

# 櫻花鉤吻鮭族群調查 及觀魚台附近河床之改善研究

委託單位：內政部營建署雪霸國家公園管理處

執行單位：新竹市野鳥學會

執行人：曾晴賢  
國立清華大學生命科學系

中華民國八十三年六月

## 目 次

摘要 .....	1
壹、緣起 .....	3
貳、研究方法 .....	5
參、結果與討論 .....	6
肆、結論與建議 .....	10
伍、謝 誌 .....	11
陸、參考文獻 .....	12
圖 .....	15

## 摘要

本計劃在本年度研究期間（八十三年四月至五月），主要是進行七家灣溪櫻花鉤吻鮭主要棲息地內之魚類族群數量普查，以及選定觀魚台附近的河床，規劃適合魚類棲息的棲地乙處，其結果分別摘錄如下：

### 一、櫻花鉤吻鮭族群數量的普查

櫻花鉤吻鮭是政府明定的保育類動物，目前儘發現棲息於雪霸國家公園境內之七家灣溪一帶。其族群數量極為稀少，根據調查發現，民國七十五年左右約有六四六尾，民國七十六年則發現有一、七五七尾。而隨後因天然環境破壞，族群數量開始減少，至民國八十年的冬天的估計則僅存六百尾左右。而民國八十一年至今（八十三年三月）之族群數量並未作例行的估計，其數量多寡和分布範圍之變化，仍然未有精確的進行長期追蹤記錄。本次（八十三年五月）的調查範圍是武陵農場七家灣溪四號攔砂壩以下，以及武陵溪（雪山溪）攔砂壩以下，一直到與有勝溪會流處為止。

本次的調查結果有：

1、七家灣溪櫻花鉤吻鮭的分布最下限範圍，是在武陵農場場部下方200公尺的地方。

2、櫻花鉤吻鮭的分布主要是集中於武陵溪攔砂壩以下、七家灣溪中段復育中心附近和上段武陵吊橋附近的三個河段，其餘的地段都只有零星的大型成魚，並無較為集中的族群。

3、目前所發現的櫻花鉤吻鮭主要幼魚(<10cm)分布地集中於武陵溪和武陵吊橋附近，復育中心附近的幼魚數量較少，其餘的地方完全沒有幼魚的蹤影，原本在去年冬天所發現的幾處產卵場，似乎都沒有育成幼魚。

4、本年的普查結果共計發現788尾櫻花鉤吻鮭，其中一齡幼魚有439尾，二齡以上之成魚有349尾。

5、台灣鏟頰魚目前的分布已超越過一號壩之上，對於櫻花鉤吻鮭的棲地影響情形有待觀察。

## 二、棲地改善的部份

七家灣溪兩岸由於自然力的作用和人為的過度開發，造成沿岸崩塌及河床嚴重的沖刷或淤積，對櫻花鉤吻鮭的棲息地有極為嚴重的負面影響，以往的相關研究調查結果裡，也一直認為改善本溪流的環境現況，將有助於櫻花鉤吻鮭的復育。考慮本區以往溪床環境的變遷，以及分析最不會影響目前魚類族群現況的情形之下，可以選擇觀魚台（釣魚台）附近之河床，進行棲地改善之研究與規劃設計，以作為日後實際進行其他棲地改善工作之參考依據。

1、目前針對釣魚台前的砂洲規劃出一處以三個連續的蛇籠擋水壩為改善策略的設施，其目的是希望創造三個連續的深度達2公尺以上的深潭，以提供櫻花鉤吻鮭的覓食和緊急避難場所（詳細規格請見設計圖）。

2、可以考慮在釣魚台之下游200公尺遠的地方，將巨石洄流下方的淤砂以機械的施工方式，清理出一個2~3公尺深的大潭，亦將可以增加櫻花鉤吻鮭一處極為有用的棲息地。

總括本次調查的結果，建議主管單位爾後的工作重點可以考慮：

1、武陵吊橋附近的河域，以及武陵農場場部附近的武陵溪河域，是已知櫻花鉤吻鮭最重要的分布地和繁殖場，這兩個地區的保護良莠將關係到整個櫻花鉤吻鮭族群的興亡，因此有必要更加注意這兩處河段的保護工作。

2、先行以不傷害現生魚類的取樣方式，分析本區櫻花鉤吻鮭各個小族群之間的遺傳基因獨特性。再考慮以人為的方式移植上下游之間的魚類族群，讓其自然雜交繁殖或是以人為方式進行雜交繁殖後放流。

3、固定每年進行春、秋兩季的櫻花鉤吻鮭族群數量普查，以及河川環境的調查工作。

4、可以將已廢棄的湧泉池和復育中心的養殖池加以清理，並規劃為櫻花鉤吻鮭的自然繁殖場和避難所。

## 壹、緣起

櫻花鉤吻鮭 *Oncorhynchus masou formosanum* (Jordan and Oshima) 是世界上知名的魚類之一，其在生物地理學上的科學意義相當大，在熱帶性地區的台灣出現了寒帶性的鮭鱒科 (Salmonidae) 魚類，實在是令人意想不到的事情。

民國六年(1917)，當時從台灣前往史丹佛大學進修的日本魚類學家大島正滿先生，接到他在台灣的助手青木越雄通知在台灣發現鱒魚的事，他轉而告知其老師----世界的魚類學權威喬丹 (D. S. Jordan) 這項在台灣的新發現。當時喬丹教授以其在魚類研究上的權威和經驗，認為亞熱帶的台灣不可能有這種溫帶地區才有的鮭鱒魚類。因此他還開玩笑的說這是愛吃鹽漬鮭魚的日本人，在運送食物到台灣的過程中，偶而在山路中打翻了貨物，這些失落的鹹鮭魚被當地人撿拾之後所產生的誤會。

一直到兩年後大島先生回到台灣，看到放在他的研究室中的鹽藏標本，立即將其詳盡的特徵描述之後，和他的指導教授喬丹博士，共同將亞熱帶台灣棲息著鮭鱒科冷水性魚類的消息公諸於國際學術界。

自從大島氏及喬丹于民國八年給了櫻花鉤吻鮭第一個學名—*Salmo saramao* (梨山鱒) 以來，對於其分類與命名一直有些爭議，不過大致上學界目前同意以 *Oncorhynchus masou formosanum* 為它的學名。而事實上，在很多外表形質的特徵及分子生物學上的證據也顯示，台灣的櫻花鉤吻鮭與它在日本北海道的另一個近親族群 *Oncorhynchus masou masou* (櫻鱒) 最為接近。經由DNA置換率 (DNA replacement rate) 來推測，其可能是在十萬至八十萬年前，經常來返台灣與北方之間，後來因為地殼變動，台灣沿海的溪谷及河口崩塌堵塞，截斷了其洄游路線，使得台灣的櫻花鉤吻鮭成為罕見的亞熱帶高山溪流中的陸封性 (Land locked) 鮭魚。目前僅知本種只分布於本省中部的大甲溪上游 (圖一)，由於本種有非常重要的學術和經濟價值，並且目前數量稀少到瀕臨絕種的地步，因此政府於民國七十三年七月依「文化資產保存法」第49及施行細則72條之規定，指定並公告櫻花鉤吻鮭為珍貴稀有動物，至此，櫻花鉤吻鮭被列為文化資產之一。

根據早期的記錄顯示，櫻花鉤吻鮭在日據時代(1917~1941)的數量還不少，在松茂以上的整個大甲溪上游，包括合歡溪、南湖溪、司界蘭溪、七家灣溪及有勝溪等支流都曾是它的棲息地 (圖二)。其中司

界蘭溪及七家灣溪的數量最多，甚至在七家灣溪還可以以投網的方式，一人一天捕獲到十五公斤以上。但是到了民國五、六十年代，就只剩下司界蘭溪、武陵溪及七家灣溪有鮭魚的蹤影了。然而在民國七十三年時，農委會委託台大動物系林曜松教授等人再次詳細調查時，發現只剩下七家灣溪約五公里左右的溪段，有這種國寶魚的存在。根據民國八十年林務局邱健介先生等人之調查，目前櫻花鉤吻鮭的棲地大概是以武陵農場迎賓橋為下限，向上至七家灣溪上遊桃山西溪六號壩底下約七公里長之區域（圖二）。

