

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

092-301020500G-008

櫻花鉤吻鮭族群監測與生態調查 (六)

受委託者：中華民國自然與生態攝影學會

研究主持人：曾晴賢

研究助理：楊正雄

內政部營建署雪霸國家公園管理處委託研究報告

中華民國 92 年 12 月

9208

櫻花鉤吻鮭族群監測與生態調查（六）

研究主持人：曾晴賢

雪霸國家公園管理處

目 錄

表目錄.....	ii
圖目錄.....	iii
摘要.....	iv
Abstract.....	vi
壹、前言.....	1
貳、研究內容與方法.....	4
參、結果與討論.....	6
一、櫻花鉤吻鮭族群數量與分佈狀況.....	6
二、其他共域魚類的數量與分佈狀況.....	8
三、櫻花鉤吻鮭歷年族群變動討論.....	10
四、幼魚的成長與更新情形.....	13
五、司界蘭河流域勘查.....	16
六、微棲地分析.....	18
肆、結論與建議.....	22
伍、誌謝.....	26
陸、參考文獻.....	28

表目錄

表 一：2003 年夏季櫻花鉤吻鮭調查數量統計表。	31
表 二：2003 年秋季櫻花鉤吻鮭調查數量統計表。	32
表 三：2000 年迄今各齡櫻花鉤吻鮭在各河段的族群數量統計表。	33
表 四：2000 年迄今各齡櫻花鉤吻鮭在各河段族群比例統計表。	34
表 五：2003 年與櫻花鉤吻鮭共域之魚類數量統計表。	35
表 六：2002 年七家灣溪各河段櫻花鉤吻鮭幼魚族群存活比率比較表。	36

圖目錄

圖 一：七家灣溪與高山溪流域位置圖。	37
圖 二：櫻花鉤吻鮭族群數量年度變化圖。	38
圖 三：七家灣溪歷年櫻花鉤吻鮭族群結構變化圖。	39
圖 四：七家灣溪各主要河段櫻花鉤吻鮭族群分佈比例變化圖。	40
圖 五：七家灣溪一至二號壩與二至三號壩河段各齡鮭魚族群比例變化圖。	41
圖 六：高山溪三號壩以上河段各齡鮭魚族群比例變化圖。	42
圖 七：2003 年夏季七家灣溪各河段櫻花鉤吻鮭幼魚數量與繁殖季水溫及產卵 場數目比較圖。	43
圖 八：高山溪各齡櫻花鉤吻鮭棲地流速分佈比較圖。	44
圖 九：高山溪各齡櫻花鉤吻鮭棲地深度分佈比較圖。	45
圖 十：高山溪各齡櫻花鉤吻鮭棲地河床底質分佈比較圖。	46
圖 十一：高山溪各齡櫻花鉤吻鮭棲地遮蔽物類型分佈比較圖。	47
圖 十二：2002 年與 2003 年高山溪上游三齡以上鮭魚棲地流速與水深分佈比 較圖。	48

摘要

一、研究緣起

櫻花鉤吻鮭 (*Oncorhynchus masou formosanus*) 是「瀕臨絕種」保育類野生動物，也是台灣特有的冰河子遺生物。但因為颱風洪水、農業開發、攔砂壩阻隔等諸多因素衝擊，使得生存棲地環境變化很大，並且造成嚴重威脅其生存。雪霸國家公園管理處因此自 1994 年開始進行櫻花鉤吻鮭族群現況的普查工作，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。以建立基礎資料並據以擬定復育計畫。

二、研究方法及過程

本研究於 2003 年五至六月間與十月底進行兩次七家灣溪櫻花鉤吻鮭的全面族群數量普查，以瞭解 2002 年繁殖季節後新生幼魚加入族群與 2003 年繁殖季前鮭魚數量與分佈狀況，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。十月時並且前往司界蘭溪進行勘查，以確認該流域是否仍有櫻花鉤吻鮭的分佈。

棲地測量工作以高山溪上游的三至四號破壩河段為主，在族群調查工作進行同時，也進行鮭魚出現環境的微棲地 (Microhabitat) 測量工作。包含流速 (Velocity)、水深 (Depth)、河床底質 (Substrate) 與河岸遮蔽物 (Cover) 描述等四個項目進行分析。

三、研究結果

分述如下：

1、2003 年秋季調查總數共為 3,042 尾，其中一齡幼魚有 779 尾，二齡中型成魚有 1,617 尾，三齡大型成魚則有 646 尾，較夏季調查的 3,180 尾減少。與 2002 年秋季調查相較也有減少，族群結構則形成二齡中型成魚最多，幼魚與大型成魚較少的桶型結構。去年大幅增加的幼魚有近五成比例順利存活長成為二齡中型成魚，各河段的數量仍然不少，但以三號壩以上河段最多。三齡大型成魚集中在七家灣溪中游的一至二號壩河段，一齡幼魚則以高山溪與三號壩上河段的數量較多。

2、高山溪鮭魚族群無論是成、幼魚數量皆明顯集中在上游河段，不過本次調查亦發現族群有往中下游河段擴展的情形，各河段族群數量都較以往提升。未來除了持續監測其族群與棲地變動情形外，還必須杜絕頻繁的人為活動或施工對此河段棲地及鮭魚族群的嚴重干擾。

3、針對高山溪上游河段族群所做微棲地 (Microhabitat) 分析結果顯示，一齡幼魚偏好於粒徑 6-30cm 的小、中卵石底質，水深較淺，但流速不特別偏好的棲地環境中。中、大型成魚則偏好緩流速 (<20cm/s) 的棲地環境，且由於施工影響，而只能分佈在水深較淺的棲地，但由於調查記錄數量少，仍需要進一步調查才可看出趨勢。

4、司界蘭溪的調查工作證實確有數量穩定的櫻花鉤吻鮭族群分佈。

四、建議事項

分述如下：

1、桃山北溪存在數量穩定的鮭魚族群，不過由於河段為攔砂壩與小瀑布切割阻隔，加以遭逢旱季時下游的流量不穩定，造成部分河段的族群岌岌可危。未來如果決定在此進行取水，則應該同時改善攔砂壩的問題，並進行長期族群監測工作，以保護下游族群的穩定。上游河段則需加強巡邏與宣導工作，以利保護。

2、七家灣溪一至三號壩河段之間唯一阻隔的矮壩（舊二號壩副壩）應該盡快利用低衝擊方式進行改善，以利鮭魚上溯，並消弭壩體上下兩河段間既有族群數量與比例的差異，也有助於整個鮭魚族群的穩定。

3、司界蘭溪流域未來的保護與族群調查工作也許可以考慮與環山當地原住民保育團體進行合作。

4、近年來人工繁殖的鮭魚，除保留部分數量進行種魚養殖及以往因數量限制而無法進行的研究外，也可以再將一部份鮭魚申請進行其他如南湖溪等流域的放流工作，這樣除了有助於種源庫工作的推展之外，也同時進行一部份「野地保存」工作，在多重保障下減少鮭魚滅絕機率。

關鍵詞：櫻花鉤吻鮭、七家灣溪、族群數量、生態調查、微棲地環境

Abstract

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

Taiwan masu salmon (*Oncorhynchus masou formosanus*) is one of an endangered species of conserved wildlife. It is also a Taiwanese endemic wildlife since the glacial epoch. However, owing to the impact of Typhoons, floods, agriculture development, dams, etc. on the environmental habitats, the survival of wildlife has been seriously threatened. The Shei-Pa National Park has engaged the investigation projects on the population circumstances of Taiwan masu salmon since 1994. Those projects have aimed to understand and to control the current statuses of the population, age structure and distribution areas. On the basis of those data, the Shei-Pa National Park may make proposals of projects for restoration of Taiwan masu salmon.

In the period of May to June and in October of 2003, twice overall population investigations for Taiwan masu salmon in the Chichiawan creek have been conducted. This study is to understand the population and the distribution of salmon after the juveniles of the 2002 breeding season attending to the group and before the 2003 breeding season, and to compare the variations of the population and the population structure of the previous years, and further to make analyses. In October, an investigation in the Sikairan creek was also conducted to ascertain whether Taiwan masu salmon has distributed in this creek.

The measurement of the habitat has been focused on the area between the damaged dams No. 3 and No. 4 of the upper reach of the Kao-shan creek. When investigating the population, the microhabitat of the salmon has also been measured including the velocity and the depth of water. The analyses have been made on the basis of the materials of the velocity, the depth of water, the substrate and the covers of the banks.

The major findings are as follows:

1. In the autumn of 2003, the population of the masu salmon is 3042, in which the amount of the one-aged juvenile is 779, the two-aged adult 1,617, and the three-aged adult 646. In comparison with the population 3,180 investigated in this summer, the amount has been decreased. In comparison with the population of the autumn, 2002, the amount has also been decreased. In the structure of the population, the two-aged adults occupy the most, and the juveniles and the large sized adults the less. Almost a half of the juveniles has smoothly grown up to the two-aged adults this year. A lot of two-aged adults are found in the stream, especially in the reaches upper the No. 3 dam. The three-aged large size adults gather in the reach between No. 1 and No. 2 dams located at the middle reach of the Chichiawan creek. The most one-year juveniles are found in the Kao-shan creek and the reaches upper the No.3 dam.

2. In the Kao-shan creek, either the adults or the juveniles have obviously gathered in the upper reaches. However, in this investigation, it is found that the

population has expanded to the middle and the lower reaches where the population has increased more than the previous years. In the future, in addition to constantly monitoring the variation of the population and the habitats, frequent human activities, constructions in the reaches and any interference to the masu salmon must be avoided.

3.The analyses of microhabitat in the upper reach of the Kao-shan creek reveal that the one-year juveniles prefer to live in the habitat, which has small and middle stones with 6-30 cm in diameter and shallow water. In whatever hydraulic speed, they can be found. As to the middle and large size adults, they prefer to live in the habitat with the slow hydraulic speed. Owing to the influence by construction, they distribute only in the swallow habitat. However, due to the limited amount in the investigation records, a tendency will show in further investigations.

4.For the research in the Sikairan creek, the investigation confirms that the existing population of masu salmon is stable.

And some suggestions are as follows:

1.A stable population of masu salmon does exist in the Tao-shan north creek. Owing that the reaches cut off by dams and small water falls, and that in dry seasons, the fluids are not stable in the lower reach, the population in some reaches becomes critical. In case that it is decided to take water here, dams should be amended simultaneously. Long-term monitor for the population should also be conducted to protect the stable population in the lower reach. In the upper reach, intensive cruise and propagation of protection should be taken.

2.The only separation from the No. 1 to No. 3 dams is the low dam (the sub-dam of the old No. 2 dam). It should be amended with some methods having minor impacts so that the masu salmon may easily go upstream. The difference of the population between the upper and lower reaches separated by the dams will be eliminated accordingly. It is also beneficial to the whole population of the masu salmon.

3.The protection and investigation of the population in the drainage area of the Sikairan creek should be considered to cooperate with local aboriginal conservation groups.

4.The masu salmons bred recently by human, in addition to being cultured as a strain and for research, can partially be freely flowed in some creeks such as the Nan-hu creek. It will be deemed as a reposition in the wild and also beneficial to the race bank. Under the multiple protections, the masu salmons may be survived from the possible extinction.

Keyword: Formosan landlocked salmon, *Oncorhynchus masu formosanus*, population censuses, population ecology, microhabitat

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（1984）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流域，並且在民國八十八年（1999）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它的棲息地。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（1984）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（1991）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(1994)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、2000、2001、2002),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;林等,1990;林等,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1994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1995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。由於七家灣溪流域長期進行水質監測與分析(陳,1996、1997、1998、1999、2000),因此本研究只就最有可能影響鮭魚族群的水溫條件著手分析研究,自1996年起開始就加上水溫長期監測與分析的工作,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。

由於 2001 年繁殖季節的低水溫與少洪水等環境因素使得去（2002）年幼魚數量大幅提高，也使得鮭魚總數創下族群調查工作以來的最高數量。這些大量增加的幼魚並且都是自然更新而非人工放流的族群，也分散在各個主、支流河段中，並未如以往只集中在某一河段。因此監測這些幼魚逐漸長成的過程中的存活比例，或許可以獲得族群變動的最大因素，尤其是在大型鮭魚時期且性成熟之際，也將隨著體型而改變棲地偏好，變成以深潭為主要的棲息環境。而現在中型成魚數量較多的上游河段卻少有深潭棲地，這些鮭魚族群將如何進行調適或競爭遷徙，也將是個十分有趣且值得深究的問題。

貳、研究內容與方法

本年度計畫延續以往的族群調查研究，於今年（2003 年）五至六月間的夏季進行鮭魚族群調查工作，調查範圍如圖一所示，包含迎賓橋（有勝溪匯流點）以上至桃山西溪六號壩的整個七家灣溪流域，其中並包含桃山北溪（舊名無名溪）、高山溪（舊名雪山溪或武陵溪）與湧泉等支流。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型態，希望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，由於櫻花鉤吻鮭每年只進行一次繁殖活動，因此各齡魚間的體型差異明顯，因此本研究依其體長大小來辨別鮭魚的年齡，年齡是依鮭魚經歷繁殖期的次數作為依據，如一齡幼魚指經歷過一次繁殖期的鮭魚，全長約為 5~8cm；二齡中型成魚指經歷過兩次繁殖期的鮭魚，全長 8~20cm 之間；及全長 25cm 以上的三齡大型成魚，指經歷過三次以上繁殖期的鮭魚，三齡以上大魚亦是參與繁殖的成魚。族群調查中標定各齡魚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、數量分佈分析。調查結果均直接標示於河段圖面上，並比較歷年魚群數量、結構及分佈的變化。

棲地測量工作以高山溪流域上游的三至四號破壩河段為主，在族群調查工作時，也同時進行鮭魚出現環境的微棲地（Microhabitat）測量工作。包含流速（Velocity）、水深（Depth）、河床底質（Substrate）與河岸遮蔽物（Cover）描述等四個項目進行分析。其中底質依據粒徑大小與性質，以目視或觸摸共分成九類，分別是（1）混凝土；（2）岩盤；（3）大石（粒徑 > 50cm）；（4）中石（粒徑 30~50cm）；（5）中卵石（粒徑 13~30cm）；（6）小卵石（粒徑 6~13cm）；（7）碎石（粒徑 < 6cm）；（8）砂粒；（9）淤泥。遮蔽物則依據 Thomas（1993）的建議，加上樹蔭罩蓋的考量，直接以目視法進行分類，共分成五大類，分別是（1）無遮蔽；（2）流速遮蔽（Velocity shelter），指大石頭或木頭後方，因阻擋造成的緩流區域；（3）視覺遮蔽（Visual isolation），指岸邊芒草或水花

造成無法由上方直接看到的情形；（4）流速與視覺遮蔽（Combined）；（5）樹木遮蔽（Tree cover），指上方有樹木形成樹蔭遮蓋的環境。流速遮蔽主要是著眼於節省能量的觀點，而視覺遮蔽的利用則與躲避天敵有關，至於樹木遮蔽則與水溫有較密切的關係。期望透過這樣的分析，瞭解各類型棲地分佈與各齡鮭魚利用的情形。

本次調查並且一併進行其他共域魚種（Wang, 1989），包含台灣鏟頰魚（*Varicorhinus barbatulus*）、台灣纓口鰍（*Crossostoma lacustre*）與明潭吻蝦虎魚（*Rhinogobius candidianus*）的數量與分佈狀況。由於其他魚類與鮭魚的生長速率不同，以及生殖特性不同，特別是數量最多的台灣鏟頰魚，生殖季節長，體型與體長都呈現連續變化，雄、雌魚性成熟的體型明顯不同，且數量眾多，並不如櫻花鉤吻鮭般容易判定。為了調查與記錄的方便，我們並不針對不同體型族群的數量與分佈狀況分別記錄，文中亦未針對台灣鏟頰魚等其他魚類不同齡魚數量分別進行討論。

