

9323

七家灣溪蛙類及蝌蚪族群研究

研究主持人：吳聲海

雪霸國家公園管理處

七家灣溪蛙類及蝌蚪族群研究

內政部營建署雪霸國家公園管理處委託研究報告

093-301020500G-023

七家灣溪蛙類及蝌蚪族群研究

受委託者：國立中興大學

研究主持人：吳聲海（國立中興大學生命科學系副教授）

研 究 生：張文宏（國立中興大學生命科學系碩士班研究生）

內政部營建署雪霸國家公園管理處委託研究報告

中華民國九十三年十二月

目次

表次.....	III
圖次.....	V
摘要.....	VII
第一章 緒論.....	1
第一節 計畫緣起.....	1
第二節 計畫目標.....	3
第三節 前人研究.....	4
第二章 研究內容.....	5
第一節 研究地區.....	5
第二節 研究方法.....	8
第三節 研究結果.....	10
第四節 討 論.....	44
參考書目.....	49
附錄一：期末報告審查意見改善表.....	51
附錄二：期中簡報會議記錄.....	52
附錄三：期末簡報會議記錄.....	53

表次

表 2-1.....	14
表 2-2.....	16
表 2-3.....	16
表 2-4.....	17
表 2-5.....	19
表 2-6.....	22
表 2-7.....	22
表 2-8.....	23
表 2-9.....	25
表 2-10.....	26
表 2-11.....	47

圖次

圖 2-1.....	7
圖 2-2.....	30
圖 2-3.....	30
圖 2-4.....	31
圖 2-5.....	31
圖 2-6.....	32
圖 2-7.....	32
圖 2-8.....	33
圖 2-9.....	34
圖 2-10.....	36
圖 2-11.....	36
圖 2-12.....	37
圖 2-13.....	37
圖 2-14.....	38
圖 2-15.....	39
圖 2-16.....	42
圖 2-17.....	43
圖 2-18.....	43

摘要

棲息於七家灣溪溪流環境中的兩棲類，其蝌蚪及成蛙都可能是鮭魚重要的食物來源，且草食性的蝌蚪又是鮭魚其它食物的重要競爭者，因此兩棲類在七家灣溪能量循環系統中的角色亟待深入探討。本計畫以移除法調查七家灣溪溪流環境中的成蛙與蝌蚪族群：成蛙部分，在樣區內 50 公尺溪段，於夜間將所有發現之成蛙全數捕捉，以估計族群量與生物量；蝌蚪部分，則於樣區溪段取三條 1 公尺寬之測線，捕捉所有蝌蚪，以迴歸方式推估蝌蚪密度。由每兩個月一次的調查資料發現，全年六次調查記錄中共捕獲 2 種蝌蚪(梭德氏赤蛙與盤古蟾蜍)，各月份蝌蚪平均密度以二月份最低(1.84 隻/m²)，四月份(10.55 隻/m²)與十月份(6.62 隻/m²)較高。二月、九月與十月只抓到梭德氏赤蛙蝌蚪；四月與六月盤古蟾蜍蝌蚪佔多數，梭德氏赤蛙蝌蚪數量少(四月與六月兩種蝌蚪數分別為 800 隻、216 隻以及 1398 隻、98 隻)，十一月則是梭德氏赤蛙蝌蚪佔多數，盤古蟾蜍蝌蚪數量少(766 隻：44 隻)。各測站間蝌蚪密度以湧泉池(54.39 隻/m²)最高，次高為有勝溪(15.55 隻/m²)，新復育池最低(1.35 隻/m²)。成蛙全年捕獲 3 種，分別為梭德氏赤蛙、斯文豪氏赤蛙與盤古蟾蜍。成蛙在十月為密度最高的月份(0.28 隻/m²)，其中 291 隻捕獲成蛙中梭德氏赤蛙佔 274 隻，因此十月應是因梭德氏赤蛙進入繁殖期而出現高峰；成蛙密度十一月最低，為 0.014 隻/m²。各測站間以有勝溪成蛙密度最高(0.417 隻/m²)，湧泉池最低(唯一一次調查沒抓到任何成蛙)，舊復育池次低(0.003 隻/m²)。本研究結果提供七家灣溪兩生類生產力等基礎資料，對建構七家灣溪生態系之能量及物質循環模式能有所幫助，也是將來七家灣溪兩生類族群研究深入探討的重要依據。

【關鍵字】 蝌蚪、梭德氏赤蛙、盤古蟾蜍、斯文豪氏赤蛙、溪流草食動物、生物量、生活史、密度、族群量估計

第一章 緒論

第一節 計畫緣起

七家灣溪流域為台灣地區特有陸封型鮭魚—櫻花鉤吻鮭的僅存棲地。本種魚為肉食性，主要食物為水中及水面昆蟲；而水中昆蟲主要是屬於植食、腐食、或食碎屑的種類；水中藻類及枯落物是這些水生昆蟲的主要食物來源(Wang, 1989)。由食物網的觀點，櫻花鉤吻鮭生長及生殖所需營養的質與量，均與其獵物及初級生產量有直接關係。

多年來，在七家灣溪櫻花鉤吻鮭族群及生態研究中，有一類水中的草食性動物一直是被忽略的一群。過去對於牠們，研究者均將其視為陸地上的掠食動物。然而，牠們是夏秋之季，溪中最醒目也數量最多的草食動物；牠們的存在，對於準備在秋末生殖的鮭魚來說，很可能是非常重要的食物來源；牠們本身為了要能儘快成長、變態，以躲避掠食或寒冬，很需要在短時間儘量利用營養成份不高的水生藻類，可能對七家灣溪的初級生產力有非常大的影響，進而影響到同樣依賴藻類為生的水生無脊椎動物。這類動物就是無尾兩生類的蝌蚪。

在七家灣溪的溪流中生殖的兩生類有盤古蟾蜍、梭德氏赤蛙及斯文豪氏赤蛙（袁，1995；呂，2002）。這三種都是廣泛分佈在全島中低海拔溪流的種類。尤其梭德氏赤蛙在夏季聚集在溪邊生殖，產下的卵孵化成數量極多的蝌蚪。溪中的蝌蚪可能可成為鮭魚的食物（Gillespie, 2001），但也可是其它水生昆蟲的重要競爭者；繁殖季節在溪邊聚集的梭德氏赤蛙成蛙，也有被鮭魚捕食的記錄（戴永禎、曹先紹，個人觀察記錄）。兩生類及其幼體在溪流生態系中作為獵物及競爭者的雙重身份，俱可能與鮭魚在生殖季前可否累積足夠營養，有重要的關係。

在建構七家灣溪生態系能量與物質循環的模式中，蝌蚪在這類低生產力的高山溪流中對初級生產力的角色也必定舉足輕重。蝌蚪在變態後更將養份帶離溪流，這對溪流養份的收支也可能造成有程度的影響。

七家灣溪蛙類及蝌蚪族群研究

溪流無尾兩生類的生活史及其能量及質量的傳輸上，除了對於成蛙的族群量及蝌蚪的進食及被獵食部份有少數研究外，其它部分均缺少資料。本計畫針對溪流兩生類在生態系中角色，將蛙類生活史各時期，在溪流中養份收支狀況加以量化，以便瞭解兩生類在七家灣溪生態系的功能角色。

第二節 計畫目標

本計畫以在七家灣河流域發現的三種無尾兩生類（梭德氏赤蛙、盤古蟾蜍與斯文豪氏赤蛙）為題材，對其蝌蚪及變態後成蛙在一年中的數量及與棲地之間的關係，做描述性的研究。以提供未來建構溪流生態系物質循環模式所需資料，並作為未來環境及族群監測的基礎。

第三節 前人研究

蝌蚪生態學及生活史的研究，一向都集中於溫帶地區靜止水域（池塘、湖泊）種類；而其研究重點均是以蝌蚪為中心探討蝌蚪本身的生活史（變態體型大小、蝌蚪期長短、掠食及競爭對蝌蚪的影響等）（例如：Collins & Wilbur, 1979; Werner & Gilliam, 1984; Anholt et al, 2000），從未由物質能量循環觀點來討論草食性蝌蚪在生態系中扮演的角色。更因溫帶地區普遍缺少溪流生活的蝌蚪種類，更少有對其密度或族群量的計算的研究。

草食性的蝌蚪對矽藻的消化能力差；食物在腸道中的暫留時間可超過一天；但因生長快速及進食速度快，池塘的蝌蚪可將絲狀藻類的量消耗 98%（Alford, 1999）；在蝌蚪到達變態以前，累積消耗的植物性食物總量，可佔整個生態系中很高的比例。蝌蚪腸道淨空速度慢，可在進食後十到十六小時才能將腸道內食物完全排除；食物在腸道中滯留時間隨蝌蚪增大而增加，蝌蚪成長後消化矽藻能力亦增加（Peterson & Boulton, 1999），排泄物含的營養可能超過其進食的營養（Alford, 1999），因此對於溪中的食屑性動物有很大的影響。

在臺灣，梭德氏赤蛙的生殖季節隨海拔高度降低而延遲；變態所需時間及變態時體型也隨海拔高度降低而加快及變小（賴，2002）。蝌蚪期的長短與體型與密度均有關（吳，未發表）。

第二章 研究內容

第一節 研究地區

本計畫以大甲溪上游，有勝溪與七家灣溪交會處處以上的七家灣流域為研究地區，包含桃山溪與有勝溪。有勝溪將作為本實驗的對照組。由於七月敏督利颱風來襲，各樣區遭受不同程度的影響，由上游至下游分別描述如下：

桃山溪：武陵吊橋為最上游之測站，位於武陵吊橋正下方。棲地形態以深潭為主，河道在吊橋正下方形成一 90° 之彎道，此彎道形成此測站最深的深潭並在另一岸形成寬闊的河床。上方的吊橋形成一條帶狀的遮蔽。七月敏督利颱風來襲造成棲地形態變為單調的急瀨地形，深潭也遭到填平。（圖一：測站 4）（E $121^\circ 17.978'$ ；N $24^\circ 23.967'$ ）

湧泉池：期中報告後增設此站，植被極為隱蔽的半封閉水域，僅有池子邊邊有水流流動，有兩個深度約兩公尺的池子。池內藻類極為豐盛，水流靜止。七月敏督利颱風來襲遭土石流沖毀，故此測站僅有一次調查紀錄（六月）。（圖一：測站 7）（E $121^\circ 18.002'$ ；N $24^\circ 23.284'$ ）

舊復育池：位於舊復育池旁，測站最上方為二號壩，棲地形態以急瀨與淺瀨為主。破壩下方的水道分成兩條，一條為急瀨，一條為淺瀨，兩條水流約在下游 50 公尺處匯流成一條急流。再往下為一水流平緩之平瀨，為進行蝌蚪進食量與食物類別實驗的區域。七月敏督利颱風使二號壩被完全沖毀，破壩下方分開的兩條水道也合流成一條急瀨。（圖一：測站 6）（E $121^\circ 18.115'$ ；N $24^\circ 23.056'$ ）

一號壩：測站在路邊，位於觀魚台下游約 200 公尺處，棲地類型以急瀨為主，但有些溪段兩岸有岩盤伸入溪流中形成潭區。敏督利颱風過後兩岸河床由原來植被茂密變為開闊的亂石地形。（圖一：測站 3）（E $121^\circ 18.153'$ ；N $24^\circ 22.363'$ ）

高山溪：期中報告後增設的樣區，為七家灣溪的支流，水流狀況單調，整條溪段都是淺窄的急瀨地形，兩岸山壁圍繞，密蔽度高。通往樣

區的道路遭颱風沖蝕，需攀爬而入。（圖一：測站 2）（E 121° 17.978'； N24° 21.603'）

新復育池：測站位於遊客中心前方之溪段。河道寬闊且棲地類型多樣，包含急瀨、急流與淺瀨。測站之溪段分為兩條水道，一條為淺瀨，一條為急瀨，中間夾著一個面積廣大的沙洲。兩條水道於下游處匯流。敏督利颱風過後兩條水道合流為一條，河床依然開闊廣大，但原通往樣區之道路遭沖毀，需改道由新復育池進入樣區。（圖一：測站 5）（E 121° 18.224'； N24° 21.294'）

有勝溪：位於農場入口收費站旁，為有勝溪溪段。棲地類型為平瀨，但大雨過後會形成急流，測站下方有一個落差極大的瀑布。此測站藻類量多，水中底質呈綠色。此測站受颱風影響不大，樣區無重大改變。（圖一：測站 1）（E 121° 18.116'； N24° 20.946'）