櫻花鉤吻鮭是政府明定的保育類動物，其族群數量極為稀少，因此分布地又極為狹隘。根據林教授等人在七家灣溪全域的調查櫻花鉤吻鮭族群數量時發現，民國七十五年左右約有六四六尾，民國七十六年則發現有一、七五七尾。而隨後因天然環境破壞，族群數量開始減少，至民國八十年冬天的估計時，則僅存六百尾左右，其數量已令主管單位和保育人士擔憂（圖三）。

然而自民國八十一年至今（八十三年三月）之族群數量並未作例行的估計，其數量多寡和分布範圍之變化，仍然未有精確的進行長期追蹤記錄。本項資料不僅關係本種珍貴保育類動物的存續問題，復為提供一般大眾了解目前櫻花鉤吻鮭族群現況，以及為雪霸國家公園管理處建立一個接續以往本種珍貴魚類之保育工作的基本資料，實有必要加以全面性的調查該種魚類的分布現況，以瞭解其族群數量和分布之變化情形。因此管理處委託本研究，進行本年度夏季魚類族群數量的普查。

另外七家灣溪兩岸由於自然力的作用和人為的過度開發，造成沿岸崩塌及河床嚴重的沖刷或淤積，對櫻花鉤吻鮭的棲息地有極為嚴重的負面影響，以往的相關研究調查結果裡，也一直認為改善本溪流的环境現況，將有助於櫻花鉤吻鮭的復育。考慮本區以往溪床環境的變遷，以及分析最不會影響目前魚類族群現況的情形之下，可以選擇觀魚台（釣魚台）附近之河床，進行棲地改善之研究與規劃設計，以作為日後實際進行其他棲地改善工作之參考依據。

## 貳、研究方法

### 一、櫻花鉤吻鮭族群數量的普查

本次調查工作主要是在五月中旬和下旬，進行兩次密集的實地調查。主要是以浮潛的方式目視辨別魚種和計算魚數。魚群較多的地點以潛水相機和攝影機加以拍攝記錄，並進行魚群出沒的棲地分析記錄。為對族群數量有較精確之估算，重複兩次估算每段所見的魚群數量，再取平均值統計之。其結果均標示於圖面上，並比較近年來魚群數量的變化。

### 二、觀魚台魚類棲地改善之規劃

規劃地點的選擇係經過比較數年來本地河床的環境記錄，認為本區的現有沙洲有逐漸擴大的情形，並且對於其下方原有的天然水潭有嚴重的淤積威脅。因此經過實際潛水調查確認本區周邊並無主要魚群的活動，未來的施工亦不致於對現生族群產生危害的情形之下，參考國外各種成功的棲地改善實例，規劃適合於本區櫻花鉤吻鮭棲息的新棲地。

現地的環境均經實際平面測量，並繪製成圖之後，作為規劃的參考。

## 參、結果與討論

### 一、櫻花鉤吻鮭族群數量的普查

本次（八十三年五月）的調查範圍是武陵農場七家灣溪四號攔砂壩以下，以及武陵溪（雪山溪）攔砂壩以下，一直到與有勝溪會流處為止。

本次調查的主要結果有：

1、七家灣溪流域目前櫻花鉤吻鮭的分布最下限範圍，是在武陵農場場部下方200公尺的地方。這個地區和其下的河段，目前都是另外一種優勢的鯉科魚類----台灣鏟頰魚----的主要棲息範圍（圖四）。

如果從國民賓館前往七家灣溪上游逆流潛水觀察，在迎賓橋下的大深潭，棲息著數以百計的小型台灣鏟頰魚。要上溯直到距武陵溪匯合下游約二百公尺處的“堤岸”旁才出現鮭魚。由此往上一直到武陵溪會流點的這一段溪床，遮蔽不佳亦無深潭，鮭魚總數約 14 隻，其中6隻小於 20cm。本河段在夏季裡亦有相當茂密的綠色絲藻繁生，水溫亦較高，恐怕對於櫻花鉤吻鮭的分布有不良的影響。

2、櫻花鉤吻鮭的分布主要是集中於武陵溪攔砂壩以下、七家灣溪中段復育中心附近和上段武陵吊橋附近的三個河段，其餘的地段都只有零星的大型成魚，並無較為集中的族群。

武陵吊橋附近的魚群主要集中於攔砂壩下方的深潭，以及一些峭壁旁的較深和有隱蔽的深潭。三號壩的直上方已經淤滿砂石，目前已經無法看到任何魚蹤。

三號壩以下一直到湧泉池右側的河段，因為缺乏較大的深潭，因此只有少數極為怕人的成魚分布於此。湧泉池和其附近的深潭有少量的魚群，但是均為成魚。

復育中心旁的攔水壩之下的深潭，僅見有十隻鮭魚，其中三隻小於 20cm。本處水潭最深處約 3m，魚群都在水底附近。攔砂壩的深潭之下有一兩個深潭，其中有一處有 3 隻以上體型小於 20cm 以下的幼魚，深潭最深處約 3m，此處兩旁的樹林遮蔭良好。鮭魚皆零星分佈在潭中水流較緩的地方，潭頭急流有白泡沫處，幾乎不會有魚出現。



復育中心以下到果三區上游約三、四百公尺的河段，甚少鮭魚蹤影，本段河域較寬水深亦淺，兩旁遮蔽不佳。

武陵農場場部附近的武陵溪是另一處魚群數量較多的地方。此區的溪流面不寬，有許多大樹垂蓋於兩岸形成遮蔭，且溪底較多掉落的樹枝和落葉，河床底是穩固的大型石頭。在此區的下段（億年橋以下）只有一較大的水潭有二隻大型魚（所見最大的個體約在 30~40cm 左右）其餘約有 400 尾小型魚（5~15cm 不等）散布於場部附近的各河段，一直到武陵溪攔砂壩之下，才能再見到十餘隻的大型成魚。

3、目前所發現的櫻花鉤吻鮭幼魚(<10cm)，約佔全部魚群總數的一半以上。但是幼魚的分布地大都只集中於武陵溪和武陵吊橋附近等兩處河段（圖五）。復育中心附近的幼魚數量較少，其餘的地方完全沒有幼魚的蹤影，原本在去年冬天於一號壩上方所發現的幾處產卵場，似乎都沒有育成幼魚的情形。

4、本年的普查結果總共發現 788 尾櫻花鉤吻鮭，其中一齡幼魚(<10cm)有 439 尾，二齡以上之成魚有 349 尾。相較於八十年代的冬天雖然略有增加，但是比較歷年夏天同一時期所做的調查，則仍有減少的趨勢（圖三）。這種族群數量減少的現象，和前一項所述幼魚分布地僅局限於目前分布範圍的頭尾兩段並不算長的河段，都可能是說明整個櫻花鉤吻鮭棲息地之絕大部分已有危機，值得有關單位注意。

5、台灣鏟頰魚目前的分布已超越過一號壩之上，和櫻花鉤吻鮭有重疊分布的現象，由於本種的群數量遠大於本區所希望保育的櫻花鉤吻鮭。因此本種魚類對於櫻花鉤吻鮭的棲地競爭情形仍有待長期觀察。

6、櫻花鉤吻鮭目前的族群數量已經減少到一個正常族群所應該擁有最低數量，同時他目前的棲息環境現況也逐漸的縮小，因此日後仍有必要針對本種魚類所能使用的水域環境條件做更詳細的統計分析，其結果將對如何保護和創造櫻花鉤吻鮭的生存空間，有非常重要的意義。

## 二、觀魚台魚類棲地改善之規劃

七家灣溪兩岸由於自然力的作用和人為的過度開發，造成沿岸崩

塌及河床嚴重的冲刷或淤積，對櫻花鉤吻鮭的棲息地有極為嚴重的負面影響，以往的相關研究調查結果裡，也一直認為改善本溪流的环境現況，將有助於櫻花鉤吻鮭的復育。本研究考慮本區以往溪床環境的變遷，以及分析最不會影響目前魚類族群現況的情形之下，選擇觀魚台（釣魚台）附近之河床（圖六），進行棲地改善之研究與規劃設計，以作為日後實際進行其他棲地改善工作之參考依據。