參、結果與討論

一、櫻花鉤吻鮭族群數量與分佈狀況

今(2003)年夏、秋兩季普查結果分別如表一與表二，夏季普查時整個七家灣溪流域總計發現有 3,180 尾櫻花鉤吻鮭，其中一齡幼魚有 677 尾，二齡中型成魚有 1,986 尾，三齡大型成魚則有 517 尾。各齡族群除一齡幼魚外，中型與大型成魚的族群數量較去(2002)年秋季調查結果增加。秋季調查則有 3,042 尾櫻花鉤吻鮭，其中一齡幼魚有 779 尾，二齡中型成魚有 1,617 尾，三齡大型成魚則有 646 尾。與夏季調查結果比較，三齡大型與一齡幼魚小幅增加，二齡中型成魚則減少。夏、秋兩季調查的數量差異主要是因為夏季時的水量較大，魚類活動力也強，調查較為困難，難免有所低估。此外，整個野外調查工作由於動員許多人力在短時間內同時進行，調查人員本身也是無法避免的誤差來源。因此秋季調查的結果通常較夏季來的更為準確，特別是對敏感的三齡以上的大型成魚與一齡幼魚來說更是如此。

今(2003)年夏、秋兩次族群調查結果，櫻花鉤吻鮭的分佈範圍如圖一。雖然以往調查發現，可能會有少數個體因大雨被沖移到更下游河段，但櫻花鉤吻鮭族群主要族群分佈的起點仍為有勝溪匯流點，亦即迎賓橋開始，往上游可達桃山西溪六號壩下，往桃山北溪(無名溪)則可超過桃山(煙聲)瀑布溪與詩崙溪匯流點，到達以上約一百公尺一個落差小瀑布止。高山溪流域則可達四號破壩以上約五百公尺的一個小瀑布止。

以櫻花鉤吻鮭在七家灣溪的空間分佈狀況而言，夏季調查則以七家灣溪一至二號壩河段的族群數量最多，共記錄到 757 尾(佔整個族群的 23.8%)，其次則為三至四號壩(含桃山北溪共計 565 尾，佔 17.8%)與二至三號壩(包含舊二號壩至二號破壩及湧泉支流共計 492 尾，佔 15.5%)。數量最少的河段依舊為一號壩以下河段，但其數量亦有 175 尾，佔所有族群的 5.5%。高山溪匯流點以上的整個高山溪河段，則共計有 465 尾，佔整個族群的 14.1%。

最近一次的秋季調查以二至三號壩(含舊二號壩至二號破壩及湧泉支流)河段的族群數量最多，共記錄到 590 尾(佔整個族群的 19.4%)，其次則為五至六號壩河段的 582 尾(佔 19.1%)與三至四號壩(含桃山北溪全段共計 570 尾，佔 18.8%)。去(2002)與今(2003)年連續三季調查數量都最多的一至二號壩河

段，此次秋季族群數量則減少至第四順位，記錄到 567 尾（佔 17.7%）。若不考慮高山溪河段，則數量最少的河段為一號壩以下河段，有 81 尾，佔所有族群的 2.8%。高山溪匯流點以上的整個高山溪河段，則有 412 尾，佔整個族群的 13.6%。

若比較各齡族群的數量與分佈狀況（表三與表四，其中表三為族群數量，表四為族群比例），夏季調查中三齡以上的大型成魚主要集中在一至二號壩河段，共計 195 尾，佔所有三齡魚的 37.7%，其次是一號壩以下的 118 尾，佔 22.8%，以及二至三號壩的 96 尾，佔 18.6%。高山溪全段則記錄到 55 尾，佔所有族群的 10.7%，但主要集中在三號破壩以上的上游河段。七家灣溪三號壩以上河段的大型成魚數量則不多，呈現零星分佈，只有三至四號壩河段的數量較多，共計有 43 尾，佔 8.3%，顯示整個大型成魚的分佈以七家灣溪的下游河段為主。

秋季調查中三齡以上的大型成魚主要集中在一至二號壩河段，共計 250 尾，佔所有三齡魚的 38.7%，其次是二至三號壩的 148 尾，佔 22.9%，以及三至四號壩的 90 尾，佔 13.9%。其他河段則都在 10% 以下。與夏季調查時三齡成魚明顯集中於二號壩以下河段的情況稍有不同，雖然一至二號壩的大型成魚數量依然最多，但一號壩以下河段的成魚族群數量與比例變少，二至三號壩河段族群則微幅增加。

夏季調查的二齡中型成魚在分佈上同樣以一至二號壩河段數量最多，共計有 480 尾，佔所有中型成魚的 24.2%。其次為三至四號壩的 372 尾（佔 18.7%）、五至六號壩的 355 尾（佔 17.9%）、二至三號壩的 290 尾（佔 14.6%）與四至五號壩的 248 尾（佔 12.5%）。其分佈狀況仍以較上游的三號壩以上河段為優勢。高山溪全段則有 195 尾，佔所有族群的 9.8%，但主要集中在三號破壩以上的上游河段。七家灣溪一號壩以下河段的數量則最少，僅有 46 尾，佔 2.3%。

秋季調查的二齡中型鮭魚則以五至六號壩的 374 尾最多，佔所有族群的 23.1%，其次是三至四號壩與二至三號壩，同樣都記錄到 338 尾，佔 20.9%，再其次是一至二號壩的 208 尾（佔 12.9%）與四至五號壩的 189 尾（佔 11.7%）。高山溪全段則有 153 尾，佔所有族群的 9.5%。一號壩以下河段的數量最少，僅 17 尾，佔 1%。與夏季調查相較，一至二號壩河段的族群數量顯著減少，造成族群比例大幅下滑。

夏季調查的一齡幼魚的分佈則以高山溪全段的 215 尾最多，佔所有幼魚族群

的 31.8%，尤其高山溪三號破壩以上的河段記錄到 157 尾，佔所有幼魚的 23.2%。七家灣溪則以三至四號壩的 150 尾數量最多，佔所有幼魚的 22.2%，其次是二至三號壩的 106 尾（佔 15.7%），四至五號壩與一至二號壩則同樣記錄到 82 尾幼魚，同樣佔有整個族群的 12.1%。一號壩以下河段的幼魚數量最少，只記錄到 11 尾，佔族群的 1.6%，高山溪匯流點至迎賓橋更只發現到 1 尾幼魚。

秋季調查的一齡幼魚分佈與夏季結果相同，仍以高山溪全段的 198 尾最多，佔所有族群的 25.4%，但分佈較夏季調查顯得分散，除了三號破壩以上仍然最高，記錄到 103 尾，佔有 13.2%外，二至三號破壩的族群數量也提高至 65 尾（佔 8.3%）。七家灣溪則以五至六號壩的 152 尾數量最多，佔 19.5%。其次是三至四號壩的 142 尾（佔 18.2%）與二至三號壩的 104 尾（佔 13.4%），一號壩以下的數量最少，記錄到 32 尾，佔 4.1%。

無論是七家灣溪或高山溪支流，幼魚的分佈明顯都以上游河段為主。需要特別注意的是，桃山北溪自匯流點以上，雖然有小瀑布與攔砂壩的區隔而分隔成三個河段，且以往調查的數量都只有零星分佈，但今（2003）年夏、秋兩季的調查都發現數量不少的族群，尤其是眾多的一齡幼魚，秋季族群數量更記錄到 112 尾（佔所有幼魚族群的 14.4%），不但高於許多主要河段如三至四號壩主流河段的數量（30 尾），甚至也較高山溪三號壩上河段的數量（103 尾）還多得多。

此外，高山溪的鮭魚族群在今年的調查中也發現有往下游擴散的情形，無論是三齡以上的大型鮭魚或是一齡以下的幼魚，都有相當數量的族群分佈在高山溪二至三號破壩間河段。

二、其他共域魚類的數量與分佈狀況

今（2003）年夏、秋兩季在進行櫻花鉤吻鮭族群調查時，並且同時進行七家灣溪共域魚類的數量與分佈狀況調查，這些魚類包含台灣鏟頰魚（*Varicorhinus barbatulus*）、台灣纓口鰍（*Crossostoma lacustre*）與明潭吻蝦虎魚（*Rhinogobius candidianus*）等三種，其結果整理如表五。由於數量優勢加上河域寬廣，即使是以浮潛進行觀察，台灣鏟頰魚的數量仍然不易完整估計，因此表中的數量較適宜作為相對數量的比較。兩季調查結果顯示，秋季的台灣鏟頰魚數量明顯較夏季少，除了估計上的誤差之外，可能與上游水溫較低，不適台灣鏟頰魚分佈，因此大多數都下降至較溫暖的下游河段或躲藏洞穴之中所致。台灣鏟頰魚分佈的上限

在夏季只到觀魚台附近，秋季則可到二號壩上方，但該河段記錄到的 66 尾台灣鏟頰魚全數都集中在二號破壩副壩下的深潭。台灣鏟頰魚可以分佈至二至二號破壩河段主要是因為二號壩已經在去（2002）年颱風時崩壞，形成通路，因此得以自由上溯，不過仍然被湧泉池匯流點附近低矮的二號副壩（本報告以「二號破壩」稱呼）所隔絕。依據以往的調查經驗，台灣鏟頰魚原本即可分佈到二號壩的下方，只是數量通常不多，而且顯得零星分散，秋季時的數量則會較夏季少。

台灣鏟頰魚數量主要集中在下游的一號壩以下河段，特別是高山溪匯流點以下至迎賓橋河段的數量最多，遠超過所有族群數量的 2/3 以上。在高山溪則主要分佈在高山溪一號破壩以下的河段。調查人員曾在夏季調查時於七家灣溪下游的一號壩下觀察到台灣鏟頰魚追逐配對的行為。

原先以為台灣鏟頰魚在高山溪的分佈會因為拆壩形成的通路，而大量往上游擴散，不過這幾次的調查發現，雖然高山溪下游的台灣鏟頰魚族群已經進入一號破壩以上的河段，但數量一直不多，僅有零星分佈，且一直沒有進入到最上游的河段，這或許是因為高山溪的水溫過低或附著藻類不足，並不適台灣鏟頰魚生活繁殖所致。

除了台灣鏟頰魚之外，台灣纓口鰍與明潭吻蝦虎魚的數量並不多，都只有零星發現，這可能是因為浮潛方法不易發現底棲性魚類而有較低的估計所致，還有這兩種魚類不會像鮭魚和鏟頰魚般有群聚的行為的緣故。熱帶性魚類的吻蝦虎魚不耐低溫，夏季調查時在有勝溪匯流點還可以見到，但水溫較低的秋季則不見蹤影。具有攀附能力的台灣纓口鰍分佈範圍可以越過攔砂壩，達到一號壩以上河段。

這些與櫻花鉤吻鮭同時分佈在七家灣溪流域的魚類，其中台灣纓口鰍與明潭吻蝦虎魚因為數量十分稀少，且不耐於低水溫環境，因此和櫻花鉤吻鮭的棲息環境幾乎完全隔離，彼此之間沒有互動。上溯能力極強的台灣鏟頰魚，和櫻花鉤吻鮭有最大的重疊區域，而且數量龐大，往往被視為櫻花鉤吻鮭的競爭者，甚至有可能影響鮭魚族群的消長，不過其嗜食附著性藻類的食性明顯與肉食為主的櫻花鉤吻鮭有所區隔，加以兩者在最適水溫環境與生殖棲地等需求亦有不同，研究人員在調查時，也從未見到兩者有太多的追逐或驅趕等互動行為。雖然沒有堅實的科學證據指出兩種魚類之間的相互影響程度，但由長期演化的觀點來看，咸信共域數十萬年之久的兩種魚類族群，其相互干擾應該不會比想像中來得大。

三、櫻花鉤吻鮭歷年族群變動討論

與歷年族群調查數量及族群結構相比較，如圖二與圖三，今（2003）年夏、秋兩次調查結果的族群數量都超過 3,000 尾，雖然不如去（2002）年調查的總數，但相較以往，數量仍然十分可觀。前（2001）年繁殖季時所產下的大量幼魚，在此次調查時仍有不少數量順利長成為二齡中型成魚，而去年秋季的繁殖狀況雖然不如前一年，但各河段仍可記錄到不少數量的幼魚，族群結構因此形成二齡中型成魚數量最多，一齡幼魚與三齡以上大型成魚數量差不多的桶型結構。

比較歷年的族群結構變化（圖三），大多數時間都偏離穩定的金字塔型結構，只有 1995 年、1997 年與 2002 年因為幼魚數量的大幅增加才得以建構出金字塔型結構。Hjort（1904）在進行大西洋鮭研究時曾經觀察到整個族群中有某一「齡級」（year-class）的數量，相較其他齡級，會持續保有數量上的優勢多年。這種情形與一般想像魚類族群的組成並不完全相同，其真正的原因雖然還並不清楚，不過許多學者都認為優勢齡級的生成在初期生活史時，如孵化與仔稚魚等的那一段時期就已決定（Chamber et al., 1997）。櫻花鉤吻鮭的族群結構似乎也有這樣的現象，但由於櫻花鉤吻鮭的壽命只有三至四年，而且分齡族群統計次數也少，加上氣候變遷影響頻仍，似乎不容易看出這樣的趨勢。不過這也指出另外一種可能性，櫻花鉤吻鮭或許為了適應台灣多颱風豪雨天災的氣候，而演化出不同的族群對應策略。

比較歷年各主要河段自 2000 年以來的族群比例變化（圖四），可以發現七家灣溪一號壩以下主流河段的族群比例一直不高，該河段近年來的族群比例也都是各河段中最低的。對照水溫資料也顯示該河段的水溫偏高，並不合適鮭魚的生存繁衍。尤其高山溪匯流點以下至迎賓橋河段，通常都只觀察到零星分佈的幼魚個體，而且極可能都是上游或高山溪因大雨沖移至此而非自然更新的族群。

高山溪河段的族群比例則自 2001 年夏季以來，呈現穩定的變化。其實整個高山溪族群自 1999 年陸續拆壩後，形成穩定通路後，族群數量即相當穩定成長，2001 年夏季的比例會有下降的趨勢，純然是因為七家灣溪各河段族群數量大幅增加造成的數據擠壓使然，並非其族群數量減少所致。

七家灣溪最上游的三號壩以上河段，雖然被攔砂壩區隔為數個封閉河段，河道距離短且亦不如下游河段來得寬廣，但鮭魚族群卻佔有相當比例。三至四號壩

的族群比例自 2000 年以來逐年升高，由原先未達 5% 攀高至近 20%，這一方面固然是幼魚數量的大幅增加，桃山北溪（無名溪）小瀑布以上發現數量穩定的鮭魚族群分佈也是主要原因。四號壩以上河段，其所佔族群比例雖然有變動增減的情況，但除了 2001 秋季外的數量最少，比例降至 15% 左右外，其他季節都在 20% 以上。

中游主要河段的一至二號壩與二至三號壩的族群比例則正好呈現一長一消的趨勢，一至二號壩間的族群比例自 2001 年夏季調查時大幅上揚後，即逐年降低。二至三號壩間的族群比例則同一時間的 2001 年夏季大幅下滑後，又呈現逐年小幅上升趨勢。在今（2003）年秋季調查時，兩河段族群比例則幾乎相同，都近於 20%。

由於一至二號壩與二至三號壩兩河段為七家灣溪距離最長的無障礙河段，歷年調查結果亦顯示為櫻花鉤吻鮭分佈的主要河段，因此特別將兩個主要河段的各齡鮭魚族群變化情形加以比較（圖五）。

