

武陵地區長期生態監測暨

生態模式建立：

兩生類生活史及食性研究

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 94 年 12 月

PG9405-0372

094301020500G1005

武陵地區長期生態監測暨

生態模式建立：

兩生類生活史及食性研究

受委託者：中華民國溪流環境協會

研究主持人：吳聲海（國立中興大學生命科學系副教授）

協同主持人：盧重成（國立中興大學生命科學系教授）

研究員：劉育志（國立中興大學生命科學系助理）

張文宏、徐元傑、張伊鈞（國立中興大學生命科學系碩士班研究生）

柯伶樺、黃繼瑩、林育朱（國立中興大學生命科學系學生）

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 94 年 12 月

目次

表次	III
圖次	V
摘要	IX
第一章 緒論	1
第一節 研究緣起與背景	1
第二節 計畫目標	2
第三節 前人研究	3
第二章 研究內容	5
第一節 研究地區	5
第二節 研究方法	7
第三節 研究結果	12
參考書目	51
附錄一 各站各月平均體長、體重、生物量、及生物量	55
附錄二 各站各月各測線蝌蚪密度	59

表次

表一 2005 年各樣站成蛙數目及平均密度 20

表二 2004-2005 年各月份捕捉蛙及蝌蚪數目比較 23

表三 2004-2005 年各月份平均各站捕捉成蛙及蝌蚪數目比較 24

表四 成蛙胃內含物食物類別 25

表五、梭德氏赤蛙與盤古蟾蜍雌、雄、及幼蛙胃內含物數量比較 26

表六、梭德氏赤蛙與盤古蟾蜍胃內含物最多四類動物比較 26

表七、雌性梭德氏赤蛙、斯文豪氏赤蛙與盤古蟾蜍解剖後有卵塊之個體體型與卵數 27

表八 武陵地區蝌蚪生物量、次級生產力、P/B 28

表九 梭德氏赤蛙與盤古蟾蜍之蝌蚪數量、蝌蚪密度與環境因子之通用線性模型變方分析表 29

圖次

圖一 各測站各月份棲地環境因子之變化 30

圖二 所有測站及種類合併後，2005 年成蛙密度比 . . 36

圖三 2004-05 年兩種蝌蚪各站捕捉總隻數變化 . . . 37

圖四 2004-05 年各站捕捉蝌蚪總密度變化 38

圖五 盤古蟾蜍雄蛙各站間、雄蛙各月間、雌蛙各站間、
雌蛙各月間吻肛長比較 39

圖六 梭德氏赤蛙雄蛙各站間、雄蛙各月間、雌蛙各站間、
雌蛙各月間吻肛長比較 40

圖七 盤古蟾蜍蝌蚪各月份平均全長與發育期數比較
圖 41

圖八 各月份蝌蚪生物量比較圖 42

圖九 盤古蟾蜍蝌蚪各測站各月份間捕獲個體全長比較及
蝌蚪期數比較 43

圖十 盤古蟾蜍蝌蚪 2004 年 6 月及 2005 年 6 月不同棲地
類型間體長及發育期數比較 44

圖十一 梭德氏赤蛙蝌蚪各月份各站間捕獲個體全長比較 45

圖十二 梭德氏赤蛙蝌蚪各月份各站間捕獲個體發育期數比較 46

圖十三 梭德氏赤蛙蝌蚪各調查月份各站捕獲個體蝌蚪全長比較 47

圖十四 梭德氏赤蛙蝌蚪各調查月份各站捕獲個體蝌蚪發育期數比較 48

圖十五 梭德氏赤蛙蝌蚪各月份、各類棲地類型間蝌蚪全長比較 49

圖十六 梭德氏赤蛙蝌蚪各月份、各類棲地類型間蝌蚪發育期數比較 50

摘要

關鍵詞：蝌蚪、梭德氏赤蛙、盤古蟾蜍、斯文豪氏赤蛙、食性、生物量、次級生產量

一、研究緣起

七家灣河流域為是台灣地區特有櫻花鉤吻鮭的僅存棲地。對於本地溪流的生物相及食物鏈結構的瞭解，將有助於對七家灣溪棲地的保育。長年對七家灣溪的研究中，溪流或近水棲地（riparian habitat）的兩生類及爬蟲類均未成為主要的研究對象。尤其兩生類，在溪邊及溪中（蝌蚪）都是數量最多的脊椎動物，在溪流生態系中，是魚類食物種類（水生昆蟲）的主要競爭者及七家灣集水區生態系中的能量傳遞者。對於這些動物瞭解的增加，不但是生物學上有意義的研究，也能對七家灣溪生態系統的運作，有更進一步的認識。本計畫以七家灣河流域兩生類為主題，瞭解各種兩生類，在蝌蚪期及成體期的生活史中，食性、族群動態及活動模式，以建構生態系食物網及能量收支模式。

二、研究方法及過程

調查頻率為每兩個月一次。調查各項目包括環境因子的測量（溪流寬度、水面寬度、水深、流速、植被覆蓋度、及底石大小、水溫、酸鹼度、導電度及溶氧量）；青蛙生物量估計、成蛙食性、幼蛙生長率、生殖月份及卵數及體長關係；蝌蚪體重與長度關係、乾重、蝌蚪密度估計、蝌蚪生長率等。

