

內政部營建署雪霸國家公園管理處八十八年度研究報告

櫻花鉤吻鮭族群監測與生態調查（二）

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

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：游智閔、王昱人、黃榮鈺

中 華 民 國 八 十 八 年 六 月 三 十 日

目 次

英文摘要 (Abstract)	1
摘要	3
壹、前言	5
貳、研究內容與範圍方法	8
參、研究過程與方法	8
肆、結果與討論	10
伍、結論與建議	18
陸、謝 誌	20
柒、參考文獻	21
表及圖	25

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

Abstract

Population census of Formosan landlocked salmon (*Oncorhynchus masou formosanus*) was carried out twice in the Chichiawan Stream basin at the beginning of October 1998 and in the end of June 1999 respectively. Water temperature of the creek was recorded continuously with optic temperature recorders. The major results are as follows:

I. The population and census of Formosan landlocked salmon

The Formosan landlocked salmon is one of the law-protected endangered animals of Taiwan. The small population can be found only in the Chichiawan Stream basin of Shei-Pa National Park. The authorities of Shei-Pa National Park has persisted in population census of this precious species to effectively supervise and protect the relic natural treasure. We compared the population size after spawning this year with the size before reproduction season of last year to deduce the degree of population fluctuation. The scope of investigation is almost the same with that of last year except that the middle and upper segments of Skyline Creek were excluded. The population in these segments was found to be destroyed by anglers according to last year's investigation. Meanwhile the enormous creek flow also barred the census work in these segments.

Major results of this year's investigation are as follows:

- (1) 637 individuals were found from last autumn's census, indicating a decrease of 220 salmon. We suspect that the Reb Typhoon (Oct. '98) and the Barbes Typhoon (Nov. '98) directly caused the dramatic decline. A total of 494 individuals, including 191 juveniles, 193 one-to-two-year-old adults and 110 more-than-two-year-old adults, was found this summer. The further decrease of 143 individuals forces the Masou salmon again to the brim of extinction.
- (2) The lower limit of distribution of the Masou salmon is the same with that of last year. Some individuals can reach as downstream as the In-Bin Bridge, where the Yo-Shen Creek merges into the Chichiawan Stream. However, the water temperature at this location usually rises to be higher than 17°C during summer. Consequently the lower limit of Masou salmon distribution in summer retreats upstream to the camping site.
- (3) Most of the population distributes in three segments: (1) Dam No.2 to Dam No.3 of the Chichiawan Stream (32.6%), (2) Fish-Viewing platform to Dam No.2 (10.1%), and (3) Dam No.1 to Dam No.2 of Gao-Shan Creek (12.3%). The population in the segments upstream of Dam No.3, one of the major habitats of previous years has decreased sharply to small fractious groups and has been facing severe crisis ever since the catastrophe brought by the Herber Typhoon. The individuals dwelling downstream of Dam No.1 (excluding the Gao-Shan Creek segments) was mostly upstream habitants flushed down from their former habitats. The year-by-year increase of water temperature and the aging of individuals add up to threaten the existence of the population herein. However, the summer census reveals that 19.4% of juveniles distribute in the Wu-Min Creek between Dam No.3 and Dam No.4. This segment is thus considered as one of the important habitats (11.1% of total population).

(4) The release of all the artificially hatched juveniles into the spring pool makes the segment between Dam No.2 and Dam No.3 accommodates the largest proportion of juveniles (32% of juveniles). The segment between Dam No.1 and Dam No.2 of Gao-Shen Creek and the Wu-Min Creek segment between Dam No.3 and Dam No.4 house 23% and 19.4% of juveniles respectively. We believe that these segments can contribute considerably to the population recovery in Gao-Shan Creek and upstream of Dam No.3.

II. The effects of water temperature on the salmon population

- (1) The water temperature of the Chichiawan Stream is gradually raising from 1995 to 1999. The difference between 1997 and 1998 is especially marked, which turns some of the fine habitats into inadequate ones.
- (2) The water temperature regimes are quite similar among years. The temperature ascends from January to February, then descends to March, then ascend to May with slight decrease in April. The subsequent rise to August is followed by a tilt down to the next January. The temperature of creek segments down from Dam No. 2 has exceeded the upper survival limit of juvenile salmon. The spawning season temperature of these segments also tends to surpass normal reproduction temperature range.
- (3) The segments up from Dam No. 3 with the excellent temperature regimes, various habitat types and satisfactory tree coverage can be classified as superior habitats for the Formosan landlocked salmon. We suggest the authorities increase the amount of artificial breeding release in this area to avoid the extinction of upstream population.
- (4) Check dams, typhoons and rising temperature interact to suppress the salmon population repeatedly each year. The population must be uninterruptedly enlarged by artificial reproduction before the demolition of check dams to fortify the resilience and stability of salmon population under the impacts of natural calamities.

摘要

本計劃按照預定進度在去年秋天（八十七年十月上旬），櫻花鉤吻鮭尚未開始大量繁殖之前，以及今年夏初（八十八年六月中、下旬）櫻花鉤吻鮭幼魚成長至5~8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；並利用水溫記錄器連續監測七家灣溪的長期水溫變化，進行水溫對櫻花鉤吻鮭族群影響的調查研究。其結果分別摘錄如下：

一、櫻花鉤吻鮭族群數量的普查

本年度的調查範圍和去年度所做的普查範圍大致相同，但司界蘭溪中、上游溪段在去年度調查結果顯示已無魚群分布蹤跡，同時因為本年河川流量過大，故於本年度並未調查。

本年度的調查結果有：

1、去年秋季的普查結果共計發現637尾櫻花鉤吻鮭，較去年夏季普查結果減少了220尾，懷疑是1998年十月中瑞伯颱風及十一月初芭比絲颱風的影響。今年夏初的普查結果發現當年幼魚有191尾，一~二齡的中型成魚有193尾，二齡以上的大型成魚有110尾，總數為494尾，較去年秋季又減少了143尾，使櫻花鉤吻鮭族群再度面臨滅絕的危機。

2、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，分布可以到達七家灣溪與有勝溪會流點的迎賓橋之下，然而此地夏季由於水溫已經超出17℃，使得櫻花鉤吻鮭夏季的分布範圍有往上游縮減的趨勢，大致以露營場附近為其分布下限。

3、目前櫻花鉤吻鮭主要分布於七家灣溪二~三號壩之間（32.6%）、觀魚台~二號壩之間（10.1%）及高山溪一~二號壩溪段（12.3%）。原本亦為重要分布溪段的七家灣溪三號壩以上地區，在1996年賀伯颱風之後族群數量銳減，面臨小族群局部滅絕的威脅。七家灣溪主流一號壩以下，含高山溪一號壩以下溪段，魚群總數雖有22.4%，但是只有少數幼魚的情形，顯示此地已不再是優良產卵場了。不過，今年夏初普查時，在主流三~四號壩之間的桃山北溪溪段發現了為數不少的幼魚（佔全溪段幼魚數的19.4%），使本溪段亦成為魚群重要分布之地（11.1%）。

4、除本年度人工復育之幼魚全數放流湧泉池，使得主流二~三號壩之間幼魚數為全溪段之冠以外（佔所有幼魚的32%），高山溪一~二號壩溪段及主流三~四號壩之間的桃山北溪溪段的野生幼魚數亦分佔了全溪段的23%及19.4%，相信對高山溪及七家灣溪三號壩以上族群的建立有很大的助益。

二、水溫對櫻花鉤吻鮭族群的影響

本研究以自動記錄的光學型水溫記錄器，放置於七家灣溪上中下游各河段讀取水溫資料，藉以探討水溫變化的特性，以瞭解與天然族群數量變化之間的關係。其結果如下：

1. 比較1995年至1999年之水溫資料，各測站水溫均有逐年上升之趨勢，1997與1998年之差異尤其明顯，已經使某些原本櫻花鉤吻鮭尚可存活之棲地，轉變為不適合棲息。
2. 各年度水溫之變化趨勢大致相同，由一至二月升溫，二至三月下降，三到五月為先降後升，其後則一直上升到八月，九到十月微升，然後一直下降到隔年一月底。二號壩以下溪段七、八月的夏季高溫已到達幼鮭耐受極限，生殖季節水溫亦偏高，為不適於棲息之環境。
3. 三號壩以上無論是水溫、棲地類型豐富度、單蓋度均可歸類為良好棲地，建議持續上游放流工作，擴大上游族群。
4. 攔砂壩、颱風與逐年升高的水溫已使櫻花鉤吻鮭面臨嚴重生存危機，建議壩未拆除前，必須持續人工繁殖及放流工作，以擴大族群量，增加其天災衝擊下之回復力與穩定性。

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1917~1941年間的日據時代，其數量還不少，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曾是它的棲息地。其中司界蘭溪及七家灣溪的數量最多，甚至在七家灣溪還可以以投網的方式，一人一天可以捕獲到十五斤以上，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、高山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，但是這種情形經實地調查發現，僅為颱風洪水過後極少數遭大水帶離適當棲地的極少數大型魚體，且該溪段水溫已超出適應高溫17°C甚多，這些魚體若未能回溯回適當棲地，將無法久存。

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。

八十三年冬季和八十四夏季的兩次全面普查魚群的結果發現，櫻花鉤吻鮭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高山溪，魚群的數量卻銳減至僅剩三分之一左右。究其原因乃是相關單位施工不慎所致，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。根據台灣大學林曜松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，七十五年左右約有646尾，七十六年則發現有1,757尾（林，1988；1990）。而隨後因天然環境破壞，族群數量開始減少，至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）。

為繼續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，八十三年五月在雪霸國家公園管理處的委託下，接續進行魚群現況普查（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高山溪流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，七家灣河流域裡記錄到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2,495尾，相當令人高興。八十五年六月之初所做的統計也發現到櫻花鉤吻鮭族群有1,854尾（還不包括一些仍未離開隱秘處的幼魚數量），比起八十四年相同時期的調查結果增加甚多（曾，1996）。

八十五年夏季武陵地區遭受賀伯強烈颱風的侵襲，嚴重改變河床，加上攔砂壩效應的放大與阻隔之下，使得八十五年秋季族群較颱風前減少了三分之一（1,237尾）。然而幸運的是由於八十五年繁殖季不論氣候及水溫均較穩定，因此幼魚加入量較高，使得八十六年秋季的族群數量達到1,870尾，又回到賀伯颱風前的族群數量。然而三號壩以上的族群數量卻銳減至168尾，是該年度各區段族群數量減少最嚴重的河段，使得上游溪段的小族群面臨局部滅絕的危機。其原因和颱風後環境劣化及攔砂壩的阻隔效應有很大的相關，再次反應出攔砂壩對櫻花鉤吻鮭生存的嚴重威脅，也因此管理單位已根據建議加速研擬攔砂壩拆除事宜。而繼續加強在上游溪段進行人工復育放流，以增加上游族群數量並維持其基因的歧異度，亦是相當重要的課題（曾，1997）。

在八十六年的例行調查之後，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，對於本區的魚類族群產生相當大的影響。因此有必要持續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，以明瞭經過惡劣的梅雨季節及颱風季節這段時間之後，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保育工作的基本資料，因此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。

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，例如八十三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及過高的水溫變化，因此無法順利長成。八十四年此河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，其餘將近二公里的河段竟然看不到其他的幼魚蹤跡。雖然我們去年所做的調查中，也在這一河段記錄到少數的幼魚數量，但是根據我們比對去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，因此本研究自八十四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，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是否有關聯。

如果純粹就水溫變化及溫差變化的觀點而言，七家灣溪的上游地區較下游地區具有較好的條件。但是由於我們還不清楚水溫高低以及日溫差的變化劇烈對櫻花鉤吻鮭的實質影響，以及對成魚與幼魚之間的影響是否有所不同，不過鑒於魚類本身是外溫動物，而櫻花鉤吻鮭本身又是冰河孑遺的冷水性魚類，使我們相信，水溫變化程度對其生長、發育、繁殖，必定有重大影響。因此我們認為這項水溫因子的長期監控，有其實質的必要性及重要性。

另外，由於數年來七家灣溪櫻花鉤吻鮭的魚群數量無法大幅增加，可能和目前的溪流環境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。雖然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，目前大家考慮以櫻花鉤吻鮭曾經有分布記錄的溪流為主要放流的目標。

雪霸國家公園管理處為增加櫻花鉤吻鮭的族群數量及生存棲地，已連續多年進行人工復育放流的工作，連續幾年分別將人工復育成功的仔稚魚放流於七家灣溪上游溪段、高山溪一號壩以上及司界蘭溪中上游等溪段，其中高山溪一～二號壩已成功的建立繁殖族群；高山溪二～四號壩則由於土石淤積嚴重，坡降較大，缺乏深潭及緩瀨棲地，並未成功建立繁殖族群；司界蘭溪則因為貪婪的釣客無情捕捉之下，使原本已建立起來的小族群又消失殆盡。

貳、研究內容與範圍

本年度（1998年9月1日起）除了延續前四年的調查研究工作，繼續於櫻花鉤吻鮭繁殖季之前，和隨後天然繁殖出生及人工復育放流的仔稚魚加入整個族群之時，分別進行全面性族群數量與分布的詳細調查；並繼續進行各溪段水溫的長期記錄與分析，以期能提供管理單位更多的相關保育資訊。茲分述如下：

一、魚群數量及分布的普查

本年度的調查延續前四年之族群數量調查工作，分別於繁殖期前後，也就是去年（1998）十月上旬及今年（1999）六月中、下旬，進行兩次全面性族群數量密集調查。調查範圍包括七家灣溪迎賓橋以上至六號壩以上400公尺溪段、桃山北溪（又名無名溪）匯流口至桃山登山口附近溪段、煙聲瀑布下游溪段及高山溪四號壩以下溪段，以求掌握整個櫻花鉤吻鮭的最新族群動態。司界蘭溪中、上游溪段在去年夏季調查時已無魚群分布蹤跡，同時因為本年河川流量過大，故本年次並未調查。

二、水溫對櫻花鉤吻鮭族群的影響

利用能夠長期自動偵測及自動記錄水溫的光學水溫記錄器（ONSET，optic stowaway temperature data logger），放置於各個櫻花鉤吻鮭生存河段以記錄完整的水溫變化，分析七家灣溪各溪段水溫上升的模式。並結合族群數量、結構及分布普查的結果，針對水溫與族群分佈的關係及與幼魚加入率的關係進行分析。藉以進一步了解水溫對櫻花鉤吻鮭族群的影響，以作為棲地改善、魚群分布及人工復育檢討的依據。

參、研究過程與方法

一、魚群數量、結構及分布的普查

本年度的調查延續前四年之族群數量調查工作，分別於繁殖期前後，也就是去年（1998）十月上旬及今年（1999）六月中、下旬，進行兩次全面性族群數量密集調查。

由於浮潛是在野外調查魚類的方法中花費較少，破壞性最低的方法（張，1997），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，無異是為最為合適的方法。調查時採三人一組，其中一人於岸上記錄，二人分別穿著防寒衣、防寒手套、防滑鞋、面鏡及呼吸管，以浮潛的方式沿調查溪段兩岸平行行進，直接觀察和鑑定魚種及估計其大小，且隨時確認彼此所觀察的個體，避免產生重複記錄現象。調查時分別記錄各溪段幼魚（全長夏季為4~8cm，冬季為15cm以下）、一~二齡魚（全長25cm以下）及二齡魚以上（全長25cm以上）的數量、分布及棲地型態。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、數量分布及魚群出沒的棲地分析。為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、結構及分布的變化。

二、水溫對櫻花鉤吻鮭族群的影響

本研究分成兩部份，第一部份對七家灣流域各河段的水溫變化進行記錄，並描述其水溫變化的時間與空間變化特色。第二部份是將水溫變化特性與櫻花鉤吻鮭族群分布調查資料比較，以探究水溫與櫻花鉤吻鮭族群的關係。

（一）、七家灣溪水溫的物理性質與變化情形

本研究的每一支溫度記錄器在使用之前，皆事先在實驗室中的循環水槽中以水冰狀態進行過線性升溫試驗，以誤差不超過0.5°C為容忍範圍，確定其所記錄溫度值的準確性，才使用於野外記錄。