目前觀魚台前的沙洲緊臨道路的右側（圖七），沿河岸的縱深約80公尺，寬約20~30公尺。因為沙洲最上方有一穩固的巨石將主要水流導引在右側，所以只有在洪水期才會將沙洲淹沒，或是將上游溪床上的砂石搬運到此地。如果利用最上端的穩固岩盤作為屏障，在其後方以機械的方式挖掘掉部分砂石，做成較大的深潭，並以穩固的方形蛇籠作為保固的基礎，將可以改善目前本河段缺乏適當魚類棲地的問題。

有關棲地改善的做法和步驟分別說明如下：

1、目前針對觀魚台前的砂洲規劃出一處以三個連續的蛇籠擋水壩為改善策略的設施，其目的是希望創造三個連續的深度達2公尺以上的深潭，以提供櫻花鉤吻鮭的覓食和緊急避難場所（施工位置平面圖如圖八所示，橫切剖面圖以及縱切剖面圖如圖九所示）。

首先必須將緊臨道路旁堤岸外側現有乾枯的沙洲，以機械的方法清除一道12m（寬）X 3m（深）X 100m（長）的河道。挖砂量約3,600立方米，清除淤砂時所得的大石頭必須回填到目前主水道旁的左側河岸，以作為穩固河床和新生棲地之用。

連續三座蛇籠的結構均如圖9所示。每一座蛇籠分別是由下游端一片斜鋪於河床上的1/3m（厚）X 4m（長）X 1m（寬）所連結組成的4 X 10平方公尺蛇籠底，以及上游端四組1m（寬）X 1m（高）X 10m（長）的蛇籠所連結組成的長方形蛇籠擋水牆（圖十）。

擋水牆的上游部回填1.5m X（寬）1m X（高）10m X（長）的大型卵石（直徑20cm以上，每座擋水牆約需8立方米，三座擋水牆總計需要24立方米），以穩固蛇籠擋水牆牆腳。所有蛇籠內裝填之卵石亦必須選用直徑20cm以上的石塊（圖十）。

連續的三座蛇籠相距間隔各二十公尺，最上方的蛇籠頂面與現有

水流面相等，最下方的蛇籠後方（下游端）挖深，最底部至少能保持2m以上的水深，並且必須與岩盤旁的天然水道相通（圖八）。

為保固現有的堤岸，可以利用蛇籠作為保護的措施（圖面上未顯示），並且保留現有堤岸上的赤楊等樹木，同時栽種遮蔭性良好的水柳等植物，以提供魚群適當的隱蔽場所。

由於本地上游河床的沖刷情形極為嚴重，每逢颱風豪雨之後就有大量的泥砂沖積而下，擋水牆下端的水潭勢必會被填滿。因此可以在每年春夏之際的枯水期，重新以機械的方式清除淤砂，以保持水潭的狀態。

2、另外在觀魚台之下游200公尺遠的地方（圖六上標示地點B），水流已將現有道路邊坡淘蝕部份，並且有數棵巨木已有傾倒的危機。主水流在一穩固岩盤之後方，形成一處小迴流之後轉折至對岸而去。由於對岸缺乏遮蔭的邊坡，水流亦相當急湍，缺乏適合魚類棲息的深潭。

因此考慮將巨石迴流下方的砂石以機械的施工方式，沿道路右側的樹林邊現有極小的水道，清理出一個寬10~15公尺，長50公尺，深2~3公尺的大潭（總清砂量約為2,000立方公尺），導引現有主水道的部分水流經由岩盤後方新生的深潭區，在較有隱蔽的環境中繼續流至下游，以增加櫻花鉤吻鮭一處極為有用的棲息地。

岩盤前方道路右側已經毀損的邊坡則可以考慮以拋放預鑄完成的菱形混凝土消波塊的方式，或是以蛇籠的方式保護邊坡，並且提供岩盤前水潭中魚類的隱蔽場所。

以上兩處棲地的改善方式，除了選擇目前魚類較為稀少的河段，並且以最不會影響水質的施工方式為之。希望用最簡單的方式創造一些適合櫻花鉤吻鮭棲息的深潭，以提供此種魚類更多的生活棲所。至於本項棲地改善的效益，將可以在日後定期的魚群普查之時，順便以潛水觀察的方式調查分析之，其結果將可以作為日後實際進行其他棲地改善工作之參考依據。

## 肆、結論與建議

總括本次調查的結果發現櫻花鉤吻鮭在近年來政府大力的推行各項保育工作之下，其魚類族群數量仍然未能有所增加，甚至有減少的趨勢，其原因最主要是因為本地天然環境惡化（水流量減少與河床裸露水溫上升），和大自然強大的破壞力（颱風和洪水）造成可供櫻花鉤吻鮭棲息環境的減少。由本研究之結果中發現目前櫻花鉤吻鮭的魚類族群面臨兩項問題：

一、櫻花鉤吻鮭魚群的分布情形並不平均，主要族群分布於上下兩個極端地區，中斷因為棲地惡化以及數座攔砂壩的阻隔，魚類族群已經被切割成數個更小的族群。這種現象如果沒有改善的對策，將會造成小族群之內的近親交配，魚種勢必趨於劣勢或是滅絕。

二、主要的櫻花鉤吻鮭幼魚出現地也只集中在上下兩處極端的地區，顯示七家灣溪主要河段的魚類產卵情形並不理想。許多去年（八十二年冬季）七家灣溪主流的魚類繁殖結果甚不理想，在這一段區域內幾乎沒有看到有任何新生魚苗加入今年的魚群之中。

根據現場實地的觀察，以及與相關人員的討論，認為去年秋冬季節裡的枯水期大量繁生絲藻，以嚴重危害各處產卵場。同時七家灣溪主流河段（三號壩以下到迎賓橋之間）的許多深潭都已經淤淺，甚至已經被砂石填滿。成魚缺乏足夠的棲息場所，加上許多魚類的成長狀況並不理想，因此新加入的當齡幼魚甚少。這些問題是值得主管單位深入關切和探討。

從消極的保護方面和從積極的改善櫻花鉤吻鮭生存問題等兩方面著眼，本研究建議：

1、武陵吊橋周邊的水域以及武陵農場場部旁的武陵溪，是現知僅存的兩處可能是櫻花鉤吻鮭產卵和撫育幼魚的場所，應該更加慎重保護和管理這兩個地區。如果這兩處最重要的產卵場和育幼場受到迫害，櫻花鉤吻鮭的復育工作將會遭受嚴重的影響。

2、先行以不傷害現生魚類的取樣方式，分析本區櫻花鉤吻鮭各個小族群之間的遺傳基因獨特性。再考慮以人為的方式移植上下游之間的魚類族群，讓其自然雜交繁殖或是以人為方式進行雜交繁殖後放流。

3、七家灣溪主流河段的櫻花鉤吻鮭分布狀況與河川棲地變化情形的關係至為密切，為求掌握經常性的資訊和監測魚群數量的變化，應該固定每年進行春、秋兩季的櫻花鉤吻鮭族群數量普查，以及各處河川環境變化的記錄。

4、根據以往的資料和現地觀察，認為可以先將已廢棄的湧泉池和復育中心的養殖池加以清理，規劃為七家灣溪主要河段裡的櫻花鉤吻鮭的自然繁殖場和避難所。湧泉池為二號壩至三號壩之間的重要棲所，復育中心附近為一號壩到二號壩之間的重要棲所。如果今年在觀魚台附近的棲地改善工程，以及上述兩處棲地改善的實施成效良好之時，可以逐步檢討分析其他適合棲地改善的河段，以較為經濟的方法進行各項魚類棲地改善工程。