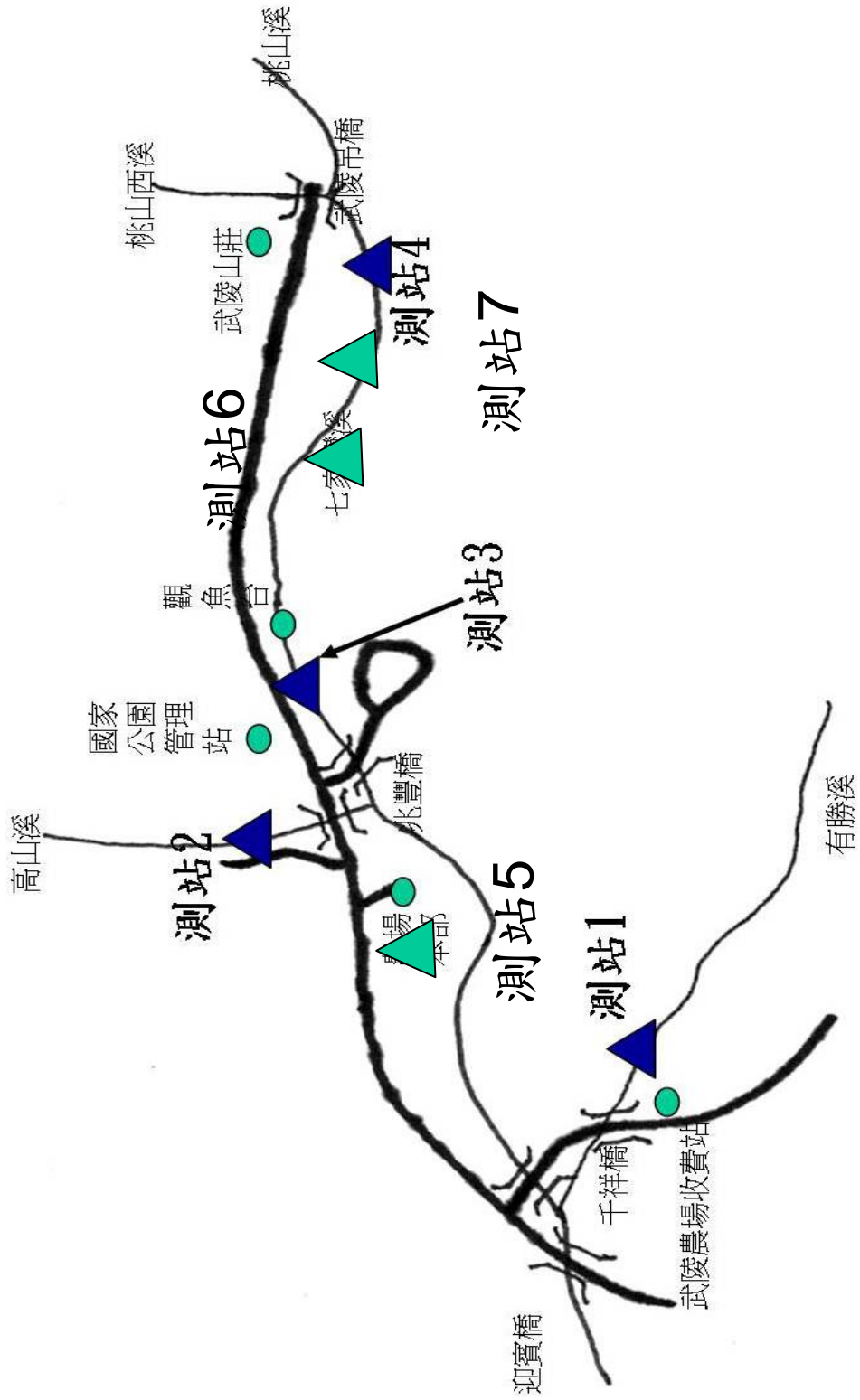


圖 2-1：各測站位置圖。

第二節 研究方法

調查頻率為每兩個月一次。研究方法分別以蝌蚪族群及青蛙成體族群兩方向進行；每一方向又細分為若干項目，溪流環境因子亦在白天作各項測量，各項目內容分敘如下：

環境因子：

每一樣區在 50 公尺範圍內選擇三條橫跨溪床、垂直水流之穿越線，穿越線寬度為 1 公尺。於各穿越線內測量溪流物理及化學因子。物理與化學因子均以各穿越線中測得的數值平均，並再平均三條穿越線之數值來代表整個樣區之狀況。

(一) 物理因子

每條穿越線分別測量溪流寬度、水面寬度、底石大小、水深、流速及植被覆蓋度。溪流寬度 (m) 以兩岸溪床坡度超過 45° 或遇樹林等障礙物之區域為測量範圍。水面寬度 (m) 為實際有水之溪面寬度。底石依大小分為六個等級 (1: <0.2 cm, 砂粒; 2: $0.2-1.6$ cm, 碎石; 3: $1.7-6.4$ cm, 卵石; 4: $6.5-25.6$ cm, 圓石; 5: $25.7-51.2$ cm, 大石; 6: >51.2 cm, 巨石)，在每條穿越線所跨越之溪床 (即溪流寬度所包含之區域) 每一公尺取一記錄。水深、流速與植被覆蓋度均在水面中央與兩岸距水邊一公尺處取三點測量。水深 (m) 以畫有刻度之長桿插入水中測量。流速 (cm/sec) 以流速計 (model 2030R, with standard rotor, General Oceanics) 測量。植被覆蓋度 (百分比) 以覆蓋度計 (spherical densiometer, model A; R. E. Lemmon, 5733 SE Cornell Dr., Barteville, OK 74006, USA) 測量。

(二) 化學因子

每一穿越線在開始物理因子測量及蝌蚪努力量調查之前以水質檢測器 (M-90 Checkmate, Corning) 在水面中央與兩岸距水邊一公尺處取三點測量水溫 ($^\circ\text{C}$)、酸鹼度、導電度 ($\mu\text{s}/\text{cm}$) 及溶氧量 (mg/l)。

蝌蚪研究：

(一) 蝌蚪體重與長度轉換關係公式

將採集並固定於 10% 福馬林中的各種蛙類蝌蚪三十隻 (含不同體形大小)，分別稱重 (到 0.01mg)，並測量全長、頭及軀幹長、尾長、頭及

軀幹最寬處、眼吻長、眼距及嘴寬（至 0.1mm），找出最佳的長度與體重關係式：

$$\ln(W) = \ln(a) + b\ln(L)$$

其中 a 及 b 為係數，W 為體重，L 為長度或其它測量值。此公式將用作野外測量蝌蚪後轉換成重量的依據（Benke, 1996）。

（二）蝌蚪乾重

取各種蛙類蝌蚪三十隻，分別稱重後，放入 60°C 烘箱中乾燥三天（或至重量不再改變）為止，再稱重，求得乾重以作為轉換為有機碳依據。

（三）蝌蚪密度估計—單位努力量方法

在每個樣點中的三條穿越線中，以 D 型水撈網（BioQuip DR7412D；網框寬 32 cm，網目 20*24mesh(150mm)）將所有蝌蚪捉出（兩人工作，一人持網站下游，另一人在上游翻石頭及驅趕）；在同一溪段中重覆撈取，每趟工作只要有撈到蝌蚪即繼續下一趟，直到未捕到蝌蚪為止。每次工作的樣本分別裝於容器中，分別計算數目、種類及測量依照公式（步驟一）得到之最佳長度，所有蝌蚪均固定後保存。

每趟撈取蝌蚪數目(Y 軸)對前次累加捕獲隻數(X 軸)求迴歸直線，該直線與 X 軸交會的点即為估計族群量。(林等, 1996)

青蛙族群估計：

在樣區內取 50 公尺長溪段，搜尋範圍為溪流水面以上至遇到溪床坡度超過 45° 或樹林等障礙物為界之河床區域。調查方法為夜間成蛙活動時間，沿兩岸溪畔以手電筒搜尋並徒手捕捉所有發現之成蛙，重複搜尋至抓不到青蛙為止。所捕捉到之成蛙分辨種類及計算數量，並記錄性別、體長、體重以及距水面距離。記錄完後固定保存。

第三節 研究結果

環境因子：

各項物理與化學環境因子整理如表 2-1，湧泉池與高山溪為六月增設之測站，無二月與四月資料，而湧泉池因七月遭土石流沖毀，故湧泉池只有六月一次調查紀錄。十月因調查期間遇颱風來襲而提早下山，故缺新復育池與有勝溪兩樣區資料。其餘少數因儀器故障而缺少資料。

七家灣溪六月與九月兩次調查結果顯示好幾項環境因子有明顯差異：各測站溶氧量降低 (t-test, $p=0.022$)、酸鹼度增高 (t-test, $p=0.003$)、流速也加快 (t-test, $p=0.013$)。但水面寬 (t-test, $p=0.105$)、水深 (t-test, $p=0.578$)、底石大小 (t-test, $p=0.716$)、導電度 (t-test, $p=0.208$) 與覆蓋度 (t-test, $p=0.977$) 等因子則無顯著差異。

棲地類型有淺瀨、急瀨與深潭三種，六月以前各種棲地數量相差不多，但九月與十月急瀨數增多，深潭地形減少；十一月則是淺瀨數最多 (表 2-2)。

蝌蚪研究：

(一) 蝌蚪體重與長度轉換關係公式

測量與計算結果如發現梭德氏赤蛙濕重與其頭長、盤古蟾蜍濕重與全長相關性最高 (表 2-3)，最佳公式分別為：

$$\text{梭德氏赤蛙：} \ln(W) = 3.631 \ln(L) - 9.863 \quad (p < 0.001) ;$$

$$\text{盤古蟾蜍：} \ln(W) = 3.237 \ln(TL) - 12.161 \quad (p < 0.001) 。$$

各月份各測站蝌蚪估計平均濕重及生物量(調查時撈起之蝌蚪若已殘尾或爛掉則不列入生物量估算，但密度估計仍將之列入)，以湧泉池蝌蚪生物量最高，桃山溪最低 (圖 2-2，表 2-4)；各月份之間則是以十一月份最高，九月份最低 (圖 2-3)。

(二) 蝌蚪乾重

梭德氏赤蛙與盤古蟾蜍蝌蚪乾重皆與其全長相關性最高（表 2-3），最佳公式分別為：

$$\text{梭德氏赤蛙：} \ln(W) = 3.606 \ln(TL) - 15.649 \quad (p < 0.001) ;$$

$$\text{盤古蟾蜍：} \ln(W) = 4.243 \ln(TL) - 17.745 \quad (p < 0.001) 。$$

（三）蝌蚪密度估計

全年各次調查僅捕獲梭德氏赤蛙與盤古蟾蜍兩種蝌蚪。六次調查記錄中，二月、九月與十月三次調查只抓到梭德氏赤蛙蝌蚪，四月與六月是盤古蟾蜍蝌蚪佔多數，梭德氏赤蛙蝌蚪數量少（四月與六月兩種蝌蚪數分別為 800 隻、216 隻以及 1398 隻、98 隻），十一月則是梭德氏赤蛙蝌蚪佔多數，盤古蟾蜍蝌蚪數量少（766 隻與 44 隻）（圖 2-4，表 2-5）。十一月份桃山溪第二測線蝌蚪密度估計誤差過大，因此該測線蝌蚪估計數目以實際捕捉數目代替（表 2-5）。

各月份蝌蚪平均密度二月份最低（1.84 隻/m²），四月份（10.55 隻/m²）與十月份（6.62 隻/m²）為兩個蝌蚪密度較高的月份（圖 2-5）。

各測站間全年蝌蚪密度平均以湧泉池（54.39 隻/m²）最高，但湧泉池樣站因期中報告之後才增設，七月又遭敏督利颱風所引起之土石流毀損，因此只有六月一次的調查紀錄。蝌蚪密度次高為有勝溪（15.55 隻/m²），新復育池最低（1.35 隻/m²）（圖 2-6）。全年累積結果各站均撈到梭德氏赤蛙蝌蚪，盤古蟾蜍蝌蚪則在湧泉池與有勝溪兩樣站撈到多數，其他樣區數量少或無（圖 2-7）。

以不同棲地類型來比較蝌蚪密度差異，發現只有二月與四月份梭德氏赤蛙蝌蚪在各棲地類型之間有差異，都是深潭密度最高，急瀨密度最低。其餘月份無差異；盤古蟾蜍各月份棲地類型之間都無差異（圖 2-8，表 2-6）。

各月份蝌蚪體長及發育期數（發育期數資料缺二月與四月）分佈不甚相同（圖 2-9），盤古蟾蜍各月份之間體長與發育期數都有顯著差異

（ANOVA, $F_{5,1044}$, $P < 0.001$ ；Kruskal- Wallis Test, $P = 0.018$ ）。梭德氏赤蛙

蝌蚪各月份之間體長與發育期數也都有顯著差異 (ANOVA, $F_{5,2156}$, $P < 0.001$; Kruskal- Wallis Test, $P < 0.001$)，且以體長資料來看，由九月梭德氏赤蛙繁殖季開始，並由十一月與二月銜接，至六月為止平均體長逐月增加，發育期數雖缺二月與四月，但仍有同樣趨勢 (圖 2-10)。

不同棲地類型之間蝌蚪平均體長及發育期數差異都很大，體長方面梭德氏赤蛙各棲地間二月與十一月急瀨較長、四月深潭較短、六月深潭較長、十月淺瀨較長；發育期數方面梭德氏赤蛙各棲地間六月深潭較大、十月淺瀨較大、十一月急瀨較大；盤古蟾蜍各棲地間六月淺瀨較大。僅有六月份盤古蟾蜍體長及九月份梭德氏赤蛙體長與發育期數沒有顯著差異 (表 2-7，圖 2-8)。

青蛙族群估計：

四月開始青蛙調查，全年捕獲三種青蛙，分別為梭德氏赤蛙、斯文豪氏赤蛙與盤古蟾蜍，青蛙月份、測站、種類、性別與數量資料整理如 (表 2-8)。

各月青蛙密度以十月為最高的月份 (0.28 隻/ m^2) (圖 2-11)，梭德氏赤蛙佔多數，291 隻捕獲青蛙中梭德氏赤蛙佔 274 隻 (圖 2-12)；九月青蛙密度次高 (0.11 隻/ m^2) (圖 2-11)，梭德氏赤蛙亦佔多數，344 隻捕獲青蛙中梭德氏赤蛙佔 295 隻 (圖 2-12)。青蛙密度十一月最低，為 0.014 隻/ m^2 (圖 2-11)。

各測站間全年平均密度以有勝溪青蛙密度最高 (0.417 隻/ m^2) (圖 2-13)，梭德氏赤蛙與斯文豪氏赤蛙數量為各站之冠，盤古蟾蜍數量僅次於高山溪 (圖 2-14)。湧泉池青蛙密度最低 (唯一一次調查未抓到任何青蛙)，舊復育池次低 (0.03 隻/ m^2) (圖 2-13)。

各種青蛙體長分佈每個月不盡相同 (圖 2-15)，梭德氏赤蛙雄蛙與雌蛙體長與體重在各月份間有顯著差異，梭德氏赤蛙雄蛙各月份間體長四月與十一月較短、體重六月較高；雌蛙體長四月較短、六月體重較高。盤古蟾蜍雌蛙與幼蛙體長與體重在各月份間也同樣有顯著差異，盤古蟾蜍雌蛙各月份間體長九月較長、

體重九月較高；幼蛙體長六月與九月較長、四月、六月與九月體重大於十月與十一月。（圖 2-16，表 2-9）。

各測站各月份青蛙生物量以十月各測站平均青蛙生物量最高（ 1.025 g/m^2 ），其中梭德氏赤蛙占了大部分（ 0.942 g/m^2 ）（表 2-10）。十一月則明顯較其他月份低（ 0.072 g/m^2 ）（圖 2-17）；各測站之間各月平均則是以有勝溪青蛙生物量最高（ 0.417 g/m^2 ），舊復育池最低（ 0.03 g/m^2 ）（圖 2-18）。

