

櫻花鉤吻鮭族群數量和生態調查

Population and ecology of the Formosan landlocked salmon *Oncorhynchus masou*
formosanus

委託單位：內政部營建署雪霸國家公園管理處

執行單位：中華民國自然與生態攝影學會

中華民國八十五年八月十六日

目 次

摘要.....	1
壹、前言.....	5
貳、研究內容與範圍方法.....	8
參、研究過程與方法.....	9
肆、結果與討論.....	11
伍、結論與建議.....	26
陸、謝 誌.....	28
柒、參考文獻.....	29
表及圖.....	33

Population and ecology of the Formosan landlocked salmon *Oncorhynchus masou formosanus*

abstract

This project is to investigate the number and distribution of the Formosan landlocked salmon population in October 1995 and May 1996, and select habitat suitable for fish to perch in Chichiawan Stream.

The result of this summer general censuses (May 1996) is 1854 salmon totally, including 1354 adult salmon and 500 young salmon. We found that more than one half of the salmon recorded last year survive according to this summer's general censuses (October 1995).

The salmon population mainly habitat between where the Hsuehshan Stream merge with the Chichiawan Stream and dam number 1, neighborhood of the breeding center (spring pool region), and between the dam number 3 and number 4. But after the disaster of Herb typhoon, the population and distribution of salmon need estimating again.

The spring pool region is an excellent breeding grounds and shelter for salmon. We suggest to protect this region thoroughly and clear the silt resulting from the typhoon. We also strongly recommend this region to be an artificial breeding region.

In conclusion, it is necessary to take the most strict step to protect the fragile stream habitat, especially the spring pool region. We suggest the relationship between dams and habitat need be investigate in the new project about the salmon population and distribution after the typhoon.

摘要

本計劃按照預定進度在去年秋天（八十四年十月上旬），櫻花鉤吻鮭尚未開始大量繁殖之前，以及今年春末（八十五年五月下旬）櫻花鉤吻鮭幼魚成長至6~8公分左右的時候，進行二次主要棲息地內之魚類族群數量普查，以及選定下游露營場附近的地區，規劃適合櫻花鉤吻鮭魚類棲息的棲地，其結果分別摘錄如下：

一、櫻花鉤吻鮭族群數量的普查

櫻花鉤吻鮭是政府明定的保育類動物，目前僅發現棲息於雪霸國家公園境內之七家灣溪一帶，其族群數量極為稀少。為了有效的監督及保護這群僅存的櫻花鉤吻鮭，雪霸國家公園管理處因而持續這項族群普查的工作。本次是統計去年產卵季之前的族群數量，以及今年產卵後的族群數量，二者相較之後將可以看出今年魚群自然增加的數量多寡。

本年度的調查範圍和去年度所做的普查範圍大致相同，但擴增調查武陵農場七家灣溪五號攔砂壩到六號壩以上之河段，以及武陵溪（雪山溪）二號攔砂壩以上的河段。

本年度的調查結果有：

1、七家灣溪櫻花鉤吻鮭的分布最下限範圍，與上次的調查結果相同，分布可以達到七家灣溪與有勝溪會流點的迎賓橋之下。

2、櫻花鉤吻鮭的族群分布原本主要是集中於武陵溪會流點以上至一號攔砂壩之間、七家灣溪中段復育中心附近之湧泉池以上至三號壩之間和武陵吊橋附近的三個河段，其餘的地段都只有零星的大型成魚，並無較為集中的族群。但是在賀伯颱風侵襲之後，除了湧泉池的族群完全為受影響之外，其餘

的河段可能影響甚嚴重，但是實際狀況仍有待進一步的追蹤方能知曉損失情形。

3、目前所發現的櫻花鉤吻鮭主要產卵場集中於武陵溪一號壩下方、七家灣溪觀魚台下方、復育中心附近、三號壩下方、吊橋區附近和五號壩附近。但是在七月底賀伯颱風嚴重改變河床的結果，原本是去年良好的鮭魚產卵場，未來命運如何仍有待追蹤。

4、去年秋季的普查結果共計發現兩千五百尾櫻花鉤吻鮭，今年夏初的普查結果發現當年幼魚有500尾（尚有更多隱秘的小魚未能精確統計），成魚有1354尾，總數為1854尾，顯然去年的魚群有一半以上能夠越冬活存下來。其主要原因可能是去年氣候環境相當好的關係。然而七月底超級強烈颱風賀伯的侵襲，已經至少有四十餘尾魚屍被發現，因此目前的總族群數量可能已經嚴重銳減。

5、原本分布在七家灣溪下游河段的台灣鏟頰魚在今年夏季的普查之中，已經可以分布超過一號壩之上，同時也有繁殖成功的情形，但是同樣的有關颱風後的狀況，仍有待進一步的調查了解。

二、棲地改善的部份

由今年的魚群調查裡發現，湧泉池附近的確是一處良好的魚苗復育場與避難所，其魚群數量幾乎沒有受到颱風的影響，但是有部分受到上方菜園土石沖蝕的影響而淤積，未來仍應該更嚴格的保護此處重要棲息地。由於本區水量穩定水質良好，而且有極佳的隱蔽場所提供幼魚棲息成長。因此再次建議將湧泉池旁邊的另一處湧泉水道開闢成較開闊的水潭，以增加魚類棲息的空間，同時利用本處水道作為今年復育工作的天然孵化場。

總括本次調查的結果，建議主管單位立即應該採取更嚴格的管理措施，以保護颱風過後脆弱的河川環境，同時對於最經得起考驗的湧泉池做更嚴格的保護，尤其是威脅性最大的上方菜園應當立即協調改善其威脅性，或是設法收購後進行水土保持工作。本次超級強烈颱風賀伯所造成的河川棲地嚴重

破壞，有部分也可能是因為攔砂壩阻擋的關係，必須進一步請相關專家堪察之後，再與原先所做地理資訊系統背景資料印證分析，以檢討未來是否有必要對現有攔砂壩做更進一步的改善工程。

壹、前言

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，在熱帶性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。

目前僅知本種只分布於本省中部的大甲溪上游，由於本種有非常重要的學術和經濟價值，並且目前數量稀少到瀕臨絕種的地步，因此政府於民國七十三年七月依「文化資產保存法」第49及施行細則72條之規定，指定並公告櫻花鉤吻鮭為珍貴稀有動物，至此，櫻花鉤吻鮭被列為文化資產之一。

根據早期的記錄顯示，櫻花鉤吻鮭在日據時代(1917~1941)的數量還不少，在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會是它的棲息地。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，一人一天可以捕獲到十五公斤以上，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，就只剩下司界蘭溪、武陵溪及七家灣溪有鮭魚的蹤影了。然而當時有日本人千方百計的來台灣尋找本種的標本，已經發現這種魚類受到嚴重的迫害，毒魚、電魚的情形極為嚴重，魚類數量已經極度稀少。到了在民國七十三年時，農委會委託台大動物系林曜松教授等人再次詳細調查時，發現只剩下七家灣溪約五公里左右的溪段，有這種國寶魚的存在。之後又根據民國八十年林務局邱健介先生等人之調查，目前櫻花鉤吻鮭的棲地大概是以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）。根據我們近年來詳細調查的結果發現，櫻花鉤吻鮭目前的分布範圍最高約在池有溪會流點附近，海拔約在1980公尺左右，距離七家灣溪與有勝溪會流點約有八公里左右的距離。根據附近民眾的描述，也有一些魚類會分佈到七家灣溪更下游的和平農場附近，但是這種情形仍有待詳細調查才能證實。

前年（八十三年）夏天的魚群普查結果發現現生的櫻花鉤吻鮭大致上也是分布在這個區域之內，但是主要族群的分布有呈兩極化的現象，主要水道（三號壩以下到場部附近）中不僅魚類的數量稀少，並且沒有任何新生魚類族群的加入，顯見本河段魚類棲地的惡化（曾，1994）。這種令人擔憂的情形是否持續下去，受到主管單位的重視並且繼續加以追蹤和了解。

前年(83)冬季和去年夏季的兩次全面普查魚群的結果發現，目前魚群的數量在大部分的地區是呈穩定的狀況。但是在某些地區則有不同的變化，其中在河川兩岸較隱秘而且水量穩定的湧泉池一地，魚群數量增加最為可觀，但是在另一處河川條件也算優良的武陵溪，魚群的數量卻銳減至僅剩三分之一左右。就其原因乃是相關單位施工不甚所致，許多原本優越的深潭棲息地，都因為河岸施工引起的崩土所填滿而破壞與掩蓋，魚群或者遷避它處，或者因而喪生。同時許多原本成功的產卵場也因為泥漿與沙石的覆蓋，最後導致沒有任何魚苗的孵化，致使此地的魚群數量銳減（曾，1995）。

因為櫻花鉤吻鮭是政府明定的保育類動物，其族群數量極為稀少，因此分布地又極為狹隘。根據林教授等人在七家灣溪全域的調查櫻花鉤吻鮭族群數量時發現，民國七十五年左右約有六四六尾，民國七十六年則發現有一、七五七尾（林，1988；1990）。而隨後因天然環境破壞，族群數量開始減少，至民國八十年冬天的估計時，則僅存六百尾左右（圖一），其數量已令主管單位和保育人士擔憂（林，1991）。

然而自民國八十一年至八十三年五月之間缺乏全面性的族群數量估計，其數量多寡和分布範圍之變化，未有精確的進行後續追蹤記錄。直到前年（八十三年）五月在雪霸國家公園管理處的委託下，始進行魚群現況普查（曾，1994）。經由現地詳細的潛水調查統計，當年發現七家灣溪主流和武陵溪流域現生的櫻花鉤吻鮭總共有788尾，其中一齡幼魚有439尾，二齡以上之成魚有349尾。

八十三年秋季魚類繁殖期之前詳細的普查結果發現，七家灣溪流域裡記錄到638尾櫻花鉤吻鮭。八十四年全年之間七家灣溪河川環境相當穩定，幼魚

成長的狀況相當良好。因此在秋季相同的時間裡進行魚群普查，結果發現因為幼魚增加較多而使櫻花鉤吻鮭族群總數達到2495尾，相當令人高興。今年六月之初所做的統計也發現到櫻花鉤吻鮭族群有一千七百餘尾（還不包括一些仍為離開隱秘處的幼魚數量），比起去年相同時期的調查結果增加甚多，預期在今年秋季的精確普查裡，可以看到更多的櫻花鉤吻鮭，由此顯示未來如果本地的環境不再受到過大的天然災害，未來櫻花鉤吻鮭的族群數量仍將有可能繼續增加。

在今年的例行調查之後，不僅發現有民眾違法捕捉魚類的情形，更因為在夏季裡連續有數次大型颱風侵襲本島，勢必已對於本區的魚類族群產生相當大的影響。因此有必要在魚類生產季之前和隨後新生的仔稚魚加入整個族群之時，分別進行詳細調查，以明瞭經過今年夏天這段時間之後，現存的魚群數量為何？以及評估今年將會增加的幼魚數量有多少？

