

內政部營建署雪霸國家公園管理處九十年度研究報告

櫻花鉤吻鮭族群監測與生態調查（四）

Studies on population ecology of the Formosan landlocked
salmon *Oncorhynchus masou formosanus* (IV)

執行單位：內政部營建署雪霸國家公園管理處

研究機構：中華民國自然與生態攝影學會

研究主持人：曾晴賢

研究人員：楊正雄

中華民國九十年十二月三十一

目 次

中文摘要.....	1
英文摘要.....	3
壹、前言	5
貳、研究內容與方法	8
參、結果與討論.....	9
肆、結論與建議.....	18
伍、誌謝	19
陸、參考文獻.....	21
表及圖.....	25

統一編號

1009004861

9001 櫻花鉤吻鮭族群監測與生態調查(四) 研究主持人：曾晴賢 內政部營建署雪霸國家公園管理處

櫻花鉤吻鮭族群監測與生態調查（四）

摘要

本研究於2001年五至六月間，與十月中旬在七家灣流域內，分別進行兩次全面的櫻花鉤吻鮭族群數量普查，以比較2000年繁殖季節後新生幼鮭加入族群的數量與分佈狀況，及檢視成鮭在2001年繁殖前於各河段的族群變化情形，並對照歷年的魚群數量與族群結構的變化以作進一步的分析。

調查結果簡述如下；

1、最近一次的2001年秋季調查所得族群數量與夏季接近，秋季的總數量為408尾，其中一齡以下幼魚有56尾，一至二齡的中型成魚有50尾，二齡以上的大型成魚有302尾。夏季總數則為346尾，其中一齡以下幼魚有89尾，一至二齡的中型成魚有114尾，二齡以上的大型成魚有143尾。與去年（2000年）秋季普查結果比較，本年度之各齡族群數目皆大幅減少一半以上。整個族群結構為不穩定狀態的倒金字塔型結構。

2、去年（2000年）冬季並未進行復育放流工作，而各河段族群自然更新狀況也不良，並直接反映在幼魚數量的大幅減少。幼魚主要分佈在七家灣溪觀魚台至二號壩之間，以及高山溪三號壩以上河段，其他河段幼魚數量則都相當少，這種非常反常現象的原因，除了有必要加以深入探討之外，人工復育與放流工作在現階段仍有必要持續進行，以維持無法自然進行族群更新河段的幼魚族群。

3、高山溪上游三號壩以上之河段鮭魚族群，雖然也有減少情形，但仍佔鮭魚總數的一定比例，且幼魚自然更新狀況較其他河段良好。

與往年調查資料相比較，顯現攔砂壩拆除後，此河段族群得因棲地範圍擴展而有利於此河段原有族群之生存與繁衍。

4、高山溪的四座攔砂壩今年夏季全部拆除完畢之後，與七家灣溪下游形成通路。但因為持續的施工與兩岸舊有淤積的砂石仍需要很長的時間才能沖走，因此仍舊造成高山溪與七家灣溪匯流點附近河段長時間的混濁，所以並未觀察到下游鮭魚族群往上游移動的情形。攔砂壩拆除之後，七家灣溪與高山溪鮭魚族群分佈變化仍有待進一步監測調查。

5、在比較今年與去年同期之不同分布地點的的族群數量時，發現七家灣溪二號壩以上的族群數量比起去年有非常明顯銳減的情形，但是在各次的普查時並未發現棲地環境有明顯的惡化現象，同時也看不出有太多被沖往下游而回不來的個體，因此是否有其他非天然因素導致族群數量的銳減，仍需要進一步的探討研究。

6、今年兩次鮭魚調查結果數量雖然是歷年最低，但由於生物的族群數量變化原本就是呈現波動狀態，所以儘管現階段七家灣溪的鮭魚族群是處在較低數目的情況，但也因此減低食物與空間上的競爭，使得鮭魚更容易覓食與尋找合適棲地，在這種情況下，族群數目仍可期望逐漸回復。

Studies on population ecology of the Formosan landlocked salmon *Oncorhynchus masu formosanus* (IV)

Abstract

Two population censuses of the Formosan landlocked salmon (*Oncorhynchus masu formosanus*) were implemented in the Chichiawan Stream basin in late May and middle October 2001, respectively. The investigation aims to (1) elucidate the size and distribution of the larvae population that was hatched last autumn, and (2) understand the changes in adult salmon population structure and distribution. The major findings are as follows:

1. The Chichiawan population of autumn 2001 consists of 408 individuals, including 56 juveniles, 50 sub-adults (one-to-two-year-olds) and 302 adults (more-than-two-year-olds), comparing with the total of 346 individuals (89 juveniles, 114 subadults, 143 adults) of summer 2001. The population has more than halved in size since autumn 2000. The current population exhibits an unstable “inverse pyramid” structure, which has far fewer juveniles than adults and is susceptible to further population decrease.

2. The number of juvenile salmon has decreased substantially in 2001 because of the suspense of artificial breeding and the failure of natural regeneration. Most juveniles are restricted in between the Fish Observing Platform and check dam number 2 of the Chichawan River, and in the upstream of check dam number 3 of the Go-Shan Creek. The phenomenon indicates that artificial breeding is imperative.

3. The population size upstream of check dam number 3 of the Go-Shan Creek, though also decreases somewhat, has remained relatively stable. The population stability can be attributed to the demolition of check dams in the upstream reaches of the Go-Shan Creek. The demolition has significantly promoted population regeneration and expanded favorable habitat for salmon.

4. The salmon passageway from downstream Chichiawan River to Go-Shan Creek has been functioning since the demolition of all the check dams of Go-Shan Creek. However, the lasting high turbidity at the Chichiawan-Go-Shan convergence, which results from ongoing

construction and silt deposition, may have prevented salmon from migrating into Go-Shan Creek. The distribution of the salmon population between the two rivers remains unclear.

5. The population upstream of check dam number 2 of the Chichawan River has declined sharply when compared with that of 2000. As the habitat does not appear to deteriorate significantly, nor does the population redistribute to the downstream reaches, it is possible that non-natural factors have effected on the population.

6. The population size revealed by this study is smaller than ever since we started monitoring the Chichiawan salmon population. Nevertheless, population size fluctuation is a norm. It is expected that the salmon population will gradually recover in lieu of decreased competition for food and habitat among individuals.

櫻花鉤吻鮭族群監測與生態調查（四）

摘要

本研究於2001年五至六月間，與十月中旬在七家灣溪流域內，分別進行兩次全面的櫻花鉤吻鮭族群數量普查，以比較2000年繁殖季節後新生幼鮭加入族群的數量與分佈狀況，及檢視成鮭在2001年繁殖前於各河段的族群變化情形，並對照歷年的魚群數量與族群結構的變化以作進一步的分析。

調查結果簡述如下；

1、最近一次的2001年秋季調查所得族群數量與夏季接近，秋季的總數量為408尾，其中一齡以下幼魚有56尾，一至二齡的中型成魚有50尾，二齡以上的大型成魚有302尾。夏季總數則為346尾，其中一齡以下幼魚有89尾，一至二齡的中型成魚有114尾，二齡以上的大型成魚有143尾。與去年（2000年）秋季普查結果比較，本年度之各齡族群數目皆大幅減少一半以上。整個族群結構為不穩定狀態的倒金字塔型結構。

2、去年（2000年）冬季並未進行復育放流工作，而各河段族群自然更新狀況也不良，並直接反映在幼魚數量的大幅減少。幼魚主要分佈在七家灣溪觀魚台至二號壩之間，以及高山溪三號壩以上河段，其他河段幼魚數量則都相當少，這種非常反常現象的原因，除了有必要加以深入探討之外，人工復育與放流工作在現階段仍有必要持續進行，以維持無法自然進行族群更新河段的幼魚族群。

3、高山溪上游三號壩以上之河段鮭魚族群，雖然也有減少情

形，但仍佔鮭魚總數的一定比例，且幼魚自然更新狀況較其他河段良好。與往年調查資料相比較，顯現攔砂壩拆除後，此河段族群得因棲地範圍擴展而有利於此河段原有族群之生存與繁衍。

4、高山溪的四座攔砂壩今年夏季全部拆除完畢之後，與七家灣溪下游形成通路。但因為持續的施工與兩岸舊有淤積的砂石仍需要很長的時間才能沖走，因此仍舊造成高山溪與七家灣溪匯流點附近河段長時間的混濁，所以並未觀察到下游鮭魚族群往上游移動的情形。攔砂壩拆除之後，七家灣溪與高山溪鮭魚族群分佈變化仍有待進一步監測調查。

5、在比較今年與去年同期之不同分布地點的的族群數量時，發現七家灣溪二號壩以上的族群數量比起去年有非常明顯銳減的情形，但是在各次的普查時並未發現棲地環境有明顯的惡化現象，同時也看不出有太多被沖往下游而回不來的個體，因此是否有其他非天然因素導致族群數量的銳減，仍需要進一步的探討研究。

6、今年兩次鮭魚調查結果數量雖然是歷年最低，但由於生物的族群數量變化原本就是呈現波動狀態，所以儘管現階段七家灣溪的鮭魚族群是處在較低數目的情況，但也因此減低食物與空間上的競爭，使得鮭魚更容易覓食與尋找合適棲地，在這種情況下，族群數目仍可期望逐漸回復。

Studies on population ecology of the Formosan landlocked salmon *Oncorhynchus masu formosanus* (IV)

Abstract

Two population censuses of the Formosan landlocked salmon (*Oncorhynchus masu formosanus*) were implemented in the Chichiawan Stream basin in late May and middle October 2001, respectively. The investigation aims to (1) elucidate the size and distribution of the larvae population that was hatched last autumn, and (2) understand the changes in adult salmon population structure and distribution. The major findings are as follows:

1. The Chichiawan population of autumn 2001 consists of 408 individuals, including 56 juveniles, 50 sub-adults (one-to-two-year-olds) and 302 adults (more-than-two-year-olds), comparing with the total of 346 individuals (89 juveniles, 114 subadults, 143 adults) of summer 2001. The population has more than halved in size since autumn 2000. The current population exhibits an unstable “inverse pyramid” structure, which has far fewer juveniles than adults and is susceptible to further population decrease.

