

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

PG9405-0372

094301020500G1005

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

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 94 年 12 月

9402 櫻花鉤吻鮭族群監測與動態分析

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、分布以及風災對族群影響.....	6
二、其他共域魚類的數量與分布狀況.....	9
三、櫻花鉤吻鮭歷年族群結構變化.....	11
四、歷年各主要河段族群比例變動.....	12
五、七家灣溪中游的族群消長及阻隔破壞的崩毀.....	13
六、高山溪的歷年族群變動狀況.....	14
七、幼魚的成長與更新情形.....	14
八、司界蘭河流域勘查.....	17
九、生態模式建立共同樣區的調查結果.....	18
肆、結論與建議.....	21
伍、誌謝.....	22
陸、參考文獻.....	23
附錄一：結案報告審查意見改善表.....	40
附錄二：期中報告會議記錄.....	41
附錄三：期末報告會議記錄.....	48

## 表目錄

表 一：2005 年夏季櫻花鉤吻鮭調查數量統計表。.....	26
表 二：2005 年秋季櫻花鉤吻鮭調查數量統計表。.....	27
表 三：海棠、珊瑚、龍王颱風（2005）、艾莉颱風（2004）與賀伯颱風（1996） 後七家灣溪各河段櫻花鉤吻鮭各齡族群保有率比較表。.....	28
表 四：2005 年與櫻花鉤吻鮭共域之魚類數量統計表。.....	29
表 五：2001 年迄今各齡櫻花鉤吻鮭在各河段所佔族群比例統計表。.....	30
表 六：七家灣溪各河段 1995、1997、2002 與 2004 年齡級櫻花鉤吻鮭幼魚族 群存活比率比較表。.....	31
表 七：歷年七家灣溪各河段孵化前期（十一月）平均水溫比較表。.....	32
表 八：2005 年七家灣溪固定樣點魚類組成相調查結果。.....	33

## 圖目錄

圖 一：七家灣溪與高山溪流域位置圖。.....	34
圖 二：1998 年至 2005 年櫻花鉤吻鮭族群數量年度變化圖。.....	35
圖 三：1995 年至 2005 年七家灣溪櫻花鉤吻鮭各齡族群結構變化圖。.....	36
圖 四：2000 年至 2005 年七家灣溪各主要河段櫻花鉤吻鮭族群分布比例變化 圖。.....	37
圖 五：2000 年至 2005 年七家灣溪二至三號壩以及一至二號壩河段各齡鮭魚 族群比例變化圖。.....	38
圖 六：高山溪三號壩以上河段各齡鮭魚族群比例變化圖。.....	39

## 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孑遺生物。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、年齡結構組成和分布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 2005 年七月間與十月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 2004 年繁殖季節後新生幼魚加入族群與 2005 年繁殖季前鮭魚數量與分布狀況，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。十月底並且前往司界蘭溪進行該流域櫻花鉤吻鮭族群分布與數量的調查。

### 三、重要發現

分述如下：

1、今 (2005) 年秋季調查整個七家灣流域總計記錄到 523 尾櫻花鉤吻鮭，其中一齡幼魚有 150 尾，二齡中型成魚有 175 尾，三齡大型成魚則有 198 尾。前一次的夏季普查時則記錄到 967 尾櫻花鉤吻鮭，其中一齡幼魚有 280 尾，二齡中型成魚有 423 尾，三齡大型成魚則有 264 尾。秋季調查結果較夏季總數減少 45% 以上，數量的大幅減少主要是受夏秋季節間多次颱風侵襲所帶來暴雨洪水所致，各齡族群中以游泳能力較差的一齡幼魚與二齡中型成魚折損情況較為嚴重，且上游河段的族群損失較下游河段嚴重許多。由於風災影響，因此族群結構由原本的桶狀結構轉變為倒字金字塔型結構。

2、高山溪與桃山北溪支流的棲地環境並未因風災豪雨產生重大變動，其鮭魚族群折損情形較七家灣溪族群也輕微許多，相對來說保留了一些上游河段族群。其中高山溪河段由於完全沒有攔砂壩的阻隔，即使為洪水短暫沖移至下游，但下游河段的鮭魚族群仍將逐漸溯回至上游河段。

3、除了一齡幼魚外，中、大型鮭魚都明顯集中在桃山北溪支流以及中游的七家灣溪一至二號壩河段，其次是最下游的一號壩以下河段。一齡幼魚則較集中在桃山北溪支流以及高山溪河段。中、大型成魚集中下游河段的現象，將影響未來上游河段幼魚族群更新以及數量分布狀況。

4、司界蘭溪本季的調查工作並未記錄到任何族群，但考量到可能的調查誤差，仍將持續對司界蘭溪進行不定期的監測，並與當地環山護溪隊保持聯絡，隨時掌握當地環境及族群動態。

5、2004 齡級幼魚族群存活率歷經今年夏季後的保有率僅為 12.1%，較 2002

## 櫻花鉤吻鮭族群監測與動態分析

齡級幼魚族群的 47.3% 低得許多，與前幾次嚴重風災後的保有率比較，2004 齡級遭受風災後的族群損失相對高得許多。其中各河段除了高山溪河段外，族群存活率都大幅下滑。

### 四、主要建議事項

1、桃山北溪前幾次調查即已存在相當數量的鮭魚族群，此次風災對此河段的影響不大，族群數量維持穩定，但由於河段仍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，造成該河段的族群岌岌可危。建議對此河段進行長期族群監測工作，並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。

關鍵詞：櫻花鉤吻鮭、七家灣溪、族群數量、生態調查



## Abstract

### Studies on population dynamics of the Formosan landlocked salmon

#### *Oncorhynchus masu formosanus*

Taiwan masu salmon (*Oncorhynchus masou formosanus*) is one of the 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 July and October of 2005, 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 2004 breeding season attending to the group and before the 2005 breeding season. In the end of the October, an investigation in the Sikairan creek was also conducted to ascertain whether Taiwan masu salmon has distributed in this creek.

The major findings are as follows:

1. In the autumn of 2005, the population of the masu salmon is 523, in which the amount of the one-aged juvenile is 150, the two-aged adult 175, and the three-aged adult 198. The previously investigated in the summer of 2005, the population of the masu salmon is 967, in which the amount of the one-aged juvenile is 280, the two-aged adult 423, and the three-aged adult 264. In comparison with the population investigated in the autumn has been decreased 45% than in the summer, those mainly because of the coming of the heavy rains and floods by several typhoons during the summer to autumn. The population of the one-aged juvenile that is weak in swimming ability and the two-aged adult lost more than three-aged adults, and the population located in the upstream lost more than downstream. The age structure of the population becoming from bottle shape (resemble pyramid shape) to inverse-pyramid shape because the two-aged adults and one-ages juvenile occupy more, and the large sized adults the less.

2. The habitat in the Kao-shan creek and Tao mountain north creek not seriously altered by typhoons and heavy rains. The population of salmon lost more slighter than the population in Chichiawan creek after typhoon, at the same time to reserve some upstream salmon population. Because it had not any checkdams in the Kao-shan creek, and the habitat not to be destroyed out by flood and keeping the various habitat, the salmon should be back to the upstream in the future.

3. Except the one-aged juvenile, the two-aged and three-aged adult massed up in the region of the Tao mountain north creek and checkdam no.2 to no.3 of middle

reach of the Chichiawan creek, minor in the region under the checkdam no.1, but some population still reserved in the upstream under the checkdam no.1. The one-aged juvenile gathered at the Tao mountain north creek and Kao-shan creek. The result of adults population concentrate on midstream and downstream will affect the quantity and distribution of the juvenile salmon in the future.

4. For the research in the Sikairan creek, the investigation in October didn't find out any salmon. We will still irregularly scheduled investigate the population and habitat of Sikairan creek to avoid of the error of survey, and contact with the leader of the stream-protect team in local village to get over the population present.

5. The mean preserved rate of 2004 year-class salmon after this summer is only 12.1% , much lesser than 47.3%, the rate of 2002 year-class salmon. Compared with several different survival rates after typhoons, the rate of 2004 year-class salmon reduce much more than others. And the survival rate substantially reduced at the other regions except Gao-shan creek.

And some suggestions are as follows:

1. A stable population of masu salmon certainly existed in the Tao-shan north creek and didn't disturbing by typhoon this time. But the reaches cut off by dams and small water falls, that caused the salmon in the lower reach becomes danger owing to the fluids are not stable in dry seasons. 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.

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

## 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布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，甚至在七家灣溪還可以用投網的方式，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，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。

## 櫻花鉤吻鮭族群監測與動態分析

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、2003），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、年齡結構組成和分布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布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布現況，以瞭解其族群數量和分布變化情形。

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布變化（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，影響族群的天然分布。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，以了解魚群分布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、結構及分布溪段的變化，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 2002 年幼魚數量大幅提高，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，鮭魚總數並且創下族群調查工作以來的最高數量。之後的幼魚更新狀況也不算差，因此自 2002 年以後的鮭魚數量都在三千尾以上，雖然各齡族群有所增減變動，但仍然顯得十分穩定。不過今（2004）年夏季以後，遭逢兩個敏督莉（Mindulle）以及艾莉（Aeri）颱風侵襲，歷史性豪雨造成的洪水，使櫻花鉤吻鮭再次面臨生存威脅，由於大多數的攔砂壩仍舊矗立，形成的阻隔效應使得風災對族群的衝擊放大，由觀察賀伯風災的經驗，棲地恢復以及族群穩定都需要二至三年以上的時間，甚至可能因為連續的天災，以及氣候變遷造成幼魚更新狀況不佳而使得族群數量跌到谷底，因此密切且持續地監測風災後櫻花鉤吻鮭族群變動以及棲地回復情形仍是相當重要且必須的工作。

## 貳、研究內容與方法

本年度計畫為了建立「武陵地區長期生態監測暨生態模式」，因而各相關計畫選擇九個共同樣點（圖一）進行監測。因此本研究亦針對這些共同樣區進行魚類種類與數量分布等調查工作。

為了延續以往的櫻花鉤吻鮭長期族群監測工作，本研究亦持續進行全流域的族群普查工作，於今年（2005年）五至六月間的夏季先進行本年度第一次鮭魚族群調查工作，以瞭解各河段櫻花鉤吻鮭在去（2004）年繁殖季節孵化及幼魚更新的狀況，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河流域，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，希望對七家灣河流域棲地現況及其與櫻花鉤吻鮭分布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、數量分布分析。調查結果均直接標示於河段圖面上，並比較歷年魚群數量、結構及分布的變化。

野外調查工作時，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*）的數量與分布狀況。不過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

## 櫻花鉤吻鮭族群監測與動態分析

量眾多，並不如櫻花鉤吻鮭般容易判定。不過為了調查與記錄的方便，我們並未針對台灣鏟頰魚等不同體型族群的數量與分布狀況分別記錄，亦未針對其他魚類不同齡魚數量分別進行討論。

