

內政部營建署雪霸國家公園管理處九十一年度研究報告

櫻花鉤吻鮭族群監測與生態調查（五）

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

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

中華民國九十一年十二月三十一日

目 次

中文摘要.....	1
英文摘要.....	3
壹、前言	5
貳、研究內容與方法	7
參、結果與討論.....	8
肆、結論與建議.....	19
伍、誌謝	20
陸、參考文獻.....	21
表及圖.....	23

統一編號

1009104727

9101 櫻花鉤吻鮭族群監測與生態調查(五) 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(五)

摘要

本研究於2002年五至六月間與十月初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2001年繁殖季節後新生幼魚加入族群與2002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。本研究並進行全段棲地調查，與族群資料比較，以瞭解棲地與族群間的關係及影響。

簡述調查與分析結果如下：

1、2002年夏季調查數量，總計數量達**3,988**尾，其中一齡幼魚有**3,415**尾，二齡中型成魚有**442**尾，三齡以上的大型成魚有**131**尾。2002年秋季調查的總數量則增加為**4,221**尾，其中一齡幼魚有**2,933**尾，二齡中型成魚有**963**尾，三齡以上的大型成魚有**325**尾。比較歷年調查結果，總數量創下歷史最高，這主要是幼魚族群大幅增加的結果。與以往不同，所有幼魚都是自然更新的族群，而非人工復育所放流。本次調查亦發現幼魚散佈在各個河段，並非侷限在某一河段。整個族群結構組成**為金字塔型結構**。

2、櫻花鉤吻鮭一齡幼魚大量出現的原因，應與去（2001）年低水溫，今（2002）年上半年少豪雨洪水，且種內競爭較少有關。

3、各河段三齡以上型成魚的數量都很少，多集中在水溫環境變動大的一至二號壩河段，這也是今（2002）年繁殖季的主要生殖河段，其他河段則幾乎沒有成魚參與繁殖。預期未來兩年內櫻花鉤吻鮭族群將面臨族群斷層的問題，這或許可在評估各河段繁殖狀況後，透過復育放流方法進行補救。

4、高山溪鮭魚族群無論成、幼魚，皆明顯集中在三號壩以上河段。下游河段在夏季洪水沖移下，棲地已經開始多樣化，下游的鮭魚與台灣鏟頰魚也有少數往上游移動拓展範圍之情形。七家灣溪原二號壩因七月豪雨洪水而形成破壩後，鮭魚與台灣鏟頰魚也都上溯至更上游的破壩處，其分佈與棲地利用狀況需再持續觀察。

5、高山溪河段自1999年開始拆壩後，族群更新與數量呈現穩定狀況，因此在沒有重大災害與人為活動影響下，應可讓族群自然演替更新，不必再對此河段進行復育放流工作。今年尚未放流的人工復育幼魚，除種魚保存外，建議可以考慮進行南湖溪或司界蘭溪的域外放流試驗評估或其他實驗。

6、整個一至三號壩間河段，僅剩中游一座矮壩阻隔。建議以人工破壞方式降低此副壩高度，讓一至三號壩得以貫通成為無阻礙河段，也讓下游鮭魚得以自由上溯。

7、針對高山溪族群所做微棲地（Microhabitat）分析，與七家灣溪各齡魚族群及中級棲地（Mesohabitat）的分析結果顯示，七家灣溪流域的棲地組成呈現不平均的分佈，且各齡鮭魚對棲地偏好與利用顯著不同。三齡以上成魚明顯集中在水深流緩的深潭棲地，二齡中型成魚與一齡幼魚亦偏好深潭地形，但使用棲地類型較廣泛，尤其一齡幼魚可分佈在水深較淺的平瀨或急瀨棲地，二齡中型成魚則偏好遮蔽環境。由各齡鮭魚在不同棲地型態的族群密度比較，在夏季時，深潭與梯狀潭聚集最多的鮭魚，緩流棲地則最少。

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

Abstract

Two population censuses of the Formosan landlocked salmon (*Oncorhynchus masu formosanus*) were implemented in the Chichiawan Stream basin in late May to early June and early October 2001, respectively. The investigation aims to (1) elucidate the size and distribution of the larvae population that was hatched last autumn, (2) the distribution of the adult before the breeding season, and (3) understand the relations of the salmon population distribution and the habitats. The major findings are as follows:

1. The Chichiawan population of autumn 2002 consists of 4,221 individuals, including 2,933 juveniles (one-year-olds), 963 sub-adults (two-year-olds) and 963 adults (more-than-three-year-olds), comparing with the total of 3,988 individuals (3,415 juveniles, 442 subadults, 131 adults) of summer 2002. The population was the maximum in size since 1987 because the juveniles increasing substantially. The population of juvenile all recruitment in nature, and not gather up at only one section. The current population exhibits a stable pyramid structure, which has most juveniles than adults.

2. The reasons of massive juveniles may be connected with lower water temperature in the breeding season of 2001, less rainfall in 2002 spring, and less competitions within species.

3. The number of adult salmon less at every section, except for the check dam number 1 to 2 of the Chichawan River, where was the major spawning site this year. We expected that the salmon population may will meet the gap in two years and suggest to solve it by carefully artificial recovery and release project every spring.

4. Most salmon are still concentrated at the upstream of check dam number 3 of the Go-Shan Creek since 1998, however, the habitat of downstream become better and some individuals including the salmon and shovelmouth minnow (*Varicorhinus barbatulus*) migrating to the upstream of Go-Shan Stream. We can see the same case at the check dam number 2 of Chichawan Stream after the demolishment of dam by the

typhoon on July.

5. The fluctuation of salmon population at the upstream of the Go-Shan Creek has been stable since the demolishment of all the check dams of Go-Shan Creek. Therefore, It doesn't need to release any juveniles there exempt from the disasters and man-made interference. And the artificial juveniles that not release yet may consider to reintroduction to Naihu or Sikairan stream or for the lab experiments.

6. The low checkdam located at the middle of Chichiawan Stream is the only obstructor between the section of checkdam number 1 and number 3. We suggest to reduce the height of checkdam by man-made way, then the section linked between checkdam number 1 and number 3 and salmon can migrate to the upstream freely.

7. The Result of the analyses on the microhabitat of Gao-Shan Creek and the mesohabitat correlating to each class-year salmon of Chichiawan Stream revealed that the disproportionate composition of habitat and the distinct preference habitat among each class-year salmon. Adults concentrate in the pool that is slower velocity and deeper depth, the same as sub-adults and juveniles but more variety. Above all, juveniles may distribute to the riffle that is faster and shallower, and sub-adults preferred the cover than others. Finally, most salmon gather up in the pool and cascade pool and less in the run habitat at summer according to the contrast of the population density with different habitate.

摘要

本研究於2002年五至六月間與十月初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2001年繁殖季節後新生幼魚加入族群與2002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。本研究並進行全段棲地調查，與族群資料比較，以瞭解棲地與族群間的關係及影響。

簡述調查與分析結果如下；

1、2002年夏季調查數量，總計數量達3,988尾，其中一齡幼魚有3,415尾，二齡中型成魚有442尾，三齡以上的大型成魚有131尾。2002年秋季調查的總數量則增加為4,221尾，其中一齡幼魚有2,933尾，二齡中型成魚有963尾，三齡以上的大型成魚有325尾。比較歷年調查結果，總數量創下歷史最高，這主要是幼魚族群大幅增加的結果。與以往不同，所有幼魚都是自然更新的族群，而非人工復育所放流。本次調查亦發現幼魚散佈在各個河段，並非侷限在某一河段。整個族群結構組成為金字塔型結構。

2、櫻花鉤吻鮭一齡幼魚大量出現的原因，應與去（2001）年低水溫，今（2002）年上半年少豪雨洪水，且種內競爭較少有關。

3、各河段三齡以上型成魚的數量都很少，多集中在水溫環境變動大的一至二號壩河段，這也是今（2002）年繁殖季的主要生殖河段，其他河段則幾乎沒有成魚參與繁殖。預期未來兩年內櫻花鉤吻鮭族群將面臨族群斷層的問題，這或許可在評估各河段繁殖狀況後，透過復育放流方法進行補救。

4、高山溪鮭魚族群無論成、幼魚，皆明顯集中在三號壩以上河段。下游河段在夏季洪水沖移下，棲地已經開始多樣化，下游的鮭魚與台灣鏟頰魚也有少數往上游移動拓展範圍之情形。七家灣溪原二號壩因七月豪雨洪水而形成破壩後，鮭魚與台灣鏟頰魚也都上溯至更上游的破壩處，其分佈與棲地利用狀況需再持續觀察。

5、高山溪河段自1999年開始拆壩後，族群更新與數量呈現穩定狀況，因此在沒有重大災害與人為活動影響下，應可讓族群自然演替更新，不必再對此河段進行復育放流工作。今年尚未放流的人工復育幼魚，除種魚保存外，建議可以考慮進行南湖溪或司界蘭溪的域外放流試驗評估或其他實驗。

6、整個一至三號壩間河段，僅剩中游一座矮壩阻隔。建議以人工破壞方式降低此副壩高度，讓一至三號壩得以貫通成為無阻礙河段，也讓下游鮭魚得以自由上溯。

7、針對高山溪族群所做微棲地（Microhabitat）分析，與七家灣溪各齡魚族群及中級棲地（Mesohabitat）的分析結果顯示，七家灣溪流域的棲地組成呈現不平均的分佈，且各齡鮭魚對棲地偏好與利用顯著不同。三齡以上成魚明顯集中在水深流緩的深潭棲地，二齡中型成魚與一齡幼魚亦偏好深潭地形，但使用棲地類型較廣泛，尤其一齡幼魚可分佈在水深較淺的平瀨或急瀨棲地，二齡中型成魚則偏好遮蔽環境。由各齡鮭魚在不同棲地型態的族群密度比較，在夏季時，深潭與梯狀潭聚集最多的鮭魚，緩流棲地則最少。

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

Abstract

Two population censuses of the Formosan landlocked salmon (*Oncorhynchus masu formosanus*) were implemented in the Chichiawan Stream basin in late May to early June and early October 2001, respectively. The investigation aims to (1) elucidate the size and distribution of the larvae population that was hatched last autumn, (2) the distribution of the adult before the breeding season, and (3) understand the relations of the salmon population distribution and the habitats. The major findings are as follows:

1. The Chichiawan population of autumn 2002 consists of 4,221 individuals, including 2,933 juveniles (one-year-olds), 963 sub-adults (two-year-olds) and 963 adults (more-than-three-year-olds), comparing with the total of 3,988 individuals (3,415 juveniles, 442 subadults, 131 adults) of summer 2002. The population was the maximum in size since 1987 because the juveniles increasing substantially. The population of juvenile all recruitment in nature, and not gather up at only one section. The current population exhibits a stable pyramid structure, which has most juveniles than adults.

2. The reasons of massive juveniles may be connected with lower water temperature in the breeding season of 2001, less rainfall in 2002 spring, and less competitions within species.

3. The number of adult salmon less at every section, except for the check dam number 1 to 2 of the Chichawan River, where was the major spawning site this year. We expected that the salmon population may will meet the gap in two years and suggest to solve it by carefully artificial recovery and release project every spring.

