

七家灣溪鮭魚棲地的復舊

吳祥堅

雪霸國家公園管理處研究報告

中華民國八十八年六月

目 次

摘 要

一、前言	1
二、研究區的背景.....	2
三、棲地復舊項目.....	3
(一) 七家灣溪溪岸及鄰近坡的種樹	
(二) 人工深潭的設置	
(三) 鮭魚避難所與產卵場的營造	
(四) 高山溪第四號防砂埧之改善	
四、結果與討論	11
(一) 七家灣溪溪岸及鄰近坡的種樹	
(二) 人工深潭的設置	
(三) 鮭魚避難所與產卵場的營造	
(四) 高山溪第四號防砂埧之改善	
五、結語.....	18
六、參考文獻.....	19

七家灣溪鮭魚棲地的復舊

吳祥堅

摘要

七家灣溪位於台灣中部大甲溪上游，全長約 14 公里，其中海拔 1700 公尺至 1900 公尺之河段較平緩，約 7 公里長，適合台灣櫻花鉤吻鮭 (*Oncorhynchus masou formosanus*) 生存，1900 公尺以上河段，則較為陡峭。由於二、三十年前，開始在溪流中興建防砂壩和集水區內農業的開墾等因素，使得鮭魚的數量快速減少，目前僅存 500 尾左右。為了挽救這些瀕臨絕種的魚類，除了進行魚苗人工放流外，棲地的復舊乃是重點工作。本次進行四項棲地復舊措施：溪岸及鄰近坡地的種樹，人工深潭的設置，避難所與產卵場的營造，及防砂壩的改善。溪岸及鄰近坡地經過種植原生樹種之後，溪水水質有些微改善，但仍無法有效降低溪水水溫。而溪邊人工深潭之設置，雖可提供鮭魚更多棲息空間，但仍會有淤砂現象，需每年清理一次。避難所和產卵場因位於較安全的溪岸地區，是用引水道和主流相通，不易受颱風和洪水之影響；產卵場是考量水流速、底質石礫大小、和遮蔭等因素而設置在引水道中，目前仍在調查鮭魚使用情形。至於防砂壩的改善，已完成水工模型試驗，壩體中間拆成梯型缺口之後，所得之平均坡度較矩型者為緩，水流也比較不急，其深槽寬度較寬，較靠近河岸，適合鮭魚活動；此拆除壩體方式對溪流安定及泥沙輸移均未產生激烈之衝擊，目前已進行實體的拆除工作，有關水文和溪流物理之變化情形，將蒐集更多資料，並修正室內模型試驗，作為其餘防砂壩改善之參考。

一、前言

溪流生態系它包括溪流水體本身，和溪流兩岸的直接影響區。溪流上游的生態結構包括水體、岩土，和溪流的生物體，而溪流生物群聚，主要與溪流水文、棲地結構、能量來源和生物間的相互影響有關，間接也受到陸域地形，植被狀況而產生變化。一般上游集水區的溪流，坡度大，呈V型河谷，水溫低，河寬小，河道經常改變，底質含砂量少，巨石多，混濁度低，溪流受林冠遮蓋良好，落葉和溪澗鳥獸為主要有機質來源，溪床的堆積物和附著植生受洪水的影響大。在這種溪流環境變異大的特性下，生物分佈和利用棲地的時間就會有所不同，生物為了適應這些特殊環境，也調整自身的行為和生活方式。在溪流環境中影響生物最重要因子就是水流，水流因河床和河道型態不同而產生變化，時而流速快，時而緩慢，有急瀨、深潭、淺灘、渦流。在低流速時，水溫會增加，水中營養鹽含量會較多，沈積作用增大，水中植生會增加。流速大時，水中細小沙量會增加，溶氧增高，侵蝕作用，搬運作用亦會增大，溪水在此時含有較多的水生昆蟲。魚類在成長過程中，一般仔稚魚都棲習在緩水區，幼魚則喜歡流速較快的區域，大型魚常棲息於大岩盤或岩塊後之深潭，而產卵場的選定除了考量流速外，還需考慮光照和底質，甚至季節性的流量變化。另外，在溪流環境中，影響生物的因子是河床物理性質；當河床較寬時，日照時間就較長，而水位變淺，會影響魚類生理週期和生存空間。河床由岩石、石礫和砂所構成，若平均顆粒大且排列緊密，其相對的穩定性也較高，附著的矽藻會較多，石礫、岩石間因縫隙多，岩石的表面積大，依附在岩石上生活的水生昆蟲數量會較多，這也是魚類食物主要的來源地區，石礫和岩石間的縫隙、亦是小魚和蝦類棲息和躲避敵害的良好場所。溪岸地帶由於經常受溪水干擾，其土壤多溼潤，植群都停留在先期演替狀態，先趨性樹種和嗜水性植物雜生，而樹冠層成熟後，又影響底層溪畔的日照和輻射能吸收，這些樹冠層的枯枝落葉除了提供能量來源外，也提供動物棲所，當樹木倒下時，這些橫臥在溪畔的倒樹，不僅是動物棲習的良好地點，也對溪流水文產生影響，

可增加溪水流速多變性，增加溪流的环境多樣性，溪畔的倒木於洪水時，對溪岸有穩定的功能，溪岸植物的根系穩定了土壤，也會減緩溪水對溪岸的沖蝕。溪岸地帶和溪流本身一樣，是一較開放的通路，動物的移動，如鳥類、蝶類等飛行的動物，經常利用此一通路，不論是覓食、築巢、產卵或者棲住，而較大型的哺乳動物也經常利用此區活動，這些動物的排遺和死亡的屍體，也都成為溪流的有機物質重要來源，和水中動物的食物來源。

二、研究區的背景

七家灣溪位於台灣中部大甲溪上游，全長約 14 公里，海拔 1700 公尺至 1900 公尺左右為較平緩區，約 7 公里長，海拔 1900 公尺以上河段，則較為陡峭，本區終年平均氣溫在 15°C 左右，七月間平均高溫在 21-22°C，二月間平均低溫約 6-7°C，年降雨量約 1600 公厘，全年降雨天數約佔三分之一，雨量集中在三月至九月，十一月、十二月則雨量最少。七家灣溪兩岸地質屬於古第三紀層的水長流層，裸露的地層，主要由黑色硬頁岩及輕度變質的頁岩或板岩所構成（張石角，1989）。河岸植物主要以針闊葉混合次生林為主，林下可見低矮灌叢、草本植物和蕨類，常見的喬木有台灣二葉松、台灣赤楊、台灣胡桃、台灣紅榨槭、青楓、尖葉槭及栓皮櫟等，灌木以八角金盤、通條木為代表，草本植物則以五節芒、火炭母草，冇骨消為主（汪靜明，1995）。七家灣溪的集水區，亦有大面積的人工植被，人造林樹種，主要包括台灣二葉松、台灣杉、紅檜、扁柏、杉木、雲杉、肖楠等針葉林木、以及台灣赤楊、檉、竹類等闊葉樹種。1963 年武陵農場於此設立，將坡地墾植蔬果，種植水蜜桃、梨、富士蘋果、李、梅等溫帶水果，及淺根性之甘藍、白菜、菠菜、大蒜和茶葉。這些人為活動改變了原來集水區之結構與功能，影響七家灣溪鮭魚生存，另外河床上設置防砂埧、也影響鮭魚棲息空間。為了挽救僅存五百尾左右之台灣櫻花鉤吻鮭，不讓它在地球上消失，除了進行人工繁殖與魚苗放流之治標工作外，七家灣溪原有鮭魚棲息地之復舊乃是亟迫切之根本解決之道。

