

台灣櫻花鉤吻鮭放流與監測

雪霸國家公園管理處委託研究報告

中華民國 95 年 12 月

台灣櫻花鉤吻鮭放流與監測

受委託者：國立台灣海洋大學

研究主持人：黃沂訓

研 究 員：吳增勇、侯君政、魏智浩、楊宜勳

曾培焜、許原禎、湯宇潔

雪霸國家公園管理處委託研究報告

目次

圖次	I
表次	II
Abstract	III
摘要	IV
前言	1
研究內容與方法	3
放流規劃	3
放流族群追蹤	6
結果與討論	7
放流點	7
運輸前置實驗	8
放流過程	9
樣區設置	9
存活率	10
標籤	11
水質監測	12
建議	13
誌謝	13

參考文獻 · · · · · 13

圖次

I

圖次

圖一、市售商用龍蝦及甲殼類標籤 · · · · · 17

圖二、自製軟式體外標籤 · · · · · 17

圖三、標籤植入 · · · · · 18

圖四、植入標籤的櫻花鉤吻鮭，蓄養在水槽中 · · · · · 18

圖五、司界蘭溪、南湖溪放流點地圖 · · · · · 19

圖六、司界蘭溪放流點 · · · · · 20

圖七、南湖溪放流點 · · · · · 20

圖八、冰塊重量、水溫與運輸時間變化圖 · · · · · 21

圖九、南湖溪、司界蘭溪監測樣區 · · · · · 22

圖十、司界蘭溪 2006.11.06 調查結果 · · · · · 23

圖十一、南湖溪 2006.11.07 調查結果 · · · · · 24

圖十二、放流魚隻標識明顯(司界蘭溪) · · · · · 25

圖十三、放流中的櫻花鉤吻鮭 · · · · · 25

表次

表一

七家灣溪復育中心及司界蘭溪、南湖溪樣區水質調查紀錄
(2006/8/1-15) 26

表二

司界蘭溪、南湖溪樣區水質調查紀錄(2006/8/15-30) . . . 26

表三

司界蘭溪、南湖溪樣區水質調查紀錄(2006/10/1-15) . . . 27

表四

司界蘭溪、南湖溪樣區水質調查紀錄(2006/11/1-15) . . . 27

表五

標識魚隻資料 28

ABSTRACT

The Nan-Hu river and the Si-Jie-Lan river were once used to be the habitat of Formosan landlocked salmon (*Oncorhynchus masou formosanus*) several decades ago. Recent efforts in re-habitation of this fish by releasing 60 fry of fish in 1996 and 200 fry of fish in 1997 to the Si-Jie-Lan river were conducted. However, fish population has no longer existed in Si-Jie-Lan river after 2003. It has been further confirmed in the summer of 2006 that the fish had all gone in both rivers. Investigation of the geographic and water quality condition for releasing site selection, live fish transportation experiment and tagging of fish were all completed in the end of August 2006. There were two releases of fish to each of the two rivers and were amounted to 500 fish in total of the four releases, during the mid October 2006.

The size of the 0⁺ (11 months of age) released fish were

averaged at a length of 14.2 ± 2.3 cm. The survival rate of the released fish was 100%. Sixty out of 102 fish (60%) were found aggregated around the released site 10 meters up and down stream. It was 230 meters away from the released site the farthest migrated fish recorded three weeks after release; and the farthest down stream migrating fish record was 40 meters from the released site.

In the Na-Hu river, 96% of fish (127 out of 132 fish) were found concentrated within the 10 meters up and down stream from the original released site. The farthest up stream migrated fish was found at 100 meter from release site while farthest down stream migrated fish was 50 meters away from the released site. The actual survival is difficult to estimate without farther observation and data collection.