三、重要發現

2004 到 2005 兩年間在七家灣溪流棲地共捕獲五種無尾類，其中三種為在溪流生殖的種類，數量由多而少依序為梭德氏赤蛙、盤古蟾蜍、及斯文豪氏赤蛙。唯斯文豪氏赤蛙在兩年中均未捕獲蝌蚪。梭德氏赤蛙生殖月份在 9 - 11 月，50m 之單一樣站可捕獲 293 隻青蛙；由蝌蚪至捕獲剛變態小蛙之期間估計蝌蚪期亦需 9 - 11 個月，生物量 $0.106 - 0.554\text{gm}^{-2}$ ，年生產量為 $1.917 - 3.717\text{gm}^{-2}\text{year}^{-1}$ 。盤古蟾蜍生殖月份在可能有兩次，分別在 4 月及 9 和 10 月，50m 之單一樣站可捕獲 247 隻青蛙；蝌蚪期約需 7-9 個月；由於數量變動極大，估計之生物量及生產力範圍極廣，生物量 $0.040 - 0.755\text{gm}^{-2}$ ，年生產量為 $0.564 - 5.863\text{gm}^{-2}\text{year}^{-1}$ 。若不論種類，以整個研究流域全年估計，所有蝌蚪之生物量 0.397gm^{-2} ，年生產量為 $2.167\text{gm}^{-2}\text{year}^{-1}$ 。由雌蛙卵巢發育情況來推論，斯文豪氏赤蛙可能在四月及九月分別有一次生殖季。

兩種蝌蚪對棲地的需求不盡相同：梭德氏赤蛙蝌蚪偏好水溫低及較中性的水質，其它環境因子的變異對其數量無影響。盤古蟾蜍蝌蚪則在水面寬度較窄，覆蓋度較高的環境中數量較多。2005 年之青蛙及蝌蚪數量都明顯低於前一年同期，這應與今年多次高降雨量的氣候，造成溪流及近水棲地之大規模改變有關。此外，兩年來蝌蚪及成蛙數量最多的測站及月份，也都不相同，這顯示環境改變使蝌蚪被動地遷移到下游，進而改變成蛙聚集生殖的場所。

四、建議事項

- 一、因溪流環境變異度過大，可減少採樣次數但增加採樣樣本數或樣區數，可更有助於解釋研究結果。
- 二、研究人員應能輪班長駐實驗地，以增加獲得第一手資料的機會，及定期取得必需有之連續性資料。
- 三、期望能有可進行短期實驗、處理樣本、觀察樣本的有充足照明的實驗桌空間。

Abstract

Keywords: tadpole, *Pseudoamolops sauteri*, *Bufo bankorensis*, *Rana swinhoana*, biomass, secondary production, life history, diets

The aim of this study is to document the biomass and secondary production of stream amphibians found in the Wu-lin region in order to provide the necessary information for the formulation of the ecological food web models and energy budget for the stream ecosystem.

During the two-year study, five anuran species are sampled in the stream habitats, three of which breed only in stream habitats. The three species are, in order of relative abundance, *Pseudoamolops sauteri*, *Bufo bankorensis*, and *Rana swinhoana*. Tadpoles of the last species were not collected throughout the study period. *Pseudoamolops sauteri* breeds during September and November, and up to 293 frogs can be collected at a single site with 50 m stream segments. Based on estimates of the time between hatchling tadpoles and newly metamorphs, the total tadpole period lasts 9 to 11 months. Biomass is between 0.106 to 0.554gm⁻², where as annual production is 1.917 - 3.717gm⁻²year⁻¹. *Bufo bankorensis* probably breed twice a year (April, and September-October). Up to 247 toads can be collected at a single site. The tadpole period is about 7 to 9 months. Estimates of biomass and annual production fluctuate greatly among sites (biomass: 0.040 - 0.755, annual production: 0.564 - 5.863). Irrespective of species, biomass of the whole stream reach is 0.397, and annual production is 2.167.

Tadpoles of two species have different habitat requirements. *Pseudoamolops*

sauteri tadpoles are more abundant in waters with lower temperature and neutral in acidity. On the other hand, *Bufo* tadpoles are more numerous in stream segments with narrow channel width and high canopy cover. In 2005, the number of tadpoles or frogs collected are significantly lower than 2004. Heavy rainfall resulting in changes in stream and riparian habitats is probably responsible for the decrease. In addition, the months or sites with the highest abundance of tadpoles or frogs are not consistent during the two-year period. The lack of pattern suggests that tadpoles are probably passively transported by stream flow to the lower reaches, which in turn affects the location of breeding aggregates in subsequent years.

第一章 緒 論

第一節 研究緣起與背景

七家灣溪流域為是台灣地區特有櫻花鉤吻鮭的僅存棲地。對於本地溪流的生物相及食物鏈結構的瞭解，將有助於對七家灣溪棲地的保育。長年對七家灣溪的研究或焦點，都是在魚類本身（Wang, 1989； Tsao, 1995；曾及楊，2001）、水生昆蟲（林等，1987）、藻類、及水質的監測及特性（陳，1995，1998，1999；陳及楊，1997；陳等，1996）。對溪流或近水棲地（riparian habitat）的兩生類及爬蟲類均未成為主要的研究對象，或只有非量化的附帶性質資料（陳，1999）。尤其兩生類，在溪邊及溪中（蝌蚪）都是數量最多的脊椎動物，在溪流生態系中，是魚類食物種類（水生昆蟲）的主要競爭者及七家灣集水區生態系中的能量傳遞者。對於這些動物瞭解的增加，不但是生物學上有意義的研究，也能對七家灣溪生態系統的運作，有更進一步的認識（林及謝，2002）。

第二節 計畫目標

經過一年的先期研究後，本年度以兩生類為主題，對水中蝌蚪及陸地成體階段的生物量、生產力、分布的空間及時間模式，及密度，做一總體的研究，做為建構溪岸生態系食物網的基礎，並建立基礎資料做為長期監測生態系的指標。

本年計畫的內容為瞭解三種溪流生活及繁殖之兩生類之生活史特徵，包括陸地之成蛙生物量、族群量、雌雄比、卵數、食性、棲地喜好、年齡組成；及水中蝌蚪之生物量、食性、蝌蚪期、生長率、死亡率、棲地喜好。

第三節 前人研究

陸地的外溫（或變溫）脊椎動物（兩生類及爬蟲類），可將大部分食物轉換成本身生物量，僅有少部份用於維持自身代謝；這與內溫動物（或恆溫）（哺乳類及鳥類）將大部份能量，用於維持生命所需之基礎代謝，有很大的差別。這個特性，使兩生類及爬蟲類在生態系中，成為很好的能量傳輸中繼站：牠們取食小型生物，轉換為本身質量，再供應體型更大、在食物網更高階的掠食動物為食。