## 伍、謝誌

個人能夠學習和參與櫻花鉤吻鮭保育工作，完全是恩師沈世傑教授和林曜松教授的指導。而有這個機會參與櫻花鉤吻鮭復育工作，則有賴雪霸國家公園管理處林處長與吳祥堅課長的協助。野外實際調查工作的進行，完全是由清華大學生命科學系陳錦峰、蔡欣龍、劉傑倫、賴癸太、蕭仁傑、吳振州和李峻銘等同學們不辭辛勞的協助潛水調查。棲地改善的現場測量與繪圖等工作，則係得到摯友陳懸弧先生、高玉娟小姐與曹莉玲老師的協助，方得以完成本項工作，均僅於文末致謝之。

## 陸、參考文獻

- 呂光洋、汪靜明，1987，武陵農場河域之原產種魚類生態之初步研究，農委會76年生態研究第010號，86pp。
- 余廷基、賴仲義、吳聲森，1985，櫻花鉤吻鮭繁殖試驗，農委會74年生態研究第003號，14pp。
- 余廷基、賴仲義、吳聲森，1986，櫻花鉤吻鮭繁殖試驗，農委會75年生態研究第003號，22pp。
- 余廷基、賴仲義、黃長俊、楊明道，1987，櫻花鉤吻鮭繁殖試驗，農委會76年生態研究第006號，41pp。
- 林曜松，1988，櫻花鉤吻鮭的保育歷程，大自然，21:35-37。
- 林曜松、梁世雄，1986，鮭鱒魚類生態，農委會林業特刊第九號，pp 21-38。
- 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間關係之研究，農委會77年生態研究第012號，39pp。
- 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、曹先紹、張崑雄，1989，櫻花鉤吻鮭的生態與保育，國立台灣大學系生態研究室，12pp。
- 林曜松、張崑雄，1990，台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。
- 林曜松、張崑雄、張瓊文、張耀文，1990，武陵農場魚類研究教育中心初步規劃，農委會79年生態研究第002號，40pp。
- 林曜松、張崑雄、詹榮桂，1991，台灣大甲溪上游產陸封性鮭魚的現況，農委會林業特刊第39號，pp 166-172。
- 林曜松、曹先紹、莊鈴川、戴永禎，1993，櫻花鉤吻鮭棲地之調查研究(1)-以七家灣溪上游、雪山溪為主，農林廳林務局保育研究系列-82-07號，40pp。

- 邱建介，1991，探尋國寶魚-櫻花鉤吻鮭魚的故鄉，台灣林業，17(8):25-29。
- 莊鈴川，1988，櫻花鉤吻鮭 (*Oncorhynchus masou formosanus*) 資源生物學的基礎研究，台大漁業科學研究所碩士論文，92pp。
- 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，78pp。
- 張崑雄、吳英陵，1985，櫻花鉤吻鮭 (台灣鱒) 復育現況及展望，台灣農業，22(4):32-37。
- 鄧火土，1959，台灣高地產陸封鮭魚的形態與生態，台灣省水產試驗所報告，pp 77-82。
- 與儀喜宣、中村廣司，1938，台灣高地產鱒 (櫻花鉤吻鮭)，天然紀念物調查報告第五輯，台灣總督府內務局，32pp。(林曜松譯，1986，農委會林業特刊9:1-14。)
- 鄭枝修、張瑞欣，1988，櫻花鉤吻鮭魚道勘查規劃第一報，農委會77年生態研究第011號，66pp。
- 鄭枝修、張瑞欣，1989，櫻花鉤吻鮭魚道勘查規劃第二報，農委會78年生態研究第007號，74pp。
- 關壯狄、鄭枝修、張瑞欣，1987，櫻花鉤吻鮭魚道勘查規劃，農委會76年生態研究第007號，53pp。
- Adams, M. A., and I. W. Whyte, 1990, Fish habitat enhancement: a manual for freshwater, estuarine, and marine habitats. Depart. of Fisheries and Oceans Canada. DFO 4474. 330p.
- Behnke, R. J., T. P. Koh, and P. R. Needham, 1962, Status of the landlocked salmonid fishes of Formosa with a review of *Oncorhynchus masou* (Brevoort). Copeia 2:400-407.
- Day, Y. T., H. S. Tsao, K. H. Chang, and Y. S. Lin, 1993, Spatial and temporal changes of Formosan landlocked salmon (*Oncorhynchus masou formosanus*) in Chichawan stream, Taiwan. Bull. Inst. Zool; Academia Sinica 32:87-99.

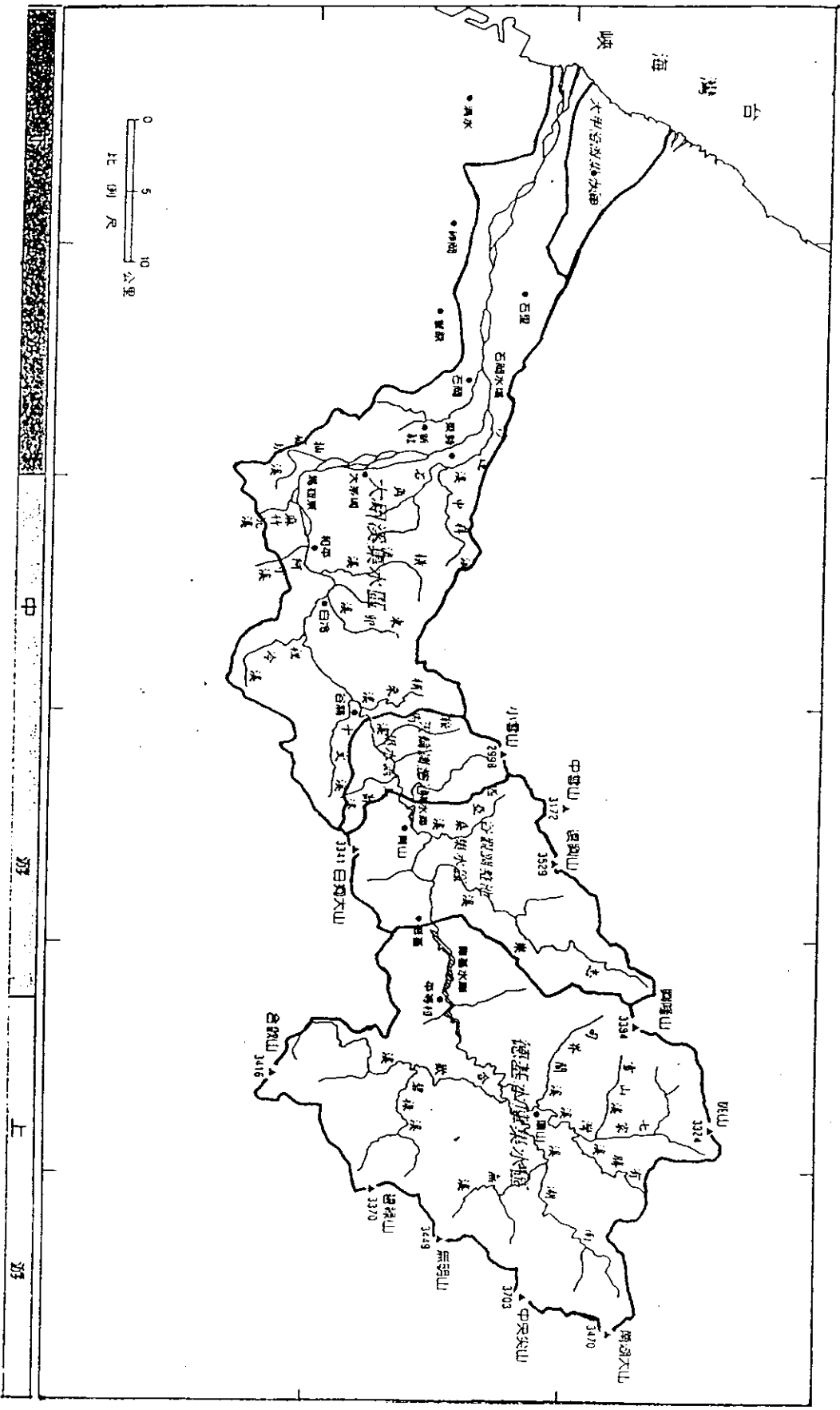
Numachi, K. J., T. Kobayashi., K. H. Chang, and Y. S. Lin, 1990, Genetic identification and differentiation of the formosan landlocked salmon, *Oncorhynchus masou formosanus*, by restriction analysis of mitochondrial DNA. Bull. Inst. Zool; Academia Sinica 29(3 suppl.):61-72.

