

櫻花鈎吻鮭生態之研究

(一)魚群分布與環境因子關係之初步研究

林 曜 松 楊 平 世
梁世雄 曹先紹 莊鈴川

中 華 民 國 七 十 七 年

目 錄

謝 辭	
摘 要	
引 言	1
調 查 範 圍 與 方 法	1
一、河岸環境	1
二、水質	3
三、水棲昆蟲	6
四、魚族分布與其棲息環境	6
結 果	8
一、河岸環境描述	8
二、水質	11
三、水棲昆蟲	27
四、魚群分布與族群量	29
討 論	39
建 議	45
參 考 文 獻	46

謝 辭

本研究承蒙行政院農業委員會資助，計劃編號 76 農建 12·2 - 林 - 42 (3)。

另蒙櫻花鈎吻鮭復育計劃張總主持人崑雄博士及相關計劃呂光洋教授之支持謹此致謝。

對於曾經參與或協助本試驗工作進行的臺大動物學系生態研究室及昆蟲保育研究室的同仁們，亦在此一併申謝。

。

摘 要

本文為民國74年2月至76年6月間於七家灣溪調查水質、河岸環境、水棲昆蟲及魚群分布之結果。

七家灣溪中、上游河岸一帶岩岸的組成以巨石為主，植被覆蓋良好；水溫、水深、河寬、流量、流速、硬度、底質、溶氧、導電度、 pH 、及水棲昆蟲量等均適合魚類的生存；唯水中溶解性磷酸鹽及硝酸鹽含量偏高，此與七家溪西岸開墾為果園及蔬菜園有關。而七家灣溪下游地帶魚群稀少或無法生存也與上述地帶的開墾有關。

根據民國75年的調查得知，七家灣溪櫻花鈎吻鮭的族群數量約646尾，魚群分布以上游地區較多，由魚群的年齡分布狀態得知，現存魚群有助於此魚族群的成長。據民國76年夏季之調查結果發現，同一地區櫻花鈎吻鮭族群數量已增至2000尾以上。

大型的櫻花鈎吻鮭多出現在具有良好隱蔽環境或深潭的場所；而小型魚多分布在流速較大的河域。在10月至11月之生殖期間，櫻花鈎吻鮭多分布於沿岸水淺處，極易觀察到。

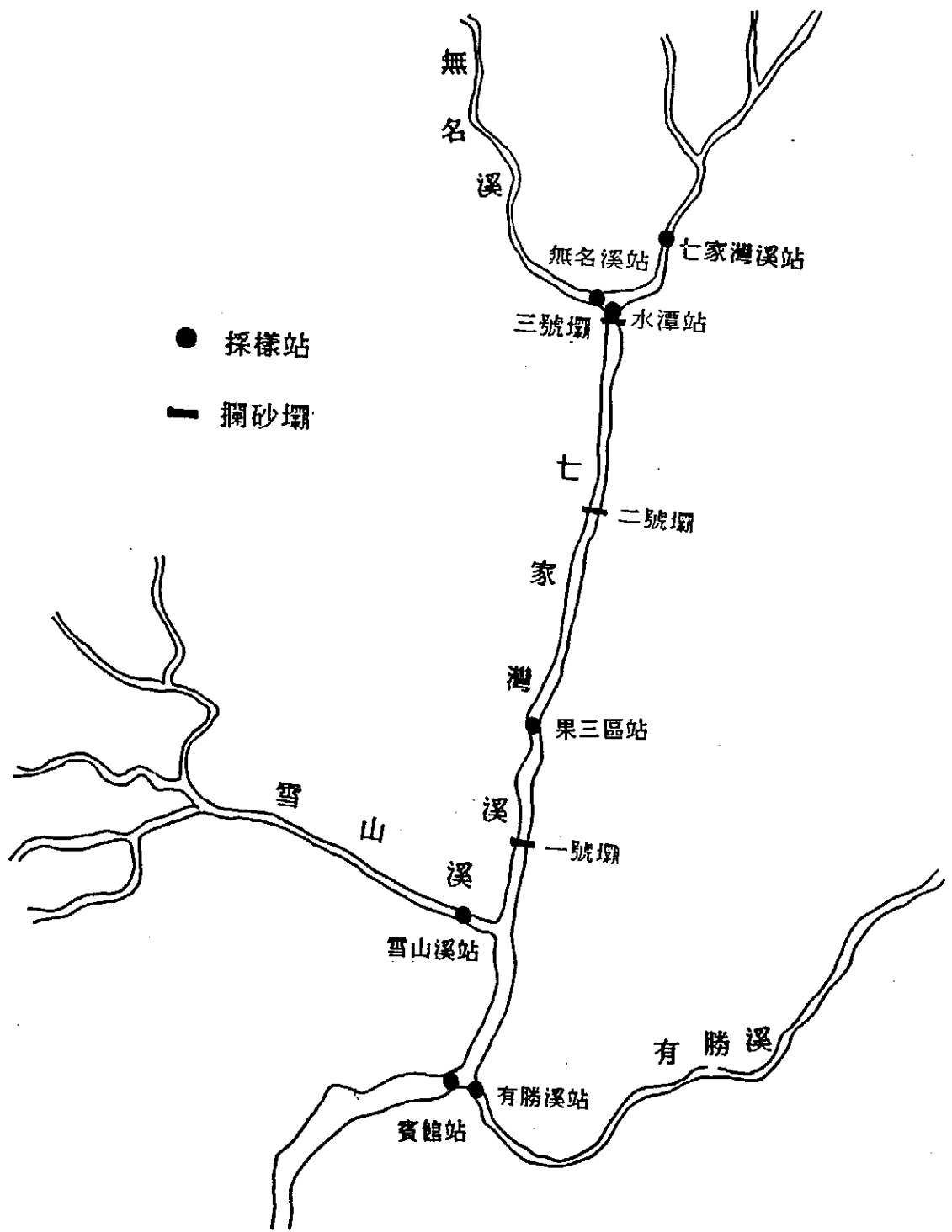
引言

自民國六年日人青木氏發現櫻花鈎吻鮭後，便有數位日人相繼從事櫻花鈎吻鮭的研究，例如大島氏(1936a, 1936b)、輿儀氏與中村氏(1938)及上野氏(1936, 1937)等，其中大島氏及輿儀氏等的研究內容，主要為該魚的分類、形態及分佈；而上野氏的研究則主要以食性為主。台灣光復後，鄧氏(1959)對該魚所發表的一篇研究報告，則為國人對櫻花鈎吻鮭研究的開端。過去的研究多以形態學及食性研究等為主，自政府於民國72年宣佈其為自然文化資產後，始有較詳細的櫻花鈎吻鮭棲息的環境研究(楊與林等，1986)。本研究則針對七家灣溪的河域環境、水文因子，櫻花鈎吻鮭的分布從事探討，期望對未來櫻花鈎吻鮭的保育工作，能有所助益。

調查範圍及方法

一. 河岸環境

自七十五年二月起至七十六年二月底，在七家灣溪一號壩至二號壩間2680公尺的水域(圖一)，溯溪調查七家灣



圖一：櫻花鈎吻鮭棲地水質採樣站

溪兩岸的植被、河岸組成和河流狀況共十三次。植被與河岸組成、記錄方式係分別採用Mueller & Ellenberg(1974)及Hamilton & Bergerson(1984)等所建立的植被、河岸分類標準，並依工作現場環境現況而加以修正。一號壩至二號壩間，每100公尺為單位，擇其組成的優勢為該區環境的代表。河段流況以流速計實地測量，主流流速以單位時間內流速大於 $0.3\text{m}/\text{sec}$ 者定為漩渦區(riffle)，水流速小於 $0.3\text{m}/\text{秒}$ 者定為水潭區(Pool)(Oswood & Barber, 1982)，並分別記錄其位置和長度。

二.水質：

由武陵賓館至七家灣溪上游吊橋區附近，自七十四年二月起至七十六年六月止，共擇七站(圖一)，依次命名為無名溪站、吊橋站、水塘站、果三區站、雪山溪站、有勝溪站及武陵賓館站等，以三星期一次為調查間隔，進行水溫、氣溫、河寬、平均河深、平均流速、流量、溶氧量、 pH 值、導電度等之測定。七十五年七月後再增硬度、硝酸鹽、溶解性磷酸鹽等十二項之測定。各種測量方法分敘下：

• 溫度：

每站分別於清晨7至8時間，以溫度計測量當時之氣溫及水溫。

• pH 值：

以 WTW PH90/set pH meter 測量。

• 溶氧量：

初期以 Jenway 9070 oxygen meter 測量，該儀器於七十五年九月故障後，自七十五年十一月起改以 HANNA HI 8543溶氧計(Dissolved oxygen meter)測量。

• 導電度：

以 WTW LF 90導電度計(Conductivity meter)測量。

• 河寬：

以伸縮皮尺在各採集點的固定位置測量。

• 河深：

以木尺在各採集點，以穿越線法(Transect method)，每隔 1公尺分別測量，再取於河寬1/3、1/2及2/3處深度相加後的平均河深。

• 流速：

利用流速計 (Hydro-bios Kiel digital flow meter)
，以穿越線法每隔 1公尺分別測量，再取於河寬1/3
、1/2及2/3處的深度相加平均，求得其平均流速
。

• 流量：

利用河深、流速兩項資料，代入下列公式後，求出
單位時間內流過的水量(Q)。

$$Q = \sum_{i=1}^n (w_{i+1} - w_i) \left(\frac{d_i + d_{i+1}}{2} \right) \left(\frac{v_i + v_{i+1}}{2} \right)$$

n = 測量位置的數

w_i = 自始點起至測量點的距離

d_i = 各測量點的水深

v_i = 各測量點的流速

水樣於當日採集後，冷凍於 4℃ 的冰箱中，於24小時內
以 HACH DREL / 5 meter 分析。

三、水棲昆蟲

自民國七十四年三月至七十五年二月，共選定五站進行水棲昆蟲之調查，依次為吊橋站、水潭站、果三區站、有勝溪站及賓館站；每三星期調查一次。調查時係在各站50公尺範圍內以定面積採水網(50×50平方公分)在河域中央及兩側採樣一次，再把所獲之標本放70%之酒精中保存，攜回實驗室分類、鑑定，並記錄各種之數量。

本調查之分類、鑑定係參酌上野(1937)，津田(1962)，何及徐(1977)，川合氏(1985)，Wiggins(1977)，Merritt and Cummins(1984)之文獻。

四.魚群分布與其棲息環境：

由於魚類族群稀少，且為避免干擾魚族的生存，遂以浮潛方式，調查魚類的分布。七十五年六月、七月、九月間，三次於七家灣溪一號壩至二號壩間所做的魚族分布及其棲息的地調查，除了觀察魚群出現的位置、數量及行為外，同時對魚群出現地域的水潭或急流長度、寬度、面積、深度、底質、流速、棲地環境等項目進行研究。

若水潭或急流區面積過大或魚群數量較多不易確定時，則由四名人員同時觀察，求得平均值。魚體大小則以木尺或將游魚與水中固定之石頭長度比對估計而得。

結果

一、河岸環境描述

七家灣溪一號壩至二號壩間的河岸組成，以長徑在2-250mm間的石頭為主(48.5%)，其次為長徑大於250mm的大石(28%)，岩壁(19.8%)及砂質(< 2 mm)(3.7%)等(表一)。七家灣溪東、西二岸之河岸組成相近，均以卵石佔地較廣。七家灣溪一號壩上游約400公尺處，有持續約50m的河岸嚴重崩落的現象，豐水季時可能仍會持續崩落。在水產試驗所櫻花鈎吻鮭復育中心下游約200m的河岸，則由卵石組成，也易受洪水沖刷而改變河道及流向。

一號壩至二號壩的七家灣溪河岸全長共2680m，西面為果園區，其河岸以不具草木的裸露地比例最高(37%)，其餘依次為矮灌叢(30%)、森林(25%)及灌叢(8%)(表二)。七家灣溪東面多為山壁，其植被則以森林型態居多(37%)，其餘依次為矮灌叢(29%)，不具草木(23%)及灌叢(11%)等。

在復育中心下游150公尺處，有將近300公尺河岸，除了少許草叢外，均為空地，遮蔽效果甚差。而較理想的河

表一·七家溝溪一號壩至二號壩間河岸組成

	長度 (m)		
	東岸	西岸	合計 (%)
1. 岩壁	580	480	960 (19.8)
2. 大卵石 (直徑 >250mm)	600	900	1500 (28.0)
3. 小卵石 (2mm < 直徑 < 250mm)	1500	1100	2600 (48.5)
4. 細沙 (直徑 < 2mm)	0	200	200 (3.7)
全 長	2680	2680	5360 (100)

表二·七家灣溪一號壩至二號壩間植物型分布

編號	植物型	長度 (m)		
		東岸	西岸	合計 (%)
1.	森林 (樹高 > 5m)	1000	680	1600 (25)
2.	灌叢 (0.5m < 樹高 < 5m)	300	200	500 (8)
3.	矮灌叢 (樹高 < 0.5m)	780	800	1580 (30)
4.	裸露地	600	1000	1000 (37)
	全 長	2680	2680	5360 (100)

