

臺灣纓口鰍之生物學研究

張明雄⁽¹⁾ 呂光洋⁽²⁾ 張巍薩⁽²⁾

(1)國立臺灣大學動物學研究所

(2)國立臺灣師範大學生物學系

摘 要

在民國七十七年一月至七十八年四月，每月在有勝溪流域以電魚法及蝦籠捕捉臺灣纓口鰍 (*Crossostoma lacustre*)，分析纓口鰍的體長—重量關係、雌雄比例、生殖週期、族群結構與生長。

由體長及重量關係分析顯示纓口鰍為異速成長 (Allometric growth)，在所捕獲的 1043 隻魚中，雄魚 580 隻，雌魚 463 隻； χ^2 -test ($p < 0.05$) 顯示雌雄比例與 1 : 1 有顯著差異。體長在 50 - 90 mm 區間雄魚較多，體長在 90mm 以上則多為雌魚。由其 GSI 值 (Gonadosomatic index) 與卵徑分布顯示其生殖季是在四月至七月，其中四月及五月為生殖高峰。雄魚長至 50mm 長已開始成熟，雌魚則長至 70mm 才開始成熟。文中亦討論纓口鰍的生殖策略；藉較大體形的雌魚、多次排卵與延長的生殖季來適應棲息地。

每月的體長—頻度分佈圖顯示臺灣纓口鰍的族群可分為四個年齡群：0⁺、I⁺、II⁺ 及 III⁺ 以上，以 0⁺ 群及 I⁺ 群為族群的主要組成。由每月 0⁺ 年齡群與 I⁺ 年齡群的平均體長變化可知生長最快的季節是在七月至十一月。

關鍵詞：台灣纓口鰍，異速成長，雌雄比例，生殖週期，卵徑分布，族群結構。

緒 言

臺灣纓口鰍 (*Crossostoma lacustre*)，屬平鰭鰍科 (Homalopteridae) 魚類，為臺灣特有種，分佈於臺灣西部濁水溪以北溪流中上游，可自平地分佈至海拔 2000 公尺以上的河川 (曾，1981)。

有關本魚種的外表形態、內部構造、地理分佈、食性及棲息地皆已有研究 (曾，1981 ; Wang, 1989)。但是基本的生物學及其他相關生態需求的資料則尚缺乏。張與呂 (未發表) 則進一步藉調查纓口鰍的族群密度而探討其棲息地是否季節性的不同及何種因子影響其在有勝溪的分佈。

本研究乃對武陵地區之有勝溪流域的臺灣纓口鰍，進行包括體長與體重關係、雌雄比例、生殖週期、族群結構與生長等生物學的研究，以作為日後經營管理的依據。

研究方法

一、實驗的描述

有勝溪位於臺灣省臺中縣和平鄉武陵農場境內（北緯 $24^{\circ} 21'$ ，東經 $121^{\circ} 18'$ ），屬大甲溪上游（圖一）；海拔 1740 至 2100 公尺。根據該地區的氣象觀測站資料，自民國七十七年一月至民國七十八年四月之月均溫在 7.9°C 至 21.8°C （圖二），全年最高氣溫為 30.2°C ，最低氣溫為 -9°C 。年雨量為 931.9mm，月平均雨量為 93.2mm；七十七年雨量集中在三、四月及九、十月（圖三）。有勝溪水文狀況則顯示，水溫和營養鹽較同區域的其他溪流（七家灣溪及雪山溪）高（楊等，1986；呂及汪，1987；曹，1988；Wang，1989）。

有勝溪下游現存魚種包括鯛魚（*Varicorhinus barbatulus*）、臺灣纓口鰍（*Crossostoma lacustre*）和褐吻鰕虎（*Rhinogobius brunnes*），而後者僅在有勝溪下游發現且族群數量極少，前兩魚種則廣泛分佈（呂及汪，1987）。纓口鰍在有勝溪的分佈以中游最多，上游最少（Wang，1989）。

二、魚隻收集方法

自民國七十七年一月至七十八年三月，每月皆在有勝溪中下游以蝦籠法與電魚法（Electrofishing method）捕捉纓口鰍，民國七十七年三月至七月蝦籠法及電魚法並用；自民國七十七年八

月起則採用電魚法；所採用之背負式電魚器，設定電壓為 200 伏特，以間歇性連續放電施行。

三、體長與重量關係

每次皆測量捕獲魚隻的體總長（Total length；TL），準確至 1mm；以 ISHIDR Model CB-600 電子天平稱體重，準確至 0.1g。

四、生殖研究

將捕獲的魚隻隨機取樣 20—40 隻，以 10% 福馬林（Formalin）固定後，靜置一個月，測量魚隻的 TL，準確至 1mm。用毛巾將體表液體吸乾後，以 LIBROR Model EB-280 電子天平稱體重，準確至 0.01g。參考 Darrel（1983）對生殖腺成熟期的定義，而將生殖腺的成熟狀態區分為四期；未成熟期（Immature phase, I），發育期（Development phase, D），生殖期（Ripen phase, R），休止期（Spent phase, S）（表一）。同時將生殖腺稱重，準確至 0.001g。將每隻魚的體重及生殖腺重依生殖指標公式（Gonadosomatic index, GSI；Abidin, 1986）計算其 GSI，再求每月 GSI 的平均值；藉以瞭解纓口鰍的生殖週期變化。

$$\text{GSI} = \frac{\text{生殖腺重}}{\text{體重} - \text{生殖腺重}} \times 100$$

並將卵巢內的卵，混合均勻後，任意取樣 300 粒卵，以 Ocular meter 測

五、族群結構

每月進行一次的魚隻收集，並測量 TL，準確至 1mm 於實驗室內畫成體長—頻度分布圖（Length-frequency distribution；Lagler, 1956），以 Peterson method（Jearld, 1983）

區分不同年齡的魚群。

結 果

一、體長與體重關係 (Length-weight relationship)

從民國七十七年四月至七十八年四月的研究期間，總共測量了不同體長的3918隻魚(表二)，由體長及重量取對數後，得到極為顯著的線性關係：

$\text{Log}W = -5.56 + 3.31 \text{Log}TL$ (圖四)，而每月的線性關係亦極為顯著且相似(表三)。不同體長區間中則有不同的線性關係(表二)。

二、雌雄比例 (Sex ratio)

在民國七十七年一月至七十八年三月總共解剖了1043隻台灣纓口鰍，其中雌魚463隻，雄魚580隻(比例為1:1.25)，與1:1的雌雄比例有顯著差異($\chi^2 = 13.12$, $df = 1$, $P < 0.005$)，就每月的比例，則顯示在四月、六月，雌雄比例與1:1有顯著的差異(表四)，而以蝦籠捕捉及電魚法所捕捉的魚，其雌雄比例則顯示，前者捕獲魚隻的雌雄比例為1:1.52($\chi^2 = 20.23$, $df = 5$, $P < 0.005$)，而後者捕獲魚隻的雌雄比例則為1:1.05，若以不同體長來看(表五)，在體長為50-90mm區段中，雄魚數目明顯多於雌魚，而在90mm以上，則雌魚數量遠多於雄魚。

三、生殖及成熟 (Reproduction and Maturation)

台灣纓口鰍無法以外表區分雌雄，而只有在生殖季節時成熟的雌雄魚可藉泄殖孔突(urogenital papilla)區別，雌魚的突起較延長且膨脹。而雄魚則較小而沒有明顯突起。此外，成熟雄魚

在生殖期，全身表面會佈滿小突起。

而由圖五可知，雄魚在50至60mm，已有65%已達成熟狀態。(包括Development phase, Ripen phase, Spent phase)，而雌魚體長在70至80mm時僅有51%達到成熟狀態。而最小成熟雄魚為51mm(六月)，雄魚在62mm以上完全成熟，最小成熟雌魚為67mm(六月)，雌魚在81mm以上完全成熟。

四、生殖週期 (Reproductive cycle)