延續前三年的水溫監測計畫，繼續在現有櫻花鉤吻鮭分布的各個河段中，本年度選擇從七家灣溪六號壩以下至迎賓橋下之大甲溪主流，以及高山溪一號壩以下，放置共10支自動記錄的光學型溫度記錄器（圖三），時間設定在每小時儲存記錄一筆平均水溫資料，每一至二月的間隔以Shuttle（ONSET, optic shuttle）或手提式電腦在野外現場讀取所儲存的記錄資料，並帶回實驗室分析。由於七家灣溪的水流湍急，因此本研究假設在河中的熱量是完全均勻混合的，因此記錄器中所記錄的水溫值代表此河段的水溫值。結合前三年的連續水溫記錄，在各個不同時間及河段的資料中，選取代表性的時間及河段進行比較分析，以觀察各河段水溫變化的情形。另外，在今年十一月繁殖季之後於桃山北溪小瀑布以上溪段增加放置了一支水溫計錄器，藉以作為棲地規劃改善及人工放流的研究依據；高山溪四號壩拆壩案通過後，我們於四號壩亦增置了一支記錄器，以觀察拆壩後水溫變化的情形。

（二）、水溫對櫻花鉤吻鮭的影響

將七家灣溪水溫資料與櫻花鉤吻鮭族群分布調查資料（曾，1997、1998）比較，探討水溫是否與魚群分布有關，與水溫變化對櫻花鉤吻鮭族群可能的影

響。

肆、結果與討論

一、魚群數量、結構與分布調查

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，根據調查發現，於七家灣溪一號攔砂壩～三號攔砂壩間，七十五年左右約有646尾，七十六年則發現有1,757尾。而隨後因天然環境破壞，族群數量開始減少，至八十年冬天的估計則僅存600尾左右。八十一年至八十三年三月數量仍維持在低數量的族群，於七家灣溪一號攔砂壩～三號攔砂壩之間的數量僅剩下278尾（圖一），整個族群呈現明顯的下降趨勢。

八十三年雪霸國家公園管理處接手之後，為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，並將普查範圍擴及櫻花鉤吻鮭的所有生存河段，以求能完整掌握整個族群數量與結構的動態。八十三年實地統計發現，櫻花鉤吻鮭的數量大約維持在低數量的族群（八百尾左右）。八十三年冬季與八十四年夏季的兩季全面性調查，則分別記錄到638和565尾，數量並沒有明顯的增加。但是由於八十四年全年之間七家灣溪河川環境相當穩定，幼魚成長狀況相當良好，因此八十四年冬季及八十五年夏季兩季的普查，分別記錄到2,495尾及1,854尾，整個族群數量由於幼魚的成功加入而有較明顯的增加，相當令人高興（圖一）。

八十五年七月31日賀伯颱風侵襲台灣全島，由於瞬間降雨量驚人，因此使得七家灣流域造成相當程度的損害（曾，1996），加上密集攔砂壩的影響，使得近三分之一的河道發生改道、上游溪段河床大幅抬高、河床寬度變寬、兩岸原有的濱溪植被被沖失、河川上游及兩岸土石崩塌嚴重及許多深潭被填滿等嚴重的棲地損害。同時也對整個櫻花鉤吻鮭族群造成相當大的影響，八十五年冬季的普查總族群量為1,237尾（圖一），較颱風前減少了近三分之一，其中二齡以上的大型魚幾無折損，一～二齡的成魚折損率為42.6%，一齡以下的幼魚折損率達40.6%。除了在族群數量的減少之外，颱風加上層層攔砂壩的堆積與阻隔效應，整個族群數量的空間分布在颱風後明顯有往下游溪段飄移的現象，七家灣溪三號壩以上的上游溪段之族群數量從颱風前的654尾減少到347尾，加上土石堆積達2～5公尺高、深潭消失、變淺、河床變寬、罩蓋度大減、水溫日溫差加大等不利因素，大大增加了上游小族群局部滅絕的可能（曾，1997）。

八十六年夏季普查結果共記錄1,870尾，由於幼魚的大量加入（1,166尾）使得總族群數量恢復到颱風前的族群數量，相當令人高興。並且更在司界蘭溪記錄了38尾人工復育放流而成功存活的小族群，對於櫻花鉤吻鮭的能否重回司界蘭溪有著相當大的關鍵意義。然而若就櫻花鉤吻鮭在七家灣溪的空間分布狀況而言，七家灣溪三號壩以上溪段的族群數量從賀伯颱風前的654尾逐一下降至僅餘168尾，僅佔總族群

數量的8.9%，族群數量相當的小，令人擔憂（曾，1997）。

八十六年武陵地區再次遭受溫妮颱風及八月豪大雨的侵襲，造成高山溪上游大崩塌，使得原本清澈的高山溪成了的滾滾濁水，歷經達三星期才漸漸恢復清澈。繼八十五年賀伯颱風對七家灣溪上游所帶來的不良影響後，再度因颱風及豪大雨因素造成高山溪溪流棲地的嚴重惡化，包括深潭的消失、河道改道、土石堆積、河床變寬、濱岸植被減少、底質石遭泥沙包埋程度增大及溪水懸浮微粒增加等棲地劣化的不良影響。八十六年十月的族群普查結果共記錄1,718尾，其中二齡以上成魚414尾，一～二齡的成魚469尾，一齡以下幼魚835尾，與同年溫妮颱風及八月大雨前的普查結果比較，在總數上減少了162尾，族群數量尚稱穩定。但是上游溪段的幼魚仍有被洪水帶至下游的現象，這可由七家灣溪二號壩以下溪段幼魚數量較颱風前為多，而二號壩以上及高山溪的幼魚數量則呈現減少的情形得到印證。此現象尤以八十六年八月遭受大雨及崩塌雙重影響的高山溪最為明顯，幼魚數量從春季普查之411尾銳減至僅剩下62尾，再度彰顯洪水及攔砂壩效應的嚴重影響。

若就族群分布空間變化來看，高山溪二號壩以下的族群數量由八十六年夏季佔總族群數量的27.7%銳減至八十六年冬季僅佔9.4%（表一及圖一），更顯示出颱風等惡劣天候及攔砂壩效應對櫻花鉤吻鮭族群數量及分布空間的惡劣影響。因此雖然近兩年的總族群數量呈現穩定的現象，但是颱風等天災使得櫻花鉤吻鮭被強迫離開棲地因子較佳的上游地區，加上攔砂壩的阻隔效應使得魚群被迫留在棲地因子較差的下游溪段，這種現象尤其對當年出生的幼魚影響最大，這可由八十五年賀伯颱風前後及八十六年溫妮颱風及八月豪雨前後櫻花鉤吻鮭族群結構的變化得到充分的印證。分析其原因，一方面是因幼魚的游泳躲避洪水的能力較差，較易被洪水帶離至下游區域；另一方面由於幼魚對水溫變動及日夜溫差的容忍範圍遠較大型魚為小，因此當其不幸被洪水帶至下游水溫較高且日夜溫差大的溪段時，死亡率將大幅提高。尤其在七家灣溪二號壩以下溪段於六月中旬～七月中旬之日最高水溫往往超出櫻花鉤吻鮭的生存水溫上限17°C（楊，1997），因此七家灣溪二號壩以下溪段不僅野外繁殖孵化率極低，更不易有幼魚在此溪段生存，這可由近幾年族群普查幼魚的空間分布得到印證（表一）。除了對族群數量及結構的不良影響之外，颱風及豪雨等惡劣天氣及攔砂壩的放大及堆積效應，同時並造成上游棲地呈現河床抬高、河道更改或分流、深潭淤滿或變淺、河床變寬、濱岸植被減少、罩蓋度降低、水棲昆蟲減少等等惡化現象，對那些劫後餘生的個體生存產生嚴重的考驗，其不良影響往往持續將近一年之久。對整個櫻花鉤吻鮭的存續已經產生嚴重威脅，因此研擬降低攔砂壩效應及拆除攔砂壩事宜已刻不容緩。高山溪四號壩已於今(1999)年的四月二十二日完成拆壩驗收，相信對於高山溪上游鮭魚族群的建立會有很大的幫助。

八十七年夏季的普查共記錄了857尾，其中二齡以上成魚336尾，一～二齡的成魚292尾，幼魚229尾，總族群量較秋季普查減少近九百尾（表一）。比較兩季的族群結構（圖二），由金字塔形轉變為倒金字塔形，整體族群有老化現象（曾，1998

)。

八十七年的秋季普查統計到的魚群數僅剩637尾，其中二齡以上成魚269尾，一～二齡的成魚247尾，幼魚121尾（表二），比同年夏季調查的結果減少了220尾，其中一齡以下的幼魚就減少了107尾，在族群結構方面仍是組成老化的倒金字塔形（圖二）。不過，湧泉池的魚群數表現與同年夏季普查時相近（51尾，佔8.1%，表一），是件令人高興的事，且族群組成以幼魚為主（佔全溪段幼魚數的24.8%，佔湧泉池魚群數的58.8%），可見其於棲地改善後成為避難池及復育池的功能已開始彰顯。

然而就在去年秋季普查之後隨即遭受瑞伯及芭比絲颱風之肆虐，許多繁殖中的魚群遭受迫害，所產的卵可能也無法倖存，因此在今年的夏季計數裡只記錄到了494尾魚（圖一），其中二齡以上成魚110尾，一～二齡的成魚193尾，幼魚191尾（表三），總族群量較秋季普查減少了143尾。由於今夏普查時正逢梅姬颱風及本島的梅雨季節，水量相當大而且水濁視線不佳，可能會有計數低估的可能。比較兩季的族群結構（圖二），雖然有從倒金字塔形轉變回金字塔形的趨勢，但是主要的原因乃在於連續三年魚群的孵化成績並不理想，許多大型魚死亡的緣故導致整個魚類族群銳減的情形。二齡以上的成魚除因屆齡自然死亡及繁殖期間爭鬥受傷造成的死亡而減少，洪水及水溫升高的影響也是其劇減的主因，目前大型成魚數量只有一百餘尾，對於今年自然繁殖將會有所影響，尤其是目前有超過一半以上的大型魚是分布在不適合產卵環境的中下段溪流之中。在一～二齡魚部份，如果計算前一年成功活存的121尾幼魚及原本也有相當數量的一齡魚，顯然本年小型魚的存活率還算正常，使得一～二齡魚的數量仍維持在正常的範圍之內。今年幼魚的加入量僅191尾，若再將人工復育放流所可能增加的幼魚扣除，則今年野外成功孵出且長成的幼魚可能僅約100尾。比起前一年同一時期幼魚的加入量835尾（含人工復育放流之幼魚）而言，尚不到八分之一，顯示本年的溪流棲地因子和環境條件均較不利於孵化及仔稚魚的成長。在過去每每櫻花鉤吻鮭繁殖期的時候如果碰到颱風侵台，大都會出現這種幼魚增殖甚少的情形。

若就目前櫻花鉤吻鮭在七家灣溪的空間分布現況而言，各溪段以七家灣溪二～三號壩（包含二號～二號破壩溪段）記錄161尾最多，高山溪一～二號壩61尾居次。而原本族群數量頗豐富的高山溪一號壩以下溪段，則呈現大幅滑落的現象（表一），其因素如前之分析。另外，雖然七家灣溪三號壩以上溪段的族群數量較去年同時期相當，然而族群數量仍然遠不及賀伯颱風前的數量，棲地因子惡化的因素使得上游區域族群恢復相當緩慢。不過在桃山北溪溪段幼魚量的增加，是一件令人高興的事。高山溪二號壩上的族群數量仍持續滑落，整個族群數量受到上游崩山的影響，物理棲地嚴重惡化的影響，多數深潭被淤滿，罩蓋度也變小，溪水及底質含砂量增加，短期內族群數量恐難恢復。但是今年一～二號壩間野生幼魚量的增加以及四號壩拆壩的影響，相信會對高山溪族群量的恢復有相當助益的。

根據戴（1992）研究認為攔沙壩興建之後，使得颱風對櫻花鉤吻鮭族群有四點

影響：1.因為幼魚較易受到環境變動的影響而死亡率增高；2.攔砂壩阻礙了被洪水沖刷至下游的魚隻回到上游；3.鮭魚在七家灣溪的分布及依時間的變異，經由棲息地惡化而改變；4.具有適合棲地的溪段減少，增加小族群局部絕滅的機率。連續兩年的颱風洪水使得七家灣溪櫻花鉤吻鮭族群空間分布發生重大的改變，七家灣溪三號壩以上溪段及高山溪等上游溪段的族群數量，從八十五年春季佔總族群量的51.5%降至八十六年夏季的37.5%，而八十七年夏季再降至總族群數量的29.5%，八十八年夏季稍稍回升至37.5%，整個族群空間分布明顯地向下游地區遷移，增加上游溪段的小族群滅絕的機率。其中上游地區族群數量的大幅度滑落正是印證了其看法。而另一方面七家灣溪下游溪段則由於水溫的持續上升，夏季水溫高於17°C的時間愈來愈長，使得夏季下游棲地的魚群數量逐年減少，今年夏季於高山溪匯流點至迎賓橋之間僅僅記錄到4尾大型個體及5尾中型個體（表三）。其中除了迎賓橋下發現的1尾大型魚外，其餘8尾都集中在露營場附近及以上溪段，顯示櫻花鉤吻鮭夏季有逐漸退出露營場以下溪段的趨勢。

颱風侵襲、及攔砂壩的阻隔、堆積效應使得上游溪段的族群數量呈現銳減的趨勢；而水溫的上升及攔砂壩的阻隔又使那些不幸遭洪水沖至下游溪段的個體幾乎喪失活存的機會，兩大自然力與攔砂壩此一不當的人工設施使得近年來櫻花鉤吻鮭的族群分布逐漸緊縮至中游溪段。由於上游溪段是目前七家灣溪水溫較為穩定溪段，是為櫻花鉤吻鮭棲息與繁殖良好棲所，為解決攔砂壩所帶來的災害放大效應及使遭洪水帶離適當棲地的個體能有機會回到原棲所，應儘快設法研究攔砂壩拆除事宜，同時並應利用人工復育放流、重要季節（如繁殖季節、夏季高溫及颱風、豪雨過後）搭建簡易式魚道及人工採捕二號壩以下溪段的個體運送至上游地區放流，設法增加並維持這些溪段族群數量及基因歧異度。

自從雪霸國家公園管理處成立後，即積極從事櫻花鉤吻鮭人工復育的研究工作，一方面希望能增加櫻花鉤吻鮭在現存棲地七家灣溪的族群數量，另一方面更希望藉由人工復育放流的方式，將部份人工受精孵化成功的仔稚魚逐步放流至以往櫻花鉤吻鮭曾經分布的大甲溪其他支流，如司界蘭溪、南湖溪等。在幾經探查及討論之後，先後於1995~1997年將部份人工復育所得的魚苗，分別放流至司界蘭溪中下游及中上游等溪段，並於1996年開始進行追蹤調查，可惜當年調查人員在司界蘭溪中下游以浮潛方式調查了約1.5公里的溪段，卻未發現任何魚蹤，經研究人員測量水溫之後發現中下游水溫夏季可達20°C，並不適合櫻花鉤吻鮭的生長。去年夏季研究人員為了再度深入追蹤1994、1995及1996年人工放流於司界蘭溪的櫻花鉤吻鮭的實際存活狀況，採三組人員分別於司界蘭溪中游~中上游長約5公里的溪段進行調查，終於在司界蘭溪中上游區段發現了櫻花鉤吻鮭的蹤影，整個生存河段長約1.5km，除了記錄到當年人工復育所放流的幼魚14尾外，更記錄了前兩年所放流的一~二齡魚個體24尾，其中最大體型接近20cm，且相當肥大。由這次放流的經驗可以說明司界蘭溪中游以下溪段由於夏季水溫過高，並不適合冷水性的櫻花鉤吻鮭生存。而前兩年在司界蘭溪中下游放流的櫻花鉤吻鮭，兩年後於上游地區發現存活個體，說明了在

沒有攔沙壩等人為設施的阻隔下，櫻花鉤吻鮭會自行尋覓遷移至適合其生存水溫較低的上游溪段棲息。

1997年秋季前往調查時由於適逢大雨水濁無法進行調查，1998年夏季研究人員再度深入司界蘭溪上游地區（調查範圍自海拔1710m~1850m）進行調查，範圍除了涵蓋去年發現櫻花鉤吻鮭的溪段外，更往上游調查了約長2.5公里的溪段，可惜未能發現任何魚蹤。該次調查研究人員前往調查溪段途中，前後總共遭遇5名手持高級釣竿，頭掛魚餌的泰雅原住民，據其言為前往上游溪段（既為去年發現櫻花鉤吻鮭的地點）釣「虹鱒」，只是釣了2至3小時仍未有所獲；沿途研究人員亦於溪谷發現2雙雨靴、1雙涉水雨靴及一盒新鮮釣餌，可以想見由於司界蘭溪地處國家公園邊緣地帶，管理不易，因而造成非法釣魚的盛行。嚴酷惡劣的氣候如賀伯颱風過後仍有部份放流之櫻花鉤吻鮭順利長成中型成魚，然而卻躲不過貪心無知的人們無情的捕食，眾多研究人員及復育人員歷經三年的辛苦所得的不易成果，竟然轉眼間如過往雲煙消失無蹤，令人十分氣憤。