表 2-2：各月份棲地類型列表。

	急瀨	淺瀨	深潭
2 月	8	7	5
4 月	4	6	4
6 月	8	7	5
9 月	14	4	0
10 月	8	1	3
11 月	6	10	2

表 2-3：盤古蟾蜍與梭德氏赤蛙之乾重、濕重與長度最佳公式。

測量項目	盤古蟾蜍			梭德氏赤蛙		
	濕重			乾重		
	$\text{Ln}(W) = \ln(a) + b \ln(L)$		R^2 值	$\text{Ln}(W) = \ln(a) + b \ln(L)$		R^2 值
	$\ln(a)$	b		$\ln(a)$	b	
全長	-12.161	3.237	0.930	-17.745	4.243	0.947
頭長	-10.214	3.632	0.910	-15.084	4.717	0.908
尾長	-5.740	0.653	0.893	-14.084	3.736	0.919
最大寬度	-7.259	2.990	0.844	-11.428	3.973	0.884
眼吻長	-4.823	3.083	0.528	-7.002	3.086	0.293
眼距	-2.728	3.083	0.612	-5.520	2.827	0.720
嘴寬	-6.742	4.284	0.858	-10.271	5.330	0.782
	盤古蟾蜍			梭德氏赤蛙		
	濕重			乾重		
	$\text{Ln}(W) = \ln(a) + b \ln(L)$		R^2 值	$\text{Ln}(W) = \ln(a) + b \ln(L)$		R^2 值
	$\ln(a)$	b		$\ln(a)$	b	
全長	-12.294	3.298	0.920	-15.649	3.606	0.937
頭長	-9.863	3.631	0.928	-12.870	3.913	0.917
尾長	-9.846	2.971	0.870	-13.084	3.293	0.911
最大寬度	-7.427	3.147	0.859	-10.252	3.396	0.851
眼吻長	-6.073	3.263	0.751	-8.832	3.557	0.760
眼距	-3.208	2.357	0.740	-5.666	2.452	0.680
嘴寬	-7.072	3.757	0.797	-9.784	3.986	0.764

表 2-4：各月份各測站蝌蚪生物量（全長及體重±SD；總生物量為該站該月份所有蝌蚪種總生物量）。

桃山溪	種類	個體數	全長 (mm)	體重 (g)	乾重 (g)	生物量 (g/m ²)	樣區生物量 (g/m ²)
2 月	梭德氏赤蛙	64	23.56±6.16	0.196±0.190	0.019±0.021	0.216	0.216
4 月	梭德氏赤蛙	34	29.11±5.70	0.355±0.252	0.036±0.029	0.317	0.317
6 月	梭德氏赤蛙	3	40.13±5.25	0.929±0.416	0.118±0.052	0.122	0.122
9 月	-	0	-	-	-	0	0
10 月	梭德氏赤蛙	288	16.09±2.42	0.047±0.019	0.004±0.002	1.498	1.498
11 月	梭德氏赤蛙	16	21.394±4.18	0.126±0.062	0.012±0.006	0.229	0.229
湧泉池	種類	個體數	全長 (mm)	體重 (g)	乾重 (g)	生物量 (g/m ²)	樣區生物量 (g/m ²)
6 月	梭德氏赤蛙	27	46.32±3.17	1.451±0.332	0.164±0.042	1.335	6.661
	盤古蟾蜍	962	18.64±5.24	0.089±0.095	0.008±0.013	5.326	
舊復育池	種類	個體數	全長 (mm)	體重 (g)	乾重 (g)	生物量 (g/m ²)	樣區生物量 (g/m ²)
2 月	梭德氏赤蛙	87	26.87±5.70	0.278±0.195	0.028±0.021	0.278	0.278
4 月	梭德氏赤蛙	68	30.84±5.30	0.416±0.253	0.043±0.029	0.667	0.667
6 月	梭德氏赤蛙	5	45.28±2.09	1.333±0.214	0.131±0.056	0.154	0.154
9 月	梭德氏赤蛙	344	14.85±1.32	0.034±0.009	0.003±0.001	0.301	0.301
10 月	梭德氏赤蛙	53	20.47±2.95	0.104±0.042	0.009±0.004	0.303	0.303
11 月	梭德氏赤蛙	132	19.20±4.79	0.097±0.074	0.009±0.007	1.051	1.051
一號壩	種類	個體數	全長 (mm)	體重 (g)	乾重 (g)	生物量 (g/m ²)	樣區生物量 (g/m ²)
2 月	梭德氏赤蛙	137	22.73±6.02	0.170±0.140	0.017±0.015	0.687	0.687
4 月	梭德氏赤蛙	98	23.14±4.79	0.169±0.114	0.016±0.012	0.474	0.474
6 月	盤古蟾蜍	14	19.61±5.46	0.102±0.090	0.010±0.010	0.042	0.042
9 月	梭德氏赤蛙	16	14.44±1.06	0.031±0.008	0.002±0.001	0.017	0.017

表 2-4：(續)

10 月	梭德氏赤蛙	103	17.55±5.28	0.076±0.053	0.007±0.005	0.913	0.913
11 月	梭德氏赤蛙	215	19.66±4.21	0.100±0.071	0.009±0.007	1.895	1.909
	盤古蟾蜍	1	22.60	0.126	0.011	0.014	
高山溪	種類	個體數	全長 (mm)	體重 (g)	乾重 (g)	生物量 (g/m²)	樣區生物量 (g/m²)
6 月	-	0	-	-		0	0
9 月	梭德氏赤蛙	4	14.96±1.07	0.035±0.009	0.003±0.001	0.008	0.008
10 月	梭德氏赤蛙	53	17.40±2.67	0.061±0.025	0.005±0.002	0.308	0.308
11 月	梭德氏赤蛙	135	21.19±4.59	0.127±0.087	0.012±0.009	2.049	2.049
新復育池	種類	個體數	全長 (mm)	體重 (g)	乾重 (g)	生物量 (g/m²)	樣區生物量 (g/m²)
2 月	梭德氏赤蛙	3	18.92±11.18	0.150±0.230	0.015±0.023	0.01	0.01
4 月	梭德氏赤蛙	7	30.25±6.29	0.403±0.297	0.042±0.034	0.129	0.129
6 月	梭德氏赤蛙	706	32.25±4.00	0.456±0.170	0.047±0.019	0.963	1.028
	盤古蟾蜍	16	21.47±5.33	0.131±0.112	0.015±0.016	0.065	
9 月	梭德氏赤蛙	1	19.00	0.076	0.007	0.002	0.002
11 月	梭德氏赤蛙	133	18.58±4.58	0.088±0.079	0.008±0.008	0.908	0.908
有勝溪	種類	個體數	全長 (mm)	體重 (g)	乾重 (g)	生物量 (g/m²)	樣區生物量 (g/m²)
2 月	梭德氏赤蛙	57	22.68±5.37	0.166±0.140	0.016±0.015	0.289	0.289
4 月	梭德氏赤蛙	16	40.50±3.75	0.945±0.282	0.104±0.034	0.800	2.481
	盤古蟾蜍	800	15.27±2.72	0.040±0.024	0.003±0.02	1.681	
6 月	梭德氏赤蛙	4	30.49±3.07	0.370±0.116	0.042±0.010	0.090	2.882
	盤古蟾蜍	383	19.07±7.86	0.120±0.129	0.012±0.016	2.792	
9 月	梭德氏赤蛙	3	15.12±0.70	0.036±0.006	0.003±0	0.004	0.004
11 月	梭德氏赤蛙	106	17.68±3.98	0.072±0.065	0.006±0.006	0.676	1.531
	盤古蟾蜍	43	24.73±4.06	0.185±0.088	0.019±0.011	0.855	

表 2-5：各月份各測站蝌蚪數量與密度。

2 月						
樣點	測線	棲地類型	捕捉總數	估計數量	估計密度 (隻/m ²)	平均密度 (隻/m ²)
桃山溪	一	急瀨	0	0	0	1.22
	二	急瀨	2	2.33	0.23	
	三	急瀨	0	0	0	
	四	深潭	12	13.32	1.73	
	五	深潭	11	13.7	1.57	
	六	淺瀨	39	39.17	3.77	
舊復育池	一	深潭	30	46.62	3.82	1.56
	二	急瀨	10	13.18	0.79	
	三	急瀨	2	2	0.08	
	四	淺瀨	29	30.68	1.28	
	五	淺瀨	16	18.52	1.83	
一號壩	一	深潭	55	56.35	5.12	4.23
	二	深潭	71	73.45	6.28	
	三	急瀨	11	15.22	1.29	
新復育池	一	急瀨	1	1	0.31	0.14
	二	急瀨	1	1	0.04	
	三	淺瀨	1	1	0.06	
有勝溪	一	淺瀨	34	33.6	3.26	2.05
	二	淺瀨	16	21.82	2.32	
	三	淺瀨	7	7.37	0.57	
4 月						
樣點	測線	棲地類型	捕捉總數	估計數量	估計密度 (隻/m ²)	平均密度 (隻/m ²)
桃山溪	一	深潭	3	3	0.31	0.91
	二	急瀨	1	1	0.10	
	三	急瀨	2	2	0.26	
	四	淺瀨	28	31.65	2.96	
舊復育池	一	深潭	30	36.29	3.63	2.05
	二	急瀨	7	9.47	0.84	
	三	淺瀨	14	16.56	1.64	
	四	淺瀨	17	23	2.08	
一號壩	一	深潭	51	53.15	5.21	4.43
	二	深潭	41	53.38	3.64	

表 2-5：(續)

新復育池	一	急瀨	0	0	0.00	0.31
	二	淺瀨	7	8.97	0.62	
有勝溪	一	淺瀨	127	171.96	18.29	45.04
	二	淺瀨	689	682.01	71.79	
6 月						
樣點	測線	棲地類型	捕捉總數	估計數量	估計密度 (隻/m ²)	平均密度 (隻/m ²)
桃山溪	一	淺瀨	2	2.334	0.24	0.13
	二	深潭	1	1	0.15	
	三	急瀨	0	0	0	
湧泉池	一	深潭	37	41.47	5.68	54.39
	二	深潭	952	927.79	103.09	
舊復育池	一	急瀨	4	4.16	0.31	0.13
	二	急瀨	0	0	0	
	三	急瀨	0	0	0	
	四	急瀨	2	2	0.21	
一號壩	一	深潭	10	10.05	0.87	0.47
	二	淺瀨	0	0	0	
	三	深潭	4	4.82	0.53	
高山溪	一	淺瀨	0	0	0	0
	二	淺瀨	0	0	0	
	三	淺瀨	0	0	0	
新復育池	一	急瀨	0	0	0	3.07
	二	急瀨	41	68.06	5.91	
	三	急瀨	45	47.68	3.31	
有勝溪	一	淺瀨	234	230.5	32.46	24.89
	二	淺瀨	164	162.73	17.31	
9 月蝌蚪						
樣點	測線	棲地類型	捕捉總數	估計數量	估計密度 (隻/m ²)	平均密度 (隻/m ²)
桃山溪	一	急瀨	0	0	0	0
	二	急瀨	0	0	0	
	三	急瀨	0	0	0	
舊復育池	一	急瀨	0	0	0	11.99
	二	急瀨	344	359.74	35.97	
	三	淺瀨	0	0	0	

表 2-5：(續)

一號壩	一	急瀨	1	1	0.10	0.69
	二	急瀨	0	0	0	
	三	急瀨	15	15.74	1.97	
高山溪	一	急瀨	4	4	0.77	0.19
	二	急瀨	0	0	0	
	三	急瀨	0	0	0	
新復育池	一	急瀨	0	0	0	0.02
	二	急瀨	0	0	0	
	三	急瀨	1	1	0.07	
有勝溪	一	淺瀨	0	0	0	0.1
	二	淺瀨	2	2	0.20	
	三	淺瀨	1	1	0.10	
10 月						
樣點	測線	棲地類型	捕捉總數	估計數量	估計密度 (隻/m ²)	平均密度 (隻/m ²)
桃山溪	一	急瀨	2	2	0.14	14.89
	二	急瀨	208	214.14	31.03	
	三	急瀨	96	86.39	13.50	
舊復育池	一	急瀨	32	33.15	2.91	2.20
	二	深潭	5	5.55	0.73	
	三	淺瀨	16	19.6	2.96	
一號壩	一	深潭	69	68.13	8.62	6.23
	二	急瀨	43	40.78	4.02	
	三	深潭	45	45.25	6.03	
高山溪	一	急瀨	29	35.8	6.28	3.17
	二	急瀨	19	18.59	2.43	
	三	急瀨	5	5.12	0.81	
11 月						
樣點	測線	棲地類型	捕捉總數	估計數量	估計密度 (隻/m ²)	平均密度 (隻/m ²)
桃山溪	一	淺瀨	9	8.85	0.62	1.54
	二	淺瀨	13	13	2.28	
	三	急瀨	8	10.97	1.71	
舊復育池	一	淺瀨	9	12.57	1.19	2.93
	二	深潭	1	1	0.11	
	三	淺瀨	122	126.88	7.48	

表 2-5：(續)

一號壩	一	深潭	84	84.29	9.26	8.42
	二	淺瀨	87	94.05	9.60	
	三	淺瀨	45	48.09	6.41	
高山溪	一	急瀨	29	29.03	5.04	6.15
	二	急瀨	48	49.56	9.53	
	三	急瀨	58	55.01	3.87	
新復育池	一	淺瀨	85	81.16	5.60	3.23
	二	急瀨	4	4	0.35	
	三	急瀨	49	47.92	3.74	
有勝溪	一	淺瀨	28	28.55	3.32	5.68
	二	淺瀨	55	58.88	6.69	
	三	淺瀨	76	73.91	7.04	

表 2-6：各棲地類型之間蝌蚪密度差異 (Kruskal-Wallis Test)，(*表無資料)

	二月	四月	六月	九月	十月	十一月
梭德氏赤蛙	0.004	0.02	0.451	0.809	0.76	0.964
盤古蟾蜍	*	0.2	0.125	*	*	0.429

表 2-7：各棲地類型之間蝌蚪體長與發育期數差異 (Kruskal-Wallis Test)，

(*表無資料)