一至二號壩河段的各齡族群歷年變化有不同的趨勢，三齡以上大型鮭魚呈現逐年攀升的趨勢，在 2001 年以前至少有 25% 的比例，這幾次調查發現，三齡成魚族群中近 40% 比例的個體皆分佈於此河段。二齡的中型鮭魚則呈現大幅度的變動，在 2001 年與 2002 年夏季調查各記錄到一個高峰，不過之後卻一直呈現下滑的趨勢，顯示中型成魚族群並不穩定。幼魚族群的比例，在 2001 年衝上 30% 以上的比例，不過這是因為當時其他河段的幼魚更新都不佳所造成，而非一至二號壩幼魚數量增加。其餘調查時間則都在 20% 以下，且自 2002 年以來比例逐年下滑，最近一次更只佔 10% 左右。由於一至二號壩河段的水溫監測顯示繁殖季節時的水溫通常較其他河段來得高，並不利於幼魚的自然繁殖，因此幼魚族群的數量通常都與上游河段因大雨洪水沖移加入至此河段有關，族群數量因此呈現不穩定的變動。例如 2001 年多次的大雨與颱風侵襲，將上游鮭魚族群沖移至該河段，各齡鮭魚族群數量與比例因此呈現大幅上升（曾，2001），尤其是二齡中型成魚的數量。也因此使得幼魚族群數量在隔年（2001）隨之大幅增加。

二至三號壩間河段的各齡鮭魚比例都有逐年下降的趨勢，不過三齡大型成魚比例的下降趨勢較為緩和，都維持在 20% 左右的穩定比例，一齡以下幼魚比例則由於 2000 年繁殖季遭逢象神（Xangsane）颱風影響，造成隔年（2001）比例的大幅下滑，不過幸好之後又逐漸攀升，不過仍未達以往的水準。二齡中型成魚原

先維持在 30% 以上的比例，但在 2000 年時因颱風侵襲造成大雨而大幅下降，之後則呈現震盪逐漸上升，不過比例仍低。

由一至二號壩與二至三號壩的族群比例變動情形來討論，可以知道這幾次調查的三齡以上大型成魚都明顯集中在一至二號壩河段，但這些成魚在繁殖季所產下的卵，卻因為水溫條件不佳而無法順利孵化成幼魚，使得該河段的幼魚族群比例或數量並沒有因此而大幅增加，與其他河段相較，本河段幼魚/成魚的比例明顯偏低。而水溫較低的上游二至三號壩河段，大型成魚的數量因為在 2001 年銳減之後尚未完全恢復，所以幼魚數量較少而一至三號壩間河段中共有兩個攔砂壩阻礙鮭魚的自由活動，一是舊復育中心的攔水壩，本報告中舊稱為「二號壩」，在更上游兩百公尺的地方則另有座稱為「二號破壩」的攔砂壩，此壩由主副壩各一座所組成，其中較上游的主壩已經自然崩壞，較下游的副壩的結構與基座也逐漸淘蝕，不過其高度仍然具有阻隔魚群上溯的能力。

不過原來的「二號壩」由於長期受溪水淘空基礎，加上去（2002）年七月颱風豪雨帶來洪水衝擊，已經整個坍塌崩壞，形成一個新的通路，魚群也可以自由上溯到湧泉出口下方的「二號破壩」副壩下方，去（2002）年秋季與今（2003）年夏季調查時都觀察到許多鮭魚聚集於此壩下方深潭，顯示此河段因為阻隔效應而形成新的鮭魚集中熱點（Hot Spot）（曾，2002）。

由於整個一至三號壩河段，目前僅剩此矮小副壩阻隔鮭魚上溯，因此若能對該壩進行改善，將使得整個七家灣溪中游河段（一至三號壩間）形成超過四公里無障礙通路。這對穩定櫻花鉤吻鮭的野外族群，將有重大的助益。除了直接減低攔砂壩的阻隔效應外，也可以改善兩河段存在棲地型態不均勻的問題（賴，1996），並且讓下游處於高水溫環境與上游被大雨沖移的成魚有更大成功繁殖下一代幼魚的機會。

此壩由於高度不高，壩體亦已因長久沖刷而有受損淘蝕的情形，不需要如高山溪拆壩時以重機械等方式進行改善，而可以利用人工或輕機具等較為簡單的施工方式進行，也可以降低對環境的衝擊性。事實上，也不一定需要整個拆除，只需造成較大缺口可供鮭魚跳躍游泳即已足夠。只開缺口而不損壞整個壩體的施工方式，除了節省時間與金錢之外，也可以減緩上游淤積砂石的流入，以及維持兩岸的穩定性，缺口強勁的水流也可有較大的機會維持下游深潭的存在，較不會立刻造成深潭的完全淤積。

高山溪自 1999 年陸續拆壩形成通路後，櫻花鉤吻鮭族群即呈現穩定比例(圖四)。尤其高山溪的三號壩上游河段，從 1999 年拆壩完成後，無論是成、幼魚族群皆明顯集中於此河段，幼魚的更新情形也十分穩定。自 2001 年以後各齡鮭魚更佔有整個高山溪族群的 50% 以上(圖六)。這是因為高山溪三號破壩以上河段兩岸陡峭，形成良好遮蔽，且多為峽谷深潭，底質穩定，是鮭魚良好的棲息環境(林等，2001)，因此可以吸引較多鮭魚棲息，尤其是四號破壩上游對鮭魚的吸引效應更為顯著(曾，2002)。三號壩以下河段則因砂石堆積而變得棲地單一化，棲地型態與河道變動也尚未完全穩定(葉等，2001)，加上施工頻繁，因此鮭魚數量一直不見增加。不過自今(2003)年一月武陵農場進行取水工程以後，河道即保持自然未受干擾，歷經幾次大雨的沖刷，河道與底質都逐漸穩定，雖然兩岸淤積砂石仍多，但已經有一些鮭魚分佈其中。這種現象在今(2003)年秋季調查結果更為明顯，高山溪二至三號破壩河段的幼魚數量明顯大幅上升，更下游的河段也有少量分佈。由高山溪上游的族群比例變化來看，這些個體大多是上游族群逐漸擴散至下游的結果，這些鮭魚個體的擴展建立族群，也可以幫助整個高山溪鮭魚族群的穩定與增加。

四、幼魚的成長與更新情形

關於幼魚族群的更新情況，去(2002)年與前(2001)年繁殖季雖然都曾進行種魚捕捉與人工繁殖工作，但孵化出來的幼魚都未放流到七家灣流域中，因此整個調查範圍內所記錄到的一齡幼魚與二齡中型成魚皆為自然更新之族群。

曾(2002)對七家灣流域雨量、水溫的比較，認為去(2002)年櫻花鉤吻鮭一齡幼魚大量出現的原因，應與去(2002)年上半年較少的豪雨洪水，與較低的水溫，且種內競爭較少有關。去(2002)年的一齡幼魚記錄到共 3,415 尾，在秋季調查時則還有 2,933 尾，到今年時長成為二齡中型鮭魚，夏季調查記錄到 1,986 尾，秋季調查則記錄到 1,617 尾。如果以去(2002)年夏季為基準 100%，則秋季調查時數量減少為 85.9%，今年夏季則降至 58.2%，到秋季則降為 47.3% (表五)，越冬存活率約在 50% 左右。如果與 1995 年與 1997 年大量增加的幼魚存活率比較(表五)，1995 年的一齡魚原有 1,485 尾(100%)，在 1996 年夏季時還有 69% 的族群成長為二齡中型成魚，但秋季則降為 39.6%，越冬存活率約 40%。而 1997 夏季時的幼魚數量有 1166 尾(100%)，至秋季調查時還有 72%，

到了隔年 1998 年的夏季調查時，卻只剩下 25%，到秋季調查，更降低至 21.2%，其越冬存活率不到 25%。1995 年的族群因為遭逢賀伯颱風的侵襲，1997 年的族群亦面臨夏季颱風與 1998 年春季豪雨的洪水侵襲，才會造成較高的死亡率。而且 1995 年與 1997 年的幼魚大量增生都以二至三號壩河段族群為主，並未遍及整個流域，族群集中造成競爭激烈，族群也容易因為當地棲地環境變動而同時受到影響。

2002 年的幼魚族群雖然在去（2002）年雖然也有颱風侵襲武陵地區，但因為降雨不多，而今（2003）年春季又遭逢旱季，所以鮭魚的死亡與天災豪雨較沒有關連，反而可能因為大量幼魚的增生所帶來的壓力影響更大。以往研究人員僅在秋季繁殖季節的尾聲，才會在溪邊緩流處看到死魚，不過去年以來，調查人員經常發現中型成魚的死亡魚體，顯示不少數量的鮭魚可能因為食物、棲地競爭或疾病等非豪雨天災原因而死去。

如果比較七家灣溪各主要河段以及高山溪之間鮭魚的幼魚死亡情況（表五），可以發現到除了一號壩以下與二至三號壩河段的族群在 2002 年秋季曾因為大雨沖移影響，幼魚比率不減反增以外，其餘河段的幼魚數量皆呈現逐年減少的趨勢。在去（2002）年秋季時，以七家灣溪一至二號壩河段的存活率最低，但也有 74.1%，三號壩以上河段也有 78.4% 的存活率，高山溪全段則在 83.5%，不過這其中可能有調查誤差的成分在內。今（2003）年夏季調查結果，存活率最高的是二至三號壩河段的鮭魚族群，有 86.6% 的一齡幼魚順利長大為二齡中型成魚，其次為一至二號壩的 72.7%，最低則為高山溪族群，只有 45.8%，不過一號壩下及三號壩以上兩河段的存活率也都只略超過五成。今（2003）年秋季調查結果，存活率最高則為二至三號壩的 100.9%，不過這其中應該有不少上游沖移下來的個體，其餘河段都低於 50%，其中三號壩以上為 49.5%，一至二號壩為 31.5%，一號壩以下則最低，僅 19.1%。高山溪的存活率則為 30.1%，略低於一至二號壩河段族群的存活率。

由於大雨沖移以及攔砂壩阻隔雙重效應，各河段的幼魚除了自然死亡外，還有族群移出移入的變動影響，加上上游河道窄小，棲地與食物的限制大，因此越往下游河段族群的存活比例應該較上游來的高才是，可是在表五卻沒有見到這樣的情形，除了二至三號壩可能因為上游族群的加入而得以保留最多的鮭魚族群外，越往下游河段的族群存活比率卻越低，顯示較下游的一號壩以下河段其實並

不適合幼年鮭魚的成長。至於高山溪因為河道短窄，棲地空間與食物更少，加上下游流域的河道底質尚未完全穩定，族群之間的競爭更大，因此存活率更低。

由於中型成魚在逐漸成長為大型成魚時，棲地需求會轉變成偏好深潭棲地棲息 (Tsao, 1995; 曾, 2002)，而七家灣溪三號壩以上的上游河段，除了三至四號壩間與六號壩下有些深潭棲地外，棲地型態都以急瀨或平瀨為主，加上此河段的中型成魚數量並不算少，因此未來這些河段是否可以容納所有長成的大型成魚，或是有許多鮭魚將因為食物與棲地競爭而遷徙或死去，值得再做進一步的觀察與研究。

去 (2002) 年調查時發現三齡以上大型成魚幾乎都集中在一至二號壩河段，原先以為去年繁殖季後，許多河段都將因沒有成魚進行繁殖而影響來年的幼魚更新狀況，尤其是成魚數量極少的三號壩以上河段。幸好本次族群調查結果亦顯示，一齡幼魚的數量雖然不如去 (2002) 年般大幅增加，但與往年相較，本次調查所得的幼魚數量 677 尾並不算少，而且分佈平均，並非只有集中在某一河段，顯示各河段的自然更新狀況還不錯。加上自去 (2002) 年繁殖季以來，直到最近才有較大的降雨，並沒有豪雨成災，而且春季又沒有進行幼魚放流工作，因此所有各河段幼魚族群的數量與去年度的自然繁殖狀況直接相關。

去 (2002) 年櫻花鉤吻鮭繁殖季時，吳 (2003, 出版中, 個人聯絡) 曾對一至五號壩間河段以莊 (1988) 的方式對產卵場進行觀察，發現到所有觀察記錄的產卵巢場中，有 64.1% 分佈在一至二號壩間的上半河段，亦即觀魚台以上至二號壩河段，其次是一號壩至觀魚台河段，佔有 12.8% 的數量，二號壩至三號壩 (含二號壩至破壩河段，但未含湧泉池) 則佔有 12.9%，其他各河段則都只有零星發現。對照一齡幼魚在一至五號壩間各河段的分佈數量 (圖六)，觀魚台至二號壩的幼魚數量卻不是最多的河段，更上游的三至四號壩與四至五號壩河段，雖然沒有記錄到太多產卵場，但一齡幼魚的數量卻都更高。這一方面是因為產卵場在判定時採用較保守方式造成低估所致，另一方面應該是孵化存活率的不同結果。

楊 (1997) 曾分析櫻花鉤吻鮭孵化死亡率與水溫的關係研判，最適合孵化的水溫約在 12 左右。而整個發育過程中，初期的發眼期水溫更是孵化成功與否的最大關鍵。十一月可以被視為孵化前期，其平均水溫的狀況可以作為孵化成功的指數。圖七同時列出一些重要地點在去 (2002) 年十一月的水溫平均值，可以發現 12 等溫線約落在二號壩與抽水站之間的河段，比較產卵場數目與幼魚數

量，可以清楚看到上游河段的產卵場數目雖然較下游河段少的許多，卻因為孵化水溫合適，而有較高的孵化率，因此可以觀察到數量更多的幼魚存活。這顯示孵化水溫較成熟鮭魚數目對幼魚孵化的成功與否更具關鍵性的影響。

五、司界蘭溪流域勘查

由於司界蘭溪曾經在 1996 春季與 1997 年春季分別放流 60 尾與 200 尾幼魚（吳，2000），先前研究亦曾前往該流域調查族群數量與變動情形（曾，1997、1998、1999），1997 年的調查記錄顯示司界蘭溪的櫻花鉤吻鮭已經可以自然更新，並已建立少量的族群。不過 1999 年調查人員再度前往調查時，卻未能發現任何族群，當時並且遇到許多釣客與釣具餌料等物品。因此認定司界蘭溪的鮭魚族群可能因為人為捕抓而又再度滅絕，所以之後本延續計畫一直未再前往該流域調查。但司界蘭溪流域長久以來都有傳聞櫻花鉤吻鮭分佈的消息，為了再次確認司界蘭溪是否還有櫻花鉤吻鮭或是其他放流鮭魚，如虹鱒的分佈，本研究於今（2003）年十月十日至十二日前往司界蘭溪流域進行探勘與調查。

由於該流域範圍廣泛，加上調查前山區下雨造成溪水略濁，能見度不高，又是屬於探勘的性質，因此研究人員僅選擇某些河段以浮潛法進行目視調查。司界蘭溪原本只有兩座攔砂壩，但下游靠近匯流點附近的攔砂壩已經崩壞，與大甲溪主流形成通路，較上游松柏農場附近還有另一座攔砂壩，以下稱為「一號壩」。在一號壩以下的河段，並未發現到鮭魚的蹤影，只發現到台灣鏟頰魚的族群，由於該河段十分靠近環山部落，時有釣客進入，因此所觀察到的台灣鏟頰魚體型與數量都比不上七家灣溪下游。

在一號壩上方約一公里處開始進行調查，一開始看到零星的台灣鏟頰魚，不過再往上幾十公尺後，即開始見到台灣櫻花鉤吻鮭的蹤影。再往上十多公尺後，開始沒有台灣鏟頰魚的蹤影，而櫻花鉤吻鮭的數量也逐漸增加。

由於河段太長，加上混濁溪水影響能見度，並無法像七家灣溪以普查的方式進行整個流域的調查工作，因此研究人員以跳躍式的調查方式以確認櫻花鉤吻鮭的分佈範圍，並改以估計的方式計算可能的族群量。調查發現，櫻花鉤吻鮭在司界蘭溪的分佈可以到達最上游的雙溪匯流點以上，更上游的分流雖然因為時間因素無法確認，但依據七家灣溪的調查經驗以及鮭魚極強的上溯能力，只要沒有瀑布或高落差的阻礙，咸信都應該有櫻花鉤吻鮭的個體分佈才是。