司界蘭溪上游此次復育的努力雖然遭到少數不法釣客的毀害而遭到失敗，然而就歷史因素、物化棲地因子各項因子而言，仍不失為一良好域外放流之溪段。因此，國家公園往後在進行人工復育放流時，仍可將此溪段列入優先考慮，然而為了避免重演此次的失敗，除了加強此溪段的巡邏，嚴格取締不法行為外，事先加強與附近原住民部落（如環山部落）的溝通是相當重要的，也是往後域外放流能否成功的重要因素。僅提供以下建議供管理單位及復育單位參考：

- 1.針對放流溪段附近部落（如環山部落）辦理櫻花鉤吻鮭生態與泰雅族文化體驗營，加強原住民對櫻花鉤吻鮭與其目前遭遇的危機的認識，同時並進行放流溪段附近部落原住民對櫻花鉤吻鮭的認知程度調查。
- 2.於人工復育期間，邀請放流溪段附近部落原住民頭目前往參觀了解人工復育的過程與辛苦，藉以取得他們的認同。
- 3.進行人工復育魚苗放流時，廣邀附近部落頭目、當地國、高中學生及媒體記者參與，由部落頭目帶領及復育人員的指導下，將魚苗背負前往放流，藉以增加部落的參與感與榮譽感。
- 4.放流之後，結合當地部落及管理單位進行溪流巡查，嚴格取締少數的不法人士，一經取締除了依法嚴懲外，並廣邀媒體記者報導，藉以宣示當地部落及管理單位保育櫻花鉤吻鮭的決心。
- 5.進行放流族群追蹤監測時，可考慮邀請部落派人共同參與，讓附近部落共同分享復育的成果與榮譽（曾，1998）。

近四年來人工復育放流成果，使得櫻花鉤吻鮭每年夏季幼魚的加入量增加，對

整個櫻花鉤吻鮭族群的穩定與存續有重要的影響力。然而在為櫻花鉤吻鮭擴充分布溪段的努力上，高山溪一～二號壩成功的建立起繁殖族群是最為成功的溪段；高山溪二～四號壩的放流族群，由於受到棲地環境惡化、溪流坡降太大及缺乏可供躲避的深潭之故，無法建立起繁殖族群，小族群恐無法長存；而最令人錯愕憤怒的，莫過於司界蘭溪放流族群的遭遇，竟是毀於少數無知貪婪居民的惡毒手中。去年因為瑞伯及芭比絲颱風的影響使得人工復育捕捉魚種的延遲，僅復育出100餘尾稚魚，全數放流湧泉池，也成為今年主流二～三號壩幼魚群的主力。檢討近年的人工復育結果，我們有以下的建議：

- 1.在七家灣溪棲地逐漸惡化的今天，人工復育繁殖對整個櫻花鉤吻鮭族群的存續有重大的意義，應持續進行。
- 2.對於放流溪段的選擇，除了以櫻花鉤吻鮭歷史上有分布之溪流為優先考慮外，應事先針對溪流型態分布、坡降比例、土石淤積狀況及水溫長期變化、人員進出管制狀況進行調查評估。
- 3.加強和放流溪流附近部落的溝通、疏導與教育，設法讓櫻花鉤吻鮭人工復育放流成為該部落的重要文化活動，並加強媒體的宣傳與報導。
- 4.對於放流溪流應持續加強巡邏，嚴格取締違法捕捉的不法人士，一經查獲非法捕捉的情事除了依法嚴懲外並公諸於媒體。

二、水溫對櫻花鉤吻鮭族群的影響

影響溪流水溫的因子，多年來已有許多的研究結果。Brown (1980) 曾進行集水區森林不同方式砍伐所造成溪流水溫上升的研究。緩衝帶的保留為溪流提供了良好的蔽蔭效果，避免了全面砍伐所造成的日照直射而引起的水溫升高現象。

Brown (1980) 認為在溪流的表面，由傳導、對流或蒸發所引起的熱交換很少，因此砍伐造成的氣溫上升應該不是溪流水溫上升的主因。而溪流中由太陽輻射而增加的能量並不能完全由對流和傳導而擴散，大部份的輻射能量都會被儲存而引起水溫的上升。于 (1996) 對中國大陸東北山區小溪進行分析，估算得到溪流所吸收的輻射能量約為入射總能的9.32%。

由上述可知，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 (stream surface shading) 的影響。尤其是對於像七家灣溪這類位於高海拔 (高於1690m) 的高山溪流而言，由於植被茂密、罩蓋度良好，終年處於低水溫狀態，更容易因為兩岸植被的破壞造成日照直射溪床，而造成水溫提高。

本研究對七家灣溪水溫資料進行分析，可得到以下初步結果；

(1) 1996～1999年水溫變化趨勢及對櫻花鉤吻鮭之影響

由1997年及1998年水溫資料之比較可以看出，在迎賓橋、高山溪、一號壩、觀魚台、二號壩、湧泉池、三號壩及五號壩1998年冬季最低溫均比1997年上升，最多可達 2.5°C （圖五、七、八、九、十、十一、十三及十四）。對照農場氣象站之氣溫資料（圖四），1998年之冬季氣溫確實有顯著的上升，推測與全球性大氣暖化及聖嬰現象造成之氣候異常有關。此外，從資料較齊全的高山溪及五號壩水溫（圖七及圖十四）看來，1996年與1997年雖無明顯差異，長期而言水溫卻有逐年上升的趨勢，1999年的水溫雖較1998年的水溫略低，但仍較1996、1997年水溫要高，對於冷水性的櫻花鉤吻鮭有不利影響。

冬季水溫的上升，在目前而言尚未到達足以影響任一時期鮭魚之生存（均在 12°C 以下）。但值得注意的是，春夏水溫的攀升已使原本勉強可存活的棲地逼近甚至超過存活高溫極限（upper survival temperature limit）。在此情形下，除少數幼鮭在壩下落瀑潭深處得以倖存外，多數幼鮭均會死亡。故水溫上升雖尚未直接影響卵之生存、孵化與仔鮭之成長，但是水溫上升卻使得水溫波動趨於激烈，間接可能對卵的生存與孵化有不利的影響，並且會直接引起幼鮭之死亡，造成族群結構金字塔之底層縮減，形成倒三角形之族群結構。在成鮭生殖後死亡及洪水沖擊、天敵捕食之綜合作用下，底層縮減之族群勢必漸趨衰敗終至滅絕。因此，除了繼續密切監測水溫變化之外，應進行上游低溫棲地之放流，下游罩蓋度之增加與攔砂壩之拆除，並積極改善其餘溪流環境，增大鮭魚可生存之環境區域。而對於人工繁殖之技術宜設法加強並積極建設新的復育場，以擴大其族群量。

（2）年度水溫變化與對櫻花鉤吻鮭之影響

分析武陵地區之氣溫變化，發現武陵地區之氣溫呈現規律變化，整體趨勢為：二月至七月溫度逐漸升高，高溫持續至八月，而後漸次下降至隔年二月才又回升（圖四）。水溫之變化趨勢大致上與氣溫相同。就細節而言，以記錄較完整的高山溪與五號壩為例（圖七及圖十四），一月至二月有一段上升趨勢，二月至三月又下降，三月到五月為先降後升，其後則一直上升到八月，九月到十月微升，然後一直下降到隔年一月底。各年度各測站之趨勢大致相同。

其中必須注意的是七至八月的夏季高溫。由於這兩個月恰是颱風季節，水溫記錄器往往因洪水而遺失或損毀，故這段期間為資料最不齊全的一段。然而由年度溫度趨勢、少數殘存之記錄器讀出之資料，再配合氣溫資料，可以推論出七、八兩個月是全年水溫最高的月份，在某些下游溪段，夏季水溫甚至可高達 20°C 。這段期間的溫度對櫻花鉤吻鮭至少有下列三點影響：

- 1.造成各時期鮭魚之死亡，幼鮭受害尤烈。
- 2.對即將於十月生殖之成魚，降低其配子之品質，進而降低孵化率及仔鮭存活率。
- 3.對鮭魚造成不可逆之結構性傷害，降低活性及適應能力，易於被捕食或染病死亡。

此外，生殖季節之水溫變化亦是一個重點。過高的溫度或劇烈的溫度變動均會造成受精卵與仔鮭死亡或畸形。

(3) 各站間之水溫變化

同一時間，愈往下游則水溫愈高（圖五～十四），而其溫度的變動也愈劇烈。其原因除日光持續對流過之溪水加溫之外，下游罩蓋度減低、水流速下降、坡度平緩、河面寬而淺等因素均擴大下游水溫變動幅度並提升其絕對值。依據楊（1997）的研究，七家灣溪全段冬季每公里升溫約在0.4℃左右，而升溫最快的二號壩到三號壩之間可以高達1.88℃/Km。在1996年及1997年秋末的族群調查中，均發現魚群較其他季節更集中於靠近壩下的河段，二號壩以下尤其明顯，足可說明其對低溫之需求在生殖季節尤為強烈，在下游環境不適及攔砂壩阻隔下，易造成對生殖棲地之競爭。卵巢重疊之現象可考慮列入觀察項目，被重複產卵之卵巢，其前一次產下之卵會全部死亡；而被迫在較下游生殖之魚群，其孵化率與仔鮭存活率均會大為降低。因此生殖棲地之負荷量宜應列入往後調查項目，以了解各河段之棲地競爭情形，作為調配魚群分布及棲地改善之參考。

依照各站水溫變化之情形，七家灣溪各河段可區分為不適棲地、尚可棲地、優良棲地三類。二號壩以下，包含迎賓橋、有勝溪、露營場、觀魚台，其夏季水溫在致死溫度上下，而秋冬季水溫亦徘徊於12℃生殖高溫極限附近，對於櫻花鉤吻鮭之存活與生殖均構成嚴重威脅，屬於不適棲地；而高山溪、二號壩到三號壩之間及湧泉支流，無論夏季或秋冬水溫均在櫻花鉤吻鮭可容忍範圍內，屬於尚可棲地；其中湧泉池因水流量穩定，較不受洪水影響，水溫亦適中，為一良好之避難場所。在1998年十一月初之調查中，因瑞伯及芭比絲颱風連日降雨，主流水量大而流速快，湧泉支流與湧泉池之魚群數量較97年秋季還多了27尾，可證明湧泉池之避難功能。而三號壩以上罩蓋度良好，棲地富於變化，水溫低且有多數深潭，溫度波動小，可歸類為良好棲地。但此良好棲地魚群數量反而較少，大多數現存族群生活於尚可或是不良棲地之中，這也是保育櫻花鉤吻鮭所應思考的問題之一。

(4) 繁殖期溫度變化

考慮十月到十二月，櫻花鉤吻鮭配對、產卵及仔鮭孵化前期的各站溫度變化，1996年度迎賓橋(圖五)於十一月上旬即已降至12°C以下，十一月下旬又略升至12°C以上，但十二月均保持在12°C以下，就生殖水溫而言，位於卵的致死上限溫度邊緣，為一不良的繁殖棲地。再就1997年度而言，整個繁殖季最高水溫皆在12°C以上，任何產在此地的受精卵皆無法存活；高山溪(圖七)則在十月下旬即已低於12°C，並維持至十二月底，與櫻花鉤吻鮭十月底產卵之時間恰相符合；一號壩、觀魚台(圖八及圖九)均於十二月上旬進入繁殖低溫；露營場(圖六)則遲至十二月中旬才進入繁殖適溫期，因此三者均為不適於生殖之棲地；自抽水站以上(圖十二~十四)，就現有水溫記錄而言，皆是自十月下旬即已適於生殖。綜合言之，從水溫的觀點看來，僅有七家灣溪抽水站以上溪段及高山溪為適合生殖之棲地。

(5) 攔砂壩、水溫與颱風之綜合效應

去年報告中已指出，攔砂壩造成河流坡度減緩，河面寬闊，水流迂緩，從而提高太陽輻射之加溫效應，使水溫升高(曾，1998)；在七家灣溪流域，高聳的攔砂壩除了提高水溫之效應外，並且阻斷了櫻花鉤吻鮭溯游的路徑。目前的水溫資料顯示，二號壩以下溪段不適於櫻花鉤吻鮭生存及繁殖，在造林降溫緩不濟急的情況下，該溪段族群無法上溯以躲避致命高溫，繁殖亦無法成功，雙重壓力已迫使下游族群瀕臨絕滅邊緣，再加上每年固定來襲的颱風，其引發之洪水將全溪段族群往下游偏移，其結果是上游良好棲地中之族群縮減，面臨基因庫窄化及近親交配之困境，而下游不良棲地的族群擴增，卻又因不耐高溫而死亡或無法繁殖。攔砂壩、高水溫與颱風三者交互作用之下，使全溪段之櫻花鉤吻鮭族群均面臨危機。建議在攔砂壩未拆除及造林尚未有顯著功效前，應增加上游溪段之放流，在不超過棲地負荷量之下，適度調整上下游魚群數量比例，以確保其族群之延續。高山溪四號壩在今年四月底以完成拆壩工程，相信對未來高山溪上游鮭魚族群的建立會有很大的幫助。

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，原本魚類族群數量已經有所增加，但是在天然颱風災害加上攔沙壩效應的影響，以及近年水溫上升的影響之後，族群數量與分布的情形受到嚴重的影響，尤其在七家灣溪及高山溪的分布上更顯不利。由於本地天然環境惡化(水流量減少、流速減緩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，加上攔沙壩等人為設施的阻隔，魚類族群已經

被劃分切割成數個更小的族群，賀伯颱風過後甚至造成上游溪段幾個小族群面臨絕滅的危機。這種現象如果沒有改善的對策，將會造成小族群之內近親交配，魚種勢必更加趨於劣勢或是滅絕。綜論今年的研究結果，提出以下的結論和建議，提供主管單位及管理單位在經營管理上的參考：

一、櫻花鉤吻鮭目前的族群分布主要在七家灣溪二號破壩～三號壩之間，七家灣溪三號壩以上及高山溪因受連續兩年颱風及豪雨的影響，棲地惡化，族群數量呈現下降的現象，上游小族群面臨滅絕的危機。加上去年由於水溫上升及人工復育延遲等種種不利的因素，使得幼魚加入量偏低，嚴重影響整個族群數量。七家灣溪二號壩以下，雖然有較多的緩淺流棲地，然而因水溫過高的因素，近幾年幼魚的加入情形均不理想，甚且部份溪段完全沒有幼魚的加入。因此有必要在今年繁殖季來臨之前，就立即改善攔砂壩阻礙洄游路徑的問題，興建簡易式魚道或是以人為搬運的方式將種魚送到上游溪段產卵。但是因為上游地區可以產卵的棲地相當有限，過多的種魚並不能有效分配產卵空間，除了將部份種魚移入上游地區（如七家灣溪三號壩以上、桃山北溪小瀑布～桃山登山口附近溪段及剛拆壩的高山溪四號壩以上溪段）外，應當考慮將七家灣溪二號壩以下的所有成魚，以人工繁殖的方式進行復育。

二、水溫的變動影響櫻花鉤吻鮭族群數量甚巨，今後除了持續進行各溪段長期水溫的監測分析外，更應加強影響水溫變動因子的研究，進行建立七家灣溪水溫變動模式及與族群數量變動關係，以謀求保育策略的擬訂與修正。

三、進行保育工作時的重點應該是要加強下游族群與上游族群間的基因交流，使得遺傳多樣性可以在族群內擴散。所以在進行人工繁殖的工作時應該（1）選擇繁殖成功率低的下游族群為種魚，以增加下游地區族群的數量；（2）由於攔砂壩的阻隔，使得下游族群無法與上游族群進行基因交流，因此進行人工放流時應該將部份的魚苗放流至上游地區，以增加族群間基因交流的機會。