此外，司界蘭溪原本有不少的鮭魚族群，但去（2004）年在颱風過後前往調查，並未發現到任何族群。但今年與當地環山護溪隊聯絡後發現該河段在今年還是有發現到魚群蹤影。不過由於大雨頻仍以及調查時間衝突的問題，無法在期中報告前順利完成調查工作。本研究將於期中報告結束後，再擇期前往司界蘭溪流域，並計畫夥同當地環山巡守隊前往進行調查工作，其調查成果及與七家灣溪流域的比較討論將一併在期末的簡報中呈現比較。

## 參、結果與討論

### 一、櫻花鉤吻鮭族群數量、分布以及風災對族群影響

今(2005)年夏、秋兩季普查結果分別如表一與表二，最近一次的秋季調查整個七家灣溪流域總計記錄到 523 尾櫻花鉤吻鮭，其中一齡幼魚有 150 尾，二齡中型成魚有 175 尾，三齡大型成魚則有 198 尾。前一次的夏季普查時則記錄到 967 尾櫻花鉤吻鮭，其中一齡幼魚有 280 尾，二齡中型成魚有 423 尾，三齡大型成魚則有 264 尾。比較秋季與夏季調查結果，整個族群數量大幅減少 45.9%，各齡鮭魚的族群數量都有減少，其中三齡以上大型鮭魚減少 25%，二齡中型鮭魚減少 58.6%，減少幅度最為嚴重，一齡小型鮭魚則減少 46.4%，折損情況亦相當嚴重。今年夏季以來，因為遭逢多次風災的侵襲，包含七月強烈颱風海棠(Haitang)，八月份中度颱風馬莎(Matsa)、輕度颱風珊瑚(Sanvu)、強烈颱風泰利(Talim)，九月份強烈颱風龍王(Longwang)都對七家灣溪流域造成輕重不等的損失，整個河床棲地狀況也因此多次改道。尤其九月底的強颱風龍王颱風，因為已經進入櫻花鉤吻鮭的繁殖季節，因此對鮭魚的影響可能最大。風災對七家灣溪流域櫻花鉤吻鮭族群變動待後詳細討論。

今(2004)年秋季族群調查發現櫻花鉤吻鮭的分布範圍如圖一。依據以往調查經驗，會有零星鮭魚個體因洪水暴雨被沖移到更下游河段，甚至是松茂附近的大甲溪河段都有發現鮭魚的記錄，有些個體亦會游入有勝溪下游河段，但由於河段距離太長，加上那些櫻花鉤吻鮭分布相當分散且並無法形成穩定的族群，因此並未針對大甲溪河段進行詳細調查，亦無法將這些零星個體納入總數。事實上，這些河段的水溫與水質環境並不一定合適鮭魚的繁衍，因此這星零星記錄到的鮭魚個體並不能形成穩定的族群。櫻花鉤吻鮭主要族群的分布起點仍以有勝溪匯流點，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，高山溪流域則可達到四號破壩下。高山溪的櫻花鉤吻鮭分布上限自去(2004)年秋季即因當地水文地形變動而侷限在四號壩下，這是因為高山溪流域受到風災洪水淘蝕，整個上游河床基盤下降一公尺以上，造成原先已經拆除的四號破壩壩基又抬高形成新的阻礙，使得所有被洪水沖移至四號破壩以下的鮭魚個體都無法順利回溯，以上河段在之後調查都未記錄到任何鮭魚個體。



## 櫻花鉤吻鮭族群監測與動態分析

七家灣溪上游的五號壩在此次風災也因洪水被切割出一塊缺口，使得四至六號壩間的河段成為沒有阻礙的新河段。復育中心旁已經崩垮的二號壩，在這次風災更被洪水整個沖移摧毀，僅存左翼的壩基遺址，其餘部分則散落下游河床。更上游的二號副壩（石壩），則在今年十月風災來襲的時候，整個崩毀，不過仍有殘破的壩基形成約一公尺左右落差，加上該河段在破壩下游五十米以內河段的水流都非常湍急，雖然落差並不算高，但對櫻花鉤吻鮭來說或許仍是個地形阻礙，此部分還有待較長期持續的觀察才能知曉，在本文中仍將此壩視為一個高差阻礙進行後續的討論。

以櫻花鉤吻鮭在七家灣溪的空間分布狀況而言，夏季調查時以七家灣溪一至二號壩（包含舊稱二號壩，但已經崩壞的攔水堰至二號副壩區段）河段的族群數量最多，共記錄到 356 尾（佔整個族群的 36.9%）。三至四號壩（含桃山北溪全段）河段居次，記錄到 219 尾，佔 22.6%。再其次為高山溪匯流點以上的整個高山溪河段，共計 168 尾，佔整個族群的 17.4%。其他河段包含二至三號壩（包含二號破壩以上及湧泉支流共計 72 尾，佔 7.4%）與四至六號壩（共計 69 尾，佔 7.2%）都不超過總數的 10%。

最近一次的秋季調查則以三至四號壩（含桃山北溪全段）河段的族群數量最多，共記錄到 149 尾（佔整個族群的 28.5%），不過其中絕大多數的鮭魚都是在桃山北溪被紀錄到，三至四號壩主流僅發現三尾。其次是一至二號壩（包含舊稱二號壩，但已經崩壞的攔水堰至二號副壩區段）河段的 119 尾，佔整個族群的 22.7%。其次則為高山溪河段的 103 尾，佔所有族群的 19.7%。再其次則為一號壩以下的 73 尾（佔 13.9%）。二至三號壩（包含二號破副壩以上及湧泉支流）河段則共記錄到 59 尾（佔 11.2%）以往數量頗多的四至六號壩河段，族群比例下降情況更為嚴重，本次調查結果合計僅發現 20 尾，佔整個族群的 3.8%，為本季調查中最低的河段，其中若分開統計，四至五號壩更只有發現到 2 尾（佔所有族群的 0.4%）個體。

由於今年多次風災暴雨的影響，加上攔砂壩阻隔影響，整個族群比例明顯傾向下游河段，只有桃山北溪由於環境狀況十分良好，形成一個鮭魚的避難所，不過因為桃山北溪其實亦有一個小瀑布和攔砂壩分隔成三個河段，若以各個小河段來看，與歷年相較其族群比例也有往下游移動的現象。高山溪河段雖然沒有攔砂壩的阻隔，但原先以三號破壩以上河段族群為優勢的現象也被打破，族群亦明顯

向較下游河段集中。

若以各齡鮭魚的分布來看，三齡以上大型鮭魚在夏季調查時集中在一至二號壩（佔所有族群的 39%）、高山溪（18.2%）和三至四號壩（18.2%）河段，不過在秋季調查時，因為各河段受風災侵襲族群損害狀況不同，因此有所變動，三齡以上大型鮭魚轉而集中在一至二號壩（佔所有族群的 29.8%）、三至四號壩（21.2%）以及一號壩以下（17.2%）河段。

二齡中型鮭魚族群的分布在夏季調查時集中在一至二號壩（佔所有族群的 47.3%）、三至四號壩（14.7%）和高山溪（10.4%）河段，和三齡以上大型鮭魚的分布狀況一樣，不過秋季調查時發現，族群轉而集中在三至四號壩（佔所有族群的 27.4%）、高山溪（25.1%）和一至二號壩（21.1%）河段。這是因為風災造成主流河段的鮭魚族群大幅減少所致。

至於一齡幼魚原本在夏季調查時集中在三至四號壩（38.9%）、高山溪（27.1%）以及一至二號壩（18.9%）河段。在秋季調查時則集中在三至四號壩（39.3%）、高山溪（20.7%）以及一至二號壩（15.3%）河段，和夏季調查結果的分布狀況大致相同。

各齡鮭魚的分布狀況並不均質，不過中、大型成魚集中在下游河段，幼魚則較集中在支流。各齡族群夏秋兩季間的增減變動主要受到夏秋季之間頻繁的風災所導致。而三至四號壩河段因為桃山北溪支流（舊稱無名溪）的族群數量一直相當穩定，反而在秋季調查時躍居族群的主要分布點。

為了評估此次風災對櫻花鉤吻鮭造成的影響，將風災前後族群數量變化統計整理列於表三，並且同時列出去（2004）年艾莉颱風，以及 1996 年十月在七家灣溪也造成極嚴重災害的賀伯風災，之後當時櫻花鉤吻鮭族群保有的狀況作為比較，由夏、秋兩季族群數量的比較，風災後保有率為 54.1%。其中大型成魚保有 75%，中型成魚保有比例為 41.4%，幼魚則為 54.6%，保有率與體型大小有正比關係，體型越大的三齡以上鮭魚，由於游泳能力較佳，在躲避洪水暴雨侵襲下有較高的族群比例得以倖存。觀察 2004 年與 1996 年的賀伯風災前後族群數量亦有類似的結果。相較 2004 年艾莉颱風過後的狀況，似乎今年的族群減少狀況較為不嚴重，不過這是由於作為基數的 2005 年夏季族群總數量本來就已經不高，因此造成風災對族群折損狀況的低估。

由表三所列比較各個河段的保有狀況，各個河段似乎呈現不均質的變動，尤

其是中游上段（二至三號壩河段）呈現不尋常的增加，不過如果仔細比對，會發現風災過後反而增加是因為原本風災前的數量就已經不高，都只有零星幾十尾的紀錄，因此只有小幅增加就產生風災過後不減反增的假象。如果不考慮二至三號壩河段的狀況，則有越往上游河段，保有率越低的趨勢，下游河段的一號壩以下河段與中一至二號壩河段，都因為有上游族群的補充，而呈現相對增加或是折損比較不嚴重的情況，比較 2004 年艾莉颱風過後族群保有情況也有類似的情形。桃山北溪的損失情況也相對低得許多，這是因為該河段受到風災影響幅度較小，族群折損相對較少的緣故。

高山溪河段族群存活狀況則是另外一個不同的狀況，高山溪因為環境特性的關係，在洪水時並無大面積的沙洲地可以提供魚類躲藏避難之用，加上前幾次的洪水對底質形成嚴重的淘刷，因此族群比例會大幅嚴重折損，不過由於該河段的所有攔砂壩都已經都被拆除，除了上游的殘壩形成的阻礙外，並沒有任何障礙阻止鮭魚的上溯，因此遭受豪雨擾動後，之後的棲地及族群數量又會再逐漸恢復。不過高山溪河段在今年風災過後的族群損失狀況並不若去年嚴重。

若比較各齡鮭魚的損失狀況，各河段大致都是中、大型成魚的族群存活比較較高，而游泳能力較差的幼魚相對存活狀況較差。

## 二、其他共域魚類的數量與分布狀況

今年夏、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布狀況調查，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，其結果整理如表四。由於數量眾多，族群優勢加上河域寬廣，又喜愛聚集成群，即使是以浮潛進行觀察，台灣鏟頰魚的數量仍然不易正確估計，因此表中的數量較櫻花鉤吻鮭族群調查結果誤差會來得更高。

兩季調查結果顯示，台灣鏟頰魚數量仍然集中在七家灣溪一號壩以下河段，特別是高山溪匯流點以下至迎賓橋河段的數量最多，超過整個流域族群數量的 1/2 以上。在高山溪則主要分布在高山溪一號破壩以下的河段，但仍有零星個體會上溯至較上游的河段。