2. The number of juvenile salmon has decreased substantially in 2001 because of the suspense of artificial breeding and the failure of natural regeneration. Most juveniles are restricted in between the Fish Observing Platform and check dam number 2 of the Chichawan River, and in the upstream of check dam number 3 of the Go-Shan Creek. The phenomenon indicates that artificial breeding is imperative.

3. The population size upstream of check dam number 3 of the Go-Shan Creek, though also decreases somewhat, has remained relatively stable. The population stability can be attributed to the demolition of check dams in the upstream reaches of the Go-Shan Creek. The demolition has significantly promoted population regeneration and expanded favorable habitat for salmon.

4. The salmon passageway from downstream Chichiawan River to Go-Shan Creek has been functioning since the demolition of all the check dams of Go-Shan Creek. However, the lasting high turbidity at the Chichiawan-Go-Shan convergence, which results from ongoing

construction and silt deposition, may have prevented salmon from migrating into Go-Shan Creek. The distribution of the salmon population between the two rivers remains unclear.

5. The population upstream of check dam number 2 of the Chichawan River has declined sharply when compared with that of 2000. As the habitat does not appear to deteriorate significantly, nor does the population redistribute to the downstream reaches, it is possible that non-natural factors have effected on the population.

6. The population size revealed by this study is smaller than ever since we started monitoring the Chichiawan salmon population. Nevertheless, population size fluctuation is a norm. It is expected that the salmon population will gradually recover in lieu of decreased competition for food and habitat among individuals.

壹、前言

台灣的櫻花鉤吻鮭 *Oncorhynchus masou formosanus* (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，在亞熱帶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。

目前僅知櫻花鉤吻鮭在台灣只分佈於中部的大甲溪上游，由於本種有非常重要的學術和經濟價值，而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。其現存棲息地的七家灣河流域，並且在民國八十八年由農委會依據「野生動物保護法」，公告為野生動物保護區。

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) 的分佈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其的棲息地。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，每人每天可以捕獲到十五斤以上，在當時是當地原住民重要的食物來源之一。但是到了民國五、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了 (Watanabe et al., 1988)。當時並且發現這種魚類受到嚴重的迫害，毒魚、電魚的情形極為嚴重，魚類數量已經極度稀少。到了在民國七十三年時，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 (林等, 1988)。之後又根據民國八

十年林務局邱健介先生等人之調查，櫻花鉤吻鮭的棲地大概是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（邱，1991）。近年來由於人工復育的幼魚都放流在七家灣溪與高山溪的上游地區，所以後來的調查結果顯示，櫻花鉤吻鮭的分佈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，距離分佈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佈到更下游的大甲溪和平農場附近（曾，1996），但是這種情形應該是颱風等天災所帶來之洪水將部份個體沖刷到下游地區的結果，並未能夠在此下游河段建立穩定的族群。

雪霸國家公園管理處自民國八十三年五月起開始，委託辦理櫻花鉤吻鮭族群現況的普查（曾，1994、1995、1996、1997、1998、1999），本項研究計畫延續林曜松教授等人在七家灣溪主流域的族群數量調查工作（林等，1988、1990、1991；Tsao，1995），以瞭解並掌握櫻花鉤吻鮭族群數量多寡、年齡結構組成和分佈範圍的最新動態與變化情形。這些櫻花鉤吻鮭族群變動與分佈資料不僅關係到本種珍貴保育類動物的存續問題，復為提供一般大眾了解櫻花鉤吻鮭族群現況，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礎生態資料，因此有必要持續且全面調查該種魚類的分佈現況，以瞭解其族群數量和分佈變化情形。

多年來的調查結果分析顯示，天然災害如颱風、梅雨，對於櫻花鉤吻鮭族群的威脅最大，經常會影響整個鮭魚族群的數量與分佈變化（曾等，2000）。加上此地甚多攔砂壩阻隔的重疊效應，往往使得被洪水沖到下游的鮭魚無法再回到上游地區，影響族群的天然分佈。而天然災害對櫻花鉤吻鮭族群最深遠的影響，主要是在產卵

季節時對於新生族群的傷害，例如在八十三年十月的產卵季開始時，正好碰上豪雨使得溪水高漲，許多已經產完卵的巢場和卵均被沖毀。洪水同時挾帶甚多的泥沙，覆蓋許多未被沖毀的鮭魚產卵場，導致魚卵的死亡率大增（曾，1995）。

每年新生幼魚的加入對整個櫻花鉤吻鮭族群的影響甚巨，各河段魚卵孵化死亡率的高低影響到當年度各河段新生族群的加入（楊，1997）。如七家灣溪一號壩至二號壩之間的河段雖然在多年來都觀察到有許多產卵場，幼魚的數量卻都是偏低的。在八十四年的調查中，發現此段唯一的一尾幼魚是在觀魚台棲地改善後的深潭中所記錄到的，其餘近二公里的河段竟然看不到其他的幼魚蹤跡（曾，1995）。這樣的現象提醒我們對各河段的水文水質特性進一步的調查分析，以了解魚群分佈與環境因子之間的關係。因此本研究自1996年起開始就加上水溫長期監測與分析的工作，就最有可能影響鮭魚族群的水溫條件著手分析研究，探討水溫在櫻花鉤吻鮭生活史各個階段所扮演的角色，以了解天然族群數量的變化與水溫之間的關聯。進一步研究影響水溫變化的各相關因子，期能提供一良好的策略作為管理單位棲地改善及經營管理的依據。同時為了瞭解櫻花鉤吻鮭族群數量、結構及分佈溪段的變化，提供管理單位保育經營政策擬定之精確的參考資訊與基本資料，持續進行長期而全面性的族群監測是相當重要的。

貳、研究內容與方法

本年度計畫延續前五年的研究，在民國九十年五至六月間進行夏季族群之調查，同時為因應高山溪拆壩之工作，將整個調查計畫分成兩部分，第一次是在五月十九日至五月廿日之間，在拆壩進行前完成高山溪全段的調查，第二次是在六月九日至六月十日進行之間進行調查，包含除高山溪匯流點以下的的七家灣溪主流與桃山北溪小瀑布以下河段。本年度秋季調查則在十月廿三日至廿八日於迎賓橋以上整個七家灣溪流域進行調查工作。除進行族群數量調查外，並標定櫻花鉤吻鮭棲息溪段與棲地，希望能對七家灣溪流域棲地現況及其與櫻花鉤吻鮭分佈關係有更加詳細瞭解。

調查方法是以在野外調查魚類的方法中花費較少，破壞性最低的浮潛方法（林等，1988），復以本流域平常水質清澈，對於族群數量已屆瀕臨絕種的櫻花鉤吻鮭而言，這無異是最為合適的方法。調查時採三人一組，其中一人於岸上記錄，二人穿著防寒衣、面鏡、呼吸管以浮潛的方式直接觀察和鑑定魚種及估計其大小，並分別記錄各調查溪段幼魚（全長夏季為5~7cm，冬季為15cm以下）、一至二齡魚（全長25cm以下）及二齡魚以上（全長25cm以上）的數量和其出現的棲地型態。魚群較多的地點並輔以潛水相機和攝影機加以拍攝記錄，藉以進行族群結構、數量分佈及魚群出沒的棲地分析。調查結果均直接標示於河段圖面上，並比較近年來魚群數量、結構及分佈的變化。

參、結果與討論

在去（2000）年秋季普查之結果，整個七家灣流域總計發現有796尾櫻花鉤吻鮭，其中一齡以下之幼魚有193尾，一至二齡的中型成魚有326尾，二齡以上的大型成魚有277尾。然而在今年夏季的族群調查結果裡，族群總數則大幅減少至346尾而已，其中一齡以下幼魚僅有89尾，一至二齡的中型成魚有114尾，二齡以上的大型成魚有143尾。本年秋季之調查的結果總計為408尾，其中一齡以下幼魚有56尾，一至二齡中型成魚有50尾，二齡以上成魚則為302尾。夏、秋兩季各齡族群皆較去年同期的數量減少一半以上（表一與表二）。其中最明顯的差別乃在於今年幼魚的明顯減少，這種現象和去年冬季十一月初的象神颱風侵襲台灣所造成的危害可能有關。然而在成魚的數量上也有非常劇烈的變化，尤其是二號壩以上的河段，有許多地區的族群數量減少將近百分之七十到九十。根據今年兩次對於這些河段的棲地所作的初步觀察，實在想不出有什麼自然的力量會導致這麼嚴重的族群數量銳減，尤其是二號壩到三號壩之間的棲地相當良好，同時又有湧泉池作為緊急的避難所，在過去賀伯颱風更嚴重的侵襲之時，都還只有三分之一族群的損失而已，但是今年的損失則是更為嚴重。

就櫻花鉤吻鮭在七家灣溪的空間分佈改變而言，今年夏季各河段族群之調查以七家灣溪一至二號壩最多，共記錄到123尾（佔整個族群的35.5%），其次則為四至五號壩（54尾，佔15.6%）與五至六號壩（44尾，佔12.7%）。往年調查時通常數量最高的河段二至三號壩之間（包含二號壩至二號破壩河段與湧泉池河段）此次卻只記錄到41尾，所佔整個族群之比例僅11.9%，為歷年調查最低記錄（表

三)。

最近一次的秋季調查中，各河段數量亦以一至二號壩的156尾，佔所有族群之38.3%最高，二至三號壩之間河段族群數量次之（65尾，佔15.9%），再其次為攔砂壩拆除後形成完全通路的高山溪全段（高山溪下游因為施工無法進行計數工作，二號破壩以上統計共得57尾，佔14%）。

今年夏季調查之結果中，成魚（包含二齡以上與一至二齡的個體）以一至二號壩之間河段的數量最多，共有96尾，佔該次調查成魚總數的37.3%，其次是二至三號壩與四至五號壩，同為37尾（各佔14.4%）。2000年繁殖季之後各河段所加入的幼魚，以一至二號壩的27尾最多，佔整個幼魚族群的30.3%，其次為已拆除所有攔砂壩的高山溪上游二號壩以上河段（調查當時已拆除最上游兩座），共計有21尾，佔族群數量的21.3%，再其次的七家灣溪主流四至五號壩則有17尾（佔19.1%）（表三與表四）。由幼魚今年的加入數量遠較往年為少的結果而言，去年冬季自然繁殖情形受到颱風的影響可見其嚴重性。這種情形在過去幾年的調查中也幾乎是週而復始的發生，因此更凸顯出在攔砂壩未拆除之前，以及缺乏天然避難所等棲地問題仍未改善的時候，是有相當的必要進行人工復育的工作。