由GSI、生殖腺成熟狀態與卵徑分佈可以發現台灣纓口鰍的生殖季節在四至六月(圖六、七、八)。雄魚(大於60mm)則在三月才突然增大，但雌雄魚的GSI皆在四、五月達到高峰，而在六月逐漸下降，在九月至十二月則無明顯變化，為全年最低的時刻，而在一月開始上升(圖六)。

由圖七可知，雄魚在七十七年三月有75%達到R期，而雌魚則在七十七年四月達到R期(23%)，在四月至八月都有處於生殖狀態的雌雄魚，而九月雌雄魚已皆為S期，成魚自十月開始進入另一生殖週期。

由纓口鰍的卵徑分佈與野外的觀察，纓口鰍的成熟卵徑約在1.0至2.0mm之間，發育中的卵卵徑則在0.05至1.0mm之間；纓口鰍的卵徑頻度分佈(圖八)則顯示在生殖季纓口鰍卵巢內有成熟與發育中的卵同時存在；因此，纓口鰍的排卵方式為多次排卵(Series spawning)；在十月卵已開始發育，而在二月已可明顯看出有部分的卵成熟的程度較快，八月時僅剩少數成熟的卵尚未排出。

五、族群結構 (Population structure)

研究期間曾經以背鰭下方，側線上方的鱗片觀察，並無明顯的年輪(Annual)現象。因此，僅能由體長-頻度分佈圖的連續圖形(圖九)，而可將其族群結構分成四群(0+, I+, II+, III+以上) 0+魚是七十七年生殖季孵化的魚隻，在七十七年六月中旬沿有勝溪岸邊皆可發現長約20mm的仔魚，而在七月初(七月四日)，則可以電魚法捕獲長約30mm的幼魚，其 $TL = 29.4 \text{ mm} \pm 2.5$ (N=63)，佔該次總魚數的13.1%，七十八年四月已長至 $TL = 46.6 \text{ mm} \pm 4.1$ (N=262)(圖十，a)，佔該月總捕獲魚數的35.2%；而I+魚是七十六年生殖季孵化的魚群，七十七年四月時 $TL = 57.9 \text{ mm} \pm 8.0$ (N=85)，(圖十，b)，佔該次總捕獲魚數的35.4%七十八年四月則長至 $TL = 70.1 \text{ mm} \pm 5.6$ ，(N=410)，佔該次魚數的55.0%，II+魚群在七十七年四月 $TL = 82.8 \text{ mm} \pm 4.0$ (N=40)(圖十，c)，佔該次魚數的40.5%，七十八年四月已長至 $88.7 \text{ mm} \pm 3.3$ (N=28)佔該次魚數的3.9%；III+以上的魚群在七十七年四月分佔該次魚數的19.5%，同年八月佔2.5%，至七十八年四月則佔9.8%。

由台灣纓口鰍的族群組成來看，在0+魚未大量出現時(六月)，以I+(50.4%)及II+(31.2%)為族群結構的主要組成，而在生殖季大量幼魚出現後(八月)，其族群組成則是以0+(62.8%)及I+(34.0%)魚為主要組成(表六)。

討 論

魚隻的體長與重量取對數而得線性關係： $\text{Log } W = a + b \text{ Log } TL$ 。b值多介於2與4之間； $b = 3$ 是同速成長(Isometric growth)，即體重的增加隨體長的立方而增加。 $b > 3$ 魚體成長是正異成長(Positive allometric growth)；即體重：體長的值隨生長而增大(Tesch, 1968; Anderson and Gutreuter, 1983)。

研究期間所測量3918隻魚乃包括不同時間及不同體長魚隻(表四和表五)。臺灣纓口鰍的體長和體重關係式中 $b = 3.31$ 表示此魚是正異速成長。即纓口鰍的體型成長是朝身寬生長，身體的前半部外形形成縱扁，此種體形應有助於纓口鰍在石隙中鑽行。

Tesch (1968)並認為a會因季節，採樣時間及環境而有變異；b則因成長期不同而變異。不同體長區間的臺灣纓口鰍體長和體重關係式b值有極大的變異(表二)； $TL < 50 \text{ mm}$ 時，體重與體長的比值較小； $TL > 90 \text{ mm}$ 時，b值則近似於3。因此，臺灣纓口鰍至少有三個成長期。Ricker (1979)認為魚類棲息地使用的轉變及開始具有生殖能力都是進入另一個成長期，而最後一個成長期的成長是同速成長，可能因較大的體型而缺乏足夠的食物供應。在生殖季中，有勝溪沿岸水流慢或靜水皆有 $TL < 20 \text{ mm}$ 的仔魚，而 TL 在30mm左右即可在溪流中以電魚法捕獲，因此，纓口鰍包括四個成長期：在靜水區活動的仔魚期($TL \leq 20 \text{ mm}$)、由靜水區進入溪流活動的幼魚期($20 < TL < 50 \text{ mm}$)、具生殖能力的成魚期($50 < TL < 90 \text{ mm}$)與生長遲緩期($TL > 90 \text{ mm}$)。

多數雄魚在體型及魚齡皆比雌魚早熟的種類，雄魚壽命都較雌魚短 (Hoar, 1957; Nikolsky, 1963)。纓口鰍雄魚在體型上較雌魚早成熟 (圖五)，因此，纓口鰍在體型上雌雄比例的分佈，可能是雌雄魚生長速率差異及壽命不同所造成的。

而三月至七月是纓口鰍的生殖季，因此，在生殖季捕獲的纓口鰍雄魚數量多於雌魚。雌雄魚在生殖季時的生殖行為，可能造成其雌雄比例在月分間的差異。

以蝦籠法捕捉的纓口鰍，其雌雄比例與 1:1 有顯著差異；而以電魚法捕捉的纓口鰍，其雌雄比例則與 1:1 相近。本研究在七十七年三月至七月及七十八年二月 (表四) 以蝦籠捕纓口鰍，除七十八年二月雄魚少於雌魚外，其餘月分雄魚皆多於雌魚。因此，捕捉的方法不同亦可能是造成纓口鰍的雌雄比例明顯的與 1:1 有差的原因。

然而，有勝溪捕獲的纓口鰍，依體長區間來看：在體長 50mm 以下雌雄魚的數量並沒有差異，每月的雌雄比例亦是沒有雄魚多於雌魚的固定趨勢。因此，臺灣纓口鰍的雌雄魚的孵化數量應是一致的。即有勝溪纓口鰍的雌雄比例與 1:1 有差異，是因為雌雄個體型的差異，雌雄魚生殖行為或是捕捉方法所造成的；而非在孵化時纓口鰍的雌雄比例即與 1:1 有顯著差異。

就生殖而言，不論熱帶、亞熱帶或溫帶，環境因子皆是影響魚類生殖的主因 (Hoar, 1957; Nikolsky, 1963; Billard et al., 1981, Lam, 1983); Billard and Breton (1978) 認為環境因子變化經由激素含量變化而促

使生殖腺發育，除了溫度的週期性的變化外，光週期的變化乃是另一主因。有些魚的生殖機制則是環境因子變化透過內定週律 (Internal rhythm) 而改變生殖週期的期間 (Lam, 1983)。Billard Breton (1978) 及 Lam (1983) 羅列了不同魚類的生殖腺的發育機制及關因子造成的生殖腺發育的差異。春夏季繁殖的魚類，生殖腺的發育通常受水溫的升高及光週期的變長的刺激而加速。纓口鰍的 GSI 變化在一月底開始上升，在二月至三月上升極快 (圖六與七)。依武陵地區氣溫變化 (圖二) 顯示，此時正是溫度上升的時期；雖未紀錄光週期變化，無法考慮光週期變化，然而自然環境下光週期變長與溫度上升是同一時期 (Billard et al., 1981)，纓口鰍的生殖腺發育速率與環境因子變化有關。而纓口鰍的生殖腺在十月即開始發育 (圖七與八)，顯然不是單純以環境因子即可解釋，應是具有內定週律，而環境因子則是具加速作用。而確切的原因，則須在實驗室內以控制因子進行研究，並對生殖腺進行組織學的檢視。

魚類的繁殖季必須在最適宜仔魚存活的季節進行。溫度、光週期與內定規律的交互作用以使生殖細胞能在適宜的季節成熟，使得仔魚能在食物豐富及適宜的環境因子下有最大的存活率。