上述的本項資料不僅關係本種珍貴保育類動物的存續問題，復為提供一般大眾了解目前櫻花鉤吻鮭族群現況，以及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本資料，因此實有必要加以全面性的調查該種魚類的分布現況，以瞭解其族群數量和分布之變化情形。

另外七家灣溪兩岸由於自然力的作用和人為的過度開發，造成沿岸崩塌及河床嚴重的沖刷或淤積，對櫻花鉤吻鮭的棲息地有極為嚴重的負面影響，以往的相關研究調查結果裡，也一直認為改善本溪流的環境現況，將有助於櫻花鉤吻鮭的復育。考慮本區以往溪床環境的變遷，以及分析最不會影響目前魚類族群現況的情形之下，除了在前年（八十三年度）的研究結果中已建議選擇觀魚台（釣魚台）附近之河床，進行棲地改善之工作（曾，1994），這項工程完成之後，在去年夏初的魚群普查之時，發現到二號攔砂壩到一號攔砂壩之間唯一的一尾幼魚就是棲息在這項棲地改善的地方。這項結果雖然並不令人十分滿意，但是提供寶貴的經驗，對於以後類似的棲地改善工程增加不少信心。

上一年度的調查研究中亦發現去年最成功的魚苗增殖場所是在棲地條件相當優良的湧泉池附近。因此根據這個地區天然環境的特殊條件，在其相鄰隔壁的赤楊林間，藉著天然湧泉之便，開闢一處新的深潭，提供更多的魚類棲息地與避難所。今後亦將再選擇其他適當的棲地加以規劃改善，以增加櫻花鉤吻鮭的棲息環境，並且對於這些新設的棲地進行事前與事後的魚群數量調查，以作為日後實際進行其他棲地改善工作之參考依據。

目前櫻花鉤吻鮭分布範圍大致上是在七家灣溪與有勝溪合流點（武陵賓館前之迎賓橋下）到六號攔砂壩上方池有溪會流點附近這段大約八公里左右的七家灣溪流域內，但是主要還是分布呈兩極化的現象，主要水道（二號壩以下到場部附近）中不僅魚類的數量稀少，並且只有極少數新生魚類族群的加入，顯見本河段魚類棲地的惡化。少數傳聞還可以分布到更下游的和平農場以下。至於有關司界蘭溪地區的現況，經實地調查發現棲地並不理想，也沒有發現魚類的蹤跡。

由於數年來七家灣溪櫻花鉤吻鮭的魚群數量大幅增加，可能和目前的溪流環境未遭受嚴重的天然災害有關，因此有許多相關學者建議考慮放流到其他不同流域之中，以擴張本種魚類的分布地，減少櫻花鉤吻鮭可能因為棲地持續的惡化而滅絕的危機。這種放流成功的例子在許多相關鮭鱒魚類之中，有不少成功的例子。但是基於保育的立場，將考慮以櫻花鉤吻鮭以往曾經有分布記錄的溪流為主。同時為求日後有更安全的復育場，因此有必要進行相關的新場位置的調查與評估。

貳、研究內容與範圍

本年度（民國84年9月1日起）的研究工作包括：

一、魚群數量及分布的普查

本年度的櫻花鉤吻鮭普查包括兩次調查記錄：去年(1995)十月上旬及今年(1996)五月下旬進行兩次密集調查。工作範圍從七家灣溪與有勝溪之匯流點

以上一直到武陵吊橋以上的六號壩以上爲止，並且包括武陵溪（貳號壩以下）等主要支流。

二.七家灣溪水溫變化記錄調查

本年度以自動偵測及記錄水溫的水溫記錄器放置於各個河段以記錄完整的水溫變化，作爲棲地改善及魚群分布檢討的依據。

三、魚類棲地改善之規劃

今年進行的規劃地點選擇在露營場附近一地，現地的環境均經過實際的平面測量，並繪製成圖之後，作爲規劃的參考。參考國外各種成功的棲地改善實例，規劃適合於本區櫻花鉤吻鮭棲息的新棲地。未來所考慮建議的施工方式將以近自然的河川工法爲主，在不妨礙主要魚群的活動，亦不致於對現生族群產生危害的情形之下，有一處適當的避難所，以改善現存這種非常不利於櫻花鉤吻鮭棲息的現況，提供主管單位參考辦理各項後續施工作業。

除了上述的改善作業地點之外，由全域的棲地調查工作裡，整理適合各項棲地改善作業的河段有關資料，分析可行的規劃方式和經濟效益，以供管理單位日後評估作業之參考。

參、研究過程與方法

一、魚群數量及分布的普查

本年度的櫻花鉤吻鮭普查包括兩次調查記錄:去年(1995)十月上旬及今年(1996)五月下旬進行兩次密集調查。主要是以浮潛方式目視辨別魚種及計算魚數。魚群較多的地點以潛水相機和攝影機加以拍攝記錄，並進行魚群出沒的棲地分析記錄。爲對族群數量有較精確之估算，重複兩次估算每段所見的

魚群數量，再取平均值統計之。其結果均標示於圖面上，並比較近年來魚群數量的變化。

今年的調查範圍和去年所做的普查範圍大致相同，由七家灣溪與有勝溪會流點以上的各主流，同時擴增調查七家灣溪五號壩至六號壩之間、六號壩以上及武陵溪二號壩至三號壩間的三個河段。

二.七家灣溪水溫變化記錄調查

在七家灣溪櫻花鉤吻鮭分布的各個河段中，從六號壩以下至武陵賓館旁主流，以及有勝溪、武陵溪等主要支流，放置自動記錄的光學型水溫記錄器(Onset StowAway, data logger)，定期讀取記錄資料及分析。

二、魚類棲地改善之規劃

今年所規劃的棲地改善地點選擇在露營場下方河床地，主要進行下列的工作：

- 1.仔細調查本區周邊的魚群數量，以及所利用的棲地形態，評估未來規劃和施工所可能造成的影響。
- 2.現地環境的實際平面測量，繪製成圖之後，作為規劃的參考。
- 3.參考國外各種成功的棲地改善實例，以近自然的河川工法為主規劃施工的方式，繪製各項棲地改善施工圖，提供主管單位參考辦理各項後續施工作業。
- 4.由全域的魚類族群與棲地調查工作裡，整理適合各項棲地改善作業的河段有關資料，分析可行的規劃方式和經濟效益，以供管理單位日後評估作業之參考。

肆、結果與討論

一、族群數量的變化情形

櫻花鉤吻鮭是政府明定的保育類動物，目前僅發現棲息於雪霸國家公園境內之七家灣溪一帶。其族群數量極為稀少，根據調查發現，民國七十五年左右約有六四六尾，民國七十六年則發現有一、七五七尾。而隨後因天然環境破壞，族群數量開始減少，至民國八十年冬天的估計則僅存六百尾左右。而民國八十一年至八十三年三月之間並未有持續的調查，族群數量並未作例行的估計，其數量多寡和分布範圍之變化，仍然未有精確的進行長期追蹤記錄（圖一）。

直到前年度（1994）由雪霸國家公園管理處接手之後，爲了有效的監督及保護這群僅存的櫻花鉤吻鮭，因而持續這項族群普查的工作。前年的實地統計發現，櫻花鉤吻鮭的數量大約維持在低數量的族群（八百尾左右）。上年度（1994冬季與1995夏季）的兩季全面性調查，分別記錄到638和565尾，數量並沒有明顯的增加（表二）。

雖然在1994年秋季魚類繁殖期之前詳細的普查結果發現，七家灣河流域裡只記錄到638尾櫻花鉤吻鮭，但是1995年全年之間七家灣溪河川環境相當穩定，幼魚成長的狀況相當良好。因此在秋季相同的時間裡進行魚群普查，結果發現因爲幼魚增加較多而使櫻花鉤吻鮭族群總數達到2495尾，相當令人高興（表二）。

本年度1996夏季的全面性調查，記錄到1854尾（表一），數量若是與前二年度(638尾及565尾)（表二）相比較則有明顯增加的趨勢。若由魚群結構的變化（圖二）來看，可以發現到成魚（二齡魚以上）的數量上並沒有太大的變化，而小魚（二齡魚以下）的數量則有明顯的降低現象。檢討魚群數量及分布的結果，可以得到以下幾點的初步結果：

(一) 若就總量來看，我們發現96年春季成魚數約為96年秋季魚群總數的一半，由此可知魚群經過繁殖季之後的存活率約為1/2。而由成魚的數量來看，可以看出成魚數量有增加的趨勢。由此我們可以推論在自然環境配合(1995-1996年間的颱風數目不多，且多未侵襲本省)且有嚴格管制人員出入河岸兩旁的措施下，七家灣溪可作為魚群生長的良好棲息環境。另外，雖然由小魚數目來看，1996年春季所見數目(474尾)遠不如1995年秋季所見小魚數目(1485尾)，但是在春季數魚時，由於水量較大而小魚體積較小且隱匿性高，故本來就不易估計小魚族群。而若與同為春季的1995年度普查結果(288尾)比較，在數量上則有所增加。可見1995年繁殖季成功孵出的小魚數目有所增加。

(二) 分析各個河段族群量的變動：(圖四)

1. 迎賓橋到一號壩：去年春天的調查結果105尾成魚；秋天的調查結果共有97尾成魚，1尾幼魚；今年五月調查的結果則有222尾，其中成魚有104尾，幼魚則有118尾。在數量上有很明顯的增加，而且增加的都是幼魚，這可能是四月份大雨將上游幼魚沖下來所致。而成魚的數量則維持在一個穩定的數目，這表示了本河段蠻適合成魚生存的。本河段的基本型態與一～二號壩之間相似，緩流區較少，且水藻遍布，加上河面開闊、兩岸植被可謂貧乏，除了一些峽谷地形外，太陽曝曬時間長，水溫變化大，冬季水溫日溫差達4.5℃(圖五)，夏季則更甚於此，對於鮭魚的繁殖極為不利。

2. 一號壩至二號壩間：去年春天的調查結果共有39尾，其中39尾成魚，1尾幼魚；秋天的調查結果共有46尾，其中36尾成魚，10尾幼魚；今年五月調查的結果則有228尾，其中成魚有164尾，幼魚則有64尾，在數量上有很明顯的增加，而且不論成魚、幼魚都有大量的增加，原因可能是因為四月份大雨將上游魚群沖下所致。本河段的溪流型態以急流為主，梯狀潭、深潭區次之，緩流較少，可做為產卵的地方較少，加上由於農場施肥與噴洒農藥的關係，造成河川優養化，使得水藻遍布，尤其在緩流區更是大量的繁衍，而且由於河面寬闊，兩岸植被情況差，造成了日晒