Keywords: *Oncorhynchus masou formosanus*, Release, Live fish transportation, Released population trace

摘要

南湖溪、司界蘭溪幾十年前原為台灣櫻花鉤吻鮭(*oncorhynchus masou formosanus*) 棲地。而櫻花鉤吻鮭曾於1996-1997年間各放流60及200尾於司界蘭溪中(吳, 2000)。但之後調查發現司界蘭溪在2003年以後就再也沒有發現到任何櫻花鉤吻鮭族群的蹤跡。今(2006年)重新對南湖溪與司界蘭溪進行櫻花鉤吻鮭族群調查, 結果確定已無任何櫻花鉤吻鮭族群活存於此兩條溪流之中。放流前置工作除了調查此二溪流地理及水文條件供放流地點選定之外, 並做活魚運輸前置實驗及魚隻標識作業。於十月十一日至十月十八日間, 司界蘭溪與南湖溪各進行兩次放流, 總計放流五百尾0⁺的小魚。以人力背負運魚袋到放流點放流, 每個魚袋中有12到13隻小魚, 並以500公克的冰塊來維持水溫。運輸時間南湖溪100分鐘, 司界蘭溪90分鐘各運250隻魚, 活存率百分百。魚體標識清楚易觀察, 復育場脫落率2%, 野外放流脫落率10%。於2006年十一月六日開始進行放流後第一次現存量調查, 結果司界蘭溪有102隻其中60隻(60%)分布於放流點上下游10公尺間, 上游溯溪最遠達230公尺, 下游順溪最遠達40公尺; 南湖溪發現總數有131隻, 其中127隻(96%)分布於放流點上下游10公尺間, 上游溯溪最

遠達100公尺，下游順溪最遠為50公尺。實際活存率目前無法估算，
有待進一步追蹤。

關鍵詞：櫻花鉤吻鮭、放流、活魚運輸、放流族群追蹤

一、前言

1.1 櫻花鉤吻鮭的歷史與棲地

台灣櫻花鉤吻鮭自 1917 年青木尅雄發現後，引起許多學者投入研究，因為冷水性的鮭鱒魚類主要分佈以北緯 40 度線為分界，所以櫻花鉤吻鮭是世界陸封型鮭魚地理分佈的最南限，無論在動物地理、遺傳演化和族群生態上都是相當珍貴具有價值的。

根據早期的記錄顯示 (Kano, 1940)，櫻花鉤吻鮭在日據時代(自 1917 年至 1941 年間)的分布遍及今日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。其中司界蘭溪及七家灣溪的數量最多，到了民國五、六十年代時日本人來台灣採集調查時，發現就只剩下司界蘭溪、高山溪及七家灣溪有鮭魚的蹤影，到了民國七十三年，只剩下七家灣溪約五公里左右的溪段，有櫻花鉤吻鮭存在 (林等, 1988)。民國八十年櫻花鉤吻鮭的分布大約以七家灣溪武陵農場迎賓橋為下限，向上至七家灣溪上游桃山西溪六號壩底下約七公里長之區域。櫻花鉤吻鮭的分布範圍之最上游約在池有溪匯流點以下附近，海拔約在 1980 公尺左右，距離分布範圍的最低點七家灣溪與有勝溪匯流點約有八公里左右的距離。雖然過去亦曾經發現有極少數鮭魚個體會分布到更下游的大甲溪和平農場附近 (曾, 2004)，2002 年以後的鮭魚數量都在 3000 尾以上，

雖然各齡族群有所增減變動，但仍然顯得十分穩定。不過2004年夏季，遭逢敏督莉（Mindulle）以及艾莉（Aeri）颱風侵襲，豪雨造成的洪水，使櫻花鉤吻鮭再次面臨生存威脅，至去年2005的調查發現野生的族群大約還有600尾左右。

1.2 司界蘭溪與南湖溪的緣起與歷史

本計畫選擇的研究流域是司界蘭溪及南湖溪。過去南湖溪及司界蘭溪過去曾有櫻花鉤吻鮭的蹤跡，表示其環境是適合櫻花鉤吻鮭的生存，現在我們只是再次將族群導入，讓族群繼續在此地延續。

司界蘭溪

又名蘇七蘭溪、四季朗(蘭)溪。發源於雪山南斜面，貫流至佳陽大山(3287 公尺)與大劍山(3593 公尺)兩山之間。在環山西北方約 500 公尺，海拔約 1550 公尺處，注入大甲溪主流。司界蘭溪曾是台灣櫻花鉤吻鮭的重要歷史分布河流，也是環山部落泰雅族原住民主要漁獵活動的重要溪流。