岸，位於在七家灣溪一號壩上游約700至900公尺處及果三區上游約100—300公尺處，此二河段多以森林型態為主，間雜以低矮灌叢，可充分提供河川遮蔽的效果。

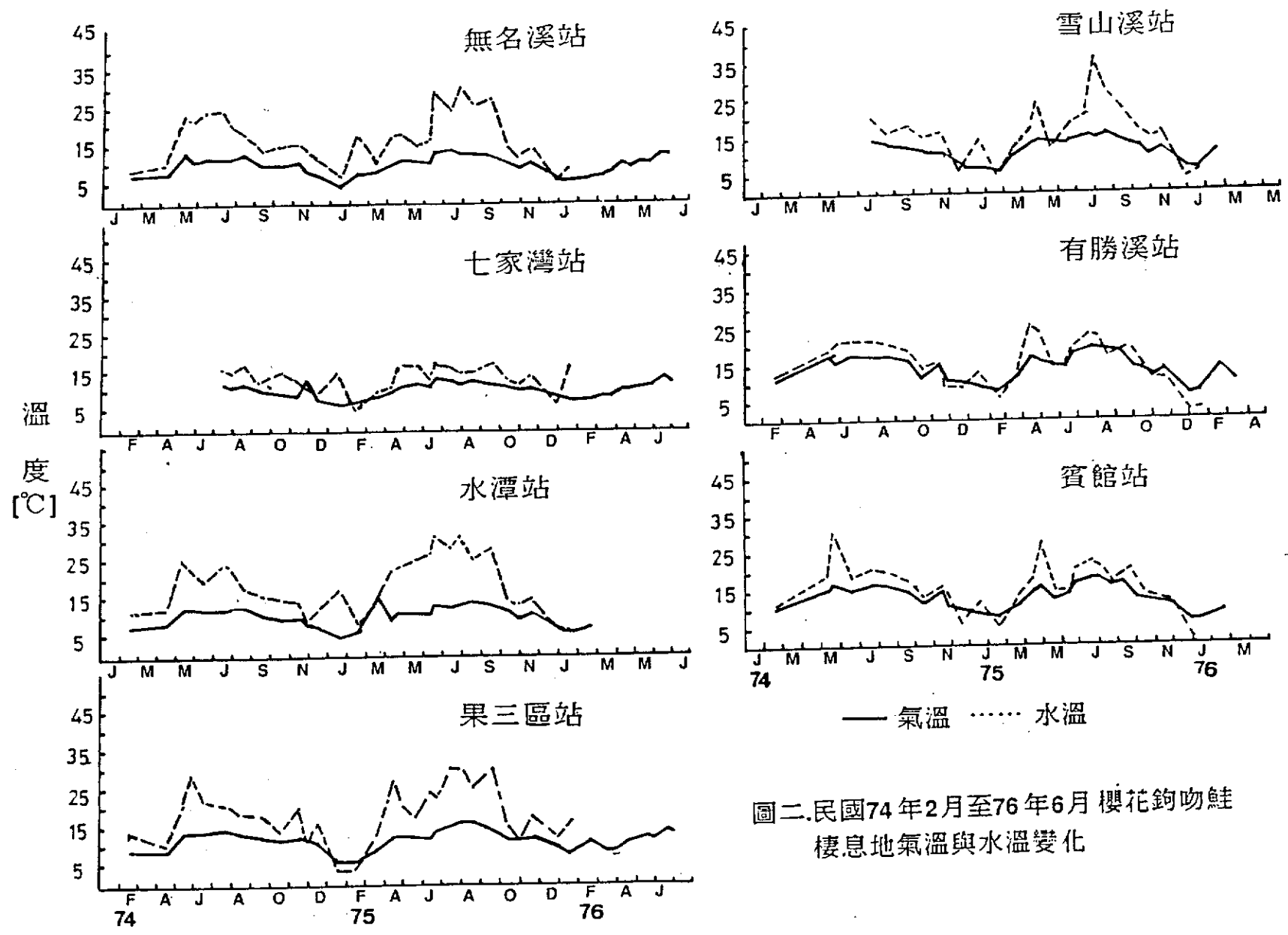
二、水質

氣溫、水溫：（圖二）

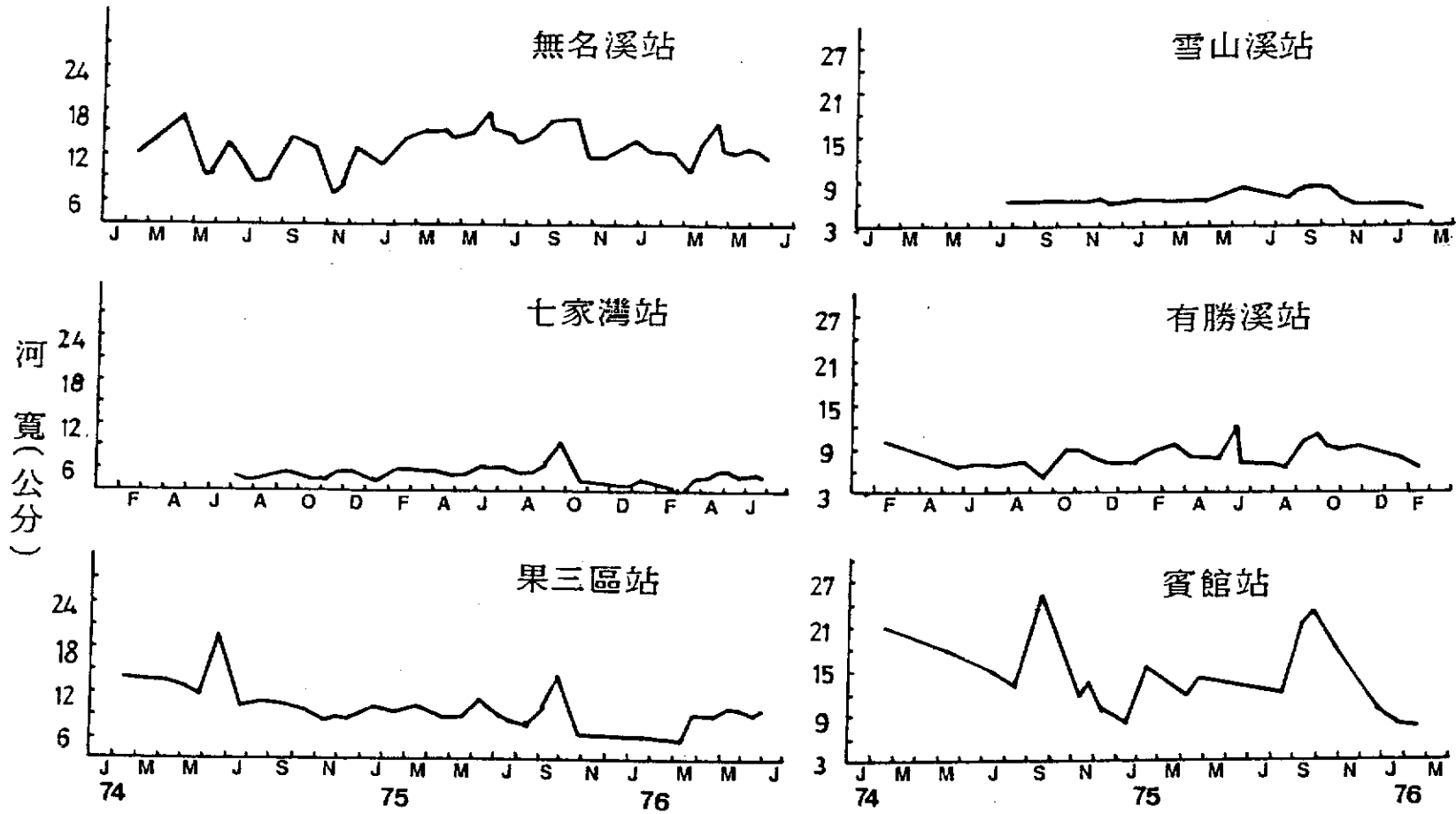
依中央氣象局提供民國74、75年月均溫資料顯示，武陵地區1-2月月均溫最低，約為6~7℃，6~7月月均溫最高，約為21-22℃，各採樣點間的水溫，亦有明顯的差異，例如在1月，上游之無名溪站水溫為5℃，而至下游有勝溪站，即增至10℃，夏季5~8月時，上游至下游，水溫變化則自13℃至19℃不等，另有勝溪於7~9月，均有高於18℃的水溫出現，武陵賓館區於7~8月，亦均高於16℃。一般認為櫻花鈎吻鮭的最適生存溫約在16℃以下（林與梁，1986），故此與迄今未於武陵賓館及有勝溪發現櫻花鈎吻鮭有所關連。

河寬：（圖三）

河寬有隨雨量大小而變動的趨勢，尤其在高雨量後一個月，河寬便有明顯變化。各採集點間河流變化以武陵賓



圖二.民國74年2月至76年6月櫻花鉤吻鮭棲息地氣溫與水溫變化



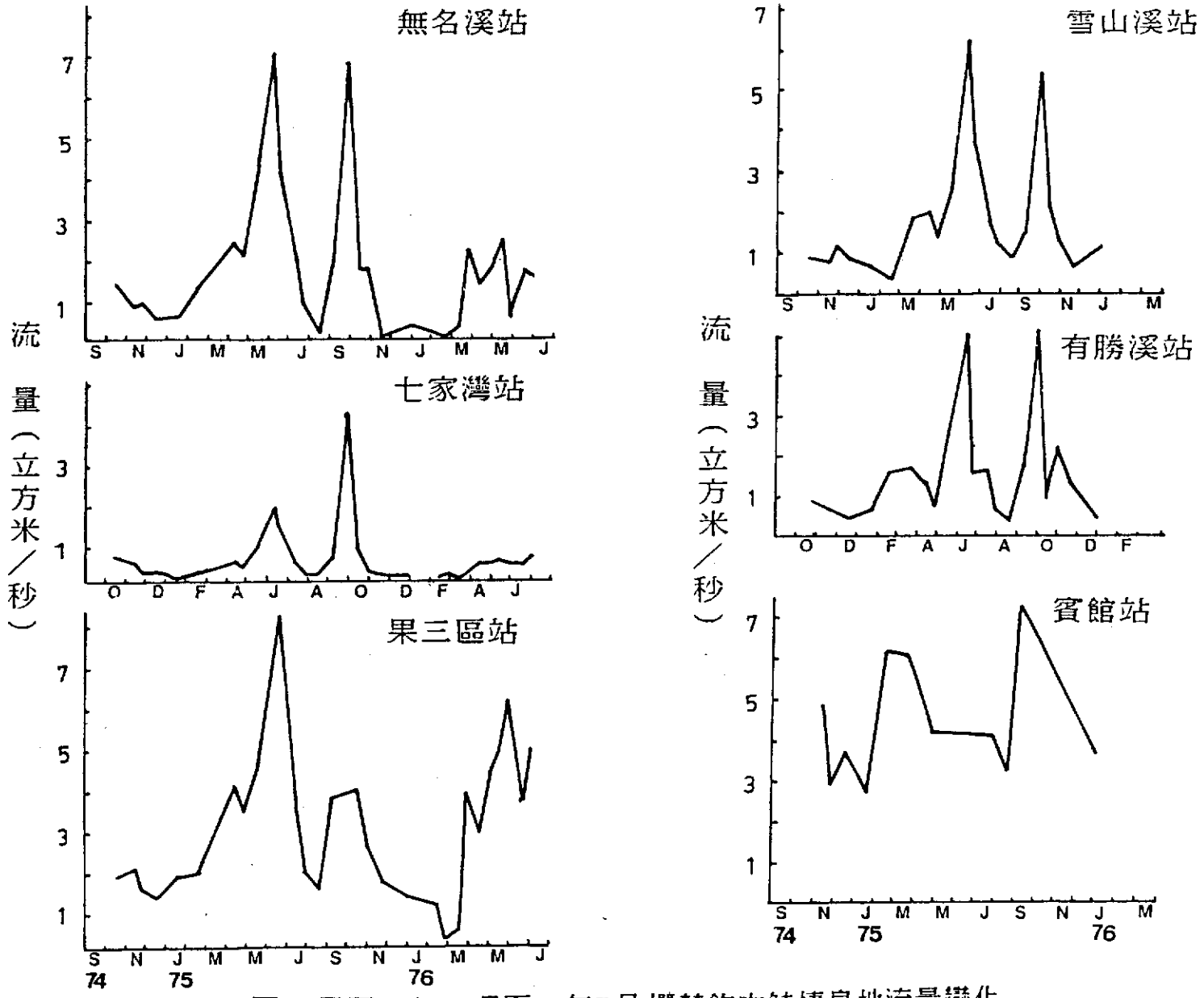
圖三.民國74年1月76年6月 櫻花鉤吻鮭棲息地河寬變化

館區較大，自8.0~25.5m不等，此可能與賓館河域匯集了七家灣溪上游、有勝溪及雪山溪等溪水有關。而上游的武陵吊橋站及雪山溪站的河寬變化則較穩定，前者在4.1~9.2m間，後者在6.3~8.8m間。

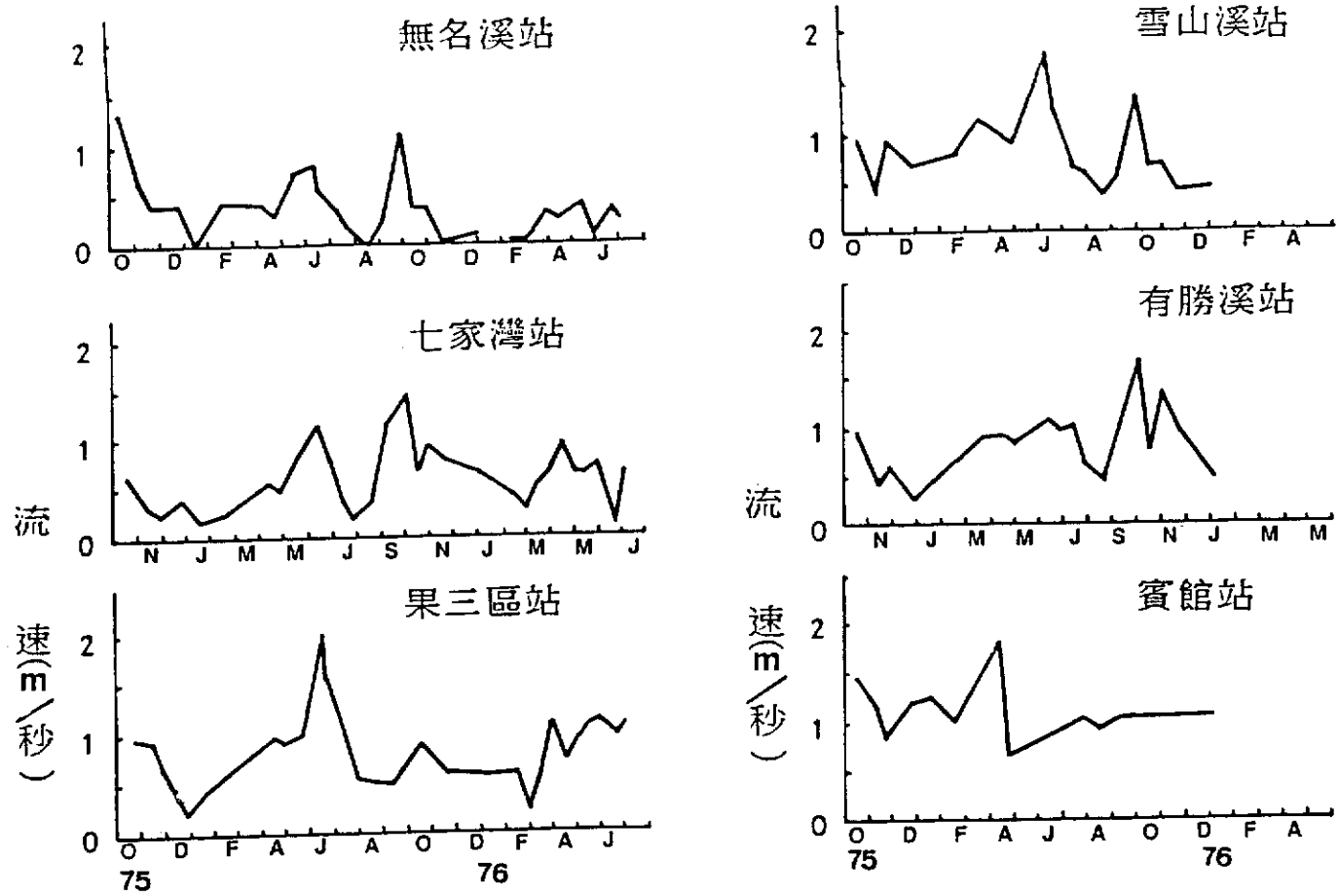
流量、流速、河深：(圖四、五、六)

武陵地區的溪流豐水季約在2~9月間，其中又以4~9月間流量最大，而枯水季則在10月至次年2月間，於1~2月間水位最低。其流量大小隨雨量的多寡而有所變動，但也因河川而異；果三區與雪山溪於豐水季時，其最高流量，與枯水季最低流量比約在10:1，有勝溪則為13:1。上游吊橋區的七家灣溪則高達38:1。三條河川中又以七家灣溪流量最大、雪山溪次之、有勝溪上游因被宜蘭溪切斷源頭，故水量最少。七家灣溪自吊橋區起至賓館區間，因溪流匯入以及山區灌溉水和小股溪流加入，水量則呈由上而下增加的現象。