2004 年因為艾莉風災的影響，台灣鏟頰魚分布範圍雖然沒有改變，但數量在當時僅存原來族群的 56%，對台灣鏟頰魚族群造成相當嚴重的族群損失。因

此今年兩季所記錄到的總數與往年相較來說都不算多。

由於二號壩早在 2002 年時即因颱風崩壞，形成可以自由上溯的通路，此次的風災更是將整個壩體沖垮摧毀，更上游的二號石壩（副壩）也在今年九月風災被沖破，因此原石壩以上至三號壩河段已經可以記錄到零星台灣鏟頰魚的分布，本次秋季調查雖然僅有紀錄到一尾個體，不過這顯示原本石壩的阻隔效應已經消失。未來台灣鏟頰魚如何上溯擴散，本研究將持續監測。不過由於以往的觀察記錄發現，七家灣溪在觀魚台以上河段的台灣鏟頰魚數量原本就不多，且多零星分布，並未如下游般成群聚集。這也許是上游水溫較低或是附著藻類較少，不適合鏟頰魚生活所致，因此或許仍可視觀魚台附近為台灣鏟頰魚的分布上限。在沒有任何攔砂壩阻隔的高山溪河段，也有觀察到這樣的現象，台灣鏟頰魚族群大略以高山溪一號破壩為界，以上的上游河段僅偶見零星個體蹤影。

值得注意的是，台灣鏟頰魚族群迄今總共進行三年六次的完整數量調查，監測的結果顯示，無論是總加或是各河段的數量，都有逐年遞減的趨勢。不過櫻花鉤吻鮭的數量有時並未和台灣鏟頰魚有同步減少的現象，這其中或許除了不可避免的調查誤差外，可能還有其他因素也同時影響到台灣鏟頰魚幼魚族群數量、分布及族群更新的狀況。

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。熱帶性魚類的蝦虎魚不耐低溫，以往在夏季調查時在有勝溪匯流點還可以偶然見到，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布範圍則有到達一號壩以上河段的紀錄。

今年夏季調查在一號壩以下河段共記錄到兩尾纓口鰍，秋季則並未有記錄。蝦虎魚則在這兩季調查中都沒有看到。

這些與櫻花鉤吻鮭同時分布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不多，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太大。

### 三、櫻花鉤吻鮭歷年族群結構變化

將歷年族群調查數量及族群結構整理比較如圖二（族群數量變化圖）與圖三（族群結構變化圖），今（2005）年秋季調查結果是自 2002 年幼魚大發生以來的最低數值，先前幾年內雖然也有遭逢旱災或颱風等天候影響，但其間調查族群數量都至少在 3000 尾以上。去（2004）年艾莉颱風侵襲之後，當年度秋季的調查結果至少也還有 1500 尾以上的數量。今（2005）年秋季由於接連的風災侵襲，不但鮭魚總數大幅降低，也由於各齡級鮭魚折損狀況不同，影響到年齡結構的組成。去（2004）年兩季以及今（2005）年夏季調查都還是二齡中型成魚及一齡幼魚數量相當，三齡以上大型鮭魚的數量較少的桶狀結構，但秋季就演變成，齡級越小，數量越少的情況，亦即三齡以上成魚數量最多，一齡幼魚數量最少的倒金字塔型結構。以族群結構來說，這是最不穩定的族群結構，也顯示去年幼魚的更新狀況並不好。

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）。觀察櫻花鉤吻鮭歷年的族群結構變動似乎也可以觀察到這樣的現象，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，以及攔砂壩效應的干擾，似乎並不容易直接判定。由於台灣櫻花鉤吻鮭和台灣其他溪流性魚類不同，一年僅繁殖一次，因此其繁殖季節的成功與否，直接關係到隔年的幼魚族群數量與分布狀況，因此其族群數量與結構特別容易遭逢到天災變動的影響。雖然櫻花鉤吻鮭進行繁殖季節的秋冬季節，已經是一年之中豪雨風災最少的時節，不過由近年來風災侵襲的狀況來說，以及全球氣候變遷的可能影響，似乎櫻花鉤吻鮭族群的未來將遭受很大的挑戰。

#### 四、歷年各主要河段族群比例變動

比較歷年各主要河段自 2000 年以來的族群比例變化（圖四與表五），可以發現七家灣溪一號壩以下主流河段的族群比例原本一直都不高，以往的族群比例通常都是各河段中最低的。這是由於該河段的水溫環境通常偏高，並不合適鮭魚繁衍。不過由於颱風的洪水，將高山溪以及七家灣溪上游河段的許多鮭魚沖移至此，因此族群比例較往年提高許多。

高山溪河段的鮭魚族群比例則自 1999 年攔砂壩陸續拆除，河道上下游形成穩定通路後，由於上游環境良好且棲地穩定，幼魚更新也十分良好，因此總數量即一直呈現穩定上升的趨勢。不過去（2004）年艾莉風災對高山溪的棲地及鮭魚族群都造成相當大的衝擊，整個河道淘刷嚴重，底床劇烈下切，原本穩定的上游河段鮭魚族群都因大雨死亡或被沖移至下游河段，許多個體可能甚至沖移至七家灣溪下游河段，所佔族群比例因此銳降至歷年最低數值。不過幸好今年度兩季的族群比例又逐漸攀升。顯示高山溪雖然也會受到風災等干擾族群分布，但由於整個河道暢通沒有人工構造物的阻隔，因此族群數量與比例可以在風災後棲地環境穩定後自然逐漸回復。

七家灣溪最上游的三號壩以上河段，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，先前 2002 年幼魚大幅增加的時候，鮭魚族群總還佔有相當比例。當時的三至四號壩河段雖然很短，約僅 500 公尺左右，但因為還有許多大型深潭存在，加上桃山北溪（無名溪）小瀑布以上有數量穩定的鮭魚族群分布，因此族群數量與比例仍高，由原先未達 5% 攀高至近 20%。艾莉風災後，由於三至四號壩主流的棲地整個改觀，所有深潭都被淤滿，因此族群比例整大幅減少，不過由於桃山北溪的族群受到風災影響較少，因此當其他河段因為風災影響族群比例大幅減少外，此河段佔所有族群比例反而逐年增加。原本在 15%~35% 之間變動的四號壩以上河段，則也受到艾莉風災的影響，族群比例大幅降低至 10% 以下，且在本季兩次調查中有逐年遞減的情形。

中游主要河段的一至二號壩與二至三號壩的族群比例呈現不規則的劇烈變動。由於兩河段兩兩相鄰，又是整個七家灣溪流域內距離最長的無障礙河段。由於棲地多樣，歷年調查結果亦顯示此兩河段通常為櫻花鉤吻鮭分布的最主要河段尤其是以中大型的成魚居多，為了進一步釐清其歷年族群比例的相互變動趨勢，特別比較此二河段的各齡鮭魚族群變化情形如圖五。

## 五、七家灣溪中游的族群消長及阻隔破壩的崩毀

二至三號壩間河段的各齡鮭魚比例都有逐年下降的趨勢，雖然三齡大型成魚比例變動在 2003 年以前的下降情況較為緩和，但長期來看仍是呈現下降趨勢。一齡以下幼魚以及二齡中型成魚比例雖然在 2002 年有攀升情形，但相對往年比例仍舊不高。至 2004 年以後的族群比例又明顯下滑。

一至二號壩河段的各齡族群歷年變化呈現較為劇烈的變動，且有不同的趨勢。三齡以上大型鮭魚一直佔有相當比例，通常都佔整個族群的 40% 左右。不過在今（2005）年兩次調查反而呈現遞減的情形。一齡的幼魚與二齡中型鮭魚則呈現大幅變動，特別是幼魚族群有兩個 60% 左右高比例的高峯期，顯示該河段的幼魚族群並不穩定。由於一至二號壩河段的長期水溫監測顯示，在秋季繁殖季節的水溫通常較上游河段來得高些，並不利於幼魚的自然繁殖，因此雖然該河段的成魚比例極高，但每年幼魚更新狀況卻不甚穩定，其中有不少都是上游河段被洪水沖移來此的，族群比例因此呈現劇烈變動。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。

一至二號壩與二至三號壩兩河段的族群比例差異在艾莉風災過後更為顯著，無論是三齡以上成魚或是一齡幼魚，都有近 50% 的族群集中於此河段，不過今（2005）年歷經春季大雨以及夏秋多次風災影響，各齡族群比例都有減少趨勢。由於舊復育中心旁原先設計作為攔水堰的「二號壩」在 2002 年七月因為長期淘刷底盤加上遭受風災洪水衝擊，造成整個壩體坍塌崩壞，形成一個新的通路，不過當時下游的魚群雖然可以自由上溯，但仍會被阻隔在「二號副壩」（二號石壩）前。整個一至三號壩河段，目前僅剩此石壩阻隔鮭魚上溯，本研究先前曾經提出以利用人工或輕機具等較為簡單的施工方式進行，主要採取對環境衝擊性小的施工法，對該壩進行改善或是拆除工程。不過接連多次的豪大雨與風災，長期飽受淘空基礎的副壩也在今（2005）年十月的龍王風災整個崩毀，不過其攔砂壩基礎尚還有約一公尺左右的落差，加上之前的峽谷河段水流十分湍急，或許對櫻花鉤吻鮭來說仍然是個落差，這還需要較長期且持續的觀察與調查才能確定。

## 六、高山溪的歷年族群變動狀況

高山溪整個流域原先在 1999 年陸續拆壩形成通路後，櫻花鉤吻鮭族群比例即呈現穩定上升的趨勢（圖四）。特別是最上游的高山溪三號壩以上河段，從拆壩完成後，由於棲地型態多樣，河床底質穩定，水溫環境優良（林等，2001），一開始即吸引許多成魚上溯集中於此，之後的幼魚更新也都相當穩定，加上當時三號壩以下河段仍然因為兩岸砂石堆積，水流湍急，加上時有工程干擾，棲地型態與底質都尚未完全穩定（葉等，2001），因此上游河段各齡鮭魚的比例一直佔有整個高山溪族群的 50% 以上（圖六）。原先在 2003 年秋季調查的結果顯示，由於上游族群的穩定及擴展，高山溪中游河段的幼魚數量也開始增加，最下游河段也開始記錄到零星的鮭魚個體分布。不過去（2004）年嚴重的豪雨，造成高山溪各河段的族群分布狀況完全改觀，原先穩定的上游河段族群收到嚴重的衝擊，中大型成魚的族群比例降低至 23% 以下，幼魚也僅保有 30% 不到的族群。不過由於整個高山溪流域是完全沒有阻礙的自由河段，因此雖然此次風災對該流域的族群造成嚴重的損失，但是當棲地環境又逐漸穩定之際，還是可以吸引到下游以及七家灣溪河段的鮭魚上溯至此，在今（2005）年夏季就已經發現，有不少鮭魚個體已經回溯到上游河段，其中以大型的三齡鮭魚以及二齡中型鮭魚較為明顯，一齡幼魚則還是分布在高山溪的下游河段。不過本季調查因為連續風災影響，族群恢復狀況並不如預期，反而上游河段的族群變得更少。不過相信對高山溪流域的族群來說，只要棲地環境並未遭受破壞，族群的逐漸恢復只是時間上的問題而已。此外，高山溪原四號破壩因為河道嚴重沖刷形成高落差，因此變成新的地理阻礙。