七家灣河流域有三種主要的溪流兩生類。梭德氏赤蛙數量多蝌蚪期可近一年（賴，2002）；盤古蟾蜍成體龐大、每次生殖卵數目極大；斯文豪氏赤蛙生殖季短、蝌蚪數量少但成體體型最大。前兩種的蝌蚪是水中最重要草食動物，但有關溪流蝌蚪的研究極缺乏。因此有關蝌蚪對生產者的關係、對其它無脊椎動物初級消費者的影響，都罕有資料（Peterson Boulton, 1999）。

溪流中的蝌蚪與無脊椎動物的關係可能有兩類。一是競爭的關係：當兩類動物都使用同樣生產者資源時一類動物的數量會造成另一類的減少。但兩者的關係也可能是共生：枯落物及碎屑可以是水生昆蟲初級消費者最重要的食物來源（Hall, et al 2000）。溪流枯落物的減少，除減少水生昆蟲多樣性外，也改變這些動物食性。在高山溪流中主要的生產者為矽藻，這些卻不是無脊椎動物可以利用的資源；蝌蚪的存在可能可以增加水中碎屑的量，從而增加無脊椎動物（鮭魚的食物）的次級生產力（Ranvestel et al, 2004）。但動物間的相互關係也可能因環境及干擾的頻度不同而有差別（Kiffney and Richardson 2001; Lamberti, et al 1992）。由鮭魚族群的角度來看，蝌蚪的數量可以對生態

系有相當的影響。

溪流週圍生活的兩生類族群較穩定 (Welsh, 1998; Dupuis & Stevenson, 1999) 是作為環境指標的良好生物。溪流中蝌蚪數量多，對於環境有特殊需求，可作為人為環境造成水域棲地惡化的指標 (Mensing et al 1998)。這兩個原因都指出應對兩生類的族群及生活史特性有更深入的瞭解。

在溪流週圍的森林及草地等近水棲地，兩生類有重要的能量傳遞功能。生殖季只佔兩生類每年活動的一小段時間；其它絕大部份的非生殖季，兩生類都是在森林底層覓食，同時也成為鳥類及哺乳類的重要食物。森林中的兩生類對食物網是由上階向下階的調控方式 (Beard, et al, 2001)，這是指兩生類的數量，決定昆蟲多樣性及豐度的因素、影響土壤中營養堆積的速度、更經由對昆蟲的捕食，影響草地植物種類的分佈。這對中高海拔山區以分解為主要的食物網，可加入更多可供兩生類的食物量。對兩生類動物的族群及食性等特徵的瞭解，才能更完整呈現溪流及近水棲地食物網結構。

在 93 年的計畫中，針對七家灣溪中兩生類的成蛙及蝌蚪，做了生物量及族群量的估計。在春、夏季，蝌蚪以新生的盤古蟾蜍為主 (最高密度為六月湧泉池的 54 隻/m²)；另有少數之渡冬之梭德氏赤蛙及斯文豪氏赤蛙。九月起，梭德氏赤蛙及 (可能) 斯文豪氏赤蛙 (聽見叫聲) 生殖季開始，溪中開始發現梭德氏赤蛙的蝌蚪。溪邊成蛙在六月梭德氏赤蛙及盤古蟾蜍總計可達 2.5 隻/m²；九月梭德氏赤蛙密度更高。

第二章 研究內容

第一節 研究地區

大甲溪上游，由有勝溪與七家灣溪交會處以上的七家灣流域及臨近之近水棲地（如森林草原等）為本計畫的研究地區，包含高山溪、桃山西溪及桃山北溪等支流共九個樣站（其中湧泉池僅在 2004 年夏季從事一次採集後，即被颱風及土石流掩蓋）。為便於描述溪流由上游至下游的兩生類族群變動，各樣站依上向下的順序排列：桃山西溪（1），桃山北溪（2），湧泉池（3），二號壩（4），一號壩（5），高山溪（6），新復育池（7），萬壽橋（8），有勝溪（9），迎賓橋（10）。

桃山西溪：最上游的樣站，位於三號壩與四號壩之間的溪段，武陵吊橋

正下方，主要棲地類型為急瀨，兩岸腹地狹窄，左岸水邊即為垂直岩壁。

桃山北溪：位於與桃山西溪匯流口上游約 50 公尺處，與桃山西溪匯流於

三號壩上方，流幅狹小且水淺，右岸為岩壁，左岸為附有植被的石礫地。

湧泉池：於 2004 年期中報告後增設此站，為植被完整的半封閉水域，

僅有池子邊有水流流動，有兩個深度約兩公尺的水池。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（2004 年 6 月）。

七家灣溪二號壩：測站上游為 2005 年被颱風沖毀的二號破壩，下游為同

樣遭遇颱風而毀損的舊復育池，棲地類型主要為急瀨，因蓄水池工

程正在進行，兩岸陸地地形因常有工程機具進出而不穩定。

七家灣溪一號壩：位於觀魚台下游約 200 公尺處，為深潭與急瀨交錯而成的溪段，左岸在馬路邊，右岸為裸露的大石地形。

高山溪：七家灣溪的支流，溪段為單調的急瀨地形。兩岸腹地狹窄，溪水與岩壁非常接近，植被覆蓋度高。

新繁殖場：樣站位於新繁殖場旁，溪段主要由急瀨與急流構成，水流強勁。樣站中心附近水流分成兩條，主要水流為急流，次要水流有小型深潭。兩岸裸露的溪岸廣闊，外接針葉林地，兩岸離山壁甚遠。

