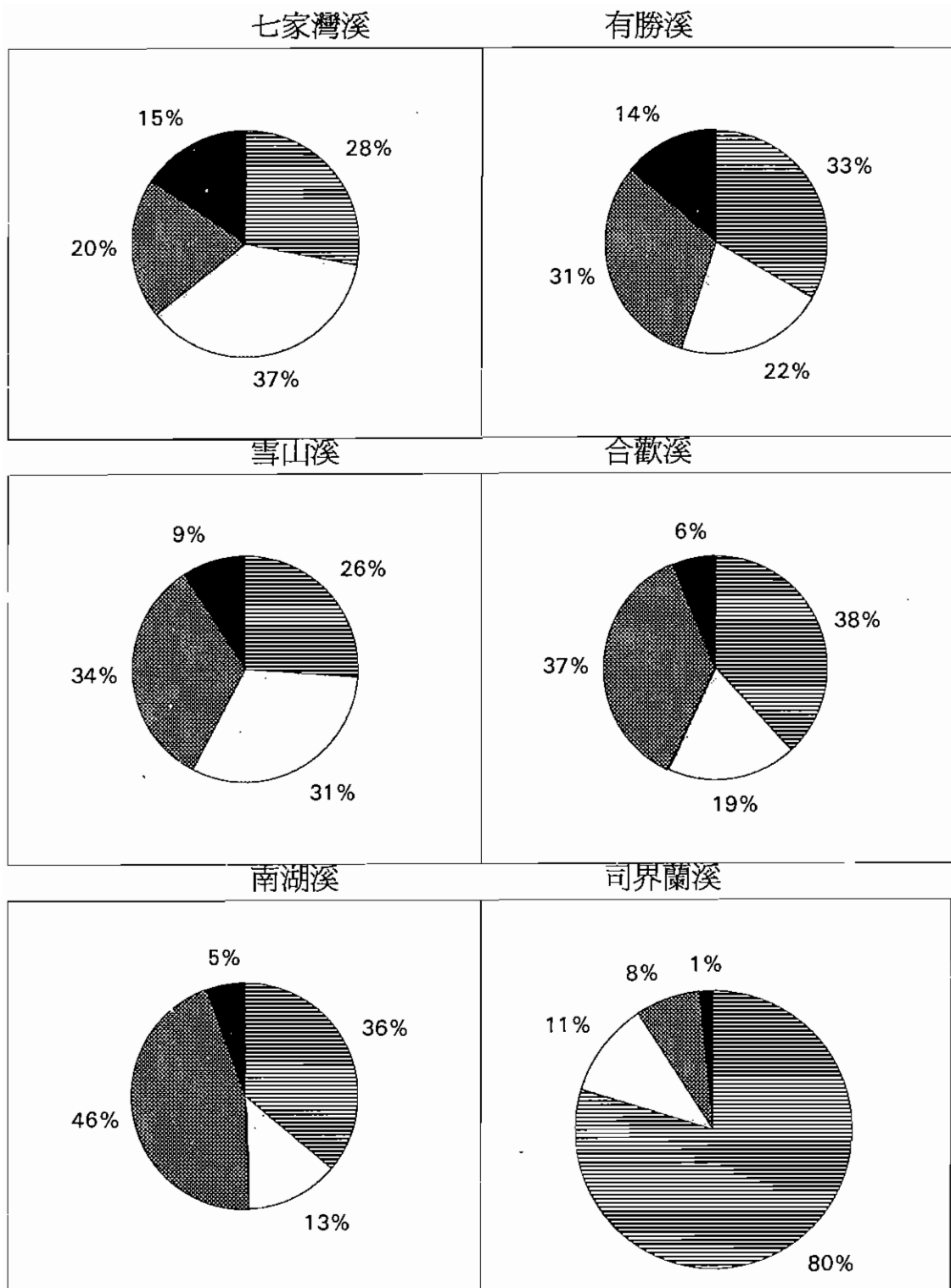
圖二（之三）、河道型態命名及其依據（資料來源：Rosgen 1985）



圖三、中型棲地內可列為穿越線之位置



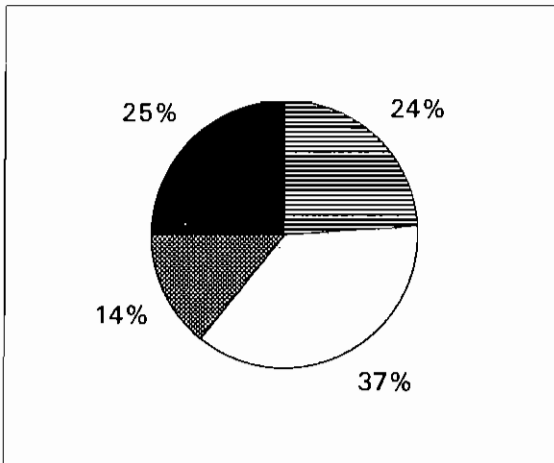
圖四、穿越線上各測量點位置之分配



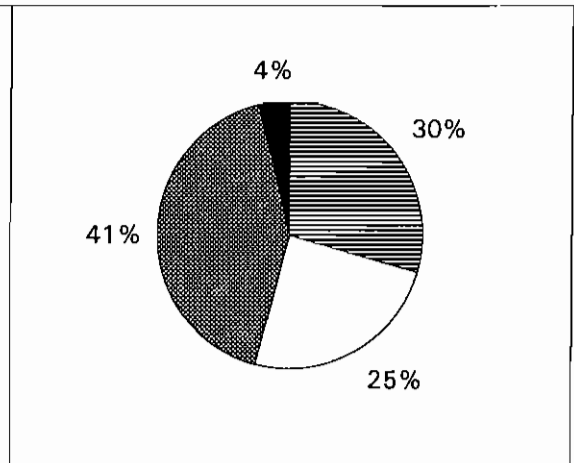
圖五：大甲溪上游六條支流
各類中型棲地分布比例



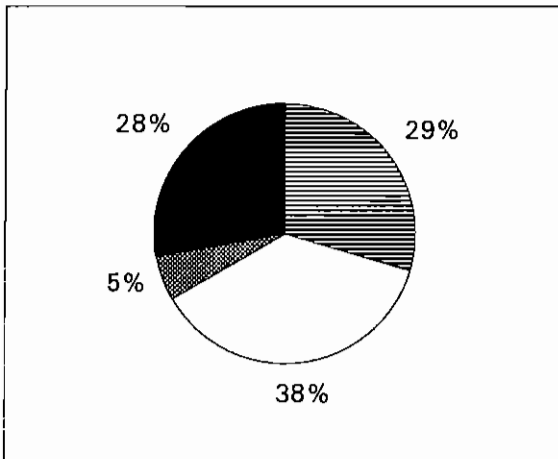
一至二號攔砂壩



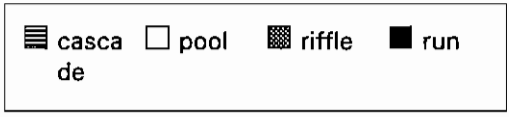
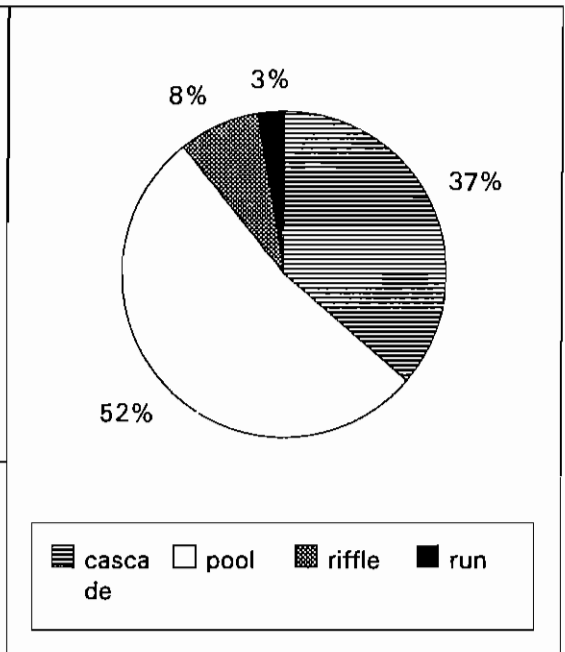
二至三號攔砂壩