4. Most salmon are still concentrated at the upstream of check dam number 3 of the Go-Shan Creek since 1998, however, the habitat of downstream become better and some individuals including the salmon and shovelmouth minnow (*Varicorhinus barbatulus*) migrating to the upstream of Go-Shan Stream. We can see the same case at the check dam

number 2 of Chichawan Stream after the demolishment of dam by the typhoon on July.

5. The fluctuation of salmon population at the upstream of the Go-Shan Creek has been stable since the demolishment of all the check dams of Go-Shan Creek. Therefore, It doesn't need to release any juveniles there exempt from the disasters and man-made interference. And the artificial juveniles that not release yet may consider to reintroduction to Naihu or Sikairan stream or for the lab experiments.

6. The low checkdam located at the middle of Chichiawan Stream is the only obstrueter between the section of checkdam number 1 and number 3. We suggest to reduce the height of checkdam by man-made way, then the section linked between checkdam number 1 and number 3 and salmon can migrate to the upstream freely.

7. The Result of the analyses on the microhabitat of Gao-Shan Creek and the mesohabitat correlating to each class-year salmon of Chichiawan Stream revealed that the disproportionate composition of habitat and the distinct preference habitat among each class-year salmon. Adults concentrate in the pool that is slower velocity and deeper depth, the same as sub-adults and juveniles but more variety. Above all, juveniles may distribute to the riffle that is faster and shallower, and sub-adults preferred the cover than others. Finally, most salmon gather up in the pool and cascade pool and less in the run habitat at summer according to the contrast of the population density with different habitate.

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），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）。

每年新生一齡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。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

本年度計畫延續以往的鮭魚族群調查研究，於今年（2002年）五月初先對高山溪進行先期調查，在六月中旬與十月上旬對整個七家灣溪流域（包含七家灣溪六號壩以下河段，高山溪與湧泉支流河段）分別進行夏季與秋季的野外調查工作。十月並針對七家灣溪的三至四號壩河段再進行一次族群調查。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。

族群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。

由於一齡幼魚數量較往年大幅增加，族群調查時不易估算。幼魚的體型大小十分懸殊，不少成長快速的幼魚個體甚至逼近於體型小的二齡魚，各齡魚體長的重疊也會影響各齡族群的判斷。這點在夏季調查時即影響到族群調查時的分齡判斷，不過仍可以依據體色與斑紋幫助判別。但在秋季調查時，由於一齡幼魚與二齡魚的體色與體型更為接近，使得兩者更難區分，研究人員也發現到幼魚的體色產生許多變化，有些甚至變得如成熟鮭魚般深黑體色。這些現象使得本研究中原本利用鮭魚一年只進行一次繁殖與各齡魚間的體型與體色會有明顯區隔特性，進行族群結構的估算方法有所缺失。雖然如此，但在鮭魚因數量稀少與保育法令規定下，無法進行直接捕抓的限制下，想要估算各齡鮭魚的數量，傷害性最低的浮潛調查仍然是最為可行與有效的唯一方式。

棲地測量工作包含兩部分，一是在進行高山溪五月前期調查時，配合族群調查工作，同時進行鮭魚出現環境的微棲地（Microhabitat）測量工作，包含流速、底質、水深與周遭環境描述等項目。二是將整個七家灣溪分割成許多中級棲地（Mesohabitat，各類棲地描述請見表五說明），並測量每個棲地的河寬、長度、水深、流速因子的數值，配合鮭魚族群調查統計的結果，估算各個河段的族群密度，以了解各類型棲地分佈與各齡鮭魚利用的情形。

參、結果與討論

一、族群調查結果與歷年族群分析

今（2002）年夏季與秋季普查結果分別列於表一與表二，夏季時整個七家灣溪總共發現有3,988尾櫻花鉤吻鮭，其中一齡幼魚有3,415尾，二齡中型成魚有442尾，三齡以上的大型成魚有131尾。秋季調查則有4,221尾鮭魚，其中一齡幼魚有2,933尾，二齡中型成魚有963尾，三齡以上的大型成魚則有325尾。與去（2001）年秋季調查結果相較，各齡族群除三齡以上成魚外，二齡中型成魚與一齡幼魚族群數量皆大幅增加。尤其是一齡幼魚族群數量較去年增加超過50倍以上。

與以往的調查結果比較（圖一），可以發現今年兩次調查結果的數量都打破往年記錄，以往最高紀錄是1995年秋季調查的2,495尾，今年卻達到4000尾上下。相較歷年各齡族群組成（圖二）可以看出，三齡以上大型成魚與二齡中型魚的數量並未增加太多，不過一齡幼魚數量卻大幅上升，是往年最高值的兩倍，這才使得整個族群數量隨之增加。一齡幼魚佔整個族群比例達到近70%，甚至夏季時高達85%。幼魚的增加並且使得鮭魚的族群結構自1997年秋季調查以來，又恢復成為幼魚最多，二齡中魚居次而三齡以上大魚最少的正金字塔型結構，恢復較為穩定的族群組成。一齡幼魚族群突然大幅度增加的可能原因將在之後作進一步的分析與討論。

以櫻花鉤吻鮭在七家灣溪的空間分佈狀況而言，夏季調查結果以河段最長的七家灣溪一至二號壩最多，共記錄到940尾（佔整個族群的23.6%），其次則為五至六號壩（774尾，佔19.4%）與四至五號壩（587尾，佔14.7%）。秋季調查結果亦以一至二號壩數量最多，共記錄到934尾，佔了總數的22.1%，其次為二至三號壩（723尾，佔17.2%）與三至四號壩（698尾，佔16.6%）。兩季的調查結果相較，整個族群分佈有從上游往下游移動的趨勢，這應是由於七

月兩次颱風（雷馬遜與納克莉颱風）侵襲帶來豪雨所導致。本次豪雨並且造成底盤基礎早已淘空的二號壩（位於舊復育中心旁）整個崩毀，使得二號壩成為新的破壩通路，魚群可以上溯至更上游河段。

二至三號壩間河段（包含二號壩至二號破壩河段與湧泉池河段）以往通常可以記錄最多的鮭魚族群，在夏季雖記錄到470尾不算少的數量，但因為其他河段的鮭魚數量亦隨之增加，且增加幅度更大，因此只佔有整個族群的11.8%。秋季調查時的鮭魚數量則增加至723尾，比例也增加至17.2%。

相較各河段中，一號壩以下的七家灣溪下游河段記錄到最少的鮭魚族群，夏季調查記錄到114尾，佔所有族群的2.8%，秋季調查則記錄到232尾，佔整個族群的3.7%。相較其他河段雖然比例較低，但其實數量不少。不過，若探究這些鮭魚在下游的分佈情形時，會發現魚群主要還是分佈在高山溪匯流點以上至一號壩之間的河段，甚至分佈在高山溪匯流點以下的族群，也多集中在舊露營場（新復育中心水道附近）附近及其以上河段，舊露營場以下河段的鮭魚則不多（夏季調查時記錄到4尾，秋季調查有27尾）。

高山溪全段在五月時曾經先行做過一次調查，七月初又再重新調查。兩次的調查與之前夏季的調查結果皆顯示櫻花鉤吻鮭的族群分佈，無論是成幼魚皆有侷限在上游河段的情形。其中，高山溪全段的三齡以上成魚與二齡中型成魚至少有58%以上的族群分佈於三號破壩以上河段，一齡幼魚更佔有超過87%的族群。

三齡以上的大型成魚在夏季時明顯集中在一至二號壩河段，共計69尾，佔所有三齡以上大型魚的52.7%，其次是高山溪三號破壩上游河段的38尾，佔了30.5%。其他河段則都只有零星分佈，整個三號壩以上的上游河段甚至都未發現到大型成魚的蹤影。秋季調查時則有當年度的二齡中型魚成長加入，因此數量略微增加，分佈上也較為分散，雖然七家灣溪一至二號壩河段仍有最多數量的三齡成魚（121尾，佔40.3%），但其他河段也都記錄到相當數量，如二至三號壩間河段有86尾（佔26.5%），一號壩以下有48尾（佔14.7%）等。不過，三號壩以上河段仍然只有見到零星的大型成魚，只發現到18尾三齡以上成魚（佔5.5%），預料這將使得上游河段的族群結構在明年產生斷層現象，並影響其族群自然更新狀況。

夏季調查時，二齡的中型成魚在分佈上以七家灣溪的一至二號壩河段數量最多，共計有211尾，佔所有中型成魚的47.7%。其次為

二至三號壩的120尾（佔27.1%），其他河段的分佈則較為零散。秋季時的狀況與夏季時雷同，一至二號壩河段有314尾，佔32.6%，是各河段中數量最高者。其次是二至三號壩河段的166尾（佔17.2%）。

一齡幼魚的分佈在夏季時以五至六號壩的774尾最多，佔所有幼魚族群的22.7%，其次為一至二號壩的660尾（佔19.3%）、四至五號壩的566尾（佔16.6%）、三至四號壩的482尾（佔14.1%）與高山溪三號破壩以上河段的473尾（13.9%）。一號壩以下河段的幼魚數量最少，共計有89尾，佔族群的4.1%，高山溪匯流點以下更只有25尾，所佔比例不到1%。除了下游河段以外，一齡幼魚大致分散在各河段，沒有集中在某一河段的現象。秋季調查則以三至四號壩的569尾為最高數量，佔19.4%，其次為五至六號壩的518尾（佔17.7%）、一至二號壩的489尾（佔16.7%）、二至三號壩的471尾（佔16.1%）、高山溪三號破壩以上的371尾（佔12.6%）與四至五號壩的341尾（11.6%）。與夏季相較，有自上游分散至下游的趨勢，因此各河段的數量變得較不懸殊。

各個河段的一齡幼魚都較以往大幅增加，而去（2001）年繁殖季雖然有進行種魚捕抓與人工繁殖工作，但孵化出來的一齡幼魚並未放流到七家灣溪流域中，因此調查中所有記錄到的幼魚皆是自然更新而來。尤其三號壩以上的七家灣溪上游河段幼魚更是創紀錄的大幅度增加（表一與表二），夏季調查時共計有1822尾，佔53.3%，秋季調查則有1428尾，佔48.6%。其比重佔了整個一齡幼魚族群一半左右。雖然這些一齡幼魚都將隨著洪水的侵襲而散佈到下游河段，並為攔砂壩阻隔而減少，但在這些一齡幼魚逐漸長成的過程，其對食物與棲地利用的競爭，以及族群演替情形，都值得作更進一步的觀察與探討。

原先舊復育中心上游的二號壩受溪水淘空基礎已久，加上今年七月颱風豪雨帶來洪水的衝擊，終於整個坍塌崩壞，原先壩下的深潭整個為砂石掩埋，衝擊到原本分佈於此的鮭魚族群，造成數量整個減少。不過攔砂壩的崩壞，也形成一個新的通路，讓魚群可以上溯到原先二號破壩上方，湧泉出口下方的矮壩下，這裡並且形成一個新的鮭魚集中熱點（Hot Spot）。原二號壩至破壩間的距離不長，約兩百多公尺，但是兩岸岩壁較高，植被茂密，形成遮蓋良好的峽谷河段，其間並且有許多水潭可供躲避，未來或許會成為一至二號壩河段鮭魚族群的良好棲息地。調查時，也發現到台灣鏟頰魚同樣上溯至原二號壩上方河段，不過數量並不多，體型也不大。