Payne, N.F., and F. Copes, 1988, Wildlife and fisheries habitat improvement handbook. Published by U. S. Depart. of Agriculture, Forest Service, 1-25.

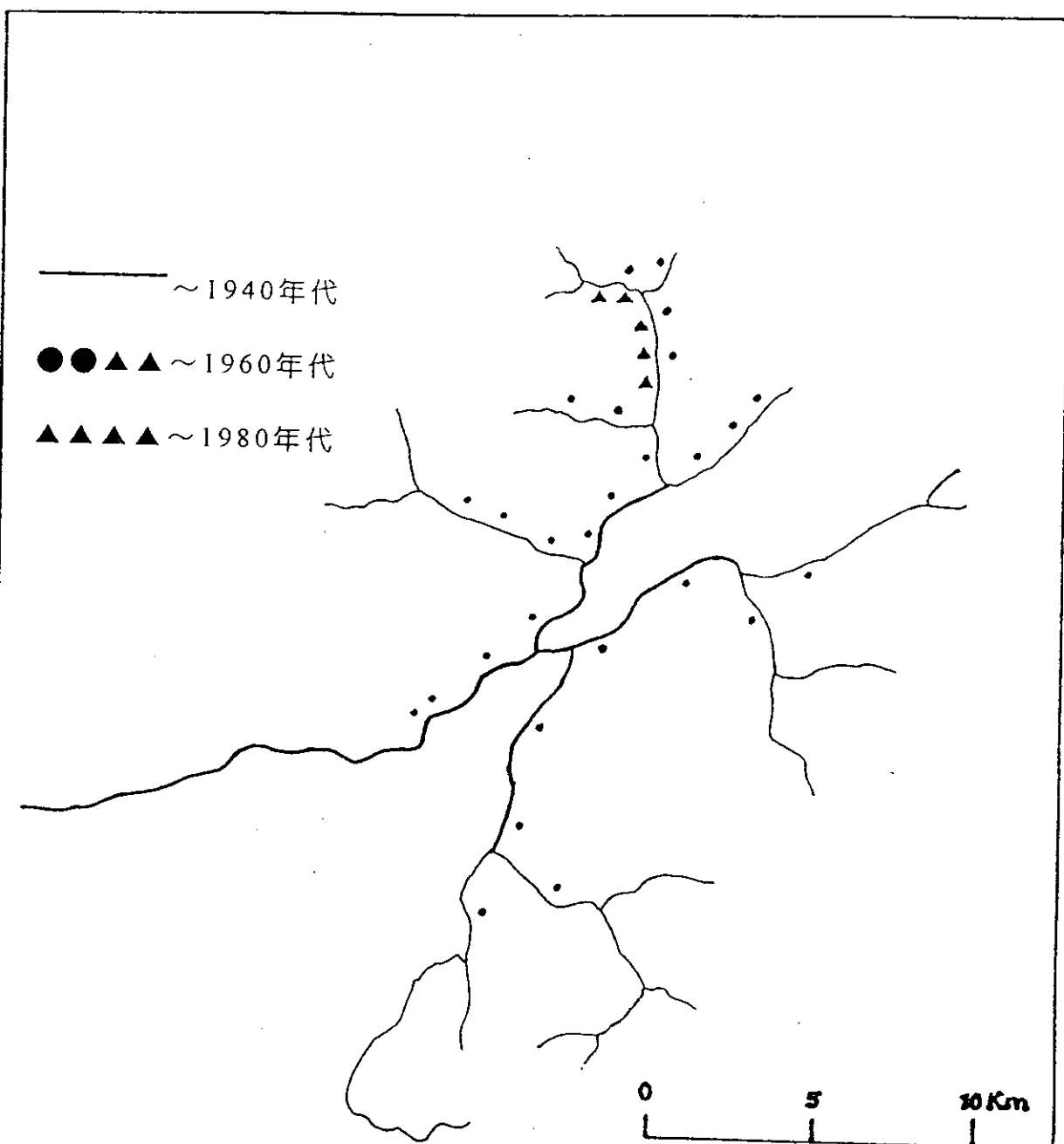
Wang, C. M. J., 1989, Environmental quality and fish community ecology in an agricultural mountain stream system of Taiwan. Ph.D. Dissertation. Iowa State Univeisity. Ames, Iowa, USA. 138PP.

Watanabe. M., and Y. I. Lin, 1985, Revision of the salmonid fish in Taiwan. Bull. Biogeogr. Soc. Japan 40:75-84.