萬壽橋：七家灣溪最下游的樣站、位於與有勝溪匯流處上游處、大佛正下方。左岸為馬路，右岸為廢棄步道，但兩岸都位於道路下方。為水流湍急的急流。

迎賓橋：武陵賓館旁之樣區，迎賓橋下、有勝溪與七家灣溪匯流後之大甲溪溪段。左岸為狹窄的裸露地與岩壁，右岸為裸露地，上方接續武陵賓館之停車場，水流主要為急瀨與急流。

有勝溪：位於武陵農場入口收費站旁，有勝溪下游。多為淺瀨，測站下方有一落差極大的壩。水中藻類多，底質多呈綠色。兩岸腹地小，但皆有植被，左岸接續山壁，右岸接續馬路。

第二節 研究方法

調查頻率為每兩個月一次。調查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、垂直水流方向之穿越線，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。並記錄棲地類型（1：深潭；2：急流；3：急瀨；4：淺瀨）。

（一）物理因子

每條穿越線分別測量溪流寬度、水面寬度、水深、流速、植被覆蓋度、及底石大小。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。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。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。

(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 及 Multi 350i, WTW) 在水面中央與兩岸距水邊一公尺處取三點測量水溫 (°C)、酸鹼度、導電度 ($\mu\text{s}/\text{cm}$) 及溶氧量 (mg/l)。

青蛙

(一) 生物量估計

在樣區內取 50 公尺長溪段，在夜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。2004 年調查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，後發現 90% 以上個體均在水邊 5 公尺之內，故於 2005 年僅搜尋水邊 5 公尺內之所有個體。所捕捉到之成蛙分辨種類，並記錄性別、體長、體重以及距水面距離。記錄完後放回。

(二) 成蛙食性

取 2004 年各月份捕捉到的青蛙標本，取其胃內含物加以分析，將不同食物碎片分門別類，分至目為止，並計算各目昆蟲碎片的總數。依據胃內含物分析結果，可以得知蛙類食物碎片中各類動物所佔比例，如此可以瞭解蛙類取食的種類以及相對量 (Sluys, 2001)。

(三) 幼蛙生長率

選擇湧泉池旁的森林為實驗地做圈養工作，以 20 公分高的塑膠板圍出 8

個 2*2 公尺的方框，塑膠板確實埋入地下，以預防小蛙鑽出，各方框內之微環境儘可能相似，並在工作過程中將破壞減到最低。在清除各方框中之脊椎動物後，取 6 月剛變態完成之梭德氏赤蛙與盤古蟾蜍小蛙各 30 隻，三個方框放入梭德氏赤蛙小蛙 20 隻，另三個方框放入盤古蟾蜍小蛙 20 隻，剩餘兩個方框不放入小蛙作為對照組，各方框放入小蛙後以黑色遮陽網蓋住，防止陽光直射及小蛙逃出與天敵進入。另採梭德氏赤蛙與盤古蟾蜍小蛙各 10 隻秤重、量體長之後固定，作為實驗對照組。蛙種與方框的選取皆為隨機。圈養期間為 1 個月，實驗結束後將所有方框內的青蛙捕捉並秤重、量體長後固定保存，最後將方框內所有枯落物收集帶回實驗室，用以估計地棲昆蟲量及種類。

(四) 生殖資料

每隻雌蛙總卵數是以採集野外完整的盤古蟾蜍卵計算得知。方法為以游標尺測量不同卵數下的卵串長度，分別記錄不同卵串長度與卵數，求取卵串長度與含卵數的直線迴歸關係式。測量卵串總長度，利用迴歸關係式預測此卵串所含之卵數。

另外並解剖 2004 年保存收集之成蛙將雌蛙卵取出，先取一部份卵，稱重並計算數目，求得每一卵之平均重量，再將所有卵之總重量除以單一卵重後求得實際卵數。同時記錄雌蛙體長。

蝌蚪：

(一) 蝌蚪體重與長度轉換關係公式、蝌蚪乾重

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、眼吻長、尾長、頭及軀幹最寬處、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)。

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。

(二) 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 32cm，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，直到連續兩次未捕到蝌蚪為止。每次工作的樣本分別裝於容器中，所有蝌蚪均固定後以 10%福馬林保存，在實驗室分辨種類、分別計算數目、測量每隻全長、及記錄發育期數。

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 軸交會的點即為估計族群量。(林等, 1996)

(三) 蝌蚪生長率

在實驗室孵育卵與飼養蝌蚪，水溫設定在當月採集地所測量的水溫，利用冷卻機使水體溫度保持在 14-16°C 間。用水質檢測儀每 30 分鐘連續記錄一天內溶氧、PH 值與導電度與水溫的變化。

蝌蚪孵出後，撈出 110 隻相同體型的蝌蚪，隨機抓取其中 30 隻蝌蚪，測量濕重，當作實驗蝌蚪體型的對照組，蝌蚪則固定於 10% 的福馬林。而剩下 80 隻蝌蚪，每 4 隻放入 500ml 的玻璃瓶中（共 20 瓶），玻璃瓶口用黑紗網蓋住，所有玻璃瓶於同一大水缸中飼養。每 5 天清洗掉罐中剩餘的飼料與排遺，每罐蝌蚪餵食足量且等重的沈性魚飼料。待蝌蚪發育至長出一隻前腳時，測量濕重，固定於 10% 的福馬林。實驗開始與結束的蝌蚪濕重差除以飼養天數，求取盤古蟾蜍蝌蚪的成長率。

剩下蝌蚪飼養於相同水溫之水缸中，餵食足量的兔子飼料，每三天隨機撈取 5 隻蝌蚪，測量濕重與記錄發育期數，固定於 10% 的福馬林。

此外以各月份捕捉蝌蚪平均體長之改變量轉換為重量後估計蝌蚪生長率，以與實驗室獲得資料比對。

第三節 結果與討論

兩年中各項環境因子之變化如圖一。多數測站的水面寬度在 2005 年有增加，尤以有勝溪和迎賓橋下增加最多（圖一 i、j）。二號壩及有勝溪的覆蓋度減少較多，其它測站沒有太大變化。溶氧、導電度、及酸鹼值在 2005 年數個月份因水流過急未測量，但在兩年的溶氧量，八、九月的低溶氧到十月份都回升。