秋季調查結果與夏季普查所得到的結果大致相同，成魚亦以一至二號壩的數量最多，共119尾，佔成魚總數的33.8%，其次為二至三號壩的63尾（佔17.9%）與高山溪匯流點以上全段的46尾（佔13.1%）（表三與表四）。

值得注意的是夏、秋兩季調查結果顯示七家灣溪主流二至三號

壩的鮭魚族群數量在今年有非常大幅度的降低，此河段由於距離最長，棲地多樣化且富深潭，因此歷年調查統計無論是成魚或幼魚，都是佔整個櫻花鉤吻鮭族群的最高數量與比例。但今年的族群調查總數卻意外的偏低，包含數量與比例上均大幅降低，因而造成整個櫻花鉤吻鮭族群的總數量也大幅降低，並且是自1994年秋季調查以來的最低數量（圖二）。

由於去年（2000年）繁殖季節前未能及時提出申請櫻花鉤吻鮭的人工復育工作，因此並沒有進行人工繁殖與放流，所以今年整個流域所見的幼魚皆是自然繁殖更新的個體。但夏季調查結果顯示各河段中，除了七家灣溪上游的三號壩以上與高山溪二號壩以上河段仍保有自己的幼魚族群外，其他河段的更新狀況並不理想。秋季調查時幼魚族群又持續減少，包括夏季調查時仍有不少的七家灣溪上游在內的許多河段，鮭魚數量都降低至個位數，僅有高山溪上游還有一定數量的幼魚族群（11尾，佔所有幼魚族群的19.6%）。唯過去水溫監測資料顯示不適合鮭魚卵孵化的七家灣溪一至二號壩之間（曾，2000），仍可見到不算少的幼魚分佈。這些幼魚主要是集中在觀魚台以上的河段，秋季調查結果有超過一半比例的幼魚（35尾，佔62.5%）也是分佈於此，推測可能是大雨將上游族群沖移至該河段，或是在此區域有部份繁殖成功的個體。由於沒有今年的水溫記錄資料可供分析，所以無法做更詳細的探討。

幼魚數量與分佈的變化，通常會受到許多因素的影響，例如繁殖季節時成熟雌雄鮭的數目、良好產卵場數目與水溫條件等因素都會影響繁殖效率，因此各河段會呈現比例不均的現象。且幼魚因游泳能力差容易被洪水沖至下游，加上高聳的攔砂壩阻擋，使得幼魚被迫分佈在下游高水溫的不良環境中。為了改善這種情形，國家公

園管理處已持續多年人工復育與放流工作，捕抓分布於下游高水溫河段的成熟雌、雄鮭魚，進行人工繁殖後，待孵化的小魚長成至可以主動覓食的階段，再選擇於七家灣溪與高山溪上游合適棲地進行放流。在櫻花鉤吻鮭面臨滅絕的壓力下，攔砂壩的阻隔無法立即且完全排除以前，人工復育是不得以卻是最簡單有效的復育方法，藉由放流幼魚在上游並任其逐年擴散至下游河段，可以幫助不同河段的櫻花鉤吻鮭族群間進行基因的交流，同時維持最上游河段的族群數量。

由於七家灣溪流域的攔砂壩拆除計畫將有可能持續評估進行中，大型工程機具為了出入與施工期間對溪床棲地造成的改變，以及拆除工作完畢後尚未完全安定的溪床與兩岸淤積砂石都將對鮭魚造成影響，為了減低其對族群的衝擊，人工復育放流工作的持續進行仍有其必要性。

此外，進行七家灣溪與高山溪流域以外的域外放流，也能提高櫻花鉤吻鮭族群的存活機率。一方面可以增加族群數量與分佈範圍，另一方面也能造成鮭魚基因的多樣性，避免均質化的危機。

與其他年度的調查結果比較（圖二與圖三），可以發現今年由於各齡鮭魚數量大幅降低，尤其是幼魚族群，使得櫻花鉤吻鮭族群結構趨於老化。在結構圖形上呈現不穩定的倒金字塔型。檢視歷年櫻花鉤吻鮭族群的數量變化，雖然最高數量可高達2495尾，但僅是曇花一現，整個族群變化長期趨勢來看仍是偏低的。自1995年以後的十一次調查中，有六次計數所得族群量介於500尾至1000尾，而幼魚則有六次低於300尾。今年夏、秋兩季的調查則顯示鮭魚族群數量降低至歷年之平均數量以下甚多，總數量未滿500尾，幼魚數量更不

滿100尾，這情形使櫻花鉤吻鮭的未來更顯得岌岌可危。

夏季調查時因高山溪下游兩座攔砂壩拆壩工作，使得高山溪與七家灣溪匯流點以下的下游河段水大且混濁，所以無法進行調查。秋季調查亦因高山溪上游進行新建復育中心的引水工程，造成高山溪二號破壩以下河段水濁無法進行計數工作。不過高山溪與七家灣溪匯流點以下至迎賓橋河段與高山溪一至二號壩間鮭魚數量近年調查結果都不高，甚至近年資料顯示族群分佈有退出該二河段的趨勢（曾，2000），所以對整體鮭魚族群數量影響並不大。

但是夏、秋兩季調查也發現，高山溪匯流點以上至高山溪一號壩河段原本可以觀察到數量不少的鮭魚族群卻大幅降低至個位數字，這應是攔砂壩拆除之後，兩岸淤沙與河道改變，造成高山溪下游河段變成混濁的湍流急瀨所致。原先預期秋季調查時可以觀察七家灣溪與高山溪下游河段的鮭魚是否進入較低水溫環境的高山溪上游進行產卵，也因為高山溪進行取水工程施工之影響，而無法進行評估。因此拆壩工程對高山溪與七家灣溪下游河段鮭魚分佈與數量的影響，仍有待進一步調查評估。

高山溪二號壩以上河段的歷年族群統計資料（表三、表四與圖四）顯示，在攔砂壩拆除前此河段並不適合櫻花鉤吻鮭生存繁衍，各齡鮭魚族群數量總是偏低，且族群比例大多不及總數的1%。雖然國家公園在1994年、1995年、1996年與1999年都曾在此河段進行放流工作，卻一直都沒有建立起穩定的族群。雖然高山溪全段的水溫環境都適於櫻花鉤吻鮭族群，但卻沒有足夠且多樣的棲地環境，全段以急瀨與階梯潭為主，對鮭魚繁殖與休息最重要的淺瀨與深潭則顯得不足。尤其是高山溪二號壩至三號壩之間的河段特別明顯，這

樣的地形在颱風暴雨後河水暴漲之際，將因沒有緩流區可供魚群躲避而可能導致鮭魚族群無法保留。分別在1995年（約100尾）與1996年（約250尾）放流在此的幼魚，隔年調查時卻只分別發現2尾與14尾，歷年族群數量更常常出現0尾的記錄，都在在顯示這種棲地的問題。

1999年春季拆除高山溪四號壩與2000年秋季拆除三號壩之後，整個高山溪二號壩以上形成一個不算短的無障礙通路。拆壩後的族群調查結果顯示，不管是成魚或幼魚都集中在四號破壩以上河段。1999年不包含復育繁殖後所放流的5尾成魚與今年的4尾成魚都是在此區觀察到的，2000年秋季調查中該河段也是高山溪二號壩以上唯一可觀察到幼魚地方。此河段得以吸引許多大小鮭魚駐留的最大原因應該是此區棲地的好。相對於四號破壩以下多階梯潭與急瀨棲地的形態，破壩以上的河段因為穿過岩盤，而有與七家灣溪三號壩下游河段相似的多個連續峽谷深潭區。在較上游有一個岩壁潭的困難地形，雖然普查的工作人員無法通過，但因為落差不大，所以游泳能力較好的成魚應該可以上溯至更上游的河段。未來的調查將設法高繞此困難地形進行調查，以了解更上游地區的環境、鮭魚族群數量與分佈。

高山溪上游三號破壩以上河段的鮭魚族群數量，雖然在今年調查中也有減少情形，但整個現有族群仍佔有一定比例，且幼魚天然更新狀況較其他河段好。與往年調查資料比較，族群數目由個位數字，甚至0尾的記錄，逐漸增加至佔族群一定比例（圖六），顯現攔砂壩拆除後，因為棲地多樣化且活動範圍擴展，此河段族群得而順利繁衍與延續，並擴大數量與分佈。

今年夏季同時拆除高山溪下游兩座攔砂壩之後（一與二號壩），整個七家灣溪下游自主流一號壩以下與高山溪形成一個通路，由高山溪上游拆壩後鮭魚族群分佈變化的趨勢來看，應該會有更多原本分佈於七家灣溪下游的鮭魚為高山溪的低水溫所吸引，因而分佈至高山溪上游。但此次調查發現高山溪匯流點附近因施工而持續混濁，以上至二號破壩全段溪流皆因重機械沿溪床開路而縮短河寬，所以顯得較以往湍急混濁，上游河段因此未能觀察到鮭魚族群數量的明顯增加。高山溪與七家灣溪下游河段的族群數量消長與分佈變化需要再持續監測，尤其是高山溪下游一號壩上方兩岸原本淤積的大量砂石，逐漸為大水沖淘至下游也需要密切觀察記錄，以瞭解評估高山溪攔砂壩拆除之後對該河段鮭魚的影響。

雖然以往的調查分析與經驗都顯示幼魚不易觀察，易隱匿於石縫內不易發現。同時今年夏、秋兩季調查時的水量相當大，調查人員不容易克服水流，且溪水較混濁而降低能見度，使得不管是成魚或幼魚的數目都可能偏於低估。但今年調查工作時可以明顯感受到魚群減少，許多該有鮭魚分佈的地方卻都沒能見到，在檢視歷年族群數量變化結果後（圖二），也顯示今年的兩次調查結果在鮭魚數量為自1994年以來最低數值。