南湖溪

發源於南湖大山(3740 公尺)、南湖北山(3535 公尺)、滿湖南山(3448 公尺)、中央尖山(3703 公尺)、無明山(3449 公尺)等中央脊山地的北側面。南湖溪為大甲河流域中最大支流，其上源來自耳無溪及米

拉喜溪，其中耳無溪發源於無明山，在節孝東南方注入南湖溪，本溪在環山部落西南 2 公里處匯入大甲溪。

1.3 放流的目的及監測希望達到的效果

本次計畫希望藉由人工放流來建立新族群。將原本已經在司界蘭溪及南湖溪絕跡的台灣櫻花鉤吻鮭再次導入，目的是為建立第二及第三條櫻花鉤吻鮭棲息的流域。櫻花鉤吻鮭移地保育的目的除使穩定族群數量外，利用符合基因多樣性的人工繁殖可增加遺傳性狀，增加人工繁殖族群對抗天擇的考驗，可望擴大櫻花鉤吻鮭目前之生存範圍。放流的仔魚配合個體標識，以便評估放流之成效，以求提高放流活存率並減低對野外族群生態之負面影響，避免盲目放流，造成自然生態系額外之負擔。

二、研究內容與方法

2.1 放流規劃

本計畫規劃兩條溪流進行放流工作，分別為司界蘭溪及南湖溪；放流前兩個月，先至現場做放流前評估，評估的項目有：生物相、水文條件。過去司界蘭溪與南湖溪皆有櫻花鉤吻鮭族群存在，2003

年調查人員（曾，2003）在司界蘭溪還有櫻花鈎吻鮭族群存在，但是2003年之後就沒有再發現有櫻花鈎吻鮭的蹤跡，本次司界蘭溪的調查結果確定司界蘭溪中已無櫻花鈎吻鮭族群存在。南湖溪據原住民口述幾十年前還有一些鮭魚族群，本次調查則未發現有櫻花鈎吻鮭的存在。

水文狀況乃就地形以及水質條件(如表一)加以評估，結果顯示與七家灣溪的環境相似。

2.1.1 放流點選擇

適當的放流點要就地形、遮蔽與放流所需路程加以考慮。放流點前後的地形是否有足夠長度供魚穿梭於上下游間，考量地點週遭的生物相判斷是否有充足的食物供其成長？兩岸植被遮蔽的狀況？這些都是選擇放流點所要考慮的。

2.1.2 標識方法

魚類體外標識方法有迷你條碼晶片（Music chip），橡膠螢光晶片（VIE），軟式數碼標識（V1alpha）。而根據研究（黃，2004）軟式數碼標識適用於體長超過19公分的櫻花鈎吻鮭，本次放流的魚，體

長只有12公分，軟式數碼標籤並不適用。此外，國外的標籤不適合用於櫻花鈎吻鮭上，因其設置後容易在背部肌肉上滑動，使魚體傷口不易癒合，甚至產生潰爛。我們自製的標籤，在標籤大小與形狀上，做了多次改良，不會滑動，傷口癒合快速，還預留了小魚之後成長的空間，讓標籤對它影響降到最低。因此採用自製的外部標識。

本研究中所使用之標籤乃依據一般的市售商用龍蝦及甲殼類標籤（如圖一）加以改良成為適用於櫻花鈎吻鮭的規格（如圖二），標籤長約6公分，寬0.5公分，在標籤中央鏤空1公分，鏤空的部份寬約0.2公分，標籤有數字編號。自製標籤的材質是軟性塑膠，柔軟有彈性。另一優點是標籤顏色鮮明，易於放流後在野外的觀察。

標識過程乃將魚隻以濃度100ppm之2-苯氧基乙醇（2-Phenoxyethanol）麻醉1-2分鐘，待測定體長、體重等基本資料後，隨即將標籤穿過魚體的背部肌肉（如圖三、四）。