兩年中各測站之環境因子變化幅度有區別。上游之桃山西溪及高山溪改變幅度小；新復育池及有勝溪較大。

成蛙

（一）生物量估計

兩年在各測站共採集梭德氏赤蛙、斯文豪氏赤蛙、盤古蟾蜍、日本樹蛙、及莫氏樹蛙共五種，其中後兩種各只有一隻採集記錄，不再詳述。

本年各站兩生類成體數量和 2004 年一樣，均以梭德氏赤蛙最多，斯文豪氏赤蛙最少（表一、附錄一）。盤古蟾蜍在 4 至 9 月數量較多，一般來說，雄性數目比雌性多，但在 2005 年 6 月雌性較多。幼體（當年變態小蛙）數量集中在 4 至 8 月。梭德氏赤蛙成蛙數目在 2004 年 9、10 月，2005 年 4、6、及 10 月均極多，而且雌雄比極為懸殊，雄蛙數可達雌蛙的 59.8 倍（2005 年 10 月）；幼體兩年都在 6 月最多。2004 年密度最高的是 10 月主要以成蛙為主，但 2005 年密度最高月份為 6 月，捕獲多為剛變態的小蛙（圖二）。斯文豪氏赤蛙兩年共捕獲 52 隻，以 4 月至 9 月數量多。（表二）。

蝌蚪僅捕獲盤古蟾蜍及梭德氏赤蛙兩種。盤古蟾蜍數量兩年均為 4 和 6 月最多。梭德氏赤蛙蝌蚪在兩年各月份都有採集記錄，數量最高月份為 2004 年 9 月~2005 年 2 月（表二、附錄二）。

由各月份所有測站平均之成蛙及蝌蚪數量來比較，盤古蟾蜍 2005 年數量均比 2004 年高，但卻沒有反映在溪中蝌蚪數目的增加；蟾蜍平均每站成蛙數量在 2005 年 4 及 6 月為前一年同期之 4 及 1.3 倍，但蝌蚪數量僅為前一年同期之 15%及 37%（表三）。梭德氏赤蛙成蛙數量高在 2004 年 9 月，同時溪中蝌蚪數目亦多，但 2005 年 10 月份成蛙數為兩年來最高，但蝌蚪僅有前一年同期之 6%（表三、圖三）。蝌蚪密度在 2005 年四月起都顯著少於去年同期（圖四）。

以體型來看，盤古蟾蜍雄蛙在各站間以桃山西溪最大，且與其他各站有顯著差異（ $F = 4.175_{7,307}, p < 0.001$ ）（圖五 a），但各月份間體長無顯著差異（ $F = 1.226_{9,305}, p = 0.278$ ）（圖五 b）。雌蟾蜍在各站間，下游之萬壽橋、有勝溪及迎賓橋體型最大（ $F = 9.551_{8,196}, p < 0.001$ ）（圖五 c），月份間比較，雌蟾蜍體型也有顯著差異（ $F = 6.483_{8,196}, p < 0.001$ ）（圖五 d），4 月及 6 月體型小，9 月至 2005 年 2 月最大（但 2004 年 9 月~2005 年 2 月只有 5 隻樣本）。

梭德氏赤蛙雄性吻肛長在各站有顯著差異（ $F = 26.481_{8,477}, p < 0.001$ ）（圖六 a），上游各站雄性體型較大，各月份間體型亦有差異（ $F = 32.059_{9,1476}, p < 0.001$ ）（圖六 b），體型最小的月份分別是 2004 年 11 月及 2005 年 10 月。雌蛙在各站間亦以上游各站體型較大，但唯不及顯著程度（ $F = 2.066_{7,107}, p = 0.053$ ）（圖六 c），月份間有顯著差異（ $F = 4.308_{9,105}, p < 0.001$ ）（圖六 d），但明顯體型最小之 2004 年 4 月，為本研究開始之第一次採集，可能記錄有誤，

若不計入比較，則月份間無差異 ($F = 1.204_{8,97}$, $p = 0.305$)。

(二) 成蛙食性

2004 年樣本 36 隻梭德氏赤蛙與 32 隻盤古蟾蜍食性，胃內含物扣除石頭、植物與無法辨識碎片後，梭德氏赤蛙胃內共發現 21 個食物類別，盤古蟾蜍為 24 個食物類別，個體平均食物類別梭德氏赤蛙為 2.2 類，盤古蟾蜍為 4.3 類；個體平均碎片總數盤古蟾蜍 (150.7 片/隻) 比梭德氏赤蛙 (31.3 片/隻) 高 (表四)。兩種蛙主要食物為各類節肢動物但兩種胃內均發現有同種或別種之小蛙。

梭德氏赤蛙胃內平均碎片數以雌蛙最低，但食物類別以雄蛙較低；在盤古蟾蜍，則以幼蛙碎片數最低，但食物類別則與雌蛙或雄蛙相當 (表五)。兩種蛙類的食物中都以雙翅目最常出現，但蟾蜍另以鞘翅目次多 (主要為隱翅蟲)。最常出現之前四類動物合計，在盤古蟾蜍及梭德氏赤蛙分別佔所有類別之 56% 及 35% (表六)，顯示後者食性較廣或較為逢機，蟾蜍則多選擇特定類型的食物。

(三) 幼蛙生長率

實驗於 7 月 6 日開始，10 隻固定的梭德氏赤蛙小蛙體長 $15.53 \pm 0.61\text{mm}$ (平均 \pm SD)，體重 $0.347 \pm 0.046\text{g}$ ；10 隻盤古蟾蜍小蛙體長 $12.64 \pm 0.65\text{mm}$ ，體重 $0.177 \pm 0.045\text{g}$ 。實驗後梭德氏赤蛙幼蛙的平均吻肛長為 16.32mm ，平均濕重為 0.371g ；盤古蟾蜍幼蛙平均吻肛長為 $13.70 \pm 1.76\text{mm}$ ($n=3$)，平均濕重為 $0.24 \pm 0.1161\text{g}$ ($n=3$)。實驗前後這兩種幼蛙的吻肛