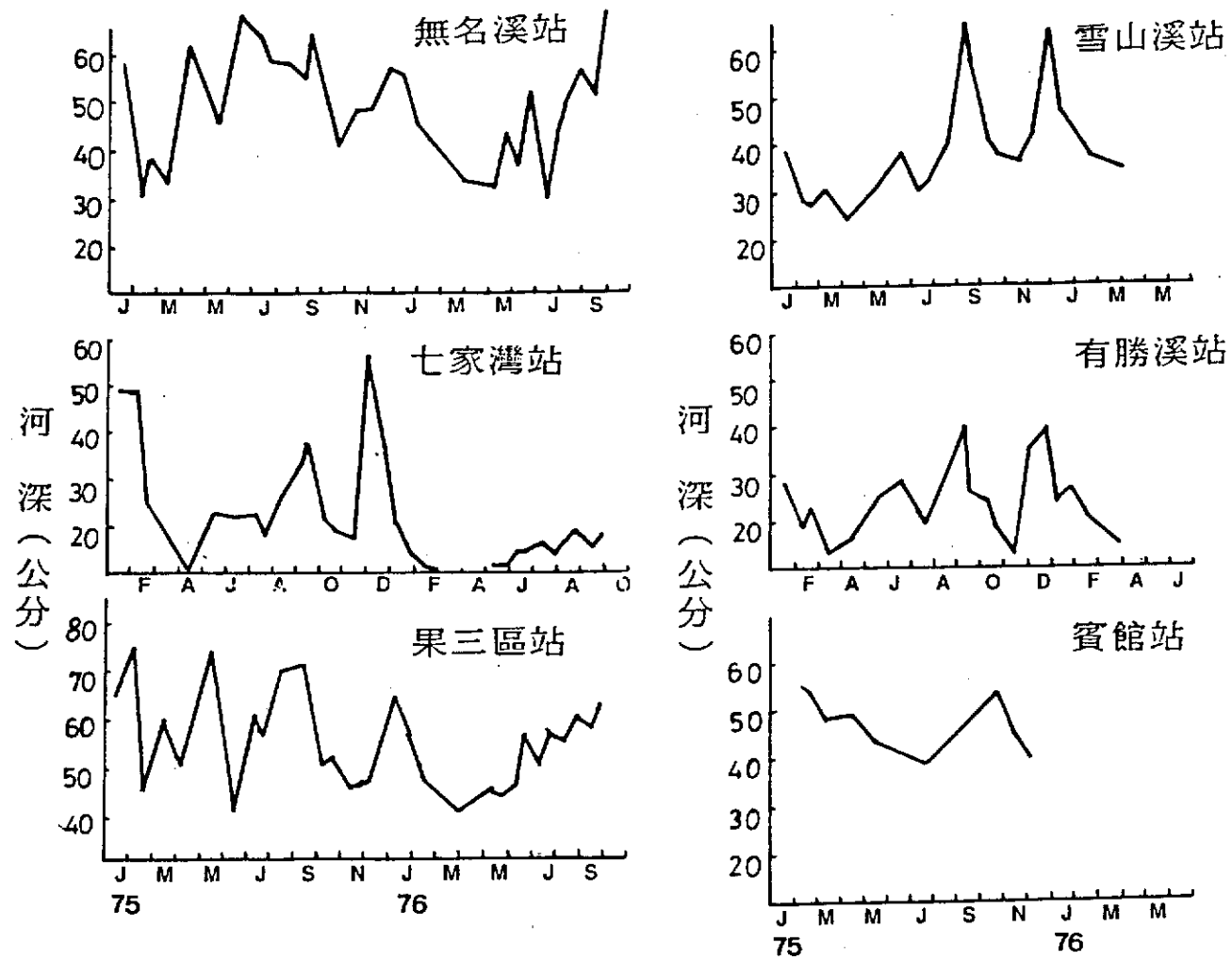
水流量既受雨量的影響，其流速自然也隨雨量而有升降的變化，各溪流於豐、枯水季的流速變化約在4:1至5:1間。另坡度亦為影響流速的因素，如有勝溪站與及賓館站一帶坡度較大(德基處，1983)，故這一帶流速為各



圖四.民國74年10月至76年7月櫻花鉤吻鮭棲息地流量變化



圖五.民國75年10月至76年6月櫻花鉤吻鮭棲息地流速變化



圖六.民國75年1月至76年9月櫻花鉤吻鮭棲息地河深變化

站間之首，而吊橋區七家灣溪豐、枯水季流量變化雖大，但坡度較小，所以流速反不如前者高。河流深度除了也隨雨量的增減而有所變動外，底質與流速也會對其產生重要影響。例如果三區與賓館區流量與流速均大，也可能是因為該處溪流位於轉折位置之故 (Leopold & Langbein, 1966)。前者水深變化在 40~70 公分間，後者變化則在 40~55 公分間。河深較淺者為有勝溪，深度變化在 10~40 公分間，75 年 12 月後，受農場道路拓寬的影響，許多土石傾入溪中，更可能降低其河流深度。

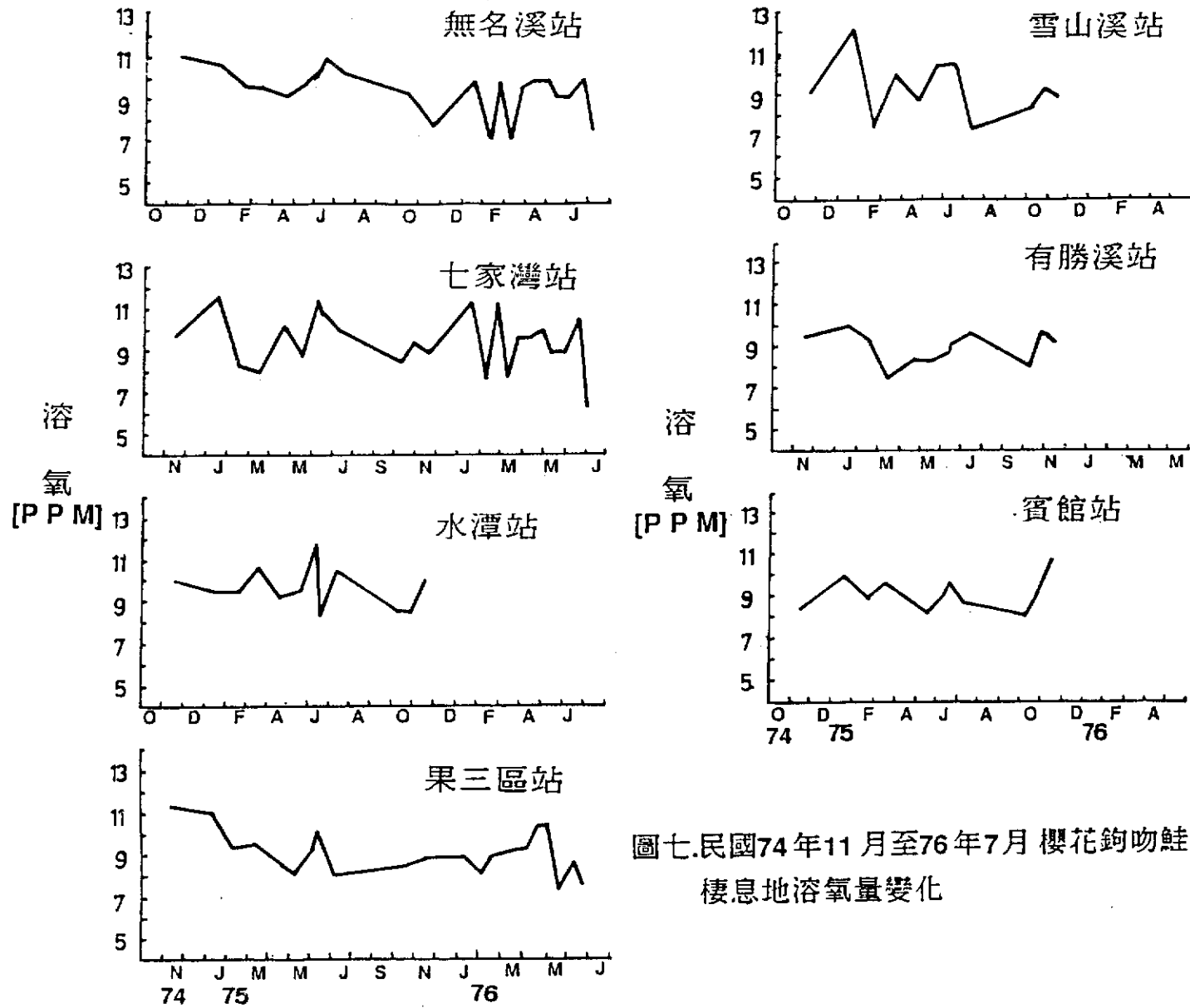
在水產試驗所櫻花鈎吻鮭復育中心下游約 200m 的河岸，由於係由卵石組成，易受洪水沖刷而改變河道及流向。

溶氧：(圖七)

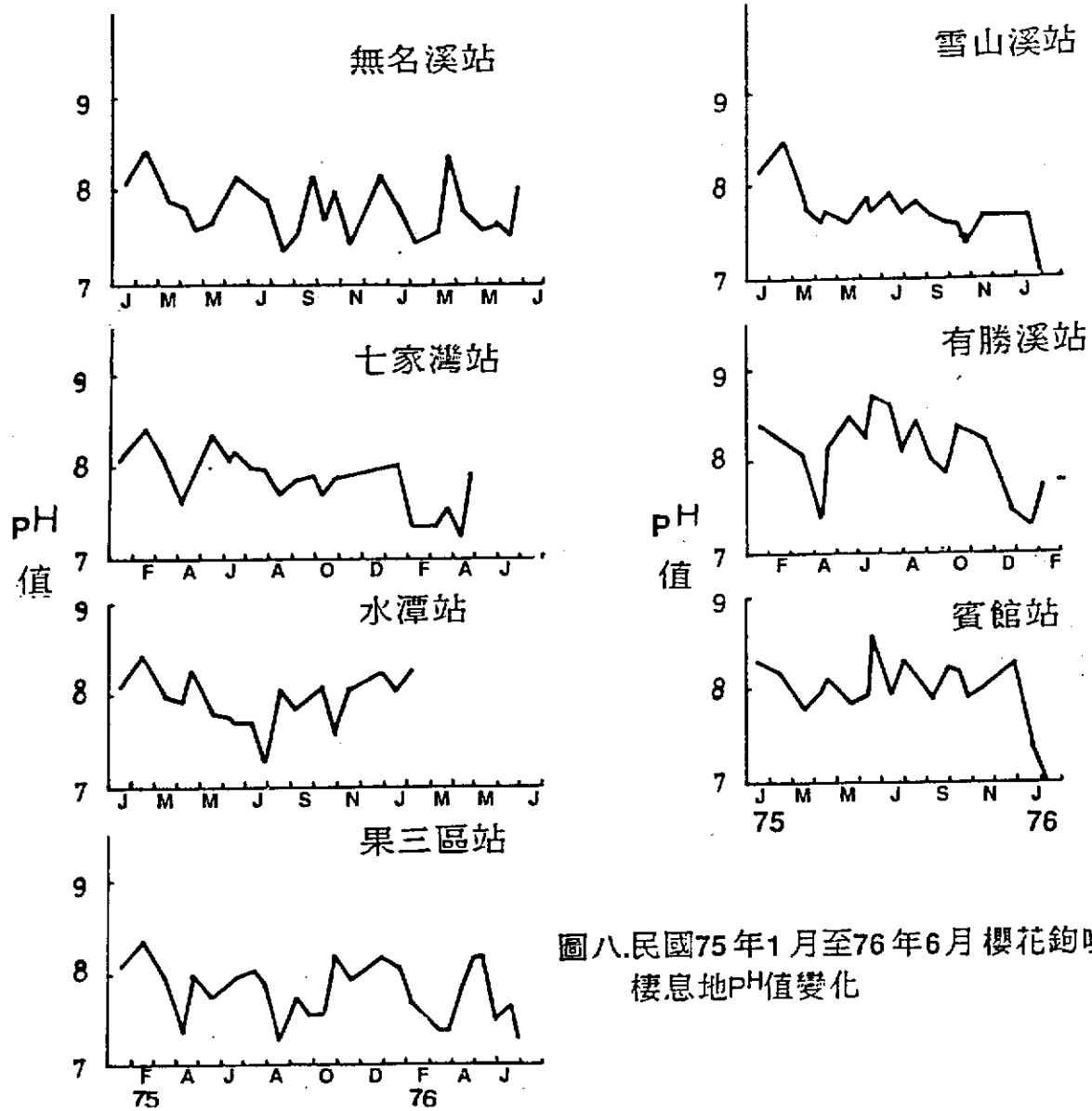
武陵地區的溪流溶氧量，均在 7.0 ppm 以上，而一般冷水性鮭、鱒魚溶氧需求在 6.0 ppm 以上，已足供其生活所需 (林、梁，1986)，故溶氧在七家灣溪中對櫻花鈎吻鮭並不是一限制因子。

pH 值：(圖八)

七家灣溪各點的 pH 值，變化在 7.0~8.3 的間，雪山溪



圖七.民國74年11月至76年7月 櫻花鉤吻鮭棲息地溶氧量變化



圖八.民國75年1月至76年6月櫻花鉤吻鮭棲息地pH值變化

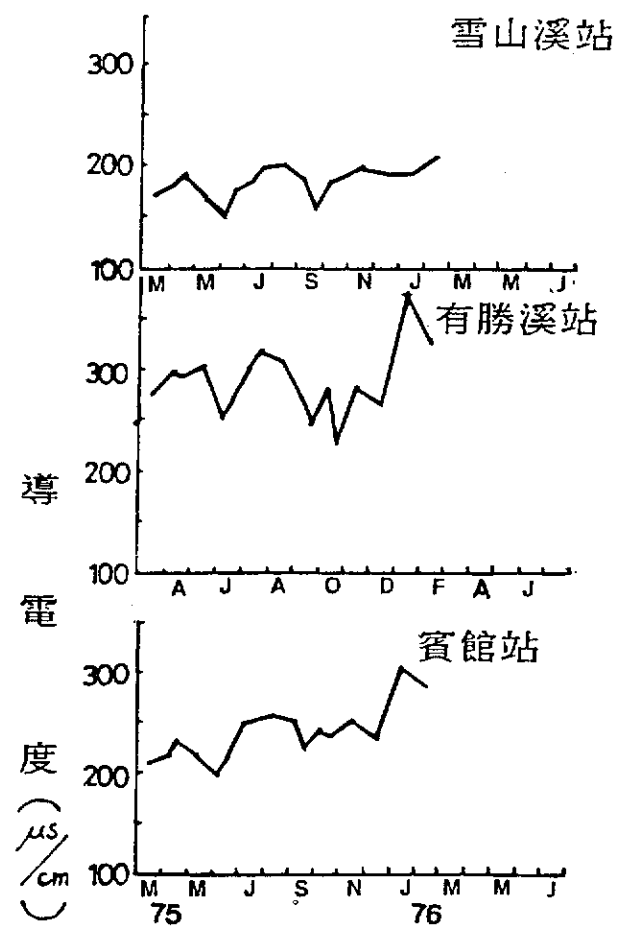
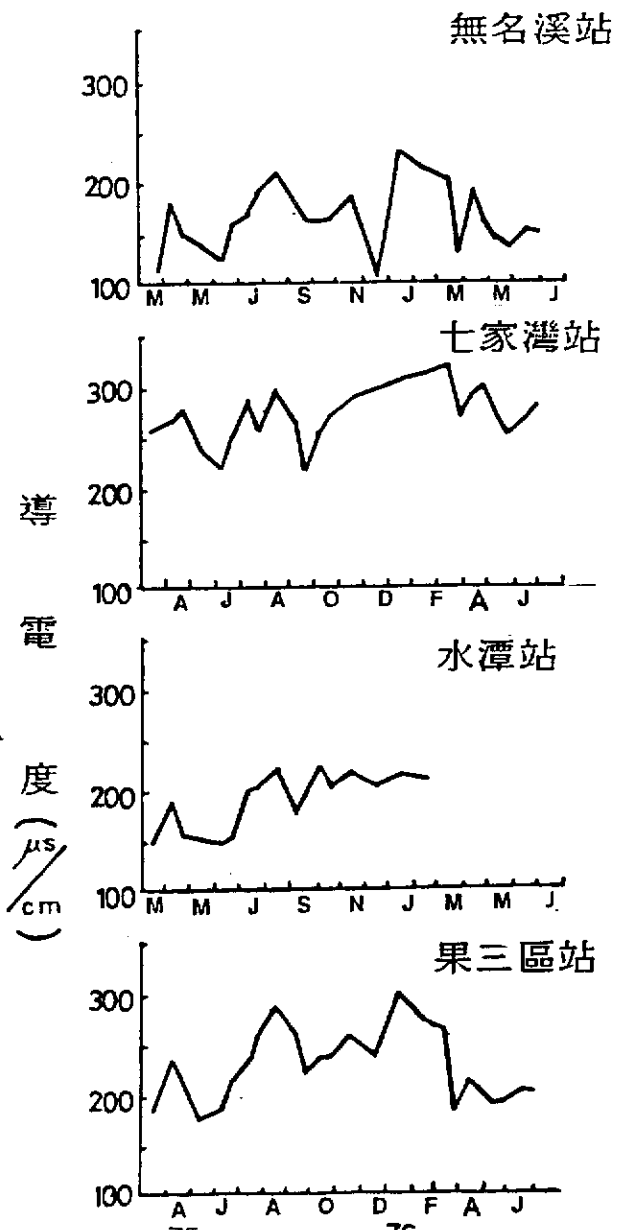
pH值變化在7.0~8.5間，有勝溪則在7.3~8.5之間。Payne and Copes(1986)指出，當pH值在6.5至8.5之間對魚類生產力最好，而目前七家灣溪的pH值均在此範圍之內。