然而雨季有時會使卵因溪水混濁而窒息及仔魚抵擋不住水流而被沖走，增加仔魚的死亡率。因此，藉長達四個月的生殖季可補充死亡的仔魚，而維持族群的新生 (Recruitment) 的平衡。分次排卵則可使不同批產生的仔魚利用環境的不同資源，可減少仔魚對資源的競爭，並可達到資源的最大利用率。纓口

鰱的生殖策略乃是以較大體型的雌魚產生養分較多的卵，使孵化的仔魚能利用較多的養分而生長較快，可減少仔魚的死亡率；藉分次產卵 (Series spawning) 與延長的生殖季，來適應環境因子突然變化 (如：不定期的降雨) 對族群繁衍的不利的影響，以確保子代的存活率與族群的穩定。

縷口鰱有明顯的生殖季節，而每月的捕獲魚數除了七十七年十一月與十二月外，其餘月份皆可捕獲多於 200 隻縷口鰱；頗符合以長度 - 頻度估算生長率的基本條件。此法的假設為具有明顯生殖季的魚種，每年的出生魚隻的體長皆成常態分配，只要有大量的魚隻體長 ($N > 200$) 即可區分不同年次孵化的魚群；藉著每個月捕獲魚群中每個年齡群的體長分佈的變化即可估算生長率。然而此法僅適用於魚齡較淺的魚群 (魚齡小於 III+)。魚齡較長的魚群則由於個體間的生長差異而無法以此法估算生長率 (Tesch, 1968; Weatherley, 1972; Weaston and Balon, 1985)。

MacDonald and Pitcher (1979) 認為當兩相鄰的體長常態分佈的平均值的差大於標準偏差的和時，即可視此二個體長常態分佈為不同年次的族群。縷口鰱的族群以長度 - 頻度分佈區分時，區分的三個魚齡族群皆合乎此種條件。魚齡較淺的兩個魚群為主要組成，而魚齡較長的魚群則為少部分。七月分的組成中 II+ 以上的魚群佔 22.1%，八月的族群組成中 II+ 以上的魚群僅佔 3.1%，成魚 (II+ 以上) 可能因生殖而消耗過多的能量與養分導致死亡率增高，此種不同齡的魚群死亡率不同可能是造成此種族群結構的原因。此外，有勝溪

沿岸的居民捕魚風氣極盛，體型較大的縷口鰱遭受捕捉的壓力較大，也應是造成縷口鰱族群結構魚齡較長的族群較少的原因。

縷口鰱的生長速率以 0+ 群 (0.05 mm/day) 最快，隨魚齡的增加生長率即漸減，可能是因為未成熟的族群所攝取的養分除用於維持基本代謝外，皆用於生長；而 I+ 族群生長速率為 0.03 mm/day，生長較緩；II+ 以上的族群已無法估算生長速率。此乃因為隨魚體的增大，能量用於繁殖的比例即增加，而用於生長則佔較少的比例。因此除了將養分用於維持基本代謝外，尚須將養分用於產生生殖細胞與成熟，能用於生長的養分較少，生長速率就較緩。Weatherley (1972) 則認為雌魚用於繁殖的可利用的能量乃是與體重的十分之八次方成比例；除了在個體的能量分配差異外，體型小的縷口鰱棲息於食物較豐富的棲地，體型較大的縷口鰱棲息於較深而食物較少的棲地，食物豐富度也是造成縷口鰱不同體型間生長速率差異的可能原因。

多數魚類的生長速率隨水溫的增高而加快，而在臨近致死溫度前生長率最高；多數的魚類的生長季節皆是在春季至秋季即是因此時溫度較高；然而除了溫度變化影響生長速率外，生殖季節與族群密度亦會影響生長速率 (Weatherley, 1972; Tedeusz and LeCren, 1978; Brett, 1979)；縷口鰱的生長季節在七月至十月，此時水溫較高，縷口鰱的代謝較快，攝食增加，因而生長較快；在四至六月為生殖季，由於生殖活動而減少攝食，而且所攝取的養分多用於生殖活動；因此，此時水溫雖然升

高，生長速率卻未增快。而族群密度對櫻口鰍的生長的影響則須進一步長期的研究記錄與實驗室內的模擬研究。

結 論

在一年多的研究期間有關台灣櫻口鰍的生物學研究結果顯示，櫻口鰍的生殖季節是在四月至七月，雌雄魚比例在體型有明顯的差異；雄魚較雌魚早成熟。櫻口鰍以 0+ 群生長較快，生長季節為七月至十一月。臺灣櫻口鰍的生殖週期與生長皆與環境變化有明顯的關係，然而若能進行長期的研究，除了能了解櫻口鰍的生命史 (Life table) 外；並能進一步了解櫻口鰍的族群動態與生存環境變化的互動關係。此種了解將有助於對在本島流量變化無常的溪流中棲息的魚類的研究；亦能提供未來溪流的保育與經營管理的原則。

有勝溪受人為的開發極為嚴重。除了優養化造成藻類大量生長外；非法捕捉溪流魚類的行徑，更是直接對有勝溪魚類造成族群結構與分佈的改變。這些人為的壓迫 (Stress) 對魚類的族群調節有何種的影響，亦值得持續的研究。

誌 謝

本研究蒙農委會提供研究經費才得以順利完成 (計畫編號為七八農林 - 公務 - 生態 - (3))。

參考文獻

曾晴賢 1981，臺灣的平鰭鰍科魚類。中國文化大學碩士論文，64 頁。
楊平世、林曜松、黃國靖、梁世雄、謝森和、曾晴賢，1986，武陵

農場河域之水棲昆蟲相及生態調查。農委會生態研究第 010 號，29 頁。

呂光洋、汪靜明，1987，武陵農場河域之原產魚類生態之初步研究。農委會生態研究第 010 號，58 頁。

林曜松、楊平世、梁世雄、曹先紹、莊鈴川，1988，櫻花鉤吻鮭生之研究(一)魚群分佈與因子關係之研究。農委會生態研究第 023 號，45 頁。

曹先紹，1988，武陵農場櫻花鉤吻鮭族群分佈與環境因子間關係之研究。臺灣大學動物系碩士論文，44 頁。

Abidin, A. Z. 1986. The reproductive biology of a tropical cyprinid, *Hampala crolepidata* (Van Hasselt), from Zoo Negara Lake, Kuala, Malaysia. *J. Fish. Biol.* 29:381-391.

Anderson, R. D., and S. T. Gutreuter. 1983. Length, weight, and associated structure indices. In Nielson, L. A. and Johnson D. L. (ed.). *Fisheries techniques*. Southern Printing Company. Virginia. pp.282-300.

Billard, R., and B. Breton. 1978. Rhythms of reproductive in teleost fish. In Thorpe, J. E. (ed.). *Rhythmic Activity of Fish*. Academic Press. London and New York. pp.31-53.

Billard, R., C. Bry, and C. Gillet, 1981. In Pickering, A. D.(ed.).

- Stress and Fish. Academic press. London and New York. pp.185-208.
- Breet, J. R. 1979. Environmental factor and growth. *In* Hoar, w. S., D. J. Randall, and J.R. Bret(ed.). Fish Physiology Vol. VIII. Academic Press. New York. pp.599-677.
- Jearld, A. Jr. 1983. Age determination. *In* Nielsen, L. A. and Johnson D. L. (ed.). Fisheries techiques. Southern Printing Company, Virginia. pp.301-324.
- Lagler, K. F. 1956. Freshwater fishery biology. WM. C. Brown Company. pp.159-166.
- Lam, T. J. 1983. Environmental influences on gonadal activity in fish. *In* Hoar, W. S., D. J. Randall, and E. M. Donaldson. (ed.). Fish Physiology. Academic Press. London and New York.
- MacDonald, P. D. M. and T. J. Pitcher. 1979. Age-groups from size-frequency data: a versatile and efficient method of analyzing distribution mixtures. *J. Fish. Res. Board Can.* 36:987-1001.
- Nikolsky, G. U. 1963. The ecology of fishes. Academic Press. New York. pp.352.
- Ricker, W. E. 1979. Growth rates and models *In* Hoar, w. S., D. J. Randall, and J. R. Breet. (ed.). Fish physiology. Vol. VIII. Academic press, New York. pp.678-738.
- Tesch, F. W. 1968. Age and growth *In* Ricker, W. E. (ed.) Methods for assessment of fish production in fresh water. IBP Handbook No. 3 Blackwell Scientific Publications, Oxford. pp. 116.
- 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.
- Watson, D. J., and E. K. Balon. 1985. Determination of age and growth in stream fishes of Northern Borneo. *Envi. Bio. Fishes* 13:59-70.
- Weatherley, A. H. 1972. Growth and Ecology of Fish Population. Academic Press. New York. pp. 293.