三、棲地復舊項目

(一) 七家灣溪溪岸及鄰近坡地的種樹

七家灣溪溪谷及坡地的植相與溪流生態，息息相關，溪谷沖積扇由於經常受到季節性洪水干擾，森林結構只能區分為喬木層與草本層，主要的喬木樹種以台灣赤楊及台灣二葉松為主，高約5-10公尺，草本層大都是陽性先驅種，如五節芒、艾、台灣澤蘭、台灣何首烏和白絨懸鉤子，高約1-1.5公尺。在溪谷陡岸地帶，因土壤淺薄其森林結構分層不明顯，喬木層有台灣二葉松、阿里山榆，高約6-8公尺，灌木層有水麻、台灣八角金盤，高約2-3公尺，草本層有卡開蘆、頂芽狗脊蕨及高山莢迷、狹葉櫟等小苗，高約0.5-2公尺。集水區坡地的下坡段，溪流左岸平緩地區大都被整地，種植果樹、蔬菜，但較完整的林相中仍可看出是以二葉松為主的林相，其中雜有楓香、栓皮櫟、台灣赤楊，喬木層高約10-15公尺，在坡地較潮濕且經常受干擾地區，則台灣赤楊幾乎成純林，根據郭城孟（1995）潛在植被的調查結果，七家灣溪谷陡岸地區森林，應是以台灣黃杉—阿里山榆植群為主的亞極盛相社會，而二葉松—卡開蘆植群亦屬於此一潛在植被單位。溪谷沖積扇未發現較成熟之植群，然依地形特性推斷，集水區下坡段與此區相類似，其成熟的植物社會，應以台灣黃杉—大葉柯植群（圖一）。

目前下坡段部份農作土地，已進行造林復舊、面積約二十餘公頃，樹種有紅檜、肖楠、櫻花、青楓、台灣杉、烏心石、山肉桂、青剛櫟、山枇杷等，靠近溪谷附近種植三、四齡之較大樹苗，期能減少溪水日曬時間，並希望將來有足夠的落葉進入溪中。

(二) 人工深潭的設置

長久以來七家灣溪兩岸坡地受到人為過度干擾，以及防砂埧之設立，造成河床嚴重淤積，影響鮭魚生存空間，目前淤積現象

山坡地

演替初期

過渡期

亞極相

極盛相

下坡段及山谷凹地

二葉松-楓香-栓皮櫟植群

台灣二葉松
楓香
栓皮櫟
台灣赤楊
五節芒
巒大蕨

台灣赤楊植群

台灣赤楊
五節芒

人工作物

果樹及蔬菜

二葉松-五節芒植群

台灣二葉松
台灣赤楊
志佳陽杜鵑
五節芒
巒大蕨

台灣黃杉-大葉柯植群

台灣黃杉
大葉柯
假長葉楠
長葉木薑子

紅檜-巒大杉植群

紅檜
巒大杉
三斗阿
狹葉櫟
高山新木薑子

上坡段及稜脊

溪谷地

赤楊-二葉松植群

台灣赤楊
台灣二葉松

溪谷沖積扇

二葉松-卡開蘆植群

台灣二葉松
卡開蘆
大葉溲疏

溪谷陡岸

台灣黃杉-阿里山榆植群

台灣黃杉
山肉桂
高山英迷
阿里山榆
狹葉櫟

溪谷開闊地

羅氏鹽膚木-五節芒植群

羅氏鹽膚木
五節芒

台灣胡桃植群

台灣胡桃
化香樹

圖一、七家灣溪地形與植群演替關係圖 (郭城孟, 1995)

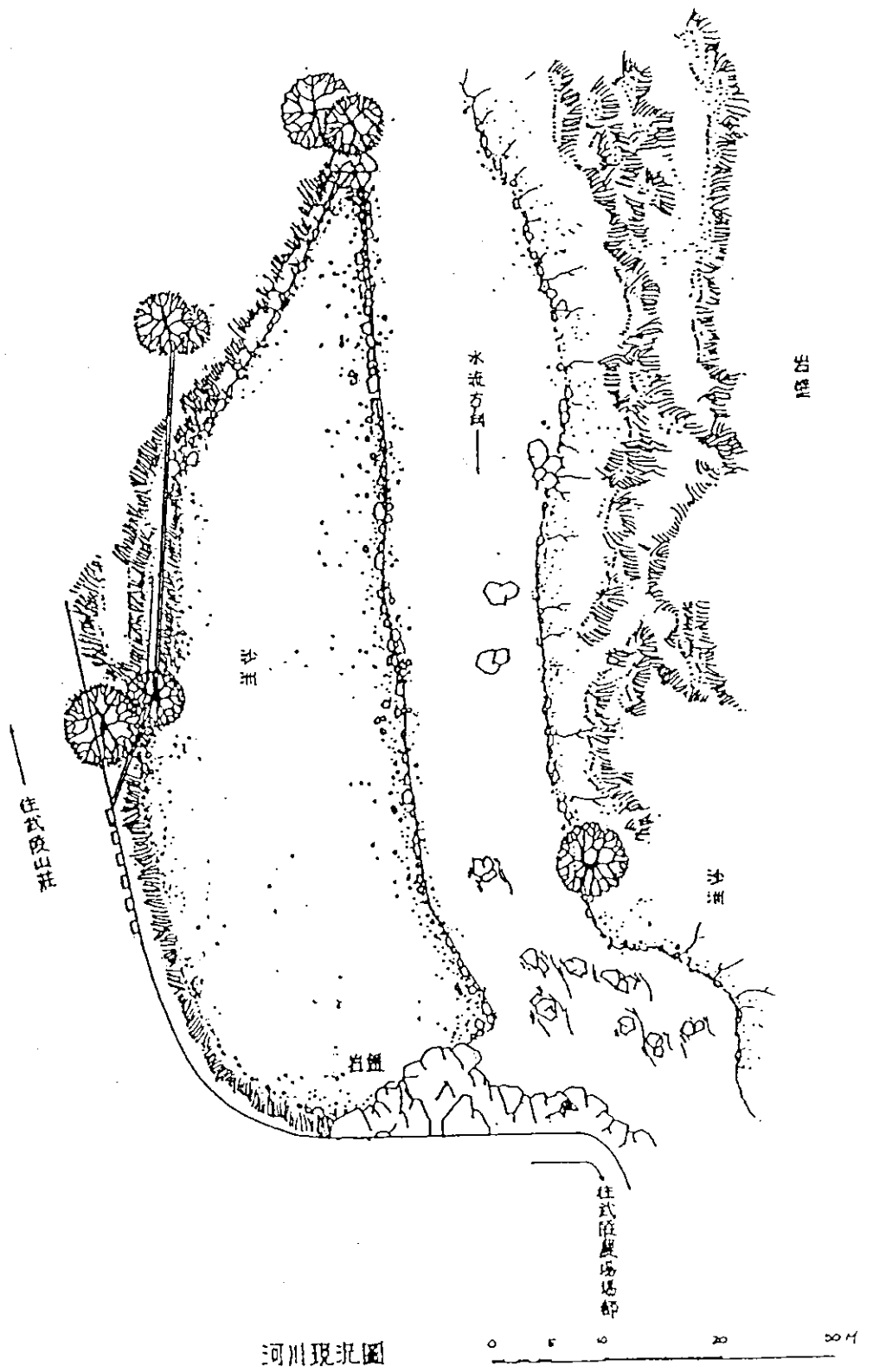
仍然持續在擴大，溪流原本多樣性的環境亦在消失當中，在考量高山溪流之特性，要選擇可供河床棲地改善之地點實在不多，本次選擇在觀魚台附近河床，設置人工深潭，主要是因該地點原本就有深潭，然而在歷年沖積影響之下，已逐漸消失。改善方式將淤積砂石清除，並設置石籠，創造連續三個深潭（圖二）（圖三）（圖四），設置地點前方有一座穩固的巨石，可以保護石籠不致於被洪水沖毀，但洪水期的砂石，仍會淤積在人工深潭，故在洪水期過後，必須以機械方式來清除淤砂，以維持水潭狀態。