其實在原二號壩破損形成通道之後，整個一至三號壩河段，只剩更上游破壩下方的一個小副壩阻隔。此壩的高度雖然不高，但仍阻隔鮭魚的上溯活動，今年秋季調查時即觀察到許多鮭魚聚集於此壩下方深潭。由於一至二號壩與二至三號壩河段是櫻花鉤吻鮭族群分佈的重心，卻因攔砂壩阻隔，造成分佈上的不同，致使鮭魚無法上溯至合適的棲地環境生存繁殖。因此該壩若能進行拆除或是搭設魚道通行，將使得整個七家灣溪中游（一至三號壩間）河段形成超過四公里無障礙通路。不過魚道的搭設或興建，通常需要進行較長時間的評估，也必須進行較大規模工程，而且在坡度大且湍急的上游河段魚道很難維持功能，因此本研究並不建議興建魚道而應採取拆壩方式。而由於此壩的高度並不高，本身亦以因大水而有壩基淘空與壩頂挖蝕情形，應該不必要如高山溪拆壩使用重機械進行，建議可以人工或輕機具破壞等，對環境低衝擊性的方式逐漸降低高度，或破壞支柱結構。事實上，也不一定要整個拆除，只需造成缺口形成通道（如原二號壩情形），對游泳跳躍能力還不錯的櫻花鉤吻鮭來說，即已足夠利用為通道。

高山溪的攔砂壩全部拆除後，調查中亦觀察到台灣鏟頰魚分佈擴張的情形，高山溪下游的台灣鏟頰魚族群已經拓展至一號破壩以上河段，雖然數量不多，但咸信隨著棲地改變與洪水侵襲，台灣鏟頰魚的分佈將逐漸擴展至高山溪上游河段。其未來在七家灣溪與高山溪上游拓展分佈、繁殖與棲地利用等相關生態現象也應持續記錄。

比較歷年各主要河段族群比例變化（圖三），可以發現一號壩以下河段的族群比例自1998年以來逐年降低，顯示該河段的環境正逐漸轉變為不適鮭魚生存繁衍的地方。尤其高山溪匯流點以下，多年的族群與環境監測結果顯示櫻花鉤吻鮭的分佈因為高水溫環境的不適應而正逐漸往上游退縮（曾，2001）。雖然夏與秋季兩次調查結果的一齡幼魚數量都不算少，但對照其他河段族群數量與往年水溫資料，推論極有可能是上游或高山溪因族群競爭或為洪水沖移的個體。

七家灣溪一至二號壩河段在去（2001）年春與夏季間由於多次的大雨與颱風將上游鮭魚沖移至此，其族群數量與比例即呈現大幅上升現象（曾，2001）。不過以往因為水溫環境不佳導致更新狀況不理想的狀況有了改善，因而可以發現許多幼魚族群。這也使得一至二號壩河段的鮭魚族群仍然可以維持在較高數量的水準。

七家灣溪二至三號壩河段的鮭魚族群在2001年大幅度減少後，一直沒有恢復原有水準。不過夏與秋季兩次調查結果，顯現其數量較去年增加許多，比例亦升高不少。二至三號壩河段的各齡鮭魚顯著集中在原抽水站以上的河段。破壩以上到原抽水站附近河段的鮭魚則相對少的許多。此外，湧泉及其支流可亦發現不少數量的鮭魚，夏季調查到102尾，秋季則調查到104尾，較往年增加許多，尤其是一齡幼魚，許多個體都躲藏在枯枝樹幹間或河岸草叢底部。不過湧泉的環境似乎不太合適體型太大的鮭魚，因此二齡的中型成魚與三齡以上的大型成魚數量都很少。這或許是因為湧泉淤積以及湧泉與主流匯流點水流不深，難以吸引大型魚前往所致。

三至四號壩與四號壩以上河段的鮭魚族群，先前一直沒有佔太高比例，直到今年夏與秋季兩次調查時，才有顯著的增加。

高山溪的櫻花鉤吻鮭族群自1999年陸續進行拆壩後，族群即明顯集中於三號壩以上河段，今年兩次調查結果亦同，幼魚更新情形也十分穩定。顯見高山溪三號破壩以上由於兩岸陡峭，形成良好遮蔽，且多為峽谷深潭，吸引許多鮭魚上溯棲息，尤其是四號破壩上游的引魚效果更為顯著。而三號壩以下河段雖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），在底質無法穩定的狀態下，櫻花鉤吻鮭主食的水棲昆蟲數量亦無法穩定，因此鮭魚數量一直無法增加，其中一號破壩至三號破壩間，原本即是平坦無遮蔽河段，本來就不易吸引鮭魚棲息，夏季幾次豪雨大水使得棲地有逐漸多樣化，下游族群也已有個體拓展至此河段。未來在不對河床進行干擾的情況下，棲地與族群應該會趨向好轉。

總結今（2002）年夏季與秋季兩次族群調查的結果，數量與分佈上具有以下特點：

- 1、 一齡幼魚的數量多，三齡以上大型成魚的數量少。形成一個金字塔型的族群結構，趨向穩定。
- 2、 若不考慮攔砂壩的阻隔，上游河段（三號壩以上）的鮭魚數量多，下游河段（一號壩以下）的鮭魚數量少。高山溪的鮭魚分佈集中在三號壩破壩以上的上游河段。
- 3、 上游（三號壩以上）河段的族群結構以一齡幼魚為主，幾乎沒有三齡以上大型成魚的分佈。

二、鮭魚數量大幅增加的可能原因

由於去（2001）年並未將人工繁殖所復育幼魚放流至七家灣溪與高山溪中，因此所有一齡幼魚族群皆是自然孵化更新，加以雖然各河段一齡幼魚的數量有所差異，但分佈河段卻顯得分散，並未如以往只集中在某些河段。顯示去年各河段在繁殖季時的水溫環境良好，族群更新才會如此順利。不過十分可惜的是由於去年多次豪雨造成幾乎所有測站的水溫記錄器折損或埋沒於砂堆中，致使許多寶貴的資料遺失，只有介於二、三號壩間的舊抽水站與高山溪上游三號壩兩測站的水溫資料得以保全，我們因而無法針對全流域的水溫進行完整的探討。雖然如此，本研究還是嘗試分析這些有限的資料，以了解其幼魚大幅增加的可能原因，並作為未來保育行動的參考。

（一）水溫

楊（1997）曾經利用七家灣溪水溫監測資料與魚卵孵化實驗結果得到櫻花鉤吻鮭最適孵化水溫約在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，十一月並且可以被視為孵化前期，檢視其平均水溫的狀況以作為孵化成功的指數。因此我們統計抽水站與高山溪三號壩兩個測站在整個鮭魚繁殖與孵化期（十月至十二月）的月平均水溫，得到抽水站的月均水溫值分別是十月的12.4℃、十一月的10.6℃與十二月的10.3℃，而高山溪上游三號壩的水溫則分別為12.5℃、9.6℃與8.8℃。可以發現兩站在十月的水溫差異不大，而十一月時水溫才開始隨氣候變遷呈現大幅下降，高山溪上游此時的平均水溫才明顯較抽水站來的低，到時節越冷的十二月時，水溫差異則更大。顯示抽水站以上的水溫環境是適合魚卵孵化，不會造成大量死亡情形。

與其他年度的抽水站平均水溫比較（表六），去（2001）年的水溫也是最低的。與1996年的各站平均水溫比較，是和更上游的五號壩測站位置水溫相等，而兩測站的距離相距約兩公里左右。楊（1997）亦提到抽水站是七家灣溪水溫上升的關鍵，抽水站以上河段因為是兩岸罩蓋完整峽谷地形，所以水溫上升趨勢不明顯，自抽水站以後才呈現大幅上升。雖然本研究無法得到七家灣溪所有測站的水溫資料，也無法得知水溫較其他年度低的原因，但由抽水站此關鍵位置的平均水溫，仍然可以推估去（2001）年的水溫均溫應是近年來最低的。而這對魚卵的孵化來說，創造出十分有利的水溫環境。

（二）雨量

由中央氣象局取得武陵地區的每日雨量資料中，將去年繁殖季節與幼魚長成季節（十月至十二月與一月至三月）與歷年（自1987至2002）同時間的雨量做一比較（表七），可以得知無論是繁殖時期（2001年十月至十二月）或仔稚魚發育期（2002年一月至三月）的雨量，都在歷年平均值以下，尤其二月與三月更不到平均值的六分之一。雖然各月份雨量不一定是歷年的最低值，但是若以兩季整個時間一起討論，其他年度在各季的某一時節，總會遇上大雨降臨，去（2001）年秋季以來至今（2002）年春季是第一次有這樣長達六個月雨水都少的現象發生，檢視其每日雨量記錄，甚至沒有單日降雨超過27公釐的情形。

今年全台各地普遍因為缺乏雨水而有乾旱問題，七家灣溪流域因為位於整個集水區源頭，雖然水量較少，但仍維持一定流量，下游河段因為多為透水的礫石層，所以水位降低較為明顯，但底質多為岩盤與大石頭的上游河段，其實感覺上是差異不大的。反而，乾旱卻提供了櫻花鉤吻鮭幼魚一個良好的生長環境，使其不致在來不及長大前就被洪水帶走。

（三）棲地承載

成魚的數量或許也是一個限制因子，由於三齡以上大型成魚與一齡幼魚棲地選擇的不同，加上一齡幼魚在孵化後幾個月內都需要藏匿在陰暗或石縫處，除了主要天敵的數種溪澗鳥外，咸信中、大型成魚也是其中一個威脅因子。也許是這樣，去（2001）年繁殖季三齡以上成年鮭魚的大量死去，減少對一齡幼魚棲地空間與食物的競爭，亦可能間接提高幼魚的存活數量。

此外，1997年賀伯颱風造成棲地環境均質單一的情況正逐漸改變，許多河段，包含最主要的一至二號壩與二至三號壩，以及上游各河段的深潭都逐漸淘深變大，棲地環境也開始呈現多樣風貌，增加魚群可利用的「有效棲地」面積，也應是今年一齡幼魚較往年大幅增加的可能原因。

一齡幼魚數量與分佈的變化，通常受到許多因素限制，包含繁殖季節時成熟雌雄鮭魚的數目、產卵場數量與孵化水溫等因素都會影響繁殖效率，因此，同樣數目的成鮭不一定會產下相同數量的幼魚，各河段也才會常呈現分佈不均現象。所以此次幼魚數量大幅增加的現象很難單由一個原因就可以解釋。雖然如此，但從上述有限

的棲地與環境資料，我們仍可以得知一齡幼魚的增加與去（2001）年水溫較低，孵化與仔稚魚成長時期雨量較少，棲地環境改善及競爭減少有關。

雖然今年調查到許多一齡幼魚，大多數一齡幼魚的狀況也還不錯，但體型差異明顯，隨著小魚逐漸長大，棲地空間與食物的限制將逐漸淘汰一些個體，天敵也因數量大增容易在淺水域捕抓到幼魚，幼魚因游泳能力不強極容易為洪水沖移至下游。今年夏與秋季兩次調查結果即已顯現這樣的趨勢。不過由於今年幼魚的分佈未如以往只集中在某些河段，而是散佈在上下游各個河段，因此未來幼魚的成長、數量與分佈空間變遷值得進行持續監測比較，也可以藉此觀察攔砂壩對上游族群的各種影響（戴，1992），並藉此探討大量發生的幼魚對整個鮭魚族群的影響。