族群量估算部分，我們進行兩個河段的浮潛調查，第一個河段以急瀨和深流棲地交替為主，第二個河段則以深潭及梯狀潭棲地為主，調查統計得到第一河段的族群密度為 52 尾/km，第二河段則為 134 尾/km。由於司界蘭溪流域雖然有不同的棲地環境組成，但明顯仍以較急湍的急瀨棲地為主，為了估計該流域的鮭魚數量，我們大略進行棲地型態的分類，發現司界蘭溪的急瀨棲地約佔 75%，深潭棲地則約佔 25%。如果以發現鮭魚的最初點至上游的雙溪匯流點共 4.4km 為該流域櫻花鉤吻鮭的主要分佈河段，考慮不同棲地的比例，再將兩類不同棲地間的族群密度相乘加總，則可以以估計方式得到司界蘭溪族群的數量約在 320 尾左右。

雖然數量明顯比不上七家灣溪與高山溪流域的族群規模，但數量也不算少。不過較值得擔心的是，所有目視調查發現的鮭魚中，僅記錄到 1 尾一齡以下的幼魚，即使考慮統計誤差，司界蘭溪的一齡幼魚數量仍然偏低許多。

司界蘭溪流域分佈的這些鮭魚並非國家公園再一次進行放流所建立的族群，而是 1997 年與 1998 年時放流所建立的族群，1999 年最後一次調查時可能因為人為誤差，因此遺漏少數鮭魚個體，這些被遺忘的族群因此自行繁衍更新，再逐漸增加擴展領域的鮭魚新族群。

可惜此次調查之後，由於氣候持續不佳，加上七家灣溪族群調查工作的進行，本研究因此無法再以更多人力與時間前往司界蘭溪進行全面性的調查。也由於並非普查方式進行，只能以上述方式進行估計，因此調查所得的族群結果並未列入族群調查統計之中，也未與七家灣溪及高山溪河段相互比較討論。

司界蘭溪流域一方面是歷史分佈範圍，棲地環境與水溫都適於櫻花鉤吻鮭生存，也曾經進行放流並已建立少部分族群，加以除了松柏農場以下的河段有進行開發之外，上游河段都為自然的原始森林，亦無攔砂壩阻隔的問題，因此本研究一直建議將司界蘭溪作為櫻花鉤吻鮭另一個放流地點。不過該流域長久以來一直有釣客與獵人出入的問題，本次調查也在匯流點附近遇到原住民釣魚，上游雖然沒有遇見釣客，但是在司界蘭溪中段卻也發現餌料盒等物品，顯示該河段仍有釣客出入。因此如何做好門戶以及人員的管制是保護司界蘭溪族群最重要的工作之一。

以往雪霸國家公園一直因為擔心管理不易與巡邏人力不足的問題，而沒有再放流司界蘭溪流域，本研究建議或許可以請扼司界蘭溪出入口的環山部落原住民

擔綱，尤其當地已經由熱心的民眾成立巡守護溪隊，雪霸國家公園可以再透過訓練，加強其保育觀念，研究人員也可以訓練他們調查或觀察方式，讓他們直接參與調查與保育工作。透過這樣的作法，一方面可以讓當地居民有直接參與工作的感覺，降低對國家公園的敵意，另一方面也可以使得櫻花鉤吻鮭受到保障。

六、微棲地分析

本研究選定高山溪流的上游三至四號破壩河段為樣區，在從事族群調查的同時，也進行鮭魚分佈環境微棲地的測量記錄，以試圖瞭解各齡鮭魚分佈的限制因子。記錄測量的微棲地環境因子則包含流速、深度、底質與遮蔽物四類，由於調查時發現一齡幼魚的數量較多，而二齡中型成魚與三齡以上大型成魚的數量明顯較少，並無法看出分佈趨勢，因此以討論幼魚族群的微棲地環境為主，調查結果與討論分述如下：

1、流速：

將所測量流速以每10cm/s為組距，統計各流速區間的鮭魚數量，如圖八。由於中、大型鮭魚的記錄數量較少，且分佈顯得分散，並不容易看出趨勢，但緩流速（<20cm/s）的環境仍有較多的個體分佈。一齡幼魚的流速則偏好在20cm/s以下，但分佈上顯得較為分散，有不少個體會分佈到較高流速的環境，甚至在100cm/s以上的極高流速仍可見到少數幼魚的分佈，這樣的情形在中型成魚與大型成魚上都沒有見到。

2、水深：

將所測量水深以每10cm為組距，統計各深度區間的鮭魚數量，如圖九。三齡大型成魚的數量雖然不多，主要集中在水深 20 30cm的水域內，其他深度零星分佈。二齡中型成魚則以30 40cm深度為主，其次是20 30cm水域，其他則零星分佈在其他深度區間內。一齡幼魚的分佈主要集中在20 30cm與10 20cm水域環境中，其次是30 40cm水深環境中。顯示各齡鮭魚主要利用的棲息水深在20 40cm為主。這可能是因為高山溪上游流域本身流域地形所限制，不容易出現如七家灣河流域1 2m的深潭環境，而是以20 40cm左右的水深環境為主所致。

3、底質棲地：

河床底質共分成九類，以目視法區分，分別是(1)混凝土；(2)岩盤；(3)大石(粒徑>50cm)；(4)中石(粒徑30-50cm)；(5)中卵石(粒徑13-30cm)；(6)小卵石(粒徑6-13cm)；(7)碎石(粒徑<6cm)；(8)砂粒；(9)淤泥。統計如圖十，對三齡以上大型鮭魚來說，由圖中並無法看出偏好底質型態，這可能是因為調查數量太少所致。二齡中型成魚則略偏好在底質(4)中石粒徑為主，但亦不明顯。一齡幼魚則以底質(6)小卵石粒徑為主要棲息環境，其次是(5)中卵石粒徑。

4、遮蔽物：

遮蔽物則依據Thomas(1993)的建議，加上樹蔭罩蓋的考量，以目視法進行分類，共分成五大類，分別是(1)無遮蔽；(2)流速遮蔽(Velocity shelter)，指大石頭或木頭後方，因阻擋造成的緩流區域；(3)視覺遮蔽(Visual isolation)，指岸邊芒草或水花造成無法由上方直接看到的情形；(4)流速與視覺遮蔽(Combined)；(5)樹木遮蔽(Tree cover)，指上方有樹木形成樹蔭遮蓋的環境。流速遮蔽主要是著眼於節省能量的觀點，而視覺遮蔽的利用則與躲避天敵有關，至於樹木遮蔽則與水溫有較密切的關係。各類遮蔽型態的鮭魚數量分別統計如圖十一。三齡以上大型成魚並無法看出趨勢或偏好。二齡中型鮭魚則以流速遮蔽的環境較多，但樹木遮蔽與無遮蔽環境的數量也不少。一齡幼魚則大多數都分佈在無遮蔽的環境下，其次是流速遮蔽與樹木遮蔽的環境中。對高山溪來說，由於河道狹窄，因此兩岸通常為大石或沙礫，較少芒草可以提供直接遮蔽的環境，而寬窄的河道，也因此提供較好的樹木遮蔽環境，因此高山溪的水溫環境較七家灣溪來的穩定，溫差較低。

由以上的分析結果，再與曾(2002)對高山溪的分析比較，可以發現一齡幼魚利用的環境相似，都偏好在底質以粒徑6-30cm的小、中卵石為主，水深較淺，但流速不特別偏好的環境中。但二齡中型鮭魚與三齡大型鮭魚則因數量太少，無法看出趨勢。圖十二為今(2003)年與去(2002)年三齡以上鮭魚流速與水深分佈圖，調查河段都在三至四號破壩河段，時間並且相近(今年為七月，去年為五月前往調查)，可以發現今(2003)年的大型鮭魚分佈在較去(2002)年更淺的河段，這與我們一般認知，以及曾(2002)分析發現大型成年鮭魚多分佈在深潭棲地顯著不同。對照棲地環境，可以知道這是因為元月份武陵農場前往高山溪施

工時，將怪手重機械開進該河段進行河床「整治」工作，致使該河段原本分佈的深潭棲地都夷為平地，加以今年元月至七月間都沒有太大的降雨可以再將深潭淘蝕因來，因此整個河段的水深都明顯變淺，成年的大型鮭魚也因此只能利用這樣的環境。

對大型鮭魚來說，水深是躲避天敵的最重要因素，尤其是對於如小白鷺、綠鶯鷺等鷺科鳥類來說。因為鳥類的腳長通常不會超過30cm，因此如果有較多深度超過30cm以上的深潭可供魚類棲息，也可以獲得較多的存活機會。而高山溪之前下游的族群量一直無法增加的最大原因，也是因為持續的人為干擾與機械施工所致。

不過有關棲地與鮭魚分佈關係的釐清，特別是大型鮭魚與中型鮭魚的利用偏好，仍然有待更長時間的資料收集與分析工作。

雪霸國家公園管理處多年來持續進行的人工復育與放流工作，原本的目的是為了捕捉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，一方面可以讓下游河段無法成功孵化的成熟鮭魚有繁衍機會，一方面也是減低攔砂壩的阻隔效應。不過去（2002）年與今（2003）年的幼魚族群更新狀況都還不錯，並沒有進行放流的迫切需求。而國家公園管理處在連續進行兩年復育工作後，由於人工復育技術穩定成熟（廖，2003），已經成功繁養殖出一千多尾的中型成魚與近千尾的幼魚。目前雖是以完全養殖種魚與種源庫規劃為主要考量，但由於人工繁、養殖櫻花鉤吻鮭是件耗費大量人力與時間的工作，在連續兩年進行完全養殖工作的負荷下，場地限制、人力支援與後續支援的問題可能都將逐漸浮現。在人工繁殖場擴充不易、水源尋覓不易、人力的問題或經費無法解決的話，可以視現有場地規模可容納數量，挑選較合適健康的鮭魚馴養作為未來的種魚，其他鮭魚則可以移作研究用途，申請進行以往因數量限制而無法進行的相關生態研究，同時也可以考慮利用「野地保存」的作法來進行基因庫的保存工作，亦即讓放流鮭魚在野外生活繁殖。

今年秋季對司界蘭溪的探勘已經證實 1997 年當時所進行的放流工作是十分成功的，因此持續以「域外放流」或「移地保育」的方法來增加不同流域或河段

的野外族群以分攤七家灣溪族群滅絕風險是可行而且必要的。國家公園只需要加強保護區的巡邏管理工作，如此不僅可以節省大量經費，也符合當今保育生物學以「棲地多樣性」或「生態系多樣性」理念進行保育的前瞻作法。

最後還需要特別留意，調查過程發現七家灣溪仍然存在人為捕獵的威脅。研究人員在今（2003）年夏季進行族群調查時，曾經於七家灣溪一號壩下分別發現魚鉤及釣魚用魚籠，顯示有人在七家灣溪核心保護區範圍內進行垂釣活動，而且可能是經常性之活動。如果在一號壩附近這樣陡峭的地形都可能有人進行非法活動，其他河段，如二號壩或抽水站等更容易到達的地方，就顯得更加危險，這點需要請國家公園特別留意並加強巡邏工作。

肆、結論與建議

總結今（2003）年夏、秋兩季櫻花鉤吻鮭族群調查結果整理分述如下：

一、櫻花鉤吻鮭的分佈範圍下游自迎賓橋起，往上游可達桃山西溪六號壩，往桃山北溪（無名溪）則可超過桃山（煙聲）瀑布溪與詩崙溪匯流點，到達以上約一百公尺一個落差小瀑布止。高山溪流域則可達四號破壩以上約五百公尺的一個小瀑布止都可見到鮭魚蹤影。

二、族群結構為二齡中型鮭魚的數量最多，一齡幼魚與三齡以上的成魚數量相當的桶型結構。

三、如果不考慮攔砂壩阻隔效應，三號壩以上的上游河段鮭魚數量仍然較多，中游河段的一至三號壩族群次之，高山溪全段再次之，一號壩以下的下游河段鮭魚數量則最少。

四、三齡以上成魚集中在中游的一至三號壩河段，夏、秋兩季的比例都超過50%，其中又以一至二號壩河段族群的數量最多。由於一至三號壩河段僅存一矮壩阻隔鮭魚上溯，因此建議在最短時間內進行壩體降低的簡易工程，以利兩河段族群交流。

五、二齡中型成魚越冬後的死亡率約在50%左右，在各河段仍為數量最多的族群，族群並且有往下游擴散的趨勢，不過三號壩以上的上游河段族群比例與數量依然最高。

六、一齡幼魚族群以高山溪及七家灣溪三號壩以上河段的族群數量較高，但夏、秋兩季的調查結果顯示幼魚也有擴散至下游的趨勢。除了最下游的一號壩河段外，各河段也都可以見到不少數量的幼魚個體。

七、司界蘭溪確有櫻花鉤吻鮭的分佈，證實司界蘭溪流域因早年的放流工作見效而建立起新的櫻花鉤吻鮭族群。

八、完全沒有攔砂壩阻隔的高山溪流域，櫻花鉤吻鮭雖然仍然集中在較上游河段，不過下游河段的數量較往年也有增加，尤其二至三號破壩河段的增加最為明顯，顯示該流域族群有開始往下游擴展領域的趨勢。

九、針對高山溪上游河段族群所做微棲地（Microhabitat）分析結果顯示，

一齡幼魚偏好在底質以粒徑 6-30cm 的小、中卵石為主，水深較淺，但流速不特別偏好的環境中。中、大型成魚偏好緩流速 (<20cm/s) 的棲地環境，且由於施工影響，而只能分佈在水深較淺的棲地，但由於調查發現的數量太少，仍需要進一步調查才可能看出趨勢。

十、由於二齡中型成魚的數量明顯多於幼魚與大型成魚，中型成魚在逐漸性成熟之際，可能會改變棲地需求，改以深潭棲地為主。因此較少深潭棲地的上游河段，其鮭魚族群如何調適或競爭，值得進行深究。

以下則是針對族群調查結果所提出的相關建議，分別詳述如下：

一、避免高山溪的再次人為干擾與施工

原本高山溪下游在拆壩完成後，河床坡降逐漸呈現穩定，上游泥沙淤積逐漸減少（葉等，2001、2002），加上去（2002）年春季大雨淘蝕，棲地開始呈現多樣，不過雪霸國家公園與武陵農場為了進行取水，都曾以怪手等重機器進行短期施工，這些工作由於作業時考慮不夠周全，往往對河床造成相當程度的干擾與破壞。尤其今（2003）年元月武陵農場進行新建賓館引水工程時，重機械又再度進入的影響最大，除了取水地點的三號破壩以下河段完全被碾壓過之外，自拆除後即不再有所干擾的高山溪四號破壩也難以倖免，重機械也進入四號壩的上方進行整地。造成原本壩下的深潭完全填平，其影響並不亞於颱風洪水所帶來改變，對此河段的鮭魚族群造成不小衝擊。雖然高山溪的鮭魚數量不如七家灣溪來得多，但自 1999 年以來的族群監測結果顯示本區族群數量穩定且更新正常，加上高山溪與七家灣溪不同的水文特性及流域範圍，使得高山溪儼然成為另一個族群分佈中心，也能作為七家灣溪族群之外的避難所。由於河床上繁複的施工，數度擾動逐漸穩定的底床，容易引發濁流。在政府大力推行生態工法的同時，未來必須嚴加管制並避免再以如此粗暴的方式進行類似工程，減低人為活動對鮭魚的影響與衝擊至最低。

二、桃山北溪的斷流問題與取水評估

桃山北溪河段存在小瀑布與一座攔砂壩阻隔鮭魚上溯，也將整條小溪切割成三個不連續的河段。1998 年春季曾經在小瀑布的上方進行 600 尾櫻花鉤吻鮭幼魚的放流工作（吳，2000），復育時採完精卵的成魚，有些也都放流於此，不過

之後的族群調查都只紀錄到零星數量，因此後來只針對小瀑布以下河段進行調查工作，並未定期前往更上游河段進行調查。不過研究人員在 2000 年秋季前往桃山北溪攔砂壩以上河段勘查時，都還會發現受傷死亡的大型成魚，為了確定桃山北溪小瀑布以上河段的鮭魚族群數量，本研究因此又再前往進行調查。夏、秋兩季的調查結果發現雖然桃山北溪的水量不大，甚至在許多地方形成不連續的小水窪，但卻有不少的鮭魚躲藏分佈其中，族群中以二齡中型成魚與一齡幼魚為主，但仍有不少的三齡大型成魚，而鮭魚的分佈可以一直到達桃山（煙聲）瀑布溪與詩崙溪的匯流點以上，直到上方一百公尺左右遇到一個小落差瀑布為主。也因為這些數量眾多的鮭魚，桃山北溪河段在今（2003）年的調查結果中，各齡鮭魚數量才會較以往增加許多（表一）。