導電度：(圖九)

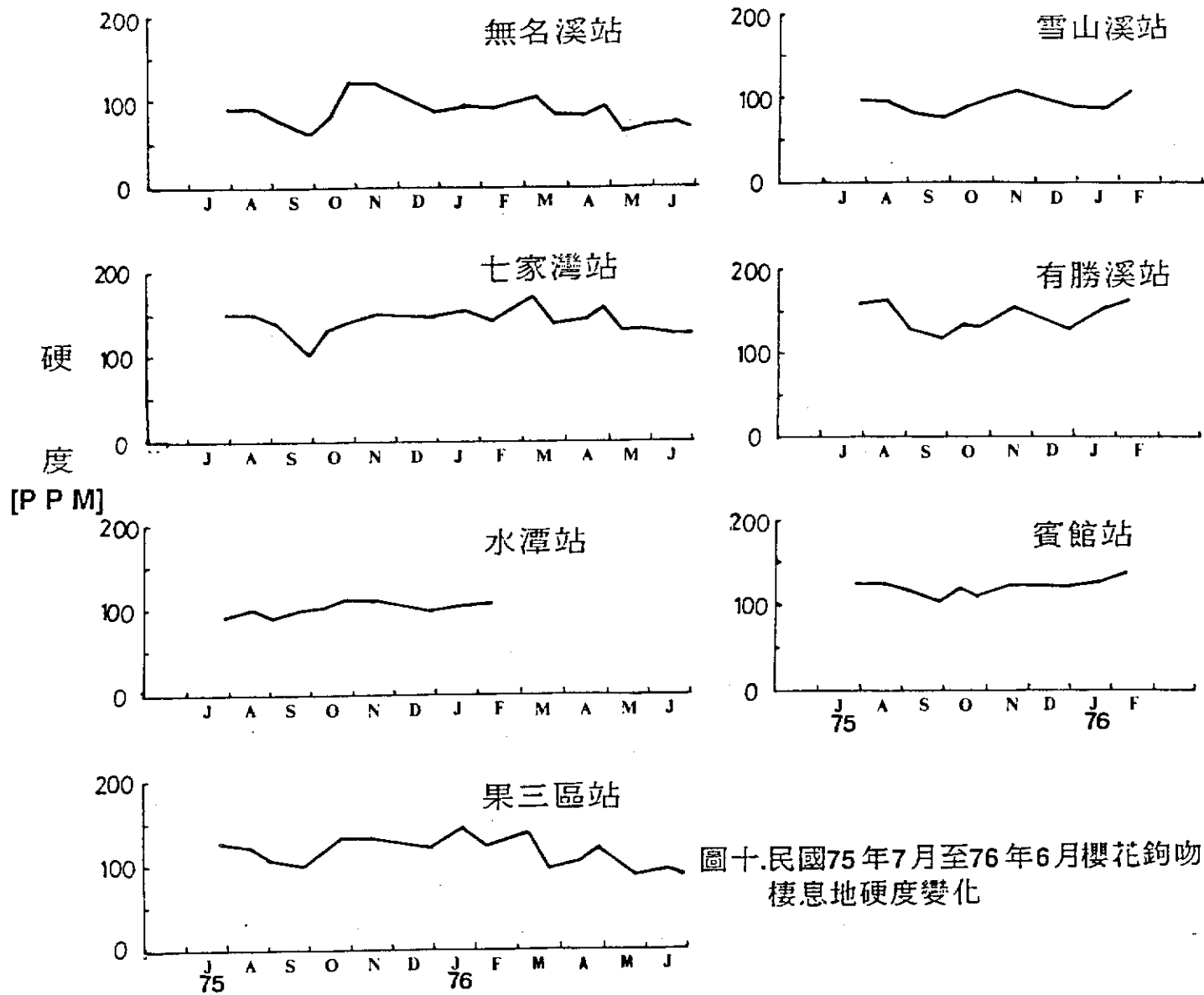
七家灣溪的導電度變化在111~311us/cm間，其中以吊橋區七家灣溪的測值最高，在220~311us/cm間；吊橋區及無名溪較低，約在111~231us/cm間。雪山溪的測值在150~208us/cm間；有勝溪約為226~375us/cm間；賓館區則在209~304us/cm間，其中有勝溪於76年1月曾有高達375us/cm之測值，主要可能是因為農場道路及其上游施工，大量的泥土傾入水中，而導致無機鹽離子溶入的緣故(Owin,1975)。另賓館區的測值由75年12月235us/cm，升至76年1月的304us/cm，其原因大致類似。

硬度：(圖十)

自75年7月至76年6月間，水中硬度變化以上游吊橋區七家灣溪站較高，在104~168ppm間，較低點為吊橋區及無名溪站，為63~121ppm，而雪山溪與有勝溪的變化值分別在77~109ppm與119~163ppm之間，賓館區的變化則



圖九.民國75年3月至76年6月 櫻花鉤吻鮭棲息地導電度變化



圖十.民國75年7月至76年6月櫻花鉤吻蛙棲息地硬度變化

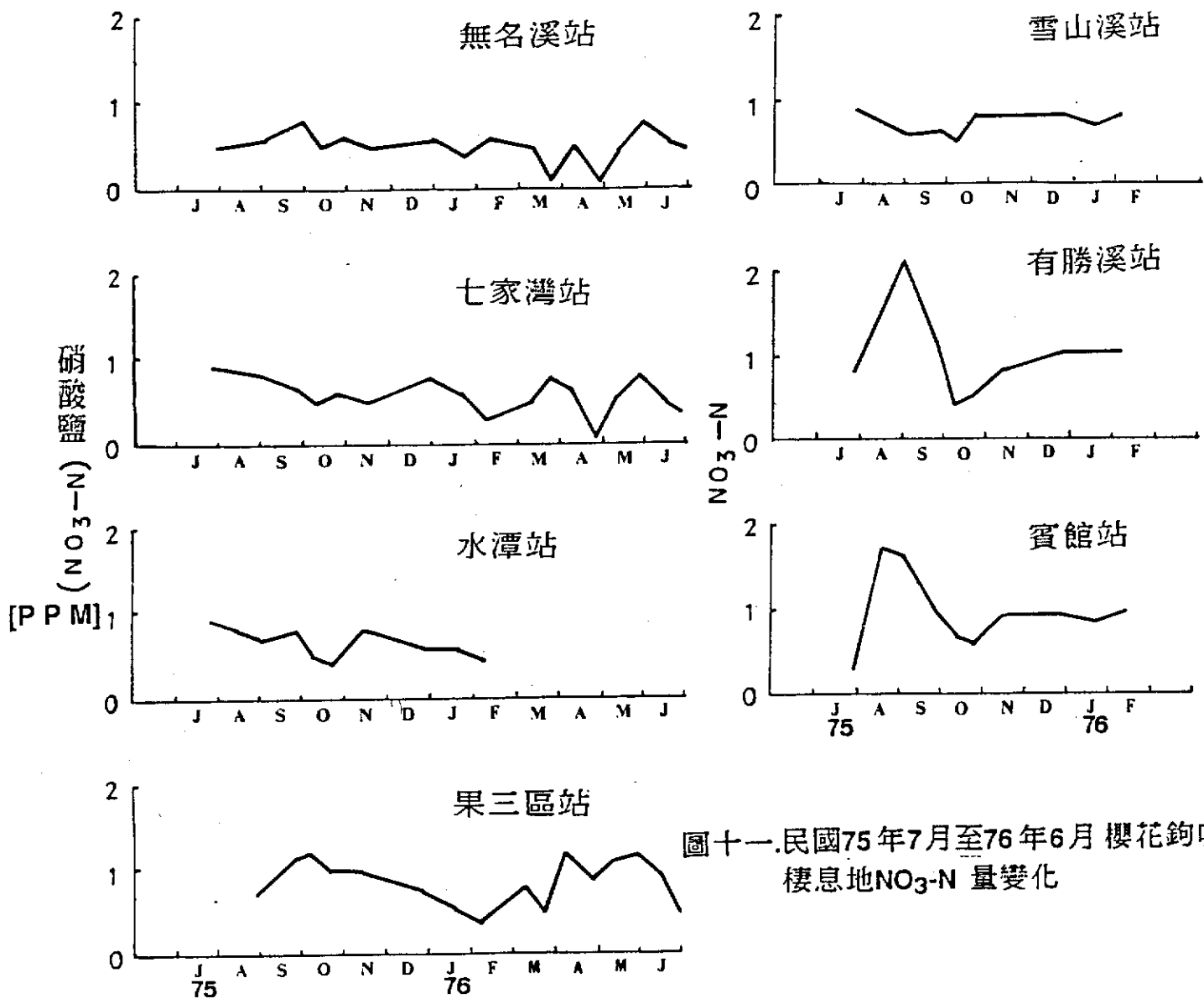
在105~139ppm間。七家灣溪一號壩以上和以下河段間，則無顯著的差異。在美國，鮭鱒魚類生存的最適硬度值在120至400ppm之間，與該值相比七家灣溪之硬度值略低(Payne and Copes, 1986)。

硝酸鹽：(圖十一)

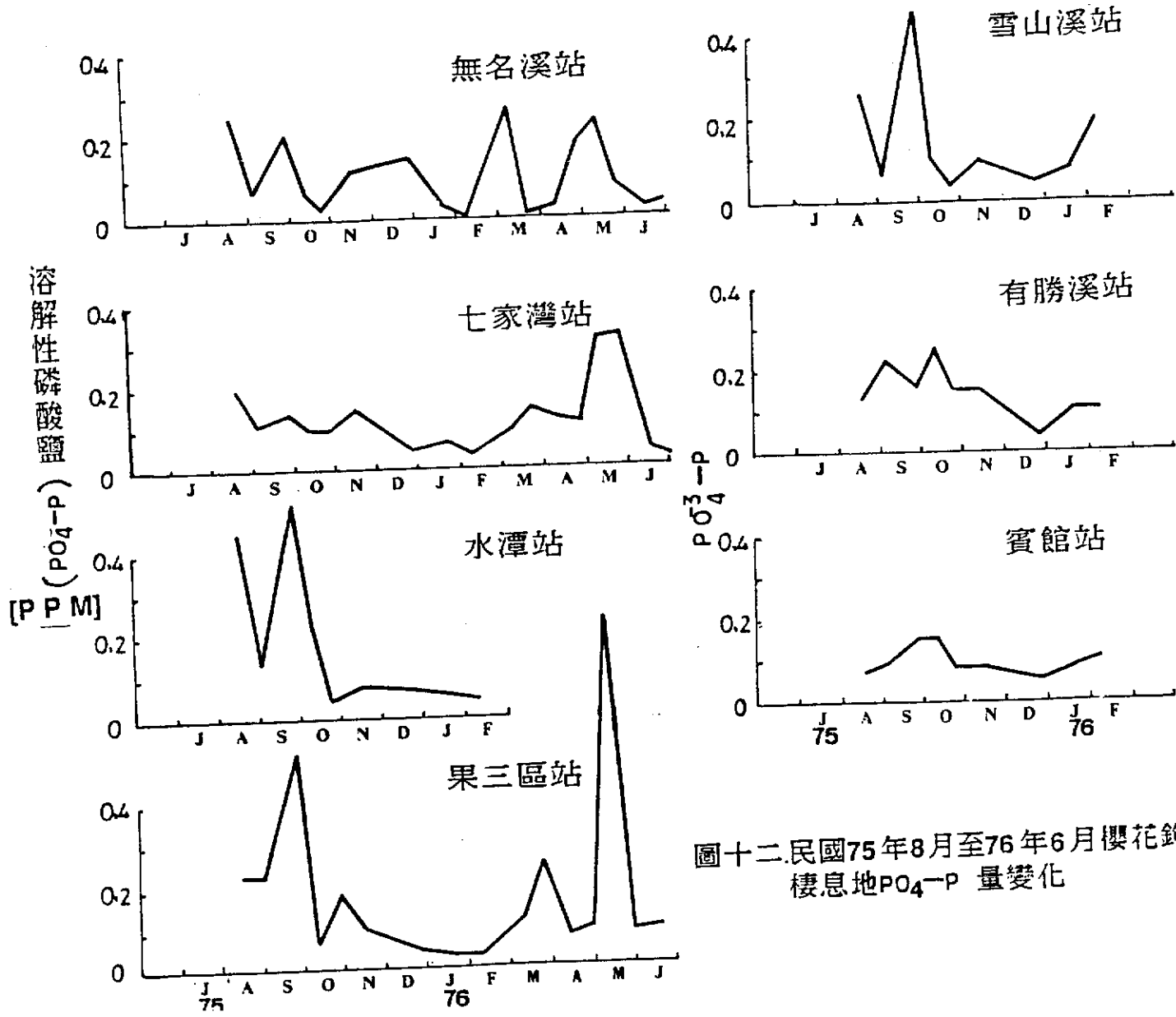
七家灣溪下游的硝鹽測值較上游高，上游如果三區測站約在0.4~1.2ppm間，吊橋區各站則在0.1~0.9ppm間。7月至11月間水果採收季時，硝酸鹽測值有升高現象(0.7~1.2ppm)。另有勝溪與賓館區於8、9月間，亦有高達2.1與1.7ppm的測值出現。

溶解性磷酸鹽：(圖十二)

七家灣溪、果三區和水潭站三調查點的磷酸鹽變化幅度較大，分別在0.04~0.52ppm與0.05~0.52ppm間。在8~9月時，果三區的數值在0.23~0.52ppm間，而水潭站的數值亦在0.14~0.52ppm間。雪山溪變化值在0.04~0.48ppm間，有勝溪在0.04~0.25ppm間，賓館附近則在0.05~0.15ppm間，變化幅度反不如七家灣溪一號壩以上的河段。



圖十一. 民國75年7月至76年6月櫻花鉤吻鮭棲息地 $\text{NO}_3\text{-N}$ 量變化



圖十二 民國75年8月至76年6月櫻花鉤吻鮭棲息地 PO_4-P 量變化

三.水棲昆蟲

七家灣溪之水棲昆蟲，經兩年之調查得知，共發現六目三十一科六十一種(楊等,1986;黃,1987);可知此河域之水棲昆蟲相頗為豐富。

至於不同目(Order)之水棲昆蟲在數量上所佔之比例，以蜉蝣目稚蟲所佔之比例最高，為總蟲數之59.2%;其次為雙翅目，佔16.3%，而毛翅目幼蟲又次之，佔15.8%。其餘各目，~~襀~~翅目為6.6%，鞘翅目及蜻蜓目稚蟲分別為1.4及0.7%。