一齡幼魚大量發生的現象，也可以讓國家公園管理處本身藉機檢視多年來的放流工作。原本復育與放流目的原本在於改善櫻花鉤吻鮭族群更新不佳的情形，因此多年來持續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。去年繁殖季時，國家公園保育人員已進行捕抓復育工作，但尚未進行放流工作，由於今年各河段的幼魚自然更新良好，且都有不少數量的情況來看，今年也許不必進行七家灣溪域內的放流工作，這些已孵化育成的幼魚可以作進一步的規劃，如域外放流的試驗評估，或其他以往因數量限制無法進行的相關生態研究。如果管理棲息地的問題可以獲得解決，或許可以櫻花鉤吻鮭曾經分佈的南湖溪與司界蘭溪為優先考量（曾，2001）。

由於三齡以上大型成魚幾乎都集中在一至二號壩以外的其他河段，而二齡中型成魚的數量雖然看起來很多，但其中包含不少較大易與二齡魚混淆的一齡幼魚個體，因此今（2002）年在繁殖季時，許多河段都幾乎沒有性成熟的大型成魚進行繁殖，這將影響明年的幼魚更新狀況，尤其上游的三號壩以上河段將更為顯著。一項針對一至四號壩產卵場進行研究的初步調查結果，只發現到約四十個確認的巢場，其中大多集中在一至二號壩間河段（吳，私人聯絡），與往年比較，數量不但減少許多且分佈侷限。加以本年度的一齡幼魚要到近兩年後才能投入繁殖行列，將使得櫻花鉤吻鮭在這兩年內面臨族群斷層的問題。為了避免此問題影響各河段族群數量的穩定，未來兩年的復育工作仍然是必要的，不過或許該考量與評估各河段不同的狀況。至於高山溪由於拆壩之後的族群更新狀況趨向穩

定，因此並不建議再進行人工放流。

三、棲地分析

本研究於五月前往高山溪調查時，為瞭解各齡鮭魚分佈的限制因子，曾進行鮭魚出現地點的棲地因子測量工作，包含流速、深度、底質與環境描述，與族群資料比較後分別敘述如下：

（一）流速與深度：

不以潭、瀨或流等中級棲地型態分類，本研究將發現各齡鮭魚地點的流速與深度作圖比較，如圖四，可以發現各齡成魚對流速與深度的需求不盡相同。三齡以上大型成魚多集中在水深較深而流速較緩地帶；一齡幼魚分佈在水深較淺，流速則顯得較為分散，不過仍多棲息在較緩流速地帶；二齡中型成魚則恰巧介於兩者中間，雖然高山溪河段的魚群數量較少，尤其二齡中型成魚更只有七筆記錄，但圖七仍可比較到各齡鮭魚棲地偏好。

（二）周遭環境：

這主要是將每次發現鮭魚地點附近的環境型態分類，統計如圖五。三齡以上大型成魚主要集中在岩盤旁，二齡中型成魚偏好在有遮蔭環境，而一齡幼魚分佈則顯得較為分散。值得注意的是河岸邊緣有些緩流區，因為長期沒有下雨造成斷流，而成為落葉爛泥的無水流區，這些以往認為不會有鮭魚分佈的地區，這次也發現到有些營養不良的小鮭魚因受困而藏匿其中。

（三）底質棲地：

將底質分成九類，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。統計如圖六，由圖中可以看出三齡以上大型成魚偏好底質（4）與（7）為主；一齡幼魚以底質（6）為主；二齡中型成魚則顯得分散，但以底質（2）上發現最多。

綜合以上所述，三齡以上大型成魚所偏好的棲地型態為岩壁旁，底石為中石，深度較深而流速較緩的地帶。一齡幼魚對環境並未有顯著偏好，底質則以小卵石為主，水深較淺的地方。二齡中型成魚則偏好有遮蔽環境，底石為岩壁，深度與流速則介於三齡以上

大型成魚與一齡幼魚間。若以河川棲地型態分類，則三齡以上大型成魚的偏好環境十分明顯，即是所謂的「深潭」棲地。二齡中型成魚與一齡幼魚則比較不顯著。

由於這樣針對每尾鮭魚出現地點進行詳細測量的工作十分繁重，加上儀器與人員的限制，讓本研究不易在族群調查時全程進行，因此我們引進中級棲地（Mesohabitat）的觀念（表五），在六至七月時將整個流域的各個河段分割許多一致性較高的大範圍棲地討論。整個調查範圍包含七家灣溪流域（包含湧泉與高山溪支流）全段，記錄長度、寬度等物理因子，並且記錄夏季族群調查時的鮭魚數量與位置，用以分析鮭魚出現在各棲地的密度與差異，如表八。為了顯示各類型棲地的可能承載量與估計鮭魚密度，我們採用整個河域面積的方式計算而不只有討論長度。

由表中可以得知，整個七家灣溪的中型棲地，以水淺流急的急瀨（Rif）為主，佔所有水域面積的64.2%，其次是深潭的17.2%，平瀨（Rip）的12.6%，梯狀潭（Cp）的4.2%，面積最少的是緩流（R），只佔有1.7%。但每個河段的分佈並非一致，而有相當大的差異。例如：原二號至二號破壩河段以深潭居多（49.3%），反而急瀨的面積較少，佔整個二號至二號破壩間河段的32.7%。而高山溪一號破壩至匯流點河段，除了急瀨（99.8%）與些許的緩流（0.2%）外，沒有任何其他棲地類型的分佈。Tsao（1995）曾提到櫻花鉤吻鮭在不同生活史的時期會利用不同的棲地，例如孵化與仔稚魚的成長需要緩流棲地與隱匿空間，大型成魚多棲息躲藏在深潭底處等。本研究對高山溪鮭魚族群微棲地的初步分析亦有相似結果。而這些棲地的組合與分佈也相對造成魚群分佈的多樣與限制。

由於棲地調查是在六至七月間分成多次進行，因此只討論誤差較小的夏季族群調查結果，由於豪雨大水造成棲地型態的改變，因此秋季調查後有必要再進行一次全面性的棲地測量，才能比較正確估計密度與棲地特性，因此本研究先只針對夏季調查的結果分析，由表中各河段各齡魚的密度，我們可以歸納出以下趨勢與現象：

（一）、無論是在哪一個河段，三齡以上大型成魚明顯集中在深潭與梯狀潭兩類棲地。少部分見於急瀨與緩瀨地形，而緩流地形從未記錄到。二齡中型成魚雖然在許多河段亦以深潭棲地的密度最高，不過在急瀨或平瀨棲地出現的機率也不小，甚至在某些河段的密度大於深潭棲地，顯示其未如大型魚特別偏好深潭棲地。三齡以上的大型成魚與二齡中型成魚因為體型大且領域行為明顯，因此需要較

大的棲地環境，如深潭可以提供作為躲藏休息之用。至於一齡幼魚的出現棲地類型與二齡中型成魚類似，許多河段以深潭棲地的密度最高，但由於數量多，因此顯得較三齡以上成魚與二齡成魚更為分散，有不少比例出現在水流湍急的急瀨棲地。不過這是否棲地競爭造成或是一齡幼魚原本習性，可能仍有待進一步的分析。

(二)、各河段間，棲地型態最為貧瘠的河段在高山溪三號破壩以下的河段，除了在一號破壩以下有少範圍的緩流，一至三號破壩兼有平瀨與些許深潭分佈外，近90%都是流速快，讓魚無法休息的急瀨棲地。這是因為拆壩後的高山溪河床坡降與兩岸泥沙淤積邊坡都尚未穩定，侵蝕力仍強所導致。因為沒有合適的棲地，所以除了少量幼魚外，沒有鮭魚聚集於此河段。只有在二號破壩上方因為有深潭環境，始發現三齡以上的大型成魚。三號破壩以上河段，由於深潭面積增加，棲地開始呈現多樣，因此吸引最多的鮭魚於此，尤其是三齡以上的大型成魚。

(三)、七家灣溪的一號壩以下河段在高山溪匯流點上下的棲地組成不同，上游的深潭與梯狀潭較多，而較少急瀨地形，因而有較下游高的族群密度。二至三號壩間亦有類似的現象，在抽水站以上，有較高比例的梯狀潭與深潭地形，雖然河段較短，但有較下游更高的族群密度。不過一至二號壩間河段卻有些不同，在觀魚台上下河段的棲地型態與比例差異不大，但魚群密度仍然有不小的差異，這可能是不同微棲地或水溫等物理性因子造成的，也說明了用中型棲地方式解釋魚群分佈是有極限的。

(四)、整個七家灣溪流域（包含湧泉與高山溪支流）中，三齡以上大型成魚出現密度最高的河段在高山溪三至四號破壩河段，為2.011 尾/100m²，其次是高山溪四號壩以上河段的1.632 尾/100m²。二齡中型成魚出現密度最高的河段在三至四號壩（含無名溪）的2.152 尾/100m²，其次在觀魚台至二號壩間的1.835 尾/100m²。一齡幼魚最高出現密度則在四至五號壩間的36.543 尾/100m²，其次是三至四號壩的27.016 尾/100m²。以上所述各齡魚的最高與次高密度都是分佈在深潭區的族群。顯示深潭棲地對鮭魚族群的維持十分重要。

(五)、三齡以上大型成魚與二齡中型成魚在各河段間或不同棲地間的族群密度值懸殊不大，最高密度值幾乎相等。而一齡幼魚在棲地或河段間的密度則十分懸殊，最高密度值是三齡以上大型成魚與二齡以上中型成魚的十多倍。這一方面是因為一齡幼魚的數量很多，一方面是幼魚對棲地與食物的需求與競爭較小，因此容許較集

中的聚集方式，因而提高了族群密度。不過三齡以上大型成魚與二齡中型成魚的密度較低應是由於族群數量較少，而非已達平衡狀態才是。

(六)、若不分別討論成、幼魚，則各河段間族群密度最高的是三至四號壩的12.113 尾/100m²，其次是五至六號壩間的11.963 尾/100 m²。原本單考慮數量也不算少的一至二號壩，由於之間河段很長，與計算後密度只在4.221 尾/100m²，與整個七家灣溪平均密度的4.229 尾/100m²十分接近。

綜合以上所述，在各齡魚偏好棲地型態的結果上，與高山溪以微棲地觀點分析的結論十分吻合。由於我們只引用夏季族群資料估計，未來會在枯水期再進行一次完整測量，以求得秋季調查資料的棲地分佈，以比較夏與秋兩季櫻花鉤吻鮭對棲地需求的改變。

Tsao (1996) 曾統計七家灣溪一至三號壩河段的棲地組成，其棲地組成中亦以瀨區 (Riffle) 所佔面積最廣，達到所有面積的39.9%，其次為深潭 (Pool) 的30.9%，湍瀑瀨 (Cascade) 的15.7%，緩流 (Run) 的12.1%，最少的棲地型態是下蝕潭 (Plunge pool) 的1.4%。若不考慮不同調查方式或棲地分類造成誤差，與本研究調查結果相較，則現在的急瀨棲地面積大幅增加，深潭與緩流減少許多。即使單只比較一至三號壩河段，也是相似的情形。吳 (1999) 整理戴 (1992) 與賴 (1996) 等對七家灣溪進行調查所得棲地型態比例的歷年變化後，也發現七家灣溪的深潭與緩流有減少，而梯狀潭有上升的趨勢。深潭面積的減少，對成年鮭魚的影響較大，不過比較歷年成魚數量變化 (表三)，三齡以上大型成魚的數量並無逐年下降的趨勢。顯現鮭魚的族群變動還受其他環境因子影響，不易由中型棲地分類完全解釋。