2.1.3 活魚運輸前置實驗

運輸方式上，經實地探勘之後，到達南湖溪與司界蘭溪放流點需要90到100分鐘，因此在評估時將魚在運輸過程的安全時間定在150分鐘。

放流前預備實驗：

實驗 I 冰塊重量與水溫關係

放流準備的魚袋規格為 $65 \times 32 \times 30 \text{ cm}^3$ ，底層包覆不透明塑膠，內裝水量十二公升，設計五個實驗組，每袋分別置入冰塊200克、500克、800克、1000克以及空白對照組。將各組放置到室外陰涼處，實驗150分鐘，定時量測水溫。

實驗 II 最適運輸數量

本實驗設計三個組別：分別在魚袋裝入20隻、15隻、10隻等三種不同尾數的櫻花鉤吻鮭，平均體重為14.19公克，放入冰塊五百克，初始水溫 15°C ，實驗中水溫 12°C 實驗後水溫 14°C ，模擬魚袋實際運輸狀況，進行200分鐘的實驗。

2.1.4 放流時間與放流體型

本放流計畫預定分四次放流，司界蘭溪與南湖溪各兩次，日期預定在2006年10月中旬。

放流對象為2005年復育中心人工繁殖之0+鮭魚(11月齡)，平均體長約14.4 cm，每次放流一百二十五尾，司界蘭溪與南湖溪各放兩百五十尾，總共放流五百尾。

2.1.6 放流作業

運魚袋包裝

每個運魚袋裝入10升清水，每袋使用500g冰塊控溫，魚袋灌滿氧氣密封再裝入背袋。

陸上作業

以小貨車接駁至溪邊再由人力背負，溯溪而上至放流地點。司界蘭溪歷程約90分鐘，南湖溪約100分鐘。

放流作業

確定溪水與運魚袋水溫溫差在1°C內，打開魚袋讓魚緩緩自行游入溪中。

2.2 放流族群追蹤

放流成效評估，主要是以相對族群數目直接估算族群的存活，透過樣區的設置，每兩個月固定的監測，來比較樣區內魚群的數目及成長狀況，期望可以藉此了解放流成效。

2.2.1 樣區設置

依放流河川特性選擇深潭或淺瀨足具代表性的距離或面積加以劃分。樣區內會涵蓋兩個不一樣的地形，而櫻花鉤吻鮭以深潭為其主要活動與休息的場所，因此在樣區設計時會以此地形為基準加以考量。此外受到天然地形的影響，人力所能到達的難度問題會限制樣區的設置。

2.2.2 魚群監測

放流後魚群監測，至少每兩個月調查一次。以浮潛法(林等,1988)調查各樣區魚群數量以20公尺為一單位，並將樣區範圍在岸邊做記號。由水中調查人員至樣區將觀察之數量及其出現位置傳至岸上加以紀錄。

2.2.3 水質監測

水溫在現場利用溫度計測量，而導電度、pH、總固體溶解質、氧化還原度、濁度及溶氧等數值礙於器材攜帶難度問題，則將水樣採回實驗室測量。

三.結果與討論

3.1 放流點

南湖溪與司界蘭溪的地形迥異，南湖溪地形險惡，溪流兩岸巨石林立，水量大，溪流中地形以深潭（Pool，流速小於30 cm/s，水深大於30公分）居多，溪段間落差大，容易造成地形阻隔。司界蘭溪地勢較為平緩，落差較小，地形平坦而開闊，急流（Rapid Flow，流速大於30 cm/s，水深小於30公分）、緩流（Slow Flow，流速大於30 cm/s，水深在30到60公分之間）與淺瀨（Riffle，流速小於30 cm/s，水深小於30公分）交錯溪段當中，少有深潭。

經實地探勘之後，於兩溪中各選定一最適之放流點（如圖五），分述如下：

司界蘭溪

放流點位在Gon-gamin及Gon-bkuli兩條野溪中間，河面寬約7公尺，放流點左岸有一大岩盤突出造成之小迴水潭（如圖六），寬約1公尺，深約0.8公尺。放流點往上5公尺溪段落差較大，轉變為湍急的水域，由此往上250公尺到達野溪Gon-bkuli。放流點往下有15公尺緩流區，水深約30至40公分左右，下游溪段落差緩慢增加。