（三）鮭魚避難所與產卵場的營造

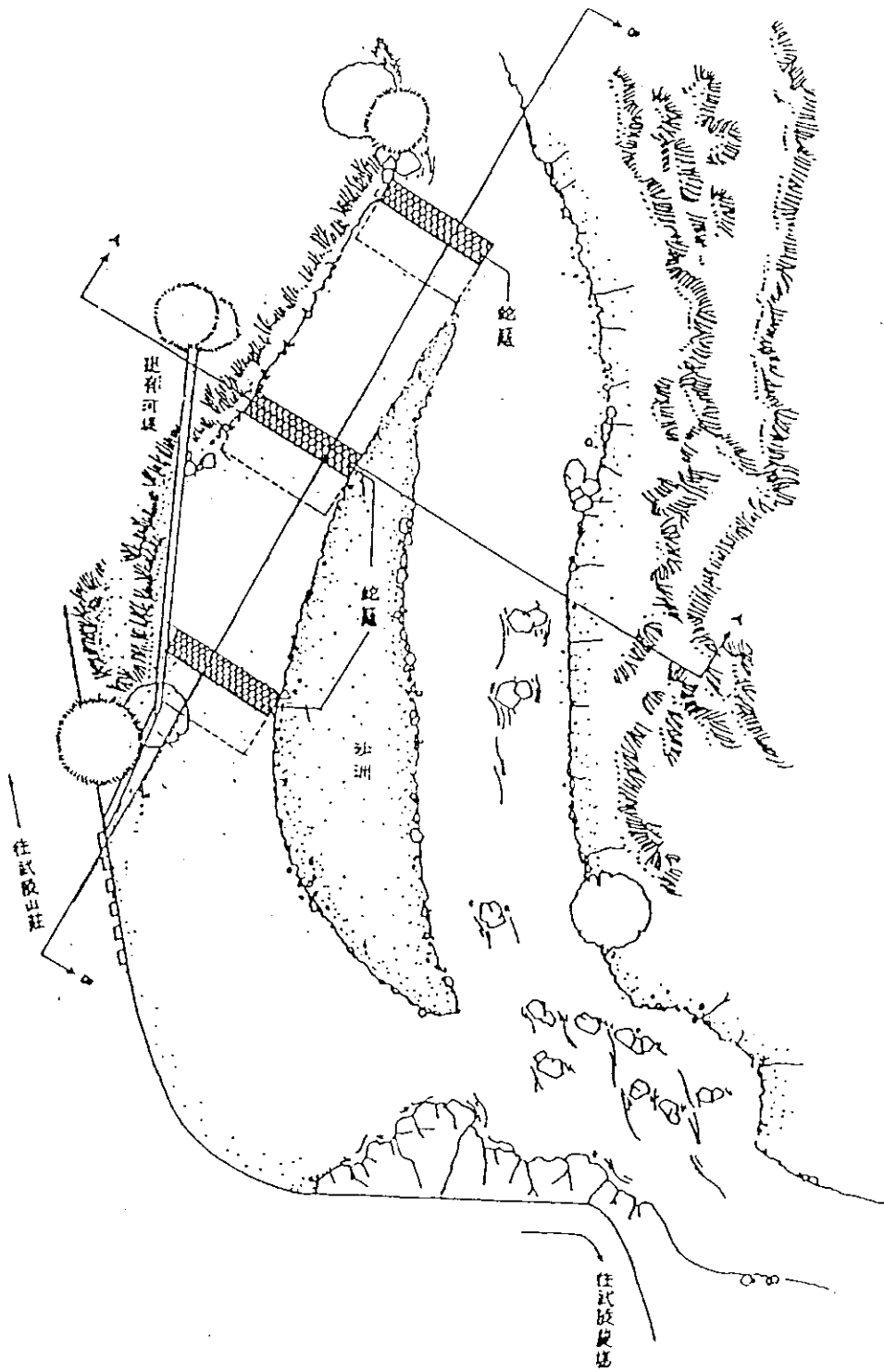
因為天然深潭和適當的產卵場已逐漸消失，而要在溪流河床上設置人工避難所，往往不易尋找到適當的地點，而設置之後亦需經常維護，若能在溪岸附近，尋找適當地點設置避難所，並利用引水道，引導鮭魚進出，則此應較能抵擋洪水之侵襲。經調查七家灣溪在二號埧與三號埧之間，溪岸附近原有一座小潭，也有引水道和溪水相通，鮭魚經常棲息與此，但由於此地點上方為蔬菜地，水土沖刷嚴重，肥料亦隨地表水流入此地點，造成水潭被砂石淤積，而沖刷下來的肥料，亦使水潭佈滿了植物，魚隻棲息不易，1996年賀伯颱風，大量洪水傾洩，造成溪水改道，原有的引水道被砂石堵塞，魚隻無法再利用。本次避難所的設計，主要是將不規則長條狀的深潭，長約40公尺，寬約2-11公尺內之淤砂清除。並用石籠穩固深潭四周坡面引水道長約220公尺之內淤積的砂石也一併清除，同時在引水道與主流匯口處，加強護岸，因引水道本身坡度過大，乃在引水道內以石塊堆砌成階梯狀和複式斷面之水路，讓魚隻夠順利洄游（圖五）。

（四）高山溪第四號防砂埧之改善

防砂埧對魚類棲息環境影響頗大，一般上游河川的深潭是在岩盤、巨石、倒木後方形成，在洪水來時，是魚類避免被水流沖走的最佳避難所，緩水區有水生或溪岸植物生長，是魚苗躲藏覓