就各目之水棲昆蟲在各調查站中數量之比較而言，以吊橋站、果三區站及水潭站之水棲昆蟲數量最多，此顯示，就魚類之食餌來源而言，上游河域最適於櫻花鈎吻鮭之覓食。

而就上野氏(1937)之報告得知，此魚所賴以維生之蜉蝣稚蟲，石蠅稚蟲，石蠶蛾幼蟲及雙翅目幼蟲，在此段河域中頗為豐沛；就數量而言，亦以蜉蝣稚蟲最多。

就蜉蝣目稚蟲在各科中所佔之比例而言；以四節蜉蝣科(Baetidae)數量最多；佔蜉蝣稚蟲總數之59.0%;其次為扁蜉蝣科(Ecdyonuridae)之27.6%;而小蜉蝣科(Ephemerellidae)

及蜉蝣科 (Ephemeridae) 又次之，分別為 7.6% 及 5.0%。

而毛翅目幼虫各科中，以沼石蠶科 (Limnephilidae) 佔大多數，佔總數之 61.6%，其次為流石蠶科 (Rhyacophilidae) 之 14.4%，而網石蠶科 (Hydropsychidae) 又次之，佔總數之 11.5%。至於體型最大之長角河石蠶科 (Stenopsychidae) 則佔 7.3%。

積翅目虫中是以石蠅科 (Perlidae) 之數量最多，佔總數之 67.7%；其次為短尾石蠅科 (Nemouridae) 之稚虫，佔總數之 19.6%；而短頭石蠅科 (Taeniopterygidae) 則又次之，佔 10.6%。

雙翅目稚虫中以搖蚊科 (Chironomidae) 數量最多，佔總數之 71.9%；其次為大蚊科 (Tipulidae) 幼虫，佔 20.3%；而蚋科 (Simuliidae) 之 7.3% 則又次之。

在蜉蝣目稚虫中，以四節蜉科之 Baetis sp. 所佔之數量最多，其數量為全流域水虫總數之 15.79%，而且其出現於各站之中，數量均多。其次為扁蜉蝣科之 Rhithrogena japonica，數量為總數之 13.99%，發生雖遍及各站水域，但以一號壩上游各站之河段較多。而此兩種為七家溪之優勢種。

在積翅目稚虫中，優勢種為石蠅科之 Neoperla sp.，佔

總數之4.03%，普遍分佈於各調查站之水域，但以一號壩之上游地區數量較多。

毛翅目幼虫中則以沼石蠶科之Uenoa tokunagai 數量最多，佔全流域水虫總數之9.72%；無名溪站、七家灣站及水潭站一帶流域此虫之數量頗多。次多之種類則為流石蠶科之Rhyacophila nigrocephala及長角河石蠶科之Stenopsyche marmorata。

雙翅目幼虫中，則以搖蚊科之Chironomus sp.A 之數量最多，佔總數之11.11%；其次為大蚊科中之Antocha bifida及蚋科之Simulium sp.。

其餘各目，包括蜻蛉目1科2種，鞘翅目3科3種，其發生數量均頗為稀少。

四.魚群分佈與族群量

溪流中魚類族群量之多寡概受溪流中湍流與水潭比例所影響(Platts, et al., 1983)。而水野(1987)亦指出溪流中水潭—湍流—水潭交互出現則為優良的魚類棲地。

在一號壩至二號壩間，水潭、湍流交互出現之環境頗多，而魚數亦多，此頗符合Platts及水野之見解，另外魚

族分布有集中在上游的現象。

果三區以下的棲地特徵是深潭頗多，其水深多在二公尺以上，底質則為砂質（長徑 $< 2\text{mm}$ ）與巨石（長徑 $> 250\text{mm}$ ）夾雜，上層多有林蔭，覆蓋良好，河岸多為岩壁，水流速為 $0.7-1.02\text{m/sec}$ ，在此地共發現31尾櫻花鈎吻鮭，大多為 20cm 以上的大型魚，多停留於岩壁內深凹的位置或水潭的最底部。

而果三區以上至復育中心河段，環境多屬淺灘，深度在 $0.4\sim 0.8\text{m}$ 之間，底質多為礫石，長徑在 $60\sim 150\text{mm}$ 之間，上層多無林蔭，覆蓋不佳，河岸多為長徑小於 750mm 的碎石或卵石，水流速度在 $0.91\sim 0.93\text{ m/sec}$ ，在此種環境出現的魚群體型較小，約 $8\text{cm}\sim 20\text{cm}$ 間，多分佈於河道的中央，偶而可見於河岸兩側，在此河段共發現163尾櫻花鈎吻鮭。分布在復育中心下方 200m 的河岸處，則有許多小型魚活動其間。

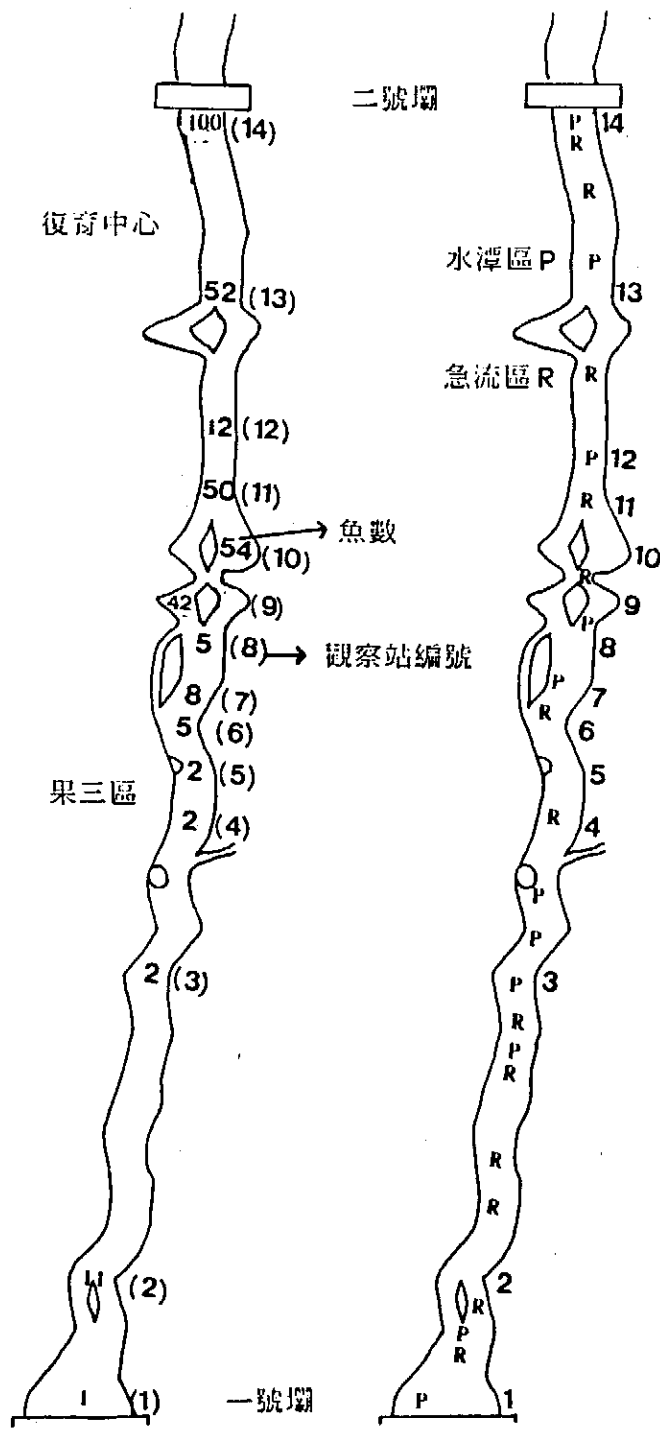
復育中心至七家灣溪二號壩間（約 280m ），因環境較為複雜，魚群分布情形便不甚規律，但在七家灣溪二號壩下方的深水潭有數量極多的魚群，總數約在100尾左右，而近復育中心一段也有52尾。

在武陵吊橋附近則約有300尾魚，魚體小於 15cm 者，約

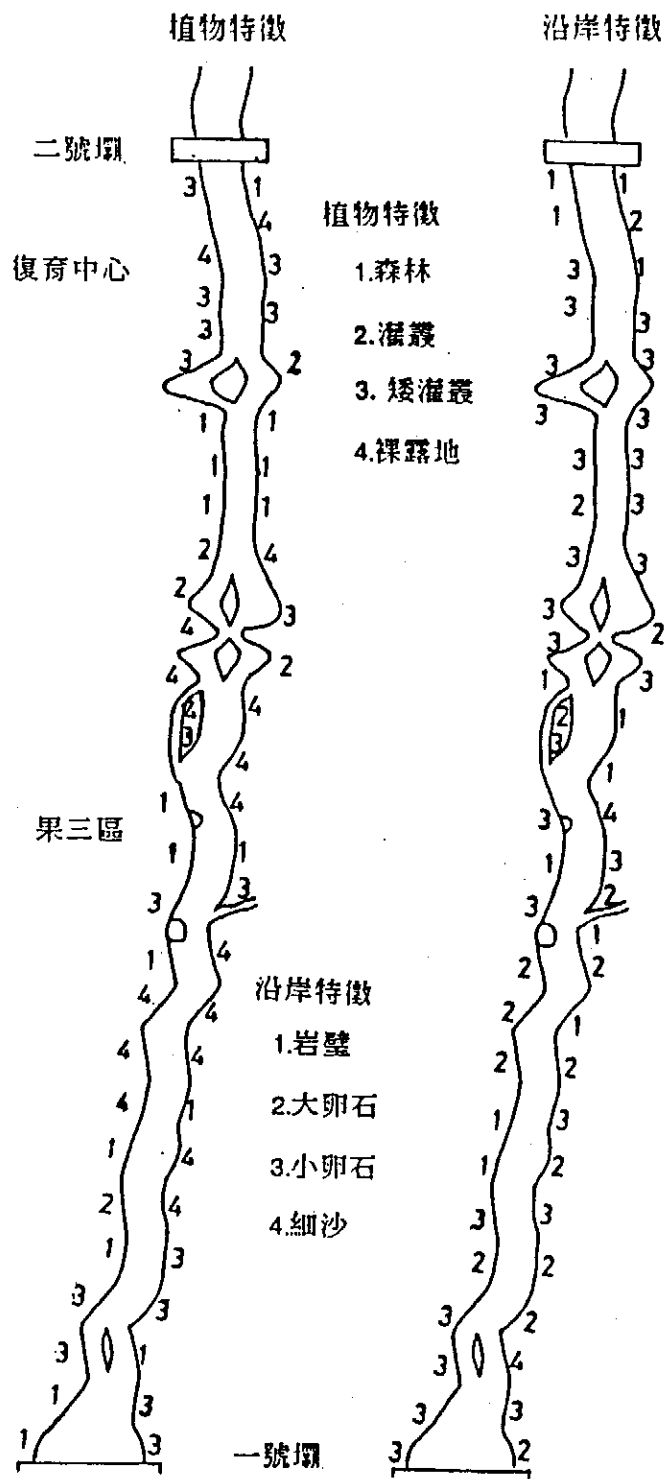
佔150尾，15~25cm者100尾，大於25cm者約有50尾。鄧氏(1959)曾指出櫻花鉤吻鮭一年魚的平均體長在143mm左右，二年魚體長平均在230.5mm左右，可見目前七家灣溪內的魚群以魚齡在一年或一年以下者最多，其次為魚齡在一年至二年間者，再其次為魚齡在二年以上者。

在一號壩至二號壩間，有魚出現的14個地點(觀察站，圖十三)至9月間之平均水深、水溫，河寬、流速及魚數茲列於表三。該表顯示魚族較多的地區(第2站，第8~14站)的流速、水溫、流速、水深、河寬等因子，與魚族較少的各站(第3至7站)測值間並沒有顯著差異。圖十四為前述14個觀察站的主要底質與沿岸植物型態；由此圖與魚群數(圖十三)比較，顯示魚群數與當地植物與底質主要成分間關係亦不顯著。

目前七家灣溪一號壩至二號壩間，於民國75年夏季櫻花鉤吻鮭群總數約在646尾左右，年齡在一年或二年以下者約佔50%，一年至二年間佔33%，二年以上者佔17%，該魚年齡結構與數量呈現一種穩定年齡群分布的狀態(Stable age distribution)。若保護措施得當且環境良好，族群便會自然增加。於民國76年夏季調查時，同一地區櫻花鉤吻鮭族群估計已多達2000尾以上(曹等，未發表)。



圖十三：七家灣溪一號壩至二號壩間
水潭急流與魚類分布



圖十四：七家灣溪一號壩至二號壩間兩岸植物與沿岸特徵

表三：75年6月至9月七家灣溪一號壩至二號壩
間櫻花鉤吻鮭出現地點的環境特徵

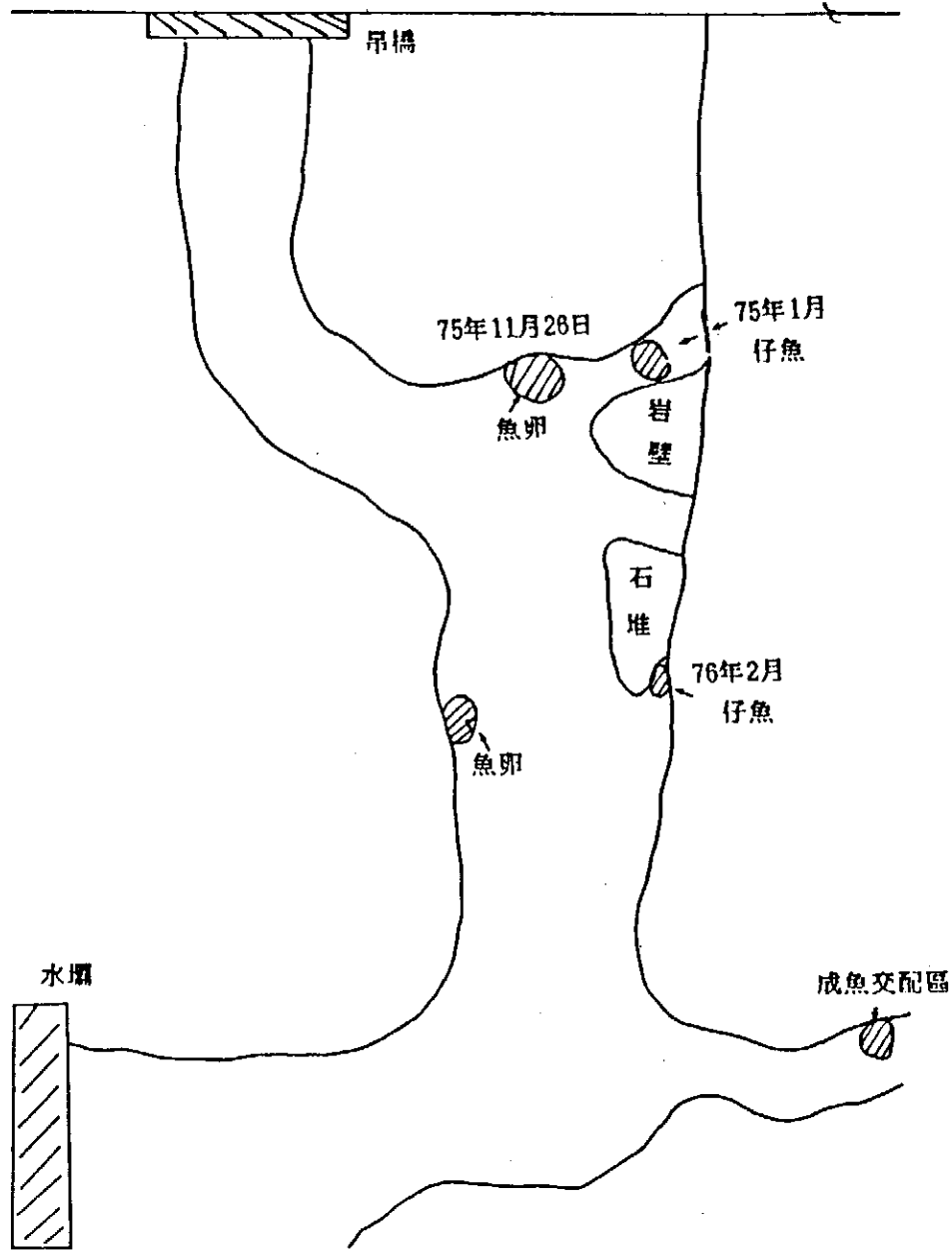
站號	魚數	水溫 ($^{\circ}\text{C}$)	流速 (米/秒)	深度 (米)	寬度 (米)
1	1	14	0	0.8	32.8
2	11	14	1.0	3	17.1
3	2	11	0.8	1.5	7.2
4	2	11	0.8	0.9	8.4
5	2	13	0.7	2.0	9.0
6	5	14	0.7	1.0	9.8
7	8	13	0.5	3.0	8.1
8	5	14	1.6	2.5	6.2
9	42	14	1.1	2.0	20.0
10	54	13	1.0	0.5	20.0
11	50	13	1.0	2.0	15.0
12	12	11	0.9	1.0	10.7
13	52	11	0.9	0.5	15.7
14	100	14	0.4	4.0	16.2