五至六號攔砂壩

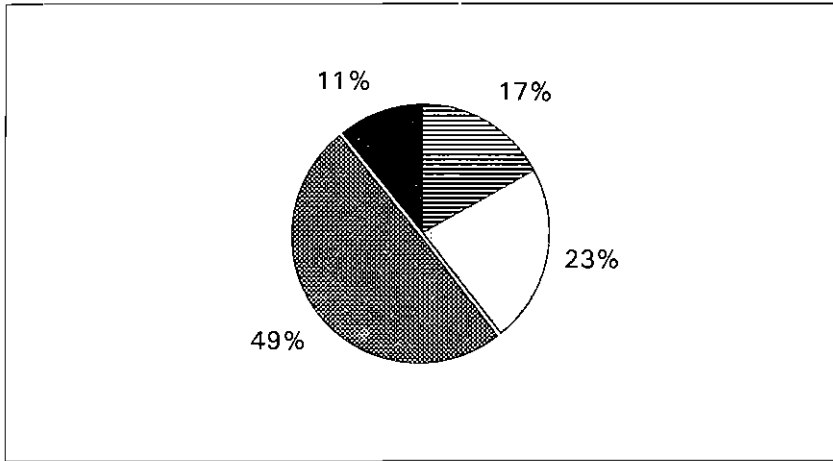


六號攔砂壩上游

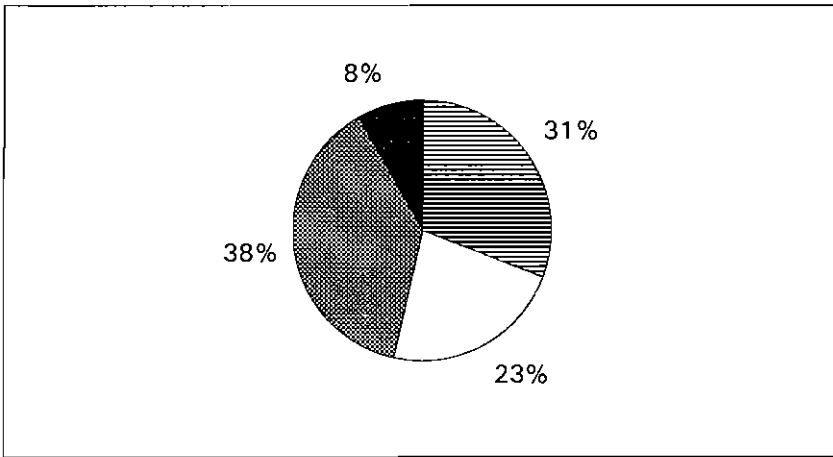


圖六：各類中型棲地在七家灣溪的分布

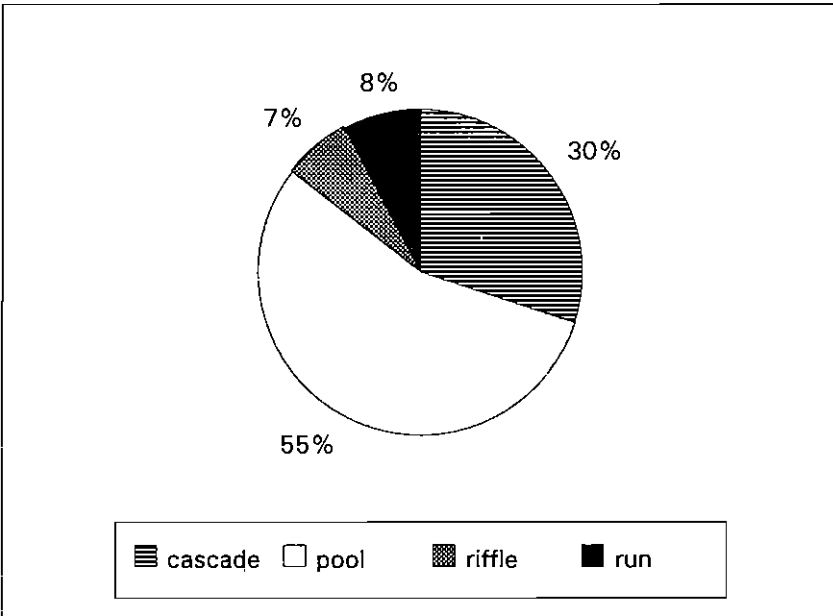
一至二號攔砂壩



二至三號攔砂壩