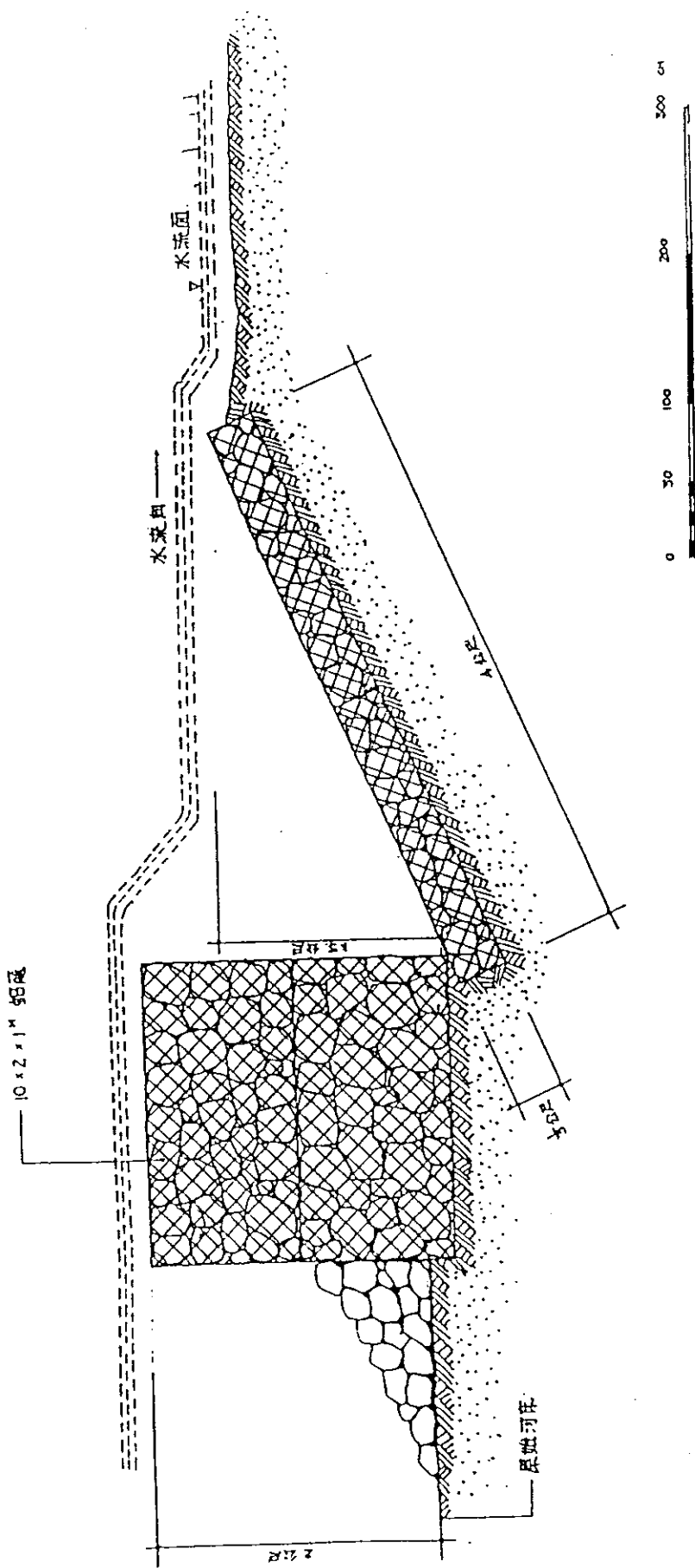
圖二、櫻花鉤吻蛙的棲地改善預定地的平面圖 (曾晴賢, 1994)



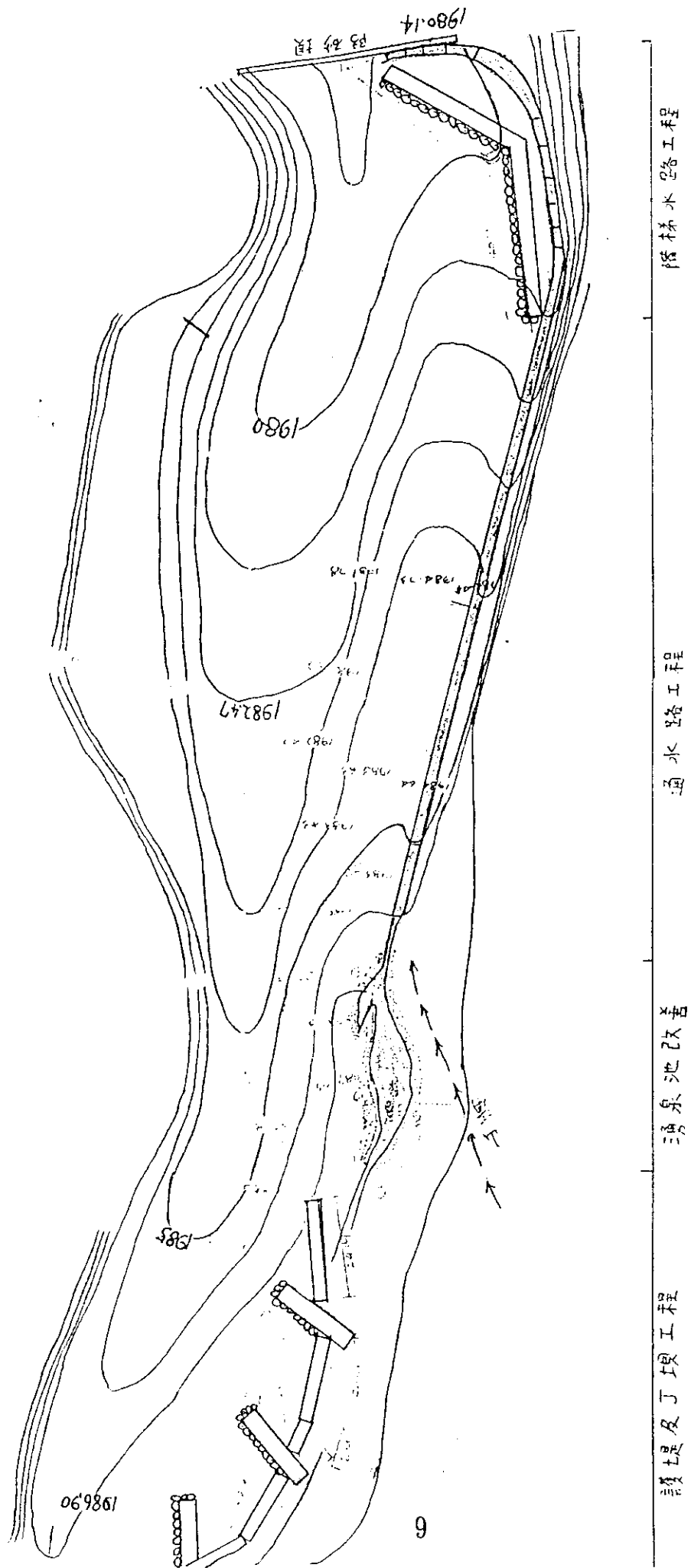
蛇籠施工位置圖



圖三、櫻花鉤吻鮭的棲地改善預定地之施工配置圖 (曾晴賢, 1994)