大型魚體出現的棲息地一般多有良好的掩蔽，例如河岸有林木，岩壁有內凹，水中有傾倒的林木或巨石，以及水潭的深處。七家灣溪一號壩附近的水潭內，曾發現一全長約在35cm左右的個體，停留於一枯木樹洞內（當地僅有此處掩蔽），調查人員潛水可接近至約0.5m的距離，並以木尺測量其體長，而未見任何驚嚇反應。在復育中心下方的河流、水深僅0.8m的急流區，亦曾見二尾體長在25cm以上的櫻花鉤吻鮭，該處水深與上層林蔭均不理想，但溪中卻滿佈巨石，該二魚即停留於緊貼岩壁、且流水由上傾瀉而下沖激形成水花的位置。另如吊橋附近的水潭中，因滿佈傾倒的林木與枯葉，也有魚群停留於其間。可見掩蔽物對體型在20cm以上魚類，為一甚為重要的棲息環境。

小型魚多分佈在河川主流的附近或二石頭間的急流區內，在急流區內的位置並不固定，在各垂直深度處均可見其蹤跡。櫻花鉤吻鮭在進入急流約2~5分鐘後，會有暫時脫離急流，而在急流旁有石頭為屏障的緩流處漂流，再進入急流的現象。在果三區上游，便曾於一長、寬均約為70cm的急流區（流速0.6m/sec）內，同時觀察得到七尾10~20cm之個體；另於第10、11觀察點亦有類似情況發生。

生殖季節，在武陵吊橋站下極易看到生殖狀態的魚族

，在民國75年11月曾於果三區下方50m處，觀察到二條魚配對外，75年10月在武陵吊橋區亦曾觀察得配對與競爭領域之行為；75年10月11日16時47分，更在吊橋區右側七家灣溪之淺灘處（水深10cm，底質長徑約8mm），觀察得一對雌雄互相配對且有交配行為；二魚會以尾鰭互相拍打，相互磨擦體側皮膚，並以嘴部互相輕咬背鰭，且不停交換左右位置，體色同時由淡褐轉至暗褐，觀察人員當時可接近至50cm距離觀察，故推論交配時對外來刺激之反應遲鈍。整個交配過程持續約20分鐘以上，但因天色陰暗，未能作持續觀察。另於74年11月19日，於採集水生昆蟲時採得魚卵13顆（測量後即放回溪中），卵呈黃橙色，沈於溪底，卵徑大小於 17 ± 0.7 mm，此亦與鄧氏報告（1959）所稱其卵為：離性沈性卵，呈深黃色之描述相同。75年11月26日，於74年發現魚卵之位置前方約20公尺處，5-15cm的淺灘又發現另一處魚卵分佈（如圖十五），該處共發現六顆魚卵，呈乳白色（死亡之卵），六顆卵中有三顆埋入土中約8mm，餘是散置溪底，但均緊臨底石或位於底石凹入處。該處底質主要為砂質（ < 2 mm，佔77%），而岩石佔23%。另於75年1月與76年2月也曾於武陵吊橋區下方發現體長小於5cm之仔魚（圖十五），與發現魚卵的時間相比對，推論其孵化所需



圖十五.七家灣溪三號壩與武陵吊橋間櫻花鉤吻鮭魚卵、仔魚分布位置

之時間在45~60天之間；至於發現仔魚之環境，其特徵為類似迴水區(backwater)之環境，深度在30~50cm之間，底質則有礫石亦有砂質。

討論

七家灣溪一號壩以上約700~900公尺及果三區以下約100~300公尺間河段，兩岸植被多屬森林型態，雜有矮灌叢及灌叢，河岸具岩壁及大、小卵石等不同型態，水潭、急流分布均衡，能提供不同年齡之魚所需的生活空間，屬優良魚類棲息河段（林及梁 1986）。

由現有數據顯示櫻花鈎吻鮭生存水域，除了營養鹽過高外，其餘各項水質測定值均甚正常。Goldman and Horne (1983)指出，未污染河川的溶解性磷酸鹽濃度上限為0.01ppm，硝酸酸濃度為0.05ppm。然而七家灣溪與雪山溪的磷酸鹽及硝酸鹽，全年大部份時間的測定值均高於上述數值，可見這些溪流均已受到嚴重污染。

Omernik (1977)發現水中營養鹽濃度直接與農業土地百分率成正比，而與森林土地成反比。因此七家灣溪西岸全面開墾為果園、蔬菜園乃是造成七家灣溪營養鹽污染的主因。

在水潭與急流之長度比例中，豐水季之值較枯水季為高，枯水季時由於水量減少，部份河道乾枯，致使水潭和急流在數量和長度上均有減少情形，在七家灣溪一號壩至

二號壩全長2680m的溪流中，估計水潭總長度在枯水季比豐水季減少約57m，而急流總長度減少約38m，故枯水季時，水潭與急流之比例有下降跡象，一般認為此值之最佳比例在1:1(Platts, et al., 1983)，而Platts (1976)又在South Fork 鮭魚河則發現，該河川鮭魚最高生產量發生在該值比例為0.4:1時，而七家灣溪比值約0.7:1，介乎上述二比例值之間，應屬一優良河川。

櫻花鈎吻鮭係主食水棲昆蟲之淡水魚(上野, 1937; 楊等, 1986)，而由本研究得知，此河域水棲昆蟲相頗為豐沛；櫻花鈎吻鮭出現較多之果三區以上水域，水棲昆蟲之種類和數量均多，此足供此魚之天然食物。

櫻花鈎吻鮭之分布狀況與魚體大小、棲地寬度、流速及底層覆蓋度有關；Ali (1959)指出太平洋鮭魚類(Oncorhynchus spp.)之網膜細胞隨年齡增大而加強，Hoar (1958)也指出Oncorhynchus spp. 在幼年期，逆光性不明顯，隨著年齡增大，逆光反應便趨於強烈。可知，大魚較喜在深水處或避光處活動。在復育中心附近河域出現的較大型櫻花鈎吻鮭便多利用上層水流激起水花作為掩蔽或在岩壁內凹處棲息；此外，櫻花鈎吻鮭隨年齡體型之增加，體色也趨向灰暗，體側橢圓斑點也有併合現象，此恰可與深潭

之底質相配合，達成遮蔽效果，而體型較小之魚類（體色呈暗黃色），體側圓斑大小與面狀分佈河段之礫石大小相似，如此則可達到分離魚體形象之保護作用。換言之，小魚多分布於環境多礫石場所，成面狀分布，大魚多分布於深潭有隱蔽處，而呈點狀分布。此種改變棲地之行為，大致發生在一年魚，體長15cm左右。

於民國76年6月曾於七家灣溪一號壩以下約100公尺處深潭發現櫻花鈎吻鮭與鮭魚共存的狀況，在雪山溪與七家灣溪交會處只有少數鮭魚活動其間。其原因可能與攔砂壩建築有關。在雪山溪的億年橋以下短短二公里內，共構築四個攔砂壩，而各壩均已淤塞，除造成魚群上溯阻礙外，各水壩間水流流速較大，約在0.8~1.4m/sec間，水潭數量不多，魚類或魚卵在遭受如此快速水流沖擊，無處休息、躲避（林及梁，1986）。

魚類有趨流反應（rheofactic response），而流速快的河川，漂浮生物量便高，所以在較小空間便可獲得足夠食物。換言之，在相同空間內可容納更多同類，而高速水流亦可能對魚類視覺造成遮蔽作用（Visual isolation），也會使其縮小領域而增加族群數量（Chapman, 1966）。

櫻花鈎吻鮭的分布在過去50年內減少許多，與儀及中

村1938)與鹿野氏(1934)均指出30年代櫻花鈎吻鮭廣分布於大甲溪主流及各支流如合歡溪、南湖溪、有勝溪、七家灣溪、司界蘭溪，甚至在梨山附近都有該魚出現的報告。而Watanabe & Lin (1985)與Behnke et al. (1962)在60-70年代的採集紀錄，在司界蘭溪、雪山溪仍然可採到櫻花鈎吻鮭，而80年代櫻花鈎吻鮭只分布在七家灣溪中、上游部份，七家灣溪下游及所有前述各支流都已失去魚蹤。

目前有勝溪及其與七家灣溪交會點下游的夏季水溫高達 18°C ，櫻花鈎吻鮭無法生存。過去這些水域的水溫都在 16°C 以下，因此有櫻花鈎吻鮭的分布。目前水溫的增高，與七家灣溪沿岸的森林砍伐有關。Swift 及 Messer (1971)在美國之河流發現，溪流沿岸森林砍伐後，溪水水溫原來的 19°C 增高至之 23°C 。而如今七家灣溪沿岸早已開發為果園、蔬菜園；因此水溫的增高，勢屬必然。日人為了保護櫻花鈎吻鮭，規定在該魚生存的溪流沿岸 300公尺內禁止砍伐林木(與儀1938)。

目前七家灣溪、無名溪及雪山溪全長28.3km，有攔砂壩11座，這些攔砂壩的高度在5m以上，阻礙了魚類自下游往上游活動的能力。這些攔砂壩將櫻花鈎吻鮭的生存區域切割成許多分離區域，減少彼此間交配機會，而攔砂壩下方

往往形成水潭會淹沒產卵場和卵區育地。

据林與梁(1986)之總合前人研究得知，鮭鱒魚類良好生存條件應包括低水溫(16℃以下)，高溶氧(6PPM以上)，水量充沛，覆蓋充分，無脊椎動物數量豐富及無污染。就七家灣溪一號壩以上之河段而言，除了營養鹽污染及攔沙壩阻隔魚類上下游來往外，其他各項環境因子及食物來源——水棲昆蟲都能顯示，七家灣溪為櫻花鉤吻鮭生存的優良河段。

目前，七家灣溪已受到肥料的污染，而政府已正在進行武陵農場污水處理計劃及計劃委託專家從事七家灣溪土地規劃案，相信七家灣溪營養鹽污染情況將會獲得改善。然而武陵地區夏、秋二季，每遇颱風水量甚大，會造成河川改道，淹沒天然產卵場及孵育場，許多櫻花鉤吻鮭也被帶往下游，由於多重攔沙壩的阻隔，無法再回溯至上游生存。民國七十四、七十五年間之颱風，促成河水淹濫，造成許多魚類之死亡。民國七十六年十月間七家灣溪上游魚卵的大量死亡，也可能與孵育場河水氾濫受損有關，惟此尚待更進一步之研究証實。

未來櫻花鉤吻鮭保育重點，尤應注意溪流兩岸陸地及集水區之管理，如這些地區能做適當保護，以減緩河川沖

刷的速率、穩定溪流與水道的流量、減少河川的污染，便可達到改善河川棲地，增加魚量的目標。

建議：

- 一、武陵之河川受颱風頗大影響，河道及底質易受改變，影響魚類的生存。例如民國75年九月韋恩風災後，三號壩上水塘縮小、無名溪改道，有一些櫻花鈎吻鮭死亡，故有關當地水文、底質的變化，應予加強研究。
- 二、櫻花鈎吻鮭復育中心復育成功之鮭魚、應予標識放流，以追跡其存活率。目前櫻花鈎吻鮭之生存環境在七家溪僅短短約五公里，若環境激烈變動或人為影響，櫻花鈎吻鮭實有絕滅之慮，因此部份魚族可放流於雪山溪及七家灣溪。
- 三、七家灣溪一號壩以上700~900公尺，果三區以上約100~300公尺間的河道，為鮭魚生存最佳區域。
- 四、七家灣溪各項水質因子，除了營養鹽過高外，堪稱優良。因此，未來的研究重點為當地物理因子與魚類生存及魚類分布的關係研究。
- 五、由於櫻花鈎吻鮭棲息河域附近為溫帶果樹及高冷蔬菜區，所以對於土壤流失、肥料利用及農藥之使用監測，應尤加注意。另外，遊客所造成之可能污染源，亦應加以注意。

參 考 文 獻

- 大島正滿, 1936 a, 大甲溪の鱒關する生態的研究,
植物及動物, 4:337-349。
- 大島正滿, 1936 b, 櫻鱒並じに琵琶鱒の學名に就て
鮭鱒彙根, 8(29):1-11。
- 上野益三, 1936, 第二回臺灣陸水踏查概根, 陸水雜,
6(1):33-47
- 上野益三, 1937, 臺灣大甲溪の鱒の食性と寄生虫, 臺
博報, 27:153-159。
- 與儀喜宣、中村廣司, 1938, 台灣高地產梨山鱒(櫻花鈎
吻鮭), 林曜松譯, 內政部營建署編印(1984),
16pp + 8pls.。
- 鄧火土, 1959, 台灣高地產陸封鮭魚的形態與生態, 台
灣省水試所試驗報告, P.77-82。
- 津田松苗, 1962, 水生昆虫學, 日本北隆館出版, 290pp.
- 何鑑光, 徐世傑, 1977, 臺北區新店溪水生昆虫之研究,
省立博物館科學年刊, 12:1-50.
- 德基處, 1983, 德基水庫集水區水土保持第二期整理規劃
報告, 台灣省政府及經濟部德基水庫管委會委託, 中

- 華水土保持學會辦理，344PP。
- 川合禎次 1985 日本產水生昆蟲檢索圖說，日本 東海大
海出版，409pp.
- 林曜松、梁世雄，1986，鮭鱒魚類生態自然文化景觀保育
論文集(二)鮭鱒魚保育專輯，農委會林業特刊第九號
。21-38。
- 楊平世、林曜松、黃國靖、梁世雄、謝森和、曾晴賢，
1986，武陵農場水域之水棲昆蟲相及生態調查，農委
會75年生態研究第 001號，48pp，48PP.。
- 水野信彥等，1987，內水面漁場環境利用實驗調查報告書
，日本全國內水面漁業協同組合會，265頁。
- 黃國晴，1987，七家灣溪水棲昆蟲相及其生態研究，臺大
植物病虫害研究所碩士論文，147pp.
- Ali, M.A., 1959. The ocular structure, retinomotor and
photobehavioral responses of juvenile pacific
salmon. *Can. J. Zool.* 37:965-996.
- Behnke, R.J., T.P. Koh, and P.R. Needham, 1962. Status of
the landlocked salmonid fishes of Formosa with
a review of *Oncorhynchus masou* (Brevoort).
Copeia, (2):400-407.

- Chapman, D.W.,1966, Food as regulators of salmonid populations in streams. *Am.Nat.* 100:345-357.
- Merritt,R.W.,and K.W,Cummins,1984.An introduction to the aquatic insects of North America, Kendall and Hunt Publ. Co. Dabuque,Iowa 722pp.
- Goldman,C.R.,and A.J.Horne,1983.Limnology.3rd ed. The C.V.Mosby Compang,Saint Louis,Mo.283pp.
- Hamilton K., and E.P. Bergersen,1984. Methods to estimate aquatic habitat variables. U.S. Bureau of Reclamation, Tech.Rep. D-730. 247 PP.°
- Hoar, W.S.,1958. Endocrine factors in the ecological adaptation of fishes. P. 1-23. In A. Gorbman [ed.],*Comparative Endocrinology*. Wiley, N.Y.
- Kano,T.,1940.Zoogeraphic studies of The Tsugitaka Mountains of Formosa.Inst.Ethnogr Res.Tokyo.145pp.
- Leopold, L.B., and W.B. Langbein, 1966. River meanders. *Scien. Amer* 214:60-70.
- Mueller - Donbois D., and H. Ellenberg,1974. *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. John Wiley & Son, Inc. N.Y.U.S. A. 547pp.