南湖溪

放流點（如圖七）左岸有一大石頭阻擋水流，石頭後方形成一深0.8公尺，寬3公尺，水流緩慢的區域，在此進行放流，放流點溪面寬約8公尺，水深約1公尺，整段緩流的區域約有10公尺，右側為岩壁，左側為平緩的礫石岸，再往上15公尺有一小瀑布，瀑布下有一深潭，深2公尺，寬4公尺。

3.2 運輸前置實驗

實驗 I 冰塊重量與水溫關係

結果如圖八所示，150分鐘的實驗過程中，在水溫變化方面，各實驗組的起始溫度與結束溫度均呈平行狀態（始溫與終溫約相差1°C），無水溫驟降的情況產生；其中以放置500克冰塊的組別最接近野外溪流的溫度，因此以每個外袋中加入500公克的冰塊，來維持袋中水溫最為適宜。

實驗 II 魚袋最適運輸數量

袋中放置20隻魚的組別經過80分鐘的模擬過程後，魚隻狀況不佳，將魚從袋中取出放回飼育桶，終止此實驗組別；其餘兩組各放置15

隻及 10 隻者經過兩百分鐘後，狀況皆相當接近。因此可以推斷，每袋的安全數量為一袋 15 隻，然而為了避免傷亡，放流時將每袋的隻數定為 12 或 13 隻，每次十個魚袋。

3.3 放流過程

櫻花鈎吻鮭曾在1996春季與1997年春季在司界蘭溪進行放流（吳，2000），當時各放流60尾與200尾。為何1996，1997放流後沒有鮭魚存活，可能原因為放流體型太小。依水溫條件來看，應該還能讓所放鮭魚生存下來。無論是1996或1997年所放養的魚體型皆相當小，不超過5公分，放流後或游泳能力不佳，或易被天敵所食，或人為因素造成族群無法有效繁衍生殖。相隔近年，才又再次進行放流。本次放流前已進行放流調查作業及運輸前置實驗，因此放流過程相當順利，沒有任何放流魚隻因為運輸而死亡。

3.4 樣區設置

司界蘭溪選定兩個樣區（如圖九），樣區A範圍定在放流點上下游800公尺間，以20公尺為一單位，將樣區內劃分為四十個單位。樣

區B位於Gon-gamin與司界蘭溪的匯流點，距離放流點500公尺，樣區範圍100公尺。

南湖溪選定樣區兩個（如圖九），樣區A範圍定在放流點上下游270公尺間，樣區的最上端為一天然屏障，落差高達8公尺，櫻花鉤吻鮭無法跨越此一屏障游向上游，此點應是我們放流族群分布的北界。樣區B範圍100公尺，位於放流點下游500公尺，樣區下游緊鄰南湖溪與耳無溪的匯流點。

3.5 存活率

很多實例顯示，放流至野外環境馬上死亡和經過整個生活史的死亡率都很高(Heggberget et al., 1992; Olla et al., 1994, 1998)，放流之後死亡率以最初幾天高於放流之後的幾個星期 (Howell, 1994)。在存活率計算上，必須把到野外之後死亡的數量計算在內，計算的原點不是以放流的數量為起點，而是以第一次調查的數量為基準。目前也很難去推估真正的活存率，故僅以現存量來表示，但目前所紀錄的現存量普遍低估，與實際數量存在些許差異。因為觀測的時間大多為接近午時，魚隻普遍躲藏於岩縫或水流強勁的急瀨中，造成觀測時的盲點。研究成果有待進一步追蹤。

司界蘭溪

放流後於2006年11月6號進行第一次調查，本次總共觀察到102隻（如圖十）。其中60隻仍停留在放流點上下游20公尺間，其餘鮭魚則分布在上下游。調查時，進入司界蘭溪後，沿著溪邊溯溪而上，前進時觀察溪中是否有到下游中的櫻花鉤吻鮭，司界蘭溪直到接近放流點下游40公尺才觀察我們放流的櫻花鉤吻鮭；然而沿著放流點往上游移動的過程中，沿溪皆有放流魚隻的蹤跡，最遠處，可達放流點上游460公尺處的深潭中。