探究鮭魚數量大幅減少的可能原因，首先考慮的是天災的影響。依據中央氣象局資料顯示（<http://www.cwb.gov.tw/index.htm>），去年（2000年）自八月起接連有啟德（Kaitak）、碧利斯(Bilis)、巴比倫（Prapiroon）、寶發（Bopha）、雅吉（Yagi）、象神（Xangsane）和貝碧佳（Bebinca）多達七個颱風，今年則有西馬隆（Cimaron）、奇比（Chebi）、尤特（Utor）、潭美（Trami）、玉兔（Yutu）、桃芝

(Toraji)、納莉(Nari)、利奇馬(Lekima)與海燕(Haiyan)九個颱風形成或侵襲，其中對台灣真正造成影響與損害的雖然只有去年的啟德、碧利斯與象神颱風，以及今年的奇比、桃芝與納莉颱風，但象神颱風侵襲時正逢鮭魚繁殖季，雖然成魚游泳能力較佳可自行躲避洪水到來，卻嚴重破壞鮭魚繁殖場所，繼而影響今年(2001年)幼魚更新狀況。今年桃芝與納莉颱風驚人的雨量，造成七家灣溪水量充沛，直到接近繁殖季節的十月水量仍大，造成今年的鮭魚在繁殖季前因食物短缺而顯得不夠肥滿，且身上多帶有傷痕或水霉，甚至有些河段如觀魚台可以輕易見到垂死的鮭魚。去年繁殖季節因颱風影響造成幼魚更新不良，今年參與繁殖行列的成熟鮭魚身體狀況又不佳的雙重效應。對櫻花鉤吻鮭造成何種影響，仍有待未來持續監測與評估。

若將2001年夏季與2000年的秋季調查結果同時比較，並對照1996年七月侵襲，也是歷年來最嚴重天災的賀伯颱風前後調查結果(圖一)，賀伯颱風造成鮭魚族群總數由1854尾銳減至1245尾，約32.8%的大小鮭魚死亡，其中二齡以上鮭魚死亡比例為40.6%，一至二齡成魚數量由颱風前的1025尾銳減至593尾，比例達42.1%，幼魚則反而增加7.9%。其中幼魚數量較颱風前有些微的增加，有可能是因為春季調查時幼魚數量被低估的原因所致。

2000年同樣在十月底侵襲本地的象神颱風，則造成鮭魚數量從2000年秋季的796尾降至346尾，死亡比例超過一半，達到56.5%，其中二齡以上成魚由193尾降至89尾，一至二齡成魚由326尾降至114尾，一齡幼魚由277尾降至143尾，死亡比例分別達53.9%、65%與48.4%等超過或近乎一半的死亡比例。

1996年賀伯颱風侵襲台灣本島時，造成中部山區嚴重土石坍方，通往武陵山區的道路嚴重坍方流失路基，七家灣溪河床溪水高漲且上游嚴重坍方，大量砂石流下而將許多深潭淤積成淺灘，並抬高河床高度，造成流湍水急，除了直接的族群數量減少外，並間接的大幅改變河川棲地，進而影響各河段族群更新狀況。象神颱風的直接災害並未如賀伯颱風般嚴重，除了三號壩以下有較嚴重的坍方之外，其餘河床棲地與兩岸地形並無太大改變，卻造成鮭魚族群更大幅度減少。許多該有鮭魚分佈的深潭都不見魚蹤，尤其是二至三號壩間河段的鮭魚族群，從2000年秋季所調查的230尾（包含湧泉池的74尾）減至2001年夏季調查的41尾（包含湧泉池的10尾），減少幅度達到82.1%（圖四與圖五）；湧泉池的棲地環境雖然仍舊相當完整而良好，但是鮭魚數目也銳減至歷年調查的最低情形，其原因仍有待進一步的探討。二至三號壩間河段的族群大量減少並直接造成今年夏、秋兩季調查鮭魚總數目隨之大量減少，又因為颱風侵襲時遭逢鮭魚繁殖季節，所以連帶影響今年幼魚的更新不良。

相對的在七家灣溪一至二號壩的鮭魚數量雖然並沒有比以往增加多少，但是在整體數量和比例上卻是屬於最多的河段，2001年秋季計數到總數156尾，佔鮭魚總數的38.2%，並且有超過一半的幼魚族群都是分佈在此河段（35尾，佔了所有幼魚的62.5%）。然而這些處在水溫高的不良環境下之幼魚，未來並不樂觀。

今年度夏、秋兩季調查雖然因為颱風影響造成鮭魚總數量下降，但因為生物的族群數量變化原本就是呈現波動（Fluctuation）的狀態，所以儘管現階段七家灣溪的鮭魚族群是處在較低數目的情況，但也因為鮭魚族群內食物與空間之競爭相對的會減少，使得鮭魚更容易覓食與尋找合適棲地。在這種情況下，族群數目都將可以

逐漸回復至較高數目，但這仍需要持續的族群監測工作以為評估。

在今年夏、秋兩季的調查中，許多應該有櫻花鉤吻鮭棲息的深卻都沒有任何魚蹤，顯示對現在的族群數目而言，尚有許多空間可以承載鮭魚族群的增加。但由於我們並不清楚在各類河川棲地中，如：深潭、淺瀨、階梯潭、急瀨等哪種型態的棲地是影響族群數量的重要因子，而櫻花鉤吻鮭在不同生活史的時期會利用不同的棲地，七家灣流域中為攔砂壩分割的各河段棲地型態也呈現不均（賴，1996）。所以棲地負荷與最大生物承載量的研究，或許是未來在放流或復育前該先研擬的方向。

肆、結論與建議

戴（1992）之研究結果提到攔砂壩興建之後，颱風對櫻花鉤吻鮭族群將造成以下四點影響：1.幼魚易受到環境變動的影響增高死亡率；2.攔砂壩阻礙了被洪水沖刷至下游的魚群回到上游；3.鮭魚在七家灣溪的分佈及依時間的變異乃經由棲息地惡化而改變；4.具有適合棲地的溪段減少，增加小族群局部絕滅的機率。

高山溪攔砂壩在今年（2001年）夏季拆除一與二號壩完畢之後，已成為完全沒有攔砂壩阻礙的相連河段，雖然河床兩岸淤積砂石仍有待長時間沖移回復，2001年秋季調查時也沒有明顯的發現櫻花鉤吻鮭族群有往上游遷移的現象，但依據高山溪三與四號壩拆除後的調查結果，我們可以預測未來整個七家灣溪下游的鮭魚族群將有更多選擇良好棲地環境的機會。

但七家灣溪與高山河流域近年來由於棲地環境逐漸惡劣與屢次

遭逢天災，使得鮭魚族群數量一直無法有效的增加，因此必須針對各項原因研擬對策，如：

- 1.在還沒有改善攔砂壩等障礙之前，仍應有計畫的捕捉下游河段成熟的鮭魚進行人工復育和放流工作，以增加幼魚族群的數量，同時補充上游被沖移到下游的族群數量。
- 2.在完善評估下持續拆除攔砂壩，以減少族群因隔絕分割而滅絕；但是在拆除工程中是否有必要考慮事先將攔砂壩以上可能被沖刷到下游的砂石先行清除，以免造成下游河段長期的渾濁問題，可能需要請相關的計畫加以考量。
- 3.可以考慮有限度的進行域外放流工作，以增加不同流域族群的生存機率；因為過去在七家灣溪此地的人工復育成效已經相當穩定，而放流的工作又因為可選擇的地點有限，大抵上只能維持整個族群的部份穩定而已，因此可以考慮將未來人工復育成功的幼魚，放到其他經過評估而具有可行性的溪流中，同時進行域外放流的監測工作。
- 4.此外也需要進一步去分析族群變化與環境因子間的互動關係，包含棲地環境變化的紀錄、生物能量流向與族群分佈資料的綜合分析，以便估算流域內的棲地負荷與鮭魚族群的最大數量承載。

伍、誌謝

本年度的研究工作期間受到雪霸國家公園管理處處長、秘書、保育課、警察隊和武陵遊客中心全體同仁的幫忙與照顧，才能順利

完成。除此之外、武陵農場場長與相關同仁給予的協助，全體清華大學生命科學系淡水魚類生態及分子系統學實驗室同仁的辛勞，好友陳懸弧與郭道仁等人的協助，才能順利完成這項工作，特別在文末致謝之。

陸、參考文獻

Tsao, E. H. 1995. An ecological study of the habitat requirements of the Formosan landlocked salmon (*Oncorhynchus masou formosanus*) . Ph. D. Dissertation, Colorado State Univ. 213pp.

林曜松、曹先紹、張崑雄、楊平世，1988，櫻花鉤吻鮭生態之研究(二)族群分佈與環境因子間關係之研究，農委會77年生態研究第012號，39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。

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，12頁。

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，40頁。

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，40頁。

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，：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，40頁。

林曜松、張明雄、莊鈴川、曹先紹，1994，櫻花鉤吻鮭棲地之調查

研究(II) - 大甲溪上游六條支流，臺灣省農林廳林務局保育研究系列 - 83 - 09號。

林培旺、吳祥堅，1995櫻花鉤吻鮭(*Oncorhynchus masou formosanus*)野生種魚觀察與人工繁養殖經驗，雪霸國家公園管理處研究報告。

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。

陳弘成、曾晴賢、高孝偉，1980，魚之人工繁殖及幼苗培育，臺灣省水產學會試驗報告44：85 - 90。

陳弘成、林培旺、楊喜男，1996，溪流之水質調查與生物監測之研究 - 武陵附近地區，內政部營建署雪霸國家公園管理處與經濟部及國立臺灣大學合辦漁業生物試驗所。

陳弘成、楊喜男，1997，武陵地區 - 溪流之水源水質監測系統之規劃與調查。內政部營建署雪霸國家公園管理處八十六年度研究報告。

陳弘成，1998，武陵地區 - 溪流之水源水質監測系統之規劃與調查。內政部營建署雪霸國家公園管理處八十七年度研究報告。

曹先紹，1988，武陵農場櫻花鉤吻鮭族群分佈與環境因子關係之研究，國立臺灣大學動物學研究所碩士論文。

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，92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。