表一 臺灣纓口鰍各期生殖腺成熟程度之描述 (參考Darrel (1983))。

未成熟期 (Immature phase, I)	生殖腺小且呈線形，緊貼在脊椎腹側，通常呈透明或灰白色。
發育期 (Developmental phase, D)	生殖腺開始膨大，產生配子，最後充滿腹腔。此時睪丸為白色；卵巢則為乳黃色或黃色，卵粒已可見。
生殖期 (Ripen phase, R)	輕壓腹部即擠出精液或卵粒；在交配後，生殖腺逐漸變小。
休止期 (Spent phase, S)	生殖腺中絕大部分精液、卵粒均已排出，生殖器官呈現萎縮；殘餘精液、卵粒會被再吸收。此後即進入另一個生殖週期。

表二 有勝溪臺灣纓口鰍不同體長區間的體長及重量關係。

長度區間 (mm)	N	M. TL (mm)	M. W (g)	Log W(g) = a + b Log TL(mm)	SE b	R-Square
50 以下	1150	40.5	0.55	Log W = -5.42 + 3.18 Log TL	0.05	0.81
50 - 70	1335	61.9	2.14	Log W = -5.61 + 3.30 Log TL	0.04	0.80
70 - 90	956	79.1	4.82	Log W = -5.62 + 3.31 Log TL	0.06	0.74
90 以上	477	100.6	10.45	Log W = -4.96 + 2.98 Log TL	0.13	0.51
Total	3918			Log W = -5.61 + 3.31 Log TL	0.01	0.97

註：N 魚隻數目 M. TL 平均體長 M. W 平均體重 SE b b的標準差

表三 1988.4. ~ 1989.4. 臺灣櫻口鰻體長及重量關係。

$$\text{Log}W(\text{g}) = a + b \text{Log TL} (\text{mm})$$

月 份	N	M. TL	M.W	a	b	SE b	R-Square
1988							
4	239	72.1	4.15	-5.65	3.32	0.04	0.96
5	500	73.9	4.56	-5.69	3.34	0.04	0.94
6	315	71.5	4.30	-5.50	3.25	0.03	0.97
7	331	71.4	4.45	-5.57	3.29	0.03	0.97
8	412	52.2	2.02	-5.67	3.33	0.03	0.97
9	592	51.9	1.61	-5.49	3.22	0.03	0.96
10	274	61.3	2.70	-5.47	3.24	0.04	0.97
11	317	61.8	2.85	-5.51	3.26	0.03	0.98
12	174	63.7	3.29	-5.73	3.38	0.03	0.98
1989							
1	165	70.3	4.27	-5.59	3.30	0.04	0.98
2	216	79.6	5.49	-5.55	3.28	0.03	0.98
3	230	60.3	2.54	-5.88	3.46	0.03	0.98
4	133	65.0	2.92	-5.81	3.42	0.09	0.92

註：N 魚隻數目 M. TL 平均體長 M. W 平均體重 SE b b 的標準差

表四 1988.4. ~ 1989.4. 有勝溪臺灣纓口鰍每月的雌雄魚隻數目。

月 份	雌 魚	雄 魚	比 率
1988			
1	34	32	1 : 0.94
2	18	7	1 : 0.39
+ 3	18	20	1 : 1.11
+ 4	13	51	1 : 3.92 **
+ 5	19	24	1 : 1.26
+ 6	33	72	1 : 2.18 **
+ 7	47	62	1 : 1.32
8	28	29	1 : 1.04
9	19	37	1 : 1.95
10	85	79	1 : 0.93
11	36	47	1 : 1.31
12	21	24	1 : 1.14
1989			
1	59	27	1 : 0.93
+ 2	45	38	1 : 0.84
3	18	31	1 : 1.72
Total	463	580	1 : 1.25 *

2

$$\chi^2 = \frac{(\text{期望值} - \text{觀測值})^2}{\text{期望值}}$$

" + " 表以蝦籠捉之魚數

" ** " 表 χ^2 test 雌 : 雄 \neq 1 : 1 d.f = 1 $P < 0.005$ " * " 表 χ^2 test 雌 : 雄 \neq 1 : 1 d.f = 11 $P < 0.01$

表五 有勝溪臺灣櫻口鰍以 10 mm 為一區間的雌雄魚魚數。

長度區間 (mm)	雌 魚	雄 魚	比 例
40 以下	20	21	1 : 1.05
40 - 50	70	79	1 : 1.13
50 - 60	14	35	1 : 2.50 **
60 - 70	53	128	1 : 2.42 **
70 - 80	47	174	1 : 3.70 **
80 - 90	80	131	1 : 1.64 **
90 - 100	120	11	1 : 0.09 **
100 以上	59	1	1 : 0.02 **
Total	463	580	1 : 1.30 *

2

$$\chi^2 = \frac{(\text{期望值} - \text{觀測值})^2}{\text{期望值}}$$

"**" 表 χ^2 test 雌 : 雄 \neq 1 : 1 d.f = 1 P < 0.005

"*" 表 χ^2 test 雌 : 雄 \neq 1 : 1 d.f = 7 P < 0.005

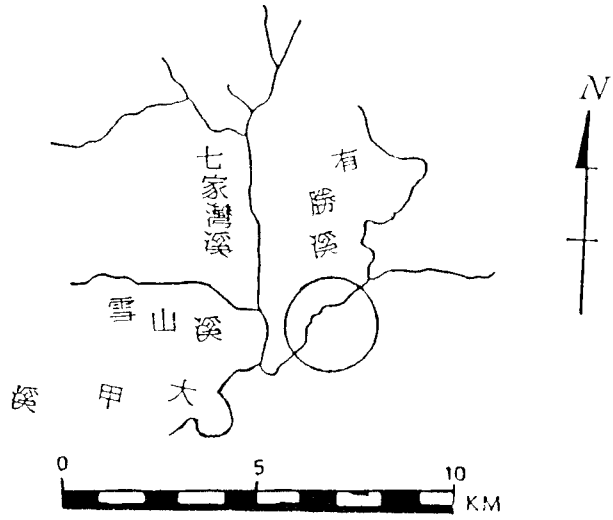
表六 1988.4. ~ 1989.4. 有勝溪櫻口鰍每月不同年齡組成的平均體長 (mm) 及其比例。

	1988年							1989年					
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4
M. TL	--	--	--	33.0	35.6	38.9	44.2	44.7	45.2	45.8	45.7	45.0	46.6
0+ SD				3.87	4.82	5.72	3.66	4.76	3.87	4.64	4.00	4.58	4.15
%				13.1	62.8	57.1	41.2	61.9	43.3	42.4	28.6	44.7	35.2
M. TL	57.9	58.1	57.7	62.3	62.6	66.4	67.4	69.6	68.4	70.4	72.5	68.1	70.1
I+ SD	8.01	9.18	7.75	5.98	5.84	6.69	4.66	4.59	5.18	5.04	5.91	4.94	5.64
%	35.4	38.6	50.4	64.0	34.0	35.4	43.6	29.4	38.0	32.5	45.7	43.2	55.0
M. TL	82.8	81.1	82.1	82.9	82.4	83.3	81.3	86.0	83.6	86.5	86.3	82.3	87.1
II+ SD	3.91	3.85	4.30	2.30	3.58	2.70	3.24	2.27	2.59	2.52	1.45	1.78	2.24
%	45.1	36.1	31.2	10.9	0.60	3.2	8.0	2.5	10.0	9.9	8.1	5.8	3.9
III+ %	19.5	25.3	18.3	11.3	2.5	4.4	7.2	6.2	8.7	15.2	17.6	6.3	5.9