雖然桃山北溪的兩岸森林茂密且覆蓋完整，且不易接近，水溫與棲地都適於櫻花鉤吻鮭生存，不過由於流量較小，使得櫻花鉤吻鮭在乾旱季節時面臨到與其他地方不同的問題。往年的秋冬季節，由於流量較小以及下游沙石淤積的關係，總會在最下游接近三號壩附近河段形成伏流，亦即斷流無水的狀態，但在春夏豐水期時又恢復成流水通路。桃山北溪一號壩上方也因攔砂壩砂石淤積而有類似的情形，但並不會完全形成斷流，而是形成許多淺水灘或小水窪相連。

去（2002）年與今（2003）年由於全球氣候變遷影響，導致全省各地普遍乾旱缺水，山區溪流雖然因為處於集水區上游，看起來較不嚴重，但在砂石淤積嚴重的河段，還是會形成伏流，造成徑流量少而無法形成連續水流。今（2003）年乾旱最嚴重時，桃山北溪下游斷流乾枯曾經達到匯流點以上約 175m 左右，已經超過小瀑布以下河段長度的一半。更上游的河段在一號壩的上下位置，雖然還可見到表面逕流，但卻形成一個個的小水窪，無法完全連續。調查人員並且發現，許多鮭魚就處在小水窪中，一旦有人影靠近，則擠在岩石縫中躲藏，顯得十分岌岌可危，如果不是第一波梅雨帶來豐沛的水量，有許多鮭魚將會乾渴死在石下或者為天敵捕食殆盡。

雪霸國家公園管理處進行台灣櫻花鉤吻鮭種源庫場址評估時，曾經規劃此河段作為重要的取水來源之一。事實上，桃山瀑布溪的上游也已經有林務局進行引水，供苗圃與武陵山莊使用。雖然種源庫場址正在審慎評估中，但未來環境與氣候變遷不定，以桃山北溪枯水季節斷流的狀況，可能不太適合另外進行引水至他處使用。加以並不算長的河段被切割成三個不連續的河段，族群之間並無法交流

或活動，只有最上游河段的距離最長，雖然現在的族群數量不少，但其族群可能不易維持穩定。因此未來如果在此流域進行取水，則應同時改善攔砂壩及砂石淤積的影響，並定期監測該流域下游族群的變動情況，以避免類似情況再度發生。在上游的桃山(煙聲)瀑布溪與詩崙溪匯流點附近的河段因臨近登山步道則需加強巡邏與宣導工作，以利保護。

三、建議拆除一至三號壩間唯一的攔砂壩

戴(1992)的研究顯示攔砂壩興建之後，颱風對櫻花鉤吻鮭族群將造成以下影響：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。

今年兩次調查發現一至二號壩有較二至三號壩河段更多的三齡以上大型鮭魚，因此有較多的配對行為與產卵場記錄，不過其水溫環境卻限制了魚卵孵化的存活率無法提高，攔砂壩又阻隔鮭魚尋求較好的水溫環境。而一至三號壩間河段只有一個不高的攔砂矮壩阻隔，施工困難度不高，所需經費亦不多，不需要以重機器將整個壩體拆除，而只需要以人力或輕機械將壩高降低，此工作預料對七家灣溪鮭魚族群擴張的效果很大。因此如果可以優先編列少量預算盡快將此障礙消弭，讓鮭魚可以自由上溯，將對七家灣溪鮭魚的族群穩定有莫大而直接的助益。

四、司界蘭溪的保育工作

司界蘭溪的鮭魚數量雖然沒有七家灣溪流域來得多，但數量相當穩定，分佈也遍及整個流域的中、上游河段。但卻有人為干擾出入的隱憂，為了避免重蹈覆轍，因此需要針對本流域進行立即且周詳的保護工作。以往雪霸國家公園一直因為擔心管理不易與巡邏人力不足的問題，本研究建議或許可以請扼司界蘭溪出入口的環山部落原住民擔綱，尤其當地已經由熱心的民眾成立巡守護溪隊，雪霸國家公園可以再透過訓練，加強其保育觀念，研究人員也可以訓練他們調查或觀察方式，讓他們直接參與調查與保育工作。透過這樣的作法，一方面可以讓當地居民有直接參與工作的感覺，降低對國家公園的敵意，另一方面也可以使得櫻花鉤吻鮭受到保障。

五、多方面考量人工復育幼魚的研究與利用

國家公園管理處在連續進行兩年復育工作後，由於人工復育技術穩定成熟

(廖, 2003), 已經成功繁養殖出一千多尾的中型成魚與近千尾的幼魚。目前雖是以完全養殖種魚與種源庫規劃為主要考量, 但由於人工繁、養殖櫻花鉤吻鮭是件耗費大量人力與時間的工作, 在連續兩年進行完全養殖工作的負荷下, 場地限制、人力支援與後續支援的問題可能都將逐漸浮現。在人工繁殖場擴充不易、水源尋覓不易、人力的問題或經費無法解決的話, 可以視現有場地規模可容納數量, 挑選較合適健康的鮭魚馴養作為未來的種魚, 其他鮭魚則可以移作研究用途, 申請進行以往因數量限制而無法進行的相關生態研究, 同時也可以考慮利用「野地保存」的作法來進行基因庫的保存工作, 亦即讓放流鮭魚在野外生活繁殖。

今年秋季對司界蘭溪的調查已證實 1997 年當時所進行的放流工作是十分成功的, 因此持續以「域外放流」或「移地保育」的方法來增加不同流域或河段的野外族群以分攤七家灣溪族群滅絕風險是可行而且必要的。國家公園只需要加強保護區的巡邏管理工作, 如此不僅可以節省大量經費, 也符合當今保育生物學以「棲地多樣性」或「生態系多樣性」理念進行保育的前瞻作法。

六、杜絕七家灣溪保護區的人為捕獵與威脅

今年夏季調查過程中發現, 七家灣溪仍然存在人為捕獵的威脅。研究人員在今(2003)年夏季進行族群調查時, 曾經於七家灣溪一號壩下分別發現魚鉤及釣魚用魚籠, 顯示有人在七家灣溪核心保護區範圍內進行垂釣活動, 而且可能是經常性之活動。如果在一號壩附近這樣陡峭的地形都可能有人進行非法活動, 其他河段, 如二號壩或抽水站等更容易到達的地方, 就顯得更加危險, 這點需要請國家公園特別留意並加強巡邏工作。

伍、誌謝

本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。除此之外, 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, 以及王一如、吳杰峰、孟婉瑜、陳理德、林啟豐、陳俐芳、龔韋旭、許佑銘、林千育、吳靜茹、李玉芳、吳景義、游智閔、蕭美芳、蕭美琪、林佩誼、葉仲書、張家苑、陶天麟、鄭安怡、林芳儀、陳毅翰、

朱惠菁、張容璵、吳雯菁等多人在野外工作上的協助，才能順利平安完成本次調查工作，特別在文末致謝之。

陸、參考文獻

- Chambers, R.C., and Trippel, E.A. (eds.), 1997, Early life history and recruitment in fish populations. Chapman & Hall 21, London, 596 p.
- Hjort, J., 1914. Fluctuations in the great fisheries of Northern Europe. Rapp. P.-v. Reun.Cons. Int. Explor. Mer 20, 1-28.
- Kano, T., 1940. Zoogeographical studies of the Tsugitaka Mountains of Formosa. Inst. Ethnogr. Res. Torkyo. 145pp.
- Thomas, J. A., and Bovee, K. D., 1993. Application and testing of a procedure to evaluate transferability of habitat suitability criteria. Reg. Riv.: Research and Mgmt. 8, 285-294.
- 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.
- Wang, C. J. 1989. Environmental quality and fish community ecology in an agricultural mountain stream system of Taiwan. Ph. D. Dissertation, Iowa State Univ. 138pp.
- Watanabe, M., and Y. L. Lin 1985. Revision of the salmonid fish in Taiwan. Bull. Biogeog. Soc. Japan 40 (10) : 75- 84.
- 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。
- 吳雯菁，2003，櫻花鉤吻鮭生殖期間的生態學研究，國立台灣大學動物學系專題研究報告。(出版中)
- 林永發、陳裕良、廖林彥，2001，高山溪防砂壩改善前後棲地變化之調查研究，內政部營建署雪霸國家公園管理處，56 頁。
- 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、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、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。

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、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。

陳弘成，1999，武陵地區溪流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，78 頁。

陳弘成，2000，武陵地區溪流水源水質監測系統之規劃與調查（六），內政部營建署雪霸國家公園管理處，106 頁。

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。

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，24 頁。

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，21 頁。

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，71 頁。

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。

曾晴賢、游智閔、楊正雄，2000。七家灣溪櫻花鉤吻鮭族群數量變動的研究，國家公園學報 10（2）：190-210。

曾晴賢，2001，櫻花鉤吻鮭族群監測與生態調查（四），內政部營建署雪霸國家公園管理處，34 頁。

曾晴賢，2002，櫻花鉤吻鮭族群監測與生態調查（五），內政部營建署雪霸國家公園管理處，36 頁。

葉昭憲、段錦浩、連惠邦，2001，七家灣溪河床棲地改善之試驗研究（四），內政部營建署雪霸國家公園管理處，72 頁。

葉昭憲、段錦浩、連惠邦，2002，七家灣溪河床棲地改善之試驗研究（五），內政部營建署雪霸國家公園管理處，106 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。

廖林彥，2003，台灣櫻花鉤吻鮭人工復育，與台灣櫻花鉤吻鮭有約保育研討會論文集，46-64 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，112 頁。

表一：2003年夏季櫻花鉤吻鮭調查數量統計表。

調查於五月卅一日至六月四日前往進行，調查河段包含迎賓橋以上至六號壩以下的七家灣溪主流全段、高山溪全段與桃山北溪（舊名無名溪）匯流口以上至詩崙溪匯流點河段，統計總數量為 3,180 尾。其他魚類數量估計請見表三。

地 點	三齡以上成魚	二齡中型成魚	一齡幼魚	小計	備註
	(25cm 以上)	(8~20cm)	(5~8cm)		
迎賓橋~高山溪匯口	60	22	1	83	
高山溪匯口~一號壩	58	24	10	92	
一號壩~觀魚台	86	77	5	168	一至二號壩 共計 757 尾
觀魚台~二號壩	109	403	77	589	
二號壩~三號壩	96	279	76	451	二至三號壩 共計 492 尾
湧泉池	0	11	30	41	
三號壩~四號壩	27	239	91	357	三號壩以上 河段共計 1,291 尾
無名溪匯流點至小瀑布	3	12	5	20	
無名溪小瀑布以上	13	121	54	188	
四號壩~五號壩	3	248	82	333	
五號壩~六號壩	7	355	31	393	
高山溪一號破壩以下	4	10	2	16	高山溪全段 共計 465 尾
高山溪一~二號破壩	5	16	10	31	
高山溪二~三號破壩	9	33	46	88	
高山溪三~四號破壩	9	38	83	130	
高山溪四號破壩以上	28	98	74	200	
小計	517	1,986	677	3,180	

表二：2003年秋季櫻花鉤吻鮭調查數量統計表。

調查於十月廿三日至廿七日前往進行，調查河段包含迎賓橋以上至六號壩以下的七家灣溪主流全段、高山溪全段與桃山北溪（舊名無名溪）匯流口以上至詩崙溪匯流點河段，統計總數量為 3,042 尾。其他共域魚類的數量估計請見表三。

地 點	三齡以上成魚	二齡中型成魚	一齡幼魚	小計	備註
	(25cm 以上)	(8~20cm)	(5~8cm)		
迎賓橋~高山溪匯口	16	7	7	30	
高山溪匯口~一號壩	16	10	25	51	
一號壩~觀魚台	52	16	1	69	一至二號壩
觀魚台~二號壩	198	192	78	468	共計 567 尾
二號壩~三號壩	140	320	97	557	二至三號壩
湧泉池	8	18	7	33	共計 590 尾
三號壩~四號壩	47	202	30	279	三號壩以上
無名溪匯流點至小瀑布	1	12	5	18	河段共計
無名溪小瀑布以上	42	124	107	273	1,422 尾
四號壩~五號壩	9	189	72	270	
五號壩~六號壩	56	374	152	582	
高山溪一號破壩以下	7	6	19	32	高山溪全段
高山溪一~二號破壩	8	10	11	29	共計 412 尾
高山溪二~三號破壩	22	63	65	150	
高山溪三~四號破壩	7	18	40	65	
高山溪四號破壩以上	17	56	63	136	
小計	646	1,617	779	3,042	

表 三：2000 年迄今各齡櫻花鉤吻鮭在各河段的族群數量統計表。

時間欄內 W 指秋冬時的調查，S 指春夏間的調查。其中三齡以上大型成魚為 25 公分以上的大魚，二齡中型成魚則指 8 ~ 20 公分的中魚，一齡幼魚為 5 ~ 8 公分的小魚。

分類.時間 河段	各河段三齡以上成魚數量 (尾)							各河段二齡成魚數量 (尾)							各河段一齡幼魚數量 (尾)							
	00'S	00W	01S	01W	02S	02W	03S	00'S	00W	01S	01W	02S	02W	03S	00'S	00W	01S	01W	02S	02W	03S	
和平農場~迎賓橋	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
迎賓橋~高匯點	0	0	?	1	1	16	60	4	3	?	0	7	21	22	2	0	?	0	25	46	1	
匯流點~一號壩	37	33	6	33	3	32	58	1	16	3	1	14	43	24	15	4	5	1	64	74	10	
一號壩~觀魚台	14	17	7	11	12	56	86	4	10	5	4	88	106	77	11	2	0	2	140	100	5	
觀魚台~二號壩	45	35	32	92	57	75	109	16	32	52	12	123	208	403	43	15	27	35	520	389	77	
二號壩~三號壩	41	73	23	51	10	86	96	52	52	6	1	113	163	279	14	31	2	2	245	370	76	
湧泉池及湧泉支流	6	9	3	11	5	0	0	17	55	5	0	7	3	11	42	10	2	0	90	101	30	
三號壩~四號壩	5	4	21	20	0	2	27	0	14	6	3	37	94	239	5	13	3	1	429	502	91	
無名溪小瀑布以下	2	6	1	7	3	2	3	22	12	0	0	4	31	12	0	2	0	0	53	67	5	
無名溪 無一號壩	?	1	?	?	?	?	4	?	1	?	?	?	?	61	?	0	?	?	?	?	4	
無一號壩 匯流點	?	?	?	?	?	?	9	?	?	?	?	?	?	60	?	?	?	?	?	?	50	
四號壩~五號壩	6	28	23	41	0	11	3	13	52	14	0	21	101	248	86	52	17	1	566	341	82	
五號壩~六號壩	13	20	17	6	0	3	7	13	24	15	12	0	85	355	51	21	12	3	774	518	31	
六號壩以上	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	
高一號壩~匯流點	17	33	0	?	0	13	4	17	24	1	?	4	22	10	5	11	2	?	10	8	2	
高一號壩~二號壩	22	1	2	?	0	1	5	5	2	3	?	2	10	16	1	0	0	?	1	9	10	
高二號壩~三號壩	1	0	0	6	2	2	9	0	0	0	4	0	13	33	0	0	3	0	25	37	46	
高三號壩~四號壩	4	17	8	23	38	26	37	12	29	4	13	22	63	136	64	32	16	11	473	371	157	
司界蘭溪中上游	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	
總計	213	277	143	302	131	325	517	176	326	114	50	442	963	1986	339	193	89	56	3415	2933	677	