時間長，使得水溫偏高，溫差大。在七月的最高溫可達 20°C ，而日溫差也有 5.5°C ，冬季（一月）的日溫差也 4°C 左右，變化可以說是非常的大，對於鮭魚的繁殖與生活有絕大的影響。

3. 二號壩至三號壩及湧泉池：去年春天的調查結果共有131尾，其中39尾成魚，92尾幼魚；秋天的調查結果共有1258尾，其中454尾成魚，804尾幼魚；今年五月調查的結果則有447尾，其中成魚有368尾，幼魚則有79尾。與去年秋季相比，數量大幅滑落，成魚數與去年秋季魚群總數相比只有30%，即存活率30%，原因可能是四月份大雨將魚沖至下游所致（一號壩至二號壩的魚群數有大量增加的情形），也可能有部份的原因是因爲魚群數量過大，個體競爭的結果。溪流型態以瀑布型台階（梯狀潭）居多，深潭、急流區次之，而緩流區最少，這種型態對於鮭魚活動而言是有利的。而湧泉池則爲兩個深潭之後接著便是緩流區，爲鮭魚提供了一個產卵場及活動的空間，因而有利於魚群的繁殖，故本河段應該滿適合鮭魚的生活及繁衍，而且也是族群量最多的河段。本河段除了湧泉池有良好的覆蓋之外，二～三號壩間河面較上游較爲寬闊，植被覆蓋度不佳，水溫變化不小，最大日溫差達 3°C ，而湧泉池的日溫差則只有 1°C 左右，對魚的生活有不小的影響。

4. 三號壩至四號壩間及無名溪：去年春天的調查結果共有175尾，其中16尾成魚，159尾幼魚；秋天的調查結果共有336尾，其中131尾成魚，215尾幼魚；今年春季調查的結果則有178尾，其中成魚有143尾，幼魚則有35尾。今年的總數約只有去年秋天的二分之一，而與春季差不多，但結構上卻有明顯的差別。以兩年春天來比較的話，今年成魚數量遠大於去年，而幼魚則遠小於去年，其原因可能因幼魚長大造成成魚數目上升，而幼魚則因爲藏匿良好的關係而使數目下降。而比較去年秋季與今年春季的數量，成魚的數目差不多而幼魚則由215尾變成35尾，明顯減少。而今年春季成魚數爲去年秋季魚群總數的五分之二，表示這段期間魚群存活率只有五分之二，有可能是四月大雨將魚群沖至下游所造成，亦有可能是棲地漸漸淤積導致環境變差所造成。而幼魚亦可能因爲不易發現而

漏數。本河段深潭與深水區的比例尚可，但因受到攔砂壩淤積的影響，深水區面積有縮小的現象，僅剩四號壩下與吊橋下有大的深潭，而深水區亦有變淺的趨勢，可提供鮭魚活動、藏匿的空間變小，故對本河段的型態改變應予以監控。本河段兩岸植被情形尚可，覆蓋度不如上游，有些區域甚至沒有植被覆蓋，受曝曬時間較長，故水溫的變化較大，水溫由冬季的7°C（圖九）升到夏季（七月）的17°C（圖十），超過了16°C的臨界值，冬季最大的日溫差達2.5°C，七月達3.5°C。變化可算不小，對於鮭魚的生長有不小的影響。

5. 四號壩至五號壩間：95年春天的調查結果共有20尾，其中17尾成魚，3尾幼魚；秋天的調查結果共有53尾，其中4尾成魚，49尾幼魚；今年春季調查的結果則有61尾，其中成魚有54尾，幼魚則有7尾。由數量來看去年53尾，今年61尾，多了8尾並不算明顯的增加，結構上來看成魚4尾變成54尾，幼魚由49尾變成7尾，其原因應與五～六號壩相同。應是幼魚成長為大魚，且春季幼魚不易觀察所致。本河段植被覆蓋度良好，水溫變化不大，但由於淤積頗為嚴重，深潭、深水區域較為缺乏，這或許是造成數量遠不及五至六號壩的原因。

6. 五號壩至六號壩間：在今年度的調查中第一次調查，此區河段僅長588公尺，卻分布了將近四百條的成魚及幼魚（1995秋季記錄成魚144尾，幼魚243尾。1996春季記錄成魚309尾，幼魚70尾），可見魚群密度非常高。由魚的總數來看，數目並沒有明顯的增減，但在結構上卻有明顯的不同。成魚的數量由144尾變成309尾，而幼魚則由243尾變成70尾。由於成魚數量之明顯成長，我們可以推測本河段應該很適合鮭魚的成長，故成魚數量才會有明顯的增加（幼魚長大了），而幼魚數量的減少則可能因為春季時幼魚還太小，不易觀察，到秋季時幼魚長的夠大了，才較易觀察到。故推測秋季普查時魚還會增加（主要為幼魚）。本河段急流，緩流，水潭所佔的比例相似，除了六號壩下及峽谷地形所形成的深潭之外，落差較大的河段，底石以巨石及地質母石組成，其餘為緩流型態，底石為卵礫石為主。棲地型態瀨（急湍區）和淵（深潭區）皆有，而且此河段中

兩岸植被狀況良好，罩蓋度佳，溪床受到日照時間短，水溫變化小，因此可視為良好的產卵場和成長區。

7. 六號壩以上：六號壩以上據以往之調查原無櫻花鉤吻鮭之分布，現有之族群為82年1月人工復育所放流之300尾鮭魚苗所長成（林曜松等，1994），「櫻花鉤吻鮭的分布，仍是以武陵農場場本部旁的七家灣溪上游為主，由於武陵溪在較上游處會流，櫻花鉤吻鮭亦可分布至武陵溪一號壩以下的溪段。在七家灣溪上連續的攔砂壩分隔下，櫻花鉤吻鮭族群分布的上限在六號壩下的深水潭，81年6月份的潛水觀察估計有5隻30cm以上的成魚，18cm以上的成魚有35隻。經82年1月人工復育計畫在六號壩上放流300尾鮭魚苗，於83年1月潛水調查，發現有20尾左右的櫻花鉤吻鮭存活，因此，目前櫻花鉤吻鮭的分布區已擴展至七家灣溪六號攔砂壩上游的溪段。」，今年又再度對此河段進行調查，發現到已有一定的族群存活（1995秋季：成魚7尾，幼魚0尾。1996春季：成魚33尾，幼魚3尾）。本次調查的河段上約275公尺，而自壩體往上游200公尺之河段為緩流區，以淺流為主，深流、深潭為輔，落差平緩，可能為六號壩以上唯一適合繁殖的場所，而200公尺以上至275公尺崩塌處則多為落瀑潭。而兩岸植被完整，覆蓋良好。去年秋天普查時發現有成魚配對的情形，而今年春季又發現了幼魚，可推測在此河段的族群有自然繁殖的現象。因此此河段具有一定的繁殖潛能。

8. 武陵溪一號壩到匯流口：去年春天的調查結果共有77尾，其中61尾成魚，16尾幼魚；秋天的調查結果共有253尾，其中121尾成魚，132尾幼魚；今年五月調查的結果則有271尾，其中成魚有147尾，幼魚則有124尾。數量上看來今年春天與去年秋天差不多，但與去年春天比則有大幅的增加，原因可能與這兩年的幼魚放流有關本河段只有壩下有落瀑潭，其餘幾乎皆為淺灘與梯狀潭，適合鮭魚的活動，但缺乏繁殖場所，故幼魚極為放流或是由主流游至此河段的，並非在此繁殖出來的。本河段兩岸植被茂盛，覆蓋度良好，水溫低且溫差小，適合鮭魚生存。

9. 武陵溪一號壩至二號壩間：去年春天的調查結果1尾成魚，17尾幼魚；秋天的調查結果共有57尾，其中26尾成魚，31尾幼魚；今年五月調查的結果則有32尾都是成魚。數量上看來有明顯的下降，由57尾變成32尾，主要是幼魚消失了，可能是幼魚過小使觀察不易所導致。本河段河道狹小，坡降稍大，流速較快，幾乎無緩流區，除了壩下落瀑潭及岸邊深流及河道轉彎所作的小深潭外，幾乎為斜急瀨的型態，而底質為巨石，大型卵礫石組成，且多岩洞，可供魚體躲避處相當多，且兩岸植被茂盛，覆蓋良好，水溫低，溫差不大，為適合鮭魚生長之河段，但緩流區的缺乏對其繁殖則有所影響。此點現象可作為以後若要再放流於此河段的考慮因素。

10. 武陵溪二號壩以上此次調查並無發現到任何的成魚及幼魚。

今年六月之初所做的統計也發現到櫻花鉤吻鮭族群有一千七百餘尾（還不包括一些仍為離開隱秘處的幼魚數量），比起去年相同時期的調查結果增加甚多，原本預期在今年秋季的精確普查裡，可以看到更多的櫻花鉤吻鮭。然而本地的天然環境再次於七月底受到極大的颱風天然災害摧殘，未來櫻花鉤吻鮭的族群數量是否仍有穩定的成長，仍將有待後續繼續追蹤調查方能知曉由於這次颱風所帶來的破壞程度可能是歷年來最大之一，因此在今年秋季後續的普查之中，如果能夠發現哪一個河段有一定程度的櫻花鉤吻鮭已經安然度過這個災難，那麼或許就可以比較放心的確認目前的這種環境還可以讓它安全的使用，反之則必須檢討那些折損魚群甚為嚴重的河段之環境條件應該如何加以改善了！

由近年來的調查資料裡都顯示，颱風等天然災害對於櫻花鉤吻鮭的威脅最大，尤其是在接近產卵的季節，例如前年十月的產卵季開始的時候，剛好碰到豪雨洪水暴增，許多已經產卵成功的巢和卵均被沖毀。同時在產卵季所發生的洪水挾帶甚多的泥沙，覆蓋了許多重要產卵場，而致使卵的孵化成功率過小。

然而除了這種瞬間的巨大天然災害之外，尚有一些長期性而無法目視的環境現象還有水文水質的變化影響櫻花鉤吻鮭生長的因子，例如七家灣溪一號壩至二號壩之間雖然也在多年來都觀察到有許多產卵場，但是很可能因為（1）魚卵受到過大的水文水質惡劣條件的衝擊，因此孵化過程中無法順利，或是（2）縱使有孵化出來的魚苗，也因為缺乏隱蔽的復育場所，因此無法長成。前年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，其餘將近二公里的河段竟然看不到其他的幼魚蹤跡。雖然我們今年所做的調查中，也在這一河段記錄到少數的幼魚數量，但是根據我們比對今年夏天調查前有過數次大洪水的記錄，懷疑這些幼魚仍然是二號壩以上的地區所沖下的個體，而可能不是這個河段所增殖的個體。這種現象提醒我們要對於各河段的水文水質特性進一步的調查分析，因此本研究自去年開始就加上一項長期水溫監控分析的工作，希望就最有可能影響櫻花鉤吻鮭族群的水溫條件著手分析研究。