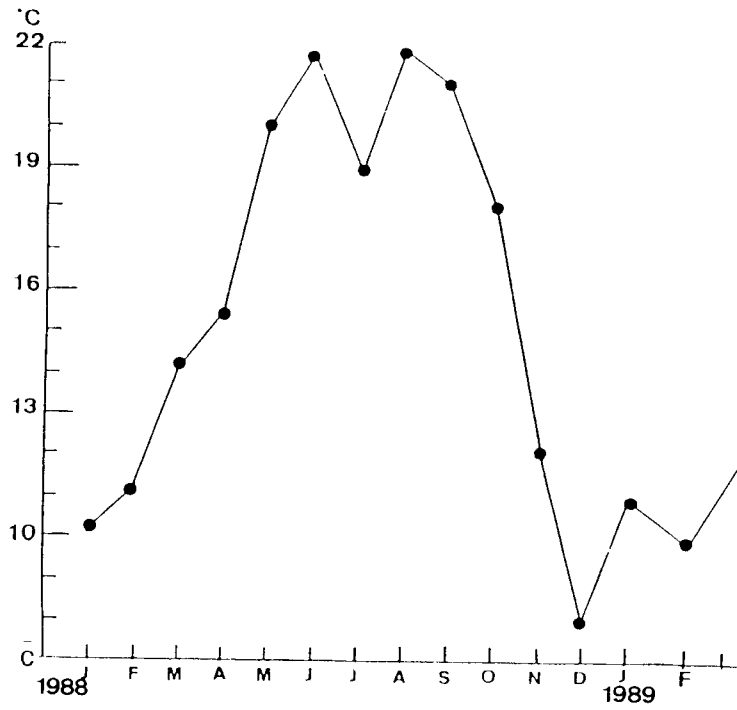
註 M. TL 平均體長 (mm)

SD 標準偏差

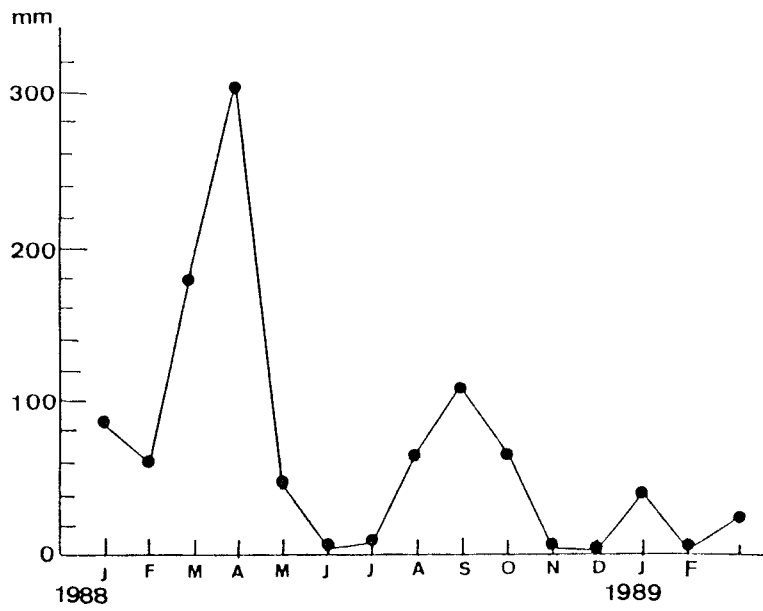
* 包括 III+ 及 III+ 以上魚群



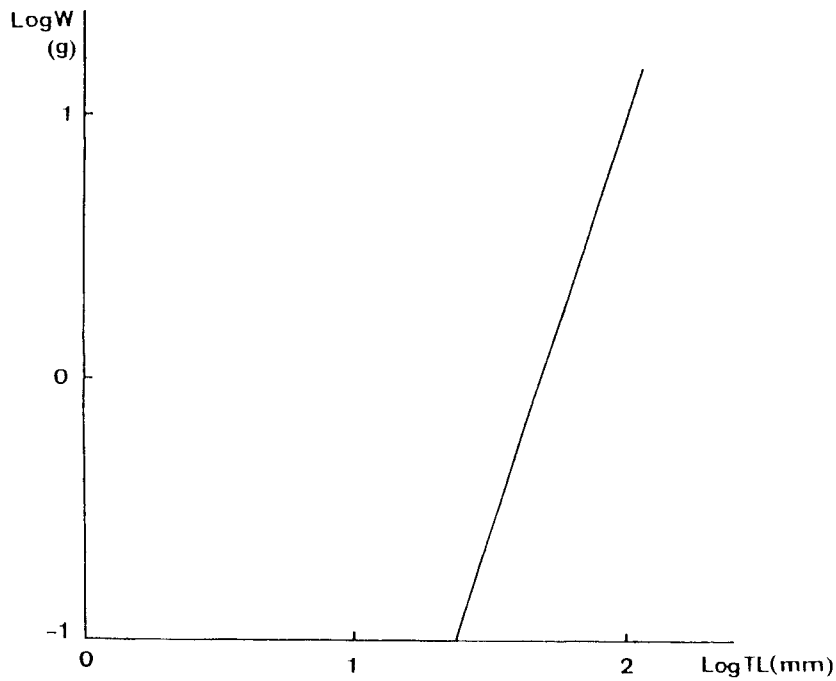
圖一 研究地區位置圖
有勝溪為大甲溪上游，圓圈即為研究區域。



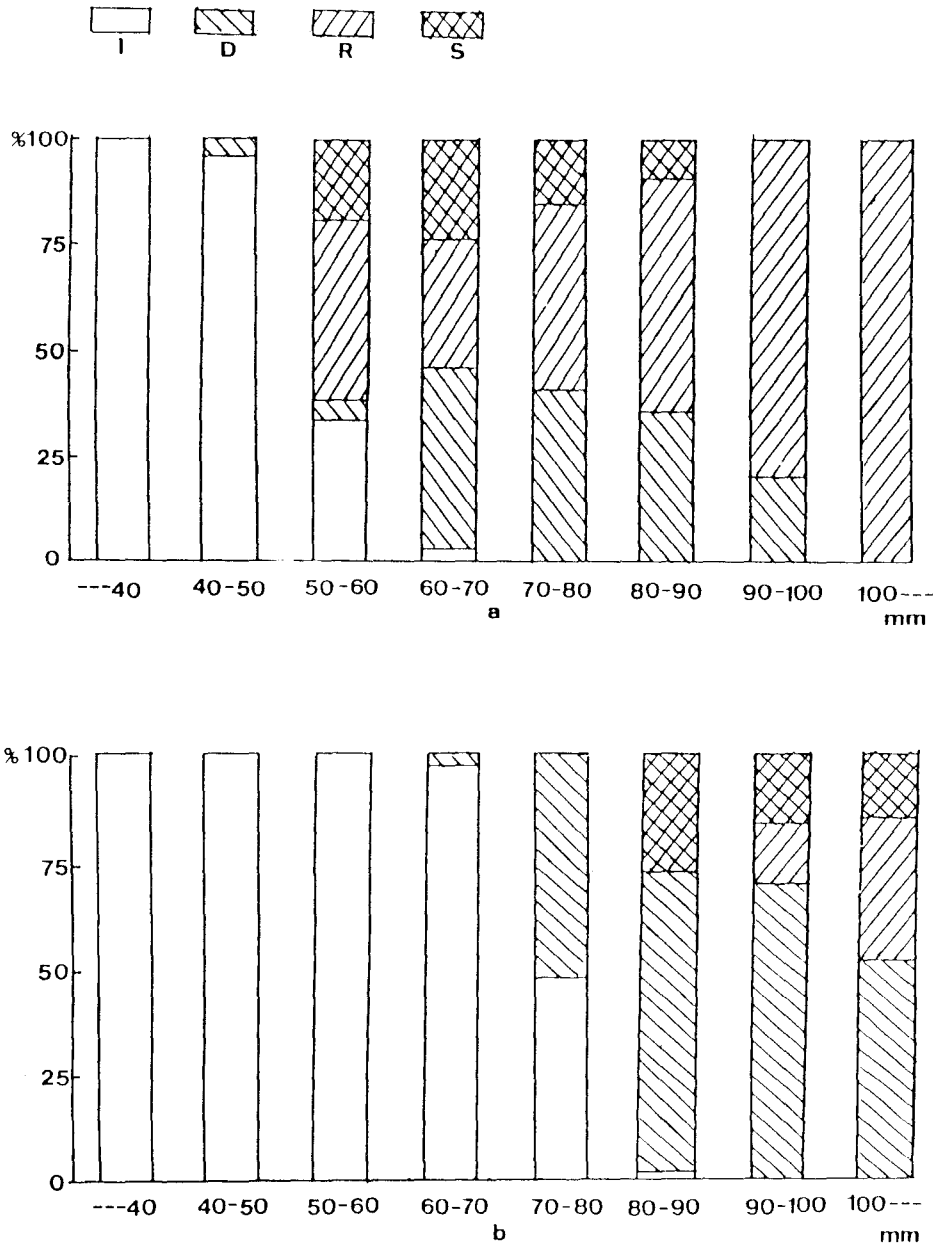
圖二 1988.1. ~ 1989.4. 武陵地區平均氣溫變化圖。
(資料來源：中央氣象局)