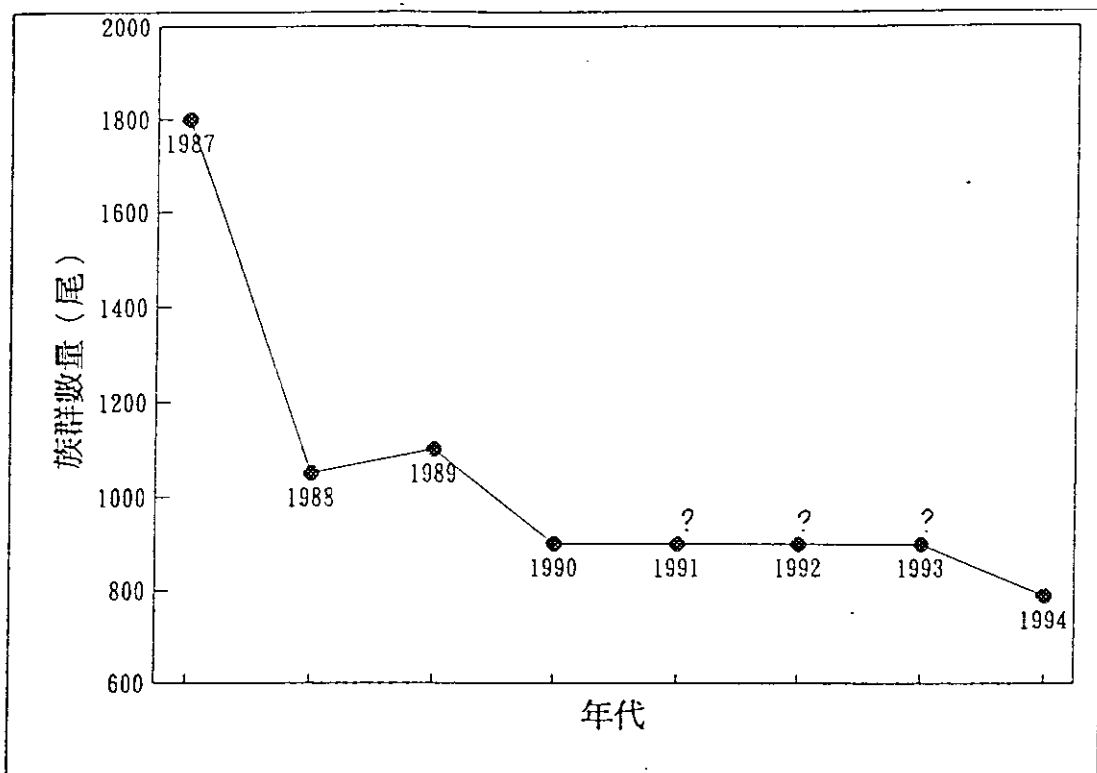




圖一：大甲溪流流域及其集水區圖（摘自汪；1992），櫻花鉤吻鮭目前僅分布於圖上右上方的七家灣溪流域附近。



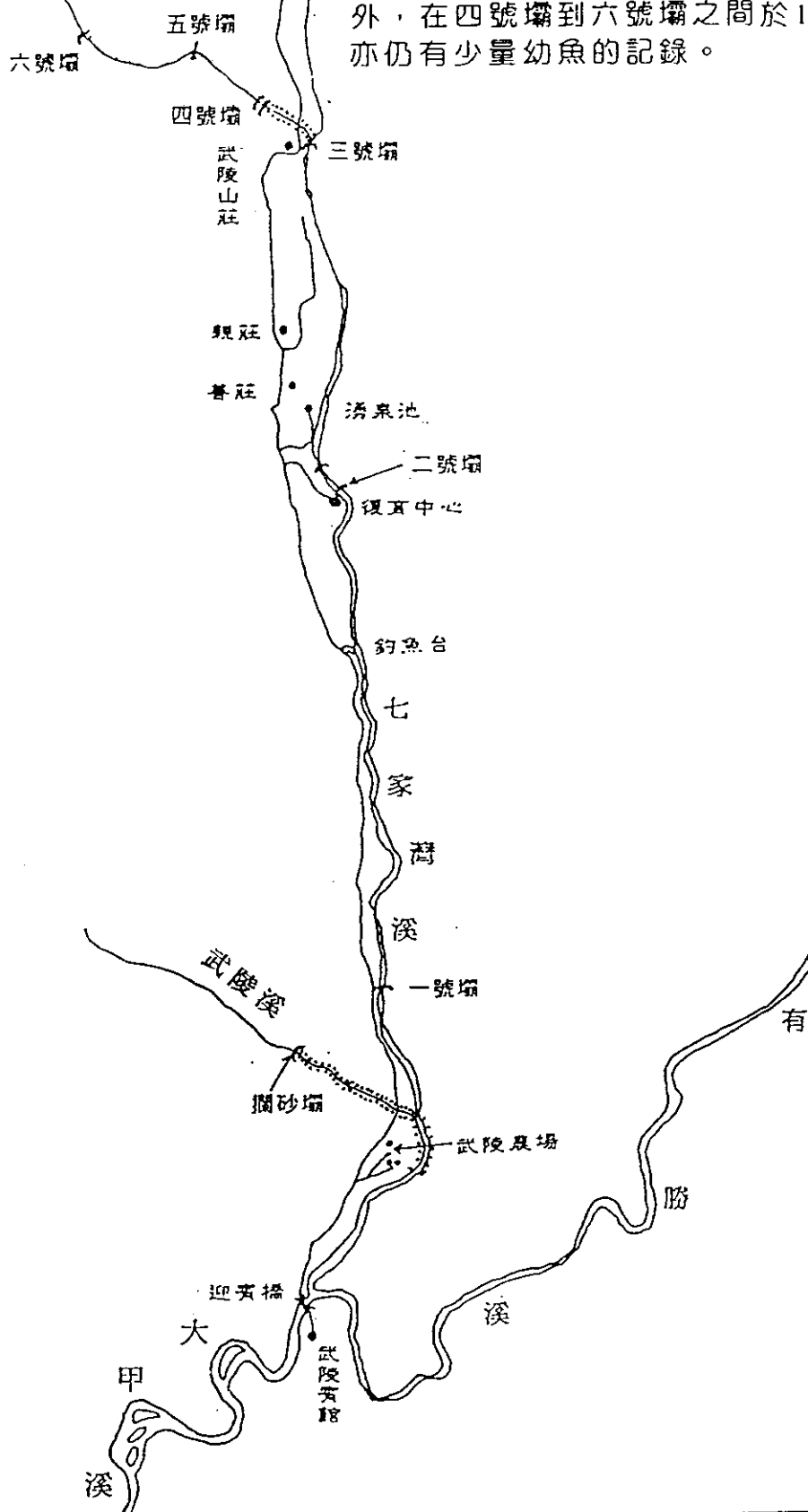
圖二：櫻花鉤吻鮭的分布變化圖；櫻花鉤吻鮭自從1917年被發現以來的族群分布變化，主要係根據（1）奧儀及中村，1938；Kano, 1940；（2）Behnke et al., 1962；以及（3）林等, 1987等三個時期的調查資料。圖中各時期的分布範圍分別以實線、圓心以及三角形的標記表示之。



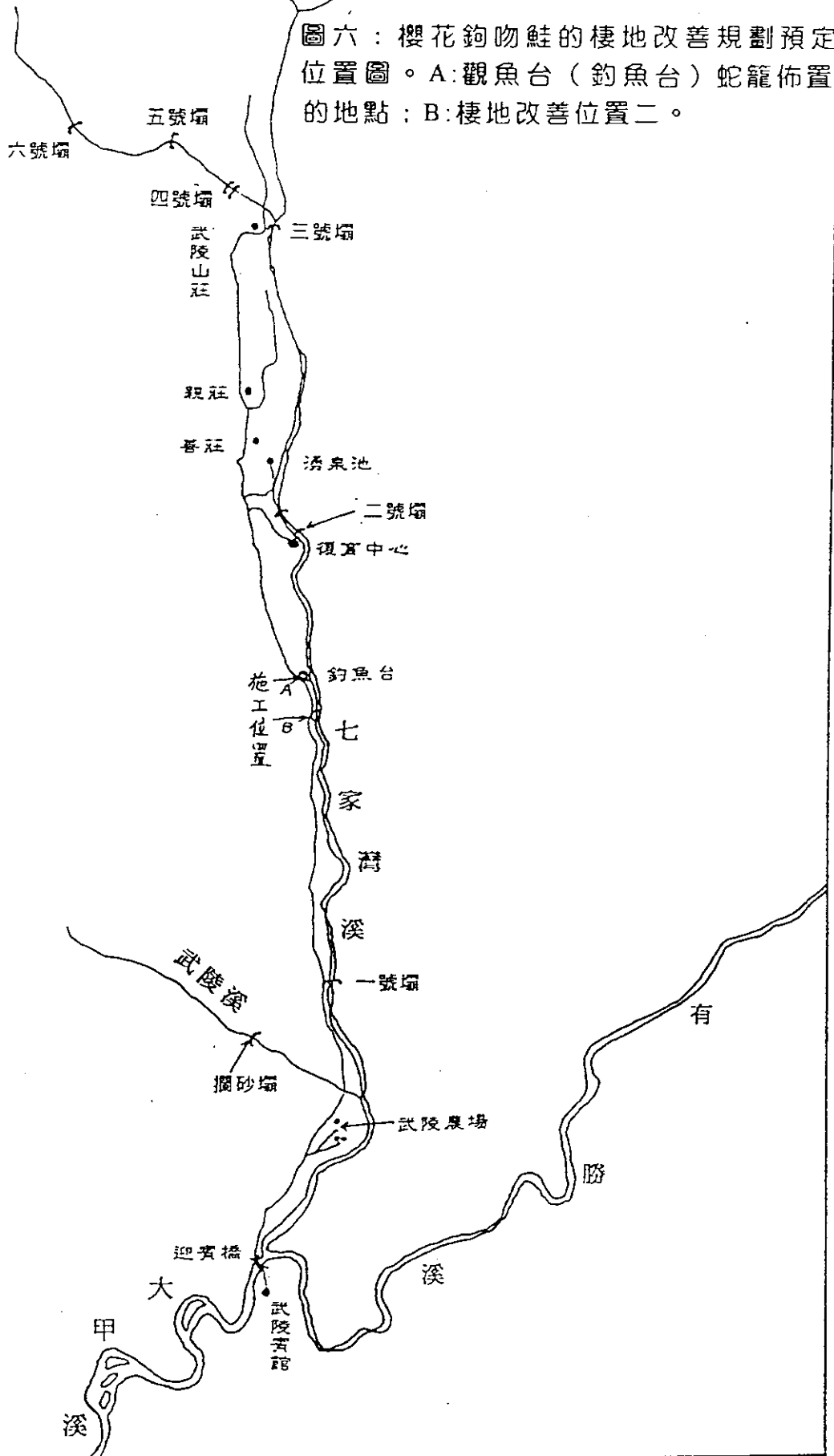
圖三：櫻花鉤吻鮭魚類族群數量變化圖；1991年以前的數量資料摘自Day et al., 1993所報告的夏季調查數量。1991至1993的數量因未有實測的數據，故暫存疑。