二、分布的變化情形

根據近三年來的次的調查結果發現；

（1）七家灣溪櫻花鉤吻鮭的分布最下限範圍，在去年的調查發現目前分布的下限可達七家灣溪和有勝溪會流點（迎賓橋）之下的深潭，較之前年只在武陵農場場部下方之最低的分布點擴大約200公尺的河段。這種現象可能與去年本地的水溫仍低有關。今年則陸續聽聞在更下游的和平農場還有櫻花鉤吻鮭的蹤跡，如果這個傳聞可以證實的話，則櫻花鉤吻鮭族群分布的擴大現象是一件可喜的事。

（2）櫻花鉤吻鮭的分布主要是集中於武陵農場場部周邊大約五百公尺半徑左右的河段，復育中心附近湧泉池以上至三號壩之間和武陵吊橋上游的三個河段，其餘的地段都只有零星的大型成魚，並無較為集中的族群。後兩河段是在較為接近天然環境的溪流，同時人為的干擾較少，因此魚群數量較穩定，而最前面一段魚群數量較多的地方，河岸和河底環境條件也是較優良的

地區，周邊雖然有相當多人類的活動，但是都因為場部同仁以及管理處同仁互相協助各項管制與保護措施，方能使這個河段有較多的魚群。

(3) 目前所發現的櫻花鉤吻鮭主要成功的產卵場，集中於武陵溪一號壩下方、復育中心上方湧泉池附近、三號壩下方以及武陵吊橋上游至六號壩附近等四個區域。

(4) 湧泉池本身並非魚類適當的產卵場，但是其下方的幾個深潭和連接主流的水道可能是優良的產卵場，同時因為有極隱秘的池岸和水草，因此可以供數量極多的幼魚蔽身其中，因而順利成長。同時支流和主流相接的河段（主要是三號壩下方），所自然孵育出的魚苗也可能溯入本區繼續成長。

二. 七家灣溪水溫變化記錄調查

對於外溫性的脊椎動物的魚類而言，水溫的變化是環境因子中最重要因子之一。每種魚類的生長皆有其獨特的由致死高低溫所圍成的溫度忍受帶（thermal tolerance zone），而為魚類所特有的生理特徵之一。對於櫻花鉤吻鮭這種冷水性的魚類而言，水溫是否維持在一個合理的範圍之內是很重要的。

根據de Sylva(1968)的研究指出，水溫對於魚類生理的調節與新陳代謝、魚體行為、魚類群聚分布等方面均會產生直接或間接影響。例如：水溫每增加10°C會使生物體內的生化反應增加6~10倍。因此過高的水溫將會使魚類因達致死溫度（lethal temperature）或亞致死溫度（sublethal temperature）而死亡或因受到熱衝擊（heat stress）而使得魚的體力衰弱，影響其活動能力和攝食能力。另外，水溫的變化亦會影響魚體滲透壓的調節能力、成長速度、活動能力和生殖產卵的季節。

根據許多研究報告指出，溫度對魚類之影響主要是在魚卵的孵化發育期和漂流的仔稚魚期（larval stage）。卵的孵化因各種魚類不同而有其各自的孵化時間小時，亦即孵化的水溫與孵化的時間存在著一個方程式的關係。因此在卵孵化時若水溫過高，雖然發育速度較快，但是亦容易因為發育過快而導

致畸型率及死亡率的增加。而剛孵化的仔稚魚由於為極狹溫性且活動力較差，因此往往容易受到水溫變化的影響而造成仔稚魚的猝死。

除了水溫對魚體本身的影響之外，水溫對河川的物理性質也會造成改變及影響。一般而言，液體的溶氧量與溫度成反比，因此對一條溪流而言，水溫愈高，溶氧量愈少，也就是造成對水中有機體的供養量減少及水生細菌的增加。

櫻花鉤吻鮭由於其珍貴性，因此多年來已建立初步的河川棲地、河川物理性質、魚群分布和鉤吻鮭生長、覓食、繁殖的資料。在各個研究報告中我們可以發現到，七家灣溪各河段本身具備有各類不同的河川棲地類型可供魚群覓食、隱避和繁殖，其河川物理性質亦都維持在合理的範圍之中，而水生昆蟲等食物亦不虞匱乏，只有水溫的限制造成了櫻花鉤吻鮭族群至今仍然侷限分布在大甲溪的上游。

影響水溫的因子，多年來已有許多的研究結果。Greene (1950) 研究了砍伐對於溪流中尊魚的影響，他發現到被完全砍伐的溪流在五月間的周最大溫度比附近的森林溪流最高水溫高出 7.22°C 。在俄勒岡州海岸地帶的Alsea流域研究中心記錄到砍伐引起溪流水溫上升的最大變化情形 (Brown & Krygier, 1970)。這個研究採用了兩種不同的砍伐方式比較。Deer Creek流域砍伐面積只佔流域面積的25%，在河岸邊緣留下15.24--30.48m寬的緩衝地帶。Needle Branch流域則被完全砍伐。Flynn Creek流域則完全未被砍伐作為實驗的對照。其中所測得最高的升溫為 10°C ，此為1970年當時相關研究中所測量到的最大記錄值。在Deer Creek流域則未造成水溫的上升。在此流域中，緩衝帶一直為溪流提供良好的蔽蔭效果。一般森林溪流的水溫主要受到日照輻射量以及森林遮蔽罩蓋度的影響，在溪流的表面，由傳導、對流或蒸發所引起的熱交換很少 (Brown, 1969)，因此砍伐引起的氣溫上升應該不是溪流水溫上升的主因，也說明由於太陽而使得溪流所增加的熱能不容易由對流和傳導而擴散，大部份的能量皆會被儲存而引起水溫的上升。尤其是對像七家灣溪這類分布於高海拔的高山溪流而言，在植被狀態良好的地區終年處於低溫狀態，因此更容易因為砍伐或植被不良造成日照直射溪床，而提高水溫。

爲了瞭解七家灣溪各個河段水溫上升的情形，以及水溫與魚類群聚分布的關係，我們在七家灣溪上游、中游和下游及武陵溪、有勝溪等主要支流，放置可以自動偵測水溫並記錄資料的光學型溫度記錄器（圖），並且定期讀取記錄資料並帶回實驗室以軟體分析。在各個時期及河段的資料中，我們選取各個代表性的時間及河段繪圖，以求瞭解水溫上升的情形、水溫是否與魚群分布有密切關係和尋求使水溫大幅上升的環境因子。單就水溫與環境的關係，我們發現到：

（1）以中午之後受到日照能量最大的時候來看，我們發現到，七家灣溪愈往下游，水溫值愈高。此點可以視爲日照的輻射量累積的效果所造成。而由上中下游分別來看（圖六），可以發現到上游的升溫程度最低，而中游的升溫效果其次，下游的升溫程度則最爲顯著。在最高溫時（圖六），可以明顯的發現到，下游地區的一號壩和露營場河段的水溫，遠高於二號壩下和抽水站河段。亦即雖然二號壩下河段的水溫，剛開始因爲低氣溫，造成比一號壩上的水溫高，但是一旦日照輻射量增加，則可見到其明顯的升溫現象。亦即下游河段的水溫變化較上中游河段來的劇烈。此點當是由於下游河段的罩蓋度不佳所造成的效應。而在冬季時的水溫變化即以如此顯著，可以想見夏秋季日照輻射量最強的時候，水溫將呈現劇烈的變化。

（2）湧泉池的水溫變化（圖八）與七家灣溪主流各河段間有截然不同的現象，我們發現到當各河段隨著季節，而有每日水溫逐漸升高的現象時，湧泉池卻反而維持在10°C以下的低溫，而沒有升高的現象。而湧泉池本身具備良好的遮蔽和天然低溫的泉水，是一個天然的產卵場和避難所。

（3）無名溪和武陵溪支流的水溫，相較於七家灣溪匯流口處水溫都較低，這是因爲這兩條支流的罩蓋度皆較好，日照影響較少所造成的。此兩條支流對於主流有冷卻的效果，不過因爲流量相對較小，所以效果也極爲有限。至於有勝溪本身由於已開發過度，接受日照輻射量大，在與七家灣溪匯流時的水溫甚至比七家灣溪高出許多。

(4) 放在復育中心(圖九)的水溫記錄器，記錄了當櫻花鉤吻鮭在做人工繁殖時的水流的水溫，我們發現到雖然沒有湧泉池的水溫來的低，但也是非常穩定，不會有溫度劇烈變化的現象發生。

三、魚類棲地改善之規劃

河川魚類賴以生存的環境要件是水質、水量、餌料生物與河川型態。河川的型態包括瀨(急湍區)和淵(深潭區)、河岸、產卵場、棲息地等環境。如果河川環境變得單純化之後，魚類生存的條件就會變差了。

魚類的重要餌料生物是藻類和水棲昆蟲，而這兩類生物在瀨區的生產量比淵區高出數倍至數十倍，但淵和瀨的重要性是相等的。例如藻食性的香魚，白天主要在瀨區啃食藻類，夜間則大多回到淵區棲息。相反地，台灣石斑魚白天大多躲在淵區的岩石縫之中，夜間卻活躍於瀨區中覓食。一些游泳力較弱的肉食性魚類，通常都棲息在淵區，隨時追逐自瀨區沖刷下來的食物。對同種的魚類而言，愈大型的魚，通常都棲息在較大的淵區。在缺乏大型淵區的河川裡，魚類體型通常比較小，而且掠食者捕獵壓力較大。提供隱蔽、增加魚類使用空間、增加適於魚類繁殖的場所或底質及提供優良的水質為四項基本魚類棲地改善的方針。

水野(1987)指出，日本近30~40年來，河川中淵區的數目減少和規模變小的比例高達55.7%。這些淵區的環境改變，主要原因是洪水期所造成的砂土堆積(佔20.5%)，其次是堤防工事所伴隨的河川改修(佔17.0%)，其餘的原因尚包括河道的改變，災害復舊時相伴的河川改修工事，附近河床的整體低下，流量的減少和各種堰堤的建設等，使得一些香魚、鰻魚、鮭鱒魚類、鯉魚等經濟性魚種的棲息地受到嚴重破壞，魚產量銳減，漁場價值亦將大幅的降低。

有鑑於淵區在魚類生產上的重要性，日本各地漁業協同組合積極地從事各項改善工作；例如兵庫縣之圓山川中流域，原來最深僅80cm的水域，挖掘成最深為3m的淵，結果在1m*2m的範圍裡，魚群的密度增加了4~15倍，現存

重量則增加了60~120倍，魚類體型也自改善前的5cm，增加為25~40cm(水野，1987)。

淵的水深也會影響魚類的種類和數量。水野(1987)曾經在兩個天然的淵區逕行周年性採集調查時，發現水深2m的淵區，魚類種數是水深0.5m的淵區魚種數的二倍，魚類數量則高達十倍。因此在棲地改善時，創造較深的淵是必須的。