本研究原本期望經由棲地的綜合分析，可用以推估櫻花鉤吻鮭生存棲地限制因子與七家灣溪的可能承載數量。但初步的分析結果顯示，有必要在時間與人力的限制下，再試著納入更多環境因子，並進行更長期的試驗比較，以求獲得更精確的資料。

肆、結論與建議

- 1、夏與秋季兩次調查結果都顯示櫻花鉤吻鮭幼魚數量較往年大幅增加，這情形讓人對鮭魚未來變得樂觀，但由於攔砂壩與天災等潛在威脅仍然存在，因此仍須注意其未來變動趨勢。

- 2、由於成、幼魚間的數量差異懸殊，且三齡以上大型成魚呈現集中在少數河段，仍有不少數量分佈在水溫環境變動大的一至二號壩河段，而未來兩年內櫻花鉤吻鮭族群將面臨斷層的可能危機，這可在審慎評估各河段狀況後，透過人工復育與放流方法補救。
- 3、高山溪自2001年夏季後，已成為完全沒有攔砂壩阻礙的相連河段，在溪床未受到擾動的情況下，棲地已逐漸回復，下游族群也有往上游拓展情形。由高山溪的經驗來看，未來進行攔砂壩拆除工作前應盡可能事先將上游可能被沖刷到下游的大量砂石先行清除，以免造成下游河段長期的渾濁問題。
- 4、高山溪河段自1999年開始拆壩後，族群更新呈現穩定上升趨勢，因此未來在沒有重大災害影響下，可讓族群自由演替更新，無需再進行人工復育放流工作。而去（2001）年進行人工復育但未進行放流的幼魚，除種魚需求外，或許可以考慮進行其他域外放流試驗評估，也可考慮進行一些以往因數量限制無法進行的相關研究。
- 5、由於整個七家灣溪一至三號壩間河段，僅剩中游的一座矮壩阻隔。在干擾最少的前提下，建議以人工破壞方式逐漸降低此副壩高度，讓整個一至三號壩得以貫通成為無阻礙河段，讓下游鮭魚得以自由上溯。
- 6、高山溪微棲地分析與整個流域中級棲地分析的結果顯示，各齡族群分佈棲地顯著不同，且各河段棲地組成不均，但仍需要進行更多調查，才可能估算流域內的棲地負荷與鮭魚族群的最大承載量。

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，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，以及王一如、吳景義、吳杰峰、吳雯菁、吳子輝、游智閔、陳聖宗、陳惠玲、陳理德、孟婉瑜、李玉芳、簡錫彥、林芳儀、朱惠菁、鄭安怡、鄭蕙如、林啟豐等人在野外工作上的協助，才能順利完成，特別在文末致謝之。

陸、參考文獻

- Kano, T., 1940. Zoogeographical studies of the Tsugitaka Mountains of Formosa. Inst. Ethnogr. Res. Tokyo. 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.
- Watanabe, M., and Y. L. Lin 1985. Revision of the salmonid fish in Taiwan. Bull. Biogeog. Soc. Japan 40 (10) : 75- 84.
- 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、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。
- 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。
- 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。
- 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。

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。

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。

表一：2002年秋季族群調查於十月一日至六日前往進行，調查河段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 4,221 尾。

地點	三齡以上大型成魚 (25cm以上)	二齡中型成魚 (15~20cm)	一齡幼魚 (15cm以下)	小計	
迎賓橋~高匯	16	21	46	83	
高匯~一號壩	32	43	74	149	
一號壩~觀魚台	56	106	100	262	苦花數量(大2尾;中6尾;小456尾)
觀魚台~二號壩	75	208	389	672	苦花數量(大0尾;中8尾;小27尾)
二號壩~破壩	18	31	56	105	二至三號壩含湧泉共723尾(大86尾;中166尾;小471尾)。苦花在二至二號破壩間有5尾。
破壩~抽水站	17	60	83	160	
抽水站~三號壩	51	72	231	354	
湧泉池	0	3	101	104	
三號壩~四號壩	2	94	502	598	
無名溪~小瀑布	2	31	67	100	
四號壩~五號壩	11	101	341	453	
五號壩~六號壩	3	85	518	606	
高山溪一號壩以下	13	22	8	43	苦花數量(大1尾;中21尾;小38尾)。全部分佈在高破 Dam1 以下,以上未見苦花分佈。亦未記錄到纓口鰍與蝦虎魚。
高山溪一號壩~二號壩	1	10	9	20	
高山溪二號壩~三號壩	2	13	37	52	
高山溪三號壩~四號壩	9	24	202	235	
高山溪四號壩以上	17	39	169	225	
合計	325	963	2933	4221	

表二：2002 年夏季族群調查於六月八日至十二日前往進行，高山溪二號壩以上因遇大雨造成水濁延後至七月初進行調查，調查河段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 3,988 尾。

地點	三齡以上大型成魚 (25cm 以上)	二齡中型成魚 (15~20cm)	一齡幼魚 (15cm 以下)	小計	
迎賓橋~高匯	1	7	25	33	
高匯~一號壩	3	14	64	81	
一號壩~觀魚台	12	88	140	240	
觀魚台~二號壩	57	123	520	700	
二號壩~破壩	0	3	46	49	二至三號壩含湧泉共 470 尾。(大 15 尾；中 120 尾；小 335 尾)
破壩~抽水站	2	49	85	136	
抽水站~三號壩	8	61	114	183	
湧泉池	5	7	90	102	
三號壩~四號壩	0	37	429	466	
無名溪~小瀑布	3	4	53	60	
四號壩~五號壩	0	21	566	587	
五號壩~六號壩	0	0	774	774	
高山溪一號壩以下	0	4	10	14	
高山溪一號壩~二號壩	0	2	1	3	
高山溪二號壩~三號壩	2	0	25	27	
高山溪三號壩~四號壩	11	6	242	277	
高山溪四號壩以上	27	16	231	274	
合計	131	442	3415	3988	

表三、櫻花鉤吻鮭歷年（1998 年迄今）三齡以上大型成魚、二齡中型成魚與一齡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 15 20 公分的中型成魚，一齡幼魚在夏季為 5 8 公分，秋季則指 15cm 以下左右的小魚。

分類時間 河段	各河段三齡以上大型成魚數量（尾）										各河段二齡中型成魚數量（尾）										各河段一齡幼魚數量（尾）									
	98'S	98'W	99'S	99'W	00'S	00'W	01'S	01'W	02'S	02'W	98'S	98'W	99'S	99'W	00'S	00'W	01'S	01'W	02'S	02'W	98'S	98'W	99'S	99'W	00'S	00'W	01'S	01'W	02'S	02'W
和平農場~迎賓橋	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	
迎賓橋~高匯點	9	10	4	3	0	0	?	1	1	16	1	16	5	1	4	3	?	0	7	21	0	1	0	0	2	0	?	0	25	46
匯流點~一號壩	37	35	26	26	37	33	6	33	3	32	17	30	13	9	1	16	3	1	14	43	8	5	2	0	15	4	5	1	64	74
一號壩~觀魚台	13	17	8	3	14	17	7	11	12	56	12	5	10	19	4	10	5	4	88	106	8	2	2	9	11	2	0	2	140	100
觀魚台~二號壩	73	38	18	96	45	35	32	92	57	75	27	24	23	18	16	32	52	12	123	208	22	21	9	8	43	15	27	35	520	389
二號壩~三號壩	139	50	31	140	41	73	23	51	10	86	125	70	69	63	52	52	6	1	113	163	61	31	61	19	14	31	2	2	245	370
湧泉池及湧泉支流	1	16	1	12	6	9	3	11	5	0	16	5	10	14	17	55	5	0	7	3	35	30	5	10	42	10	2	0	90	101
三號壩~四號壩	14	32	5	9	5	4	21	20	0	2	13	13	7	14	0	14	6	3	37	94	31	13	3	9	5	13	3	1	429	502
無名溪小瀑布以下	0	1	0	1	2	6	1	7	3	2	1	5	18	8	22	12	0	0	4	31	0	1	37	5	0	2	0	0	53	67
無名溪 無一號壩	0	?	?	?	?	1	?	?	?	?	0	?	?	?	?	1	?	?	?	?	0	?	?	?	?	0	?	?	?	?
無一號壩 匯流點	0	?	?	?	?	?	?	?	?	?	4	?	?	?	?	?	?	?	?	?	13	?	?	?	?	?	?	?	?	?
四號壩~五號壩	7	9	2	37	6	28	23	41	0	11	43	15	12	13	13	52	14	0	21	101	30	8	5	6	86	52	17	1	566	341
五號壩~六號壩	8	9	4	25	13	20	17	6	0	3	3	3	2	6	13	24	15	12	0	85	14	4	7	10	51	21	12	3	774	518
六號壩以上	4	0	0	?	?	?	?	?	?	?	1	0	0	?	?	?	?	?	?	?	0	0	0	?	?	?	?	?	?	?
高一號壩~匯流點	12	45	5	33	17	33	0	?	0	13	6	35	11	31	17	24	1	?	4	22	1	4	15	13	5	11	2	?	10	8
高一號壩~二號壩	14	4	5	25	22	1	2	?	0	1	22	24	12	28	5	2	3	?	2	10	6	0	44	42	1	0	0	?	1	9
高二號壩~三號壩	4	1	1	0	1	0	0	6	2	2	1	1	0	0	0	0	0	4	0	13	0	1	1	0	0	0	3	0	25	37
高三號壩~四號壩	1	2	0	12	4	17	8	23	38	26	0	1	1	4	12	29	4	13	22	63	0	0	0	1	64	32	16	11	473	371
司界蘭溪中上游	0	?	?	?	?	?	?	?	?	?	0	?	?	?	?	?	?	?	?	?	0	?	?	?	?	?	?	?	?	?
總計	336	269	110	422	213	277	143	302	131	325	292	247	193	228	176	326	114	50	442	963	229	121	191	132	339	193	89	56	3415	2933