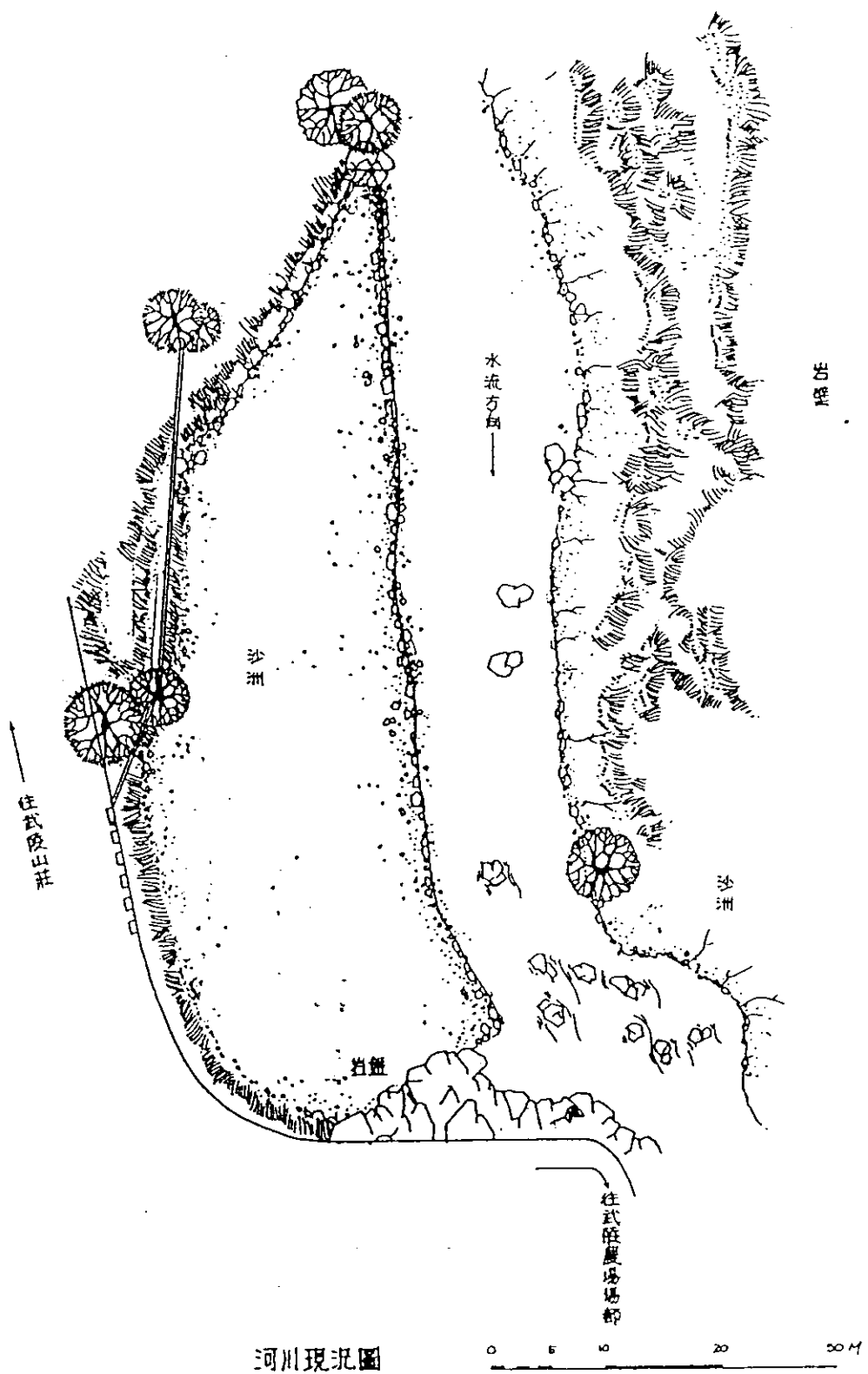


圖五：櫻花鉤吻鮭目前所發現的幼魚主要分布範圍圖；除了目前的標示範圍之外，在四號壩到六號壩之間於1991年間亦仍有少量幼魚的記錄。

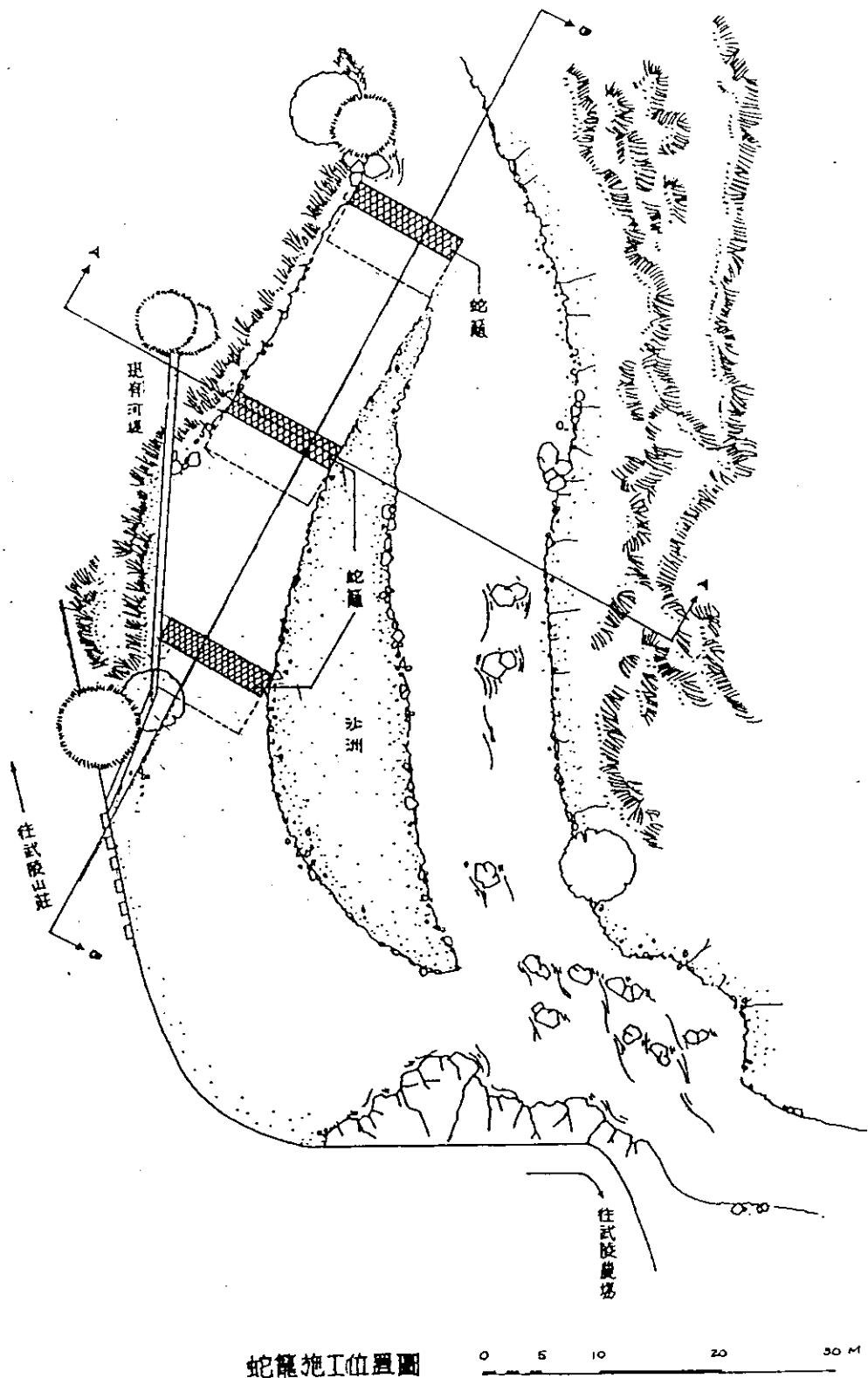


圖六：櫻花鉤吻鮭的棲地改善規劃預定位置圖。A:觀魚台（釣魚台）蛇籠佈置的地點；B:棲地改善位置二。



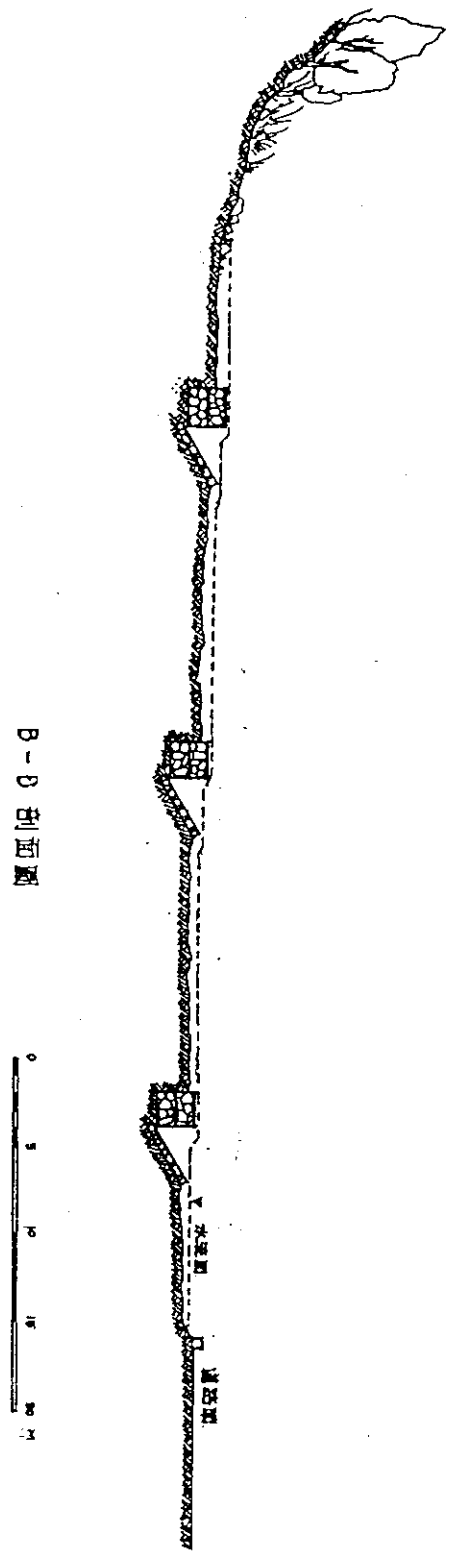