		二月	四月	六月	九月	十月	十一月
體長	梭德氏赤蛙	0.013	<0.001	<0.001	0.717	<0.001	<0.001
	盤古蟾蜍	*	*	0.112	*	*	*
發育期數	梭德氏赤蛙	*	*	<0.001	0.156	<0.001	<0.001
	盤古蟾蜍	*	*	<0.001	*	*	*

表 2-8：各測站各月份青蛙捕捉記錄。(二月無調查記錄，湧泉池只有六月紀錄)

4 月																	
樣區	梭德氏赤蛙					盤古蟾蜍					斯文豪氏赤蛙					樣區總數	平均密度 (隻/m ²)
	雄	雌	幼	未知	總數	雄	雌	幼	未知	總數	雄	雌	幼	未知	總數		
桃山溪	3	3	1	0	7	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	9	0.017
舊復育池	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0.003
一號壩	1	0	1	0	2	0	2	1	0	3	0	0	0	2	2	7	0.042
新復育池	4	5	0	0	9	14	6	5	0	25	0	0	0	0	0	34	0.068
有勝溪	0	0	0	1	1	4	2	0	1	7	0	0	0	1	1	9	0.016
總數	8	9	2	1	20	18	11	8	1	38	0	0	0	3	3	61	0.029
6 月																	
樣區	梭德氏赤蛙					盤古蟾蜍					斯文豪氏赤蛙					樣區總數	平均密度 (隻/m ²)
	雄	雌	幼	未知	總數	雄	雌	幼	未知	總數	雄	雌	幼	未知	總數		
桃山溪	4	2	32	0	38	0	2	5	0	7	0	0	0	0	0	45	0.092
湧泉池	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
舊復育池	6	0	0	0	6	0	2	3	0	5	0	0	0	0	0	11	0.016
一號壩	1	0	5	1	7	5	6	6	0	17	0	0	0	1	1	25	0.099
高山溪	5	0	4	0	9	6	7	90	0	103	0	0	0	0	0	112	0.276
新復育池	0	0	2	0	2	3	1	19	0	23	0	0	0	0	0	25	0.05
有勝溪	17	13	20	3	53	28	6	36	0	70	0	0	1	1	2	125	0.181
總數	33	15	63	4	115	42	24	159	0	225	0	0	1	2	3	343	0.102

表 2-8：(續)

9 月																	
樣區	梭德氏赤蛙					盤古蟾蜍					斯文豪氏赤蛙					樣區總數	平均密度 (隻/m ²)
	雄	雌	幼	未知	總數	雄	雌	幼	未知	總數	雄	雌	幼	未知	總數		
桃山溪	32	0	0	0	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0.034
舊復育池	47	3	12	0	62	0	1	1	0	2	0	0	0	0	0	64	0.078
一號壩	60	1	0	0	61	0	2	2	0	4	0	0	0	0	0	65	0.057
高山溪	8	0	1	0	9	2	2	11	0	15	0	0	0	0	0	24	0.044
新復育池	38	1	0	0	39	3	1	2	0	6	0	0	0	0	0	45	0.09
有勝溪	80	6	6	0	92	13	6	0	0	19	2	1	0	0	3	114	0.354
總數	265	11	19	0	295	18	12	16	0	46	2	1	0	0	3	344	0.110
10 月																	
樣區	梭德氏赤蛙					盤古蟾蜍					斯文豪氏赤蛙					樣區總數	平均密度 (隻/m ²)
	雄	雌	幼	未知	總數	雄	雌	幼	未知	總數	雄	雌	幼	未知	總數		
桃山溪	19	1	1	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0.025
舊復育池	34	1	8	0	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	0.041
一號壩	22	1	0	0	23	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	25	0.024
高山溪	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.003
新復育池	46	4	2	0	52	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	54	0.108
有勝溪	101	20	12	0	134	2	0	12	2	14	0	0	0	0	0	150	1.48
總數	222	27	24	0	274	3	1	12	3	16	1	0	0	0	1	294	0.28

表 2-8：(續)

11 月																	
樣區	梭德氏赤蛙					盤古蟾蜍					斯文豪氏赤蛙					樣區總數	平均密度 (隻/m ²)
	雄	雌	幼	未知	總數	雄	雌	幼	未知	總數	雄	雌	幼	未知	總數		
桃山溪	1	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.002
舊復育池	1	3	1	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0.012
一號壩	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.001
高山溪	1	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.006
新復育池	3	0	0	0	3	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4	0.008
有勝溪	11	5	2	0	18	1	0	1	0	2	0	0	0	0	0	20	0.055
總數	18	11	3	0	32	2	0	1	0	3	0	0	0	0	0	35	0.014

表 2-9：各種青蛙各月間體長與體重差異。(ANOVA)

	梭德氏赤蛙			盤古蟾蜍			斯文豪氏赤蛙		
	雄	雌	幼	雄	雌	幼	雄	雌	幼
體長	<0.001	<0.001	0.218	0.168	0.013	<0.001	0.556	*	*
體重	<0.001	<0.001	0.95	0.221	0.008	0.018	0.044	*	*

表 2-10：各月份各測站青蛙生物量（體長&體重±SD；總生物量為該站該月份所有蛙種總生物量）。

桃山溪	種類	個體數	平均體長 (mm)	平均體重 (g)	生物量 (g/m ²)	總生物量 (g/m ²)
4 月	梭德氏赤蛙	7	29.92±3.17	3.19±1.11	0.043	0.049
	盤古蟾蜍	2	24.23±9.94	1.80±1.70	0.007	
6 月	梭德氏赤蛙	38	19.97±10.20	2.98±8.57	0.232	0.359
	盤古蟾蜍	7	39.79±13.20	8.81±7.64	0.127	
9 月	梭德氏赤蛙	32	33.57±1.62	3.12±0.46	0.107	0.107
10 月	梭德氏赤蛙	21	34.57±2.95	3.34±0.81	0.082	0.082
11 月	梭德氏赤蛙	2	37.31±8.09	6.00±4.24	0.011	0.011
湧泉池	種類	個體數	平均體長 (mm)	平均體重 (g)	生物量 (g/m ²)	總生物量 (g/m ²)
6 月	0				0	0
舊復育池	種類	個體數	平均體長 (mm)	平均體重 (g)	生物量 (g/m ²)	總生物量 (g/m ²)
4 月	梭德氏赤蛙	1	45.25	8.90	0.012	0.073
	盤古蟾蜍	1	71.95	47.00	0.061	
6 月	梭德氏赤蛙	6	35.68±1.48	4.02±1.02	0.034	0.122
	盤古蟾蜍	5	43.52±14.83	12.20±12.06	0.087	
9 月	梭德氏赤蛙	61	31.90±6.76	3.05±1.61	0.227	0.249
	盤古蟾蜍	2	44.78±10.95	8.80±5.94	0.022	
10 月	梭德氏赤蛙	43	33.06±6.75	3.10±1.42	0.126	0.126
11 月	梭德氏赤蛙	5	39.40±12.04	6.30±3.96	0.076	0.076

表 2-10：(續)

一號壩	種類	個體數	平均體長 (mm)	平均體重 (g)	生物量 (g/ m ²)	總生物量 (g/ m ²)
4 月	梭德氏赤蛙	2	23.45±10.04	1.75±1.77	0.021	1.477
	盤古蟾蜍	3	48.63±5.22	16.17±8.61	0.291	
	斯文豪氏赤蛙	2	99.18±1.73	97.00±19.80	1.165	
6 月	梭德氏赤蛙	7	19.66±7.74	1.06±1.14	0.029	1.204
	盤古蟾蜍	17	45.49±12.96	13.67±9.17	0.924	
	斯文豪氏赤蛙	1	91.40	63.00	0.250	
9 月	梭德氏赤蛙	61	33.88±2.34	3.31±0.85	0.175	0.215
	盤古蟾蜍	4	44.61±13.69	11.48±9.73	0.04	
10 月	梭德氏赤蛙	23	35.38±2.74	3.50±1.17	0.081	0.1
	盤古蟾蜍	1	53.48	18.50	0.019	
11 月	梭德氏赤蛙	1	33.50	3.00	0.003	0.003
高山溪	種類	個體數	平均體長 (mm)	平均體重 (g)	生物量 (g/ m ²)	總生物量 (g/ m ²)
6 月	梭德氏赤蛙	9	26.71±10.06	2.43±1.94	0.054	1.355
	盤古蟾蜍	103	34.40±9.55	5.13±4.92	1.301	
9 月	梭德氏赤蛙	9	34.40±1.83	3.52±0.67	0.058	0.256
	盤古蟾蜍	15	38.12±10.37	7.23±6.88	0.198	
10 月	梭德氏赤蛙	1	23.75	1.10	0.003	0.003
11 月	梭德氏赤蛙	3	38.70±5.15	5.50±2.18	0.033	0.033

表 2-10：(續)

新復育池	種類	個體數	平均體長 (mm)	平均體重 (g)	生物量 (g/ m ²)	總生物量 (g/ m ²)
4 月	梭德氏赤蛙	9	33.19±2.51	4.22±0.65	0.076	0.882
	盤古蟾蜍	25	46.44±13.17	16.12±8.63	0.806	
6 月	梭德氏赤蛙	2	20.50±1.27	0.90±0.28	0.004	0.345
	盤古蟾蜍	23	33.86±12.58	7.42±9.68	0.341	
9 月	梭德氏赤蛙	39	33.09±2.02	3.05±0.60	0.238	0.457
	盤古蟾蜍	6	46.57±19.33	18.30±16.94	0.22	
10 月	梭德氏赤蛙	52	33.18±4.59	3.38±1.51	0.352	0.503
	盤古蟾蜍	1	51.44	14.50	0.029	
	斯文豪氏赤蛙	1	82.92	61.00	0.122	
11 月	梭德氏赤蛙	3	30.66±1.78	2.83±0.29	0.017	0.077
	盤古蟾蜍	1	65.77	30.00	0.06	
有勝溪	種類	個體數	平均體長 (mm)	平均體重 (g)	生物量 (g/ m ²)	總生物量 (g/ m ²)
4 月	梭德氏赤蛙	1	33.60	5.40	0.01	0.47
	盤古蟾蜍	7	59.99±13.59	28.26±22.60	0.352	
	斯文豪氏赤蛙	1	84.90	61.70	0.11	
6 月	梭德氏赤蛙	53	34.47±8.38	5.98±7.14	0.458	2.012
	盤古蟾蜍	70	46.78±13.58	14.35±10.92	1.450	
	斯文豪氏赤蛙	2	75.95±4.88	36.00±8.49	0.104	
9 月	梭德氏赤蛙	91	33.05±3.50	3.10±0.90	0.878	3.275
	盤古蟾蜍	19	63.13±16.2	33.68±24.54	1.989	

表 2-10：(續)

	斯文豪氏赤蛙	3	79.19±3.87	43.67±13.32	0.407	
10 月	梭德氏赤蛙	133	33.87±5.32	3.79±2.19	5.005	5.335
	盤古蟾蜍	14	21.65±13.27	2.36±4.96	0.330	
11 月	梭德氏赤蛙	18	34.15±7.27	3.97±2.71	0.197	0.23
	盤古蟾蜍	2	32.00±22.54	6.13±8.31	0.034	