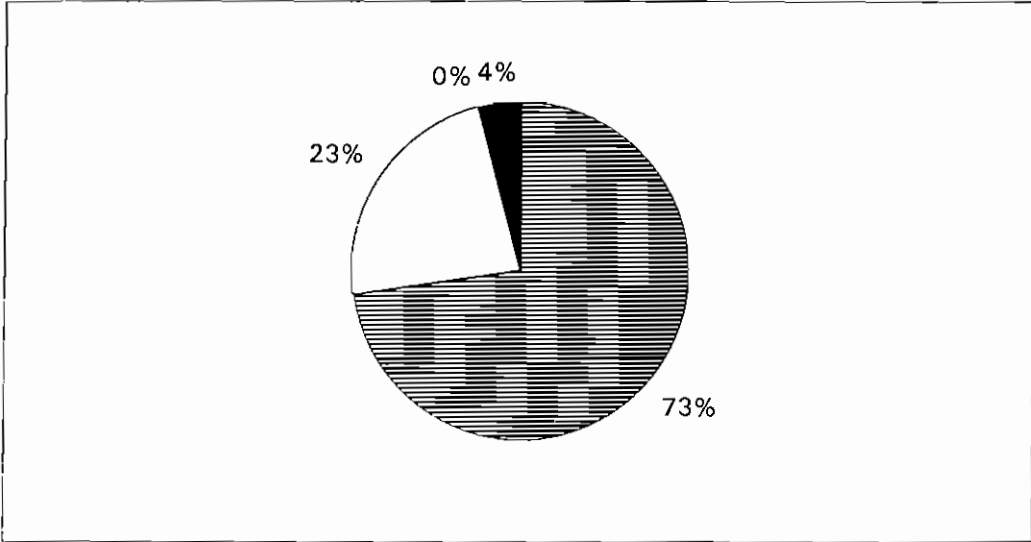


三至四號攔砂壩

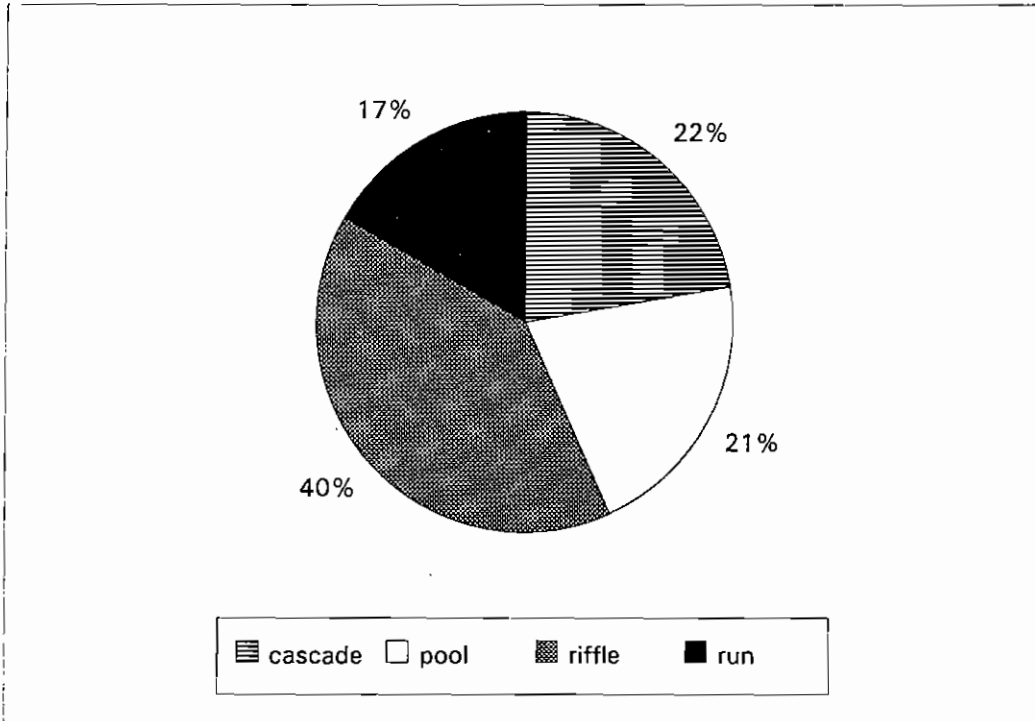


圖七：各類中型棲地在雪山溪的分布

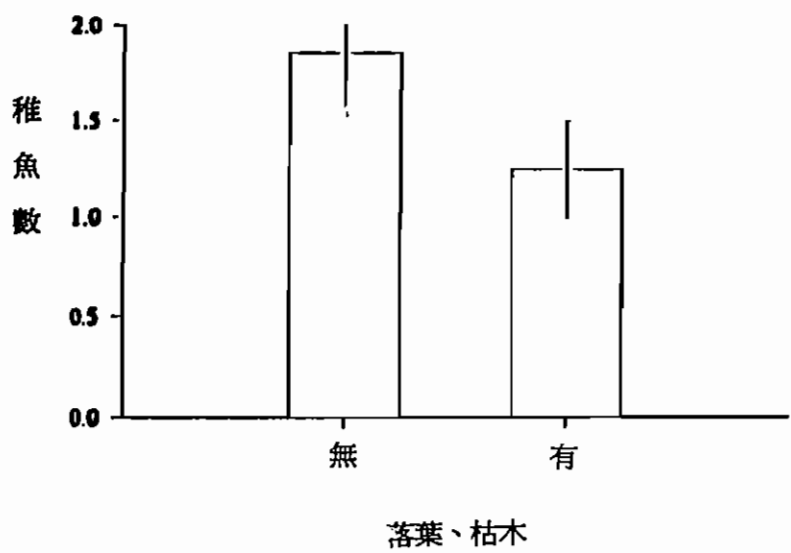
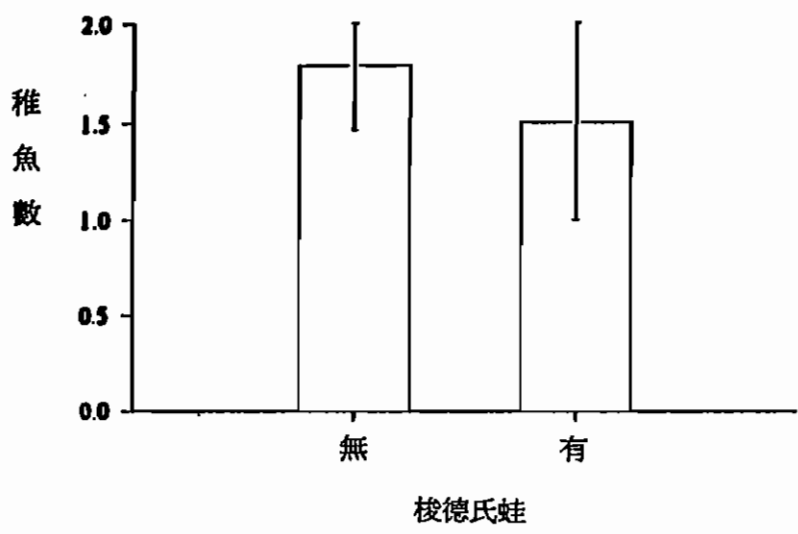
思源派出所旁—上游