四、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。

五、人工復育放流溪段的選擇，應以櫻花鉤吻鮭歷史上曾經分布的溪流為優先考慮，如司界蘭溪、南湖溪等，事先進行放流溪段溪流型態分布、土石堆積狀況、坡降比例、河川罩蓋度、水溫長期變化及人員進出管制狀況的調查評估，並加強與放流溪流附近部落（如環山部落）的溝通、疏導與教育，使其了解櫻花鉤吻鮭重回這些溪流的重大歷史意義，並設法將人工復育放流活動成為部落重要文化活動、同時並加強媒體宣傳與巡邏取締，以謀求能使櫻花鉤吻鮭重回其歷史分布的溪流。

六、請林務局協助在七家灣溪流兩岸造林，以種植原生樹種為原則，並輔導武陵農場加速轉型並以造林來解決七家灣溪水溫日趨升高的現象。

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前後任李課長、陳課長、鍾雲喜先生與同仁們的協助。野外實際調查工作的進行，完全是由清華大學生命科學系游智閔、林宗以、王昱人、吳景義、楊正雄、劉傑倫、林芳儀、陳豐奇、簡錫彥、陳玉芬、黃玉貞、邱春火、廖德裕、陳聖宗、蔡家驊、黃榮鈺、趙彩惠、吳鎮宇、劉芝麟等同學及埔里林貴祥先生們不辭辛勞的協助調查。水溫資料的分析及資料的整理，則有賴助理游智閔及楊正雄協助與分析，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武陵管理站，警察隊武陵小隊姚小隊長及各同仁，以及武陵農場黃場長及同仁們的協助，尤其是巡山員高明德、賴阿菊及林永恆的多次協助，以及劉主任、柯正雄先生、解說員柯瑞美小姐及武陵管理站陳孟東夫婦在生活上的多方照顧，特此致謝。

柒、參考文獻

- Behnke, R. J., T. P. Koh, and P. R. Needham. 1962. Status of landlocked salmonid fishes of Formosa with a review of *Oncorhynchus masou* (Brevoort). *Copeia* 1962: 400-407.
- Brown, G. W., 1980. Foresty 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)
- Brett, J. R., 1971. Energetic responses of salmon to temperature. A study of some thermal relation in the physiology and freshwater ecology of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*). *Am. Zool.* 11: 99- 133.
- Hiroi, O., S. Urawa, and T. Kuramoto., 1988. Optimum water temperature of fertilized water of chum salmon eggs in the artificial fertilization-1.an influence of high water temperature. *Sci. Rep. Hokkaido Salmon Hatchery* 42: 75- 79. (in Japanese)
- Kano, T., 1940. Zoogeographical studies of the Tsugitaka Mountains of Formosa. *Inst. Ethnogr. Res. Tokyo* 145pp.
- Kuramoto, T., K. Arima, S. Kawakami, N. Shimizu, A. Nakawatari, M. Hasegawa, S. Hiram, K. Moriyama, K. Yotsugi, F. Yasuda, M. Yasuda, and O. Hiroi., 1988. On the early development and the occurrence of twin malformation in chum salmon eggs and fry. *Sci. Rep. Hokkaido Salmon Hatchery* 42: 59- 73 (in Japanese) .
- Magnuson, J. J., J. D. Meisner, and D. K. Hill., 1990. Potential changes in the thermal habitat of Great Lakes fish after global climate warming. *Trans. Am. Fish. Soc.* 119:254-264.
- Magnuson, J. J., L. B. Crowder, and P. A. Medvick., 1979. Temperature as an ecological resource. *Am. Zool.* 19: 331- 343.
- Meisner, J. D., 1990. Potential loss of thermal habitat for brook trout, due to climatic warming, in two southern Ontario streams. *Trans. Am. Fish. Soc.* 119: 282- 291.
- Meffe, G. K. 1990. Genetic approaches to conservation of rare fishes: examples from North American desert species. *J. Fish Biol.* 37: 105-112.
- Numachi, K. I., T. Kobayashi, K. H. Chang, and Y. S. Lin. 1990. Genetic identification and differentiation of the Formosan salmon, *Oncorhynchus masou formosanus*, by restriction analysis of mitochondrial DNA. *Bull. Inst. Zool., Acad. Sinica* 29(3): 61-72.

- Okazaki, T. 1986. Genetic variation and populations structure in masu salmon *Oncorhynchus masou* of Japan. Bull. Japan. Soci. Sci. Fish. 52(8): 1365-1376.
- De Sylva, D. P., 1968. Theoretical considerations on the effects of heat effluents on marine fishes in "Biological Aspects of Thermal Pollution". Ksenkel & Parker ed. Vanderbilt Univ. press. 229- 293pp.
- Taso, E. H., 1995. An ecological study of the habitat requirements of the formosan landlocked salmon (*Oncorhynchus masou formosanus*) . Ph. D. Dissertation, Colorado State Univ. 213p.
- Watanabe, M., and Y. L. Lin., 1985. Revision of the salmonid fish in Taiwan. Bull. Biogeogr. Soc. Japan 40 (10) : 75- 84.
- 大島正滿，1935，大甲溪の鱒に関する生態學的研究，植物及動物 4 (2) : 1-13。
(in Japanese)
- 于丹，1996，溪流生態系統生態學研究，水生生物學報 20 (2) : 104-112。
- 王昱人，1997，台灣鈎吻鮭與日本櫻花鈎吻鮭遺傳多樣性之研究，國立清華大學生命科學所碩士論文，65頁。
- 內政部營建署雪霸國家公園管理處，1994，櫻花鈎吻鮭保育計劃，49頁。
- 台中縣政府，1995，櫻花鈎吻鮭野生動物保護區保育計畫書。
- 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。
- 邵廣昭，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。
- 余廷基、賴仲義、吳聲森，1985，櫻花鈎吻鮭繁殖試驗，農委會74年生態研究第003號。
- 余廷基、賴仲義、吳聲森，1986，櫻花鈎吻鮭繁殖試驗，農委會75年生態研究第003號。
- 余廷基、賴仲義、黃長俊、楊明道，1987，櫻花鈎吻鮭繁殖試驗，農委會76年生態研究第006號。
- 汪靜明，1994，子遺的國寶—台灣櫻花鈎吻鮭專集，內政部營建署雪霸國家公園管理處印行。

- 林培旺、吳祥堅，1995，櫻花鉤吻鮭(*Oncorhynchus masou formosanus*)野生種魚觀察與人工繁養殖經驗，雪霸國家公園管理處研究報告。
- 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、張瓊文、張耀文，1990，武陵農場魚類研究教育中心初步規劃，農委會79年生態研究第002號，40頁。
- 林曜松、張崑雄、詹榮桂，1991，台灣大甲溪上游產陸封性鮭魚的現況，農委會林業特刊第39號，：166-172。
- 林曜松、曹先紹、莊鈴川、戴永提，1993，櫻花鉤吻鮭棲地之調查研究(1)-以七家灣溪上游、高山溪為主，農林廳林務局保育研究系列-82-07號，40頁。
- 林曜松、張明雄、莊鈴川、曹先紹，1994，櫻花鉤吻鮭棲地之調查研究(II)一大甲溪上游六條支流，臺灣省農林廳林務局保育研究系列-83-09號。
- 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一 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，武陵地區一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，武陵地區一溪流之水源水質監測系統之規劃與調查。內政部營建署雪霸國家公園管理處八十七年度研究報告。
- 曹先紹，1988，武陵農場櫻花鉤吻鮭族群分布與環境因子關係之研究，國立臺灣大學動物學研究所碩士論文。

- 莊鈴川，1988，櫻花鉤吻鮭 (*Oncorhynchus masou formosanus*) 資源生物學的基礎研究，台大漁業科學研究所碩士論文，92頁。
- 張石角，1989，櫻花鉤吻鮭保護區規劃，農委會78年生態研究第010號，78頁。
- 張崑雄、吳英陵，1985，櫻花鉤吻鮭 (台灣鱒) 復育現況及展望，台灣農業，22(4):32-37。
- 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。
- 楊平世、林曜松、黃國靖、梁世雄、謝森和、曾晴賢，1987，武陵農場河域之水棲昆蟲相與生態調查，農委會76年生態研究第001號。
- 楊正雄，1997，水溫對櫻花鉤吻鮭的影響，國立清華大學生命科學系碩士論文。
- 鄭葆珊、黃浩明、張玉玲、戴定遠，1980，圖們江魚類，吉林人民出版社，111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。
- 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。
- 與儀喜宣、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。)

表一：櫻花鈎吻鮭歷年族群數量、結構與分布變化表（1996~1999）：

分布溪段	各溪段成魚數量(尾)										各溪段幼魚數量(尾)										各溪段族群總數(尾) / 佔總族群量之比例(%)																						
	96'W		97'S		97'W		98'S		98'W		99'S		96'W		97'S		97'W		98'S		98'W		99'S		96'W		97'S		97'W		98'S		98'W		99'S								
和平農場~迎賓橋	4	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	0	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	4/0.3	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?				
迎賓橋~高山溪匯流點	38	47	47	10	26	9	9	26	9	26	9	29	2	2	21	0	1	0	0	1	0	0	0	57/4.7	49/2.6	68/4.0	10/1.2	27/4.2	9/1.8	27/4.2	9/1.8	27/4.2	9/1.8	27/4.2	9/1.8	10/1.2	27/4.2	9/1.8	27/4.2	9/1.8	9/1.8		
匯流點~七家灣溪一號壩	52	71	95	54	65	39	39	65	39	65	39	17	2	2	40	8	5	2	8	5	2	8	5	69/5.6	73/3.9	135/7.8	62/7.2	70/11	41/8.3	62/7.2	70/11	135/7.8	62/7.2	70/11	62/7.2	70/11	135/7.8	62/7.2	70/11	62/7.2	70/11	41/8.3	41/8.3
七家灣溪一號壩~觀魚台	96	38	37	25	22	10	10	22	10	22	10	37	4	4	13	8	2	2	8	2	2	8	2	133/10.8	42/2.2	50/2.9	33/3.9	24/3.8	20/4.0	42/2.2	50/2.9	133/10.8	42/2.2	50/2.9	33/3.9	24/3.8	20/4.0	42/2.2	50/2.9	33/3.9	24/3.8	20/4.0	20/4.0
觀魚台~七家灣溪二號壩	119	92	134	100	62	41	41	62	41	62	41	41	20	20	57	22	21	9	22	21	9	22	21	160/13.0	112/6.0	191/12.4	122/14.2	83/13	50/10.1	112/6.0	191/12.4	160/13.0	112/6.0	191/12.4	122/14.2	83/13	50/10.1	112/6.0	191/12.4	122/14.2	83/13	50/10.1	50/10.1
七家灣溪二號壩~三號壩	233	207	309	264	120	100	100	120	100	100	100	30	630	553	61	31	61	61	61	31	61	61	61	263/21.4	837/44.8	862/48.8	325/37.9	151/23.6	161/32.6	837/44.8	862/48.8	263/21.4	837/44.8	862/48.8	325/37.9	151/23.6	161/32.6	837/44.8	862/48.8	325/37.9	151/23.6	161/32.6	161/32.6
湧泉池及湧泉支流	33	14	9	17	21	11	11	21	11	11	11	42	4	4	15	35	30	5	35	30	5	35	30	75/6.1	18/1.0	24/1.4	52/6.1	51/8.1	16/3.2	18/1.0	24/1.4	75/6.1	18/1.0	24/1.4	52/6.1	51/8.1	16/3.2	18/1.0	24/1.4	52/6.1	51/8.1	16/3.2	16/3.2
七家灣溪三號壩~四號壩	160	26	42	27	45	12	12	45	12	12	12	25	28	18	31	13	3	3	13	3	3	13	3	185/15.1	54/2.9	60/3.5	58/6.8	58/9.1	15/3.0	54/2.9	60/3.5	185/15.1	54/2.9	60/3.5	58/6.8	58/9.1	15/3.0	54/2.9	60/3.5	58/6.8	58/9.1	15/3.0	15/3.0
無名溪小瀑布以下	31	20	24	1	6	18	18	6	18	18	18	3	4	10	0	1	37	0	0	1	37	0	37	34/2.8	24/1.3	34/2.2	1/0.1	7/1.1	55/11.1	24/1.3	34/2.2	34/2.8	24/1.3	34/2.2	1/0.1	7/1.1	55/11.1	34/2.2	1/0.1	7/1.1	55/11.1	55/11.1	55/11.1
無名溪小瀑布~一號壩	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
無名溪一號壩~匯流點	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
七家灣溪四號壩~五號壩	77	16	46	50	24	14	14	24	14	14	14	16	8	24	30	8	5	5	30	8	5	30	8	93/7.6	24/1.3	70/4.1	80/9.3	32/5	19/3.8	24/1.3	70/4.1	93/7.6	24/1.3	70/4.1	80/9.3	32/5	19/3.8	24/1.3	70/4.1	80/9.3	32/5	19/3.8	19/3.8
七家灣溪五號壩~六號壩	25	21	28	11	12	6	6	12	6	6	6	4	30	12	14	4	7	7	14	4	7	14	4	29/2.4	51/2.7	40/2.3	25/2.9	16/2.5	13/2.7	51/2.7	40/2.3	29/2.4	51/2.7	40/2.3	25/2.9	16/2.5	13/2.7	40/2.3	25/2.9	16/2.5	13/2.7	13/2.7	13/2.7
七家灣溪六號壩以上	6	6	6	5	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6/0.5	15/0.8	6/0.3	5/0.6	0/0	0/0	15/0.8	6/0.3	6/0.5	15/0.8	6/0.3	5/0.6	0/0	0/0	6/0.3	5/0.6	0/0	0/0	0/0	0/0
高山溪一號壩~匯流點	44	81	68	18	80	16	16	80	16	16	16	51	138	42	1	4	15	15	42	1	4	15	15	95/7.7	219/11.7	110/6.4	19/2.2	84/13.2	31/6.3	219/11.7	110/6.4	95/7.7	219/11.7	110/6.4	19/2.2	84/13.2	31/6.3	110/6.4	19/2.2	84/13.2	31/6.3	31/6.3	31/6.3
高山溪二號壩~一號壩	17	32	24	36	28	17	17	28	17	17	17	0	268	18	6	0	44	44	18	6	0	44	44	17/1.4	300/16.0	52/3.0	42/4.9	28/4.4	61/12.3	300/16.0	52/3.0	17/1.4	300/16.0	52/3.0	42/4.9	28/4.4	61/12.3	52/3.0	42/4.9	28/4.4	61/12.3	61/12.3	61/12.3
高山溪三號壩~二號壩	5	3	8	5	2	1	1	2	1	1	1	2	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	7/0.6	3/0.2	9/0.5	5/0.6	3/0.5	2/0.5	3/0.2	9/0.5	7/0.6	3/0.2	9/0.5	5/0.6	3/0.5	2/0.5	9/0.5	5/0.6	3/0.5	2/0.5	2/0.5	2/0.5
高山溪三號壩~四號壩	?	6	6	1	3	1	1	3	1	1	1	?	5	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	?	11/0.6	7/0.4	1/0.1	3/0.5	1/0.3	11/0.6	7/0.4	?	11/0.6	7/0.4	1/0.1	3/0.5	1/0.3	7/0.4	1/0.1	3/0.5	1/0.3	1/0.3	1/0.3
司界蘭溪中上游	?	24	?	0	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	38/2.0	?	0/0	?	?	38/2.0	?	?	38/2.0	?	0/0	?	?	?	?	?	?	?	?
總計	940	704	883	628	516	303	303	516	303	303	303	297	1166	835	229	121	191	191	835	229	121	191	191	1237/100	1870/100	1718/100	857/100	637/100	494/100	1870/100	1718/100	1237/100	1870/100	1718/100	857/100	637/100	494/100	1718/100	857/100	637/100	494/100	494/100	494/100