南湖溪

放流後於2006年11月7號進行第一次調查，本次總共觀察到132隻（如圖十一），127隻停留在放流點上下游20公尺間，4隻在放流點至下游100公尺間，1隻往上游移動了200公尺。而南湖溪因為地形阻隔，研究人員無法溯溪而上，於放流點往下游50公尺處即無法前進，且這50公尺內高低落差達6公尺，深潭內多漩渦、氣泡，調查困難。放流點往上，地形以深潭為主，深潭中僅有苦花存在，雖然在上游200公尺處觀察到一隻櫻花鉤吻鮭，但絕大部分魚都還停留在原地，乃是因為放流點前10公尺，是落差一公尺的急流，急流水量太大，因此魚無法通過急流向上，因此有很多魚棲息在急流下方，觀察發現有覓食的行為。本次調查時間為11月初，歲末進入枯水期水量將變小，有助

於族群往上游遷移，預估隔年後可在更上游的地方發現族群。

3.6 標籤

本研究中所採用的改良軟性塑膠標籤，放流前在復育場脫落率 2%，野外觀察脫落率為 10%。標籤脫落的原因可能是穿過魚體背部肌肉的標識材料較細狹，僅 0.2 公分寬，可能會因魚類做快速運動或磨擦石壁而斷裂脫落，今後仍須對標識做更多的改進。

3.7 水質監測

水溫是影響到櫻花鉤吻鮭最重要的因子，南湖溪與司界蘭溪2006年8月夏日中午最高水溫17°C，與七家灣溪相較之下高了兩度，原因可能在於本研究調查時間都是在，中午水溫最高的時間，所以量測的水溫會比平均水溫還高。而南湖溪與司界蘭溪相比，南湖溪的水溫低約一度，此乃肇因於司界蘭溪地形開闊，岸邊植被較少，遮蔽效應不明顯，造成水溫較高。

司界蘭溪導電度最高可達264.7 μs ，兩樣區除第一次調查相差較大以外，於其餘兩次的調查中並無顯著的差異。南湖溪導電度最高可

達252.3 μs ，而在幾次的觀察紀錄中亦十分接近，無大幅變動。在PH方面，南湖溪最高8.2，司界蘭溪最高8.1，沒有差異；每個觀察點之數值在三個時間點之量測結果皆無顯著變化。就濁度而言，唯第一次在司界蘭溪的測量結果較高外，在往後的調查中均在1 NTU上下；而第一次調查中高達22.4 NTU的結果可能是因為在調查前持續多天的豪雨所導致（表二、三、四）。各樣區之D.O.普遍高於8.0 mg/l。以上數據顯示這些區域水質是適合櫻花鉤吻鮭之棲地。

四、結論

本次放流司界蘭溪與南湖溪是繼1997年之後的第一次，而南湖溪更是從未有過放流紀錄。爲了櫻花鉤吻鮭的生存保育，放流是必定要做的工作，本次放流體型遠超過以往放流體型，本年度放流魚隻平均體長在14公分左右（表五），因此預估有較高的存活率。固放流後定期追蹤是下階段的工作。

伍、建議

在過去南湖溪從發生過電魚、毒魚，盜獵者爲了捕捉溪中的苦花，使用破壞生態資源的方式，很擔心盜獵者爲了溪中的苦花，而再次毒害到我們放流的櫻花鈎吻鮭，除了管理站與警察隊會加強巡邏，也請當地環山護魚隊加強宣導，並且不定時到南湖溪與司界蘭溪進行巡邏。

明年研究重點除了放流族群的活存之外，還希望放流族群可以就在南湖溪、司界蘭溪落地生根，希望在明年（2007）繁殖季時，溪流中會有成雙成對的成熟公母魚，進行繁殖，以擴展櫻花鈎吻鮭族群生存領域達到放流的目的。