而最佳的溪流棲地改善形式是河域中建設一段段淵瀨互相接續的環境，理想的情形是以瀨 - 淵 - 瀨 - 淵的形式交叉出現。在日本，因淵區少於瀨區，因此創造淵區就可以改善河川魚類棲地的需求(水野，1987)。

改善河川棲地及增加魚類生存空間的具體方法包括：河中散置大石、河邊繫放枯樹、設置矮壩(小於30公分)、河中放置大樹、河中設置改流設施(Deflector)以形成深潭、遮蔽等。

至於人工淵的形成，主要使用的材料以大頭和天然石塊為主，除非有必要，方才使用混凝土。淵的構築除了在後方築攔水壩之外，尚得在淵的上方首先構築一道防止沖蝕的構造。如果坡度較大時，可構築數個連續階梯式較低的構造。

前年在七家灣溪所做的棲地改善規劃，經過管理處招標辦理施工之後，在觀魚台附近新增一處深潭。隨後在幾次的調查中發現，這項工程仍有部分缺失需要在日後加以改善，主要是深潭在一般低水位的時期最深處仍不及二公尺，魚類不易逗留在此地，因此只有幼魚的蹤跡。但是因為這處新增的棲地主要是作為大洪水期的避難所，因此一般時期較不容易吸引魚類棲息。同時新棲地與舊有主流下的深潭之間的深溝深度不足，加上過於接近道路傍，不易吸引魚類進入。相信這些問題解決之後，不僅可以吸引魚類的使用，對於洪水量最為敏感的幼魚也可以提供實質的避難效果。

經過數次全溪的普查之後發現，櫻花鉤吻鮭最需要的棲所是（1）深潭，（2）產卵場，（3）幼魚隱蔽的復育場和（4）洪水期的緊急避難所。也因此在去年所挑選的規劃地點，首先考慮到：

- （1）地點必須較為隱蔽，不會有人為干擾或是工程的影響，
- （2）周邊不會受到洪水或是颱風沖蝕的影響，
- （3）接近產卵場或是可以提供幼魚成長的環境。

因此選擇具有以上的優點的湧泉池旁邊的一塊溼地，希望不會破壞過多的天然樹林，即可以利用現成的泉水，新增大約300平方公尺範圍的深潭，對於吸引成魚的棲息，以及提供幼魚隱蔽的成長場所，均有極重要的助益。

今年所選定的露營場下方河床地則有幾項優點，分別是：

（1）本項棲地改善的地區周邊已經有甚多的魚類族群，同時也是未來將劃定的櫻花鉤吻鮭保護區外圍。未來改善之後的新棲地將可以在有管制安排的情形之下，讓遊客目睹櫻花鉤吻鮭的蹤跡，可以紓解遊客進入保護區的壓力。

（2）本區施工道路極為方便，同時對於原有河床的影響最小，可減少施工道路的破壞。

（2）創造新棲地主要是在荒廢的河川地上，可以繼續以往的造林工作，增加本區自然河岸的覆蓋度。

（3）新棲地的連續性深潭的上部均以蛇籠和主流隔離，水流可以滲入新棲地內，但是洪峰期又不會受到過大洪水的衝擊。魚群主要是經由下端的主流相接河道，自然的溯入新棲地之中。

（4）本棲地將可以和現有的主流水道互相結合，形成一處互補的大型避難所。水道最下方與主流相接處，可以稍微用人工堆積蛇籠的方式，使主流中的魚類容易找到新棲地的入口水道。

(5)本項新增棲地對於目前已有頗多成魚的七家灣溪下游和其支流武陵溪，在緊急洪水期可以有一處安全的避難場所。這項構想在今年的颱風裡已經可以實際發現其重要性和實用價值。

在本次研究裡，也發現現有復育中心魚池之後端雜草林一地，也具有相類似的條件，可以加以規劃作為一處自然的棲地。如果能夠規劃成功的話，對於二號壩到一號壩之間極端缺乏魚類避難所和幼魚復育場的河段，將會產生極為顯著的效果。但是目前這個地方又因為水產試驗所結束執行農委會的櫻花鉤吻鮭復育計劃，本年度已經將該地歸還林務局。致使該地的管理上又出現新的變數。希望日後本區的管理單位可以稍加斟酌考慮本區的棲地改善工作，統一事權來執行所有的保育工作，以落實各項保育措施。在今年的賀伯颱風摧殘之後發現本處的復育室和復育池都岌岌可危，部分魚池更已毀壞，因此有必要另覓新的復育場，同時將此處危險的環境改善，作為適當的避難所之用。

四、賀伯颱風的影響

本年七月三十一日賀伯颱風侵襲台灣全島，由於瞬間降雨量極為驚人，因此也在七家灣溪流域造成相當程度的損害，主要的環境損害項目包括：

- 1.全區河道因為水流極為強大，因此幾乎有三分之一左右的河道改道。
- 2.觀魚台旁邊的部分道路因受洪水沖刷而流失。
- 3.復育中心繁殖場旁的蛇籠護岸與堤防被沖毀約三分之二，繁殖室門口的地基也完全被流失，靠近堤防之第一排繁殖池已經完全毀壞，管理室後方的護坡沖失嚴重，崩落地距離房屋僅約七公尺左右，未來有可能危及管理室。
- 4.觀魚台避難所原有水潭已經遭泥沙淤滿，道路旁岩盤下的深潭也因為河流改道而淤滿。

5. 許多原本生長在河岸的高大植物都被沖失，取而代之的是鬆散的沙石，河流兩岸罩蓋情形變差。

6. 湧泉池因為上方菜園水土大量流入而有部份淤積。

7. 露營場下方的河床部份流失，圍籬毀損約一半以上。

8. 五號攔砂壩附壩可能已經被沖毀或是完全掩埋在砂石之中了。

9. 河川上游及兩岸土石崩塌嚴重，有許多地段淤積嚴重，許多原本的深潭都已被填滿，例如復育中心旁之二號壩下方、四號壩副壩下的深潭、五號壩下方的深潭和六號壩下方數個連續的深潭都已經完全淤滿。許多河段兩岸有高約1~5公尺不等的淤砂，這種現象主要的原因可能是六號壩以上的山區大面積的崩山所導致。

另外對於櫻花鉤吻鮭的損害部份則包括：

1. 在露營場河灘地上，有三十八尾因為水退之際來不及退回主流而擱淺死亡，在觀魚台旁的道路上，因為相同理由而死亡的有三尾。另外尚有大約三百尾左右受困於露營場下方沙洲上的鮭魚，因為管理處值班同仁搶救得宜，均已游回主流。

2. 在湧泉支流與七家灣溪主流會流點附近記錄到三尾已經腐爛的鮭魚屍體，同時也看到有數尾鮭魚被困在封閉的水潭之中。

3. 根據管理處同仁的描述，在洪峰期間發現到數處河道彎處有明顯的魚群聚集躲避洪水。

由於颱風過後主流水量仍舊極為強大，水中能見度也極差，因此無法立即下水再評估其數量。根據所撿獲的魚體數量以及河道改變的嚴重情形而言，本次颱風所造成的損失相當嚴重。目前僅能就水質最穩定和遭受破壞程度最低的湧泉池周邊水域的魚群數量進行覆查，以做為評估本次颱風侵襲損害程度的比對參考。經過詳細的潛水計數覆查，總共計錄到81尾，較六月份在同一河段所做的調查數量81尾完全相同，由以上的結果顯示在具有優越條

件的湧泉池水域中，櫻花鉤吻鮭的族群幾乎沒有受到任何的損失，反而是在主流流域裡，因為缺乏緊急避難所的環境，因此損失極為嚴重。由以上的情形分析，主流河道因為沿線缺乏適當的迴流區或是穩當的避難所，因此當洪水衝擊的時候魚群沒有適當的

對於擱淺死亡的三十八隻櫻花鉤吻鮭的處理方式，颱風後經各相關單位現場會堪時討論後建議如下：

1. 雪霸國家公園管理處立即依規定行文主管機關報備，同時建議在取得正式同意之後，將此批珍貴標本由本研究邀請國內相關學術研究單位，分別進行多項的相關基礎研究，預期分析研究的項目和邀請對象包括：

A. 委請中央研究院動物研究所李信徹博士，利用同工異構酶的方法，分析所有個體的基因多樣性。

B. 委請台灣大學植病系楊平世教授，利用胃內含物的分析，研究其食性。

C. 由本研究計劃協助利用DNA定序的分析方法，研究其遺傳多樣性的情形，同時以分析耳石日輪的方法，研究本種魚類的成長與生活史。

D. 所有研究後的標本均妥善處理與保存，提供全國各學術研究單位做其他深入教學研究和分析之用，同時也可供相關單位做長期展示之用。

以上的處理方式主要是發揮這批不幸死亡的櫻花鉤吻鮭最大的效益，增進對於本種珍貴稀有的保育類動物的了解，希望對於日後保育的工作有所助益。

伍、結論與建議

總括本年度調查的結果發現櫻花鉤吻鮭在近年來政府大力的推行各項保育工作之下，其魚類族群數量已經有所增加，但是在天然颱風災害影響之後，族群數量的情形仍有待後續觀察。由於本地天然環境惡化（水流量減少與河床裸露造成水溫上升），和大自然強大的破壞力（颱風和洪水）都會造成可供櫻花鉤吻鮭棲息環境的減少。由本研究之結果中發現目前櫻花鉤吻鮭的魚類族群面臨兩項問題：

一、櫻花鉤吻鮭魚群的分布情形並不平均，主要族群分布於上下兩個極端地區，中斷因為棲地惡化以及數座攔砂壩的阻隔，魚類族群已經被切割成數個更小的族群。這種現象如果沒有改善的對策，將會造成小族群之內的近親交配，魚種勢必趨於劣勢或是滅絕。

二、主要的櫻花鉤吻鮭幼魚出現地也只集中在上下兩處極端的地區，顯示七家灣溪主要沿農場開墾地周邊的河段，魚類產卵情形並不理想。在去年（八十四年冬季）七家灣溪主流（一號壩至二號壩之間）的魚類繁殖結果不甚理想，除此之外，在這一段區域內除了三號壩和湧泉池附近的繁殖算是成功之外，幾乎沒有看到有任何新生魚苗加入今年二號壩以下的河段之中（圖三）。

從消極的保護方面和從積極的改善櫻花鉤吻鮭生存問題等兩方面著眼，本研究建議：

1、武陵吊橋周邊的水域、湧泉池附近以及武陵農場場部旁的武陵溪，是現知僅存的三處可能是櫻花鉤吻鮭產卵和撫育幼魚的場所，應該更加慎重保護和管理這三個地區。如果這三處最重要的產卵場和育幼場受到迫害，櫻花鉤吻鮭的復育工作將會遭受嚴重的影響。