- Omerik, J.M., 1977. Nonpoint source-stream nutrient Level relationships: a national Study. U.S. Environment Protection Agency, EPA-600/3-77-105, Washington, DC.
- Oswood M.E., and W.E. Barber, 1982. Assessment of fish habitat in streams: goals, constraints, and a new technique. Fisheries 7131:8-11.
- Owin, S.O., 1975. Natural Resource Conservation. Macmillan Publishing Co., New, York , U.S.A.
- Payne, N.F and, F. Copes, 1986. Wildlife and Fisheries improvement handbook. U.S.D.A. Forest service. 110pp.
- Platts, W.S., 1976. Validity of methodologies to document stream environments for evaluating fishery conditions. In: Instream flow hecda procedures, Vol. 2 Bethesda, MD: American Fishery Society P. 267-284.
- Platts, W.S., W.F. Megahan, and G.W. Minshall, 1983. Methods for evaluating stream, riparian, and biotic conditions. U.S. For. Serv. For. Range. Exp. Stn., Gen. Tech. Rep. INT-138. 70PP. .
- Swift, H.W., and J.B. Messer, 1971. Forest cutting raise

- temperature on small streams in the south
Appalachians, J. Soil & Water Conservation 26:111-116.
- Wiggins, G.B. 1977, Larvae of the North American Caddisfly
genera (Trichoptera) Univ. of Toronto Press, Toronto
Buffalo London. 401pp.
- Watanabe, M. & Y.L. Lin, 1985. Review of the salmonid fish in
Taiwan. Bull. Biogeogr. Soc, Japan. 40(10).



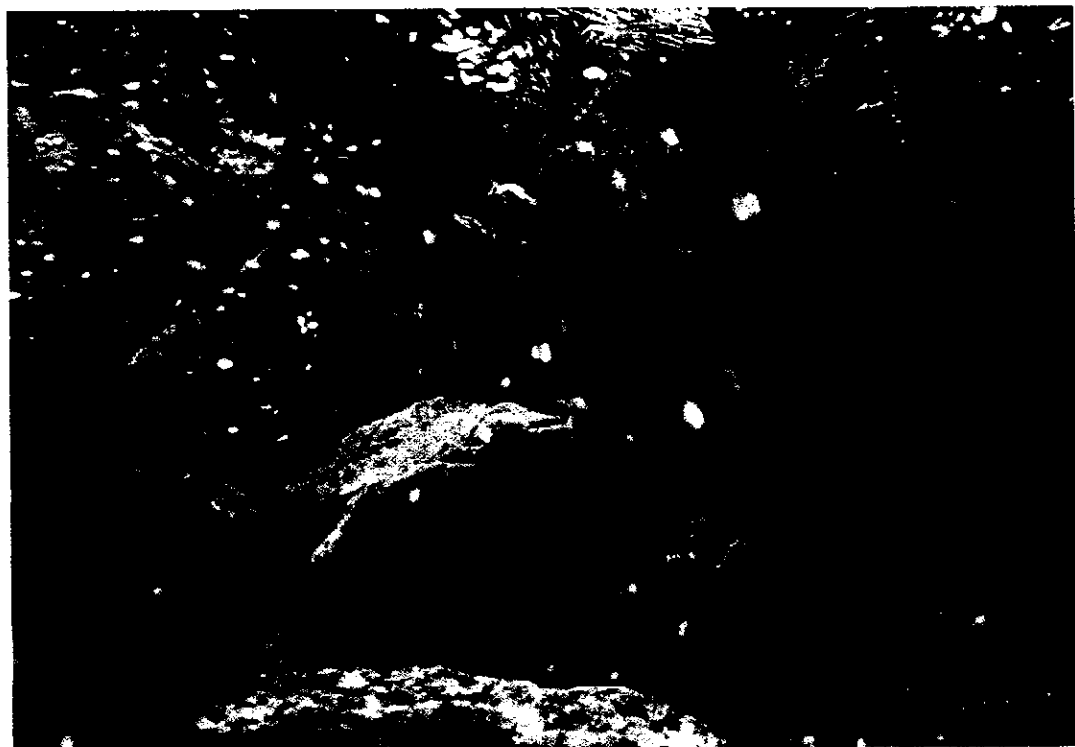
圖片 1：櫻花鉤吻鮭呈點狀分布
之水潭



圖片 2：櫻花鉤吻鮭呈面狀分布
之河段



圖片 5：大型魚與小型魚之身體
特徵比較



圖片 6：水產試驗所武陵工作站
附近出現之櫻花鉤吻鮭



圖片13：良好放流河段（果三區
以上100~300m間）



圖片14：河岸自然崩坍（七家灣
溪一號壩至果三區間）



圖片15：河岸自然崩坍（水產試
驗所武陵工作站附近）



圖片16：武陵工作站附近冬季河
床裸露狀況



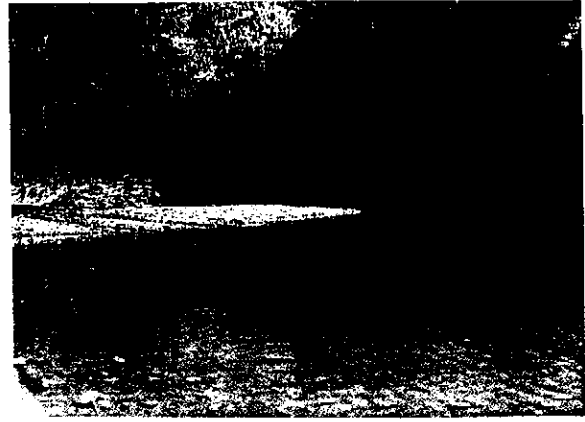
圖片17：雪山溪流況（雪山溪一
號~二號壩間）



圖片18：吊橋右側七家灣溪溪流
天然障礙（瀑布）



圖片25：武陵吊橋下方七家灣溪上游



圖片26：七家灣溪二號壩上方之水塘（74年11月）



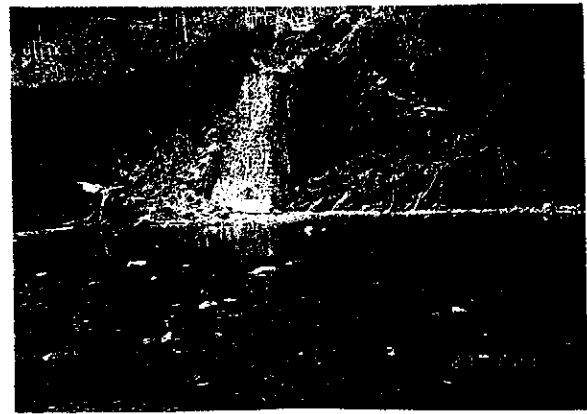
圖片27：風災後七家灣溪一號壩上水池之狀況（76年1月）



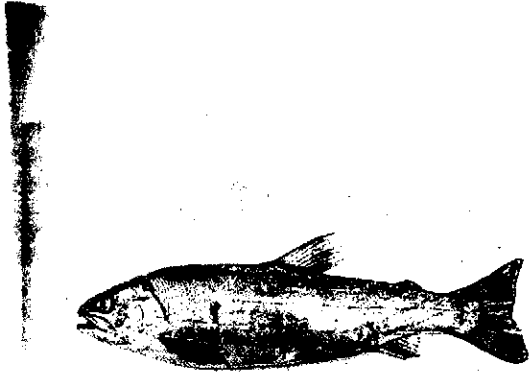
圖片28：武陵吊橋區水塘綠藻叢生（76年1月）



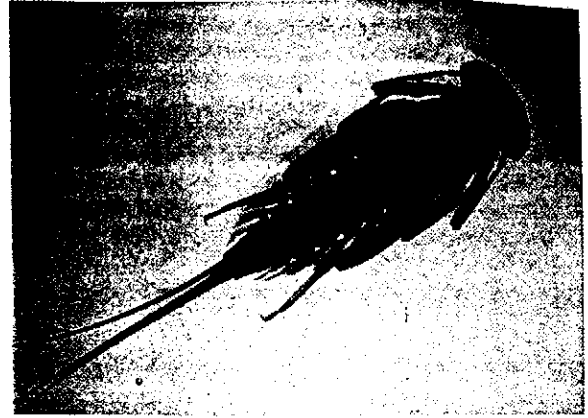
圖片29：七家灣溪一號壩上水塘（75年2月）



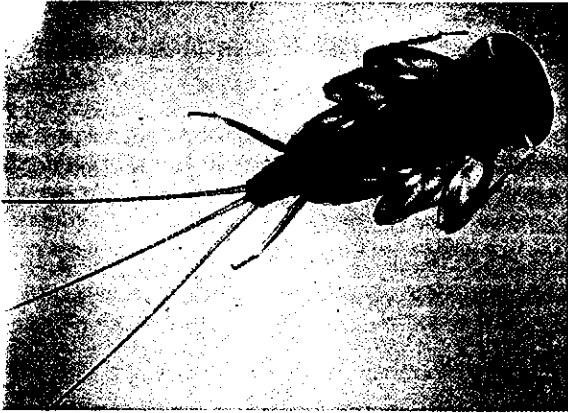
圖片30：風災後七家灣溪一號壩上水塘（76年1月）



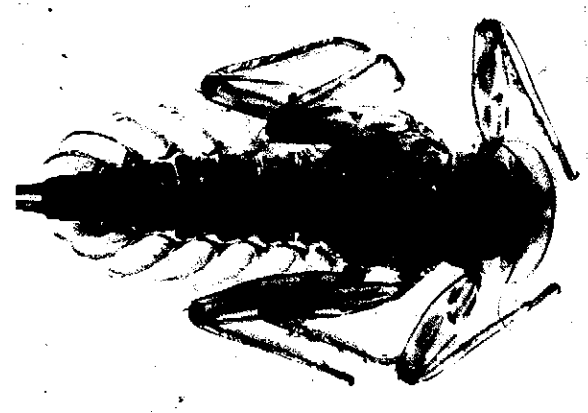
圖片37：75年5月拾得已死亡之櫻花鈎吻鮭體側有類似鳥啄之傷口



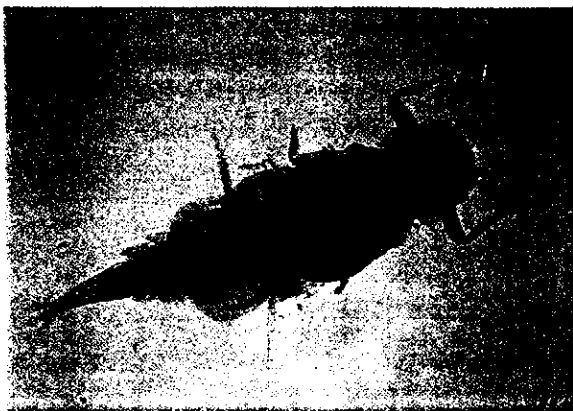
圖片38：*Rhithrogena japonica*



圖片39：*Ecdyonurus* sp.



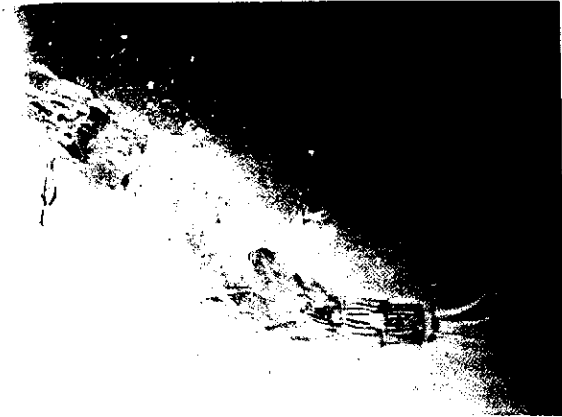
圖片40：*Epeorus* sp.



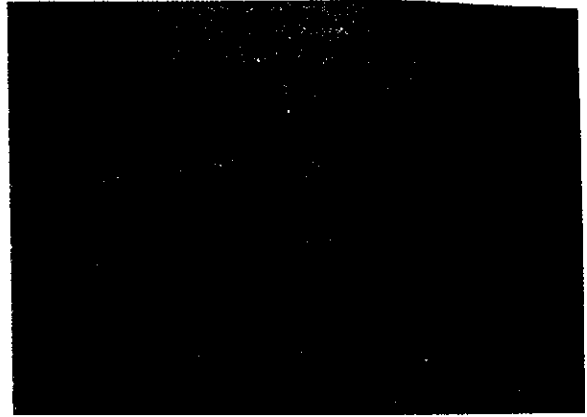
圖片41：*Caenis* sp.



圖片42：*Paraleptophlebia* sp.



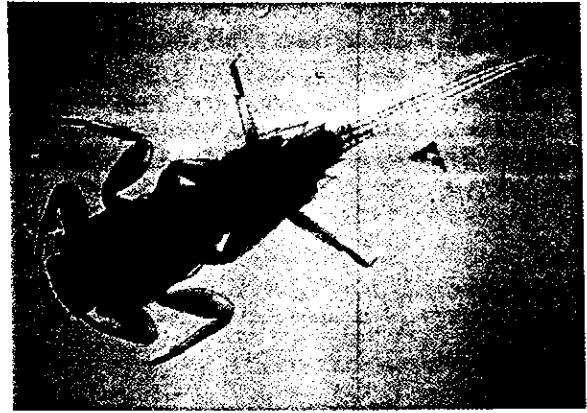
圖片49: *Ephemera orientalis*



圖片50: *Ephemerella longicaudata*



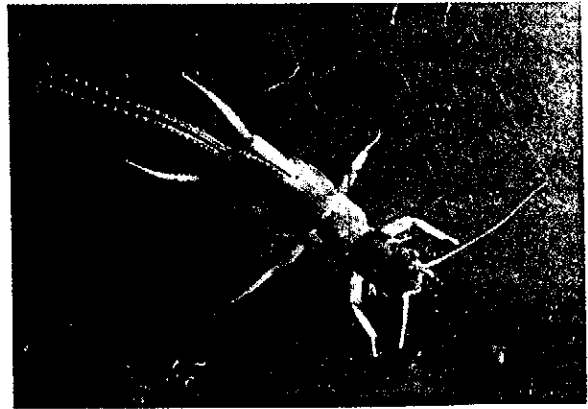
圖片51: *Ephemerella japonica*



圖片52: *Ephemerella* sp.



圖片53: *Neoperla* sp.



圖片54: *Amphinemura* sp.



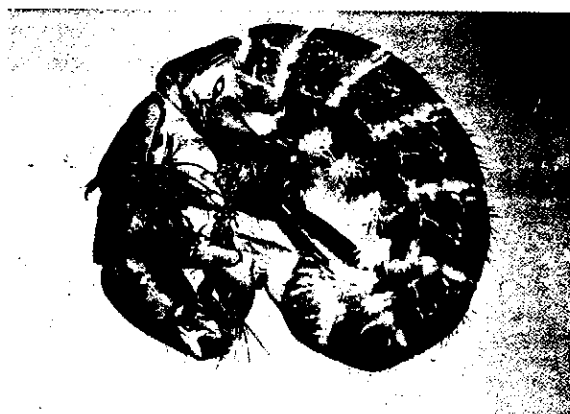
圖片61: *Glossosoma* sp.



圖片62: *Glossosoma* sp.