長與濕重均無顯著差異($p > 0.05$)。本試驗由於颱風侵襲，將圈住實驗地破壞，無法反映實際狀況。

(四) 生殖資料

分別測量 19 個不同盤古蟾蜍卵串長度與卵數，卵串長度與卵數的迴歸關係式為 $y = 0.404x - 0.724$ ($R^2 = 0.991, p < 0.001$)。卵串總長度為 5466.3mm，利用迴歸式預測此卵串所含之總卵數為 2211 個卵。

盤古蟾蜍蝌蚪出現月份為 2、4、6、8、11 月，主要出現在 4、6 月 (圖七)。由發育期數及體長分布，可知有兩次生殖時間，一次在春季，另一次在秋末。而變態則是在每年之春季 (前一年秋天生殖個體) 及秋初 (同年春天生殖個體)，蝌蚪期數分為 5 個月 (春天生) 及 6 個月 (秋天生)，蟾蜍蝌蚪的體型並不適於溪流水急環境，分布亦多在有深潭、小池或緩流處。生物量最高是在 2004 年 4 月，數量此時亦是最多 (圖八)。

成蛙數量在各月份間變異亦大。梭德氏赤蛙生殖季節之 8~10 月，2005 年 10 月每 50m 的岸邊可捕獲 4~293 隻個體 (表一)，雌雄比例為 1:59.8 (1.67%) (表一)。有卵雌蛙體型為 $42.89 \pm 4.08\text{mm}$ ($8.61 \pm 2.77\text{g}$) ($n=25$) (表七)，以雌蛙在各月份捕獲比例來看，生殖季晚期之雌蛙數目較多 (表 1)。

斯文豪氏赤蛙在 7 個站捕獲，研究期間共捕獲 52 隻 (♀:♂ = 18:10)，有卵雌蛙體型為 $86.46 \pm 1.07\text{mm}$ ($68.73 \pm 10.19\text{g}$) ($n=11$)，成年雌蛙體型為 $83.08 \pm 12.14\text{mm}$ ($54.89 \pm 18.80\text{g}$)，成年雄蛙體型為 $75.35 \pm 7.28\text{mm}$ ($42.70 \pm 13.69\text{g}$)，幼蛙體型為 $37.26 \pm 36.51\text{mm}$ ($42.70 \pm 13.69\text{g}$)。

盤古蟾蜍在 9 個站有捕獲，各佔各月份平均雌雄比例為 1:3.5。成年雄蛙

55.48 ± 6.78mm (19.38 ± 7.06g)，成年雌蛙體型為 61.25 ± 11.29mm (28.15 ± 18.18g)。有卵雌蛙體型為 74.02 ± 9.93mm (49.12 ± 22.54g) (n = 25) (表七)，出現月份為 1, 4, 6, 9, 10 月。由梭德氏赤蛙有卵的情形看，生殖季為 10-11 月，盤古蟾蜍生殖季為 6-11 月。斯文豪氏赤蛙有卵雌蛙分別捕捉於 4 月及 9 月。

蝌蚪

(一) 蝌蚪體重與長度轉換關係公式、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，最佳公式分別為：

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

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

(二) 蝌蚪密度估計—單位努力量方法

盤古蟾蜍在 2004 年 4 月及 6 月，各測站間蝌蚪體型大小有顯著差異(2004 年 4 月：F = 12.253_{2,797}, p < 0.001；2004 年 6 月：F = 12.221_{3,453}, p < 0.001)，期數則僅有 2004 年 6 月有差異(圖十一)。盤古蟾蜍蝌蚪分布極不均勻，在各月份各測站之三條測線間比較中，雖然多數測站之各測線間均無差異，但也分別在 2004 年 4 月有勝溪，2004 年 6 月湧泉池，及 2004 年 11 月有勝溪各測線間有明顯數量的差異。盤古蟾蜍蝌蚪由於並不是在所有測站各月份均出現，較難作各類棲地間的比較，僅在 2004 年 6 月作三類棲地間(深潭、急瀨、淺瀨)，及 2005 年 6 月作二類棲地間(急瀨、淺瀨)之比較中，在 2004 年 6 月，三類棲地之蝌蚪全長(F = 17.524_{2,454}, p < 0.001)及期數(F = 174.828_{2,453},

$p < 0.001$) 均有顯著差異 (圖十二)。

梭德氏赤蛙的蝌蚪在每月份，各測站之間都有顯著的全長 (圖十三) 及發育期數的差異 (圖十四)。梭德氏赤蛙在全年各月份均有捕捉紀錄，由各站逐月全長 (圖十五) 及發育期數 (圖十六) 分布，可看出 9 月份是體型最小，期數最少的月份，在逐月漸增後，大約在第二年的 4 月 (桃山西溪，圖十五 a、高山溪，e、新復育池，f、有勝溪，h、迎賓橋，i) 到達最大體型。在桃山北溪 (圖十五 b)，二號壩 (圖十五 c)，一號壩 (圖十五 d)，則到 6 月份才達到最大值；圖十六之發育期數比較上，更可明顯看出相同發育狀況。

在同月份同一測站之三測線間比較中，蝌蚪全長分佈不均勻。在 38 個可作比較之月份及測站組合中，11 個站有測線間蝌蚪體長的差異。而在各月份各類棲地間的比較上 (所有測站合併)，從 2004 年 2 月到 2005 年 2 月之每一月份，梭德氏赤蛙的蝌蚪都有棲地間的全長 (圖十七) 及發育期數 (圖十八) 的顯著差異。但這些差異並無規律性的模式。