表二：1998年10月櫻花鉤吻鮭族群數量、結構與分布統計表：

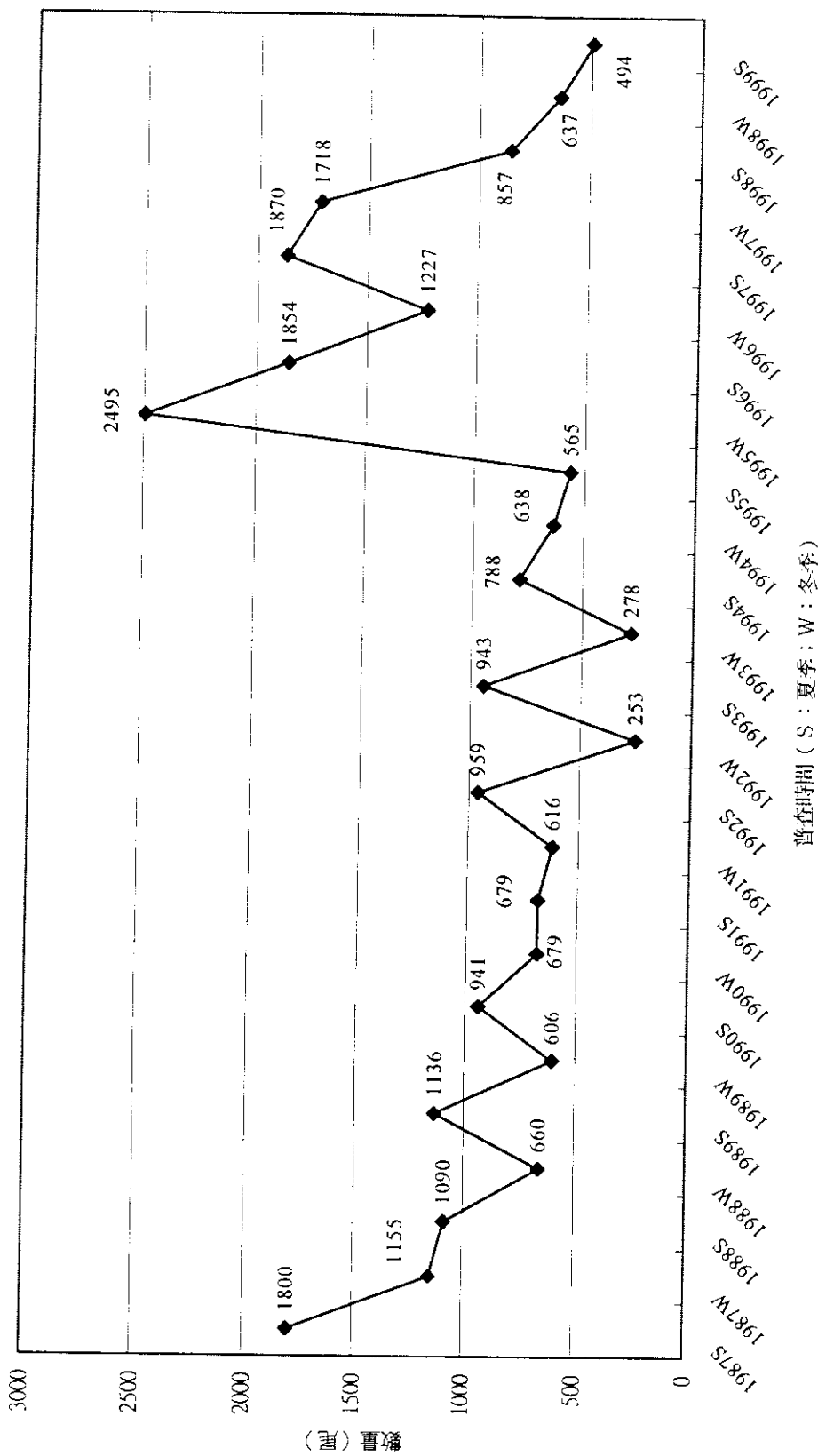
單位：尾

地 點	二齡以上成魚 (25cm以上)	一~二齡成魚 (15~20cm)	幼魚 (15cm以下)	小計
迎賓橋~高山溪匯口	10	16	1	27
高山溪匯口~一號壩	35	30	5	70
一號壩~觀魚台	17	5	2	24
觀魚台~二號壩	38	24	21	83
二號壩~破壩	3	11	6	20
破壩~抽水站	35	43	19	97
抽水站~三號壩	12	16	6	34
湧泉池	16	5	30	51
三號壩~四號壩	32	13	13	58
無名溪~小瀑布	1	5	1	7
四號壩~五號壩	9	15	8	32
五號壩~六號壩	9	3	4	16
六號壩以上	0	0	0	0
高山溪一號壩以下	45	35	4	84
高山溪一號壩~二號壩	4	24	0	28
高山溪二號壩~三號壩	1	1	1	3
高山溪三號壩~四號壩	2	1	0	3
司界蘭溪上游	-	-	-	-
小計	269	247	121	637

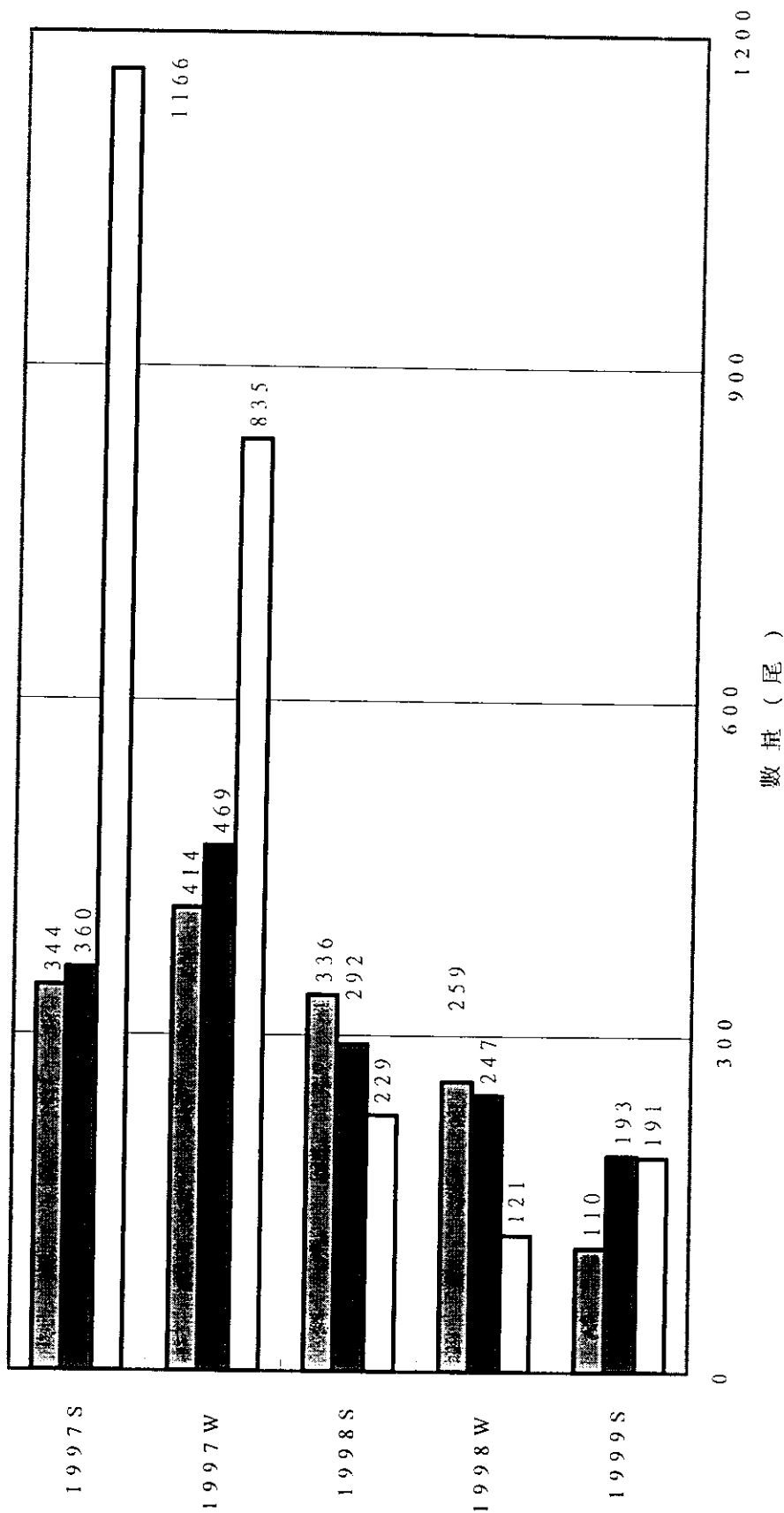
表三：1999年6月族群調查共分二階段計數完成：第一階段是6月4日到6月7日，計數河段為七家灣溪主流部份以及高山溪一號壩以下河段和無名溪匯口至小瀑布河段，因遇天雨水濁而中斷計數工作。第二階段是6月11日 6月13日，計數河段為重新計數七家灣溪主流三號壩至五號壩部份以及高山溪一號壩以上河段，兩階段合計共494尾。司界蘭溪上游在去年夏季普查時已無發現魚群分布蹤跡，同時因為本年河川流量過大，故本年次並未調查。

單位：尾

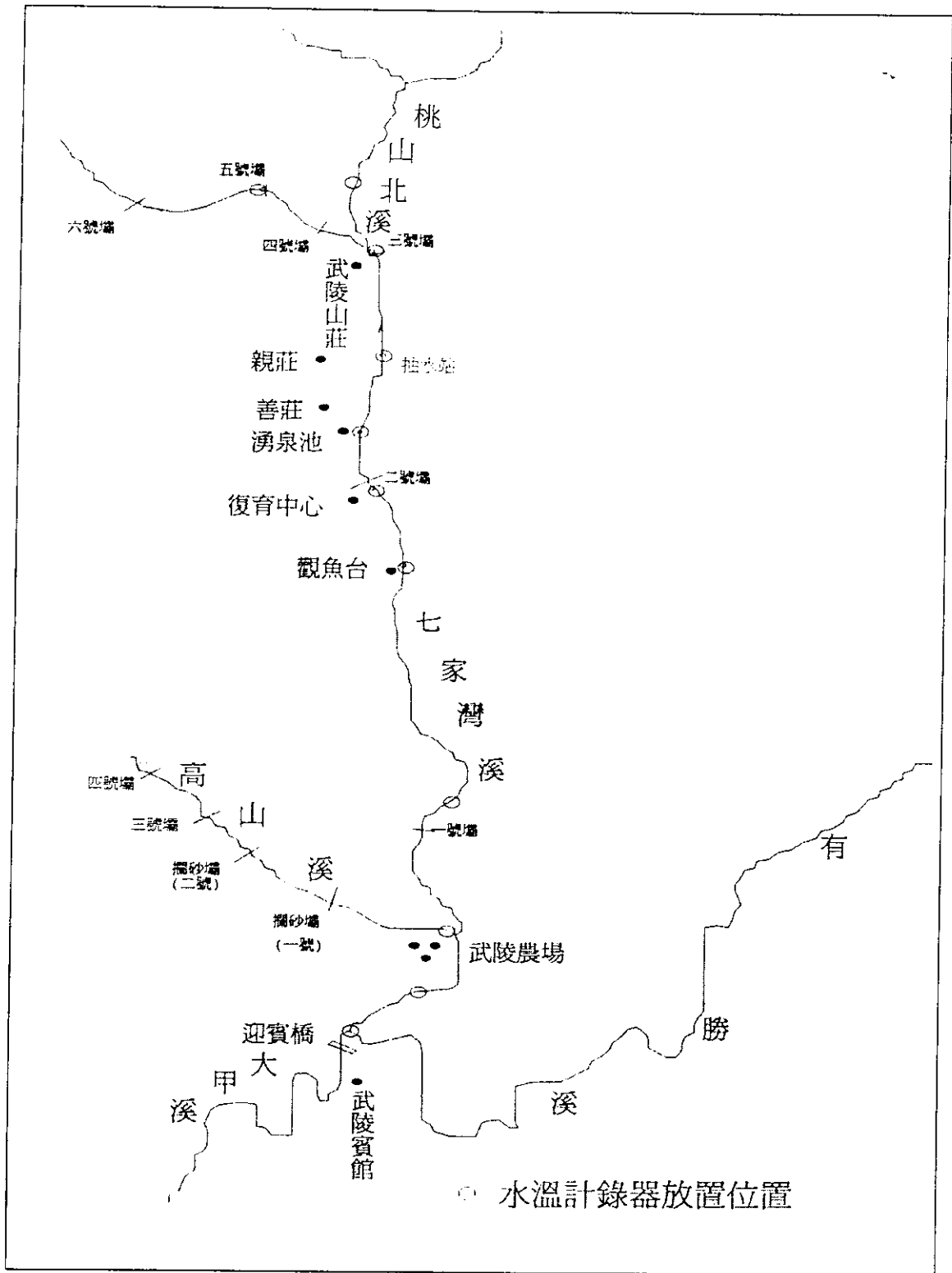
地 點	二齡以上成魚 (25cm以上)	一~二齡成魚 (15~20cm)	幼魚 (15cm以下)	小計
迎賓橋~高山溪匯口	4	5	0	9
高山溪匯口~一號壩	26	13	2	41
一號壩~觀魚台	8	10	2	20
觀魚台~二號壩	18	23	9	50
二號壩~破壩	2	0	0	2
破壩~抽水站	7	50	22	79
抽水站~三號壩	22	19	39	80
湧泉池	1	10	5	16
三號壩~四號壩	5	7	3	15
無名溪~小瀑布	0	18	37	55
四號壩~五號壩	2	12	5	19
五號壩~六號壩	4	2	7	13
六號壩以上	0	0	0	0
高山溪一號壩以下	5	11	15	31
高山溪一號壩~二號壩	5	12	44	61
高山溪二號壩~三號壩	1	0	1	2
高山溪三號壩~四號壩	0	1	0	1
司界蘭溪上游	-	-	-	-
小計	110	193	191	494



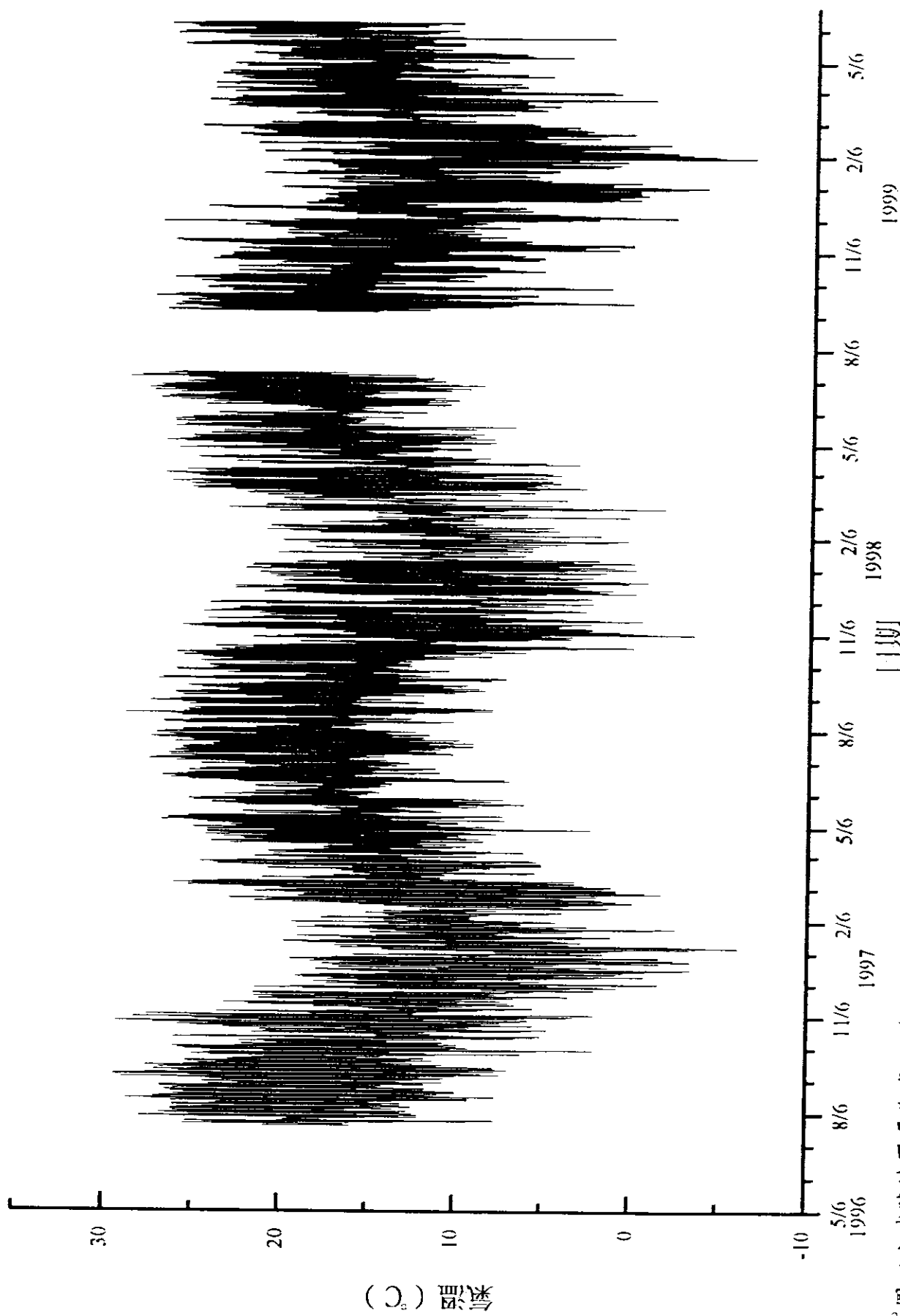
圖一：櫻花鉤吻鮭族群數量年度變化圖：去年的秋季普查由於十月中的瑞伯及十一月中的芭比絲颱風影響，族群數量僅剩 637 尾；加上去年人工復育的延遲及水溫逐年升高的影響，今年的春季普查只計得族群數為 494 尾，櫻花鉤吻鮭再度面臨滅絕的困境。