## 七、幼魚的成長與更新情形

曾（2004）針對 2002 齡級的幼魚族群進行過自然死亡率的統計，發現到以總數量來說，第一年的越冬死亡率為 58.2%，第二年的越冬死亡率則為 16%。以同樣的方法統計去年孵化的 2004 齡級幼魚存活情形如表五，2004 年的一齡幼魚記錄到共 1,448 尾，在秋季調查時則僅剩下 628 尾，到今年時長成為二齡中型鮭魚只記錄到 432 尾。如果以 2004 年夏季為基準 100%，則秋季調查時數量減少為 43.4%，今年夏季則降至 29.2%（表六），越冬存活率不到 30%，秋季調查時更降至 12.1%。相較 2002 齡級的結果，2004 齡級的死亡率高出許多，這應是今



年多次風災所帶來嚴重的豪雨洪水所導致。

比較歷年調查中同樣幼魚大量增加的 1995 年與 1997 年，其幼魚存活情形，在 1995 年的一齡魚原有 1,485 尾（100%），在 1996 年夏季時還有 1,025 尾（69%）成長為二齡中型成魚，但秋季則降至 588 尾（39.6%），越冬存活率約 40%，再隔年歷經繁殖季後，則僅存 344 尾（23.2%）。而 1997 夏季時的幼魚數量有 1166 尾（100%），至秋季調查時還有 835 尾（72%），到了隔年 1998 年的夏季調查時，卻只剩下 292 尾（25%），到秋季調查，更降至 247 尾（21.2%），其越冬存活率不到 25%，再隔年歷經繁殖季後，僅存 110 尾（9.4%）。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，才會造成較高的越冬死亡率。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。由以上比較來看，2004 齡級的存活情形比較接近 1995 與 1997 年齡級的狀況，也可以大略估計出風災的有無對當年度幼魚存活狀況實在有十分重大的影響。

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（表六），族群折損最為嚴重的河段為中游的一至三號壩河段，一至二號壩河段在兩次嚴重風災影響後即僅存活 27.2%，而風災後還有 81.4% 族群存活的二至三號壩河段卻在越冬後族群大幅衰減，越冬後也僅存 22.2% 的族群存活，此兩段在今年秋季調查的存活率都僅存不到 10%。最上游的三號壩河段，則因為桃山北溪的族群數量相當穩定，加上兩次風災並沒有嚴重的影響，因此越冬後存活率完全沒有下降，不過歷經夏季多次風災後，秋季調查時的存活率也僅存 30.5%，但仍是各河段中存活比率最高的。高山溪河段原本的存活率最低，僅 9.9%，但越冬後因為有下游魚群上溯補充，存活率反而提升，秋季調查時的結果與夏季相差不大，顯示該河段受到風災後的影響較其他河段來得小。最下游的一號壩以下河段則因為有上游族群的遷入，越冬存活比率還不算太低，還有 42.1%，但若和去（2004）年秋季比較，則族群變動大幅下滑超過 100%，秋季調查時的存活情況則下降至剩下 26.3%。

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，加以上游河道窄小，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，可是在表六卻沒有見到這樣

的情形。可見鮭魚的存活情形，受到許多複雜的因子影響，並非單一因素造成，而且鮭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），加上各河段的棲地型態比例並非呈現均質狀況，也會影響到鮭魚的存活情形。

今年度夏、秋兩季的調查結果顯示，在各河段的幼魚數量都不多，顯示去（2004）年繁殖季並不是非常成功。曾（2003）的報告中曾經利用吳（2003，出版中，個人聯絡）對產卵場的研究比對各河段的族群調查數量及平均水溫發現，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。顯示成魚數量或者產卵場的數量並非影響幼魚數量的最大原因，孵化水溫環境的高低對孵化以及幼魚更新狀況更具關鍵。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°C 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。為了瞭解今年幼魚分佈與各河段水溫的關係，本研究將各河段的去（2004）年十一月水溫平均值統計，並且與歷年十一月平均水溫值進行比較如表七。結果顯示去（2004）年十一月許多監測點的水溫狀況都十分良好，除了一號壩河段外，其他河段的水溫都在 12°C 以下，水溫環境十分合適鮭魚卵的孵化。與歷年資料相較，整個流域的水溫狀況應該相近於幼魚大量孵化的 2001 年繁殖季。但是今（2005）年各河段的幼魚更新狀況卻普遍不佳，顯示今（2005）年幼魚族群更新狀況不佳的癥結點可能並非單純水溫環境的合適與否。由於去（2004）年雪霸國家公園管理處為了重新建立櫻花鉤吻鮭種源庫，因此曾經對中下游河段進行種魚的捕抓，執行人員發現普遍捕抓到的種魚都營養不良，大型鮭魚中只有少數個體可以擠出魚卵，不過卵數不多且卵質的狀況都不佳，即使人工復育的鮭魚卵，其受精成功率與孵化率也都很低（廖林彥，個人聯絡）。本研究去（2004）年進行族群調查時，也普遍發現許多河段的成年鮭魚看起來都很瘦弱，雖然仍有搗沙、追逐等交配行為，但其實十分沒有活力。本研究元月初曾前往數個繁殖場欲進行鮭魚魚卵的檢視工作，不過經試探性的挖掘數個產卵場，都未發現到魚卵的蹤影。由以上種種推測，去（2004）年夏秋之間連續兩次的風災侵襲，特別是臨近繁殖季節的艾利颱風，豪大雨帶來的豐沛水量對成年鮭魚造成十分嚴重的衝擊。由於各河段的幼魚數量不多，使得族群結構組成改變，尤其許多河段

## 櫻花鉤吻鮭族群監測與動態分析

的幼魚都僅為零星數目，對未來將造成族群斷層的結果。幸好，桃山西溪保留數量不少的幼魚族群，雖然被小瀑布以及攔砂壩分割成三個小河段，但因為環境十分穩定，除了攔砂壩附近外，其他河岸兩側並沒有太大的崩塌地，因此形成櫻花鉤吻鮭的天然種源庫。

今（2005）年夏、秋兩季的調查結果顯示，各河段數量還不少的中、大型鮭魚，且看起來都十分健康飽滿，原本預料可以在今年繁殖季節時改善這兩年幼魚繁殖狀況不佳的局面，不過今年繁殖季初期仍遭逢龍王（Longwang）颱風所帶來的豪雨洪水，雖然對棲地環境的影響不若前幾個颱風，但是否會對明（2006）年的幼魚更新造成影響，則還有待觀察。

### 八、司界蘭河流域勘查

司界蘭溪自 1996 春季與 1997 年春季分別放流 60 尾與 200 尾幼魚(吳,2000)後，早期研究人員曾前往該流域多次調查族群數量與變動情形(曾,1997、1998、1999)，當時（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。2003 年的十月上旬，為了確認司界蘭河流域長久以來傳聞有櫻花鉤吻鮭蹤影的消息是否屬實，亦或其實是其他鮭魚如虹鱒，研究人員再次前往司界蘭溪進行調查。當時的調查發現，司界蘭溪確實存在櫻花鉤吻鮭族群，且其鮭魚數量相當穩定，遍及整個流域的中、上游河段。當時粗略估計族群數量應該有兩三百尾左右，分布則自攔砂壩松柏農場流域以上至雙溪匯流點都可以見到鮭魚的蹤影，咸信應該可以分布到更上游的支流才是。由於 1997 年之後並未再有任何針對司界蘭河流域的放流行動，因此這些族群應該是 1997 年與 1998 年時放流所建立的族群，多年來這些被遺忘的鮭魚族群自行繁衍更新，再逐漸增加擴展領域的鮭魚新族群。

為了保護該流域的櫻花鉤吻鮭族群，雪霸國家公園與當地環山部落居民自發組成的護溪巡守隊合作，由巡守隊員定期前往巡視，保護該流域的櫻花鉤吻鮭族群。七月敏督莉颱風過後，研究人員曾在去（2004）年八月二日至五日前往司界蘭溪進行災後的族群調查，調查範圍包含松柏農場攔砂壩以上，一直到雙溪匯流

點的右支流更上方約五百公尺的瀑布處，不過此次並未發現狀況到任何鮭魚個體的蹤影，不但如此，敏督莉颱風的豐沛雨量也使得整個司界蘭溪河床完全改觀，兩岸原本茂密的赤楊林在此次風災後整個整個消失或破壞，由上游帶來大量崩塌的砂石，並且將原本的深潭都完全填平，整個河床兩岸的砂石淤積嚴重，顯示颱風侵襲當時水況相當惡劣。今（2005）年艾莉颱風過後，本研究在十一月初再度前往司界蘭溪進行調查，由於當地巡守隊最新巡邏結果發現在中上游河段還可以看到魚群的蹤影，因此本研究懷抱相當大的期待前往調查。由於司界蘭溪較不易到達，加上流域寬闊，並不容易進行詳盡的調查，因此本研究僅針對某些特定河段，例如深潭較多的區域進行調查，不過十一月的調查仍未發現到任何魚群。不過即使如此，本研究仍將針對司界蘭溪不定期的族群及棲地調查工作族群。

### 九、生態模式建立共同樣區的調查結果

本年度計畫為了建立「武陵地區長期生態監測暨生態模式」，因而各相關計畫選擇九個共同樣點（圖一）進行監測。因此本研究亦針對這些共同樣區進行魚類種類與數量分布等調查工作。其調查結果如表八。

各河段的調查結果與狀況說明如下：

#### （一）有勝溪

有勝溪的調查點位於收費站旁攔砂壩上游河段，因此整個河段的棲地以平瀨為主，靠近壩體的下游河段魚群較少，較上游河段的瀨區則可以發現較多的魚群。所記錄到的都是台灣鏟頰魚，並未發現到其他魚類。十月調查時，有勝溪因為遭逢風災豪雨的嚴重侵襲，河岸護岸整個崩毀，棲地環境也和先前幾次調查完全不同，原本河床上滿佈絲藻，十月調查時已經完全不見，所調查到的台灣鏟頰魚也是最少的一次。

#### （二）大甲溪（迎賓橋）

大甲溪的調查點位於迎賓橋以下河段，棲地包含平瀨以及急流環境，大多數的魚群都是在平瀨環境被紀錄到的。本河段依照以往普查經驗，偶爾可以記錄到台灣櫻花鉤吻鮭，以往也有蝦虎魚的紀錄，不過今年各次的例行調查中都並未發現其他魚類，只有紀錄到台灣鏟頰魚一種。

#### （三）七家灣溪下游

調查地點位於大佛旁的七家灣溪下游河段，棲地主要是急瀨，包含部分的潭

區，本河段開始記錄到少量的櫻花鉤吻鮭魚群，台灣鏟頰魚的數量則明顯較大甲溪以及有勝溪來得少。

#### (四) 新復育中心

本河段調查點位於七家灣溪與高山溪匯流後，新復育心中旁的七家灣溪河段，棲地型態主要是水深較深的平瀨環境，在高山溪匯流點附近有個深潭區，大多數魚群都是在平瀨區域被紀錄到，不過櫻花鉤吻鮭通常分佈在匯流點附近的水潭區。