(三) 蝌蚪生長率

僅盤古蟾蜍作成長率實驗，在 14-16°C 水溫每 4 隻合養一罐 (20 組)，體重從開始之 0.027 mg (± 0.004)，到結束 (52 天，尚未變態)，體重為 0.363 mg (± 0.024)，平均每日生長速度為 0.0065 mg。在不分組混養實驗，體重從開始之 0.027 \pm 0.004g，到結束 62 天，體重為 0.546 \pm 0.096g (發育期數為 38.7 \pm 3.3 期)，平均每日生長速度為 0.008g。

盤古蟾蜍在有勝溪 77 天 (2005 年 4 月 22 日至 7 月 7 日) 由體重平均 0.048 g (± 0.028) 到 0.249 g (± 0.130)，平均每日生長速度為 0.0026g。

武陵地區生態模式的建立：兩生類生活史及食性研究

以梭德氏赤蛙蝌蚪各月份生物量及平均體重來看，由 2004 年 9 月 (2004/10/01, 採樣第一天) 到 2005 年 6 月 (2005/06/25, 採樣第一天)，共計 267 天，蝌蚪由開始時之 0.061 ± 0.037 mg，到變態小蛙之體重為 0.670 ± 0.198 mg，生長速率為 0.0002 g/day。

兩種兩生類變態時的體長分別為：盤古蟾蜍 13.82 ± 1.40 mm (0.264 ± 0.085 g, n = 38)，梭德氏赤蛙 14.87 ± 1.18 mm (0.382 ± 0.299 g, n = 279)。

(四) 蝌蚪生物量

各月份、各測線 (每測站有 3 - 6 測線)，蝌蚪數量由 0 - 689 隻；月份比較，以 2004 年 4 月最多，2005 年 8 月最少。斯文豪氏赤蛙蝌蚪全期僅捕獲 1 隻，不另行討論。盤古蟾蜍及梭德氏赤蛙的蝌蚪為七家灣溪數量最多的植食性動物。

盤古蟾蜍蝌蚪出現月份為 2、4、6、8、11 月，主要出現在 4、6 月。由發育期數及體長分布，可知有兩次生殖時間，一次在春季，另一次在秋末。而變態則是在每年之春季 (前一年秋天生殖個體) 及秋初 (同年春天生殖個體)，蝌蚪期數分為 5 個月 (春天生) 及 6 個月 (秋天生)，蟾蜍蝌蚪的體型並不適於溪流水急環境，分部亦多在有深潭、小池或緩流處。生物量最高是在 2004 年 4 月，數量此時亦是最多。

梭德氏赤蛙蝌蚪在各月份均採集到。由蝌蚪發育期數及體型大小分佈，本種在 9 月生殖，此時蝌蚪體型最小，也多為 25 期；蝌蚪完成發育變態 (45 期) 在每年 4 - 6 月，此時也伴隨著幼蛙數量增加。

梭德氏赤蛙之生物量以 2004 年 10 月最高，數量此時亦是最多，2004 年

11 月最低，各測站之變異極大。

(五) 蝌蚪成長、生物量、及生產量

以體長頻度法 (size frequency method) 計算全年蝌蚪之生物量及生產量，梭德式赤蛙因蝌蚪期較長，年生產量一般比盤古蟾蜍高 (有勝溪除外)。梭德式赤蛙年生產量範圍為 1.7 - 3.7，盤古氏蟾蜍 0.56 - 5.83。兩種蝌蚪之體長與體重關係式幾乎相同，若不計兩種之區別，任一測站全年年生產量在 1.66 - 4.83。P/B 值在 5.06 - 18.07 間 (表六)。

(六) 蝌蚪分布與環境關係

兩種蝌蚪對棲地的需求不盡相同：梭德氏赤蛙蝌蚪偏好水溫低及較中性的水質，其它環境因子的變異對其數量無影響。盤古蟾蜍蝌蚪則在水面寬度較窄，覆蓋度較高的環境中數量較多 (表七)。整體蝌蚪密度與河寬、水面寬、流速、覆蓋度、底石變異程度、導電度及溶氧都有關係，其中前三項因子與蝌蚪數成反比，後四項成正比 (表七)。

表一、2005年各樣站成蛙數目及平均密度(隻/m²)。

樣區	梭德氏赤蛙		盤古蟾蜍		斯文豪氏赤蛙		總數	平均密度
	雄	雌	雄	雌	雄	雌		
2月								
桃山西溪	0	0	0	0	0	0	0	0.000
桃山北溪	1	1	0	0	0	0	2	0.019
七家灣溪二號壩	5	0	0	0	0	0	5	0.008
七家灣溪一號壩	5	1	0	0	0	0	7	0.006
高山溪	0	0	0	0	0	0	0	0.000
新繁殖場	6	0	0	0	0	0	7	0.005
萬壽橋	2	0	1	1	0	0	4	0.006
迎賓橋	12	2	1	0	0	0	18	0.013
有勝溪	1	2	4	1	0	0	9	0.026
總數	32	6	43	2	1	0	52	0.009
4月								
桃山西溪	23	0	23	0	0	0	24	0.020
桃山北溪	0	2	2	0	0	1	8	0.084
七家灣溪二號壩	18	2	26	1	3	0	33	0.058
七家灣溪一號壩	9	1	10	0	5	0	17	0.017
高山溪	6	0	8	2	17	1	39	0.088
新繁殖場	20	4	26	32	14	0	95	0.041
萬壽橋	0	0	2	1	6	0	16	-
迎賓橋	20	5	45	32	20	0	146	0.095
有勝溪	4	0	26	67	13	0	155	0.196
總數	100	14	168	135	83	7	533	0.075