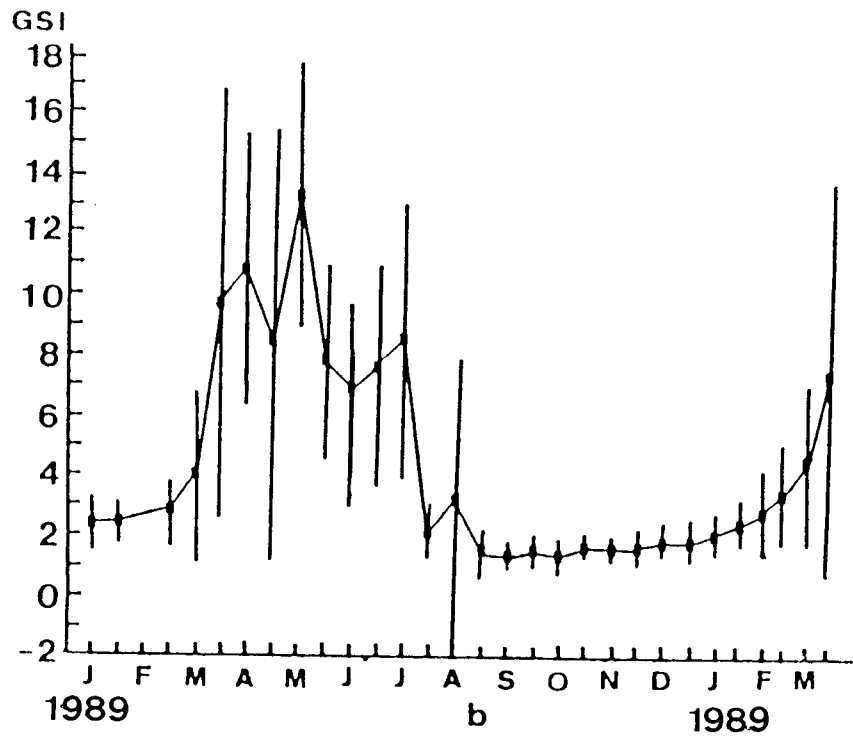
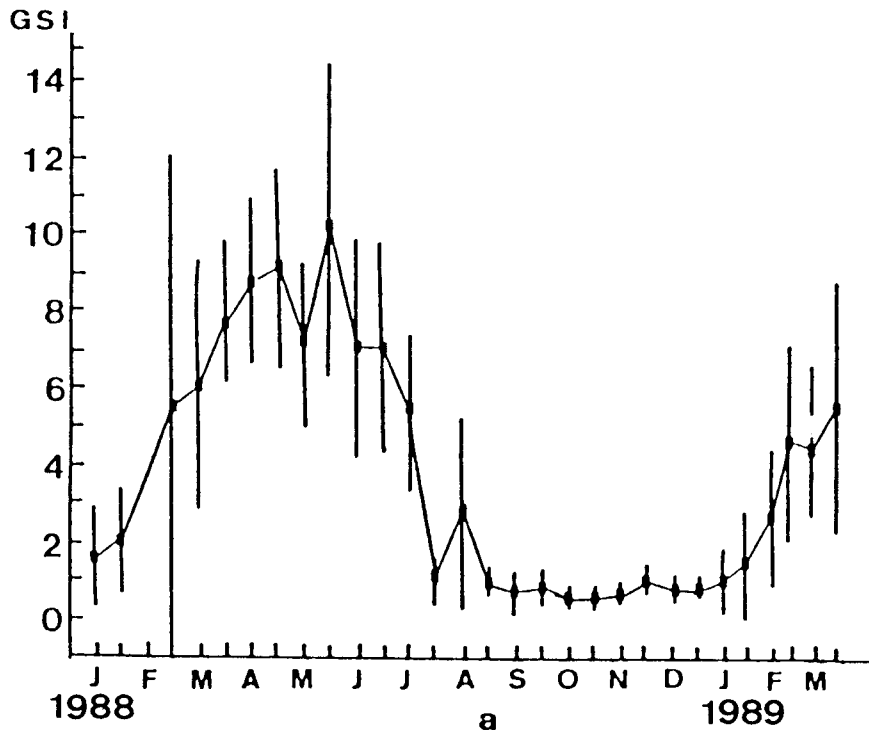
圖三 1988.1. ~ 1989.4. 武陵地區降雨量變化圖。
(資料來源：中央氣象局)



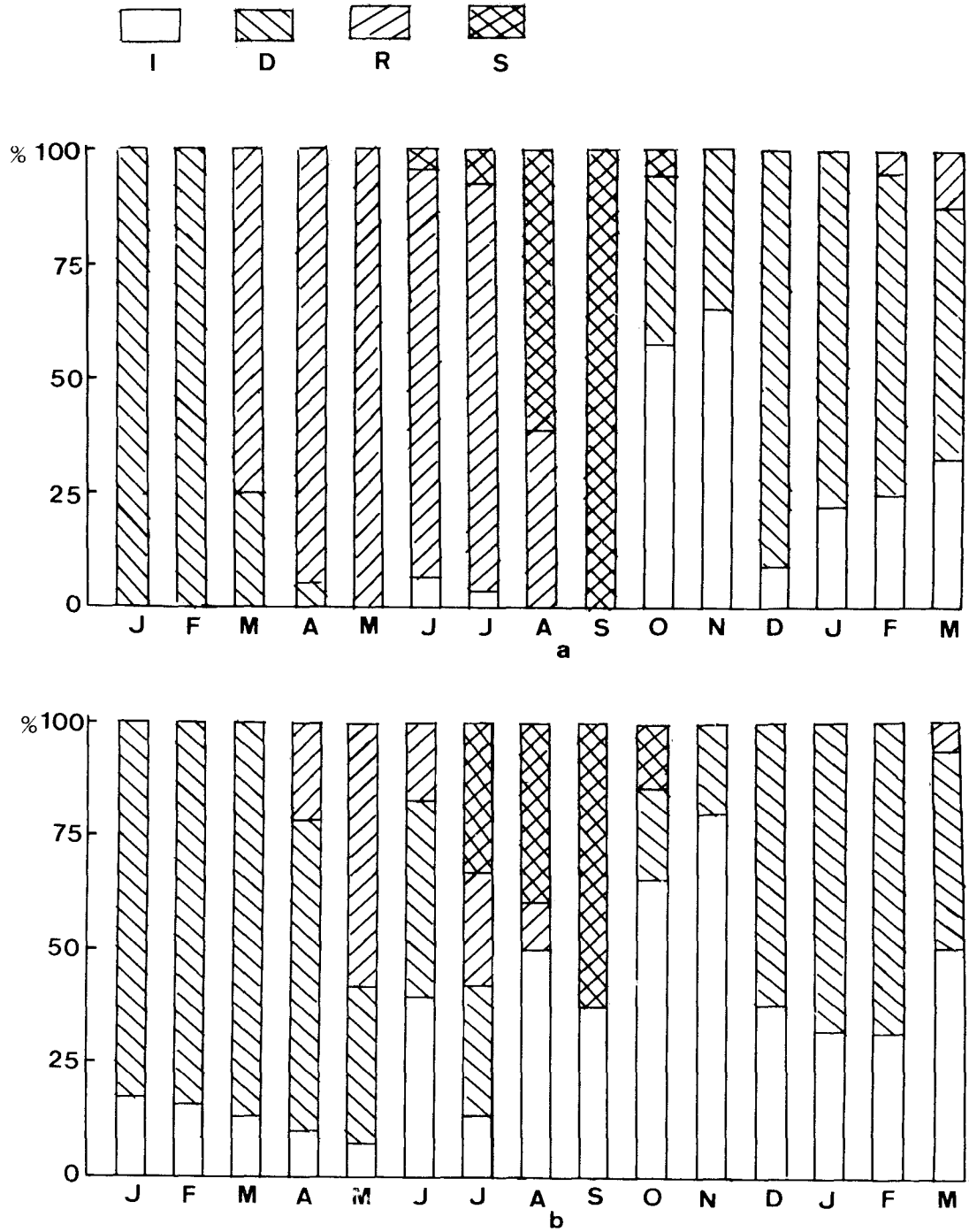
圖四 有勝溪臺灣櫻口鰍體全長及體重關係。
 $\text{Log}W = -5.62 + 3.31 \text{Log}TL$ ($N=3918, R^2=0.97$)