圖四、櫻花鉤吻鮭的棲地改善計劃之蛇籠施工結構剖面圖 (曾晴賢, 1994)



圖五、鮭魚避難所和產卵場的施工配置圖

食區。防砂壩設置後，將大魚、小魚所需之多樣化環境改變，一般溪流中，連續有數座防砂壩，則愈往上游，魚種類和數量會漸減，生物歧異度愈來愈小。而河床抬高變寬、日照時間變長，會影響原有生物的生理時鐘，湯等（1987）發現水溫太高，會引起陸封性香魚 *Plecoglossus altivlis* 產卵受阻現象。林等（1989）認為石礫表徑在 1.6 cm 以下和細砂組成之底質，鮭魚卵的存活率不及 1%，防砂壩的砂石淤積，使得河床變寬，水流速減緩，溪岸植群社會改變，水溫變化劇烈，也直接影響鮭魚卵的孵化，根據楊正雄（1997）進行七家灣溪流域水溫變化之調查，發現防砂壩的淤滿使河床坡度減緩，會造成七家灣溪中下游水溫升高與升溫速率（ $^{\circ}\text{C}/\text{km}$ ）增加，二號壩以下水溫過高，野外受精卵死亡在 65% 至 100%，而三號壩附近十一月平均水溫 12°C ，可能較適合魚卵孵化，但三號壩以上的地區，由於靠近河川源頭而坡度較大，卻又不適合鮭魚生長（大島，1935）。此外，防砂壩上表層所堆積的砂石，因為體積小，容易受洪水影響而移動，加上防砂壩淤積砂石之河段，時而溪流改道缺水，水生昆蟲所需的環境也就被砂壞了，而水生昆蟲是鮭魚重要食物。依照楊等在 1986 年和 1996 年的水棲昆蟲調查資料，發現數量已逐漸減少，主要造成之原因可能是溪流棲地劣化及水量減少。過去為了魚隻洄游，都是以防砂壩加設魚道方式來解決，然而以台灣河川上游集水區的天然環境，裝設魚道似乎作用不大，何況魚道只解決洄游的問題，對魚類棲地改善功效不大，因此有必要尋求較妥適的方式，來改善上魚類棲地。

本次防砂壩改善試驗是選擇在高山溪（雪山溪）四號壩進行，主要考量因素有：一、過去這條溪有鮭魚存活。二、過去曾在四號壩放流魚苗，然而經過幾次洪水之後，發現魚隻又都集中在一號壩下方回不去。三、高山溪是七家灣溪支流，施工時，若有暫時性濁度升高，魚隻會游至七家灣溪主流。四、高山溪集水區內，少有人為干擾，若能將四座壩改善，鮭魚將有一條棲地較良

好的溪流。

經由現地調查結果，進行模擬現場之水工模型試驗，壩體之厚型尺寸與模型之長、寬、深比例各為 1:70、1:70、1:50，模型試驗遵守：1. 動力相似 2. 阻力相似 3. 顆粒起動相似 4. 輸砂量相似 5. 時間相似等五條件，壩體中間缺口型式為矩形和倒梯形，拆除方式採一次拆除和分次拆除兩種試驗（圖六）。

四、結果與討論

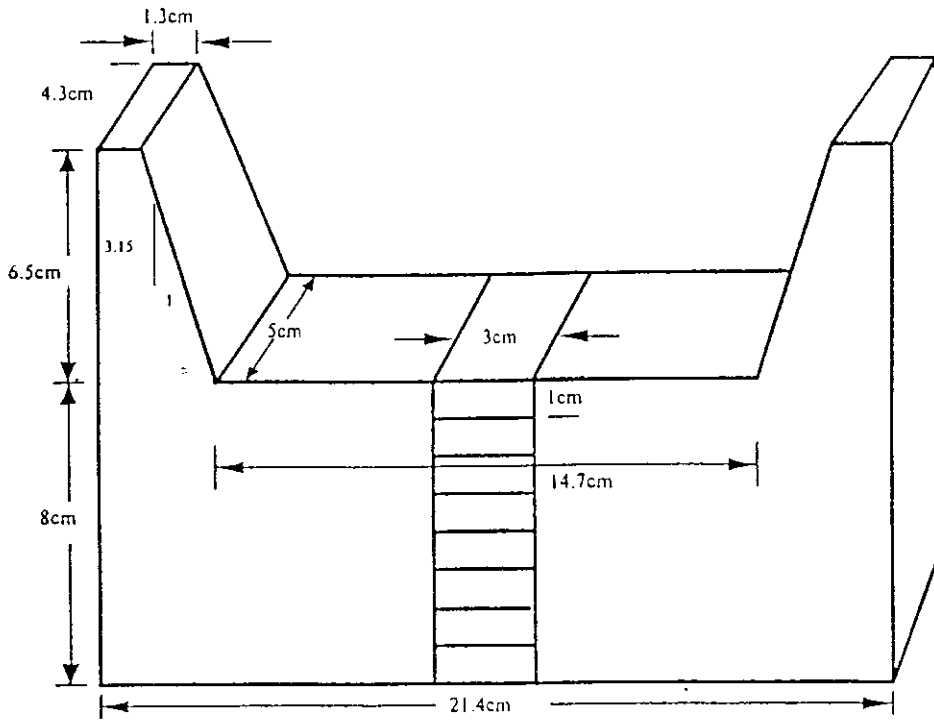
（一）七家灣溪溪岸及鄰近坡地的種樹

經過種植一萬餘棵大、小樹苗之後，原本農作地已長滿草本植物，地表裸露情形已減少許多，此區也已經不再施用農藥、肥藥。經過溪水水質調查結果顯示，種樹前後、溪水水質確有改善（表一：種樹前。表二、表三：種樹後），唯水溫仍無法有效降低，這也是櫻花鉤吻鮭面臨之最大問題。至於種樹復舊之後、植相之演替，動物相之變化，將需耗時監測，方能有結果。集水區的復舊工作在美國已有二、三十年歷史，*Hynes* 在 1975 年時就提出有關集水區的土壤和植被與當地氣候會對河川物理結構和生物生產力產生影響。健康的集水區提供高品質的水源和高生產力的土壤，在功能上更是洪水能量和乾旱的調節者，也維持植物的多樣化和動物的群聚，然而要成功地引導集水區內完成復舊是件困難的工作，因為集水區受到多方面因素的干擾，要追蹤和評估每一干擾所產生的影響，是很費時且很困難。台灣地區主要河川集水區的土地、皆受到人為的過度干擾，集水區的功能有失調現象，七家灣溪集水區農作地的逐漸復舊，不論其結果是否完全成功，但都可供我國集水區經營管理之參考。