六、誌謝

本試驗研究承蒙雪霸國家公園管理處所有同仁、保育課、警察、替代役弟兄、環山司界蘭溪保育巡守隊等在放流與調查作業上的協助，順利完成放流工作，僅此誌謝。

七、參考文獻

- 于淑芬、林永發。2003。武陵地區水質調查及環境監測。內政部營建署雪霸國家公園管理處自行研究報告
- 李德旺。台灣淡水魚類及其調查方法。特有生物研究保育中心
- 林曜松、曹先紹、張崑雄、楊世平，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。
- 林永發、于淑芬。2002。高山溪防砂壩改善後環境監測及武陵地區水質調查。內政部營建署雪霸國家公園管理處自行研究報告。
- 吳祥堅，2000，台灣櫻花鉤吻鮭 (*Oncorhynchus masou formosanus*) 人工繁殖與放流，櫻花鉤吻鮭保育研究研討會論文集，31-46頁。
- 汪靜明。1994。子遺的國寶台灣櫻花鉤吻鮭專集。內政部營建署雪霸國家公園管理處。
- 汪靜明。2000。大甲溪水資源環境教育。經濟部水資源局。
- 張永州、林在田、蕭士揚、簡純青。2003太魯閣國家公園三棧河流域動物族群估測及監測模式之建立。內政部營建署太魯閣國家公園管理處委託研究報告
- 黃士宗、郭慶老。1988。水產資源學。中國水產。
- 黃沂訓、黃琦妮、陳忠佑、周劭鴻、黃國昇。2002。櫻花鉤吻鮭晶片植入技術之研究。內政部營建署雪霸國家公園管理處委託研究報告。

黃沂訓、藍智鴻、陳恬如、楊宜勳、陳耀弘。2004。台灣櫻花鉤吻鮭標識放流系統之研究（二）。內政部營建署雪霸國家公園管理處委託研究報告。

曾晴賢、楊正雄。2003。櫻花鉤吻鮭族群監測與生態調查（六）。內政部營建署雪霸國家公園管理處委託研究報告。

曾晴賢、楊正雄。2005。武陵地區長期生態監測暨生態模式建立櫻花鉤吻鮭族群監測與動態分析。內政部營建署雪霸國家公園管理處委託研究報告。

陳峻淵。2003。河川環境魚類棲地生態基流量之研究—以清水溪為例。

Berka, R., 1989. The Transport of Live Fish: A Review. AVRUPA ICSULAR BALIKCILIGI DANISMA KOMISYONU (CECPI), (NP) (TURKEY),

Heggberget, T. G., Staurnes, M., Strand, R. & Husby, J. (1992).

Smoltification in salmonids.

NINA-Norsk-Institutt-for-Naturforskning-Forskningsrapport **31**, 3–42.

Helfman, G. S. & Schultz, E. T. (1984). Social tradition of behavioural traditions in acoral reef fish. *Animal Behaviour* **32**, 379–384.

Hilborn, R. & Eggers, D. (2000). A review of the hatchery programs for pink salmon in Prince William Sound and Kodiak Island, Alaska. *Transactions of The American Fisheries Society* **129**, 333–350.

Hilborn, R. & Winton, J. (1993). Learning to enhance salmon production: Lessons from the Salmonid Enhancement Program. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **50**, 2043–2056.

Lima, S. L. (1995). Back to the basics of anti-predatory vigilance: the group-size effect. *Animal Behaviour* **49**, 11–20.

Lopez, L. C., Broglio, C., Rodriguez, F., Thinus-Blanc, C. & Salas, C. (1999). Multiple spatial learning strategies in goldfish (*Carassius auratus*). *Animal Cognition* **2**, 109–120.

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

Olla, B., Davis, M., Ryer, C., 1998. Understanding how the Hatchery Environment Represses Or Promotes the Development of Behavioral Survival Skills. Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science, 531 pp.

Olla, B., Davis, M., Ryer, C., 1994. Behavioural Deficits in Hatchery-Reared Fish: Potential Effects on Survival Following Release.] pp.