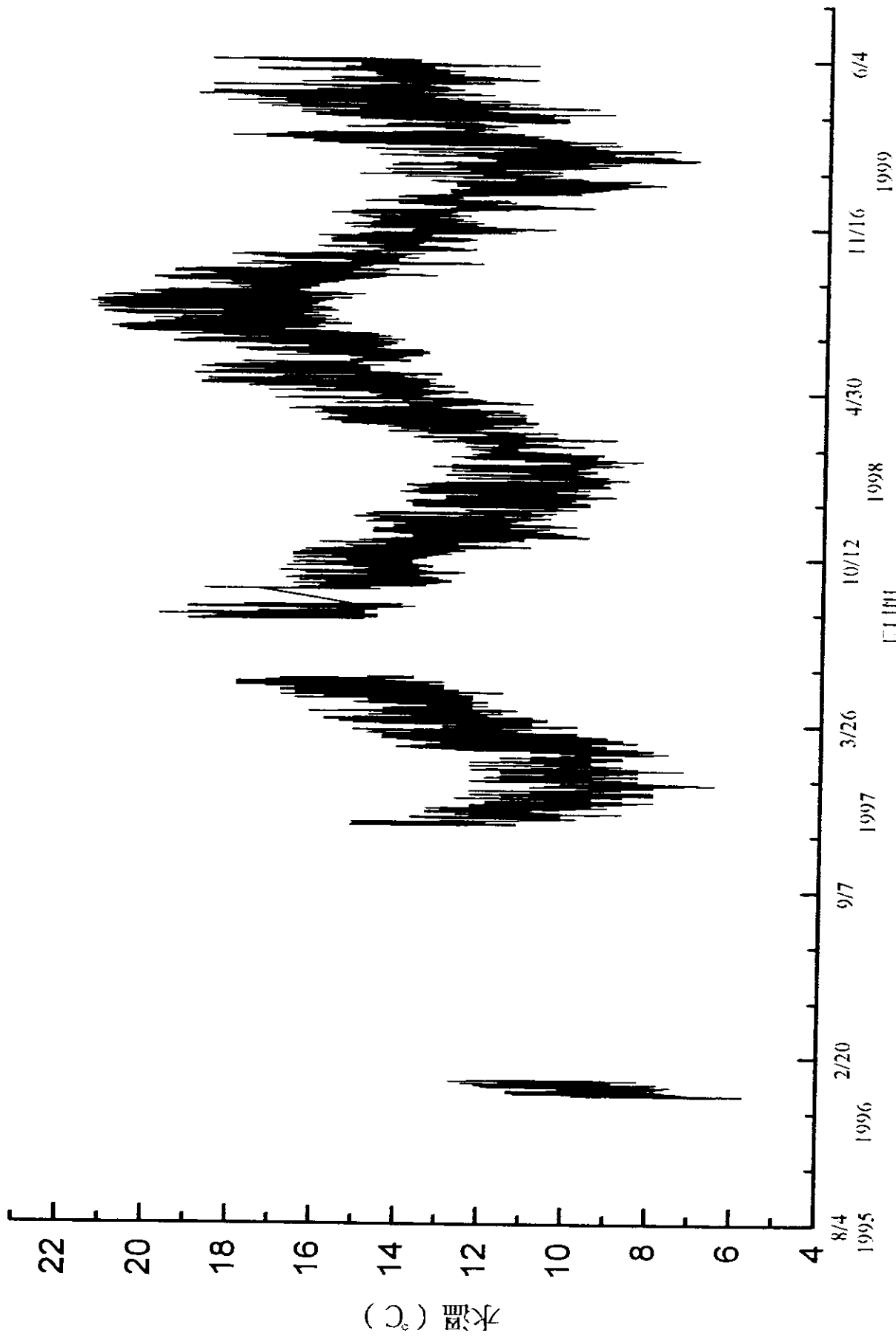
圖二：櫻花鉤吻鮭1997年夏季至1999年春季歷年族群數量結構變化圖：櫻花鉤吻鮭族群組成由1997年的正金字塔形轉變成1998年的倒金字塔型；1999年春季的族群結構中幼魚和一齡魚的數量相當，成魚卻相當少的梯形狀況。



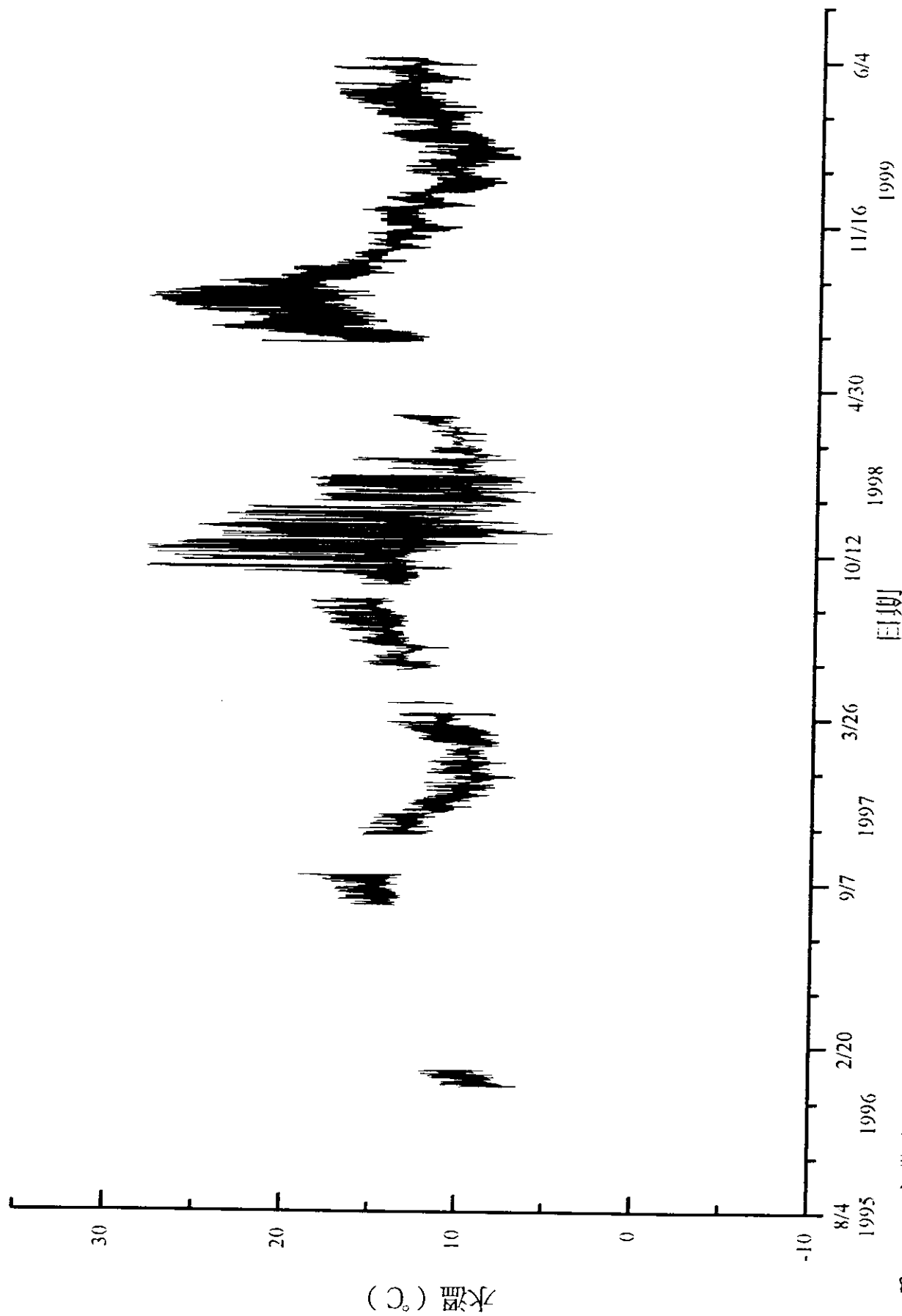
圖三：七家灣溪水溫記錄器放置位置圖：除了原本放置於主流、高山溪匯口的十支記錄器及農場場部百葉箱中收取氣溫的一支記錄器外，在今年11月繁殖季之後於無名溪小瀑布以上溪段增加放置了一支水溫計錄器，藉以作為棲地規劃改善及人工放流的研究依據；高山溪四號壩拆壩案通過後，我們於四號壩亦增置了一支記錄器，以觀察拆壩後水溫變化的情形。



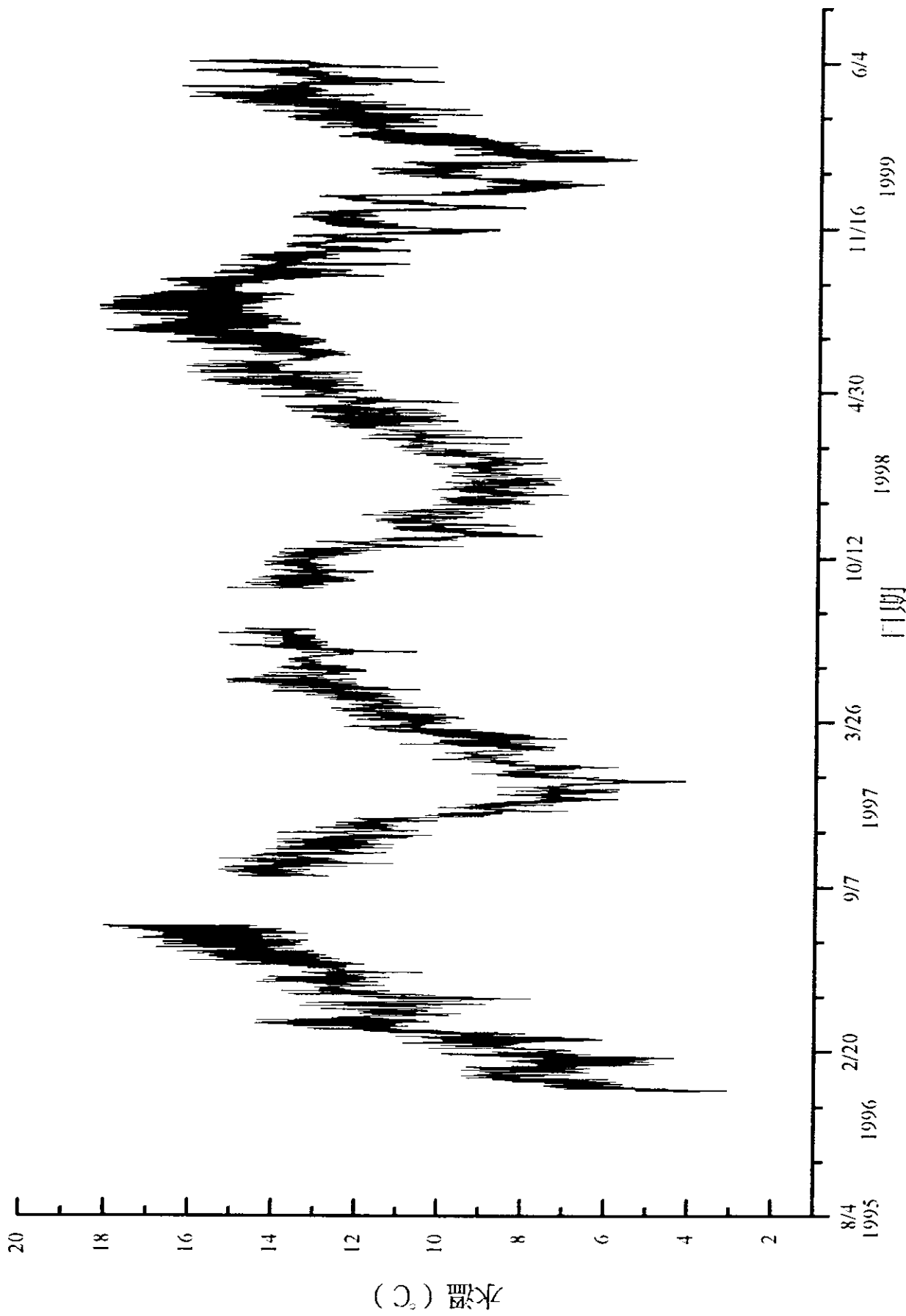
31 圖四：武陵地區長期氣溫變化圖（1996. 7. 21~1999. 6. 12）。其中1998年7月至9月的資料因記錄器故障而缺失。



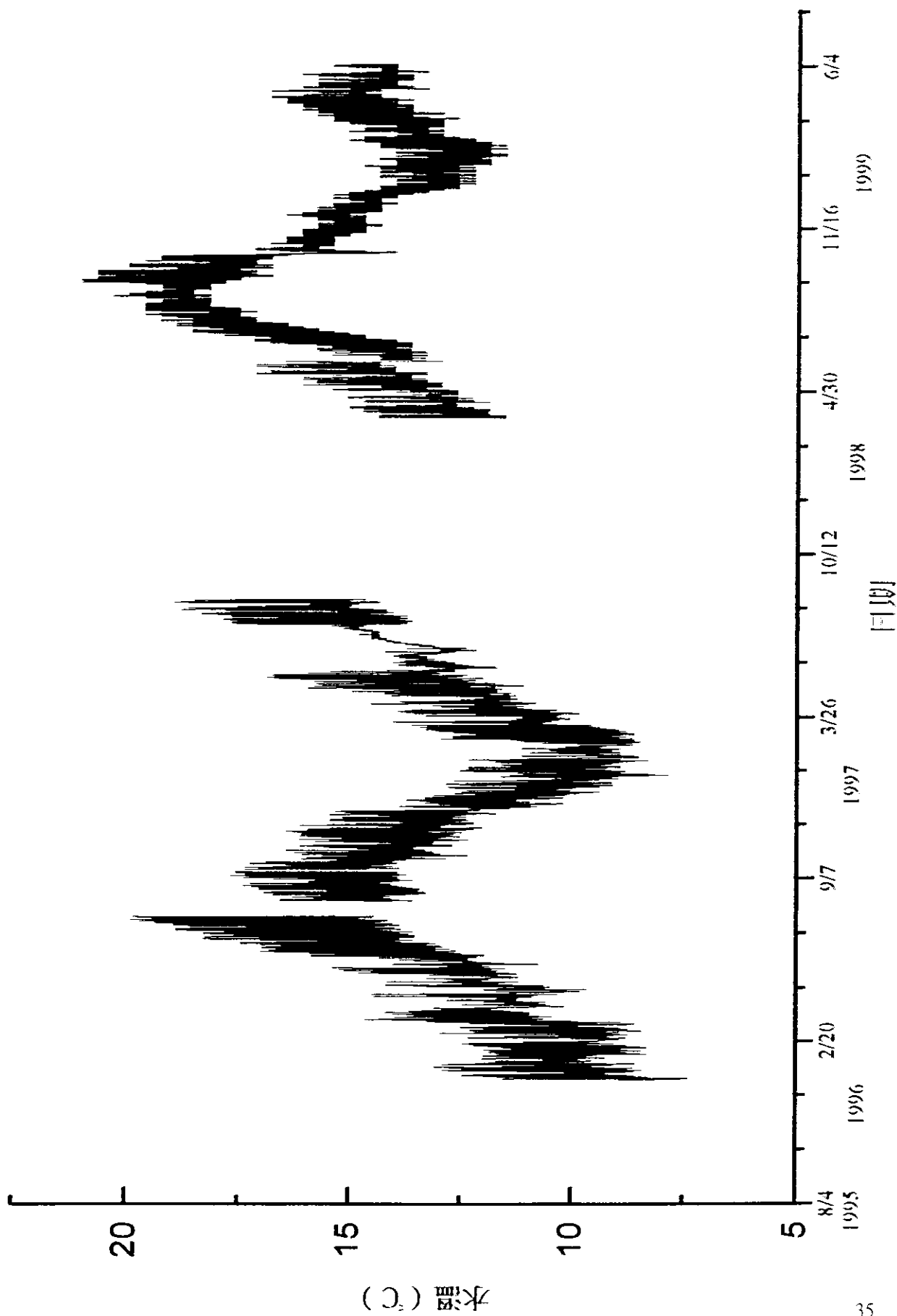
圖五：七家灣溪下游迎賓橋水溫測站長期水溫變化圖 (1996. 1. 2 ~ 1999. 6. 7)。