#### (五) 觀魚台

本河段的調查點主要是位於觀魚台下流的七家灣溪河段，棲地主要仍是平瀨地形，但在較上游河段的轉折處有個深潭區。此處通常開始記錄到較多的櫻花鉤吻鮭，而台灣鏟頰魚的分布也開始受到侷限，前幾次的調查都未記錄到台灣鏟頰魚的蹤影。顯示該河段附近可能是其分布界線。

#### (六) 二號壩

本河段的調查點位於已經崩毀的舊二號攔水堰下游河段，棲地相較其他河段較為多樣，除了平瀨外，也有急流，在上游處也有深潭。加上一至二號壩河段為櫻花鉤吻鮭族群的主要分布河段，因此通常也可以記錄到數量不少的櫻花鉤吻鮭。本河段在這幾次的調查中都未記錄到台灣鏟頰魚。

#### (七) 武陵吊橋

本河段的調查點位於武陵吊橋下的稍上游河段，棲地型態以平瀨為主。由於該流域的櫻花鉤吻鮭族群數量不多，因此記錄到的鮭魚數量也都不多。

#### (八) 桃山北溪

本河段的調查點位於桃山北溪與桃山西溪匯流點以上約兩百公尺附近，棲地型態主要為流速不快的平瀨為主，由於攔砂壩的抬高效應，桃山北溪在此處以伏流型態為主，表面徑流的水深與流速都小，不過因為桃山北溪的上游有穩定的鮭魚族群，加上本河段的兩岸遮蔽良好，因此因此仍可記錄到少量零星的櫻花鉤吻鮭個體。

#### (九) 高山溪

本河段的調查點位於高山溪一號破壩上游，棲地型態以急瀨為主，不過因為高山溪的底質較多大粒徑石頭，加上坡度較其他河段來得大，因此形成類似階梯狀的急瀨地形。本河段可以同時記錄到台灣鏟頰魚和櫻花鉤吻鮭兩種魚類，不過

數量都不多。

(十) 司界蘭溪

司界蘭溪共有兩個樣點，下游樣點位於司界蘭溪松柏農場旁攔砂壩下游河段，棲地主要是平瀨為主，上游樣點則位於松柏農場以上的未開發河段，棲地以急瀨為主。本樣點是八月以後才設置的樣點，因此僅有十月份的調查資料，結果顯示在上游樣點並未記錄到任何魚群，下游則僅記錄到台灣鏟頰魚一種，且所記錄到的個體都棲息在轉彎處的緩流區，水流急湍的急瀨中並未發現到任何魚群。

由於無論是台灣鏟頰魚或是台灣櫻花鉤吻鮭的平日移動範圍及能力都並非僅限於共同樣區範圍內，加上多次調查時的水文狀況都不佳，例如：三月與五月的兩次調查時的水量都十分充沛，水中能見度太低，相對調查誤差可能不小，因此其列表僅供其他相關子計畫研究團隊參考使用，本研究並未特別針對其調查結果進行分析或進一步的討論。

## 肆、結論與建議

總結今（2005）年夏、秋兩季櫻花鉤吻鮭族群調查結果整理分述如下：

一、櫻花鉤吻鮭的分布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。高山溪流域則因為四號破壩落差變大，僅達四號破壩止。此外，桃山西溪五號壩的崩毀，使得四號壩以上至六號壩河段形成通路。原先阻隔一至三號壩河段僅存的唯一阻礙—二號副壩，也在九月因為風災洪水崩毀，不過右岸尚存約一公尺的落差。

二、秋季調查的各齡鮭魚群數量相近，但三齡以上的成魚最多，二齡中型鮭魚次之，一齡幼魚數量最少，族群結構又由夏季時的桶狀結構轉變為倒金字塔結構。

三、如果不考慮攔砂壩阻隔效應，最近一次調查以中游河段的一至三號壩族群數量最多，佔了整個族群數量的 1/3 左右，但與前幾次調查通常都佔 1/2 以上相較，族群比重低了許多，其次是上游的三號壩以上河段，不過這些魚群主要都集中在桃山北溪支流。再其次是高山溪河段。風災所帶來的豪雨洪水侵襲，造成許多河段的族群折損，分布也偏向以中、下游河段為主。僅在桃山北溪以及高山溪河段保留部分的鮭魚族群。

四、三齡以上成魚以及二齡中型成魚都集中在中游的一至三號壩河段，比例超過 1/3 以上，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的副壩已經沖毀，未來兩河段間的族群遷移以及交流狀況，則需要進行較長期的監測。

五、一齡幼魚族群分布以上游的三號壩以上河段以及高山溪河段為主，其次是一至三號壩間河段。幼魚明顯集中在支流河段，但數量都不多。

六、今年十月在司界蘭溪調查沒有發現任何櫻花鉤吻鮭個體，且兩岸植被與河床棲地劇烈變動，顯示風災對司界蘭溪流域造成非常嚴重的損害。

七、完全沒有攔砂壩阻隔的高山溪流域，去年因為風災豪雨侵襲，造成櫻花鉤吻鮭數量大幅減少，原先穩定的上游河段族群在此次風災被大量沖移至下游河

## 櫻花鉤吻鮭族群監測與動態分析

段。不過夏季調查發現其數量又逐漸回升，秋季調查結果則與夏季相當。

八、比較風災前後族群各河段櫻花鉤吻鮭族群存活比率，下游河段因為補充效應存活比率較高，甚至有不減反增的情形，越往上游，存活比率越低。各齡級鮭魚族群中，一齡以下幼魚的死亡比率則明顯較中、大型成魚來得高。

九、近年的監測結果顯示，台灣鏟頰魚的族群有逐年減少的趨勢。

十、十一月前往司界蘭溪調查，並未發現到任何櫻花鉤吻鮭個體。

十一、2004 齡級第一年的越冬平均保有率為 29.2%，歷經夏秋間的多次風災侵襲後，平均保有率則滑落至 12.1%。與 2002 齡級相較，保有率大概低了一半。各河段的保有比率不同，除了高山溪之外，中游河段的一至三號壩族群保有率最低。

## 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，以及呂榮達、銀琬春、歐耀仁、劉冠吟、陳奕帆、孟琬瑜、陳理德、林芳儀、黃如霜、黃立群、蔡宇浩、黃冠華、勤繹瑾、吳淑婷、吳杰峰、許佑銘、朱幸一、王奇偉、王一如、蘇萬興、葉仲書、張家瑗、黃愷烈、李惠珍、胡曉文、蔡旻虔、張明達、李明賢、周宏偉、李冠明、莊安華、藍梁文等多人在野外工作上的協助，才能順利平安完成本年度的野外調查工作，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.

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.

Tsao, E. H., Y. S. Lin, E. P. Bergersen, R. Behnke and C. R. Chiou, 1996, A stream classification system for identifying reintroduction sites of Formosan landlocked salmon (*Oncorhynchus masou formosanus*, Jordan and Oshima), Acta Zoologica Taiwanica 7(1):39-59.

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.

吳富春、王文江、徐享田、張守陽，1999，水庫集水區治理規劃與成效評估計畫(二)，經濟部水資源局研究計畫。

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。

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，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

## 櫻花鉤吻鮭族群監測與動態分析

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。

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。

曾晴賢，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，48 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。

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，112 頁。

表一：2005年夏季櫻花鉤吻鮭調查數量統計表。

調查於七月一日至七月六日前往進行，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967尾。其他魚類數量估計請見表四。

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	10	10	18	38	
高山溪匯口~一號壩	11	30	4	45	
一號壩~觀魚台	33	34	9	76	一至二號壩
觀魚台~二號副壩	70	166	44	280	共計 356 尾
二號副壩~三號壩	18	33	7	58	二至三號壩
湧泉池	0	4	10	14	共計 72 尾
三號壩~四號壩	7	2	2	11	三號壩以上
無名溪匯流點至小瀑布	5	2	9	16	河段共計
無名溪小瀑布以上	36	58	98	148	277 尾
四號壩~五號壩	5	14	1	20	
五號壩~六號壩	21	26	2	49	
高山溪一號破壩以下	8	13	38	59	高山溪全段
高山溪一~二號破壩	11	3	5	19	共計 168 尾
高山溪二~三號破壩	6	5	12	23	
高山溪三~四號破壩	23	23	21	67	
高山溪四號破壩以上	0	0	0	0	
小計	<b>264</b>	<b>423</b>	<b>280</b>	<b>967</b>	

表二：2005年秋季櫻花鉤吻鮭調查數量統計表。

調查於十月廿一日至廿五日前往進行，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）匯流口以上至小瀑布河段，桃山北溪小瀑布以上至詩崙溪匯流點河段。所有統計總數量為523尾。其他共域魚類的數量估計請見表四。

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	18	8	7	33	
高山溪匯口~一號壩	16	17	7	40	
一號壩~觀魚台	17	11	5	33	一至二號壩 共計 119 尾
觀魚台~二號副壩	42	26	18	86	
二號副壩~三號壩	19	4	6	29	二至三號壩 共計 59 尾
湧泉池	8	8	14	30	
三號壩~四號壩	2	1	0	3	三號壩以上 河段共計 169 尾
無名溪匯流點至小瀑布	24	14	8	46	
無名溪小瀑布以上	16	33	51	100	
四號壩~五號壩（破）	1	1	0	2	
五號壩（破）~六號壩	7	8	3	18	
高山溪一號破壩以下	6	17	10	33	高山溪全段 共計 103 尾
高山溪一~二號破壩	9	6	15	30	
高山溪二~三號破壩	2	2	0	4	
高山溪三~四號破壩	11	19	6	36	
高山溪四號破壩以上	0	0	0	0	
小計	<b>198</b>	<b>175</b>	<b>150</b>	<b>523</b>	

表 三：海棠、珊瑚、龍王颱風（2005）、艾莉颱風（2004）與賀伯颱風（1996）後七家灣溪各河段櫻花鉤吻鮭各齡族群存活率比較表。

基數 100% 分別為 2005 年、2004 年與 1996 夏季族群調查總數量。

時間		2005 (海棠.珊瑚.龍王颱風)			2004 (艾莉颱風)			1996 (賀伯颱風)	
河段/體型/存活百分比 (%)		大	中	小	大	中	小	大	小
七家灣溪	下游 (一號壩以下)	161.9	62.5	63.6	27.4	164.4	168.4	86.5	39.0
	中游下段 (一至二號壩)	57.3	18.5	43.4	70.4	119.6	36.8	146.3	125.0
	中游上段 (二至三號壩)	150.0	32.4	117.6	60.3	34.7	36.5	67.1	88.6
	上游(桃山西溪三號壩以上)	30.3	23.8	60.0	27.4	15.5	23.6	51.5	43.5
	桃山北溪	97.6	78.3	55.1	225.0	239.0	212.9	200.0	42.9
高山溪		58.3	100.0	40.8	24.1	22.4	9.9	38.0	41.1
小計		<b>75.0</b>	<b>41.4</b>	<b>53.6</b>	<b>56.2</b>	<b>53.3</b>	<b>43.4</b>	<b>70.0</b>	<b>59.4</b>
總計			<b>54.1</b>			<b>49.3</b>		<b>67.2</b>	