圖 2-2：各測站蝌蚪生物量比較圖。

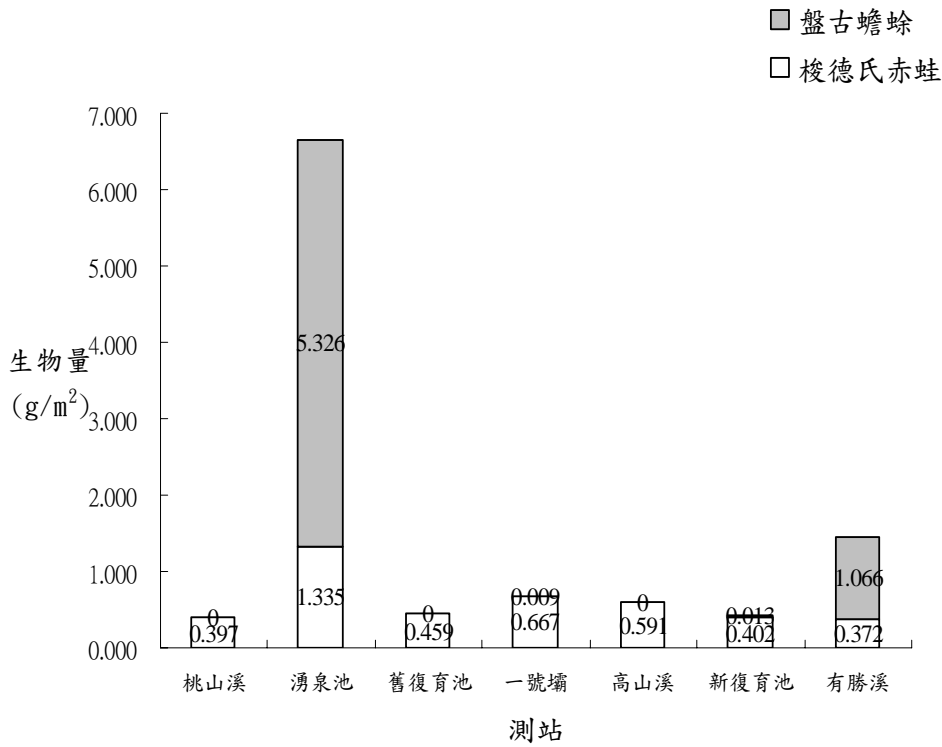


圖 2-3：各月份蝌蚪生物量比較圖（扣除湧泉池）。

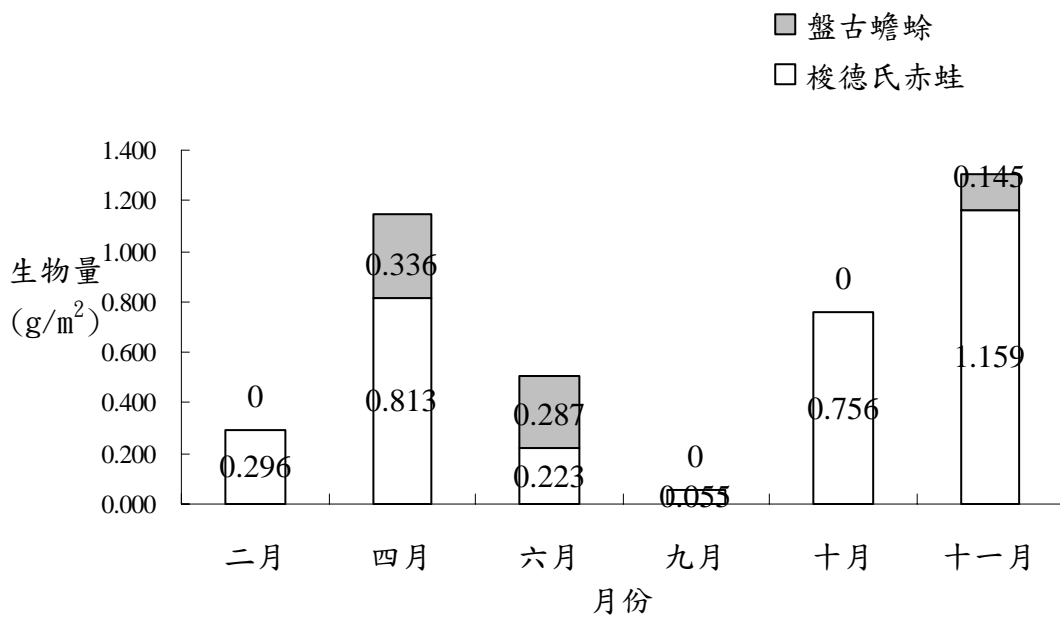


圖 2-4：各月份蝌蚪種類與數目比較圖（扣除湧泉池）。

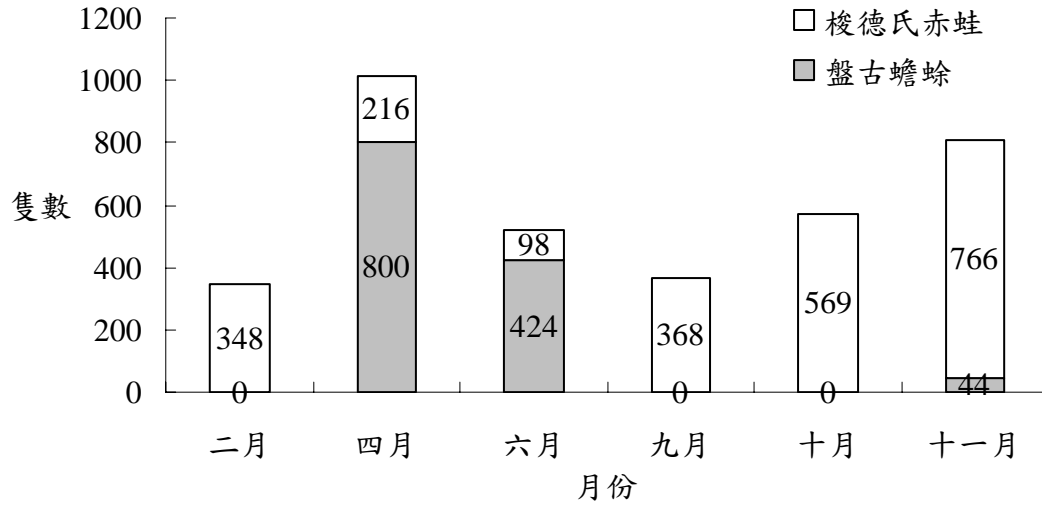


圖 2-5：各月份蝌蚪密度比較圖（扣除湧泉池）。

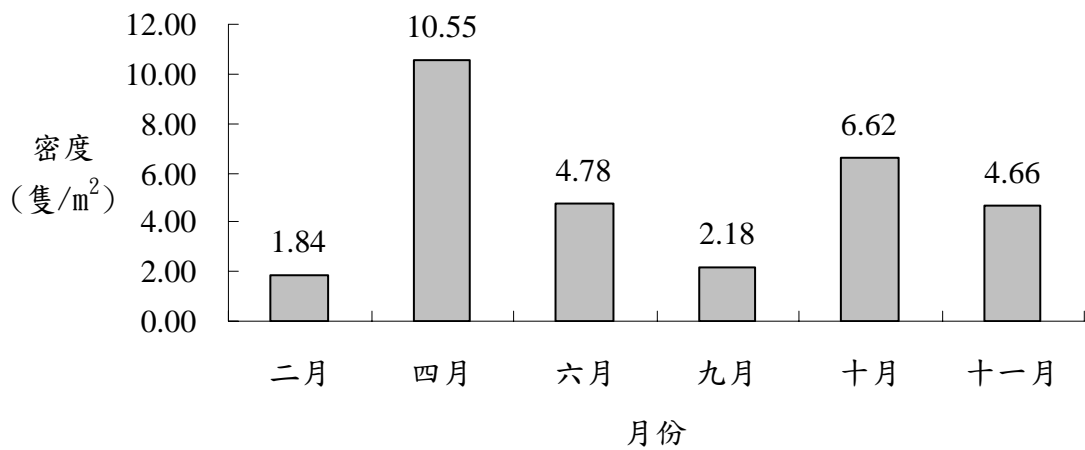


圖 2-6：各測站蝌蚪密度比較圖。

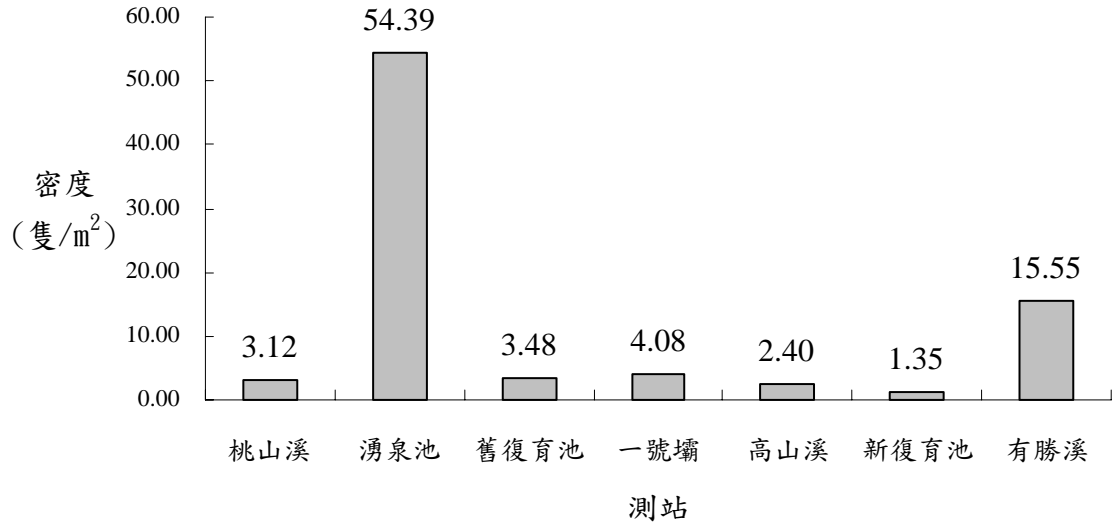


圖 2-7：各測站蝌蚪總數比較圖。

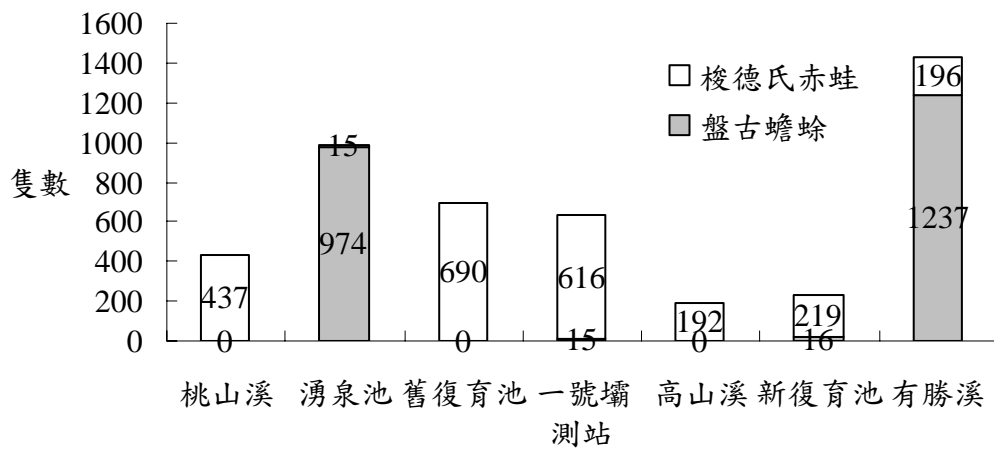


圖 2-8：各月份各棲地類型之間蝌蚪密度、體長與發育期數比較圖 (\pm SD)。(空格為缺資料，密度比較圖中四月與六月盤古蟾蜍資料誤差線劃滿為變異過大。)

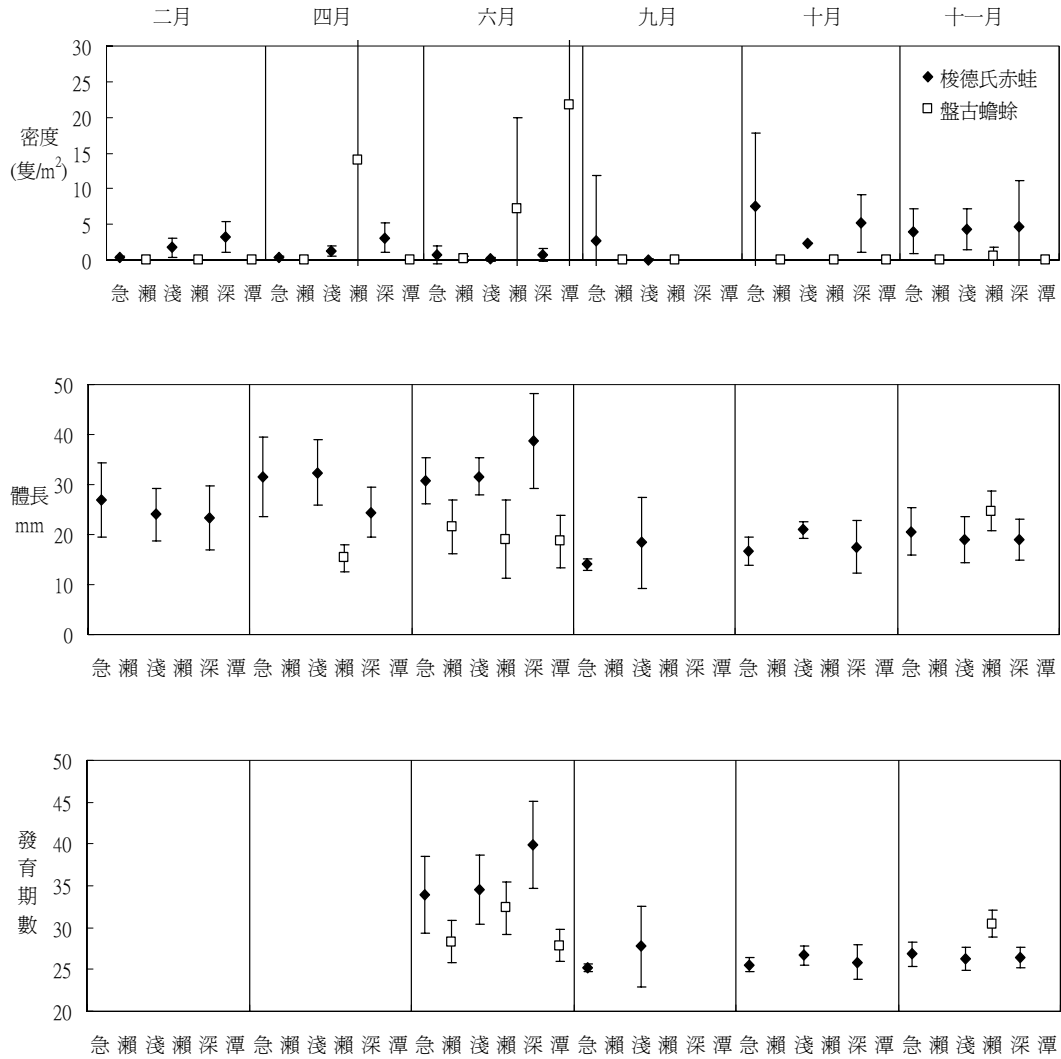
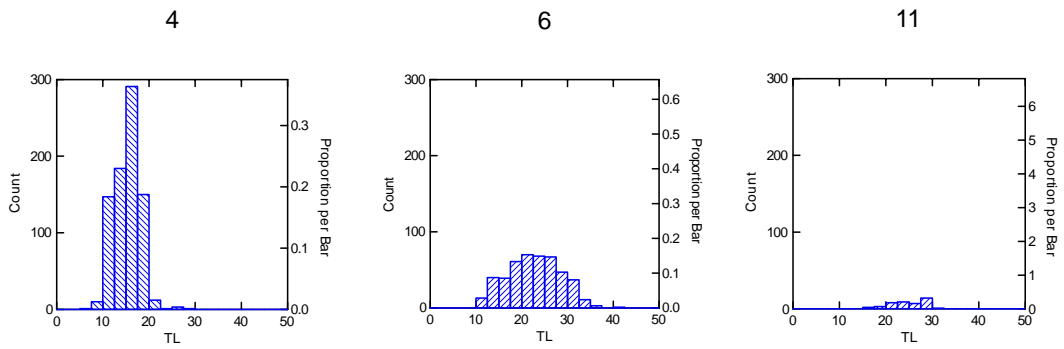