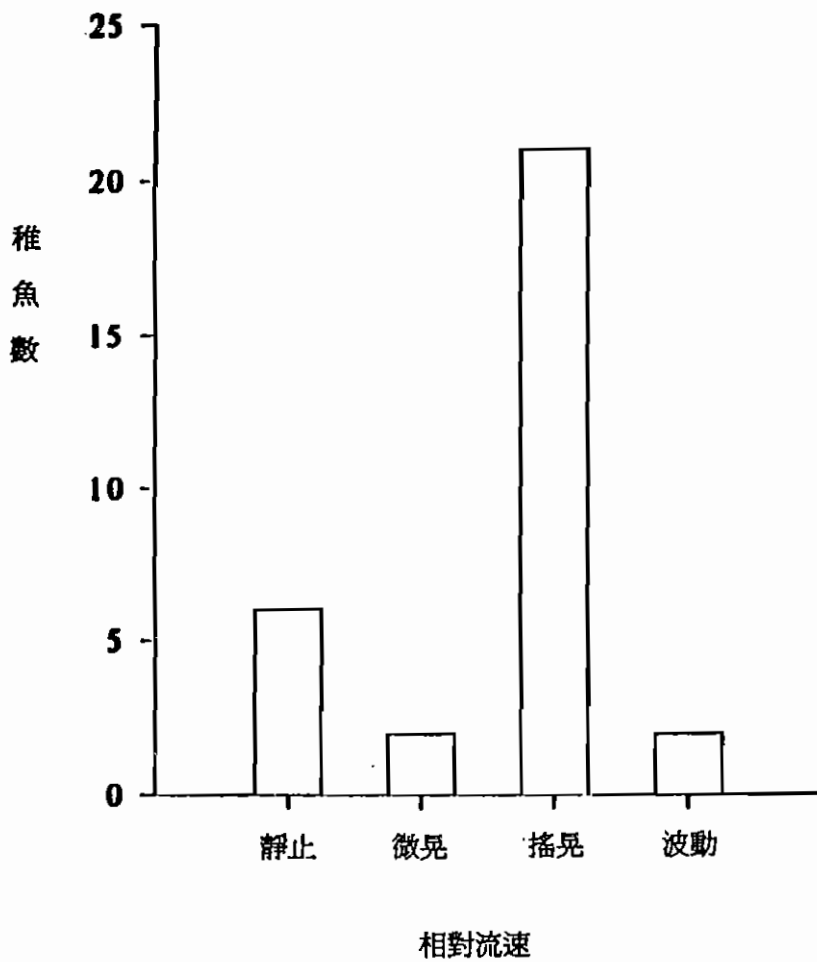
武陵收費站旁—下游



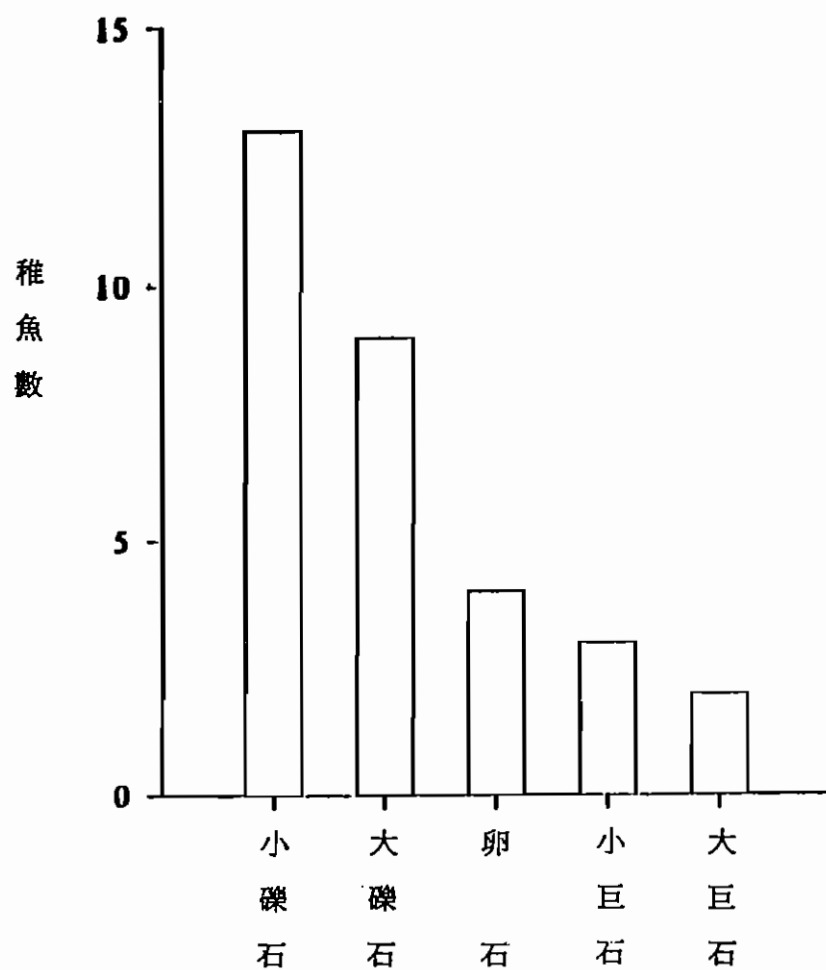
圖八：各類中型棲地在有勝溪的分布



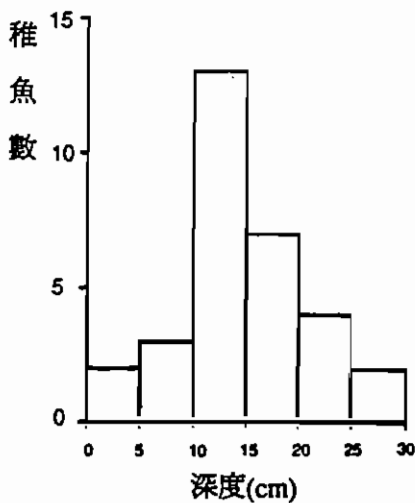