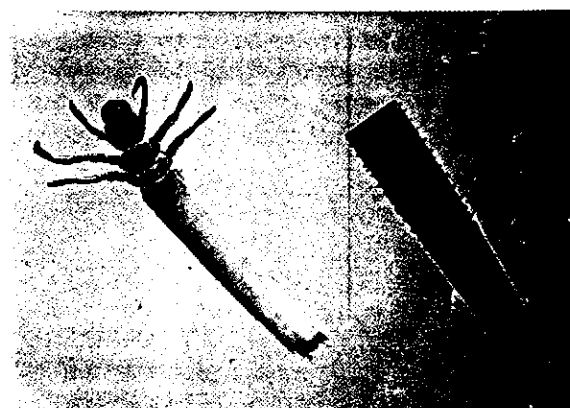
圖片63: *Agarodes* sp.



圖片64: *Arctopsyche* sp.



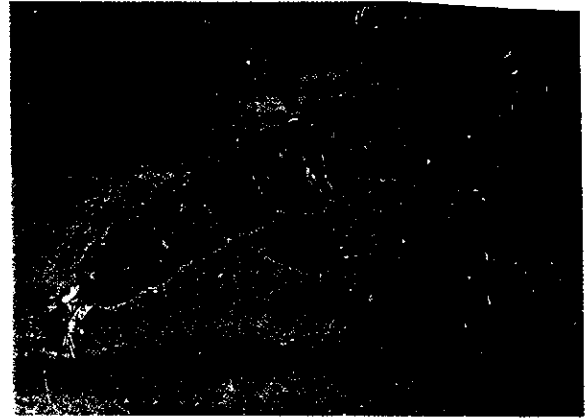
圖片65: *Hydropsyche* sp.



圖片66: *Uenoa tokunagai*



圖片73: *Eriocera* sp.A



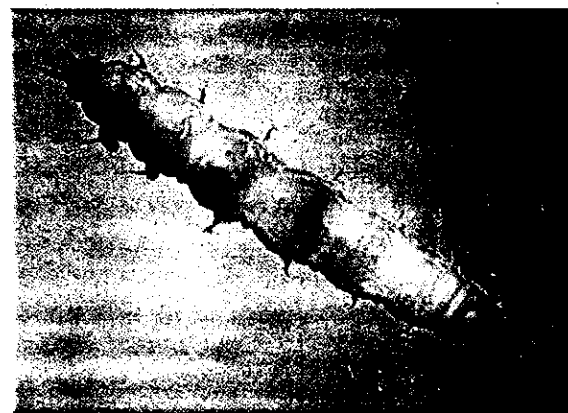
圖片74: *Eriocera* sp.B



圖片75: *Chironomus* sp.A



圖片76: *Chironomus* sp.B



圖片77: *Atherix* sp.



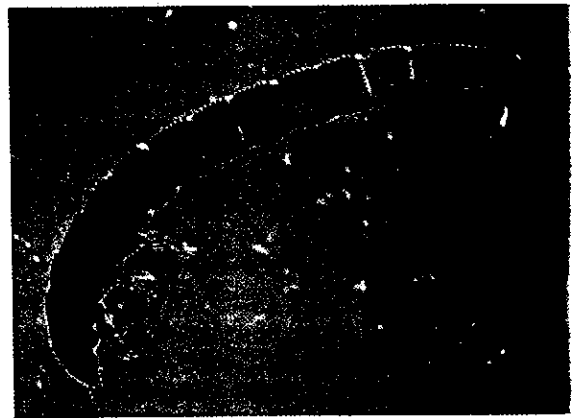
圖片78: *Belepharocera* sp.



圖片79: *Simulius* sp.



圖片80: *Eubrianax* sp.



圖片81: *Elmis* sp.



圖片82: *Cyphon* sp.



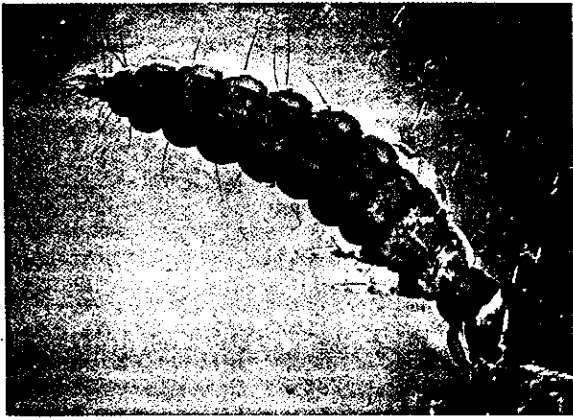
圖片83: *Sieboldius defexus*



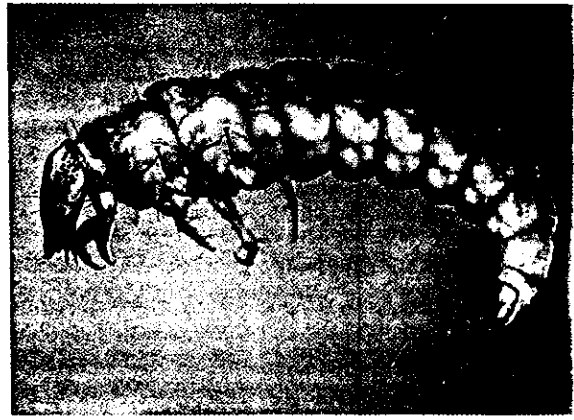
圖片67: *Timodes* sp.



圖片68: *Rhyacophila nigrocephala*



圖片69: *Rhyacophila* sp.A



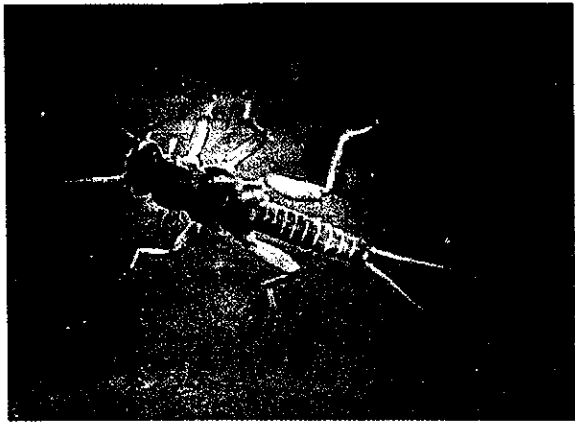
圖片70: *Rhyacophila* sp.B



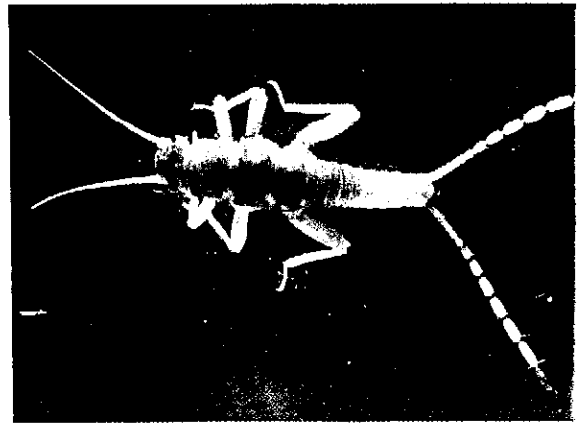
圖片71: *Stenopsyche marmorata*



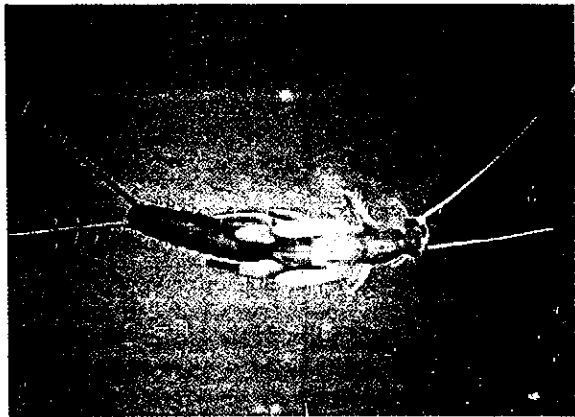
圖片72: *Anotcha bifida*



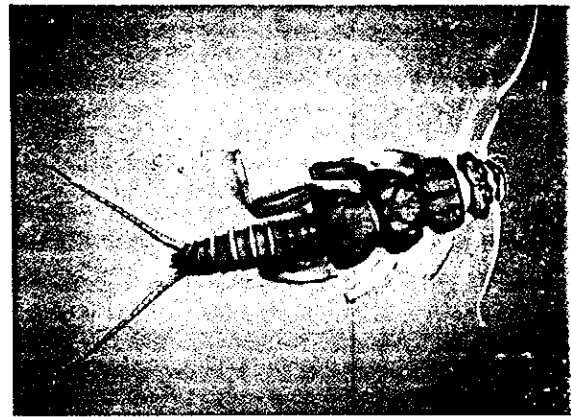
圖片55: *Protonemura* sp.A



圖片56: *Protonemura* sp.B



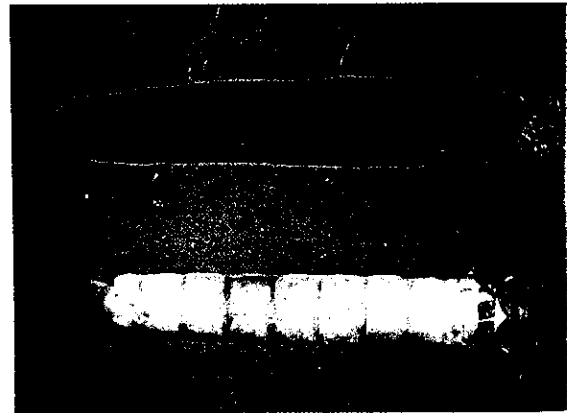
圖片57: *Capnia japonica*



圖片58: *Oyamia* sp.



圖片59: *Gibosia* sp.



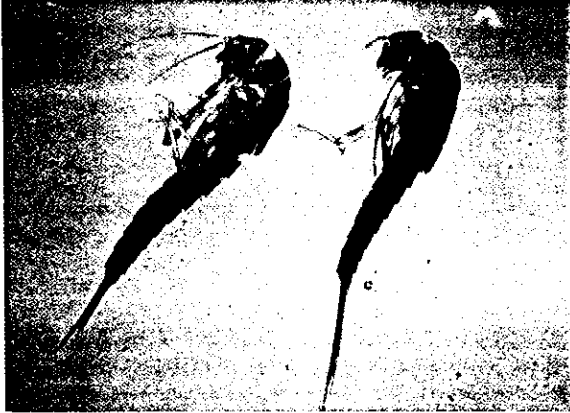
圖片60: *Goerodes* sp.



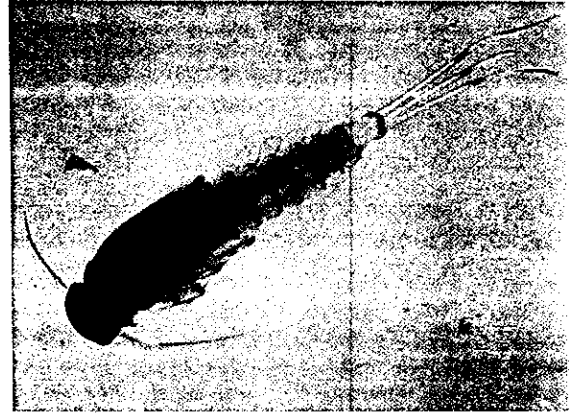
圖片43: *Baetis* sp.A



圖片44: *Baetis* sp.B



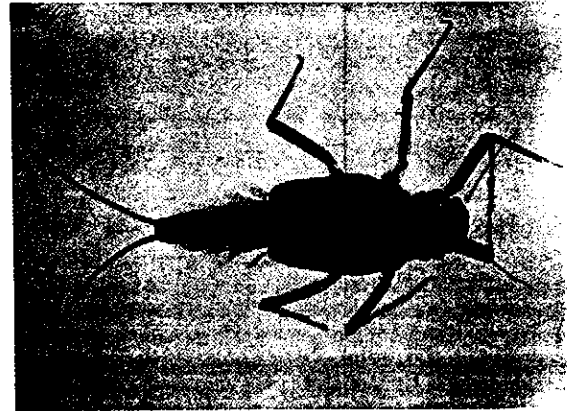
圖片45: *Baetis* sp.C



圖片46: *Baetis* sp.D



圖片47: *Baetiella hispinosus*



圖片48: *Baetiella* sp.



圖片31：風災後七家灣溪一號壩上原水塘已爲碎石鋪滿（76年1月）



圖片32：進入農場道路開發狀況



圖片33：有勝溪原來狀況



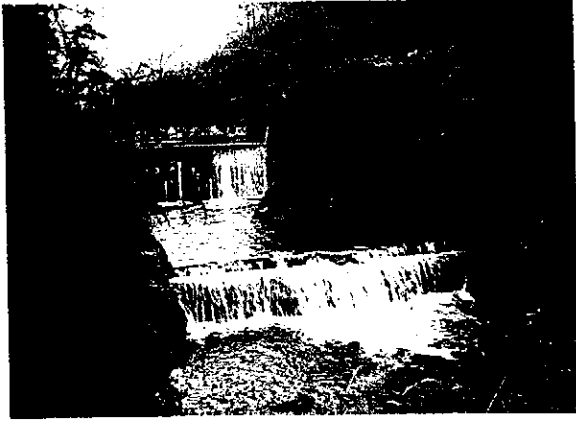
圖片34：遭傾土後之有勝溪（76年3月）



圖片35：溯溪調查



圖片36：潛水調查（果三區至武陵工作站間）



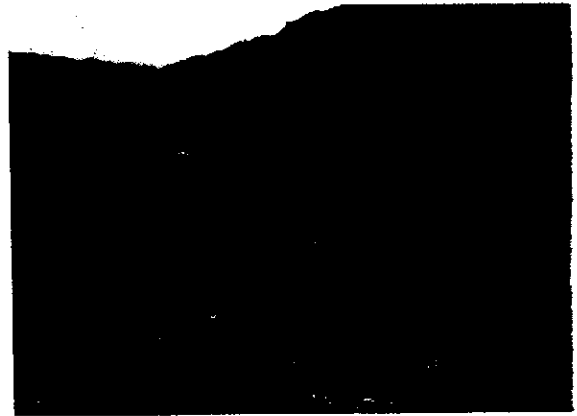
圖片19：溪流人工障礙（七家灣
溪一號壩）



圖片20：溪流人工障礙（雪山
一號壩）



圖片21：污染源（垃圾）



圖片22：菜園



圖片23：果園



圖片24：菜園肥料使用狀況



圖片 7：以冲激水花爲掩蔽之櫻花鉤吻鮭



圖片 8：大型魚位於深水潭處，以求掩蔽與尋找食物



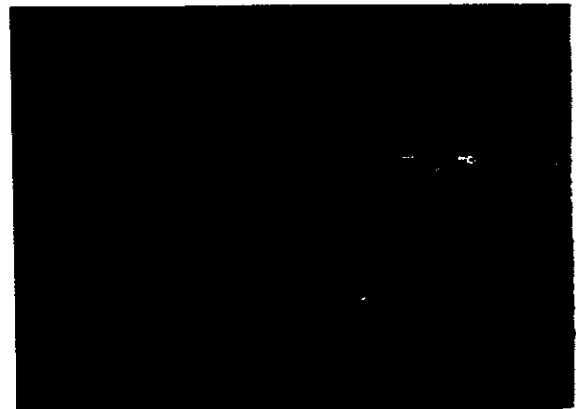
圖片 9：小型魚其體側橢圓形圓斑與底質相配合可達掩蔽效果



圖片 10：體長在 20~30 cm 間之櫻花鉤吻鮭其體色變暗和周遭環境相配合



圖片 11：七家灣溪二號壩



圖片 12：武陵吊橋區水塘底部堆積物



圖片 3：水產試驗所武陵工作站
附近櫻花鉤吻鮭分布之河段



圖片 4：良好放流河段（七家灣
溪一號壩以上約 700 ~
900 m）