2、先行以不傷害現生魚類的取樣方式，分析本區櫻花鉤吻鮭各個小族群之間的遺傳基因獨特性。再考慮以人為的方式移植上下游之間的魚類族群，讓其自然雜交繁殖或是以人為方式進行雜交繁殖後放流。

3、七家灣溪主流河段的櫻花鉤吻鮭分布狀況與河川棲地變化情形的關係至為密切，為求掌握經常性的資訊和監測魚群數量的變化，應該固定持續每年進行春、秋兩季的櫻花鉤吻鮭族群數量普查，以及各處河川環境變化的記錄。

4、未來可以考慮將人工孵化出來的魚苗，放流到其他附近未受污染的河川，例如南湖溪或是司界蘭溪等地區，以增加分布地。至於事先對於放流地點的調查與評估，將可以一並的在後續研究中提前進行。

5、為求日後繼續進行人工復育的工作，有必要進行新的復育場場址的調查與評估，以免重蹈覆轍。

6、管理站或是警察隊應該設置相關櫻花鉤吻鮭緊急保全的工具，以便於日後緊急救助之用。

陸、謝誌

個人能夠學習和參與櫻花鉤吻鮭保育工作，完全是恩師沈世傑教授和林曜松教授的指導。而有這個機會參與櫻花鉤吻鮭復育工作，則有賴雪霸國家公園管理處林處長、吳祥堅秘書和保育課李課長與同仁們的協助。野外實際調查工作的進行，完全是由清華大學生命科學系林宗以、張嘉麟、楊正雄、蕭仁傑、林思民、張雅婷和劉舜傑等同學們不辭辛勞的協助調查。另外相關工作也得到摯友陳懸孤、李志堯與曹莉玲老師的協助，方得以完成本項工作，均僅於文末致謝之。

許多野外工作上，也得到雪霸國家公園管理處警察隊武陵小隊，復育中心各同仁，以及武陵農場黃場長及同仁們的協助，特此致謝。

柒、參考文獻

- 內政部營建署雪霸國家公園管理處，1994，櫻花鉤吻鮭保育計劃，49頁。
- 陳兼善、費鴻年，1991，魚類學，臺灣商務印書館，348頁。
- 劭廣昭，1995，水溫變化對臺灣沿岸魚類分佈之影響，中國農業化學會、行政院農委會，氣候變遷與農業生產研討會論文集：189-206。
- 呂光洋、汪靜明，1987，武陵農場河域之原產種魚類生態之初步研究，農委會76年生態研究第010號，86頁。
- 余廷基、賴仲義、吳聲焱，1985，櫻花鉤吻鮭繁殖試驗，農委會74年生態研究第003號，14頁。
- 余廷基、賴仲義、吳聲焱，1986，櫻花鉤吻鮭繁殖試驗，農委會75年生態研究第003號，22頁。
- 余廷基、賴仲義、黃長俊、楊明道，1987，櫻花鉤吻鮭繁殖試驗，農委會76年生態研究第006號，41頁。
- 汪靜明，1994，孑遺的國寶錯誤！尚未定義書籤。台灣櫻花鉤吻鮭專集，雪霸國家公園管理處印行，185頁。
- 汪靜明，1994，武陵地區環境生態，雪霸國家公園管理處印行，231頁。
- 汪靜明，1994，台灣櫻花鉤吻鮭資源價值與教育，環境教育季刊，（32）：3-13頁。
- 林培旺、吳祥堅，1995，櫻花鉤吻鮭(*Oncorhynchus masou formosamus*)野生種魚觀察與人工繁養殖試驗，雪霸國家公園管理處研究報告，25頁。
- 林耀松，1988，櫻花鉤吻鮭的保育歷程，大自然，21:35-37。

- 林曜松、梁世雄，1986，鮭鱒魚類生態，農委會林業特刊第九號，頁21-38。
- 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、曹先紹、張崑雄，1989，櫻花鉤吻鮭之生殖生態與行為研究，農委會78年生態研究第008號，18頁。
- 林曜松、曹先紹、張崑雄，1989，櫻花鉤吻鮭的生態與保育，國立台灣大學系生態研究室，12頁。
- 林曜松、張崑雄，1990，台灣七家灣溪櫻花鉤吻鮭族群生態與保育，農委會79年生態研究第001號，40頁。
- 林曜松、張崑雄、張竣文、張耀文，1990，武陵農場魚類研究教育中心初步規劃，農委會79年生態研究第002號，40頁。
- 林曜松、張崑雄、詹榮桂，1991，台灣大甲溪上游產陸封性鮭魚的現況，農委會林業特刊第39號，：166-172。
- 林曜松、曹先紹、莊鈴川、戴永緹，1993，櫻花鉤吻鮭棲地之調查研究(1)-以七家灣溪上游、雪山溪為主，農林廳林務局保育研究系列-82-07號，40頁。
- 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。
- 莊鈴川，1988，櫻花鉤吻鮭 (*Oncorhynchus masou formosanus*) 資源生物學的基礎研究，台大漁業科學研究所碩士論文，92頁。
- 張石角、1989，櫻花鉤吻鮭保護區規劃，農委會78年生態研究第010號，78頁。
- 張崑雄、吳英凌，1985，櫻花鉤吻鮭 (台灣鱒) 復育現況及展望，台灣農業，22(4):32-37。

曾晴賢，1994，櫻花鉤吻鮭族群調查與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印行，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印行，24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。

興儀喜宣、中村廣司，1938，台灣高地產鱒（櫻花鉤吻鮭），天然紀念物調查報告第五輯，台灣總督府內務局，32頁。（林曜松譯，1986，農委會林業特刊，9:1-14。）

George W. Brown，1980，Forest and water quality，O.S.U. Book stores，Inc.。
（李昌哲、張理宏譯，1994，森林與水質，中國林業出版社，208頁）

de sylva，D.P.，1968，Theoretical considerations on the effects of heat effluents on marine fishes in 錯誤！尚未定義書籤。Biological Aspects of Thermal Pollution 錯誤！尚未定義書籤。，Ksenkel & Parker ed. Vanderbilt Univ. press. 229-293pp.

Greene，G.E. Land use and trout streams. *J. Soil and Water Cons.* 5：125-126. 1950.

Brown，G.W. Predicting temperatures on small streams. *Water Resources Research* 5（1）：68-75. 1969

Adams, M. A., and I. W. Whyte, 1990, Fish habitat enhancement: a manual for freshwater, estuarine, and marine habitats. Depart. of Fisheries and Oceans Canada. 4474. 330pp.

Day, Y. T., H. S. Tsao, K. H. Chang, and Y. S. Lin, 1993, Spatial and temporal changes of Formosan landlocked salmon (*Oncorhynchus masou formosanus*) in Chichawan stream, Taiwan. *Bull. Inst. Zool; Academia Sinica* 32:87-99.

Payne, N.F., and F. Copes, 1988, Wildlife and fisheries habitat improvement handbook. Published by U. S. Depart. of Agriculture, Forest Service, 25pp.

Tsao, E. H. S., 1995, An ecological study of the habitat requirements of the Formosan landlocked Salmon (*Oncorhynchus masou formosanus*). Ph.D. Dissertation of Colorado State University. Fort Collins, Colorado, USA. 213pp.

Wang, C. M. J., 1989, Environmental quality and fish community ecology in an agricultural mountain stream system of Taiwan. Ph.D. Dissertation. Iowa State University. Ames, Iowa, USA. 138pp.

表一：七家灣溪櫻花鉤吻鮭族群數量統計

其中幼魚的分布較以往不集中，除了主要產卵區有多數的小魚分布之外，在七家灣溪主流間亦可見到一定的小魚族群，推測是因爲四月間的大雨造成小魚被衝下各個河段。

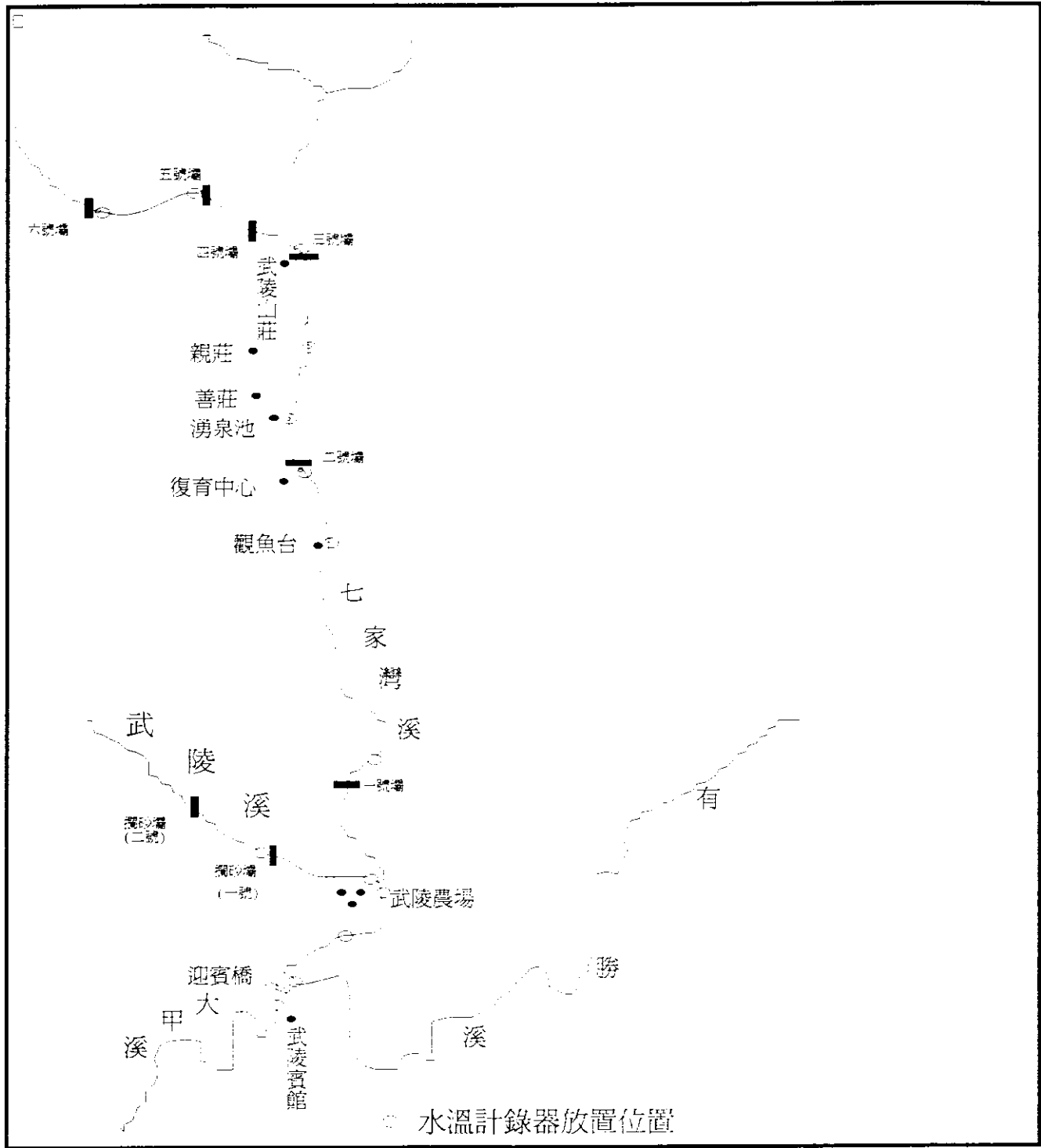
1996春季調查結果:單位:(尾)