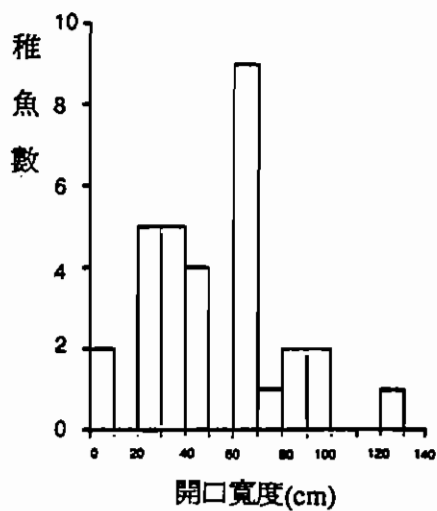
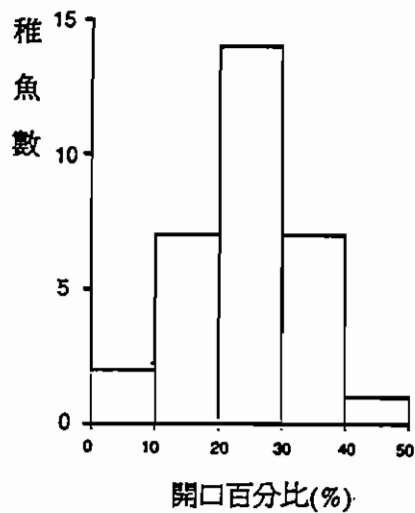
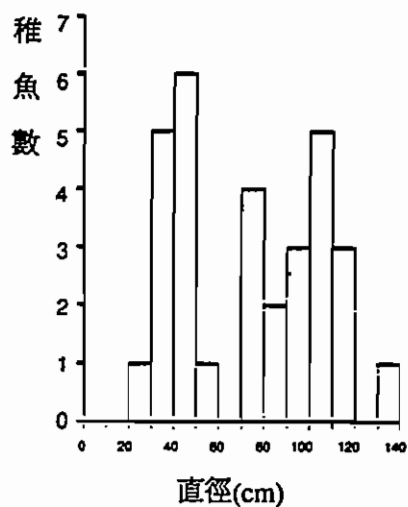
圖十、櫻花鉤吻鮭稚魚數量，與梭德氏赤蛙蝌蚪 (*Rana sauteri*)、落葉枯木有、無的關係。