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。

戴永禎，1992，台灣櫻花鉤吻鮭之族群生態學研究，國立台灣大學動物學研究所博士論文，121頁。

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，內政部營建署雪霸國家公園管理處。

曾晴賢，1995，櫻花鉤吻鮭復育研究，內政部營建署雪霸國家公園管理處。

曾晴賢，1996，櫻花鉤吻鮭族群數量和生態調查，內政部營建署雪霸國家公園管理處。

曾晴賢，1997，櫻花鉤吻鮭族群生態調查和育種場位址評估，內政部營建署雪霸國家公園管理處。

曾晴賢，1998。櫻花鉤吻鮭族群監測與生態調查(一)，內政部營建署雪霸國家公園管理處，79頁。

曾晴賢，1999。櫻花鉤吻鮭族群監測與生態調查(二)，內政部營建署雪霸國家公園管理處，43頁。

曾晴賢，2000。櫻花鉤吻鮭族群監測與生態調查(三)，內政部營建署雪霸國家公園管理處，54頁。

楊正雄，1997。水溫對櫻花鉤吻鮭族群的影響，國立清華大學生命

科學系碩士班碩士論文，76頁。

賴建盛，1996，防砂壩對櫻花鉤吻鮭物理棲地影響之研究，國立臺灣大學地理學研究所碩士論文。

表一：九十年秋季族群調查是在十月廿三日至廿八日，計數河段除高山溪二號壩以下至匯流點因施工造成水濁無法計數外，包含迎賓橋以上的七家灣溪主流全段、高山溪全段與桃山北溪匯口至小瀑布河段，統計總數量為 408 尾。

地 點	二齡以上成魚 (25cm以上)	一 二齡成魚 (15~20cm)	幼魚 (15cm以下)	小計	備註
迎賓橋~高山溪匯口	1	0	0	1	
高山溪匯口~一號壩	33	1	1	35	
一號壩~觀魚台	11	4	2	17	一至二號壩 共計 156 尾
觀魚台~二號壩	92	12	35	139	
二號壩~破壩	0	0	0	0	二至三號壩 共計 54 尾
破壩~抽水站	5	1	1	7	
抽水站~三號壩	46	0	1	47	
湧泉池	11	0	0	11	
三號壩~四號壩	27	3	1	31	
四號壩~五號壩	41	0	1	42	
五號壩~六號壩	6	12	3	21	
高山溪一號壩以下	施工造成水流過濁無法計數				
高山溪一號壩~二號壩	施工造成水流過濁無法計數				
高山溪二號壩~三號壩	6	4	0	10	
高山溪三號壩~四號壩	6	4	4	14	
高山溪四號壩以上	17	9	7	33	
小計	302	50	56	408	

表二：九十年夏季族群調查分成兩部分，第一次是在五月十九日至五月廿日，第二次是在六月九日至六月十日進行，計數河段除高山溪匯流點以下至迎賓橋因為高山溪拆壩工程造成水濁無法調查外，包含七家灣溪主流部份、高山溪全段與桃山北溪匯口至小瀑布河段，統計總數量為 346 尾。

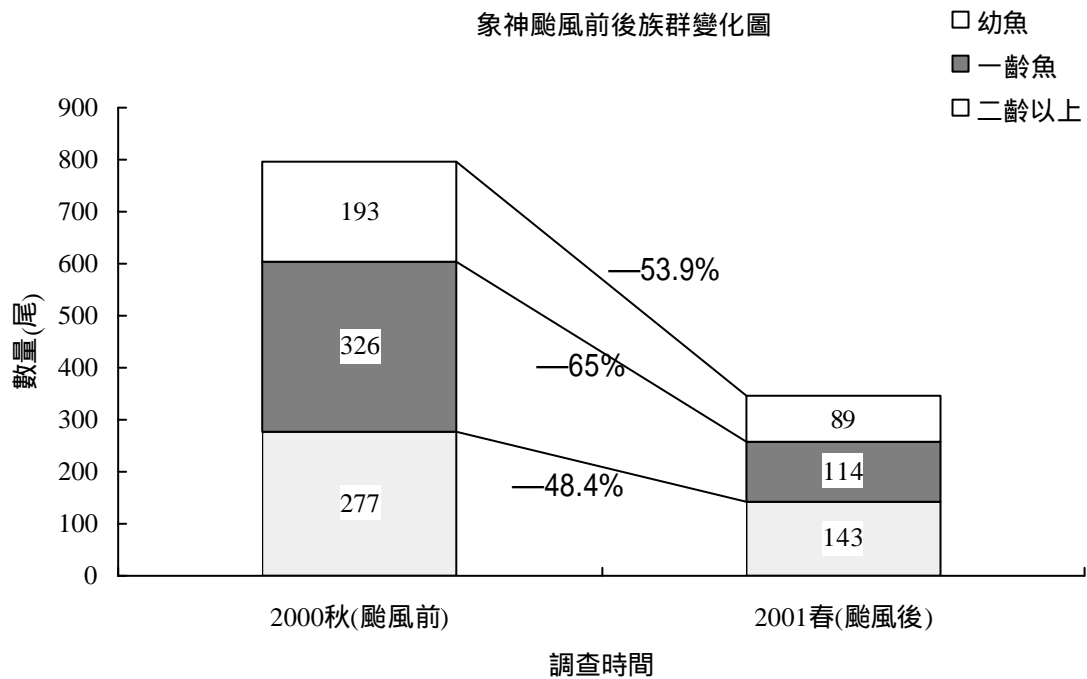
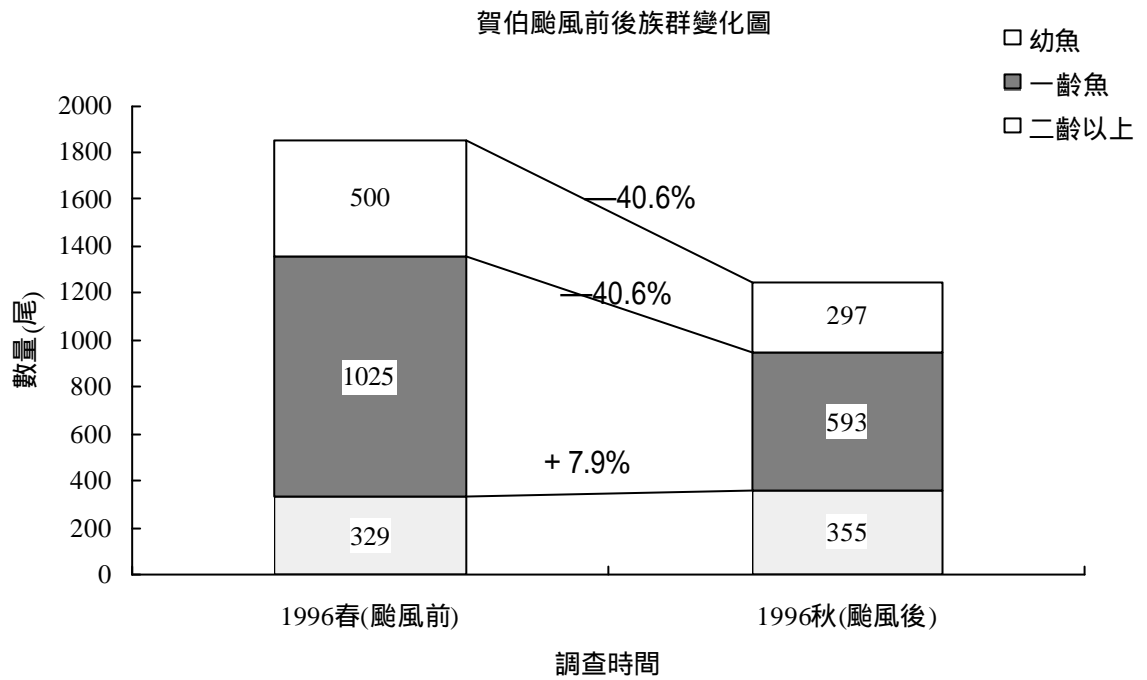
地 點	二齡以上成魚 (25cm以 上)	一 二齡成魚 (15~20cm)	幼魚 (15cm以 下)	小計	備註
迎賓橋~高山溪匯口	施工造成水流過濁無法計數				
高山溪匯口~一號壩	6	3	5	14	
一號壩~觀魚台	7	5	0	12	一至二號壩
觀魚台~二號壩	32	52	27	111	共計123尾
二號壩~破壩	1	2	0	3	二至三號壩
破壩~抽水站	7	3	2	12	共計41尾
抽水站~三號壩	15	1	0	16	
湧泉池	3	5	2	10	
三號壩~四號壩	22	6	3	31	
四號壩~五號壩	23	14	17	54	
五號壩~六號壩	17	15	12	44	
高山溪一號壩以下	0	1	2	3	
高山溪一號壩~二號壩	2	3	0	5	
高山溪二號壩~三號壩	0	0	3	3	
高山溪三號壩~四號壩	0	1	2	3	
高山溪四號壩以上	8	3	14	25	
小計	143	114	89	346	

表三、櫻花鉤吻鮭歷年（1998 年迄今）二齡成魚、一齡至二齡成魚與幼魚族群各河段分佈數量表。時間欄內 W 指秋冬時的調查，S 指春夏間的調查。其中成魚包含二齡（25 公分以上的大魚）與一至二齡（15 25 公分）成魚，幼魚則指當年度 5 8 公分左右的小魚。