表 四：2005 年與櫻花鉤吻鮭共域之魚類數量統計表。

夏季調查時間於七月一日至六日前往進行，秋季調查時間於十月廿一日至廿五日前往進行，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	2005 夏季					2005 秋季					備註	
	種類	台灣鏟頰魚			櫻口鰍	蝦虎魚	台灣鏟頰魚			櫻口鰍		蝦虎魚
		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)		
迎賓橋~高山溪匯口		83	362	720	1	0	136	736	405	0	0	
高山溪匯口~一號壩		44	174	165	1	0	9	56	425	0	0	
一號壩~觀魚台		1	2	49	0	0	1	20	18	0	0	
觀魚台~二號壩		0	2	0	0	0	0	1	1	0	0	
二號壩~二號破壩		0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	
二號破壩~三號壩		0	0	0	0	0	0	0	1	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		9	24	20	0	0	5	15	36	0	0	
高山溪一~二號破壩		1	0	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	1	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		138	564	954	2	0	151	828	888	0	0	

表 五：2001 年迄今各齡櫻花鉤吻鮭在各河段所佔族群比例統計表。

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%。2004 年夏季以後的統計結果中，由於原二號壩已經毀損，因此一至二號壩與二至三號壩河段總計分界線改以更上游的二號石壩（副壩）為界。其中「？」指以前曾有鮭魚分布，但未進行調查河段，不確定數量。

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	03W	04S	04W	05S	05W	00'S	00'w	01S	01W	02S	02W	03S	03W	04S	04W	05S	05W	00'S	00'w	01S	01W	02S	02W	03S	03W	04S	04W	05S	05W
迎賓橋~高匯點	0.0	0.0	?	0.3	0.8	4.9	11.6	2.5	4.2	1.3	3.8	9.1	2.3	0.9	?	0.0	1.6	2.2	1.1	0.4	2.1	6.1	2.4	4.6	0.6	0.0	?	0.0	0.7	1.6	0.1	0.9	3.2	4.5	6.4	4.7
匯流點~一號壩	17.4	11.9	4.2	11.0	2.3	9.8	11.2	2.5	9.2	5.2	4.2	8.1	0.6	4.9	2.6	2.0	3.2	4.5	1.2	0.6	1.5	5.2	7.1	9.7	4.4	2.1	5.6	1.8	1.9	2.5	1.5	3.2	3.3	21.0	1.4	4.7
一號壩以下小計	17.4	11.9	4.2	11.3	3.1	14.8	22.8	5.0	13.4	6.5	8.0	17.2	2.8	5.8	2.6	2.0	4.8	6.6	2.3	1.1	3.6	11.2	9.5	14.3	5.0	2.1	5.6	1.8	2.6	4.1	1.6	4.1	6.6	25.5	7.9	9.3
一號壩~觀魚台	6.6	6.1	4.9	3.6	9.2	17.2	16.6	8.0	18.3	13.4	12.5	8.6	2.3	3.1	4.4	8.0	19.9	11.0	3.9	1.0	8.3	19.5	8.0	6.3	3.2	1.0	0.0	3.6	4.1	3.4	0.7	0.1	27.6	12.6	3.2	3.3
觀魚台~二號壩	21.1	12.6	22.4	30.5	43.5	23.1	21.1	30.7	24.9	36.2	26.5	21.2	9.1	9.8	45.6	24.0	27.8	21.6	20.3	11.9	14.7	26.0	39.2	14.9	12.7	7.8	30.3	62.5	15.2	13.3	11.4	10.0	28.7	33.1	15.7	12.0
一至二號壩小計	27.7	18.8	27.3	34.1	52.7	40.3	37.7	38.7	43.2	49.5	39.0	29.8	11.4	12.9	50.0	32.0	47.7	32.6	24.2	12.9	22.9	45.4	47.3	21.1	15.9	8.8	30.3	66.1	19.3	16.7	12.1	10.1	56.4	45.7	18.9	15.3
二號壩~三號壩	19.2	26.4	16.1	16.9	7.6	26.5	18.6	21.7	7.5	11.1	6.8	9.6	29.5	16.0	5.3	2.0	25.6	16.9	14.0	19.8	10.5	8.7	7.8	2.3	4.1	16.1	2.2	3.6	7.2	12.6	11.2	12.5	7.9	8.1	2.5	4.0
湧泉池及湧泉支流	2.8	3.2	2.1	3.6	3.8	0.0	0.0	1.2	0.4	1.3	0.0	4.0	9.7	16.9	4.4	0.0	1.6	0.3	0.6	1.1	0.6	0.3	0.9	4.6	12.4	5.2	2.2	0.0	2.6	3.4	4.4	0.9	1.2	1.6	3.6	9.3
二至三號壩小計	22.1	29.6	18.2	20.5	11.5	26.5	18.6	22.9	7.9	12.4	6.8	13.6	39.2	32.8	9.6	2.0	27.1	17.2	14.6	20.9	11.1	9.0	8.7	6.9	16.5	21.2	4.5	3.6	9.8	16.1	15.7	13.4	9.0	9.7	6.1	13.3
三號壩~四號壩	2.3	1.4	14.7	6.6	0.0	0.6	5.2	7.3	3.3	0.7	2.7	1.0	0.0	4.3	5.3	6.0	8.4	9.8	12.0	12.5	5.2	0.2	0.5	0.6	1.5	6.7	3.4	1.8	12.6	17.1	13.4	3.9	1.8	0.8	0.7	0.0
桃山北溪匯流點以上	0.9	2.2	0.7	2.3	2.3	0.6	3.1	6.7	4.2	17.6	15.5	20.2	12.5	3.7	0.0	0.0	0.9	3.2	6.7	8.4	3.3	14.9	14.2	26.9	0.0	1.0	0.0	0.0	1.6	2.3	8.7	14.4	2.1	10.4	38.2	39.3
三至四號壩小計	3.3	3.6	15.4	8.9	2.3	1.2	8.3	13.9	7.5	18.2	18.2	21.2	12.5	8.0	5.3	6.0	9.3	13.0	18.7	20.9	8.5	15.0	14.7	27.4	1.5	7.8	3.4	1.8	14.1	19.4	22.2	18.2	3.9	11.1	38.9	39.3
四號壩~五號壩	2.8	10.1	16.1	13.6	0.0	3.4	0.6	1.4	1.6	0.3	1.9	0.5	7.4	16.0	12.3	0.0	4.8	10.5	12.5	11.7	12.1	1.2	3.3	0.6	25.4	26.9	19.1	1.8	16.6	11.6	12.1	9.2	4.7	1.1	0.4	0.0
五號壩~六號壩	6.1	7.2	11.9	2.0	0.0	0.9	1.4	8.7	6.4	4.6	8.0	3.5	7.4	7.4	13.2	24.0	0.0	8.8	17.9	23.1	24.0	10.6	6.1	4.6	15.0	10.9	13.5	5.4	22.7	17.7	4.6	19.5	2.0	2.7	0.7	2.0
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	10.1	8.1	4.9	9.8	4.0	14.8	23.3	25.4	24.0	4.8	19.3	30.4	34.8	36.1	11.9	9.5	5.1	40.4	37.8	32.6	7.1	39.2	29.3	16.7	28.8	6.7	3.8	1.1	2.0
高一號壩~匯流點	8.0	11.9	0.0	?	0.0	4.0	0.8	1.1	1.5	4.6	3.0	3.0	9.7	7.4	0.9	?	0.9	2.3	0.5	0.4	1.0	3.8	3.1	9.7	1.5	5.7	2.2	?	0.3	0.3	0.3	2.4	3.5	1.3	13.6	6.7
高一號壩~二號壩	10.3	0.4	1.4	?	0.0	0.3	1.0	1.2	2.2	0.0	4.2	4.5	2.8	0.6	2.6	?	0.5	1.0	0.8	0.6	1.7	0.9	0.7	3.4	0.3	0.0	0.0	?	0.0	0.3	1.5	1.4	3.6	0.2	1.8	10.0
高二號壩~三號壩	0.5	0.0	0.0	2.0	1.5	0.6	1.7	3.4	2.7	2.0	2.3	1.0	0.0	0.0	0.0	8.0	0.0	1.3	1.7	3.9	3.9	1.2	1.2	1.1	0.0	0.0	3.4	0.0	0.7	1.3	6.8	8.3	4.6	1.3	4.3	0.0
高三號壩以上	1.9	6.1	5.6	7.6	29.0	8.0	7.2	3.7	13.4	2.0	8.7	5.6	6.8	8.9	3.5	26.0	5.0	6.5	6.8	4.6	11.2	1.5	5.4	10.9	18.9	16.6	18.0	19.6	13.9	12.6	23.2	13.2	5.7	1.3	7.5	4.0
高山溪小計	20.7	18.4	7.0	9.6	30.5	12.9	10.6	9.4	19.8	8.5	18.2	14.1	19.3	16.9	7.0	34.0	6.3	11.2	9.8	9.5	17.7	7.4	10.4	25.1	20.6	22.3	23.6	19.6	14.9	14.5	31.8	25.4	17.4	4.0	27.1	20.7
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	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100