圖 2-9：各月份蝌蚪體長與發育期數分佈圖。

(a) 盤古蟾蜍體長分佈圖。



(b) 梭德氏赤蛙體長分佈圖。

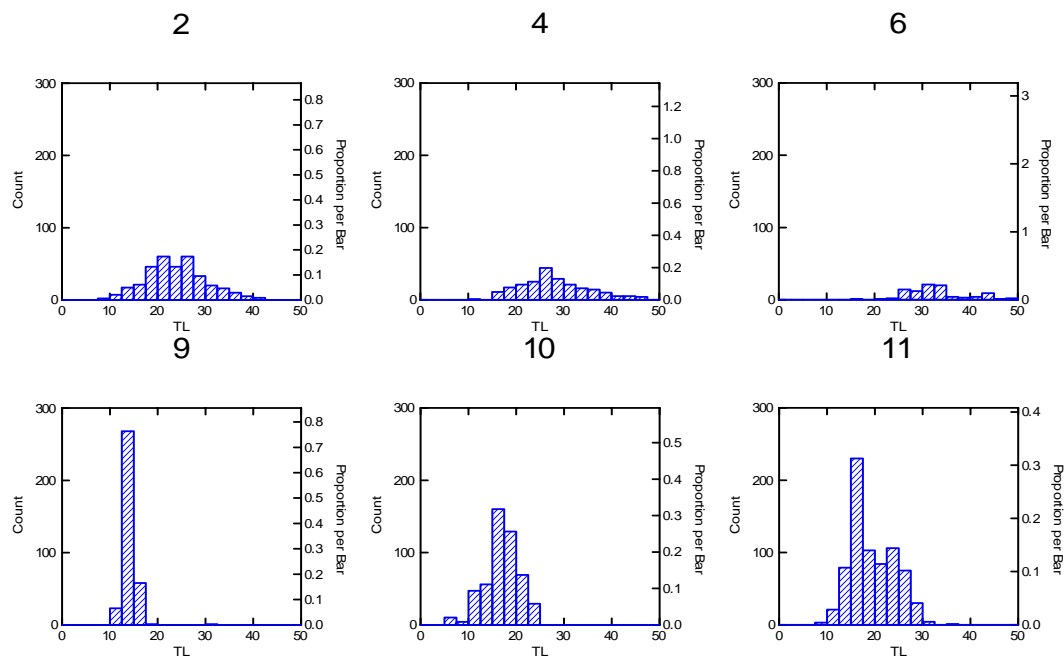
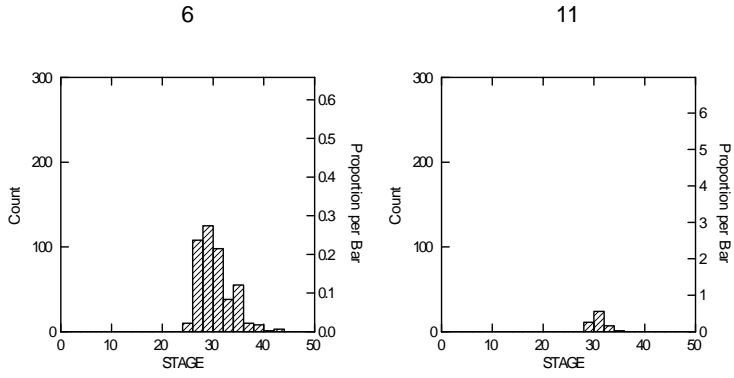


圖 2-9：(續)

(c) 盤古蟾蜍發育期數分佈圖。



(d) 梭德氏赤蛙發育期數分佈圖。

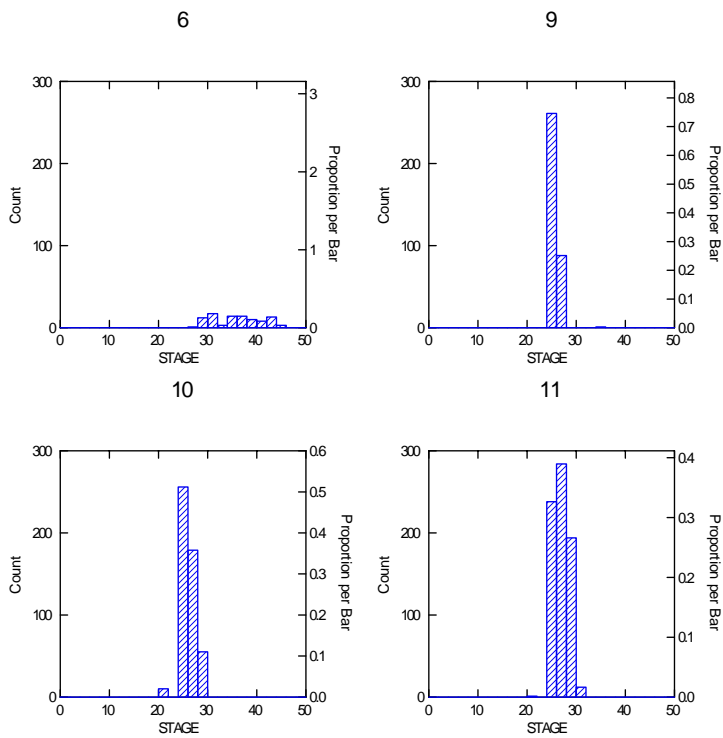


圖 2-10：蝌蚪各月份平均體長與發育時期比較圖 (\pm SD)。(空白為缺資料)

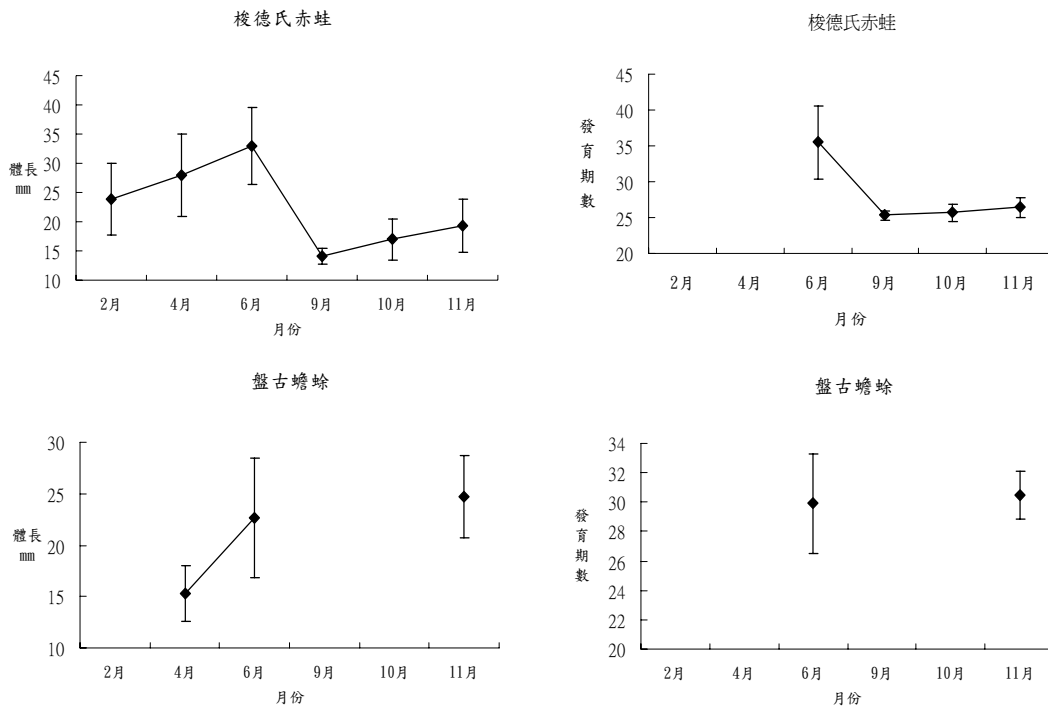


圖 2-11：各月份青蛙密度比較圖。

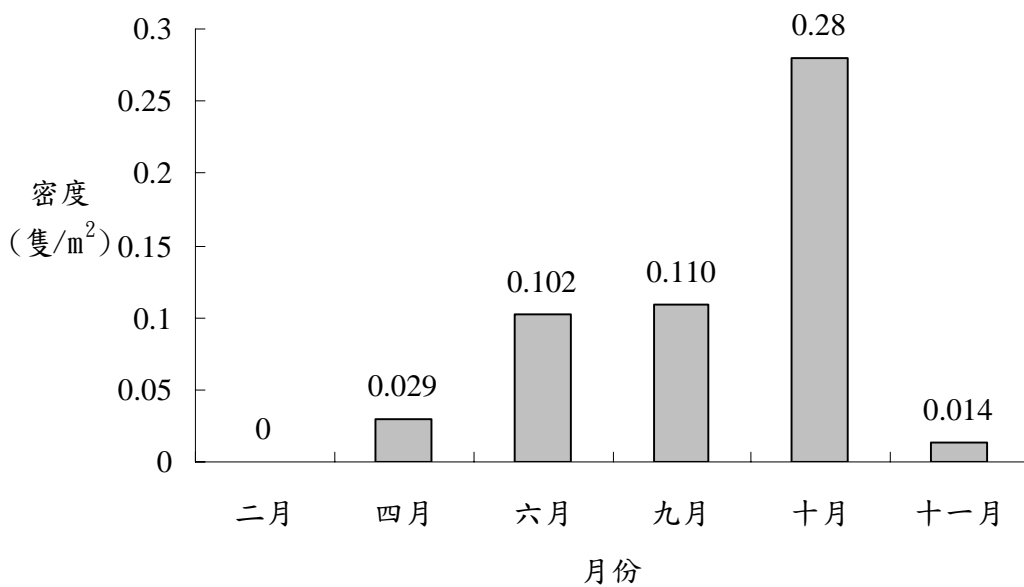


圖 2-12：各月份青蛙總數比較圖。

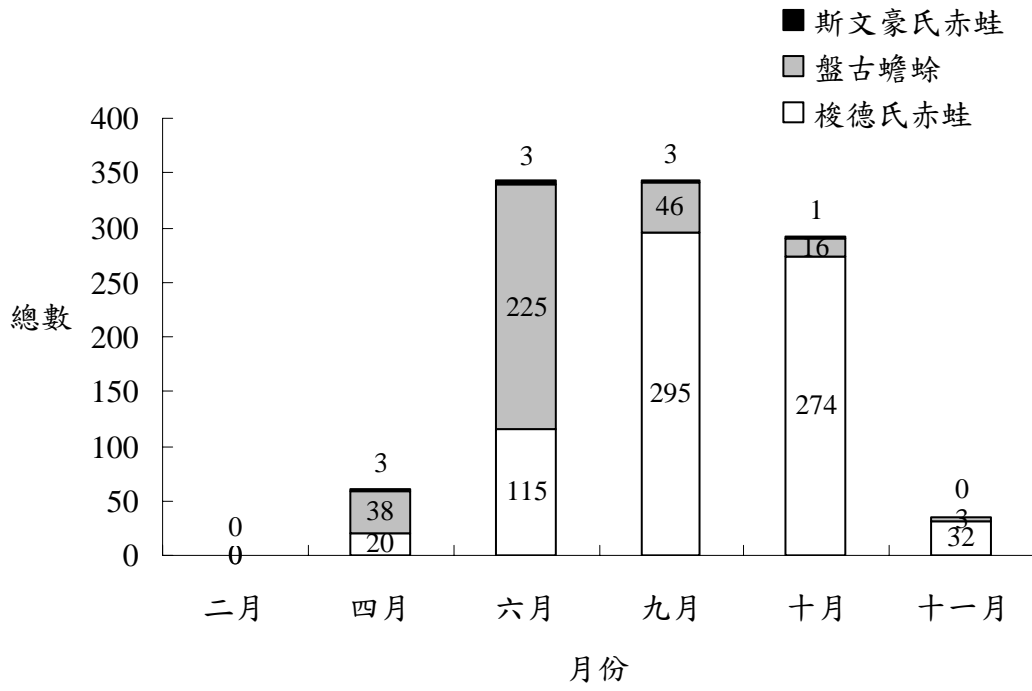


圖 2-13：各測站青蛙密度比較圖。

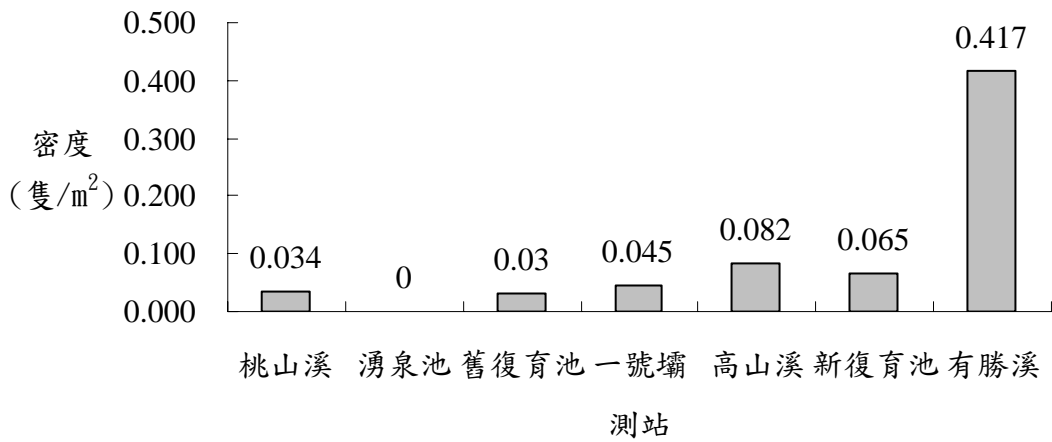


圖 2-14：各測站青蛙總數比較圖。

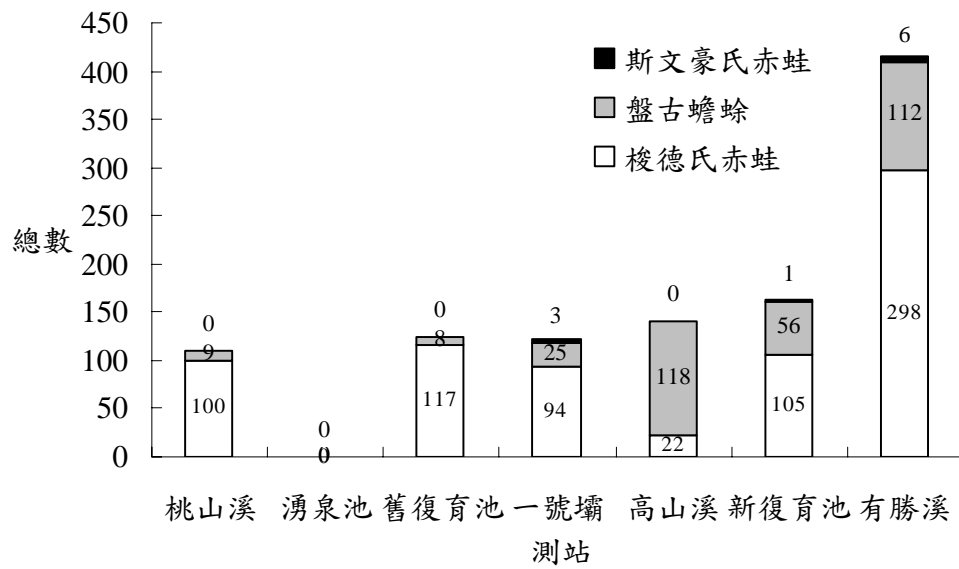


圖 2-15：青蛙各月份體長分佈圖。

(a) 梭德氏赤蛙 90 (由上而下分別為幼蛙、雄蛙與下頁雌蛙)