（二）人工深潭的設置

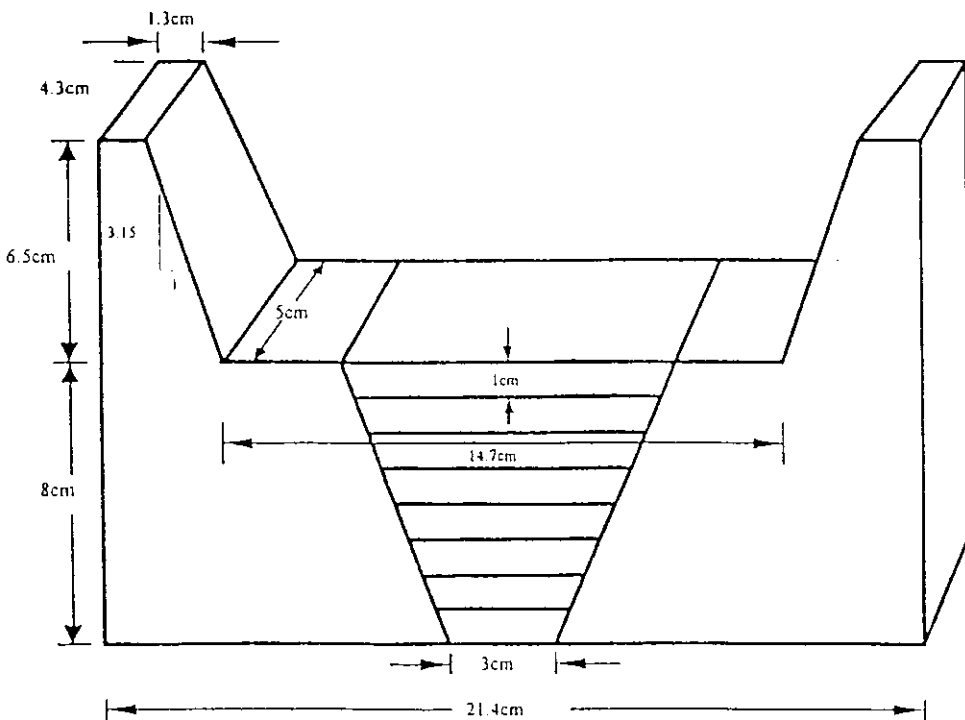
在人工深潭設置之後，鮭魚的確會游至此區，甚至在產卵季時，也有在此搗砂築巢的配對行為，經過 1995 年幾次的颱風，

■ 壩體拆除型式及方式(一)



防砂壩矩形缺口模型圖

■ 壩體拆除型式及方式(二)



防砂壩梯形缺口模型圖

表一 各站由Brown法算出之水質指數(WQI)

站名	日期	85/6	85/7	85/8	85/9	85/10	85/11	85/12	86/1	86/2	86/3	86/4	86/5	平均值±標準偏差
第一站		75.7	78.1	79.9	80.3	79.8	82.3	80.6	81.5	80.9	81.3	82.5	-----	80.3±0.6
第二站		79.9	77.4	82.6	79.9	82.7	掙水期	掙水期	掙水期	掙水期	掙水期	80.3	-----	80.5±0.8
第三站		70.3	58.5	63.8	62.8	75.5	67.5	74.6	80.2	69.0	73.3	77.2	59.6	69.4±2.0
第四站		75.0	80.5	83.1	80.1	82.9	81.8	81.7	82.6	82.0	78.3	82.7	73.3	80.2±0.9
第五站		83.7	78.0	82.5	77.1	84.0	82.7	81.3	76.1	81.2	78.9	78.8	70.5	79.6±1.1
第六站		81.9	72.4	83.7	82.0	77.1	84.3	79.6	85.1	82.0	79.0	82.2	70.3	80.0±1.3
第七站		67.7	67.7	69.5	75.1	81.4	73.3	80.1	82.9	83.0	63.7	78.3	70.5	74.4±1.9
第九站		77.2	77.8	84.9	81.5	77.5	82.3	78.1	83.8	78.4	74.0	80.6	75.9	79.3±0.9
第十站		74.2	82.0	85.3	81.4	81.0	81.2	81.3	79.7	81.3	77.2	79.0	65.8	79.1±1.4
第十一站		78.4	75.6	81.0	72.3	76.4	79.7	77.4	79.3	78.1	78.4	79.5	70.8	77.2±0.9
第十二站		83.4	75.6	84.6	80.6	79.1	75.6	81.6	84.5	81.1	78.4	82.5	69.7	79.7±1.3
第十三站		75.6	77.5	85.9	81.4	79.5	80.4	82.1	81.2	80.6	80.3	82.9	70.6	79.8±1.1

註一：第三站和第四站為七家灣溪中游鄰近種樹地區的水質測站，第六站為七家灣溪下游地區。

水質分析項目：DO、pH、Eh、BOD、溫度、導電度、葉綠素 a、總硬度、總鹼度、濁度、 NH_4^+ -N、 NO_2^- -N、 NO_3^- -N、 PO_4^{3-} -P、 SiO_3 -Si、水棲昆蟲、底藻類、大腸桿菌、總菌數及重金屬、酚、油脂量。

註二：86年3月開始大面積停耕並進行種樹。

各測站由 Brown 法算出之水質指數 (WQI)

表二

日期 測站	86/6	86/7	86/8	86/9	86/10	86/11	86/12	87/1	87/2	87/3	87/4	87/5	平均值士 標準偏差
第一站	82.7	81.3	83.1	84.2	83.6	81.3	78.3	83.5	86.0	82.1	83.9	89.6	83.3±2.8
第二站	82.6	76.3	76.6	84.4	82.8	枯水期	枯水期	枯水期	枯水期	80.6	83.5	84.4	81.4±3.3
第三站	69.0	70.8	68.8	74.8	78.7	79.7	71.8	76.1	76.3	73.1	70.3	83.1	74.4±4.6
第四站	84.3	79.4	86.4	83.8	85.9	81.9	70.8	83.5	85.9	82.0	83.3	89.0	83.0±4.6
第五站	83.3	82.8	84.6	83.9	85.7	80.0	75.3	85.9	85.5	82.2	83.4	84.7	83.1±3.0
第六站	81.8	84.2	77.9	84.3	84.8	79.0	78.1	85.9	86.9	80.8	82.4	84.1	82.5±3.0
第七站	77.7	78.1	79.4	79.7	79.5	80.8	57.6	74.8	78.1	77.4	68.9	87.9	76.7±7.4
第九站	83.9	79.5	82.2	83.0	81.8	83.8	74.1	84.5	85.2	80.2	82.7	85.3	82.2±3.1
第十站	83.8	77.0	78.8	83.1	82.9	82.4	70.8	79.7	85.9	82.0	82.3	88.2	81.4±4.5
第十一站	82.1	78.6	82.3	80.8	81.8	83.8	68.8	81.8	85.8	82.1	83.7	84.7	81.4±4.4
第十二站	82.0	75.1	84.3	83.8	83.0	82.7	79.5	80.7	85.3	80.6	82.3	83.6	81.9±2.7
第十三站	83.9	85.5	85.0	84.3	83.6	83.3	81.4	82.6	86.8	80.0	84.3	88.1	84.1±2.2
平均值士 標準偏差	81.4±4.3	79.1±4.1	80.8±4.9	82.5±2.8	82.8±2.2	81.7±1.7	73.3±6.6	81.7±3.7	84.3±3.6	80.3±2.6	80.9±5.3	86.1±2.3	