表六：七家灣溪各河段 1995、1997、2002 與 2004 年齡級櫻花鉤吻鮭幼魚族群保有比率比較表。

以 1995、1997、2002 與 2004 年夏季族群調查數量為基數 100%。列出幼魚族群在逐年成長過程中的保有比率。

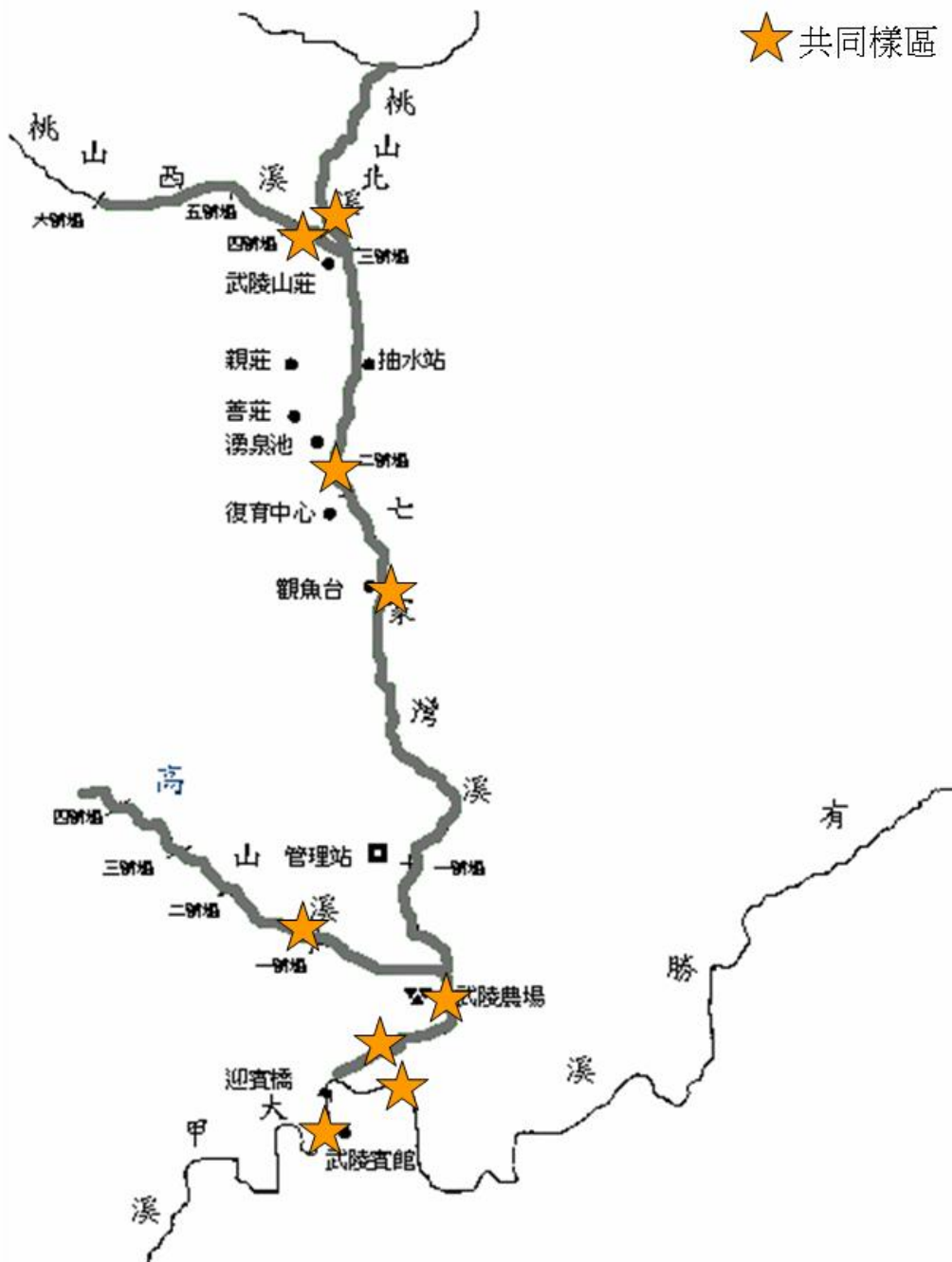
調查時間/族群		2002S	2002W	2003S	2003W	2004S	2004W
地點/百分比 (%)		一齡魚	一齡魚	二齡魚	二齡魚	三齡魚	三齡魚
七家灣溪	一號壩以下	100	134.8	51.7	19.1	82.0	22.5
	一至二號壩	100	74.1	72.7	31.5	32.7	19.7
	二至三號壩	100	140.6	86.6	100.9	18.8	17.9
	三號壩以上	100	78.4	53.5	49.5	4.7	3.9
高山溪		100	83.5	45.8	30.1	21.2	5.1
合計		100	85.9	58.2	47.3	16.0	9.0
調查時間/族群		1997S	1997W	1998S	1998W	1999S	1999W
地點/百分比 (%)		一齡魚	一齡魚	二齡魚	二齡魚	三齡魚	三齡魚
合計		100	71.6	25.0	21.2	9.4	36.2
調查時間/族群		1995S	1995W	1996S	1996W	1997S	1997W
地點/百分比 (%)		一齡魚	一齡魚	二齡魚	二齡魚	三齡魚	三齡魚
合計		100	100.0	69.0	39.6	23.2	27.9
調查時間/族群		2004S	2004W	2005S	2005W		
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	168.4	42.1	26.3		
	一至二號壩	100	27.2	25.6	4.7		
	二至三號壩	100	81.4	22.2	7.2		
	三號壩以上	100	61.7	66.2	30.5		
高山溪		100	9.9	17.5	17.5		
合計		100	43.4	29.2	12.1		

表 七：歷年七家灣溪各河段孵化前期（十一月）平均水溫比較表。

月均水溫(°C)	1996	1998	1999	2001	2002	2003	2004
迎賓橋	12.4	13.4	13.4			13.2	11.5
Dam1	12.9	15.2	12.6		13.3	13.2	12.4
觀魚台	12.7	12.6	13.3		13	13.9	11.3
Dam2	12.4		12.8		12.5	12.3	
抽水站		13.4	11.2	10.6			10
Dam3	11.2	11.7	13.4		11	11.1	
Dam5		10.6			10.1		9.3
高Dam3			11.9	9.6	10.3		9.6

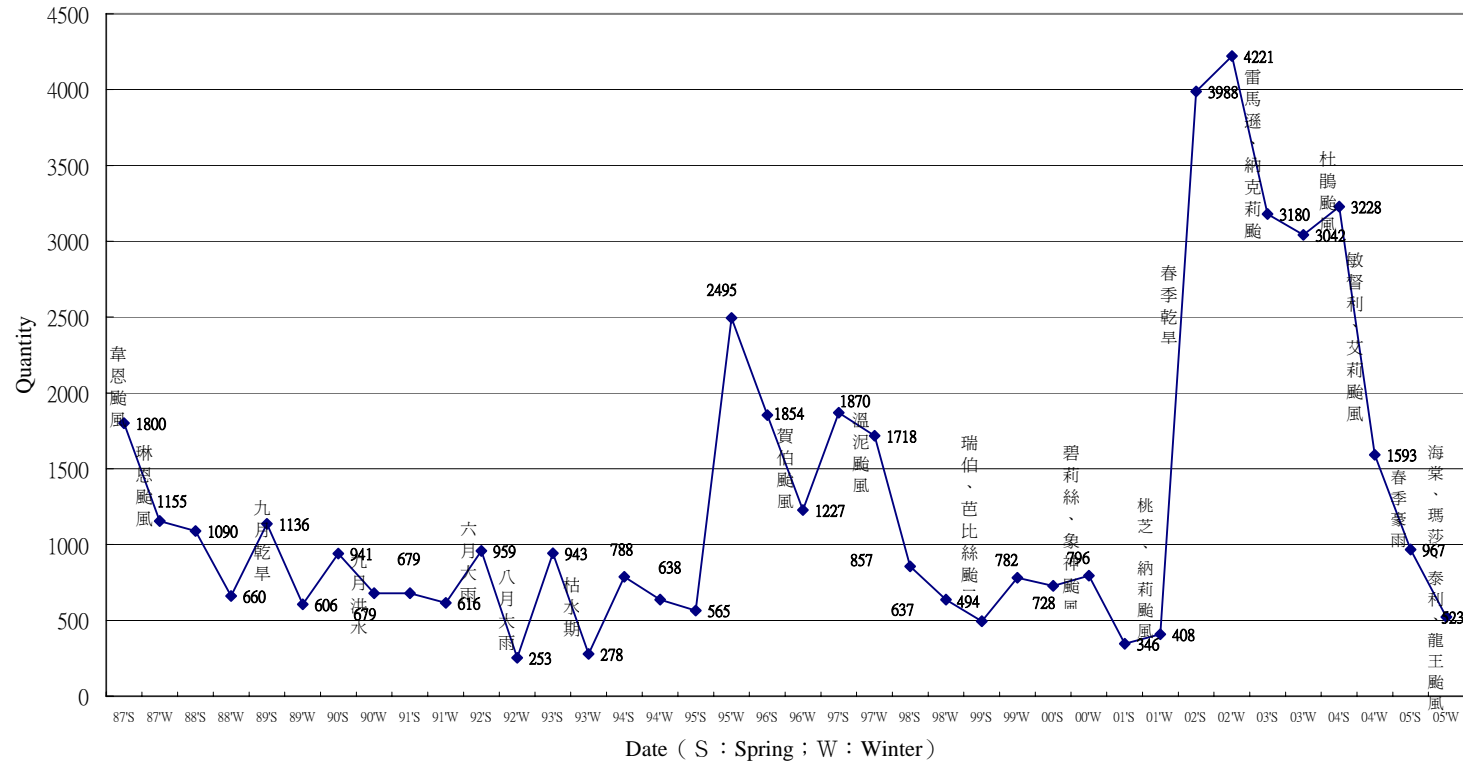
表 八：2005 年七家灣溪固定樣點魚類組成相調查結果。

調查時間	2005.3						2005.5						2005.7						2005.10						2005.12								
種類	櫻花鉤吻鮭			台灣鏟頰魚			櫻花鉤吻鮭			台灣鏟頰魚			櫻花鉤吻鮭			台灣鏟頰魚			櫻花鉤吻鮭			台灣鏟頰魚											
地點/尺寸	大	中	小	大	中	小	大	中	小	大	中	小	大	中	小	大	中	小	大	中	小	大	中	小	大	中	小						
有勝溪	0	0	0	0	3	295	水濁無法調查						0	0	0	5	90	520	0	0	0	3	28	148	0	0	0	0	0	1			
大甲溪(迎賓橋)	0	0	0	0	5	5	0	0	0	9	36	194	0	0	0	4	20	80	0	0	0	2	60	90	0	0	0	0	2	110			
七家灣溪下游	1	1	0	0	12	191	2	1	0	0	34	125	0	3	10	1	29	51	0	0	0	3	234	35	0	0	0	1	4	94			
新復育中心	0	5	0	0	8	105	水濁無法調查						1	3	2	3	8	14	2	2	1	5	15	52	1	0	2	0	4	53			
觀魚台	1	6	0	0	0	0	水濁無法調查						11	2	2	0	0	0	5	3	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0			
二號壩	2	5	3	0	0	0	水濁無法調查						3	3	0	0	0	0	4	5	4	0	0	0	1	2	2	0	0	0			
武陵吊橋	0	1	1	0	0	0	水濁無法調查						2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
桃山北溪	0	1	0	0	0	0	水濁無法調查						0	1	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
高山溪	0	0	0	0	0	0	水濁無法調查						2	0	1	1	0	0	1	3	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0			
司界蘭溪下游	尚未進行調查						尚未進行調查						尚未進行調查						0	0	0	0	1	14	0	0	0	0	0	0			
司界蘭溪上游	尚未進行調查						尚未進行調查						尚未進行調查						0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