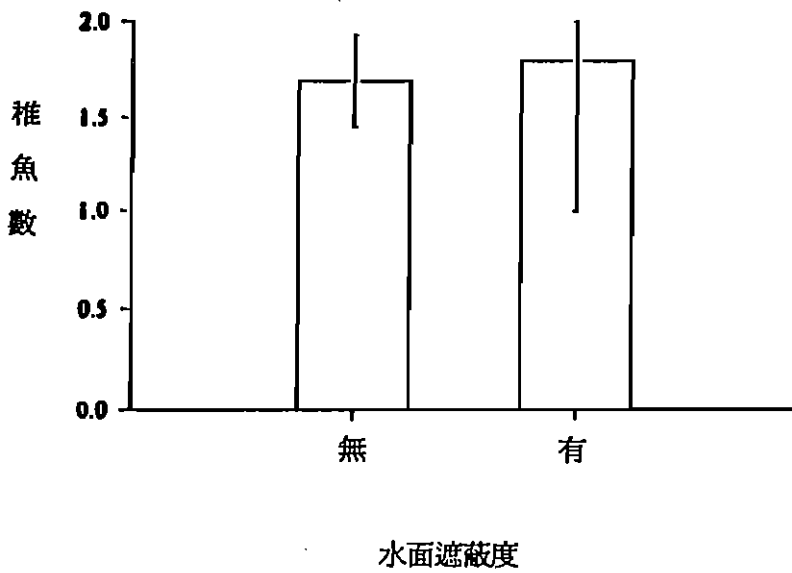
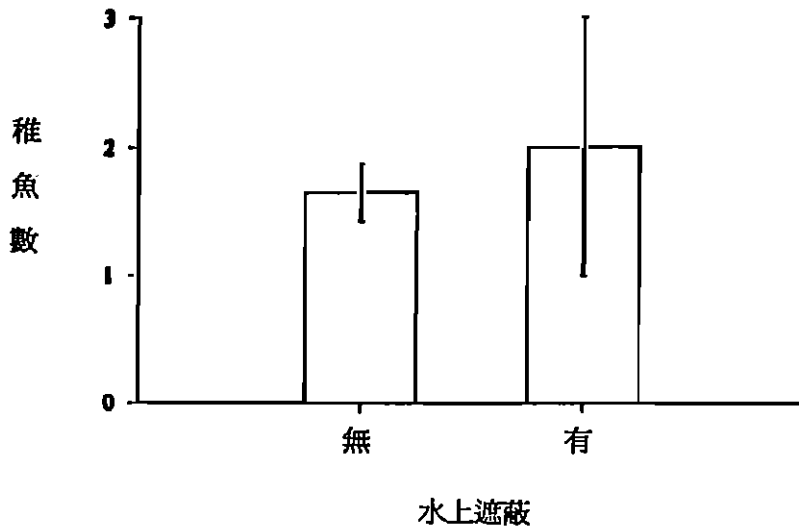
圖十一、櫻花鉤吻鮭稚魚數量與相對流速 (Relative velocity) 的關係。



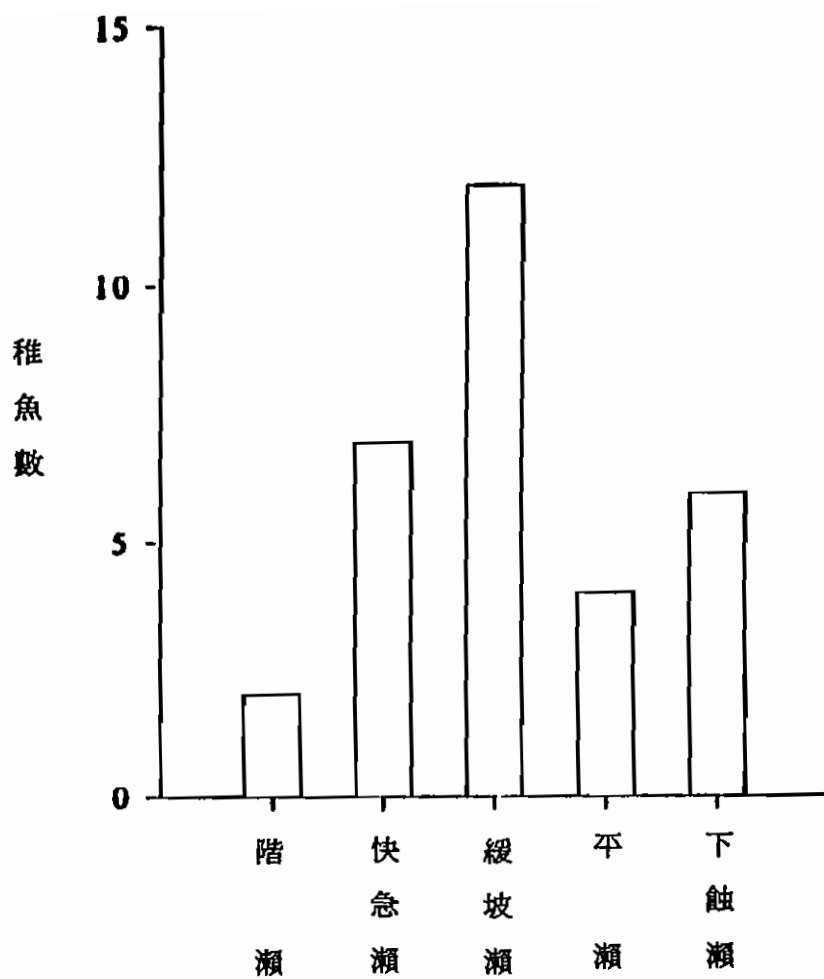
圖十二 櫻花鉤吻鮭稚魚數量與底質石主要組成大小 (main substrate size) 的關係。



圖十三、櫻花鈎吻鮭稚魚數量與與微棲地物理結構因子的關係：微棲地物理結構因子包括深度 (depth)、直徑 (diameter)、開口寬度 (Length of opening) 與開口百分比 (percentage of opening)。