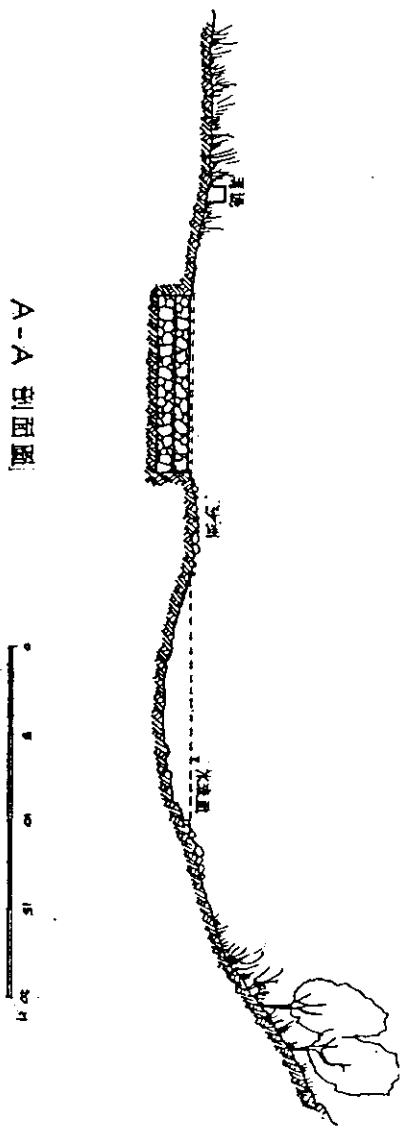


圖七：櫻花鉤吻鮭的棲地改善預定地的平面圖。

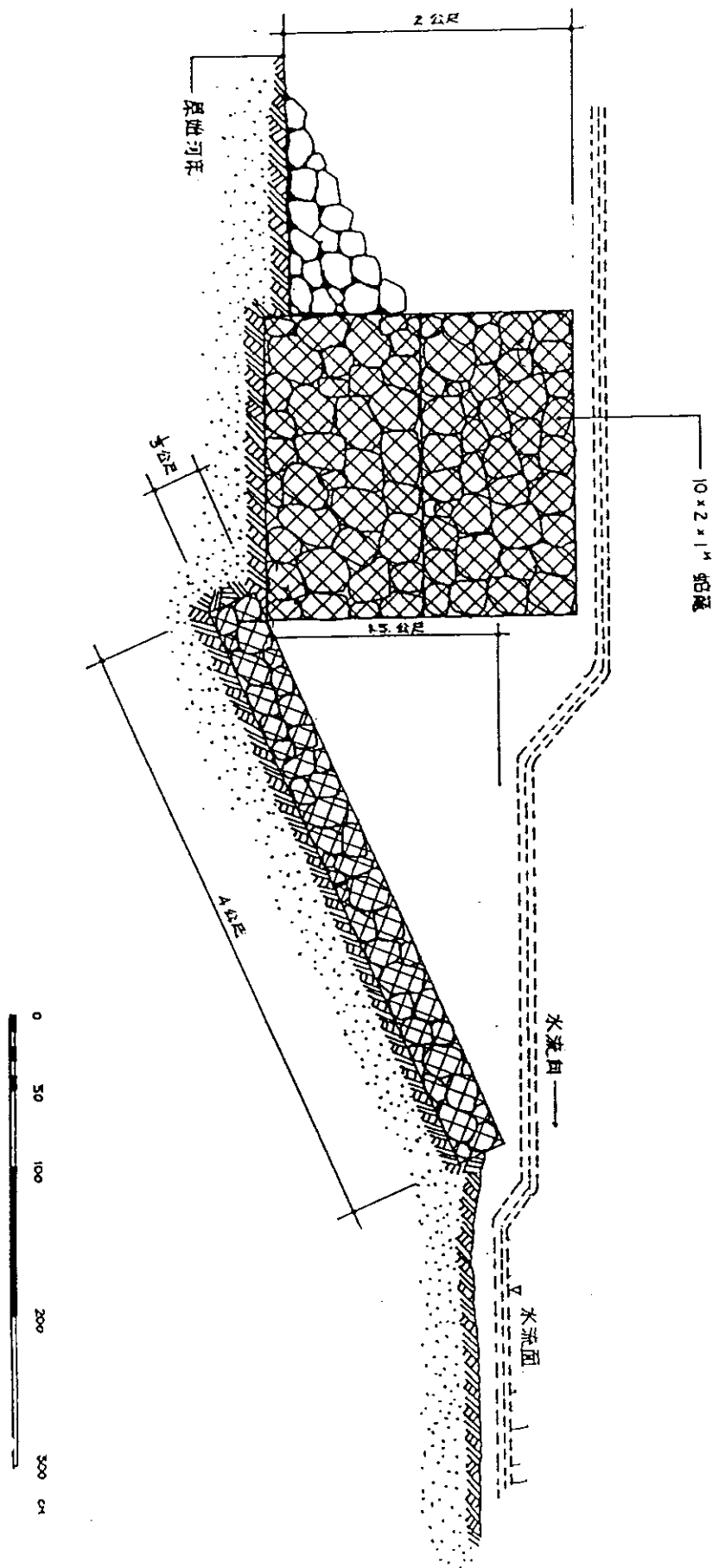


圖八：櫻花鉤吻鮭的棲地改善預定地之施工配置圖；除了圖中央原有主流旁的沙洲仍加保留之外，自新設最上游第一個蛇籠以下，以至道路旁岩盤為止的淤砂，均需加以挖掘淘空，最底部的深度為2公尺。





圖九：櫻花鉤吻鮭的棲地改善計劃之蛇籠施工地面線橫切與縱切剖面圖。



圖十：櫻花鉤吻鮭的棲地改善計劃之蛇籠施工結構剖面圖。