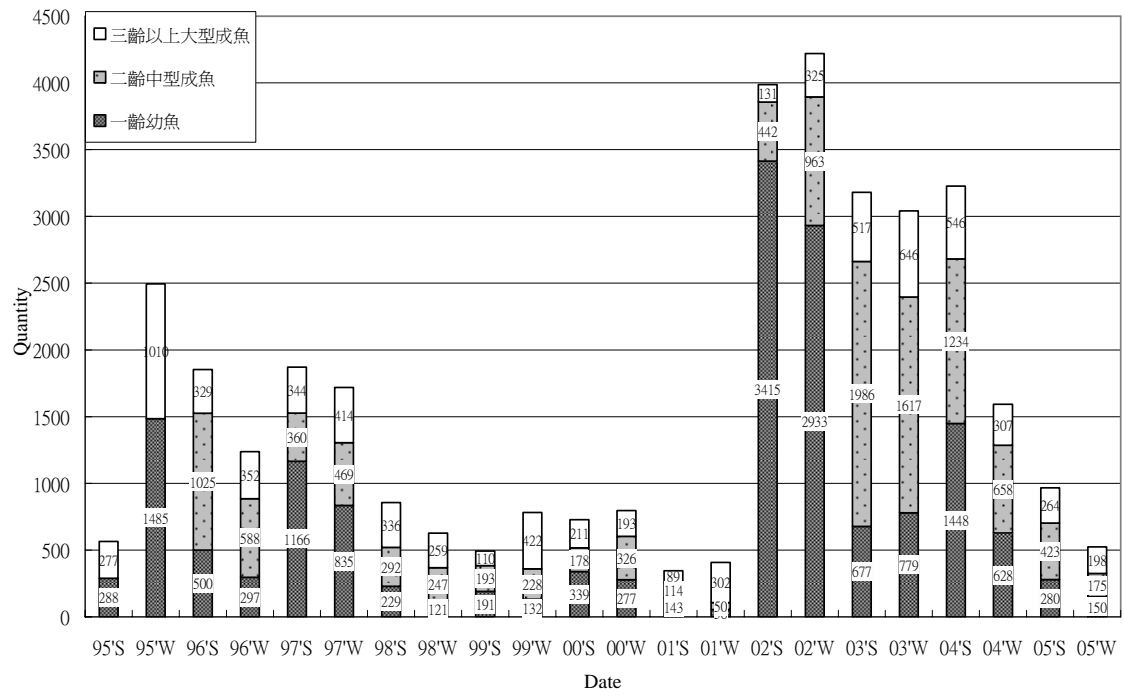
圖一：七家灣溪與高山溪流域位置圖。

各個攔砂壩位置與編號如圖示，其中高山溪一至四號攔砂壩已經分別拆除完畢，七家灣溪取水堰（原二號壩）在 2003 年已因大雨崩毀，更上游的二號副壩（石壩）也在今年，桃山西溪五號壩則在今（2004）年秋季因艾莉颱風崩毀。灰色粗線部分為櫻花鉤吻鮭分布範圍上限，高山溪為四號破壩，桃山北溪為上游匯流點以上的天然瀑布，桃山西溪則為六號壩止。橘色星號標誌則為「武陵地區長期生態監測暨生態模式」計畫的共同樣區。



圖二：1998年至2005年櫻花鉤吻鮭族群數量年度變化圖。

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。最近一次的2005年秋季結果，其數量較前幾年已經大幅滑落，總數降低至523尾。其總數為自1994年以來的第三低順位。



圖三：1995年至2005年七家灣溪櫻花鉤吻鮭各齡族群結構變化圖。

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。因為受到近年來多次風災的影響，在2004年時逐漸轉變為大型成魚較少，而中型成魚與一齡幼魚數量相當的瓶狀結構。本季調查則由於各齡鮭魚的數量都受到風災大幅折損，形成倒金字塔型的族群結構。

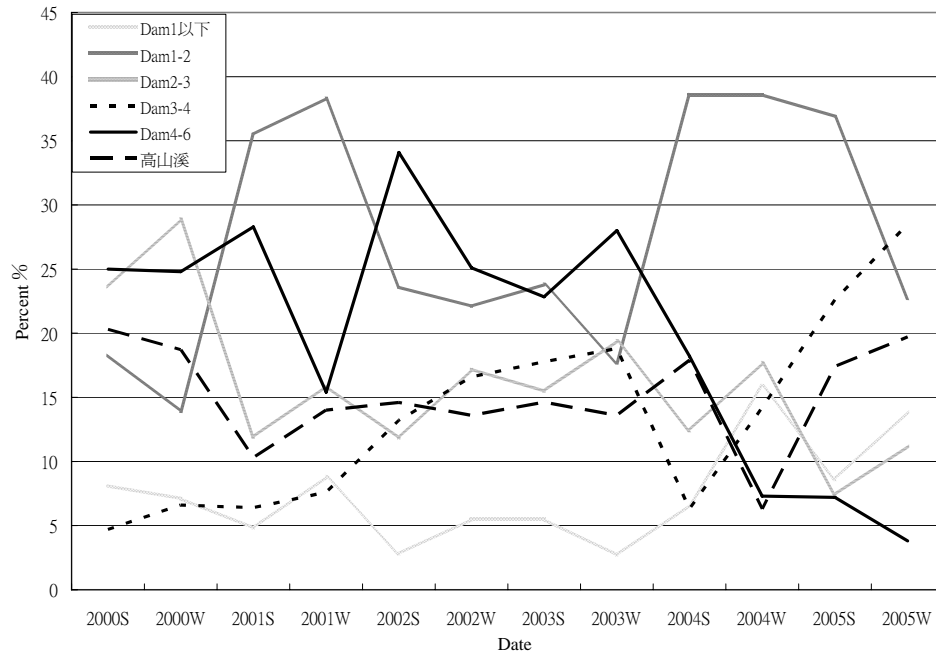


圖 四：2000 年至 2005 年七家灣溪各主要河段櫻花鉤吻鮭族群分布比例變化圖。

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，但自 2004 年有逐年上升的趨勢。一至二號壩距離最長，其族群比例在 2001 年攀升後又逐年下滑，但 2004 年又大幅上升，今年則又下降；二至三號壩在 2001 年大幅下滑後呈現上下震盪變動；三至四號壩維持穩定上升，在 2004 年夏季突然大幅下滑後又逐年上升；四號壩以上河段的族群比例則變化幅度較大，且自 2003 年以來大幅下滑；高山溪全段在 2001 年與 2004 年夏季各有一次後大幅滑落狀況，其他季節則維持穩定。

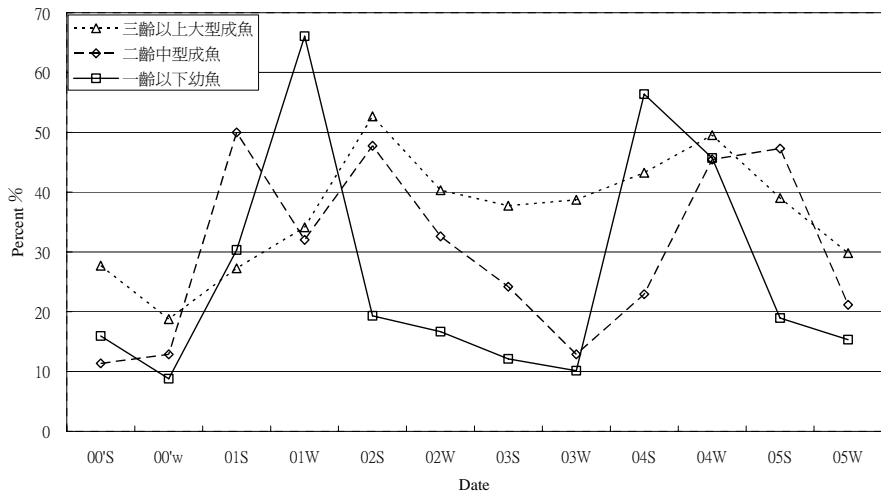
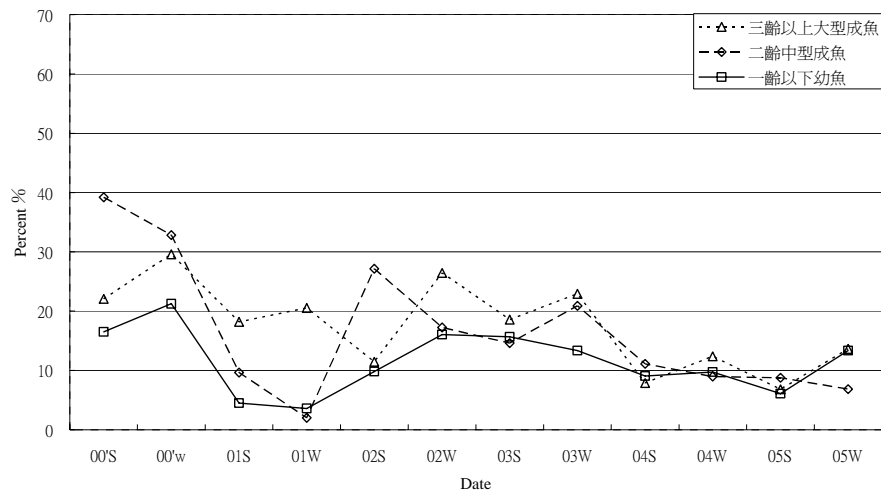
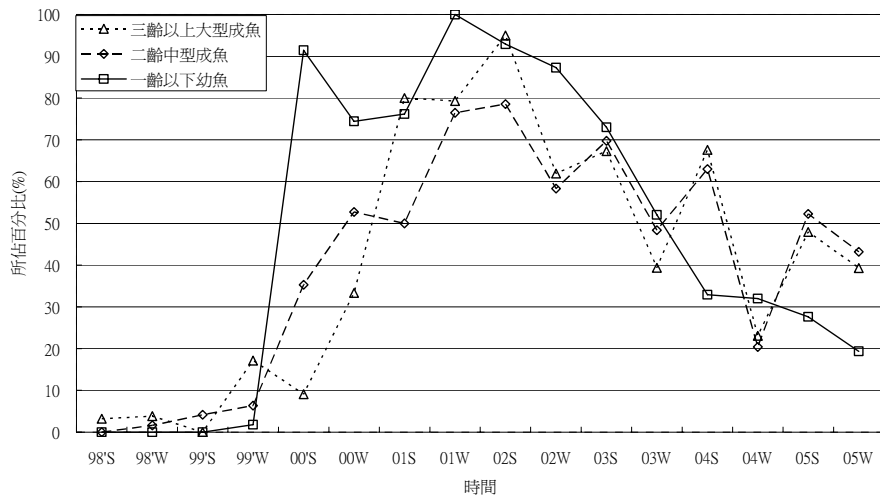


圖 五：2000 年至 2005 年七家灣溪二至三號壩以及一至二號壩河段各齡鮭魚族群比例變化圖。

上圖為二至三號壩河段各齡族群比例變動圖，下圖則為一至二號壩河段各齡族群比例變動圖。由兩圖比較，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；一至二號壩河段的各齡鮭魚有不同變化，但大略呈現上升趨勢，其中以大型成魚上升最為顯著。





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，同時比對高山溪其他河段的數量，可以發現減少比例的原因為上游族群逐漸往下游各河段擴散所致。去年風災後原本上游河段族群比例降低，在夏季調查中因為不少成魚回溯又有上升的情形，秋季調查結果則與夏季相差不多。

# 附錄一：結案報告審查意見改善表

## 期中與期末報告審查意見改善表

項次	審查意見	改善內容	於報告書之頁次
1	請各武陵地區長期生態監測暨生態模式建立各子計畫，將每次採樣之樣區環境背景資料作詳細描述與記錄，並留影像檔案。(期中)	遵照辦理。	
2	有關武陵地區研究人員之物品請自行收好歸位，並請武陵管理站督促駐站人員勿隨意拿取研究人員物品。(期中)	遵照辦理。	
3	有關七家灣溪二號壩於繁殖季架設簡易魚道乙案，請曾晴賢教授協助辦理。(期中)	遵照辦理。不過由於二號壩已經於九月底的風災中摧毀，高度整個降低至僅約一米左右，故已無架設簡易式魚道的必要。	
4	請將存活率改為存有或保有率。(期末)	遵照辦理，已將文中提及「存活率」用字全數更正為「保有率」。	見期末報告 P8。

## 附錄二：期中報告會議記錄















## 附錄三：期末報告會議記錄