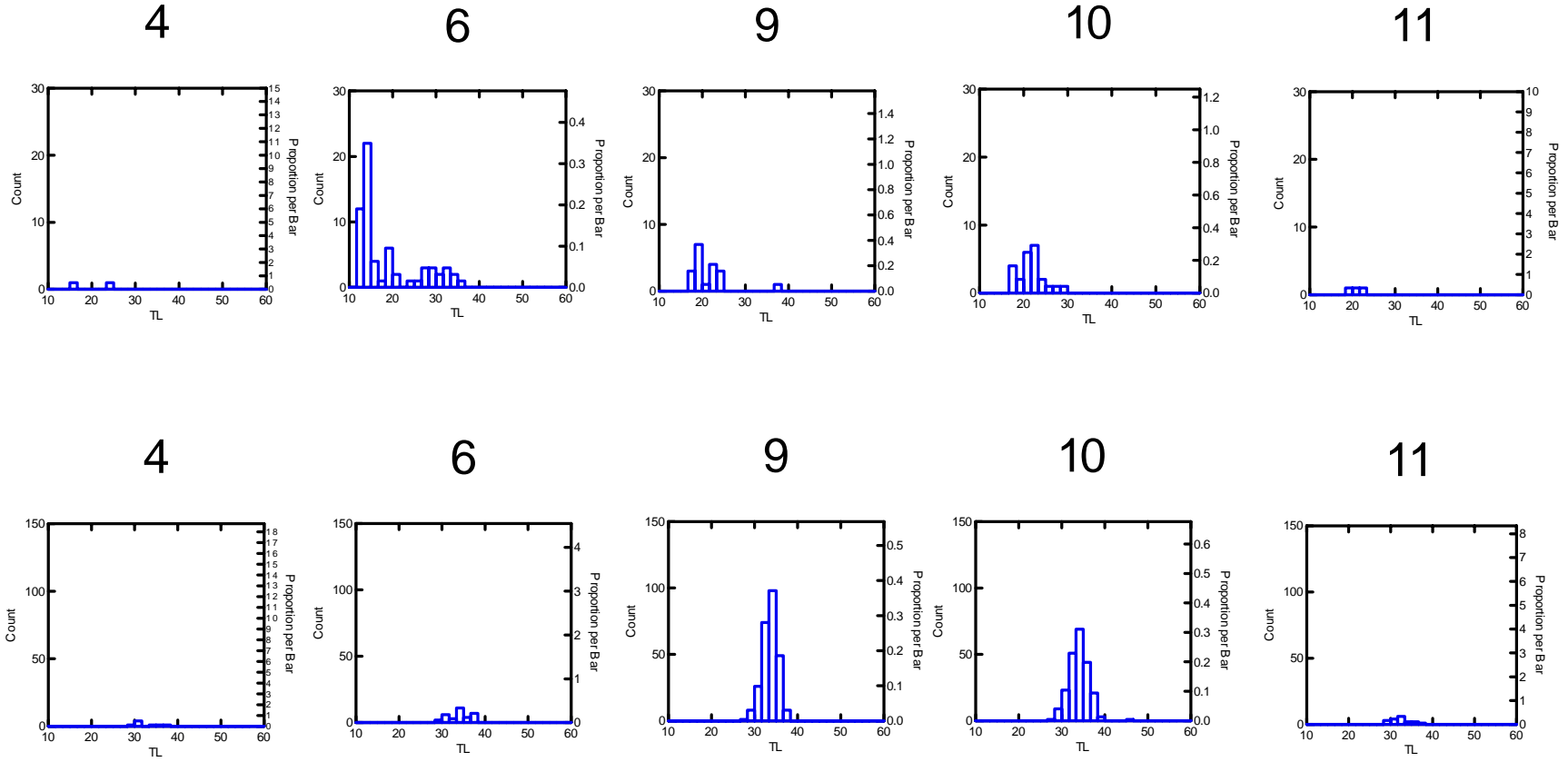
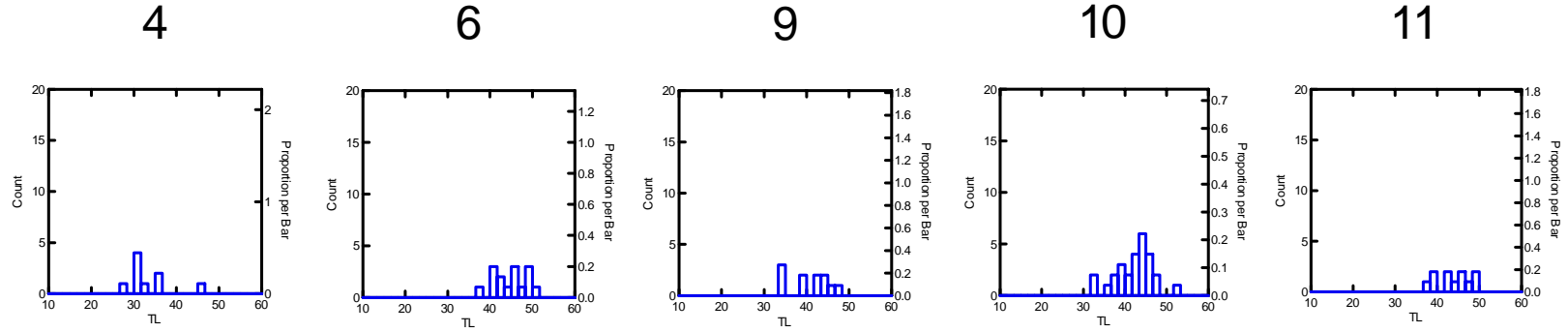


圖 2-15：(續)



(b) 盤古蟾蜍 (由上而下分別為幼蛙與下頁雄蛙、雌蛙)

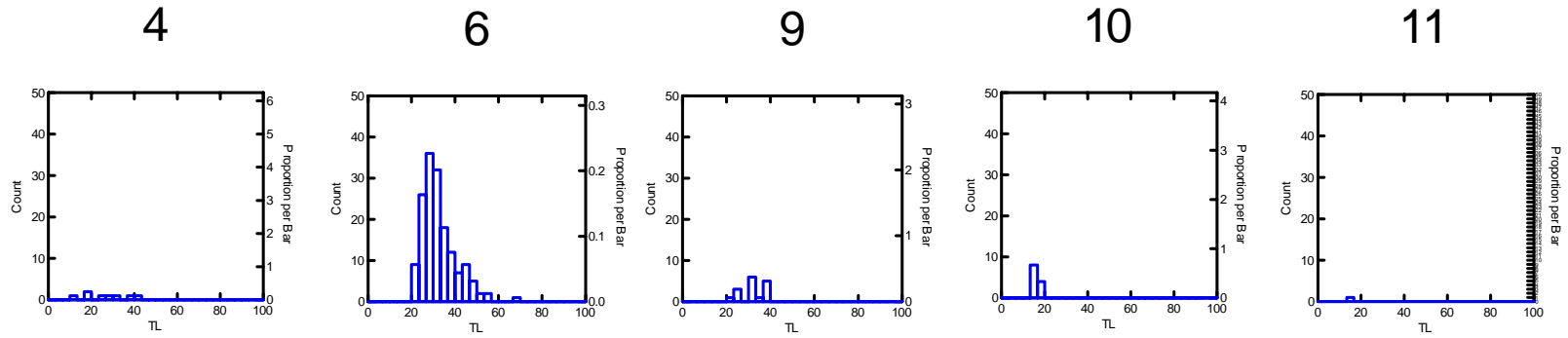


圖 2-15：(續)

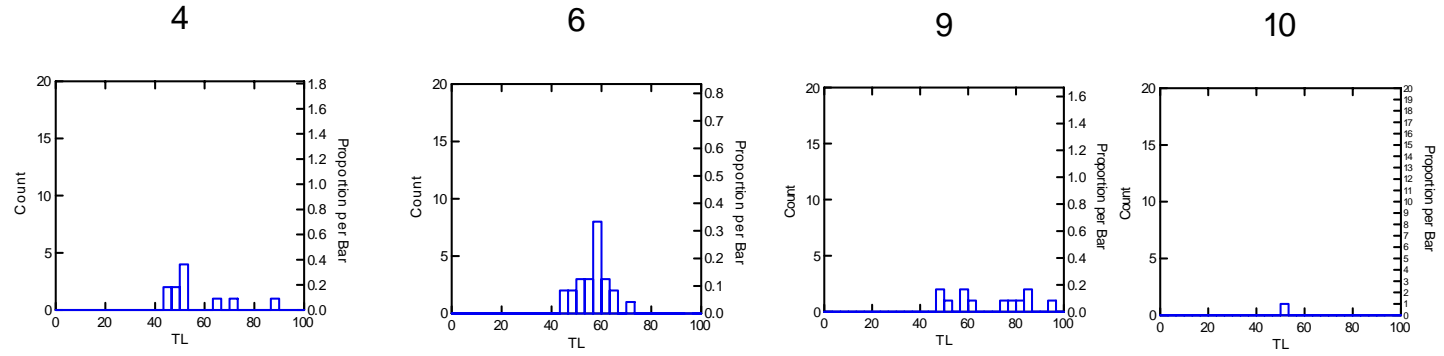
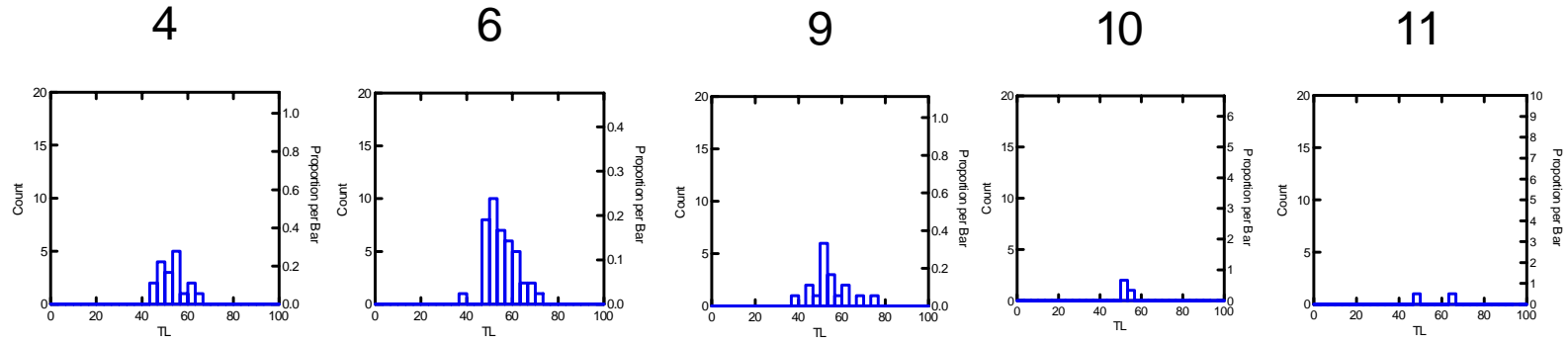


圖 2-16：青蛙各月份平均體長與體重比較圖 (±SD)。 (空格為缺資料)