表 四：2000 年迄今各齡櫻花鉤吻鮭在各河段族群比例統計表。

時間欄內 W 指秋冬時的調查，S 指春夏間的調查。其中三齡以上大型成魚為 25 公分以上的大魚，二齡中型成魚則指 8 20 公分的中魚，一齡幼魚為 5 8 公分的小魚。河段範圍未包含迎賓橋以下的河段，故合計欄有些年份總和未達 100%。

分類 時間 河段	各河段三齡以上成魚比例 (%)							各河段二齡成魚比例 (%)							各河段一齡幼魚比例 (%)						
	00'S	00'w	01S	01W	02S	02W	03S	00'S	00'w	01S	01W	02S	02W	03S	00'S	00'w	01S	01W	02S	02W	03S
迎賓橋~高匯點	0.0	0.0	?	0.3	0.8	4.9	11.6	2.3	0.9	?	0.0	1.6	2.2	1.1	0.6	0.0	?	0.0	0.7	1.6	0.1
匯流點~一號壩	17.4	11.9	4.2	11.0	2.3	9.8	11.2	0.6	4.9	2.6	2.0	3.2	4.5	1.2	4.4	2.1	5.6	1.8	1.9	2.5	1.5
高一號壩~匯流點	8.0	11.9	0.0	?	0.0	4.0	0.8	9.7	7.4	0.9	?	0.9	2.3	0.5	1.5	5.7	2.2	?	0.3	0.3	0.3
一號壩以下小計	25.4	23.8	4.2	11.3	3.1	18.8	23.6	12.5	13.2	3.5	2.0	5.7	8.9	2.8	6.5	7.8	7.9	1.8	2.9	4.4	1.9
一號壩~觀魚台	6.6	6.1	4.9	3.6	9.2	17.2	16.6	2.3	3.1	4.4	8.0	19.9	11.0	3.9	3.2	1.0	0.0	3.6	4.1	3.4	0.7
觀魚台~二號壩	21.1	12.6	22.4	30.5	43.5	23.1	21.1	9.1	9.8	45.6	24.0	27.8	21.6	20.3	12.7	7.8	30.3	62.5	15.2	13.3	11.4
一至二號壩小計	27.7	18.8	27.3	34.1	52.7	40.3	37.7	11.4	12.9	50.0	32.0	47.7	32.6	24.2	15.9	8.8	30.3	66.1	19.3	16.7	12.1
二號壩~三號壩	19.2	26.4	16.1	16.9	7.6	26.5	18.6	29.5	16.0	5.3	2.0	25.6	16.9	14.0	4.1	16.1	2.2	3.6	7.2	12.6	11.2
湧泉池及湧泉支流	2.8	3.2	2.1	3.6	3.8	0.0	0.0	9.7	16.9	4.4	0.0	1.6	0.3	0.6	12.4	5.2	2.2	0.0	2.6	3.4	4.4
二至三號壩小計	22.1	29.6	18.2	20.5	11.5	26.5	18.6	39.2	32.8	9.6	2.0	27.1	17.2	14.6	16.5	21.2	4.5	3.6	9.8	16.1	15.7
三號壩~四號壩	2.3	1.4	14.7	6.6	0.0	0.6	5.2	0.0	4.3	5.3	6.0	8.4	9.8	12.0	1.5	6.7	3.4	1.8	12.6	17.1	13.4
無名溪	0.9	2.2	0.7	2.3	2.3	0.6	3.1	12.5	3.7	0.0	0.0	0.9	3.2	6.7	0.0	1.0	0.0	0.0	1.6	2.3	8.7
三至四號壩小計	3.3	3.6	15.4	8.9	2.3	1.2	8.3	12.5	8.0	5.3	6.0	9.3	13.0	18.7	1.5	7.8	3.4	1.8	14.1	19.4	22.2
四號壩~五號壩	2.8	10.1	16.1	13.6	0.0	3.4	0.6	7.4	16.0	12.3	0.0	4.8	10.5	12.5	25.4	26.9	19.1	1.8	16.6	11.6	12.1
五號壩~六號壩	6.1	7.2	11.9	2.0	0.0	0.9	1.4	7.4	7.4	13.2	24.0	0.0	8.8	17.9	15.0	10.9	13.5	5.4	22.7	17.7	4.6
六號壩以上	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
四至六號壩小計	8.9	17.3	28.0	15.6	0.0	4.3	1.9	14.8	23.3	25.4	24.0	4.8	19.3	30.4	40.4	37.8	32.6	7.1	39.2	29.3	16.7
高一號壩~二號壩	10.3	0.4	1.4	?	0.0	0.3	1.0	2.8	0.6	2.6	?	0.5	1.0	0.8	0.3	0.0	0.0	?	0.0	0.3	1.5
高二號壩~三號壩	0.5	0.0	0.0	2.0	1.5	0.6	1.7	0.0	0.0	0.0	8.0	0.0	1.3	1.7	0.0	0.0	3.4	0.0	0.7	1.3	6.8
高三號壩以上	1.9	6.1	5.6	7.6	29.0	8.0	7.2	6.8	8.9	3.5	26.0	5.0	6.5	6.8	18.9	16.6	18.0	19.6	13.9	12.6	23.2
高一號壩以上小計	12.7	6.5	7.0	9.6	30.5	8.9	9.9	9.7	9.5	6.1	34.0	5.4	8.9	9.3	19.2	16.6	21.3	19.6	14.6	14.2	31.5
司界蘭溪中上游	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
合計	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

表 五：2003 年與櫻花鉤吻鮭共域之魚類數量統計表。

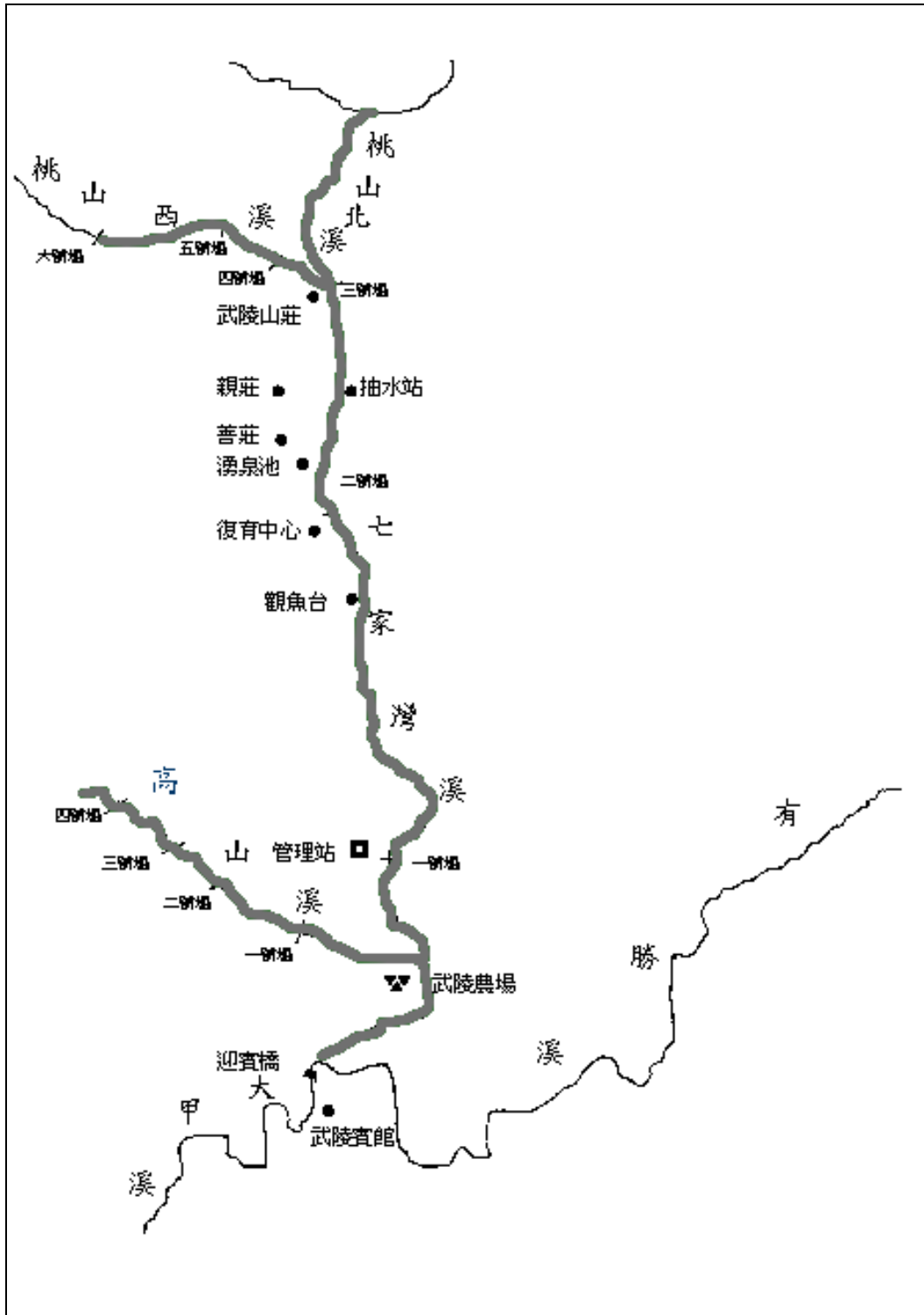
夏季調查時間於五月卅一日至六月四日前往進行，秋季調查時間於十月廿三日及廿七日前往進行，調查河段包含迎賓橋以上至六號壩以下的七家灣溪主流全段、高山溪全段與桃山北溪（舊名無名溪）匯流口以上至桃山瀑布溪與詩崙溪匯流點河段。

調查時間	2003 夏季					2003 秋季					
	種類	台灣鏟頰魚			纓口鰍蝦虎魚		台灣鏟頰魚			纓口鰍蝦虎魚	備註
地點/體型	大(25cm 以上)	中(15-25cm)	小(15cm 以下)	大(25cm 以上)	中(15-25cm)	小(15cm 以下)	大(25cm 以上)	中(15-25cm)	小(15cm 以下)		
迎賓橋~高山溪匯口	240	2,395	3,740	3	2	128	746	2660	1	0	
高山溪匯口~一號壩	122	635	1,440	4	0	104	450	893	0	0	
一號壩~觀魚台	40	159	224	1	0	4	83	44	0	0	
觀魚台~二號壩	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	
二號壩~二號破壩	0	0	0	0	0	5	11	50	0	0	
二號破壩 三號壩	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
三號壩~四號壩	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
四號壩~五號壩	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
五號壩~六號壩	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
高山溪一號破壩以下	2	33	7	0	0	0	1	2	0	0	
高山溪一~二號破壩	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
高山溪二~三號破壩	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
高山溪三~四號破壩	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
高山溪四號破壩以上	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
小計	404	3,223	5,411	8	2	241	1,292	3,652	1	0	

表 六：2002 年七家灣溪各河段櫻花鉤吻鮭幼魚族群存活比率比較表。

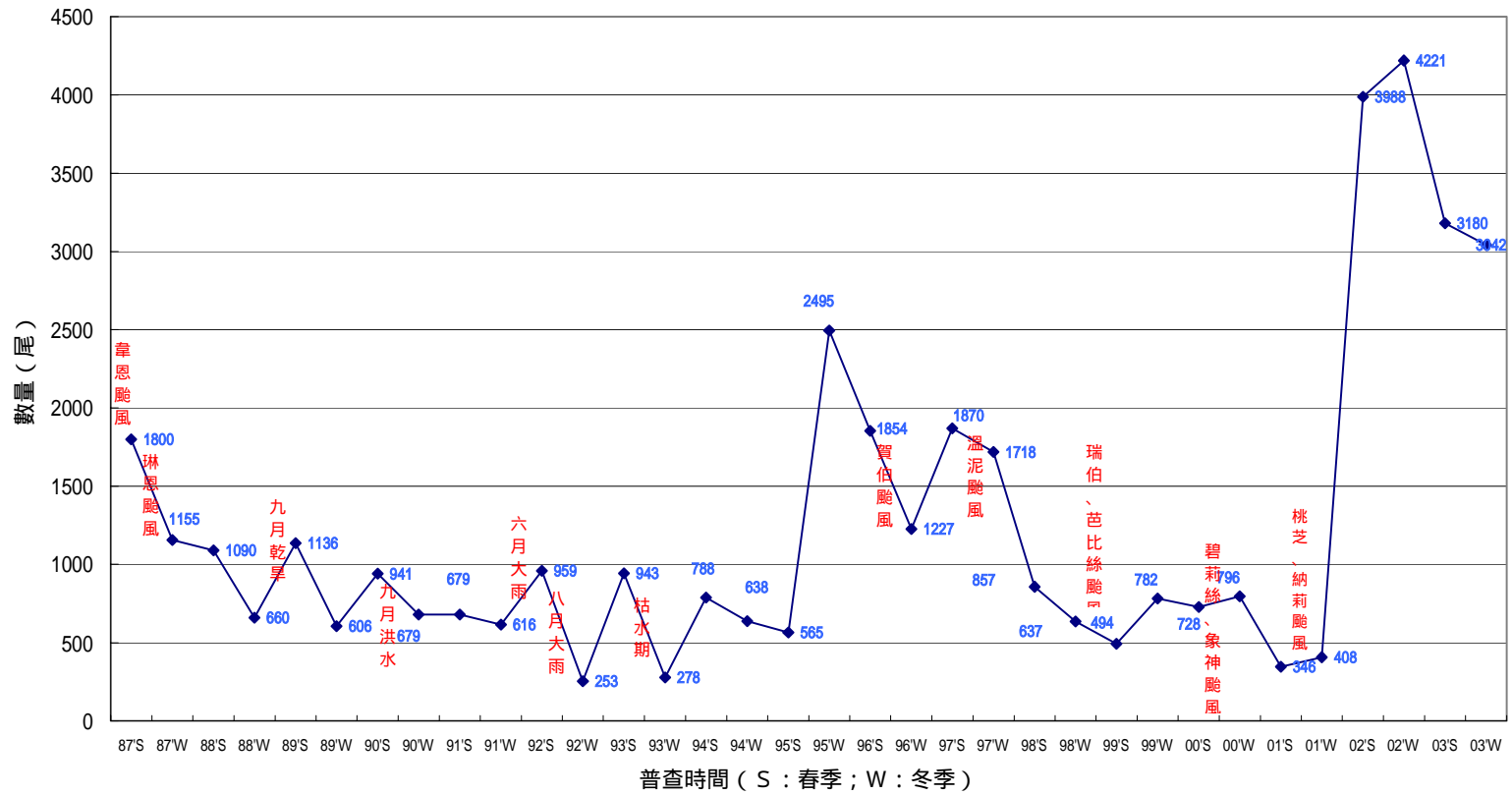
以 2002 年夏季族群調查數量作為基數 100%。並同時列出 1995-1996 年（以 1995 年夏季為基數 100%）與 1997-1998 年（以 1997 年夏季為基數 100%）幼魚族群的存活比例作為對照。

調查時間/族群		2002S	2002W	2003S	2003W
地點/百分比 (%)		一齡魚	一齡魚	二齡魚	二齡魚
七家灣溪	一號壩以下	100	134.8	51.7	19.1
	一至二號壩	100	74.1	72.7	31.5
	二至三號壩	100	140.6	86.6	100.9
	三號壩以上	100	78.4	53.5	49.5
	高山溪	100	83.5	45.8	30.1
2002-2003	合計	100	85.9	58.2	47.3
1997-1998					
調查時間/族群		1997S	1997W	1998S	1998W
地點/百分比 (%)		一齡魚	一齡魚	二齡魚	二齡魚
合計		100	71.6	25.0	21.2
1995-1996					
調查時間/族群		1995S	1995W	1996S	1996W
地點/百分比 (%)		一齡魚	一齡魚	二齡魚	二齡魚
合計		100	100.0	69.0	39.6