表四：櫻花鉤吻鮭歷年（1998 年迄今）三齡以上大型成魚、二齡中型成魚與一齡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	各河段三齡以上大型成魚比例 (%)										各河段二齡中型成魚比例 (%)								各河段一齡幼魚比例 (%)											
	98'S	98'W	99'S	99'W	00'S	00'W	01'S	01'W	02'S	02'W	98'S	98'W	99'S	99'W	00'S	00'W	01'S	01'W	02'S	02'W	98'S	98'W	99'S	99'W	00'S	00'W	01'S	01'W	02'S	02'W
迎賓橋~高匯點	2.7	3.7	3.6	0.7	0.0	0.0	?	0.3	0.8	4.9	0.3	6.5	2.6	0.4	2.3	0.9	?	0.0	1.6	2.2	0.0	0.8	0.0	0.0	0.6	0.0	?	0.0	0.7	1.6
匯流點~一號壩	11.0	13.0	23.6	6.2	17.4	11.9	4.2	11.0	2.3	9.8	5.8	12.1	6.7	3.9	0.6	4.9	2.6	2.0	3.2	4.5	3.5	4.1	1.0	0.0	4.4	2.1	5.6	1.8	1.9	2.5
高一號壩~匯流點	3.6	16.7	4.5	7.8	8.0	11.9	0.0	?	0.0	4.0	2.1	14.2	5.7	13.6	9.7	7.4	0.9	?	0.9	2.3	0.4	3.3	7.9	9.8	1.5	5.7	2.2	?	0.3	0.3
一號壩以下小計	17.3	33.5	31.8	14.7	25.4	23.8	4.2	11.3	3.1	18.8	8.2	32.8	15.0	18.0	12.5	13.2	3.5	2.0	5.7	8.9	3.9	8.3	8.9	9.8	6.5	7.8	7.9	1.8	2.9	4.4
一號壩~觀魚台	3.9	6.3	7.3	0.7	6.6	6.1	4.9	3.6	9.2	17.2	4.1	2.0	5.2	8.3	2.3	3.1	4.4	8.0	19.9	11.0	3.5	1.7	1.0	6.8	3.2	1.0	0.0	3.6	4.1	3.4
觀魚台~二號壩	21.7	14.1	16.4	22.7	21.1	12.6	22.4	30.5	43.5	23.1	9.2	9.7	11.9	7.9	9.1	9.8	45.6	24.0	27.8	21.6	9.6	17.4	4.7	6.1	12.7	7.8	30.3	62.5	15.2	13.3
一至二號壩小計	25.6	20.4	23.6	23.5	27.7	18.8	27.3	34.1	52.7	40.3	13.4	11.7	17.1	16.2	11.4	12.9	50.0	32.0	47.7	32.6	13.1	19.0	5.8	12.9	15.9	8.8	30.3	66.1	19.3	16.7
二號壩~三號壩	41.4	18.6	28.2	33.2	19.2	26.4	16.1	16.9	7.6	26.5	42.8	28.3	35.8	27.6	29.5	16.0	5.3	2.0	25.6	16.9	26.6	25.6	31.9	14.4	4.1	16.1	2.2	3.6	7.2	12.6
湧泉池及湧泉支流	0.3	5.9	0.9	2.8	2.8	3.2	2.1	3.6	3.8	0.0	5.5	2.0	5.2	6.1	9.7	16.9	4.4	0.0	1.6	0.3	15.3	24.8	2.6	7.6	12.4	5.2	2.2	0.0	2.6	3.4
二至三號壩小計	41.7	24.5	29.1	36.0	22.1	29.6	18.2	20.5	11.5	26.5	48.3	30.4	40.9	33.8	39.2	32.8	9.6	2.0	27.1	17.2	41.9	50.4	34.6	22.0	16.5	21.2	4.5	3.6	9.8	16.1
三號壩~四號壩	4.2	11.9	4.5	2.1	2.3	1.4	14.7	6.6	0.0	0.6	4.5	5.3	3.6	6.1	0.0	4.3	5.3	6.0	8.4	9.8	13.5	10.7	1.6	6.8	1.5	6.7	3.4	1.8	12.6	17.1
無名溪小瀑布以下	0.0	0.4	0.0	0.2	0.9	2.2	0.7	2.3	2.3	0.6	0.3	2.0	9.3	3.5	12.5	3.7	0.0	0.0	0.9	3.2	0.0	0.8	19.4	3.8	0.0	1.0	0.0	0.0	1.6	2.3
三至四號壩小計	4.2	12.3	4.5	2.4	3.3	3.6	15.4	8.9	2.3	1.2	4.8	7.3	13.0	9.6	12.5	8.0	5.3	6.0	9.3	13.0	13.5	11.6	20.9	10.6	1.5	7.8	3.4	1.8	14.1	19.4
四號壩~五號壩	2.1	3.3	1.8	8.8	2.8	10.1	16.1	13.6	0.0	3.4	14.7	6.1	6.2	5.7	7.4	16.0	12.3	0.0	4.8	10.5	13.1	6.6	2.6	4.5	25.4	26.9	19.1	1.8	16.6	11.6
五號壩~六號壩	2.4	3.3	3.6	5.9	6.1	7.2	11.9	2.0	0.0	0.9	1.0	1.2	1.0	2.6	7.4	7.4	13.2	24.0	0.0	8.8	6.1	3.3	3.7	7.6	15.0	10.9	13.5	5.4	22.7	17.7
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	0.0	4.3	16.1	7.3	7.3	8.3	14.8	23.3	25.4	24.0	4.8	19.3	19.2	9.9	6.3	12.1	40.4	37.8	32.6	7.1	39.2	29.3
高一號壩~二號壩	4.2	1.5	4.5	5.9	10.3	0.4	1.4	?	0.0	0.3	7.5	9.7	6.2	12.3	2.8	0.6	2.6	?	0.5	1.0	2.6	0.0	23.0	31.8	0.3	0.0	0.0	?	0.0	0.3
高二號壩~三號壩	1.2	0.4	0.9	0.0	0.5	0.0	0.0	2.0	1.5	0.6	0.3	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	0.0	1.3	0.0	0.8	0.5	0.0	0.0	0.0	3.4	0.0	0.7	1.3
高三號壩以上	0.3	0.7	0.0	2.8	1.9	6.1	5.6	7.6	29.0	8.0	0.0	0.4	0.5	1.8	6.8	8.9	3.5	26.0	5.0	6.5	0.0	0.0	0.0	0.8	18.9	16.6	18.0	19.6	13.9	12.6
高一號壩以上小計	5.7	2.6	5.5	8.8	12.7	6.5	7.0	9.6	30.5	8.9	7.9	10.5	6.7	14.0	9.7	9.5	6.1	34.0	5.4	8.9	2.6	0.8	23.6	32.6	19.2	16.6	21.3	19.6	14.6	14.2
司界蘭溪中上游	0.0	?	?	?	?	?	?	?	?	?	0.0	?	?	?	?	?	?	?	?	?	0.0	?	?	?	?	?	?	?	?	?
合計	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100	94	100	100	100	100	100	100	100	100	100

表五：中級棲地（Mesohabitat）分類概述表。其中描述與分類主要引用修改自賴（1996）與吳（1999）。

中級棲地類型單元說明					
	Rif	P	Rip	Cp	R
棲地單元	急瀨	深潭	平瀨	梯狀潭	緩流
流況	水面紊動且明顯並有水花，流速快，水淺，底層石塊可能突出水面，局部水流遇阻會有水躍。	水勢緩和，水面平順無擾動，水深較深。可能產生迴流區。	水面紊動明顯，流速快，水淺，無水躍。	石塊或石肋阻水形成迭水水躍，石肋間形成水渦潭，水位落差明顯。	水勢緩和，水淺流速慢，包含岸邊緩流及潭瀨轉換段。
底質	大型圓石，局部有石塊突出水面。	底質多為小型底石，幾乎無石塊突出水面。	底質多為小型底石。	石塊突出聚集，穿插於河面上。	小型砂礫石與卵石。

表六、七家灣溪流流域歷年十一月平均水溫比較圖。(單位：)

測站地點/月均水溫()	1996	1998	1999	2001
迎賓橋	12.4	13.4	13.4	
Dam1	12.9	15.2	12.6	
觀魚台	12.7	12.6	13.3	
Dam2	12.4		12.8	
抽水站		13.4	11.2	10.6
Dam3	11.2	11.7	13.4	
Dam5		10.6		
高 Dam3			11.9	9.6

表七：武陵地區歷年繁殖季(10-12月)與仔稚魚隱匿期(1-3月)各月平均雨量比較表。(單位：mm)

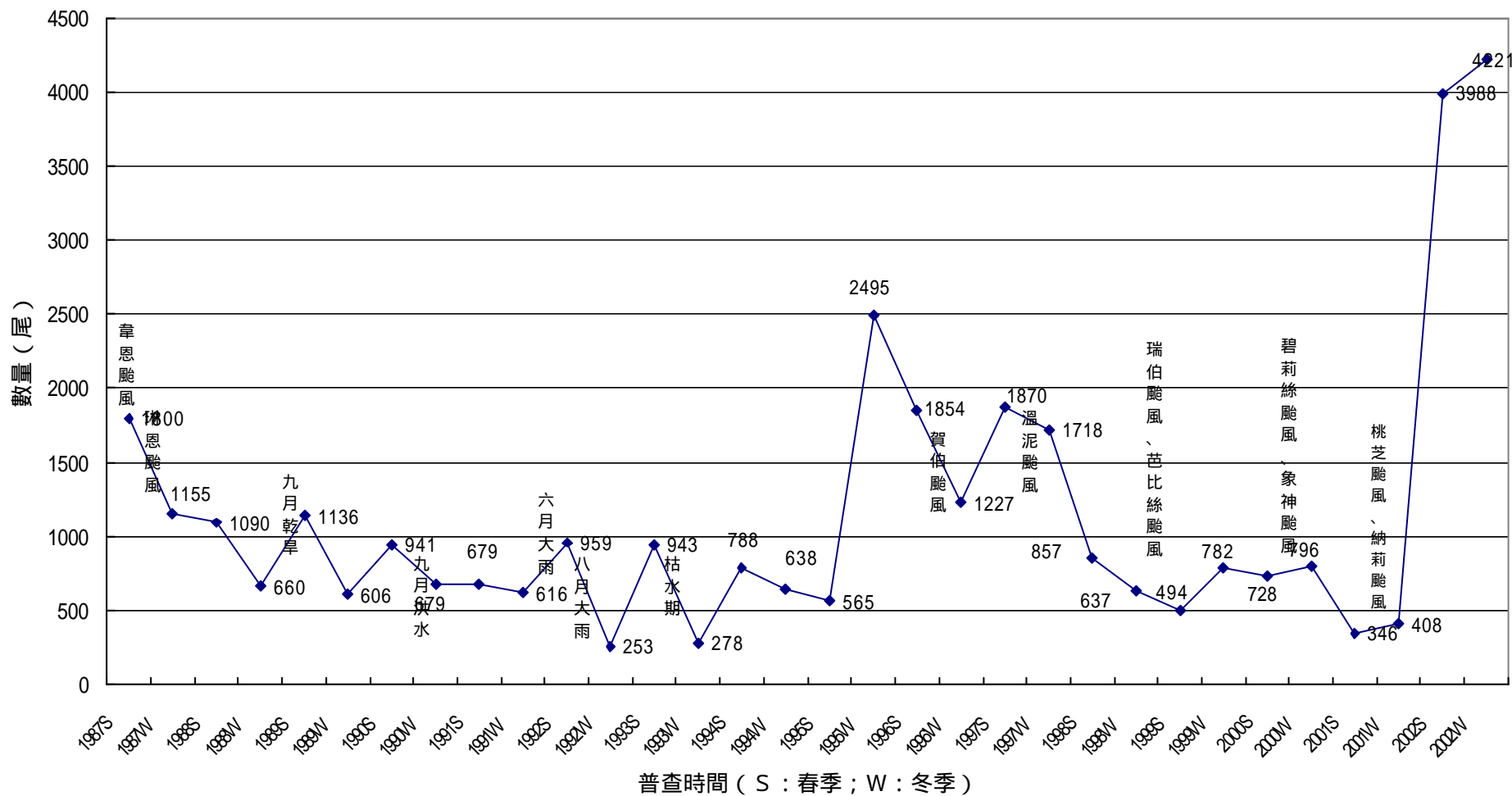
年度/月份/雨量 (mm)	10	11	12	1	2	3
	生殖季			仔稚魚隱匿期		
1987	-----	-----	-----	34.5	54.0	277.5
1987-1988	138.0	55.2	51.0	83.6	60.3	190.3
1988-1989	65.2	42.0	2.4	39.0	3.1	21.5
1989-1990	2.7	--	40.4	14.5	8.6	193.0
1990-1991	12.0	7.0	18.0	78.3	61.0	36.0
1991-1992	126.0	29.0	87.0	73.5	240.0	188.0
1992-1993	4.0	32.0	20.2	63.0	11.0	191.7
1993-1994	0.5	58.2	24.0	69.2	112.0	39.0
1994-1995	22.0	0.0	20.0	33.0	149.0	106.0
1995-1996	12.0	7.0	18.0	8.0	61.0	57.0
1996-1997	76.0	46.7	15.0	86.5	136.0	128.8
1997-1998	18.2	0.0	52.9	189.9	457.0	192.1
1998-1999	471.0	15.0	120.5	--	10.0	151.0
1999-2000	76.5	20.0	45.5	49.0	256.0	91.5
2000-2001	190.5	110.0	94.5	327.8	172.9	100.0
2001-2002	71.5	22.0	22.5	44.5	13.0	20.0
平均值	76.5	27.8	38.7	79.6	120.3	132.2