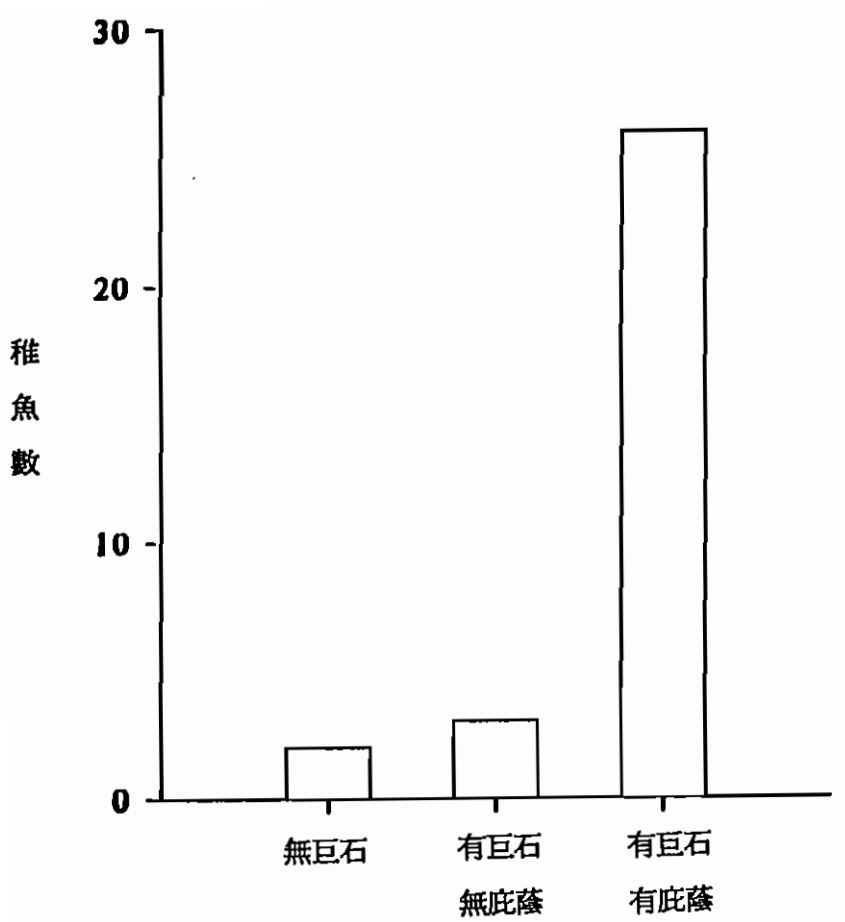


圖十四、櫻花鉤吻鮭稚魚微棲地位置中有、無 (A) 水面遮蔽度 (surface cover) 與 (B) 水上遮蔽度 (cover above surface) 的平均稚魚數量之差異。



溪流棲地型態

圖十五、櫻花鉤吻鮭稚魚數量與其微棲地旁溪流棲地型態的關係；棲地型態，包括「階瀨」(cascade)、「快急瀨」(rapid)、「緩坡瀨」(low gradient riffle)、「平瀨」(glide) 與「下蝕潭」(plunge pool)。



大 巨 石 庇 蔭 效 應

圖十六、有無大巨石庇蔭效應之櫻花鉤吻鮭稚魚數量頻度。

表一：大甲溪上游六條支流調查溪段基本物理環境

	平均溪寬 m	平均溪深 m	平均流速 m/sec	平均流量 m ³ /sec	河道斜率	顯著底質石	調查溪段總長 m
七家灣溪	6.8	0.42	0.30	0.54	0.03	6" & 4"	5727
有勝溪	3.2	0.12	0.08	0.03	0.06	6" & 4"	2669
雪山溪	7.2	0.24	0.19	0.40	0.04	6" & 4"	1537
司界蘭溪	6.1	0.25	0.22	0.33	0.05	6" & 5"	1542
南湖溪	8.3	0.32	0.24	0.72	0.05	6" & 4"	1951
合歡溪	8.8	0.37	0.09	0.37	0.10	6" & 5"	415

表二：七家灣溪中型棲地分析〔一至二號攔砂壩〕

棲地型態	二至三號壩		一至二號壩	
	溪段長	百分比	溪段長	百分比
	m	%	m	%
瀑布型台階	672.4	42.0	367.1	14.3
水潭	475.6	29.7	618.2	24.0
急流	392.6	24.5	952.2	37.0
緩流	60.7	3.8	639.0	24.8
合計	1601.3		2576.5	

表三：七家灣溪中型棲地分析〔五號攔砂壩上游〕

棲地型態	六號壩及其上游		五至六號壩	
	溪段長	百分比	溪段長	百分比
	m	%	m	%
瀑布型台階	77.5	8.1	31.7	5.4
水潭	351.9	36.6	173.2	29.5
急流	508.3	52.8	219.9	37.4
緩流	24.2	2.5	163.1	27.7
合計	961.4		587.9	

表四：雪山溪中型棲地分析（一至四號攔砂壩）

棲地型態	三至四號壩		二至三號壩		一至二號壩	
	溪段長	百分比	溪段長	百分比	溪段長	百分比
	m	%	m	%	m	%
瀑布型台階	123.6	30.0	197.0	31.0	83.5	17.0
水潭	227.4	55.0	145.0	23.0	111.6	23.0
急流	27.4	7.0	241.0	38.0	243.7	50.0
緩流	31.5	8.0	52.0	8.0	53.2	11.0
合計	410		635		492	

表五：有勝溪中型棲地分析（思源段與中游）

棲地型態	思源派出所旁		中游		總合	
	溪段長	百分比	溪段長	百分比	溪段長	百分比
	m	%	m	%	m	%
瀑布型台階	426.2	73.0	465.7	22.3	891.9	33.4
水潭	134.2	23.0	442.3	21.2	576.5	21.6
急流	0.0	0.0	833.2	40.0	833.2	31.2
緩流	23.6	4.0	344.1	16.5	367.7	13.8
合計	961.4		587.9		2669.3	

表六：司界蘭溪、合歡溪與南湖溪中型棲地分析

棲地型態	司界蘭溪		合歡溪		南湖溪	
	溪段長	百分比	溪段長	百分比	溪段長	百分比
	m	%	m	%	m	%
瀑布型台階	1230.2	80.0	158.1	38.1	706.5	36.2
水潭	173.3	11.2	79.0	19.0	259.0	13.3
急流	116.4	7.6	152.2	36.7	880.9	45.2
緩流	22.1	1.4	26.0	6.3	104.1195	5.3
合計	1542		415.3		2669.3	