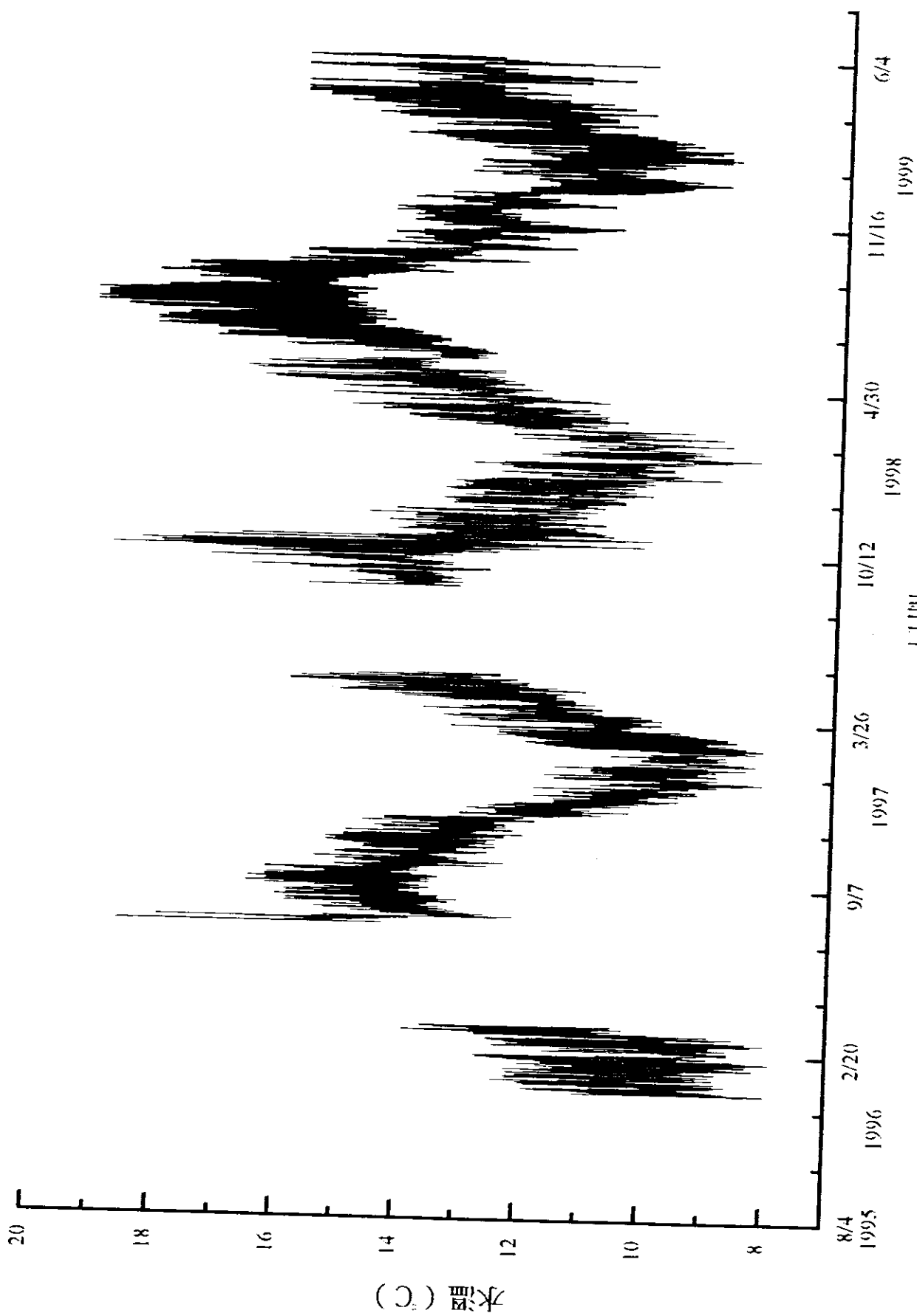
圖六：七家灣溪下游露營場水溫測站長期水溫變化圖（1996.1.2~1998.6.7）。其中1997.9.18~1998.1.13係因水溫記錄器外露致記錄之溫度增高。



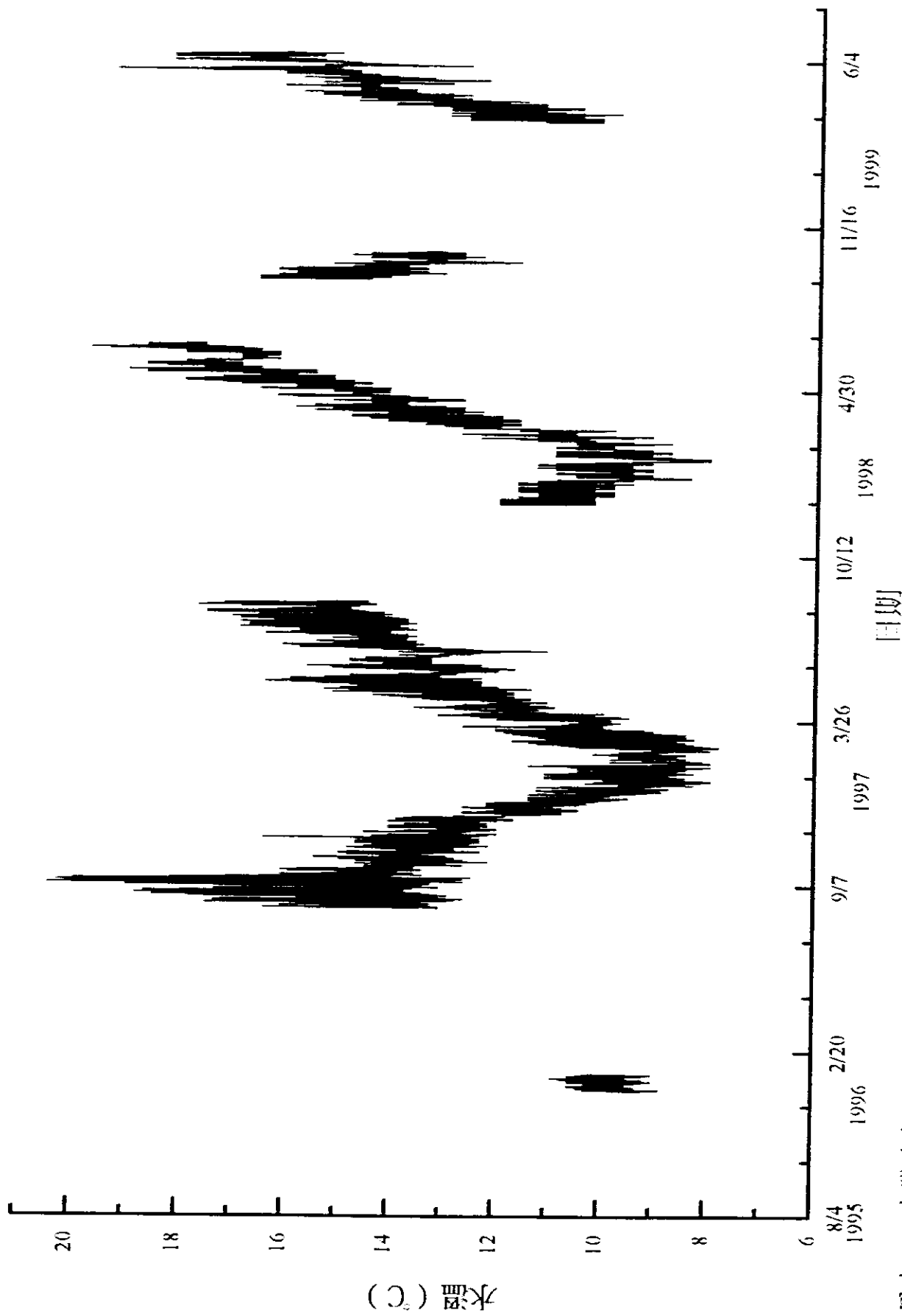
圖七：高山溪下游匯流點水溫測站長期水溫變化圖 (1996. 1. 2~1999. 6. 7)



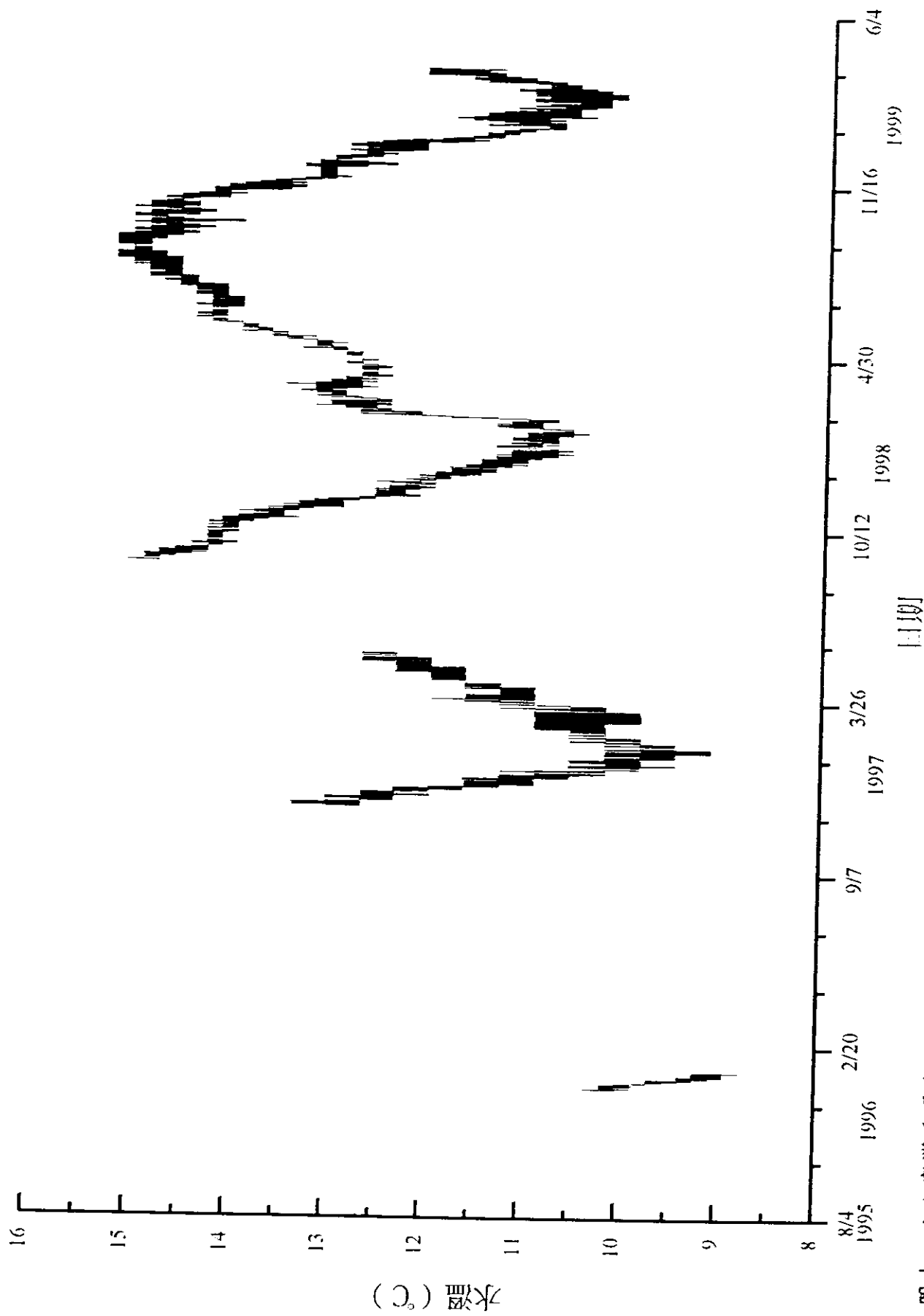
圖八：七家灣溪下游一號壩水溫測站長期水溫變化圖（1996.1.2~1999.6.7）。



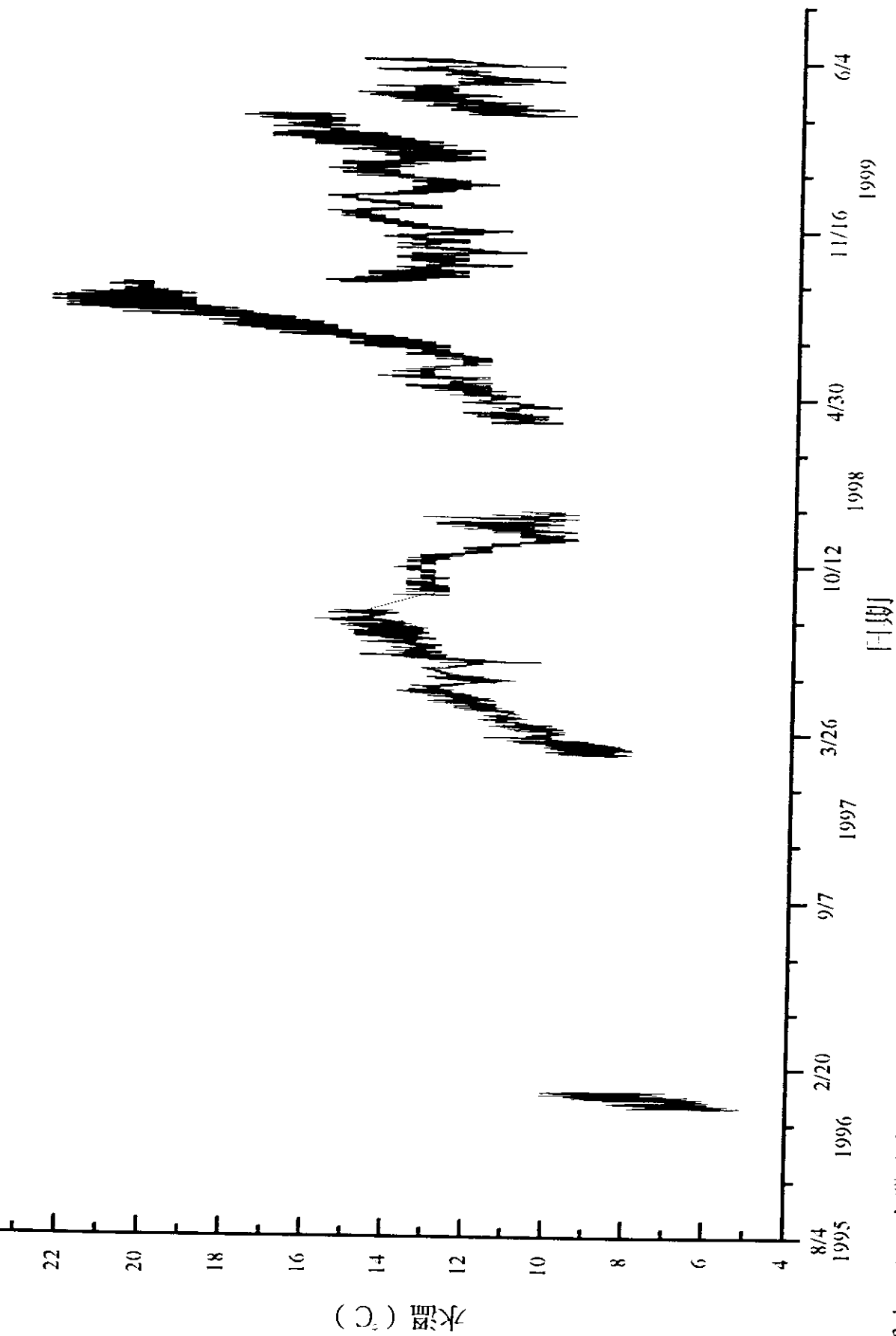
圖九：七家灣溪中下游觀魚台水溫測站長期水溫變化圖 (1996. 1. 2~1999. 6. 7)。