表八：2001年夏季七家灣溪各河段中級棲地比例與各類型棲地族群密度比較表。各河段下方括弧內數字為該河段所有鮭魚總計的密度估算。密度單位為尾/100 m²

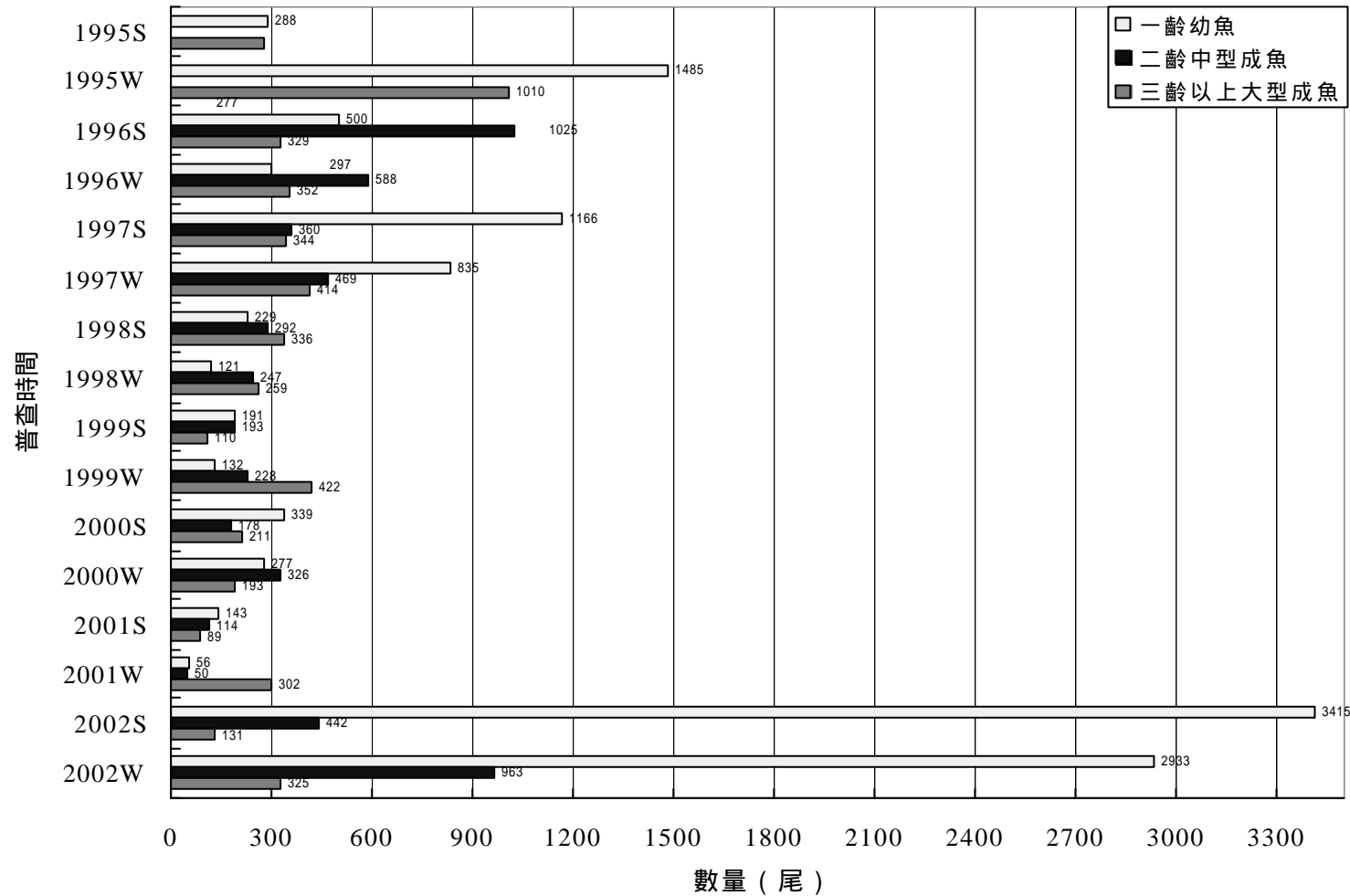
調查河段/魚群密度(百尾/m ²)	棲地型態	急瀨	深潭	平瀨	梯狀潭	緩流
		Rif	P	Rip	Cp	R
迎賓橋至高匯點 (0.325)	棲地比例	66.4	22.5	11.1	0.0	0.0
	三齡以上大魚	0.000	0.044	0.000	--	--
	二齡中魚	0.098	0.000	0.000	--	--
	一齡幼魚	0.337	0.044	0.178	--	--
高匯點至一號壩 (1.021)	棲地比例	40.6	39.8	12.1	7.5	0.0
	三齡以上大魚	0.000	0.063	0.000	0.168	--
	二齡中魚	0.124	0.222	0.208	0.168	--
	一齡幼魚	0.684	1.046	0.312	0.672	--
一號壩至觀魚台 (2.307)	棲地比例	62.8	10.0	17.8	0.0	9.4
	三齡以上大魚	0.108	0.526	0.000	--	0.000
	二齡中魚	0.683	1.352	0.467	--	0.241
	一齡幼魚	1.031	2.029	0.976	--	0.643
觀魚台至二號壩 (5.9)	棲地比例	69.1	12.9	15.0	0.0	3.0
	三齡以上大魚	0.208	1.427	0.392	--	0.000
	二齡中魚	0.616	1.835	0.914	--	0.441
	一齡幼魚	2.483	9.632	3.221	--	1.762
二號至二號破壩 (2.711)	棲地比例	32.7	49.3	17.9	0.0	0.0
	三齡以上大魚	0.000	0.000	0.000	--	--
	二齡中魚	0.000	0.224	0.308	--	--
	一齡幼魚	3.885	1.907	1.850	--	--
湧泉 (5.511)	棲地比例	7.4	71.3	20.8	0.0	0.5
	三齡以上大魚	0.000	0.379	0.000	--	0.000
	二齡中魚	0.000	0.530	0.000	--	0.000
	一齡幼魚	0.000	6.290	1.818	--	0.000
二號破壩至抽水站 (2.134)	棲地比例	70.4	17.8	11.8	0.0	0.0
	三齡以上大魚	0.000	0.000	0.000	--	--
	二齡中魚	0.134	0.616	0.000	--	--
	一齡幼魚	0.401	1.320	1.064	--	--
抽水站至三號壩 (2.569)	棲地比例	18.1	29.1	12.5	40.3	0.0
	三齡以上大魚	0.000	0.096	0.113	0.244	--
	二齡中魚	1.551	1.737	0.225	1.288	--
	一齡幼魚	2.558	2.460	1.578	2.088	--
三至四號壩(含無名溪) (12.118)	棲地比例	66.7	28.9	2.7	0.0	1.7
	三齡以上大魚	0.035	0.159	0.000	--	0.000
	二齡中魚	0.449	2.152	0.000	--	1.344
	一齡幼魚	4.804	27.016	2.542	--	1.344
四至五號壩 (9.724)	棲地比例	85.3	6.0	8.7	0.0	0.0
	三齡以上大魚	0.000	0.000	0.000	--	--
	二齡中魚	0.311	0.550	0.572	--	--
	一齡幼魚	6.546	36.543	18.304	--	--
五至六號壩 (11.963)	棲地比例	53.9	8.1	30.7	7.3	0.0
	三齡以上大魚	0.000	0.000	0.000	0.000	--
	二齡中魚	0.0	0.0	0.0	0.0	--
	一齡幼魚	9.183	14.705	14.028	20.723	--
高匯點至高一號壩 (0.289)	棲地比例	99.8	0.0	0.0	0.0	0.2
	三齡以上大魚	0.000	--	--	--	0.000
	二齡中魚	0.083	--	--	--	0.000
	一齡幼魚	0.207	--	--	--	0.000
高一號壩至高二號壩 (0.070)	棲地比例	88.5	0.8	10.8	0.0	0.0
	三齡以上大魚	0.000	0.000	0.000	--	--
	二齡中魚	0.055	0.000	0.000	--	--
	一齡幼魚	0.000	0.000	0.227	--	--
高二號壩至高三號壩 (0.517)	棲地比例	92.2	3.2	4.6	0.0	0.0
	三齡以上大魚	0.022	0.626	0.000	--	--
	二齡中魚	0.000	0.000	0.000	--	--
	一齡幼魚	0.284	6.881	0.440	--	--

表八 (續)