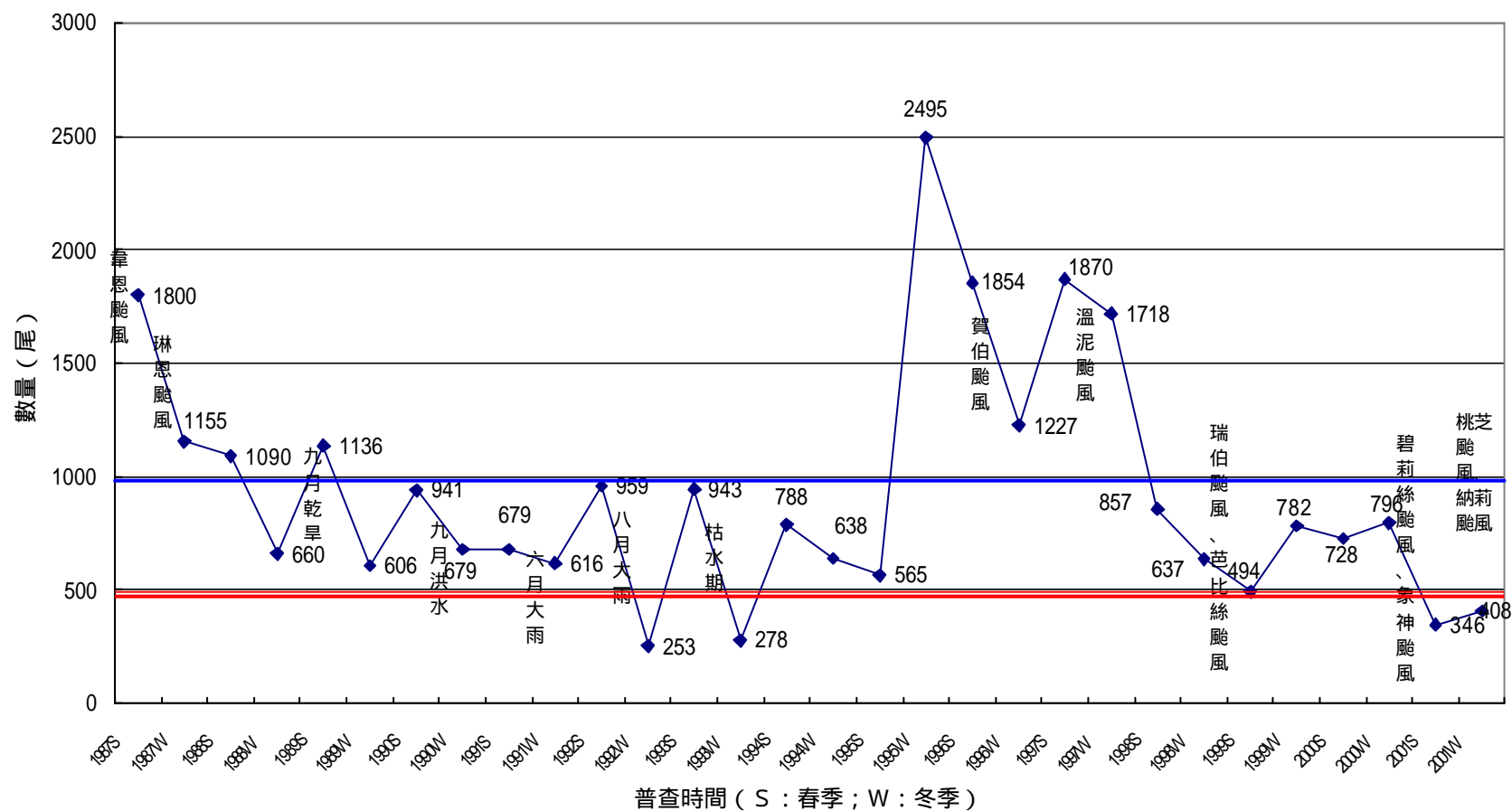
鮭魚各齡族群	各溪段成魚數量（尾）								各溪段幼魚數量（尾）								各溪段族群總數（尾）/ 佔總族群量之比例（%）							
	98'S	98'W	99'S	99'W	00'S	00'W	01'S	01'W	98'S	98'W	99'S	99'W	00'S	00'W	01'S	01'W	98'S	98'W	99'S	99'W	00'S	00'W	01'S	01'W
地點/時間	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
和平農場~迎賓橋	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
迎賓橋~高山溪匯流點	10	26	9	4	4	3	?	1	0	1	0	0	2	0	?	0	10/1.2	27/4.2	9/1.8	4/0.5	6/0.8	3/0.4	?	1/0.2
匯流點~七家灣溪一號壩	54	65	39	35	38	49	9	34	8	5	2	0	15	4	5	1	62/7.2	Nov-70	41/8.3	35/4.5	53/7.3	53/6.7	14/4	35/8.6
七家灣溪一號壩~觀魚台	25	22	10	22	18	27	12	15	8	2	2	9	11	2	0	2	33/3.9	24/3.8	20/4.0	31/4.0	29/4.0	29/3.6	12/3.4	17/4.2
觀魚台~七家灣溪二號壩	100	62	41	114	61	67	84	104	22	21	9	8	43	15	27	35	122/14.2	83/13	50/10.1	122/15.6	104/14.3	82/10.3	111/32.1	139/34.1
七家灣溪二號壩~三號壩	264	120	100	203	93	125	29	52	61	31	61	19	14	31	2	2	325/37.9	151/23.6	161/32.6	222/28.4	107/14.7	156/19.6	31/9.0	54/13.2
湧泉池及湧泉支流	17	21	11	26	23	64	8	11	35	30	5	10	42	10	2	0	52/6.1	51/8.1	16/3.2	36/4.6	65/8.9	74/9.3	10/2.9	11/2.7
七家灣溪三號壩~四號壩	27	45	12	23	5	18	27	23	31	13	3	9	5	13	3	1	58/6.8	58/9.1	15/3.0	32/4.1	10/1.4	31/3.9	21/6.1	24/5.9
無名溪小瀑布以下	1	6	18	9	24	18	1	7	0	1	37	5	0	2	0	0	1/0.1	7/1.1	55/11.1	14/1.8	24/3.3	20/2.5	1/0.3	7/1.7
無名溪小瀑布 一號壩	0	?	?	?	?	2	?	?	0	?	?	?	?	0	?	?	0/0	?	?	?	?	2/0.3	?	?
無名溪一號壩 匯流點	4	?	?	?	?	?	?	?	13	?	?	?	?	?	?	?	17/2.0	?	?	?	?	?	?	?
七家灣溪四號壩~五號壩	50	24	14	50	19	80	37	41	30	8	5	6	86	52	17	1	80/9.3	32/5.0	19/3.8	56/7.2	105/14.4	132/16.6	54/15.6	42/10.3
七家灣溪五號壩~六號壩	11	12	6	31	26	44	32	18	14	4	7	10	51	21	12	3	25/2.9	16/2.5	13/2.7	41/5.2	77/10.6	65/8.2	44/12.7	21/5.1
七家灣溪六號壩以上	5	0	0	?	?	?	?	?	0	0	0	?	?	?	?	?	5/0.6	0/0	?	?	?	?	?	?
高山溪一號壩~匯流點	18	80	16	64	34	57	1	?	1	4	15	13	5	11	2	?	19/2.2	84/13.2	31/6.3	77/9.8	39/5.4	68/8.5	3/0.8	?
高山溪一號壩~二號壩	36	28	17	53	27	3	5	?	6	0	44	42	1	0	0	?	42/4.9	28/4.4	61/12.3	95/12.1	28/3.8	3/0.4	5/1.4	?
高山溪二號壩~三號壩	5	2	1	0	1	0	0	10	0	1	1	0	0	0	3	0	5/0.6	3/0.5	2/0.5	0/0.0	1/0.1	0/0.0	3/0.8	10/2.5
高山溪三號壩以上	1	3	1	16	16	46	12	36	0	0	0	1	64	32	16	11	1/0.1	3/0.5	1/0.3	17/2.2	80/11.0	78/9.8	28/8.1	47/11.5
司界蘭溪中上游	0	?	?	?	?	?	?	?	0	?	?	?	?	?	?	?	0/0	?	?	?	?	?	?	?
總計	628	516	295	650	389	603	257	352	229	121	191	132	339	193	89	56	857/100	637/100	494/100	782/100	728/100	796/100	346/100	408/100

表四：櫻花鉤吻鮭歷年（1998年迄今）二齡成魚、一齡至二齡成魚與幼魚在各河段族群比例表。河段範圍未包含桃山北溪（無名溪）小瀑布以上與迎賓橋以下的河段，故合計欄有些年份總和未達 100%。