分布區段	成魚	幼魚	總數	備註
六號壩以上	33	3	36	
五號壩至六號壩	309	70	379	主要產卵場區
四號壩至五號壩	54	7	61	
無名溪	17	7	24	
三號壩至四號壩	126	28	154	主要產卵場區
二號壩至三號壩	314	52	366	主要產卵場區
湧泉支流及湧泉池	54	27	81	
觀魚台至二號壩	110	43	153	主要產卵場區
一號壩至觀魚台	54	21	75	
武陵溪會流點至一號壩	62	47	109	
迎賓橋至會流點	42	71	113	
會流點至武陵溪一號壩	147	124	271	主要產卵場區
武陵溪一號壩至二號壩	32	0	32	
總計	1354	500	1854	

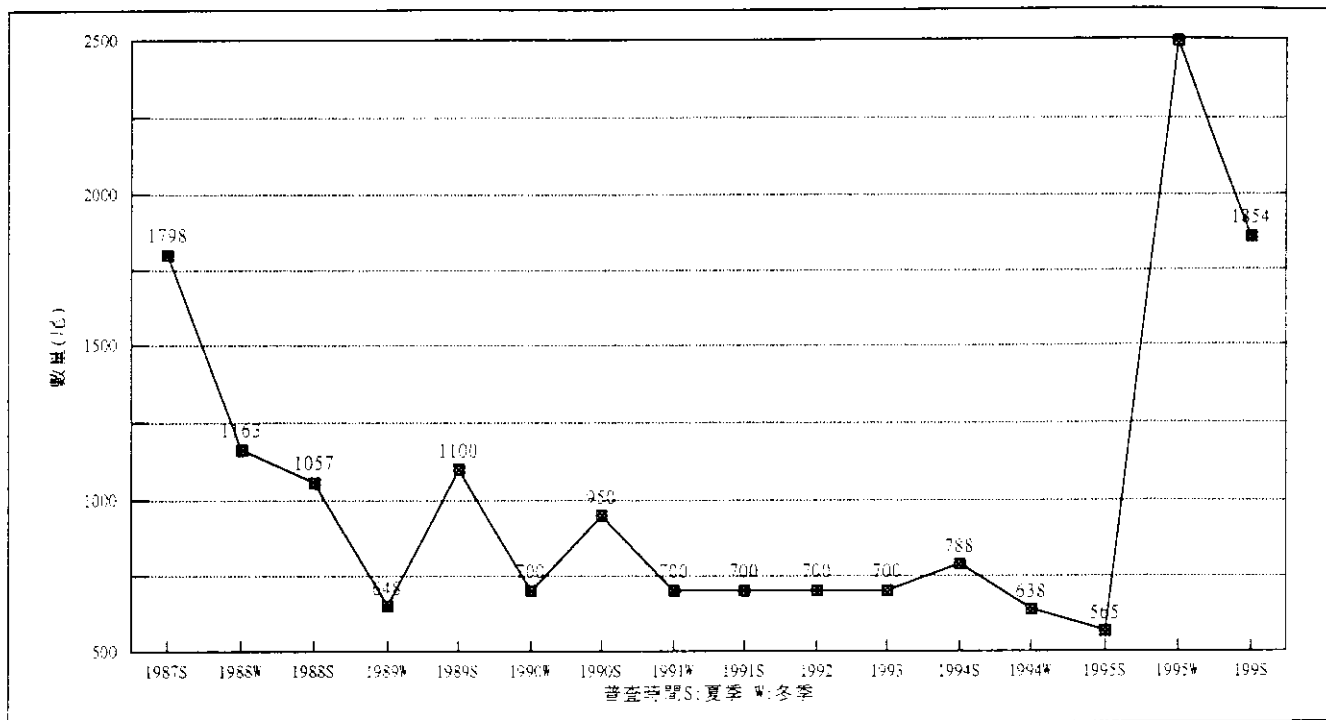
表二：七家灣溪櫻花鉤吻鮭歷年族群數量統計(1995-1996)

單位：(尾)

分布區段	成魚		幼魚				總數		備註	
	1995春	1995秋	1995春	1995秋	1996春	1995春	1995秋	1996春		
六號壩以上	?	7	33	?	0	3	?	7	36	
五號壩至六號壩	?	144	309	?	243	70	?	387	379	主要產卵場區
四號壩至五號壩	17	4	54	3	49	7	20	53	61	
無名溪	5	14	17	0	16	7	5	30	24	
三號壩至四號壩	11	107	126	159	199	28	170	306	154	主要產卵場區
二號壩至三號壩	7	448	314	23	758	52	30	1206	366	主要產卵場區
湧泉支流及湧泉池	32	6	54	69	46	27	101	52	81	
觀魚台至二號壩	26	22	110	1	4	43	27	26	153	主要產卵場區
一號壩至觀魚台	12	14	54	0	6	21	12	20	75	
武陵溪會流點至一號壩	56	34	62	0	0	47	56	34	109	
迎賓橋至會流點	49	63	42	0	1	71	49	64	113	
會流點至武陵溪一號壩	61	121	147	16	132	124	77	253	271	主要產卵場區
武陵溪一號壩至二號壩	1	26	32	17	31	0	18	57	32	
總計	277	1010	1354	288	1485	500	565	2495	1854	

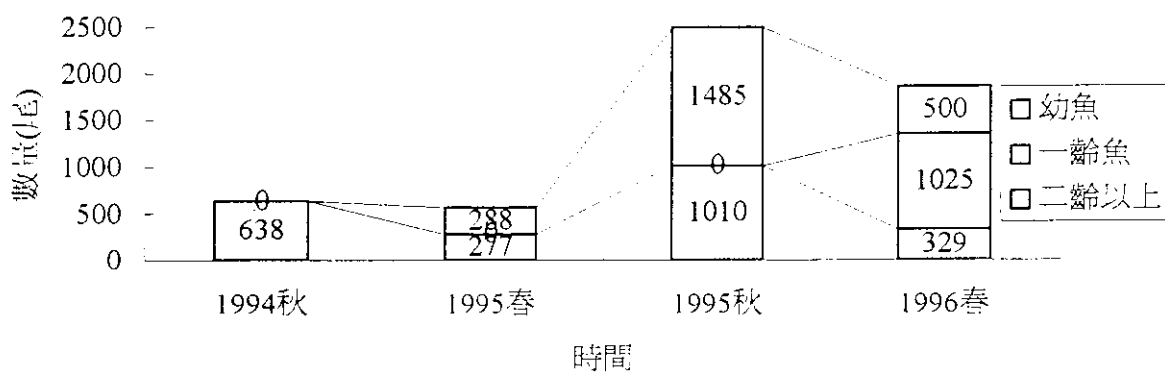


圖一：七家灣溪光學型水溫記錄器放置位置圖：總共在七家灣溪各個河段中（由六號壩下至七家灣溪與有勝溪匯流口以及武陵溪及有勝溪匯流口）放置總共14隻水溫記錄器，另外在行政中心放置一個記錄器測量氣溫以及一個光照度計。



圖二：櫻花鉤吻鮭族群年度變化圖：本表加入今年最新普查數字（1995秋季以及1996冬季）所作成的族群變化。其中1994年後的資料為本研究所調查。

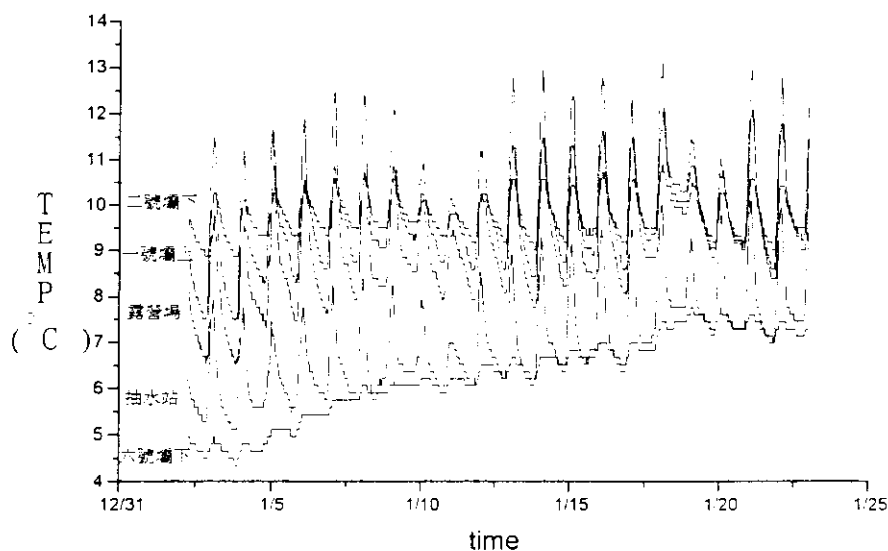
歷年族群結構變化



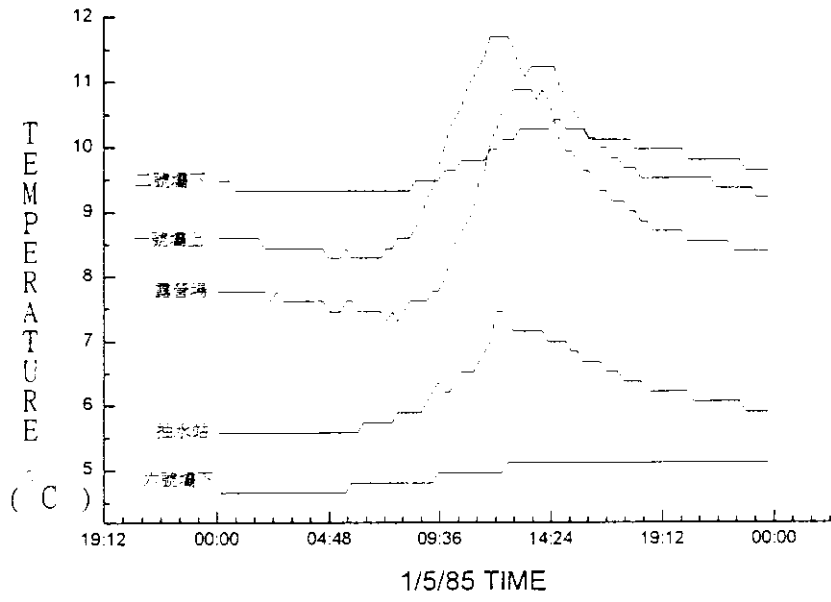
圖三：櫻花鉤吻鮭歷年族群變化圖（1994秋季--1996春季）：1994年秋季調查結果只有總計部份，因此全部視為一齡以上成魚。1995春季和1995秋季調查結果則分成一齡以上成魚和幼魚兩部份的統計。1996年春季調查則更進一步將統計結果分成二齡以上成魚、一齡以上未滿二齡中型成魚和未滿一齡的幼魚三部份。由此圖我們可以看出兩年的四次調查結果中，魚群族群變化消長的情形。並可進一步推論出其自然出生率和死亡率。