武陵地區各測站之 WQI 值 (87. 6~88. 4)

表三

日期\測站	Jun-87	Jul-87	Aug-87	Sep-87	Oct-87	Nov-87	Dec-87	Jan-88	Feb-88	Mar-88	Apr-88	平均值	標準偏差
第一站	82.6	81.1	82.6	80.0	85.5	81.3	83.2	85.9	87.4	78.8	84.7	83.0	2.1
第二站	81.4	81.5	81.9	80.2	85.8	81.9	枯水期	枯水期	枯水期	枯水期	84.2	82.4	1.5
第三站	75.6	74.9	72.0	70.8	83.6	80.1	77.1	80.8	80.3	74.0	81.1	77.3	3.5
第四站	82.2	83.2	84.0	78.7	84.6	82.8	81.0	86.6	85.7	84.5	84.0	83.4	1.6
第五站	82.8	82.3	83.7	79.4	84.1	81.4	80.8	85.3	84.6	66.5	83.2	81.3	3.1
第六站	81.1	81.7	81.1	82.9	83.6	81.6	82.9	86.7	86.8	82.2	84.0	83.1	1.5
第七站	79.8	71.4	74.8	78.1	81.0	78.5	66.6	77.6	79.0	82.3	81.3	77.3	3.5
第九站	81.9	84.1	82.3	80.6	83.6	83.8	84.2	85.8	86.3	82.3	85.7	83.7	1.4
第十站	84.2	81.8	81.6	81.7	82.7	80.3	81.1	84.2	85.7	77.9	84.2	82.3	1.7
第十一站	82.1	82.5	82.1	81.4	84.8	83.0	80.6	86.4	85.2	81.2	84.9	83.1	1.6
第十二站	83.0	83.5	82.3	82.6	83.1	82.4	83.1	84.3	83.9	81.4	84.7	83.1	0.7
第十三站	84.9	82.7	82.9	82.9	84.4	82.4	84.9	85.5	85.9	80.7	84.5	83.8	1.3
平均值	81.8	80.9	81.0	79.9	83.9	81.6	80.5	84.5	84.6	79.3	83.9		
標準偏差	1.5	2.6	2.5	2.1	1.0	1.1	3.1	2.0	1.9	3.6	1.0		

此區仍然保持良好狀態，但在 1996 年的賀伯颱風來襲之後，大量砂石淤積於此，而石籠並無大損害，只要將淤積砂石清除，仍可提供鮭魚使用。國內河川棲地改善之研究相當有限，段錦浩（1993）在「大甲溪水潭水文及河道疏濬及沖淤研究」應用四種方式來進行棲息地改善工程；開口式輪胎埧，堆石丁埧，開口式堆石埧及河道挖濬。其中，開口式輪胎埧如預期地產生沖刷坑外，其上游亦因束流而出現之滯洪坑，針對魚類棲息而言效果最佳。堆石丁埧雖有砂石運移至該區，但其束流效果仍可使丁埧發揮功效而產生主深槽。而開口式堆石埧雖位於淤積河段，但仍可使開口下游產生深潭。河道挖濬經過第一次雨季有加深加大的現象，但不久之後已完全淤滿，故人工挖濬需配合其他工事方可延續。在美國 *Fish Creek* 是利用大的樹幹和大岩石 (*boulder*) 以纜繩結合，固定在溪邊岩盤，創造深潭 (*pool*) 和多樣化環境，在 1988 年時花費 24 萬美元，放置了 500 個這種結構物，供鮭魚使用，另外亦以人工方式創造鮭魚的產卵場。

台灣高山，海拔一千五百公尺以上地區，因為河川坡度陡峭，彎曲又大，洪水沖刷嚴重，河川改道情形非常普遍，在河川行水區進行魚類棲地的改善工程，實屬不易，本次三個連續人工深潭之設置，或可作為爾後魚類棲地改善之參考。

(三) 鮭魚避難所與產卵場的營造

本項工程分兩階段施工，目前完工部份是湧泉池改善，通水路工程和階梯水路工程（圖五），完工之後，鮭魚即行來遊，估計約 30 尾，惟因新完工之棲地缺乏天然遮避和天然食餌，魚隻來遊後即行離去，目前已補植樹苗，增加遮避，魚隻使用情形仍在調查當中。美國康乃狄克河中設有許多水壩，供發電之用，但也影響鮭魚苗降河的路徑，於是就闢設了人工引道，此引道進口是在壩體附近的上游處，出口處在水壩下方約 200 公尺的河中。本次避難所之設計，原本亦想找尋適當地點，設計有兩個進出口

之避難所，但因枯水期水位低，洪水期河流經常改道，以及地形上的限制，故只能規劃這種只有一個進出口的避難所。目前已在七家灣溪下游尋找適當地點，進行第二個鮭魚避難所規劃，是否能設計二個進出口的形式，仍有待進一步分析。

(四) 高山溪第四號防砂壩之改善

由模型試驗結果，壩體上游淤砂坡度的變化，與一次拆除或分次拆除所形成之河床最終平均坡度差別並不大，但梯形缺口所得之平均坡度，比矩形者緩些，水流也比較不急，其深槽寬度較寬，較靠近河岸，較適合鮭魚活動。但矩形缺口，容易使壩體上游河床中、下段產生淘刷，較易形成深潭，亦適合鮭魚生存。依據本次水工模型試驗，以拆除部分壩體來恢復鮭魚棲地，對溪流安定及泥沙輸移均未產生激烈之衝擊，進行改善工程之後，對實際河道斷面及水文之影響，亦將蒐集資料後，再修正室內模型試驗，並作為三號壩改善之參考。美國在密西根的 *Pine* 河之 *Stro nach* 壩，進行一項拆壩試驗，一座 12 尺高的壩被拆除，在未拆壩之前，壩上游地區的河床含砂礫高，河床坡度減緩，影響範圍達 1.5 公里；當壩拆除後，壩上游河床開始下切，河床潛在的基石和石礫開始出現，棲地開始逐漸好轉，在此同時，對壩上游 8.1 公里、壩下游 1.1 公里之範圍，進行鱒魚和 *White Suckers* 魚類族群調查，發現壩上游地區鱒魚密度比壩下游地區來得大，而在壩下游的 *White Suckers* 族群卻較大（可能與習性有關），目前這項調查仍在進行中。美國聯邦魚類和野生動物基金會（*NF WF*），已經用 483,000 美元進行南部河川復育計劃（*Restore Our Southern Rivers Project, ROSR*），在 *Michigah* 的 *Betsie* 河中，生存了一種鱒魚，因為夏季水溫超過鱒魚的忍耐範圍，研究人員進行三項棲地改善措施，其一是將河川較上游的壩拆除，其二是將附近湖泊底層的水抽至河川，其三是增加遮蔭，在經過 1993-1996 年 7 個點的水溫監測並收集氣象資料，進行正常水流