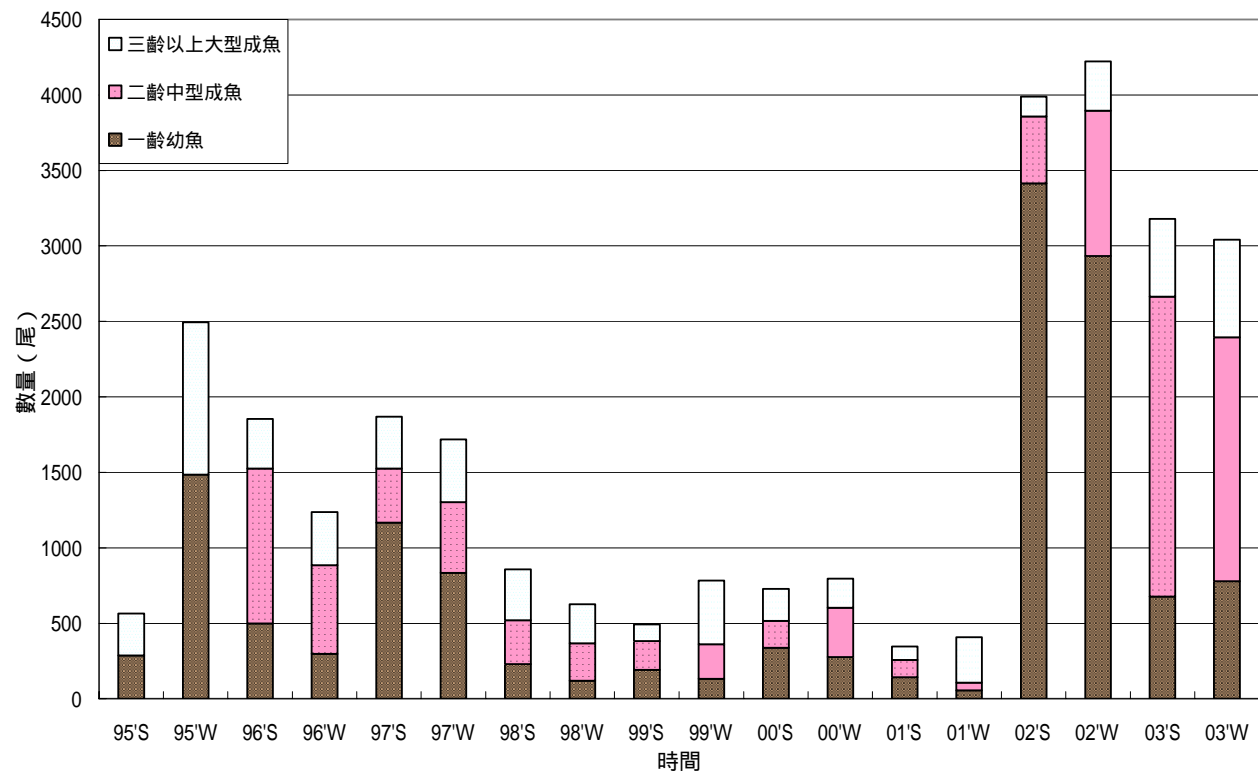
圖一：七家灣溪與高山溪流域位置圖。

圖中並且標出各個攔砂壩位置與編號，其中高山溪一至四號攔砂壩已經分別拆除完畢，七家灣溪二號壩則因大雨崩毀。灰色粗線部分為櫻花鉤吻鮭分佈範圍。



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 Tsao(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。去 (2002) 年秋季的調查總數為歷年最高值, 為 4,221 尾, 夏季次調查的數量則為 3,180 尾, 秋季則為 3,042 尾。



圖三：七家灣溪歷年櫻花鉤吻鮭族群結構變化圖。

調查時間自 1995 年以後至 2003 年資料。可以看出整個族群結構在 2002 年時因幼魚大幅增加而形成金字塔型結構。而此次調查則由於一齡幼魚長成為二齡中型成魚，且新孵化一齡幼魚更新情況維持穩定的情況下，變成中型成魚最多，而三齡以上大型成魚與一齡幼魚數量相當的桶型結構。

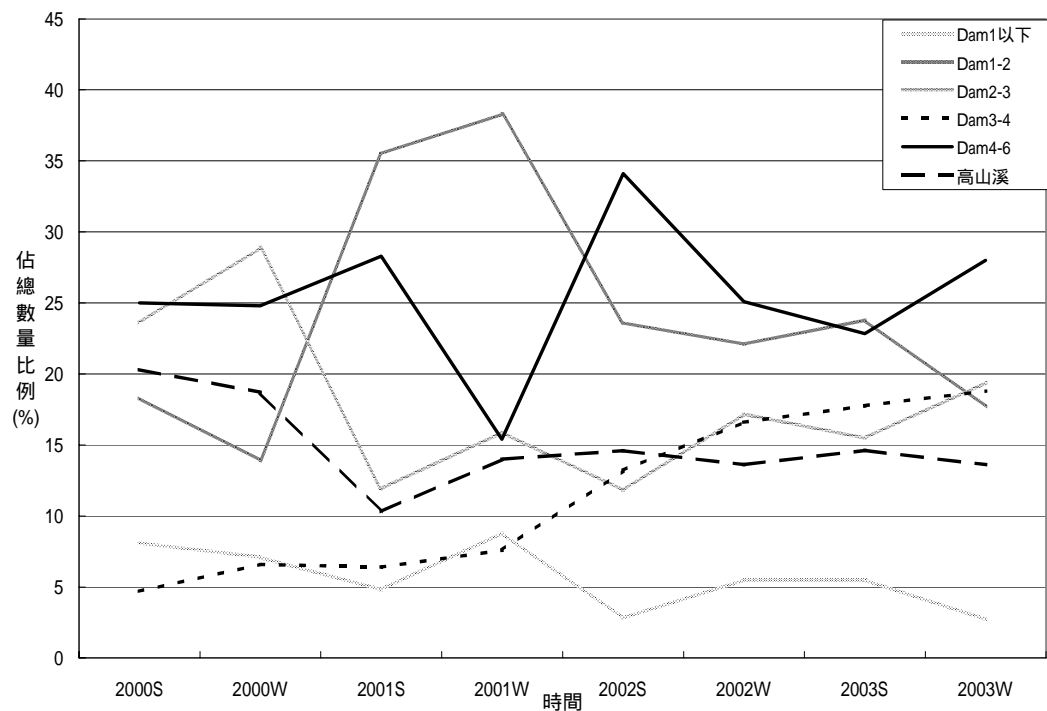
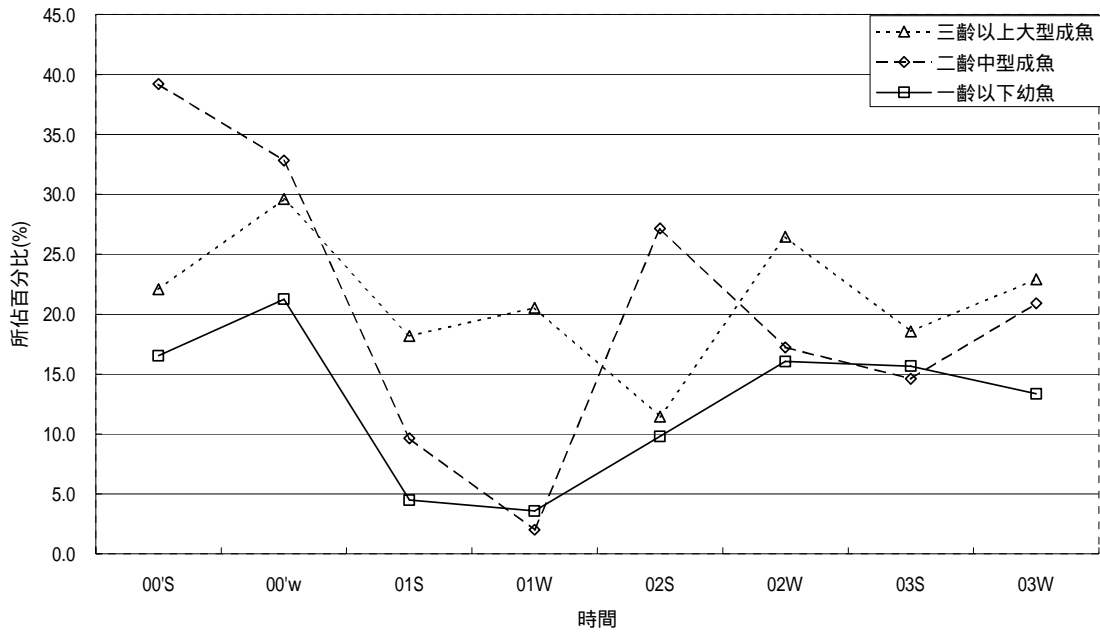


圖 四：七家灣溪各主要河段櫻花鉤吻鮭族群分佈比例變化圖。

調查時間自 2000 年夏季迄今。由圖中可見七家灣溪一號壩以下主流河段的族群比例不高，且有逐年下滑趨勢，最長河段的一至二號壩的族群比例攀升後又逐年下滑，而二至三號壩則在 2001 大幅下滑後穩定上升。三至四號壩維持穩定上升，四號壩以上河段的族群比例則變化幅度較大。高山溪全段在 20001 年下滑後攀高後即維持穩定的比例。

二至三號壩



一至二號壩

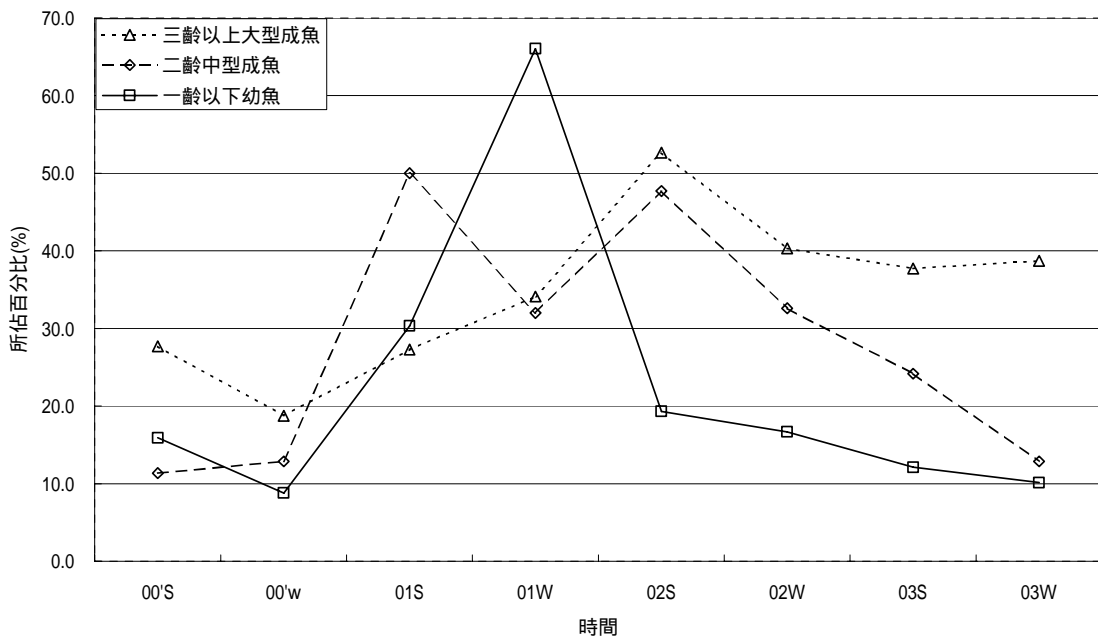


圖 五：七家灣溪一至二號壩與二至三號壩河段各齡鮭魚族群比例變化圖。

時間自 2000 年迄今。由圖中可見二至三號壩河段各齡族群，所佔整個族群比例有逐年降低情形，在 2001 年時降低到谷底，之後又小幅上升；一至二號壩河段的各齡鮭魚則有微幅上升的情形，至 2001 年到達高峰，之後又大幅下降。

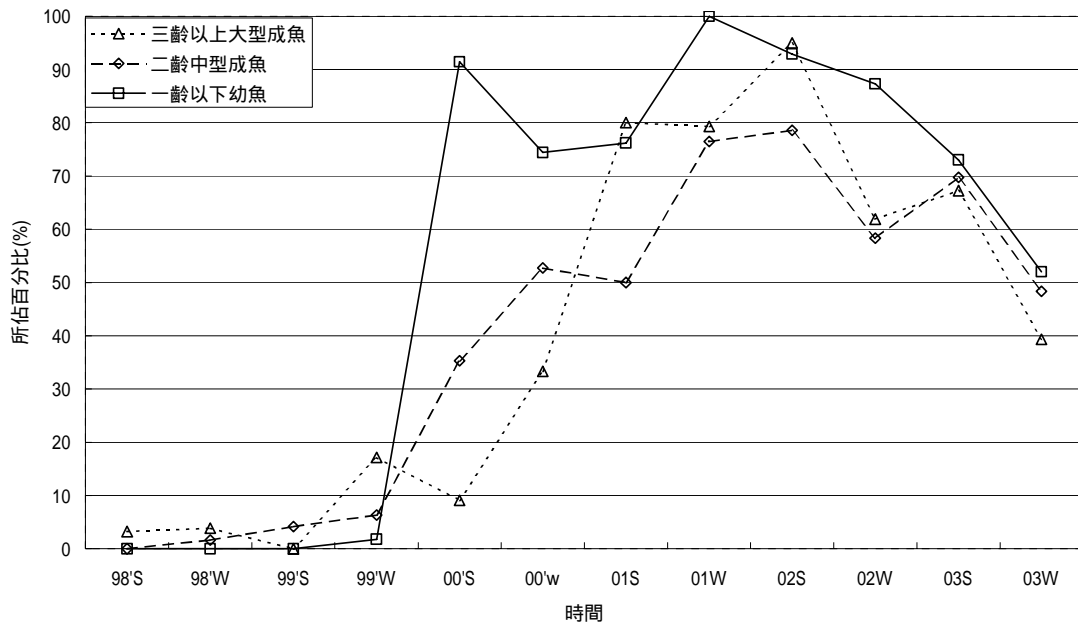


圖 六：高山溪三號壩以上河段各齡鮭魚族群比例變化圖。

時間自 1998 年迄今，統計值為三號壩以上河段族群佔高山溪全段族群的比例變化。由圖中可見 1999 年高山溪攔砂壩陸續拆除及復育放流後，各齡族群比例都逐漸攀升，尤其是幼魚族群的增加最為顯著且快速。不過近年來又逐漸下降，對照其他河段的數量，顯示上游族群有逐漸往下游擴散的現象。