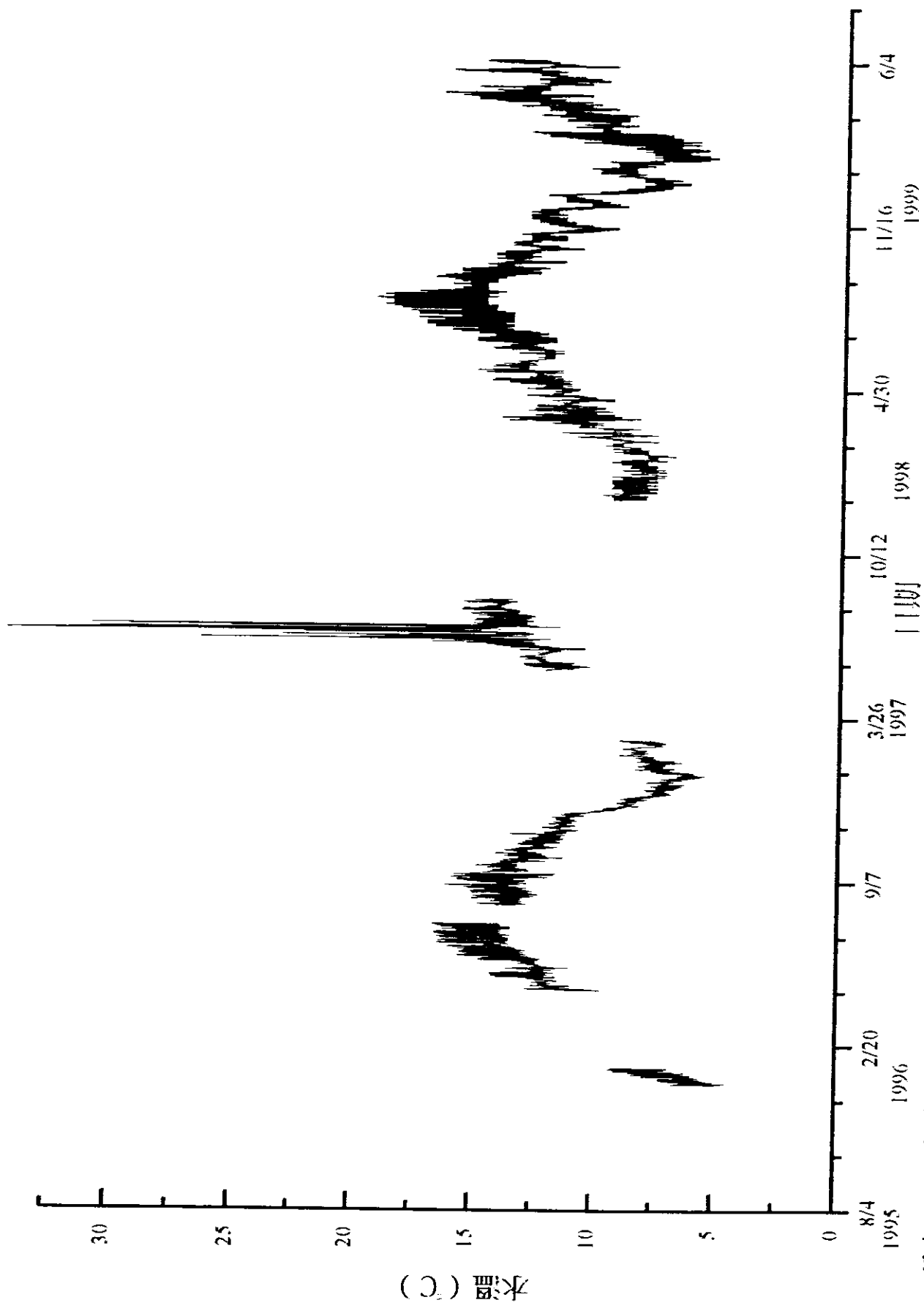
圖十：七家灣溪中游二號壩水溫測站長期水溫變化圖（1996.1.2~1999.6.12）。其中1996年9月上、中旬可能因記錄器外露而記錄較高的水溫變化。1998年11月至1999年2月水溫因為颶風及記錄器故障而造成資料缺失。



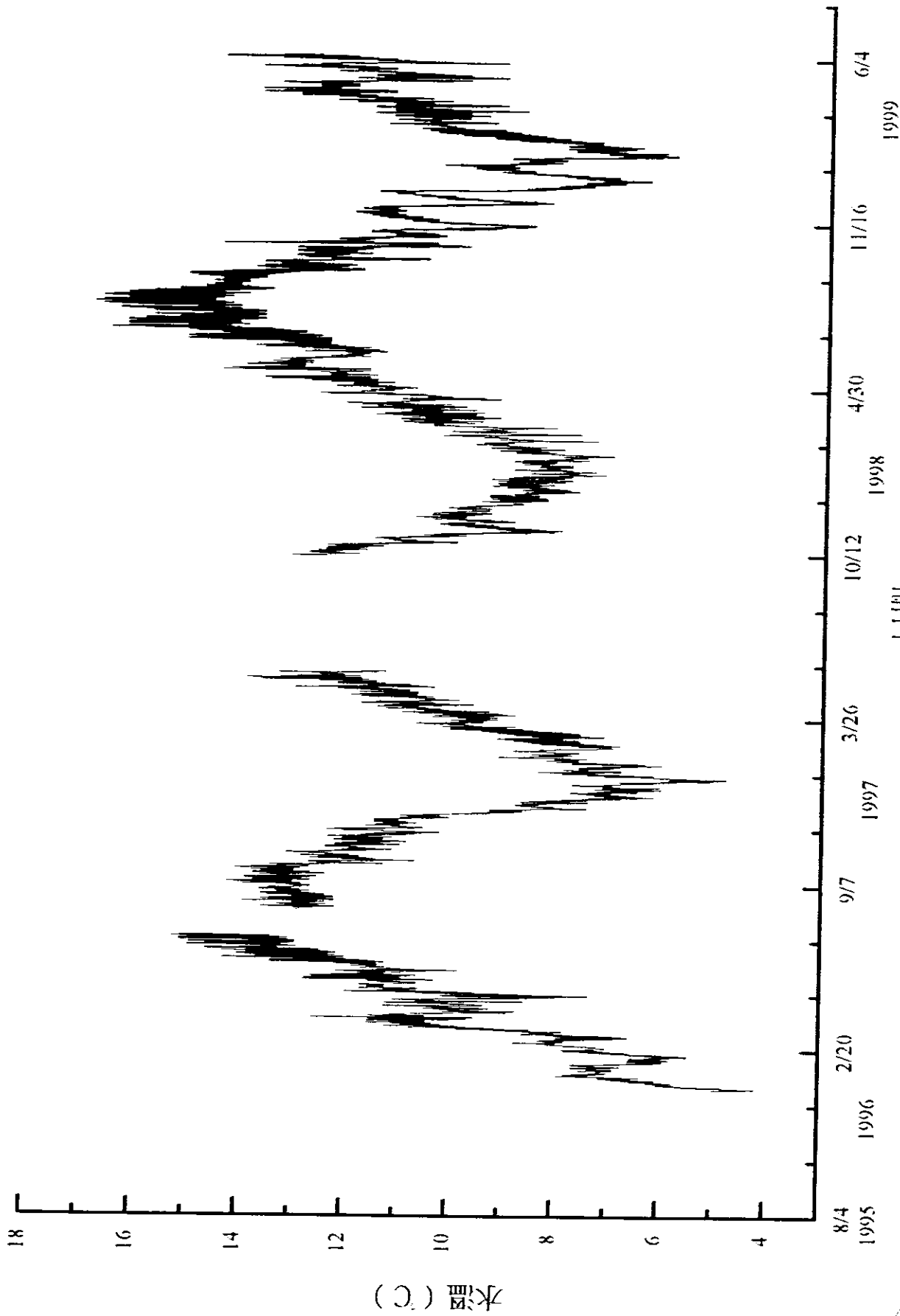
圖十一：七家灣溪湧泉池水溫測站長期水溫變化圖（1996.1.2~1999.3.21）



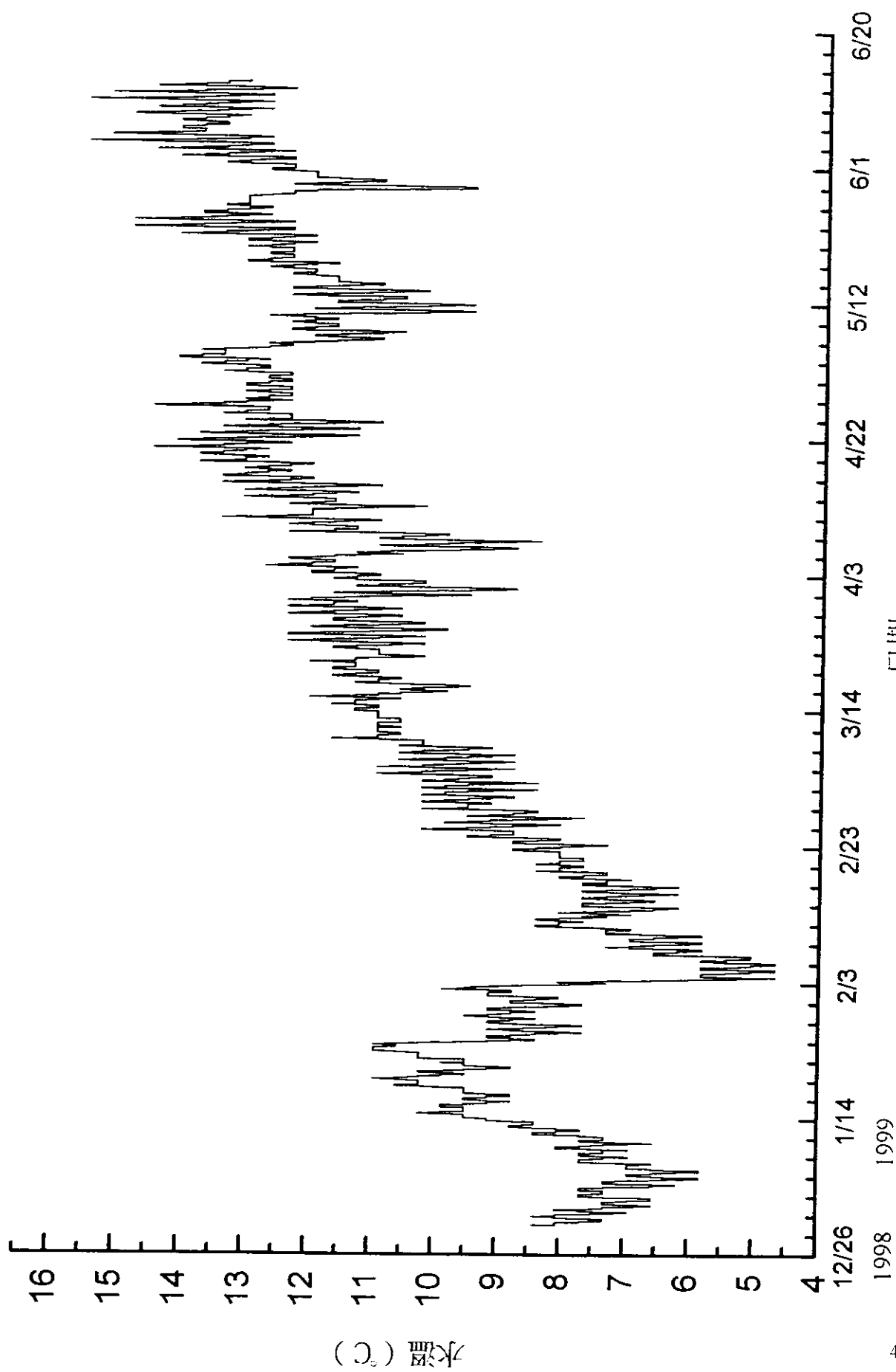
圖十二：七家灣溪中游抽水站水溫測站長期水溫變化圖（1996. 1. 2~1999. 6. 7）。其中1998年6月至1998年9月水溫因記錄器故障而有偏高的趨勢。



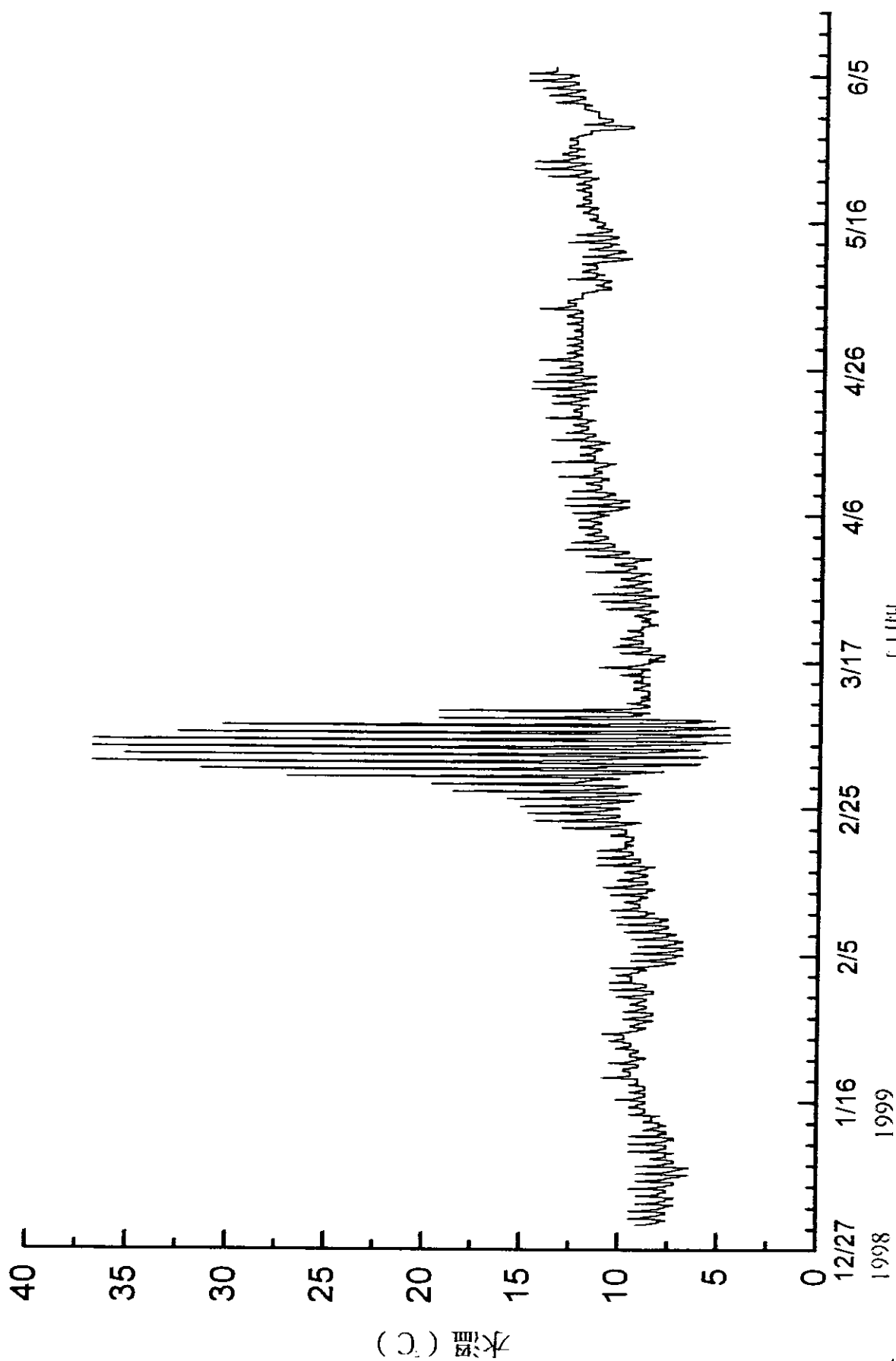
圖十三：七家灣溪上游三號壩水溫測站長期水溫變化圖（1996.1.2~1999.6.7）。其中1997.6.29~7.16 因記錄器 外露致記錄水溫過高。



圖十四：七家灣溪上游五號壩水溫測站長期水溫變化圖 (1996. 1. 2~1999. 6. 7)。



42 圖十五：高山溪上游四號壩測站水溫變化圖（1998. 12. 30~1999. 6. 12）。



圖十六：無名溪（桃山北溪）下游一號壩測站水溫變化圖（1998.12.30~1999.6.7）。其中1999.2.22~1999.3.11
 的資料因為記錄器外露而記錄了較高的水溫變化。