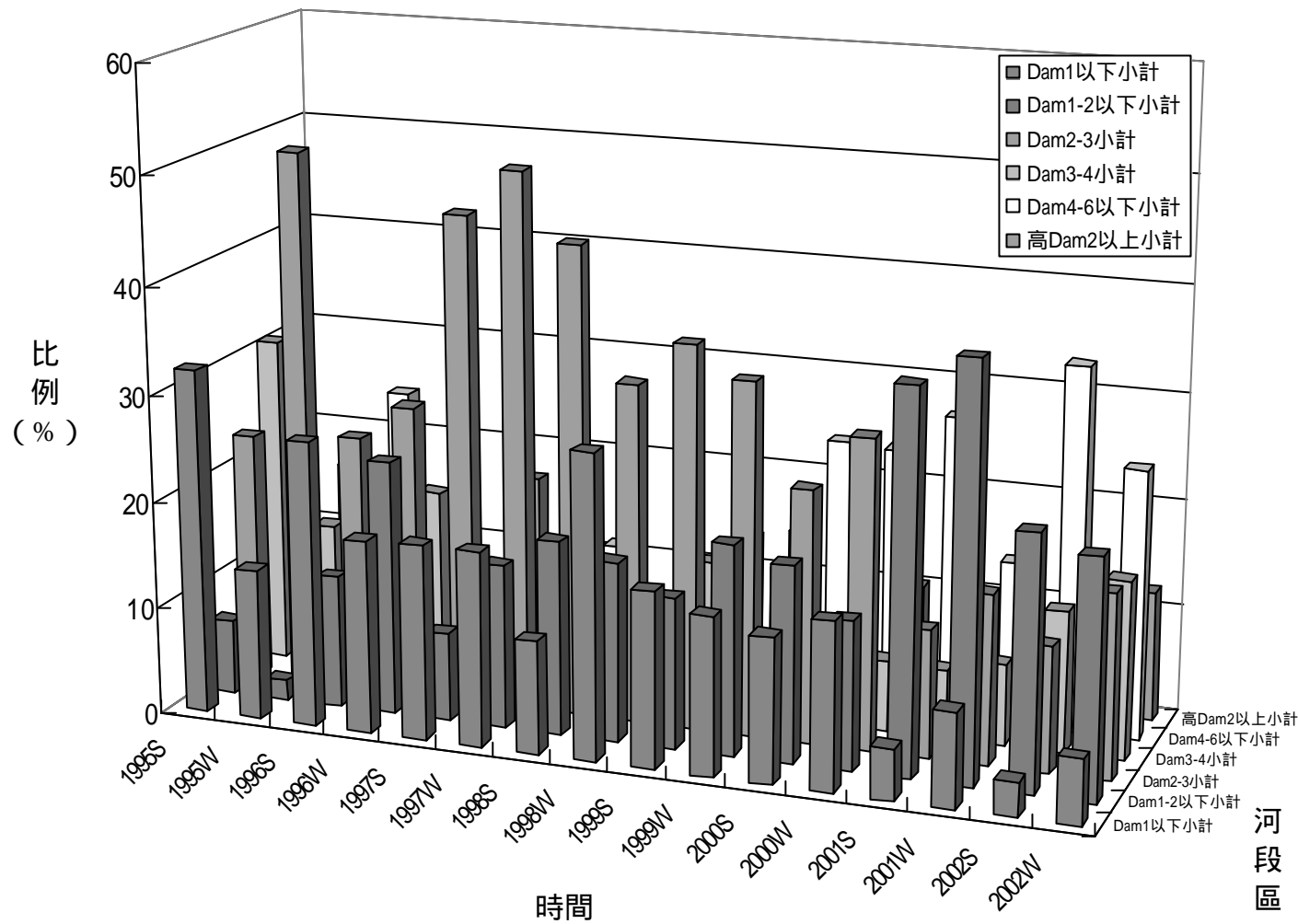
	棲地比例	87.8	12.2	0.0	0.0	0.0
高三號壩至高四號壩 (7.932)	三齡以上大魚	0.105	2.011	--	--	--
	二齡中魚	0.070	1.005	--	--	--
	一齡幼魚	5.511	21.112	--	--	--
	棲地比例	50.7	31.6	1.2	16.5	0.0
高四號壩以上 (11.76)	三齡以上大魚	0.085	1.632	3.444	1.562	--
	二齡中魚	0.085	1.632	0.000	0.260	--
	一齡幼魚	5.670	10.202	3.444	22.911	--
	棲地比例	64.2	17.2	12.6	4.2	1.7
合計						



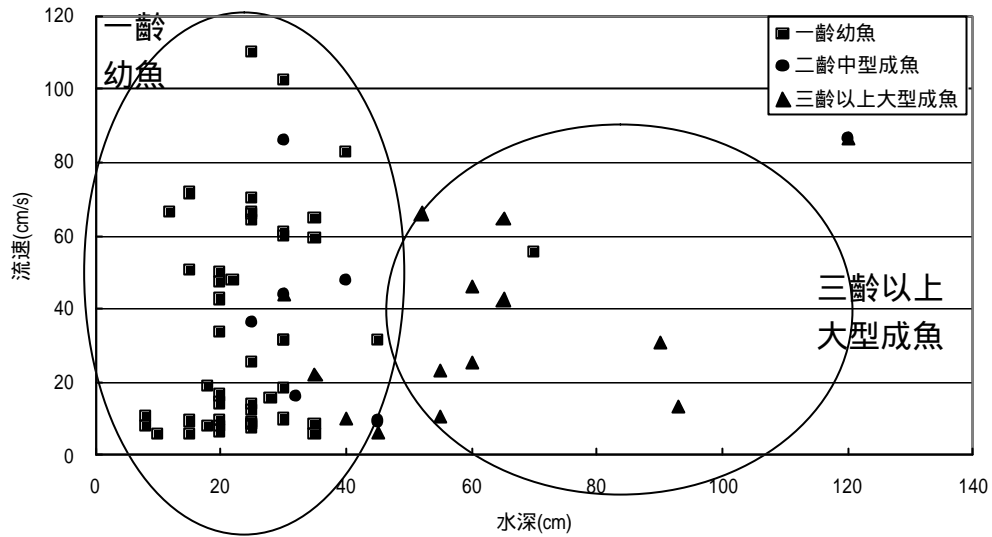
圖一：櫻花鉤吻鮭族群數量年度變化圖。其中 1993 年以前的資料取自 Tsao (1995)，其統計河段為七家灣溪一號壩至三號壩間河段，唯當時的七家灣溪上游與高山溪河段，並沒有櫻花鉤吻鮭族群的存在。1994 年以後的數目為本研究持續調查所得實際族群數目。今年夏秋兩季的調查總數分別為 3,988 與 4,221 尾，並遠超過以往最高記錄的 2,495 尾。



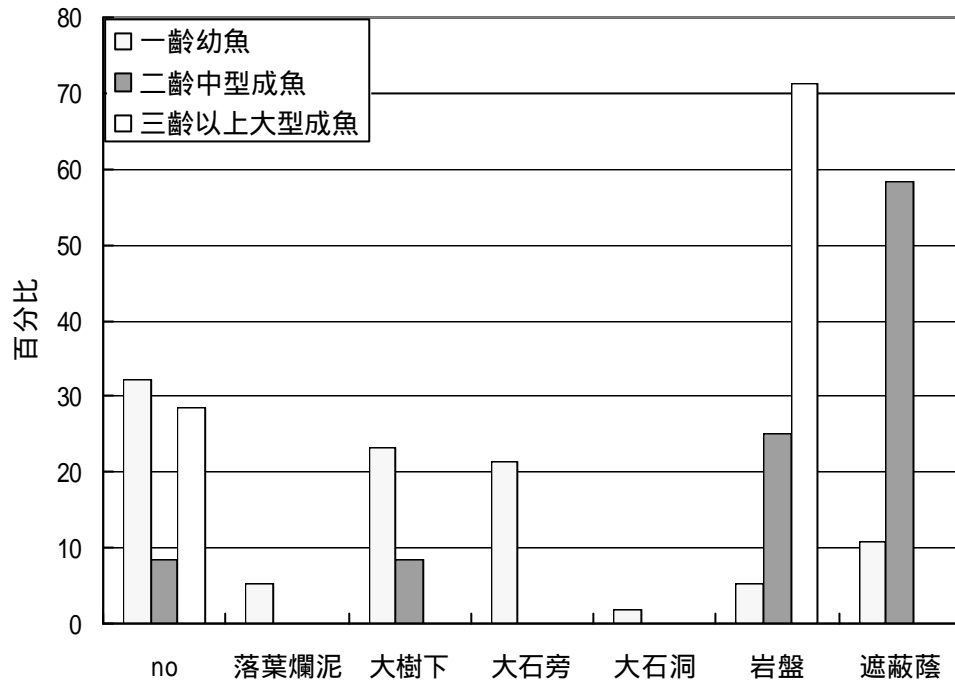
圖二：七家灣溪櫻花鉤吻鮭族群自 1995 年以後的歷年族群結構變化圖。可以看出整個族群結構在 2001 年因各齡族群數量銳減而呈現大型成魚較幼魚數量多的倒金字塔型，但在今年（2002）又因幼魚大幅增加而形成金字塔型結構。此次調查的幼魚數量並且是歷年最高值。



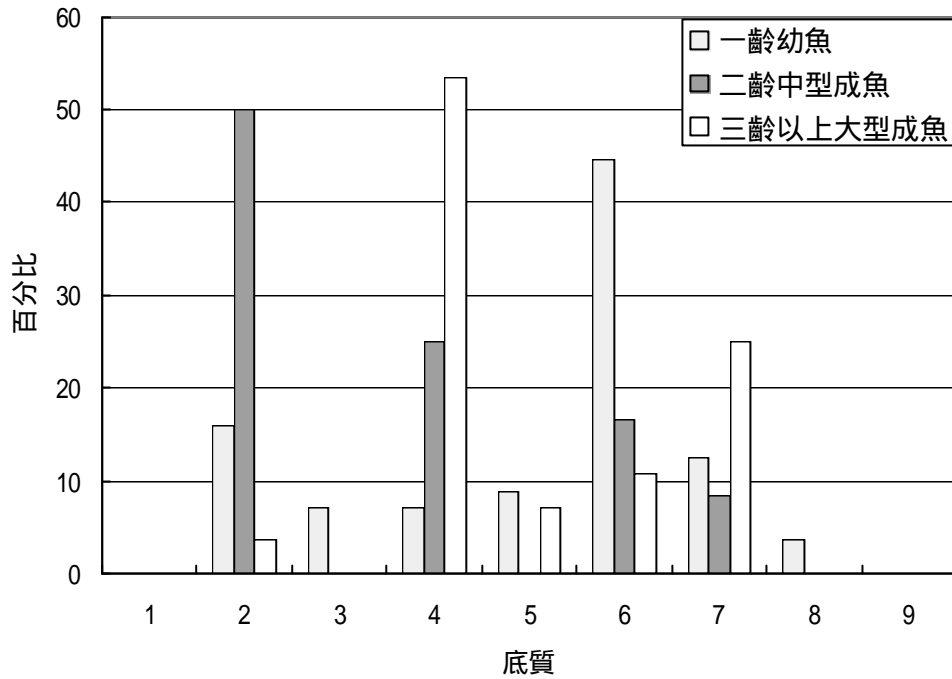
圖三：七家灣溪櫻花鉤吻鮭自 1998 年迄今的各主要河段族群分佈變化圖。由圖中可見一至二號壩的族群比例逐年攀升，而二至三號壩則呈現降低的趨勢。三至四號壩與四號壩以上河段的族群在此次調查中則有較以往明顯的比例增加情形。



圖四：高山溪櫻花鉤吻鮭各齡鮭魚分佈地點流速與深度比較圖。此圖依據高山溪五月調查時所測量數據繪圖而成。由圖中可以發現一齡幼魚分佈地點的深度較淺，流速範圍較廣。三齡以上大型成魚則多分佈在深度較深，水流較緩的區域。



圖五：高山溪櫻花鉤吻鮭各齡鮭魚分佈環境比較圖。此圖依據高山溪五月調查時所測量數據繪圖而成。由圖中可以發現三齡以上大型成魚的棲地以岩盤為主，一齡幼魚的環境分佈則較為分散。



圖六：高山溪櫻花鉤吻鮭各齡鮭魚分佈底質比較圖。此圖依據高山溪五月調查時所測量數據繪圖而成。各類底質符號為 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。由圖中可以發現三齡以上大型成魚分佈以底質 4、7 為主。一齡幼魚以底質 6 為主，二齡中型成魚則較為分散。

此頁不要印