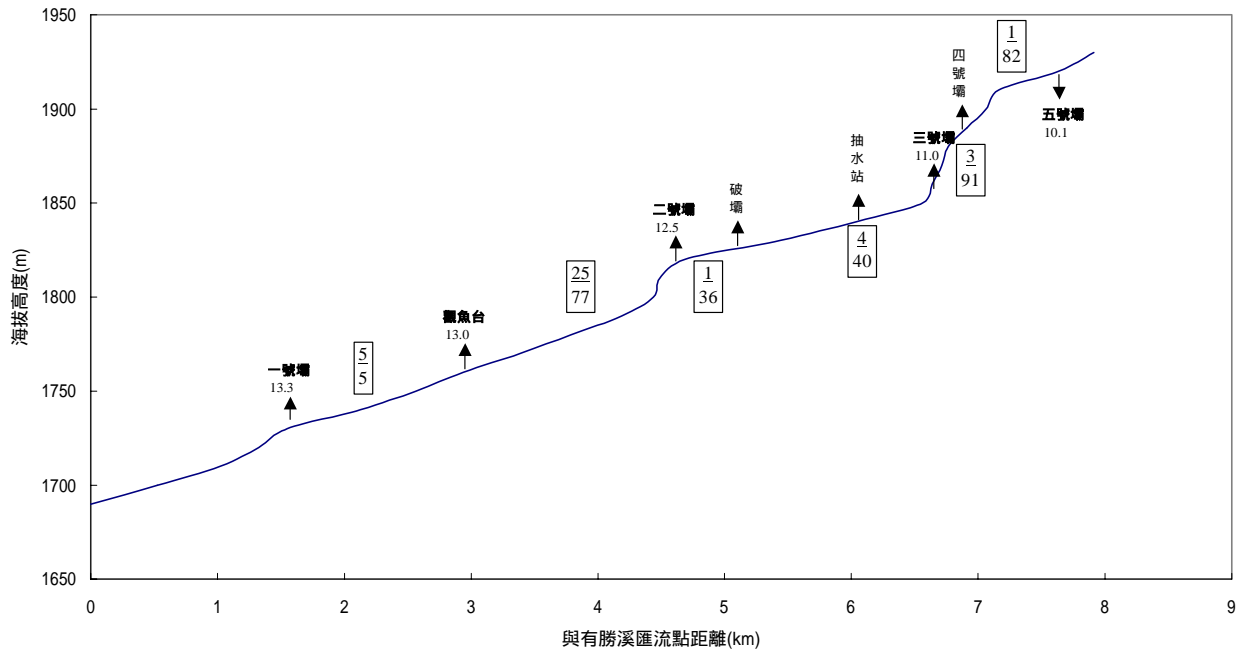


圖 七：2003 年夏季七家灣溪各河段櫻花鉤吻鮭幼魚數量與繁殖季水溫及產卵場數目比較圖。

各樣點水溫值為 2002 年十一月平均水溫，產卵場數目統計引用自吳雯菁(2003) (出版中，個人聯絡) 的資料。幼魚數量統計只有包含一號壩至五號壩間的主流河段族群，未包含桃山北溪與湧泉支流的鮭魚族群。

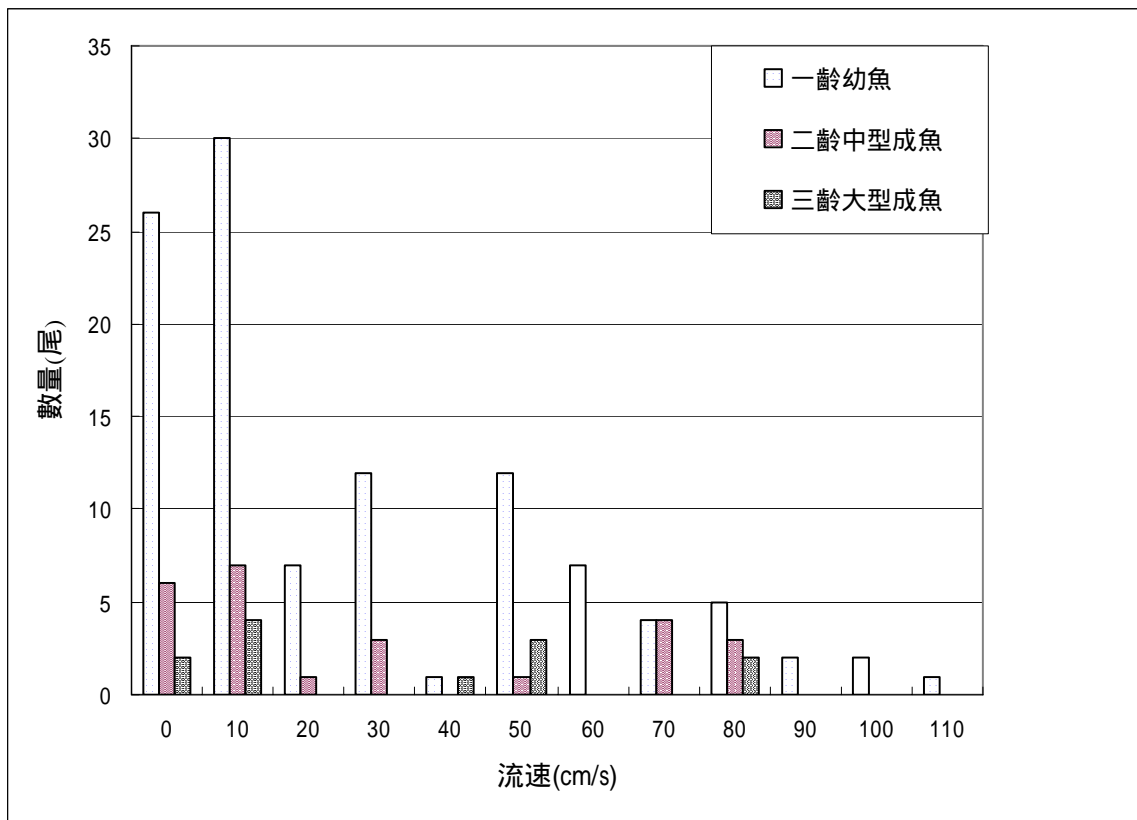


圖 八：高山溪各齡櫻花鉤吻鮭棲地流速分佈比較圖。

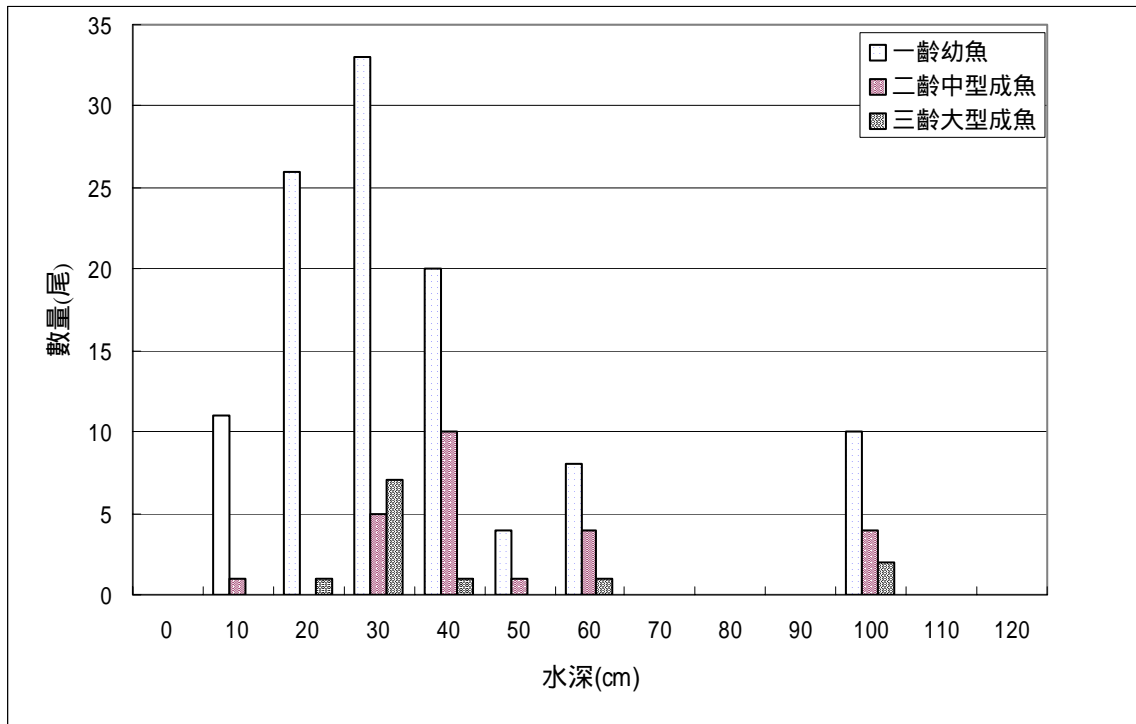


圖 九：高山溪各齡櫻花鉤吻鮭棲地深度分佈比較圖。

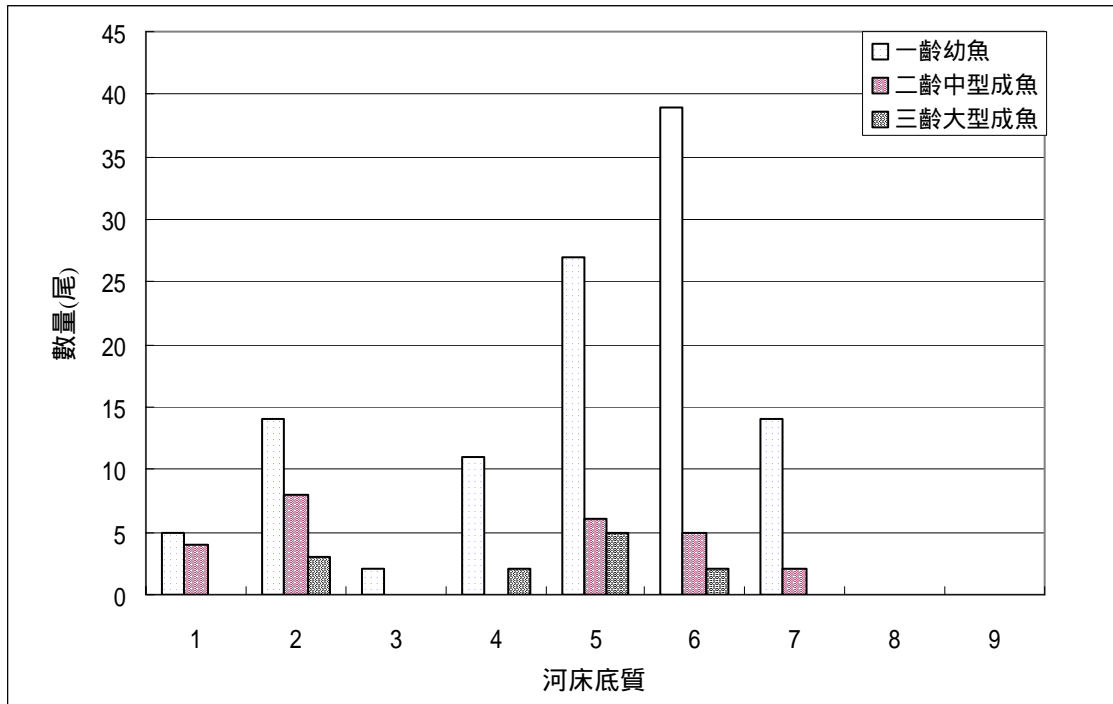


圖 十：高山溪各齡櫻花鉤吻鮭棲地河床底質分佈比較圖。

底質依據粒徑大小與性質，以目視或觸摸共分成九類，分別是(1)混凝土；(2)岩盤；(3)大石(粒徑 > 50cm)；(4)中石(粒徑 30 ~ 50cm)；(5)中卵石(粒徑 13 ~ 30cm)；(6)小卵石(粒徑 6 ~ 13cm)；(7)碎石(粒徑 < 6cm)；(8)砂粒；(9)淤泥。

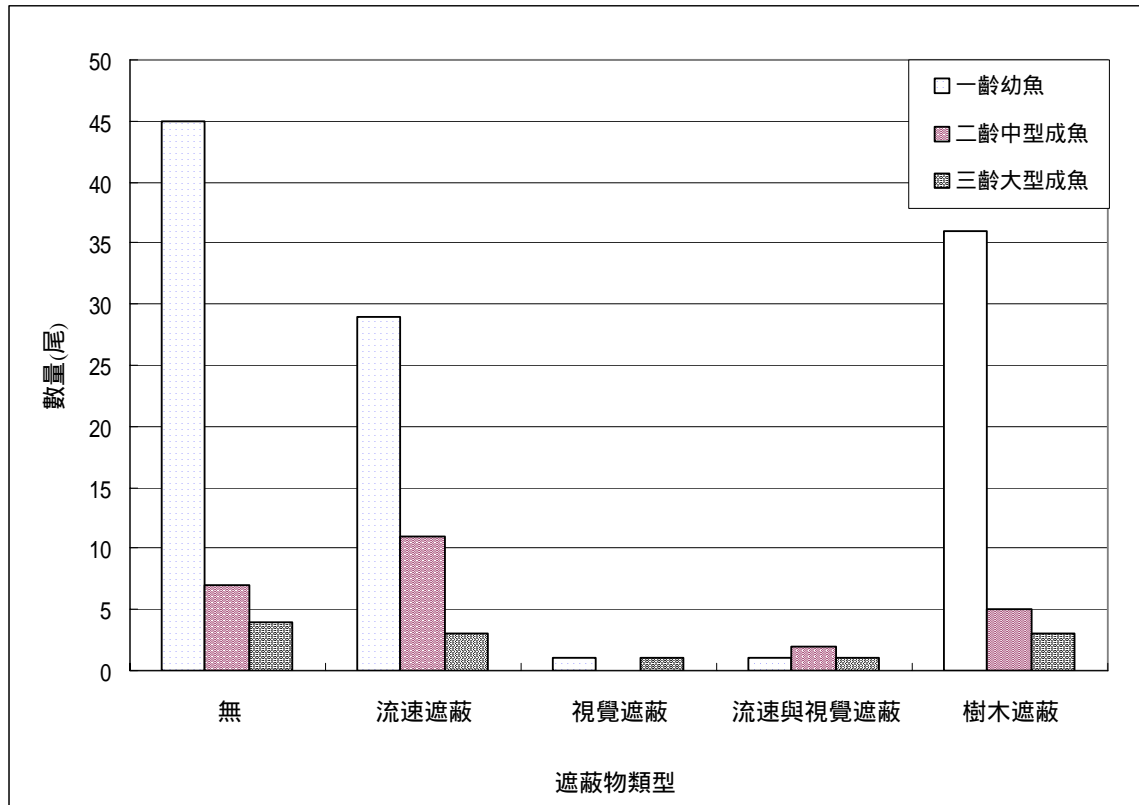


圖 十一：高山溪各齡櫻花鉤吻鮭棲地遮蔽物類型分佈比較圖。

遮蔽物依據 Thomas (1993) 的建議，加上樹蔭罩蓋的考量，以目視分類，共分成五大類，分別是 (1) 無遮蔽；(2) 流速遮蔽 (Velocity shelter)；(3) 視覺遮蔽 (Visual isolation)；(4) 流速與視覺遮蔽 (Combined)；(5) 樹木遮蔽 (Tree cover)。

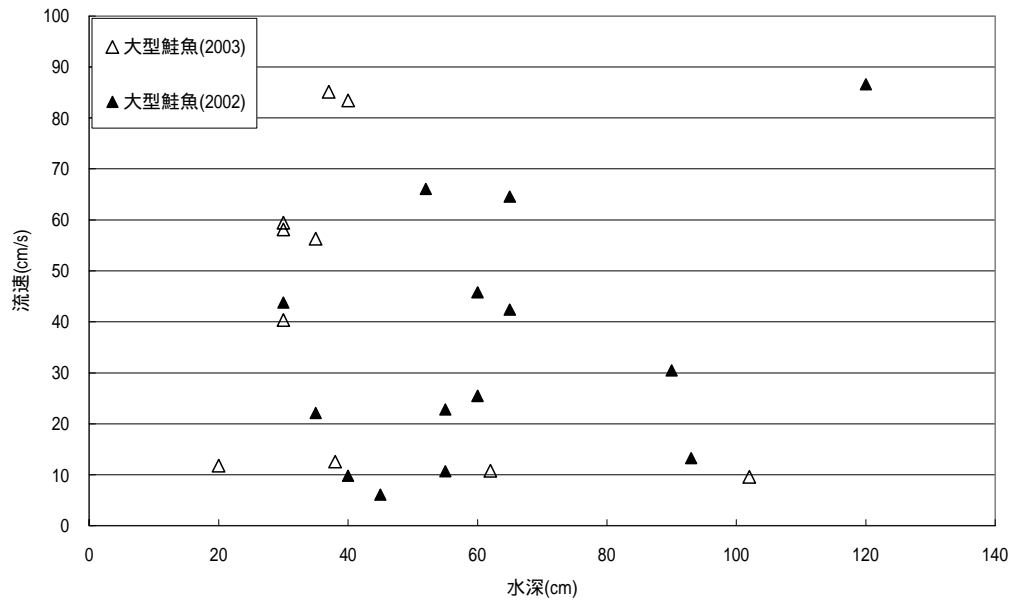


圖 十二：2002 年與 2003 年高山溪上游三齡以上鮭魚棲地流速與水深分佈比較圖。