五號壩	四號壩	三號壩	二號壩	觀魚台	一號壩	迎賓橋
?	144	93	49	23	76	49
(40)	(151)	(109)	(35)	(65)	(78)	64
20	170	131	27	12	56	(150) 113
394	53	336	1258	26	34	77
415	61	174	447	153	75	253
						271
						18
						57
						32

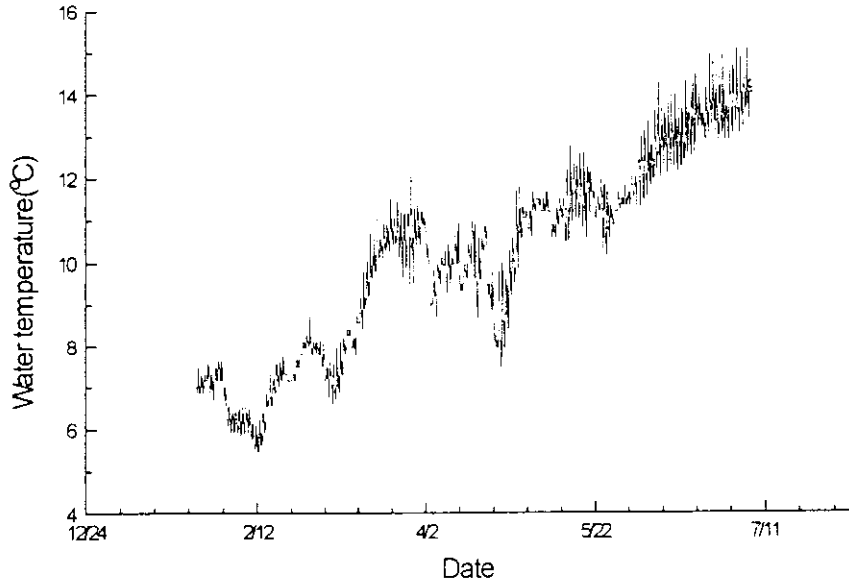
圖四：七家灣溪各河段櫻花鉤吻鮭族群分佈數量圖：圖中的統計數字依序為1994年五月、1994年十月、1995年五月的統計數字，最下方的數目是今年（1996）五月的統計數目。



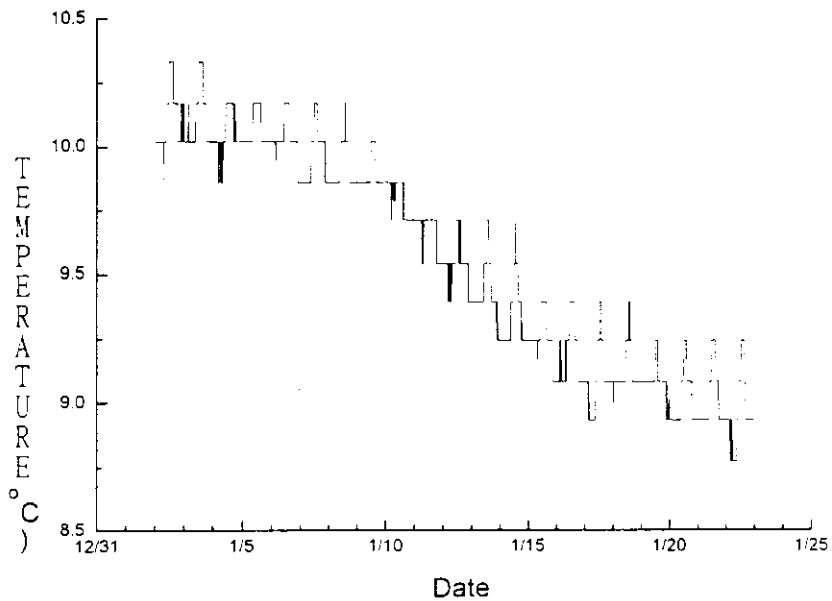
圖五：七家灣溪各河段冬季水溫變化圖：包括七家灣溪上游（六號壩下）、中游（抽水站、二號壩下）以及下游河段（一號壩上與露營場）各點的水溫比較圖。



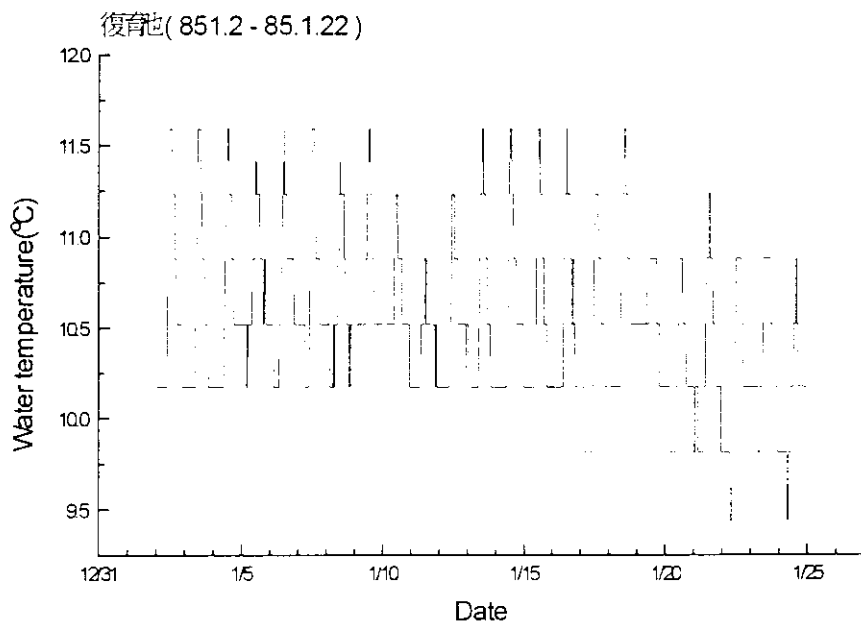
圖六：七家灣溪各河段冬季水溫變化圖：包括七家灣溪上游（六號壩下）、中游（抽水站、二號壩下）以及下游河段（一號壩上與露營場）各點的96年1月5日水溫比較圖。



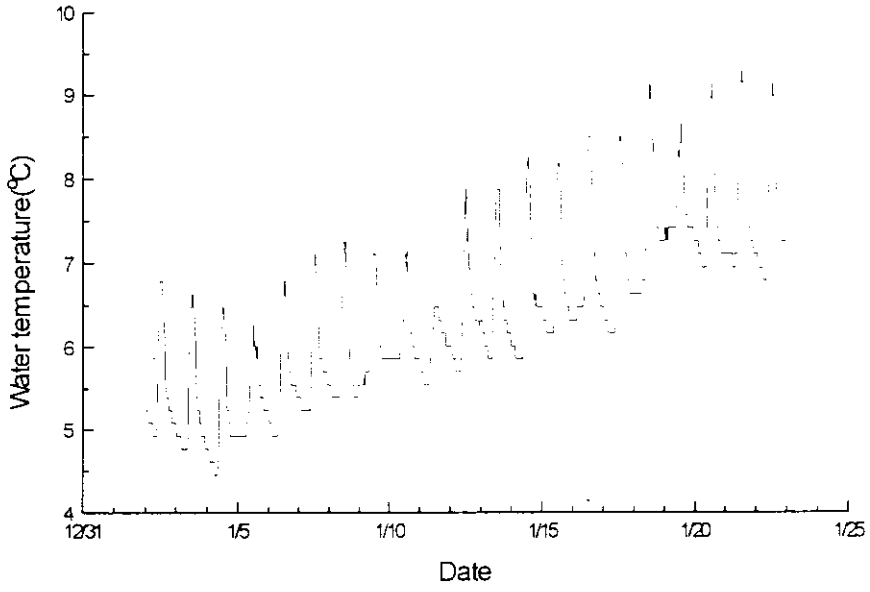
圖七：五號壩上水溫記錄變化圖（1996.1.25-1996.7.6）



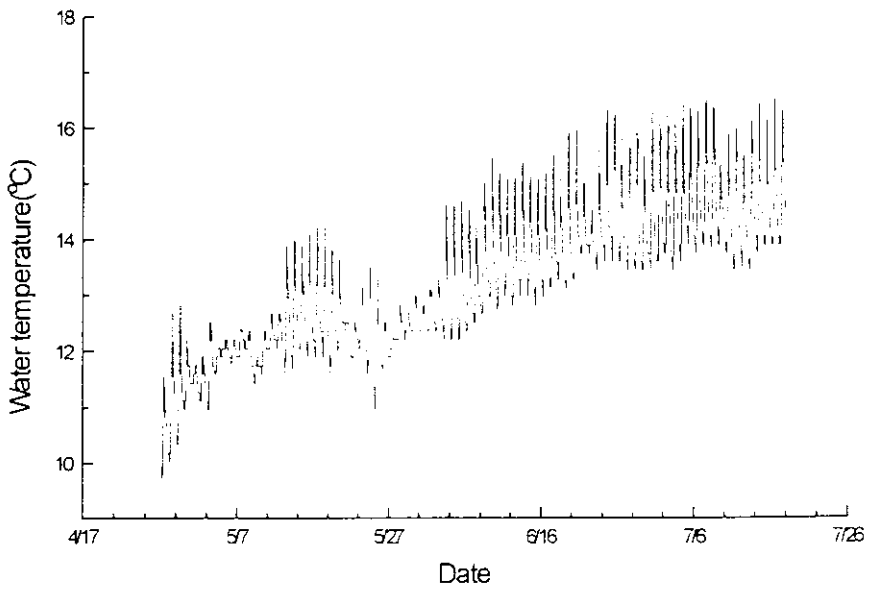
圖八：湧泉池冬季水溫記錄圖（1996.1.2--1996.1.22）：



圖九：行政中心復育池冬季水溫記錄圖（1996.1.2--1996.1.22）：



圖十：三號壩上冬季水溫變化圖（1996.1.2--1996.1.22）



圖十一：三號壩上春夏季水溫變化圖（1996.4.27--1996.7.17）