和低水流不同年份之水溫結構變化模式，當埧拆除後，水溫可降低 1-2°C。目前高山溪四號埧已進行改善工程，結果如何，仍有待往後之調查與監測工作，高山溪其餘的三座埧，將計劃陸續改善，以完成一條適合生存的溪流，而七家灣溪的防砂埧亦將在此之後，持續進行改善措施。

五、結語

1944 年美國 *Oregon* 的中北部 *Clackamas* 河其支流 *Fish Creek* 的集水區內 41% 的森林被砍伐，並修築道路 140 哩長，在幾次的大洪水之後，集水區環境在 1970 年惡化，魚群大量減少，美國政府 1981 年起進行復舊工作和監測，以了解魚群和棲地復舊的關係。七家灣溪和其支流高山溪（雪山溪），是台灣櫻花鉤吻鮭僅存的棲息地，為了挽救這瀕臨絕種生物，必須進行保護和保育工作，除了設立育種繁殖場加強保護現有族群外，現有棲息環境的改善才是長久有效的治本之道。本次針對七家灣溪三號埧以下地區，進行農作地復舊，人工深潭與避難所的設置，並在其支流高山溪進行四號埧之改善，其結果是否能符合預期成效，仍有待進一步調查與評估。

六、參考文獻

- 大島正滿，1935，大甲溪 鱒 生態學研究，植物及動物 4021：1-13。
- 汪靜明，1995，武陵地區環境生態，雪霸國家公園管理處，226 頁。
- 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，18 頁。
- 吳祥堅，1995，櫻花鉤吻鮭野生種魚觀查與人工繁養殖試驗，雪霸國家公園管理處研究報告。
- 吳祥堅，1998，由生態保育觀點評述上游集水區的土地利用，雪霸國家公園管理處研究報告，38 頁。
- 吳祥堅，1998，考察美國魚道設計和集水區復舊，雪霸國家公園管理處出國報告。
- 段錦浩，1993，大甲溪水潭水文及河道疏濬及沖淤研究一三年總結成果報告，國立中興大學水土保持研究所。
- 徐美玲、賴建盛，1996，河床地形與防砂埧之空間關係-七家灣溪個案研究，國立台灣大學地理學報第 21 期，PP：65-82。
- 郭城孟，1995，七家灣溪潛在植被之研究，雪霸國家公園管理處委託研究報告。
- 陳弘成，1997，溪流水源水質監測系統之規劃與調查-武陵地區，雪霸國家公園管理處，88 頁。
- 陳弘成，1998，溪流水源水質監測系統之規劃與調查-武陵地區（期中報告），雪霸國家公園管理處，48 頁。
- 張石角，1989，櫻花鉤吻鮭保護區規劃，農委會 78 年生態研究第 010 號，78 頁。
- 湯弘吉、彭弘光、余廷基，1987，養殖環境對香魚之生殖周期、

性腺成熟及卵質之影響，中央研究院動物所與農委會漁業處合辦「魚類生殖與內分泌之基礎及應用」研討會論文專集，P P：249-262。

曾晴賢，1994，櫻花鉤吻鮭族群調查及觀魚台附近河床之改善研究，雪霸國家公園管理處研究報告。

葉昭憲、段錦浩、連惠邦，1998，七家灣溪河床棲地改善之試驗研究，雪霸國家公園管理處研究報告。

楊正雄，1997，水溫對櫻花鉤吻鮭族群的影響，國立清華大學碩士論文。

楊平世、汪良仲，1996，七家灣溪的水棲昆蟲監測調查，雪霸國家公園管理處委託研究報告。



相片一 七家灣溪溪岸及鄰近坡地種樹前(1996,2月)



相片二 七家灣溪溪岸及鄰近坡地種樹後(1998,2月)



相片三 七家灣溪溪岸及鄰近坡地種樹前(1996, 2月)



相片四 七家灣溪溪岸及鄰近坡地種樹後(1998, 2月)



相片五 七家灣溪人工深潭設置前(1994,3月)



相片六 七家灣溪人工深潭設置後(1995,3月)



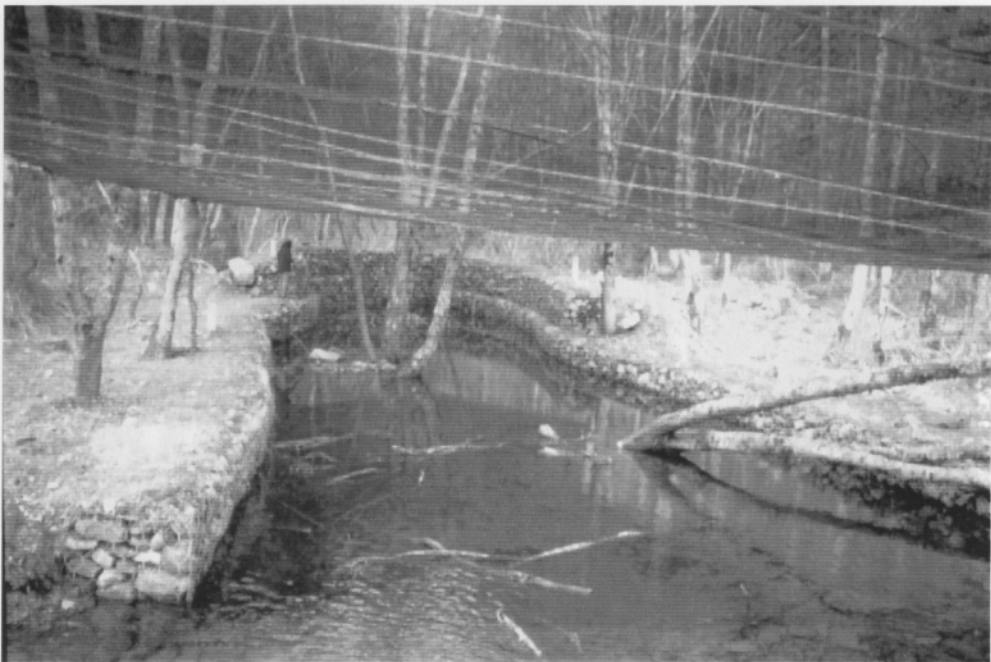
相片七 七家灣溪人工深潭設置後(1999,3月)



(R) 相片八 鮭魚避難所設置前(1994,9月) 時



(相片九) 鮭魚避難所設置後(1999,3月)



(相片十) 鮭魚避難所設置後(1999,3月)



相片十一 通水路產卵場的營造 (1999, 3月)



相片十二 高山溪第四號壩 (1998, 10月)



(R0.0) 相片十三 高山溪第四號壩改善後 (1999, 4月) 十 八 肆



(R0.0) 相片十四 高山溪第四號壩改善後 (1999, 6月) 十 八 肆



相片十五 高山溪第四號壩改善後深槽變化情形 (1999, 4月)



相片十六 高山溪第四號壩改善後深槽變化情形 (1999, 6月)