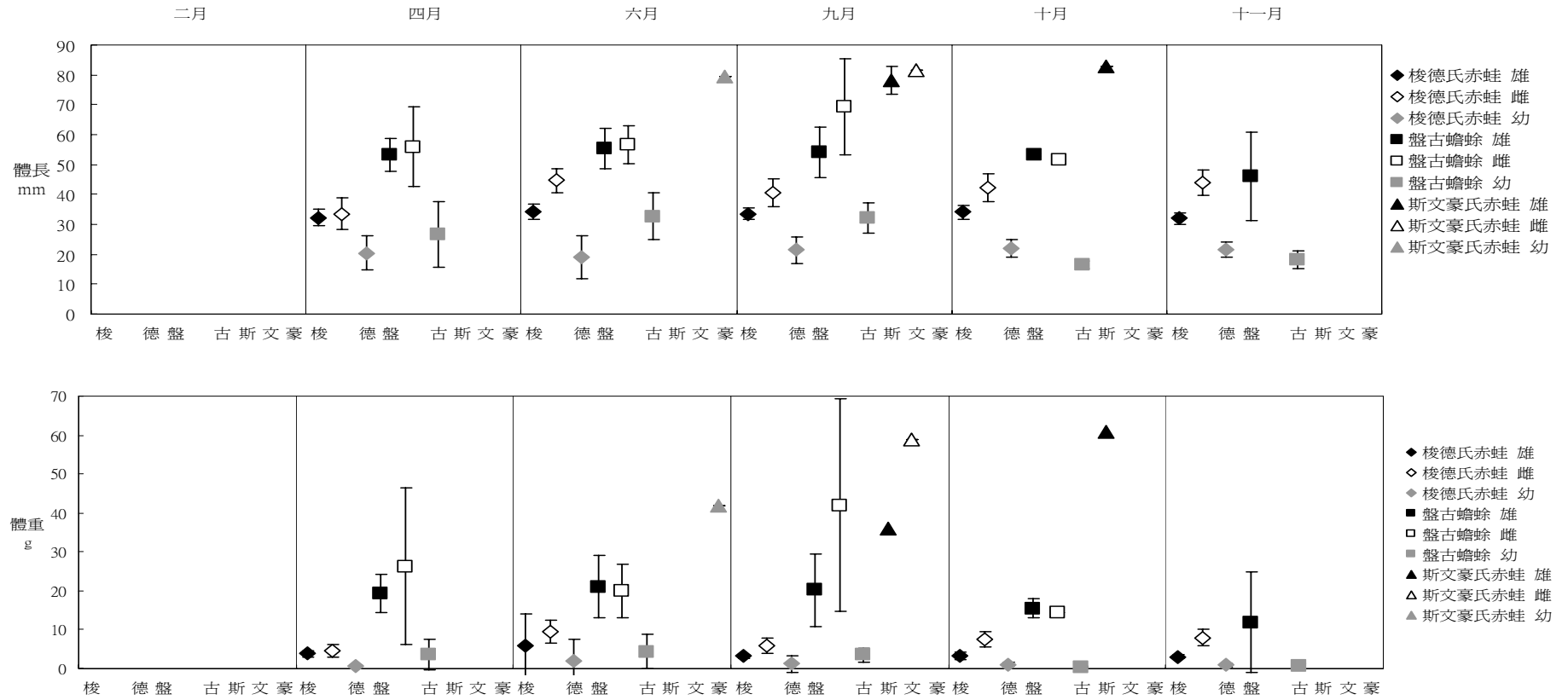


圖 2-17：各月份青蛙生物量比較圖。

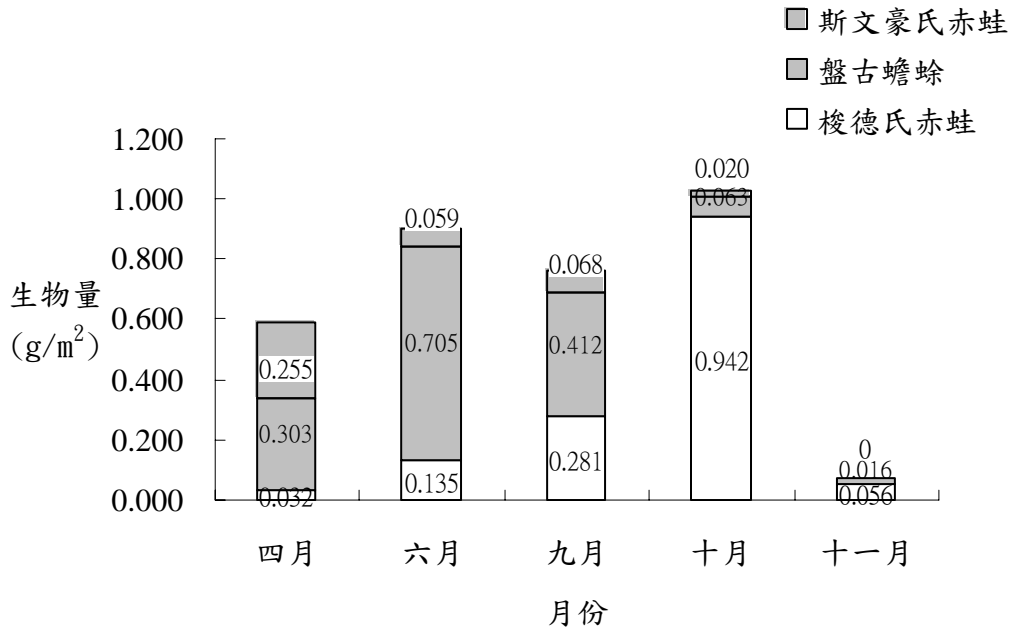
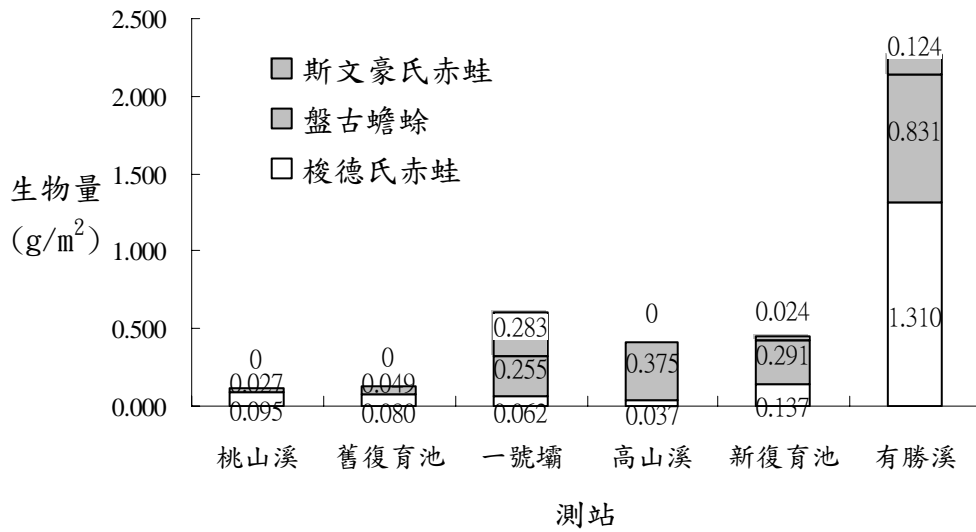


圖 2-18：各測站青蛙生物量比較圖。



第四節 討論

環境因子：

七家灣溪六月與九月兩次調查結果顯示，好幾項環境因子有明顯差異：各測站溶氧量降低(t-test, $p=0.022$)、酸鹼度增高(t-test, $p=0.003$)、流速也加快(t-test, $p=0.013$)。但水面寬(t-test, $p=0.105$)、水深(t-test, $p=0.578$)、底石大小(t-test, $p=0.716$)、導電度(t-test, $p=0.208$)與覆蓋度(t-test, $p=0.977$)等因子則無顯著差異。六月到九月為颱風季，常帶來劇烈天氣變化，而九月調查期間艾莉颱風剛過境，即發現多項環境因子明顯有差異，所以颱風應該是影響七家灣溪溪流環境的重要氣候因子。

由棲地類型統計(表 2-2)可以看出九月急瀨地形比例增多，深潭地形比例減少，而七月與八月接連有數個颱風過境台灣，故可看出本調查之樣區受颱風影響而使棲地類型改變成以急瀨為主、較單調之平直且湍急的河段，少了河道流速較緩的蜿蜒地形，但因本調查之穿越線大致固定而非隨機選取，因此不能由此看出整個七家灣溪流域是否因颱風而造成棲地單一化。十月急瀨地形比例減少，淺瀨地形比例增加(表 2-2)，應該是因河道水量減少，由急瀨地形改變為淺瀨地形。

蝌蚪研究：

九月、十月與十一月抓到多量梭德氏赤蛙的蝌蚪，由九月與十月梭德氏赤蛙青蛙的密度升高，可看出梭德氏赤蛙在這三個月份進入繁殖季而有多量蝌蚪進入七家灣溪流域(圖 2-4，圖 2-12)。

各種棲地類型之間只有二月與四月梭德氏赤蛙蝌蚪密度有差異，盤古蟾蜍都沒差異。梭德氏赤蛙蝌蚪密度各月份棲地類型之間平均值雖有不同(圖 2-8)，但變異過大且樣本數過低(表 2-5)，導致數據準確度不足。盤古蟾蜍則是分布很集中，都在特定的樣區採到，很多樣區採集數為零，同樣導致變異數過大，因此未來必須修正採樣方式，以更長時間做更完整的調查。

盤古蟾蜍及梭德氏赤蛙蝌蚪，各月份之間的體長與發育期數都有顯著差異。但由於盤古蟾蜍蝌蚪只有二月、九月與十月有抓到，因此無法進一步分析。梭德氏赤蛙繁殖季於九月開始，平均體長與發育期數逐月增加，體長資料由十一月與二月銜接，可以看出梭德氏赤蛙蝌蚪有過冬的現象，至六月體型與發育期數都已至變態階段（圖 2-10），且由蝌蚪各月捕捉隻數資料也可看出二月至六月蝌蚪隻數逐月減少（圖 2-4），因此這段時間梭德氏赤蛙蝌蚪紛紛開始變態離開水域，由六月與九月的體長與發育期數差異來看（圖 2-10），六月跟九月已是兩個不同世代的蝌蚪，而颱風季在七月與八月之間，正好在梭德氏赤蛙兩個世代之間，因此由此資料來說，並不能看出颱風對梭德氏赤蛙有什麼影響。

不同棲地類型之間蝌蚪平均體長及發育期數大多都有顯著差異（表 2-7），可看出不同的棲地環境對蝌蚪發育有重要的影響力，但由目前資料尚不能清楚看出其影響為何，需進一步調查與實驗。

青蛙族群估計：

各月青蛙密度最高的十月（0.28 隻/m²）與次高的九月（0.11 隻/m²）（圖 2-11），捕獲青蛙種類比例中，十月 291 隻捕獲青蛙中梭德氏赤蛙佔 274 隻；九月 344 隻捕獲青蛙中梭德氏赤蛙佔 295 隻（圖 2-12），因此九月與十月應是因梭德氏赤蛙進入繁殖期而使青蛙密度出現高峰；青蛙密度十一月最低，為 0.014 隻/m²（圖 2-11），由表 2-1 環境因子可推測是因溫度開始降低導致青蛙活動意願亦隨之降低，且梭德氏赤蛙雄蛙與雌蛙九月平均體重都比六月來的低（圖 2-16），另外將梭德氏赤蛙所記錄之體重除以體長（體態），可看出青蛙是否因產完卵或因求偶鳴叫而消耗大量能量，體型變瘦。六月生殖季開始之前梭德氏赤蛙雄蛙（ANOVA, $F_{4, 539}, P < 0.001$ ）與雌蛙（ANOVA, $F_{4, 67}, P < 0.001$ ）體重除以體長平均值比九月，十月與十一月都來得高（表 2-11），由此結果可看出梭德氏赤蛙均已變瘦，生殖季已入尾聲。所以十一月時青蛙密度降低也可能是因梭德氏赤蛙結束生殖季而離開水邊。

未來展望：

今年度雖每兩個月調查一次，但每次調查期間都只有短短一個星期，各測站所分配到的時間只有一天左右，因此實驗方法受限於時間而較為粗糙。而有了今年的基本資料之後，可以較精確掌握七家灣溪流兩棲類活動時間，所以未來實驗將以”全年調查次數減少，每次調查時間增長”的方向進行，在七家灣溪兩棲類活動期間做較長期的族群調查，且可應用標放的方式得到更精確的族群資料。

此外，今年調查兩棲類青蛙是以溪流水域附近為範圍，通常梭德氏赤蛙和盤古蟾蜍雌蛙在非繁殖季時並不會到水域附近活動，且梭德氏赤蛙繁殖季往水邊聚集時通常是大量雄蛙同時進駐，雌蛙則較慢且零散進入，由今年的調查資料可看出繁殖季時溪邊梭德氏赤蛙雌雄比例相當懸殊（表 2-8），但其他地區由掉落式陷阱所抓到的梭德氏赤蛙雌雄比例，卻未如在溪邊抓到那樣懸殊（吳，未發表），因此未來在七家灣溪流流域可以在溪旁林中設陷阱捕捉，應可更精確估計兩棲類雌雄比例。

表 2-11：青蛙體態（體重/體長）比較表，性別未知的樣本未列入。

	梭德氏赤蛙				盤古蟾蜍				斯文豪氏赤蛙			
	雄		雌		雄		雌		雄		雌	
	N	體態平均	N	體態平均	N	體態平均	N	體態平均	N	體態平均	N	體態平均
4 月	8	0.116±0.017	9	0.134±0.013	18	0.364±0.081	11	0.429±0.201	0		0	
6 月	33	0.165±0.227	15	0.210±0.053	42	0.368±0.101	24	0.426±0.169	0		0	
9 月	265	0.094±0.012	11	0.142±0.038	18	0.354±0.117	12	0.534±0.225	2	0.461±0.01	1	0.724
10 月	222	0.097±0.021	27	0.175±0.035	3	0.293±0.046	1	0.282	1	0.736	0	
11 月	18	0.092±0.013	11	0.177±0.034	2	0.353±0.146	0		0		0	

參考書目

- Alford, RA 1999 Ecology, resource use, competition, and predation. in McDiarmid, RW & R Altig (eds.) "Tadpoles, The Biology of Anuran Larvae" chap. 10, pp. 240-278. The University of Chicago Press. Chicago.
- Anholt, BR, E Werner, & DK Skelly 2000 Effect of food and predators on the activity of four larval ranid frogs. Ecology 81 (12) , 3509-3521.
- Benke, AC 1996 Secondary production of macroinvertebrates. in Hauer, FR & GA Lamberti (eds) " Methods in Stream Ecology". chap. 26, pp. 557-578. Academic Press. San Diego.
- Ching-ming James Wang, 1989, Environmental quality and fish community ecology in an agricultural mountain stream system of Taiwan. An abstract of a dissertation submitted to the graduate faculty in partial fulfillment of the requirements for the degree of doctor of Philosophy. Iowa State University Ames, Iowa. 138pp.
- Collins, JP & HM Wilbur 1979 Breeding habits and habitats of the amphibians of the Edwin S. George Reserve, Michigan, with notes on the local distribution of fishes. Occa. Papers Mus. Zool., Univ. Michigan 686, 1-34.
- Gillespie, GR 2001 The role of introduced trout in the decline of the spotted tree frog (*Litoria spenceri*) in south-eastern Australia. Biological Conservation 100, 187-198.
- Peterson, CG and AJ Boulton 1999 Stream permanence influences microalgal food availability to grazing tadpoles in arid-zone springs. Oecologia 118, 340-352.
- Werner, EE, & JF Gilliam 1984 The ontogenetic niche and species interactions in size-structured populations. Ann. Rev. Ecol. Syst. 15, 393-429.
- 呂光洋 2002 雪霸國家公園兩生爬蟲類調查研究－武陵地區。內政部營建署雪霸國家公園管理處九十一年度研究報告。26 頁。
- 林曜松、梁世雄，1996，台灣野生動物資源調查～淡水魚資源調查手冊，行政院農業委員會。85-107 頁。
- 袁孝維。1995。武陵地區登山步道沿線野生動物景觀資源調查。內政部營建署雪霸國家公園管理處。62 頁。
- 賴肅如 2002 海拔對臺灣山區梭德氏赤蛙生活史變異之影響。國立臺灣大學動物學研究所博士論文。

期末報告審查意見改善表

項次	審查意見	改善內容	於報告書之 頁次
1	加入颱風影響相關分析	已加入	44-45
2			
3			

期中報告會議記錄

期末報告會議記錄