圖五 有勝溪臺灣櫻口鰍不同體長各期生殖腺成熟期的比例。
 a：雄魚。b：雌魚。
 (I: Immature phase, D: Developmental phase,
 R: Ripen phase, S: Spent phase)



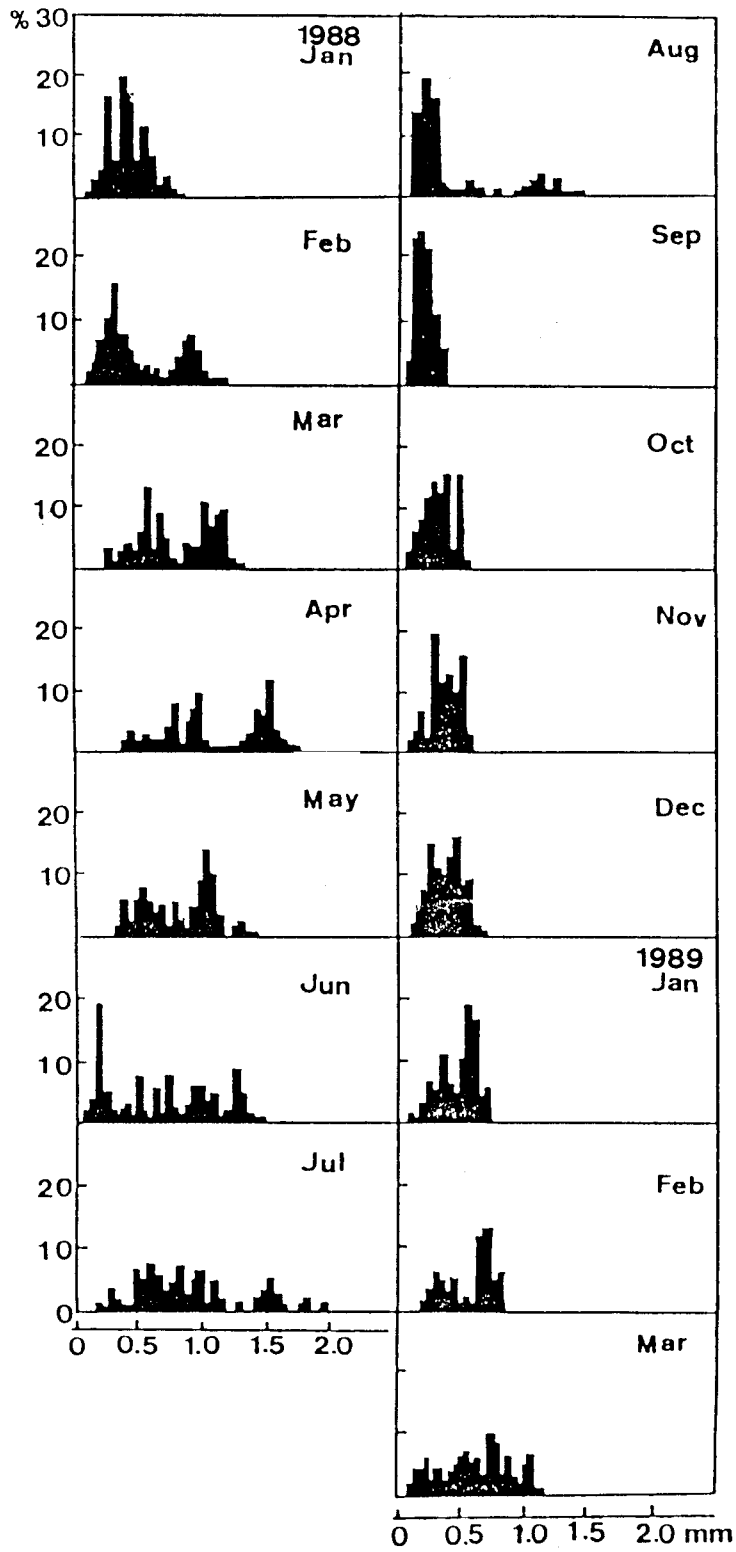
圖六 1988.1. ~ 1989.3. 有勝溪臺灣櫻口鰍 GSI 每月的變化圖。
a : 雄魚 (TL ≥ 60mm) 。 b : 雌魚 (TL ≥ 60mm) 。
直線表示 SD 。



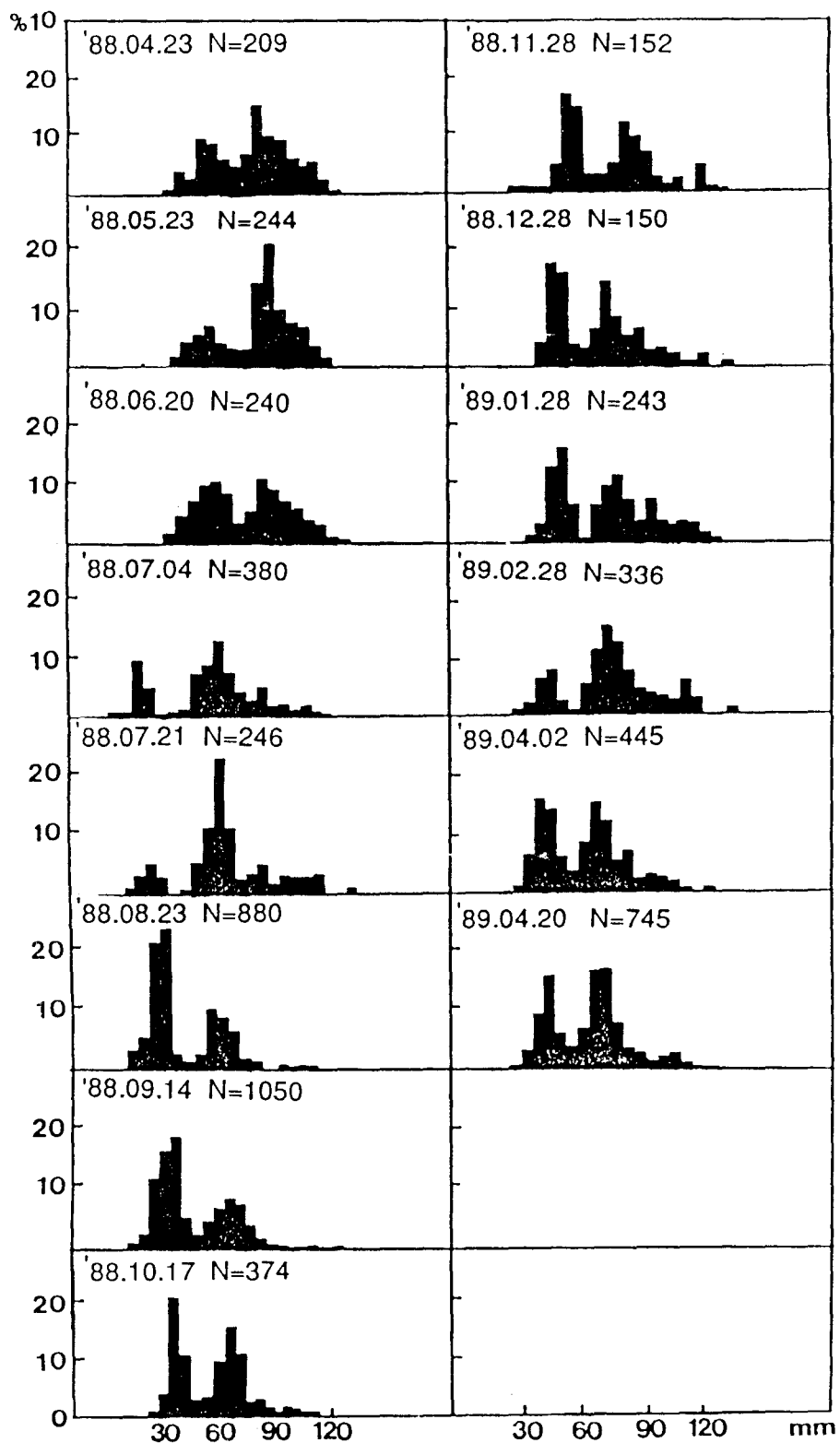
圖七 1988.1. ~ 1989.3. 有勝溪臺灣櫻口鰍每月各期生殖腺成熟期的比例。