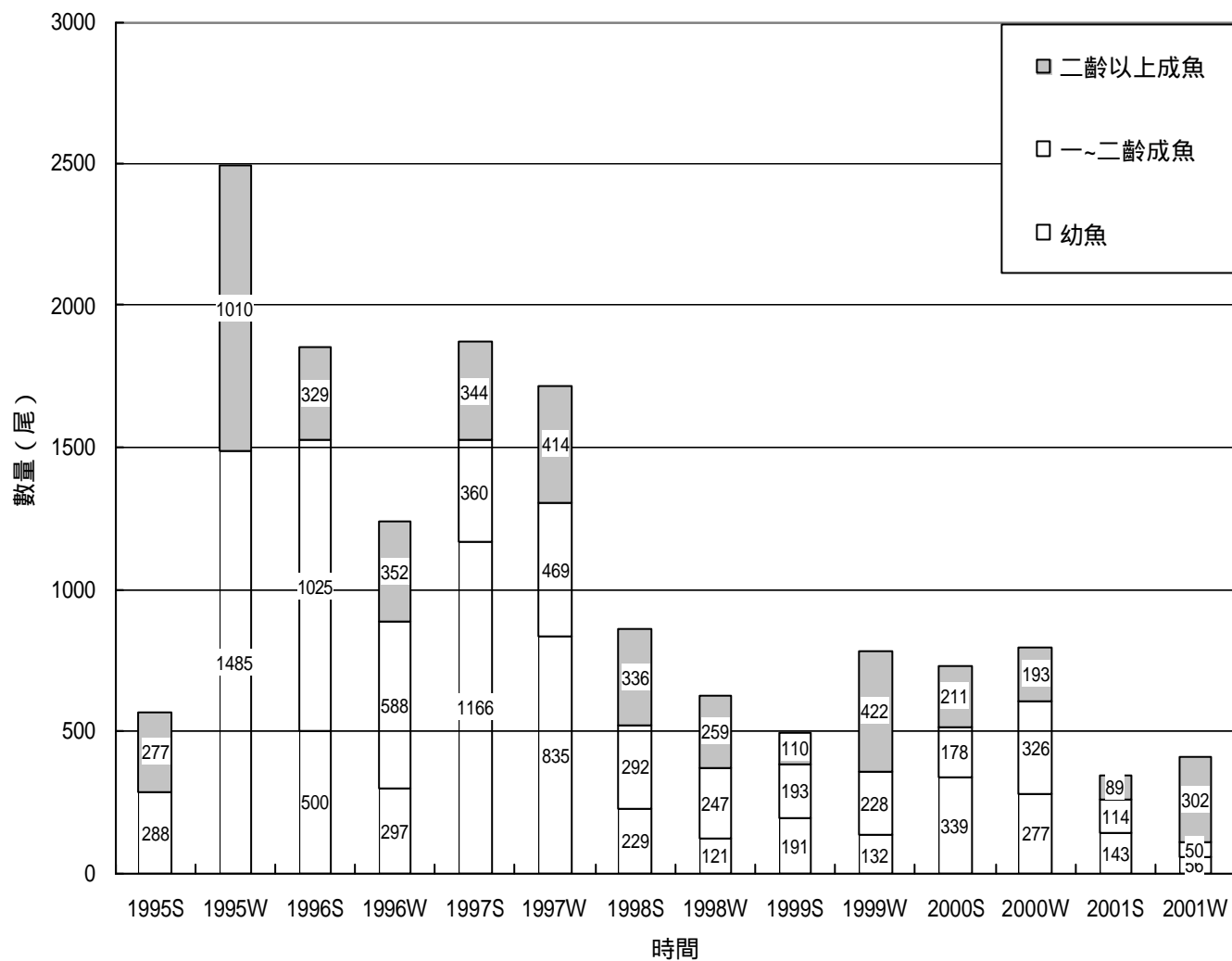
分類時間 河段	各河段二齡以上成魚比例 (%)								各河段一齡成魚比例 (%)								各河段幼魚比例 (%)							
	98'S	98'W	99'S	99'W	00'S	00'W	01'S	01'W	98'S	98'W	99'S	99'W	00'S	00'W	01'S	01'W	98'S	98'W	99'S	99'W	00'S	00'W	01'S	01'W
迎賓橋~高匯點	2.7	3.7	3.6	0.7	0.0	0.0	?	0.3	0.3	6.5	2.6	0.4	2.3	0.9	?	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.6	0.0	?	0.0
匯流點~一號壩	11.0	13.0	23.6	6.2	17.4	11.9	4.2	11.0	5.8	12.1	6.7	3.9	0.6	4.9	2.6	2.0	3.5	4.1	1.0	0.0	4.4	2.1	5.6	1.8
高一號壩~匯流點	3.6	16.7	4.5	7.8	8.0	11.9	0.0	?	2.1	14.2	5.7	13.6	9.7	7.4	0.9	?	0.4	3.3	7.9	9.8	1.5	5.7	2.2	?
一號壩以下小計	17.3	33.5	31.8	14.7	25.4	23.8	4.2	11.3	8.2	32.8	15.0	18.0	12.5	13.2	3.5	2.0	3.9	8.3	8.9	9.8	6.5	7.8	7.9	1.8
一號壩~觀魚台	3.9	6.3	7.3	0.7	6.6	6.1	4.9	3.6	4.1	2.0	5.2	8.3	2.3	3.1	4.4	8.0	3.5	1.7	1.0	6.8	3.2	1.0	0.0	3.6
觀魚台~二號壩	21.7	14.1	16.4	22.7	21.1	12.6	22.4	30.5	9.2	9.7	11.9	7.9	9.1	9.8	45.6	24.0	9.6	17.4	4.7	6.1	12.7	7.8	30.3	62.5
一至二號壩小計	25.6	20.4	23.6	23.5	27.7	18.8	27.3	34.1	13.4	11.7	17.1	16.2	11.4	12.9	50.0	32.0	13.1	19.0	5.8	12.9	15.9	8.8	30.3	66.1
二號壩~三號壩	41.4	18.6	28.2	33.2	19.2	26.4	16.1	16.9	42.8	28.3	35.8	27.6	29.5	16.0	5.3	2.0	26.6	25.6	31.9	14.4	4.1	16.1	2.2	3.6
湧泉池及湧泉支流	0.3	5.9	0.9	2.8	2.8	3.2	2.1	3.6	5.5	2.0	5.2	6.1	9.7	16.9	4.4	0.0	15.3	24.8	2.6	7.6	12.4	5.2	2.2	0.0
二至三號壩小計	41.7	24.5	29.1	36.0	22.1	29.6	18.2	20.5	48.3	30.4	40.9	33.8	39.2	32.8	9.6	2.0	41.9	50.4	34.6	22.0	16.5	21.2	4.5	3.6
三號壩~四號壩	4.2	11.9	4.5	2.1	2.3	1.4	14.7	6.6	4.5	5.3	3.6	6.1	0.0	4.3	5.3	6.0	13.5	10.7	1.6	6.8	1.5	6.7	3.4	1.8
無名溪小瀑布以下	0.0	0.4	0.0	0.2	0.9	2.2	0.7	2.3	0.3	2.0	9.3	3.5	12.5	3.7	0.0	0.0	0.0	0.8	19.4	3.8	0.0	1.0	0.0	0.0
三至四號壩小計	4.2	12.3	4.5	2.4	3.3	3.6	15.4	8.9	4.8	7.3	13.0	9.6	12.5	8.0	5.3	6.0	13.5	11.6	20.9	10.6	1.5	7.8	3.4	1.8
四號壩~五號壩	2.1	3.3	1.8	8.8	2.8	10.1	16.1	13.6	14.7	6.1	6.2	5.7	7.4	16.0	12.3	0.0	13.1	6.6	2.6	4.5	25.4	26.9	19.1	1.8
五號壩~六號壩	2.4	3.3	3.6	5.9	6.1	7.2	11.9	2.0	1.0	1.2	1.0	2.6	7.4	7.4	13.2	24.0	6.1	3.3	3.7	7.6	15.0	10.9	13.5	5.4
六號壩以上	1.2	0.0	0.0	?	?	?	?	?	0.3	0.0	0.0	?	?	?	?	?	0.0	0.0	0.0	?	?	?	?	?
四至六號壩小計	5.7	6.7	5.5	14.7	8.9	17.3	28.0	15.6	16.1	7.3	7.3	8.3	14.8	23.3	25.4	24.0	19.2	9.9	6.3	12.1	40.4	37.8	32.6	7.1
高一號壩~二號壩	4.2	1.5	4.5	5.9	10.3	0.4	1.4	?	7.5	9.7	6.2	12.3	2.8	0.6	2.6	?	2.6	0.0	23.0	31.8	0.3	0.0	0.0	?
高二號壩~三號壩	1.2	0.4	0.9	0.0	0.5	0.0	0.0	2.0	0.3	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	0.0	0.8	0.5	0.0	0.0	0.0	3.4	0.0
高三號壩以上	0.3	0.7	0.0	2.8	1.9	6.1	5.6	7.6	0.0	0.4	0.5	1.8	6.8	8.9	3.5	26.0	0.0	0.0	0.0	0.8	18.9	16.6	18.0	19.6
高一號壩以上小計	5.7	2.6	5.5	8.8	12.7	6.5	7.0	9.6	7.9	10.5	6.7	14.0	9.7	9.5	6.1	34.0	2.6	0.8	23.6	32.6	19.2	16.6	21.3	19.6
司界蘭溪中上游	0.0	?	?	?	?	?	?	?	0.0	?	?	?	?	?	?	?	0.0	?	?	?	?	?	?	?
合計	100	100	100	100	100	100	100	100	99	100	100	100	100	100	100	100	94	100	100	100	100	100	100	100