表七、櫻花鉤吻鮭稚魚與微棲地。微棲地因子包括棲地型態(habitat type)、相對流速(relative velocity)、水上(above)、水底(on)及水下遮蔽(below cover)的程度；以及主要底質(main subs.)、微棲地小潭的直徑(Diam.)、深度(depth)、開口寬度(opening leng.)與開口對小潭圓周的百分比(%)。

Fry No.	Block No.	Leaf stick	Habitat Type	Relative Velocity		Cover		Main Subs.		Daim. (cm)	Depth (cm)	Opening Leng.	%
				Above	On	Below	Subs.						
3	0	A	PLN	2	A	A	2	4	45	18	45	25	
1	1	P	RAP	0	A	A	2	2	80	18	30	10	
1	2	P	CAS	2	A	P	2	2	72	15	5	2	
1	2	A	CAS	3	A	P	2	3	70	21	67	25	
2	4	P	GLI	2	A	A	2	3	77	16	67	25	
1	11	A	PLN	3	P	P	2	3	80	14	80	35	
1	12	A	PLN	2	A	A	0	6	90	4	88	25	
1	13	A	PLN	1	A	A	0	6	130	11	65	15	
1	14	P	RAP	1	A	A	1	4	35	3	3	1	
5	15	A	GLI	2	P	P	2	3	107	14	25	10	
1	15	A	GLI	2	P	P	1	3	20	7	35	25	
1	16	A	GLI	2	P	P	2	3	50	7	120	25	
3	17	A	LGR	2	A	A	2	5	35	23	35	35	
2	18	A	LGR	2	A	A	2	3	90	26	90	20	
3	18	A	LGR	2	A	A	2	2	110	12	65	20	
2	18	A	LGR	2	A	A	2	2	40	10	60	35	
1	19	A	LGR	2	A	A	1	2	30	6	70	45	
1	19	A	LGR	2	A	A	2	3	40	10	45	35	



圖片 1 臺灣地區山高水急，溪流環境受降雨影響甚大



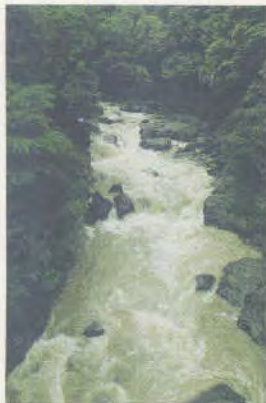
圖片 2 司界蘭溪上游雖有松柏農場之開發，植被尚稱完整



圖片 3 司界蘭溪上游巨石嶙峋，緩流區不多



圖片 4 南湖溪上游底質以大型巨石為主，落差亦大



圖片 5 合歡溪上游溪谷狹窄，洪峰期間溪水暴漲，流速驚人



圖片 6 合歡溪下游與南湖溪交會處附近，仍以A-Type溪流為主



圖片 7 雪山溪除攔砂壩外，開發壓力較輕



圖片 8 93年初，有勝溪上游的思源段亦降下小雪



圖片 9 有勝溪上游溪流多經截彎取直，開發為農地



圖片 10 大甲溪集水區內，水源在各方需求下，已有不敷使用之虞



圖片 11 農業用水遠較一般家庭用水的量大



圖片 12 毫無管制的用水，連水源區的溪流都乾枯了



圖片 13 七家灣溪六號攔砂壩上，目前櫻花鉤吻鮭分佈的上限



圖片 14 水潭區是櫻花鉤吻鮭成魚及亞成魚集中的棲息環境



圖片 15 溪流內的大型石塊除了能減緩水流外，也提供櫻花鉤吻鮭躲藏的場所



圖片 16 底質由礫石組成的緩流區，是櫻花鉤吻鮭最佳的產卵場所



圖片 17 七家灣溪五至六號攔砂壩間，溪流仍保持原貌，亦是鮭魚產卵場最集中的區域



圖片 18 七家灣溪下游因污染嚴重，適合的鮭魚產卵場也風光不再



圖片 19 研究人員以浮潛調查櫻花鉤吻鮭的分佈與棲息環境



圖片 20 櫻花鉤吻鮭族群組成有年齡老化的危機



圖片 21 在櫻花鉤吻鮭保護區外，以電氣捕魚輔助瞭解溪流之魚類相



圖片 22 臺灣鏟頰魚的分佈較櫻花鉤吻鮭略處下游



圖片 23 川鰕虎的分佈自七家灣溪與有勝溪交會處，水溫較高的溪域開始



圖片 24 七家灣溪的外來種：由人工池塘逸出的錦鯉



圖片 25 櫻花鉤吻鮭在產卵場上的生殖行爲



圖片 26 受精的鮭魚卵是沈性卵



圖片 27 櫻花鉤吻鮭受精卵需經過30天破殼而出，再30天左右才從底質石間浮現



圖片 28 野外櫻花鉤吻鮭仔魚成群的景象，已經愈來愈難尋了



圖片 29 美國專為復育瀕臨絕種魚類而設的研究養殖場



圖片 30 研究養殖場內，人工孵化數以百萬計的鮭魚苗



圖片 31 為進行人工繁殖，需要詳細掌握櫻花鉤吻鮭親魚的分佈與數量



圖片 32 人工採精卵後，釋回櫻花鉤吻鮭的親魚



圖片 33 剛孵化的櫻花鉤吻鮭仔魚



圖片 34 卵黃囊吸收將盡，浮現期的櫻花鉤吻鮭魚苗



圖片 35 雪霸國家公園成立後，在人與溪流間，為櫻花鉤吻鮭建立起的保護牆



圖片 36 櫻花鉤吻鮭復育工作亟待各政府單位間的協調、重整、與再出發