a : 雄魚。 b : 雌魚。

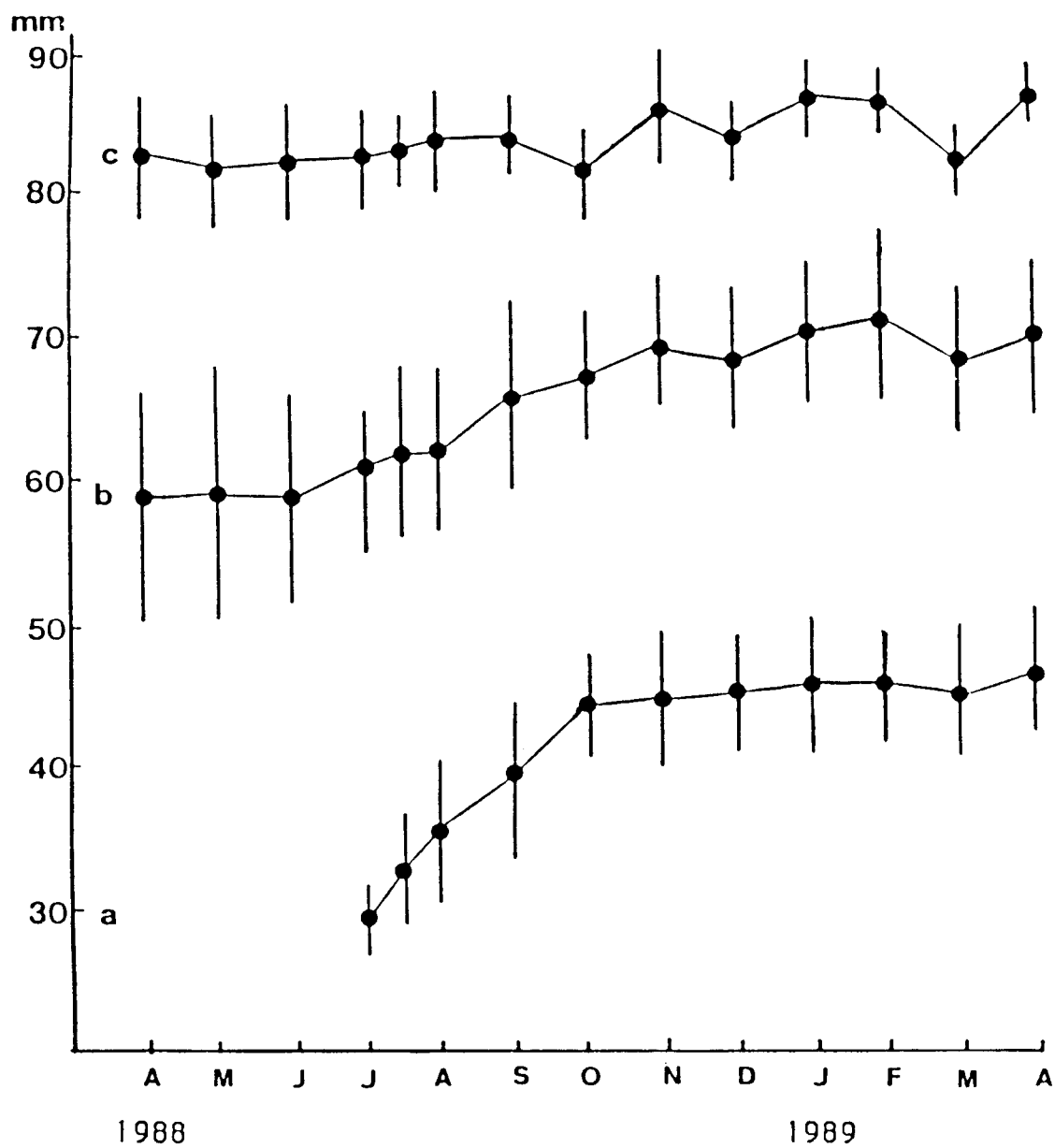
(I : Immature phase, D : Developmental phase,
R : Ripen phase, S : Spent phase)



圖八 1988.1. ~ 1989.3. 臺灣櫻口鰍每月卵徑- 頻度分佈圖。
以 0.05 mm 為一單位。



圖九 1988.1. ~ 1989.4. 臺灣櫻口鰍每月長度-頻度分佈圖。
以 5 mm 為一單位。



圖十 1988.1. ~ 1989.4. 臺灣纓口鰍每月各魚齡體長變化圖。
 a : 0 + 齡魚群。 b : I + 齡魚群。 c : II + 齡魚群。
 直線表示SD。

The Biological Study of *Crossostoma lacustre*

Ming-Shung Chang (1) Kuang-Yang Lue (2)
Wei-Sah Chang (2)

- (1) Graduate Institute of Zoology, National Taiwan University
(2) Department of Biology National Taiwan Normal University

Abstract

Crossostoma lacustre were sampled by electro-fishing method and shrimp-traps in Yeau-Sheng Stream from January, 1988 to April, 1989. The biology of *C. lacustre*, including length-weight structure and growth were investigated.

The results of length-weight indicated that *C. lacustre* is an allometric growth. The pattern of monthly maturation and gonadosomatic index (GSI) showed the reproductive cycle of *C. lacustre* starts from April to July with a peak on April-May. Data from of the ova-diameter distribution indicated that *C. lacustre* is a species of series spawning. The male reaches to 70 mm. χ^2 -test indicated that sex ratios for is significantly different ($p < 0.05$) among 10 mm TL groups. The male dominated the TL groups from 50 to 90 mm whereas individuals above 90 mm were most female. The reproductive strategy of *C. lacustre* was discussed and tends to larger shape of female, series spawning and extended spawning season for the habitat.

The proceeding length-frequency distribution of *C. lacustre* could be divided into four age groups (0+, 1+, II+ and above III+). Among these,

0+ groups and I+ groups were dominant. The mean monthly changes in length of 0+ groups and I+ groups indicated the growing season of *C. lacustre* was from July to November.

Key words: *Crossostoma lacustre*, Allometric growth, Sex ratio, Reproductive cycle, Ova-diameter distribution, Population structure.