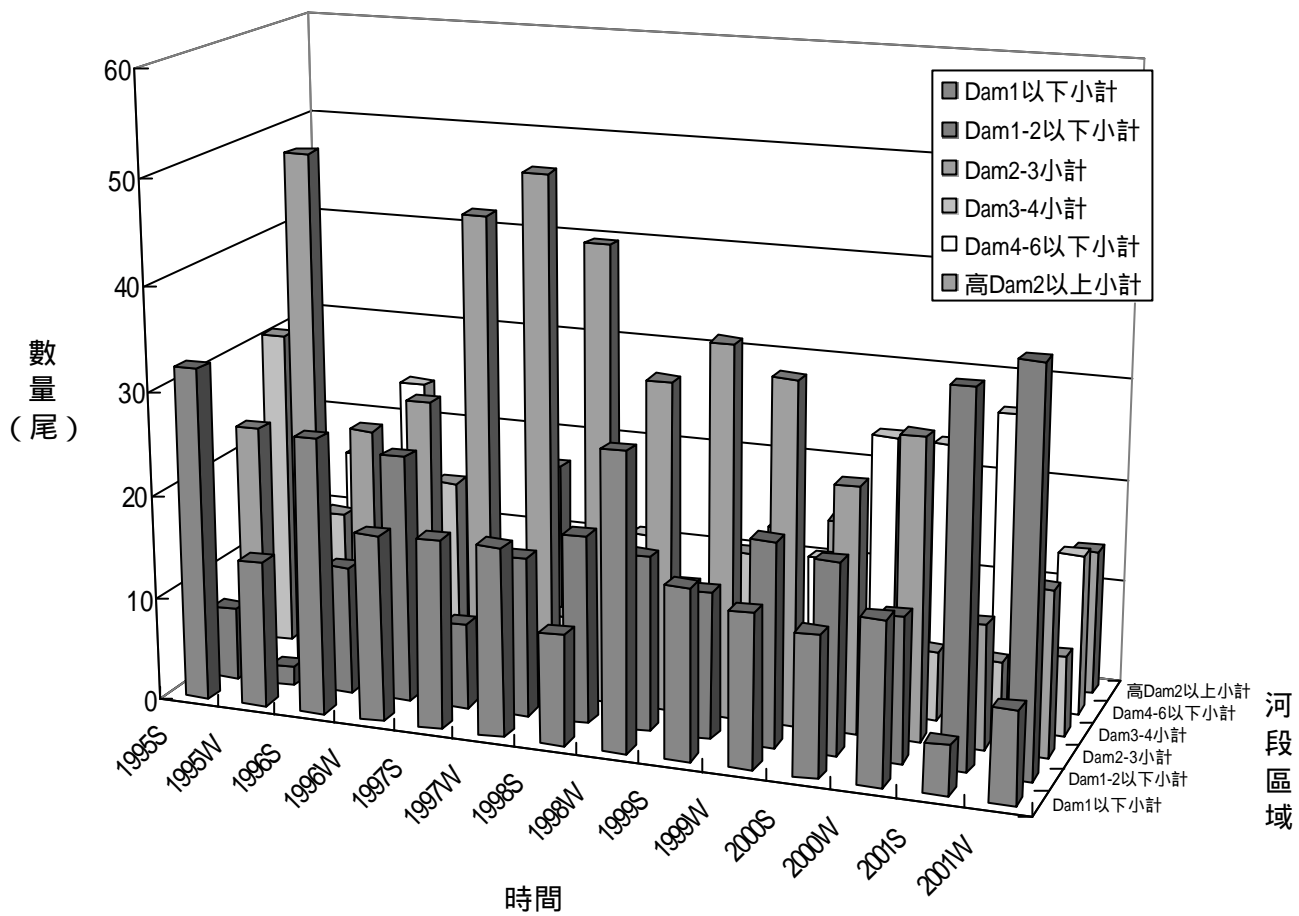
圖一、賀伯颱風與象神颱風前後七家灣溪櫻花鉤吻鮭各齡族群數量變動比較圖。



圖二：櫻花鉤吻鮭族群數量年度變化圖。其中 1993 年以前的資料取自 Eric (1995)，其統計河段為七家灣溪一號壩至三號壩間河段，唯當時的七家灣溪上游與高山溪河段，並沒有櫻花鉤吻鮭族群的存在。1994 年以後的數目為本研究持續調查所得實際族群數目。

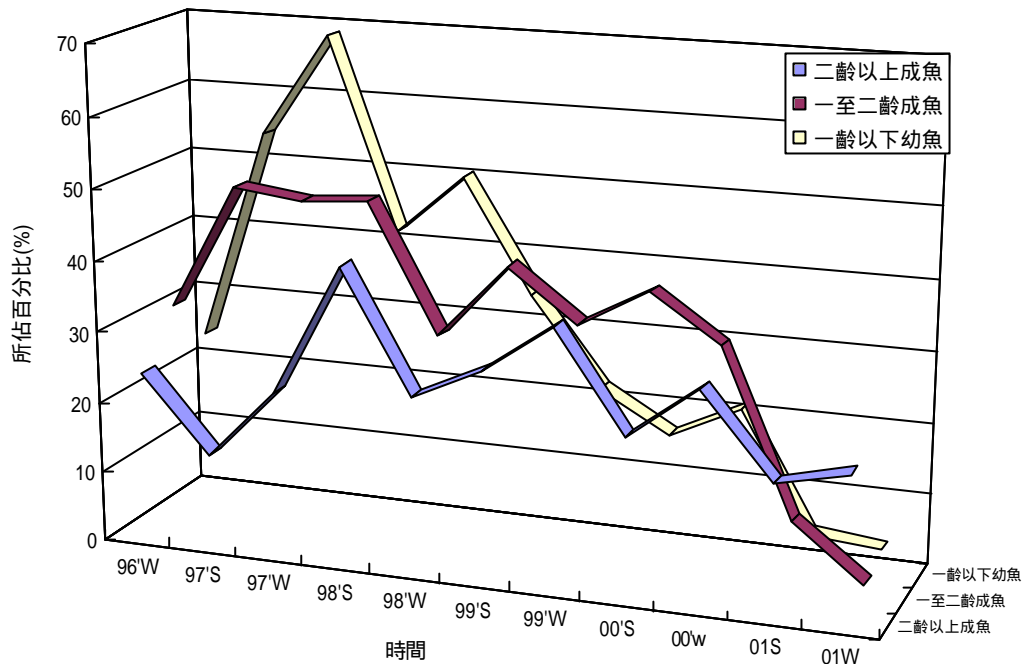


圖三：七家灣溪櫻花鉤吻鮭族群自 1995 年以後的歷年族群結構變化圖。可以看出整個族群結構在 2000 年時有將轉變為金字塔型，幼魚數目較成魚多的穩定族群結構，但在今年（2001 年）又因各齡族群數量銳減而轉變為成鮭較幼鮭數量多的倒金字塔型。

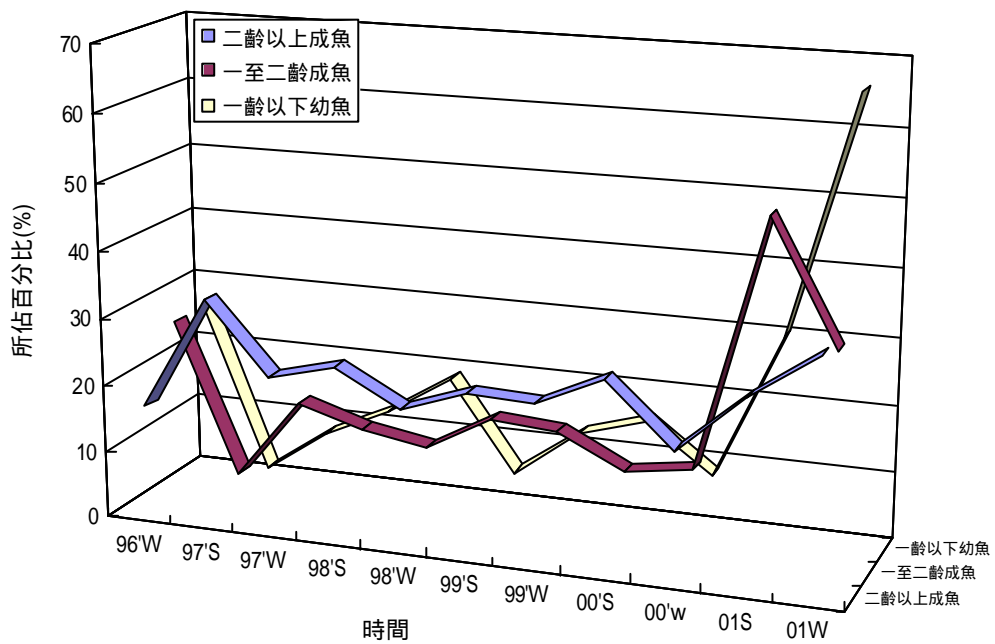


圖四：七家灣溪櫻花鉤吻鮭歷年族群空間在各主要河段分佈變化圖。圖中是由 1995 年以來，櫻花鉤吻鮭分佈範圍各主要河段的歷年變化。

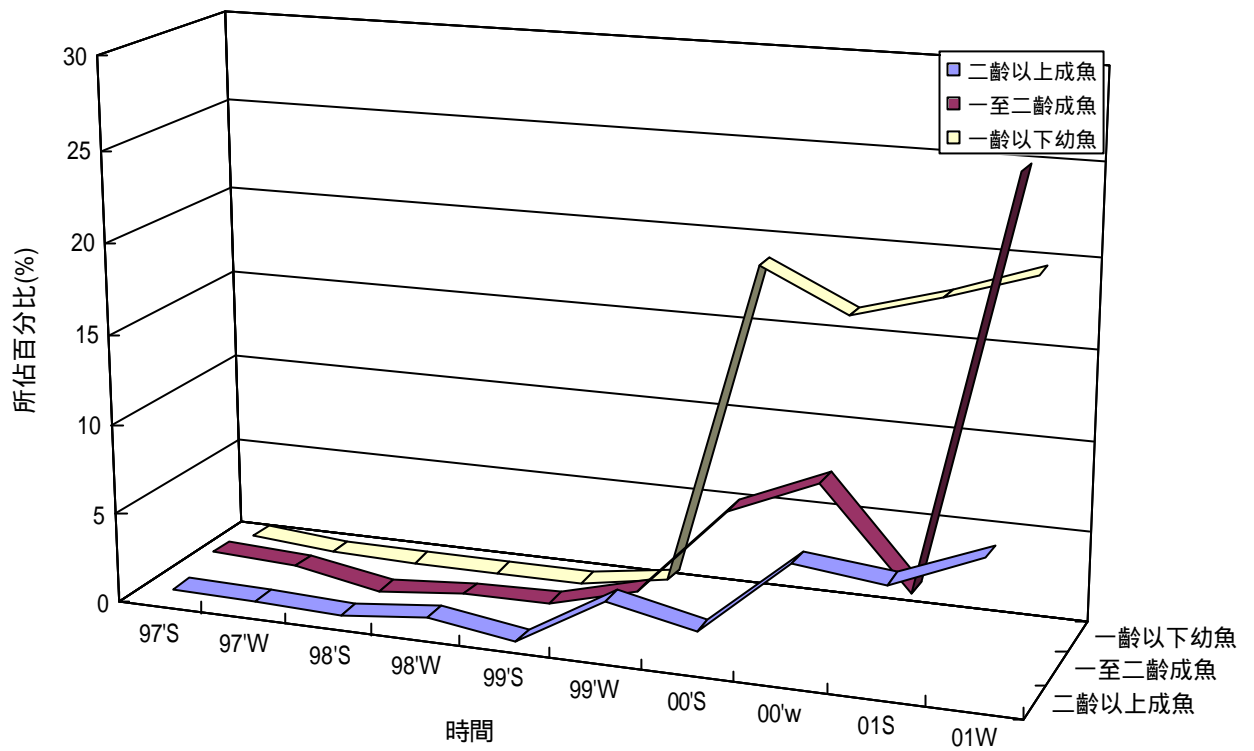
二至三號壩



一至二號壩



圖五：櫻花鉤吻鮭各齡族群自 1995 年以後在七家灣溪二至三號壩與一至二號壩間佔總族群比例變化圖。由圖中可見二至三號壩河段無論是成鮭、亞成鮭或幼鮭族群，其佔整個族群比例逐年降低；一至二號壩河段的鮭魚所佔總數量比例變動幅度不大，今年卻有大幅上升的情形。



圖六、櫻花鉤吻鮭各齡族群自 1995 年以後在七家灣溪二至三號壩與一至二號壩間佔總族群比例變化圖。由圖中可見 1999 年以前原本數量極少，在拆壩完後的各次調查，族群數量與比例都逐漸攀升，尤其是幼魚族群。