(續) 表一

樣區	梭德氏赤蛙		盤古蟾蜍		斯文豪氏赤蛙		總數	平均密度
	雄	雌	雄	雌	雄	雌		
6月								
桃山西溪	56	4	2	0	0	0	0	0.077
桃山北溪	0	0	0	0	0	0	0	0.000
七家灣溪二號壩	20	3	1	17	2	0	2	0.039
七家灣溪一號壩	6	0	4	3	6	0	0	0.154
高山溪	6	0	8	34	34	0	0	0.188
新繁殖場	21	0	5	0	23	0	0	0.025
萬壽橋	14	0	0	1	12	0	0	-
迎賓橋	51	1	31	9	19	2	4	0.152
有勝溪	1	1	8	2	237	0	7	1.733
總數	175	9	59	66	333	4	13	0.296
8月								
桃山西溪	9	0	0	1	0	0	0	0.008
桃山北溪	0	0	0	0	0	0	0	0
七家灣溪二號壩	3	0	0	2	1	0	0	0.019
七家灣溪一號壩	3	0	0	1	1	2	2	-
高山溪	11	0	3	10	8	0	0	0.092
新繁殖場	16	2	0	0	0	0	0	0.020
萬壽橋	0	0	0	0	0	0	0	0
迎賓橋	2	0	5	1	0	0	0	0.044
有勝溪	2	0	11	2	49	1	2	0.720
總數	46	2	19	17	59	3	4	0.113

(續) 表一。

樣區	梭德氏赤蛙		盤古蟾蜍		斯文豪氏赤蛙		總數	平均密度
	雄	雌	雄	雌	雄	雌		
10月								
桃山西溪	27	2	1	1	0	0	2	0.034
桃山北溪	6	0	0	0	0	0	0	0.038
七家灣溪二號壩	13	0	0	1	0	0	1	0.015
七家灣溪一號壩	17	0	1	0	0	0	1	0.016
高山溪	2	1	2	0	0	0	2	0.011
新繁殖場	68	0	2	0	0	0	4	0.033
萬壽橋	12	0	0	0	0	0	0	0.018
迎賓橋	173	2	7	1	2	0	10	0.218
有勝溪	280	5	5	1	5	0	11	0.811
總數	598	10	18	4	9	0	31	0.132

表二、2004-2005年各月份捕捉蛙及蝌蚪數目比較（斯文豪氏赤蛙未採到蝌蚪）。

月份	2004											2005										
	2	4	6	9	10	11	2	4	6	8	10	2	4	6	8	10						
盤古蟾蜍	0	8	159	16	12	1	1	127	59	9	0	140	127	59	17	4						
雌	0	11	24	12	1	0	2	75	17	4	0	75	59	17	4	4						
雄	0	18	42	18	3	2	6	135	54	18	0	135	54	19	18	18						
總數	0	37	225	46	16	3	9	350	240	31	0	350	240	95	31	31						
樣站數	5	5	7	6	6	6	9	9	7	9	5	9	9	7	9	9						
蝌蚪總數	0	800	457	0	0	44	6	216	1	0	0	216	219	1	0	0						
蝌蚪樣站數	5	5	7	6	4	6	9	9	8	9	5	9	9	8	9	9						
梭德氏赤蛙	0	2	63	19	24	3	5	284	11	14	0	54	284	11	14	14						
雌	0	9	15	11	27	11	6	8	2	10	0	16	8	2	10	10						
雄	0	8	35	264	223	18	32	162	49	598	0	100	162	49	598	598						
總數	0	19	113	294	274	32	43	454	62	622	0	170	454	62	622	622						
樣站數	5	5	7	6	6	6	9	9	7	9	5	9	9	7	9	9						
蝌蚪總數	346	223	95	351	504	736	909	140	1	68	346	140	10	1	68	68						
蝌蚪樣站數	5	5	7	6	4	6	9	9	8	9	5	9	9	8	9	9						
斯文豪氏赤蛙	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1						
雌	0	0	2	1	0	0	0	4	0	0	0	7	4	0	0	0						
雄	0	0	2	2	1	0	0	3	3	0	0	0	3	3	0	0						
總數	0	0	5	3	1	0	0	8	4	1	0	7	8	4	1	1						
樣站數	5	5	7	6	6	6	9	9	7	9	5	9	9	7	9	9						

表四：梭德氏赤蛙與盤古蟾蜍胃內含物食物類別。

樣本數	梭德氏赤蛙	盤古蟾蜍
蜚蠊目	4	1
鞘翅目	217	1185
鞘翅目-幼蟲	0	28
彈尾目	1	38
嚙蟲目	7	10
革翅目	2	66
雙翅目	451	1452
雙翅目-幼蟲	2	2
半翅目	97	69
同翅目	55	22
膜翅目	23	1624
鱗翅目	33	21
鱗翅目-幼蟲	45	65
廣翅目	0	34
廣翅目-幼蟲	44	17
脈翅目	1	0
蜻蛉目	18	4
禿翅目	8	2
纓翅目	0	4
蜘蛛目	83	72
蟎目	3	24
唇足綱	0	47
倍足綱	5	17
腹足綱	3	2
無尾目	24	17
碎石與植物	414	686
無法辨識	387	1080
碎片總數	1126	4823
平均碎片數	31.3	150.7

武陵地區生態模式的建立：兩生類生活史及食性研究

表五、梭德氏赤蛙與盤古蟾蜍雌、雄、及幼蛙胃內含物數量比較。

	樣本數	平均食物類群	平均碎片數
盤古蟾蜍	32	4.2	150.7
雄	15	4.0	115.7
雌	12	4.6	233.3
幼	5	4.2	57.6
梭德氏赤蛙	36	2.2	31.3
雄	20	1.9	40.6
雌	11	2.5	15.4
幼	5	2.6	29.0

表六、梭德氏赤蛙與盤古蟾蜍胃內含物最多四類動物比較。

種類	隻數	比例最高前四類食物類別				優勢類別佔
						比例
盤古蟾蜍	32	雙翅目	鞘翅目	鱗翅目- 幼蟲	蜘蛛目	0.56
		19	12	8	6	
梭德氏赤蛙	36	雙翅目	膜翅目	半翅目	蟎目	0.35
		18	16	7	7	

表七、雌性梭德氏赤蛙、斯文豪氏赤蛙與盤古蟾蜍解剖後有卵塊之個體體型。

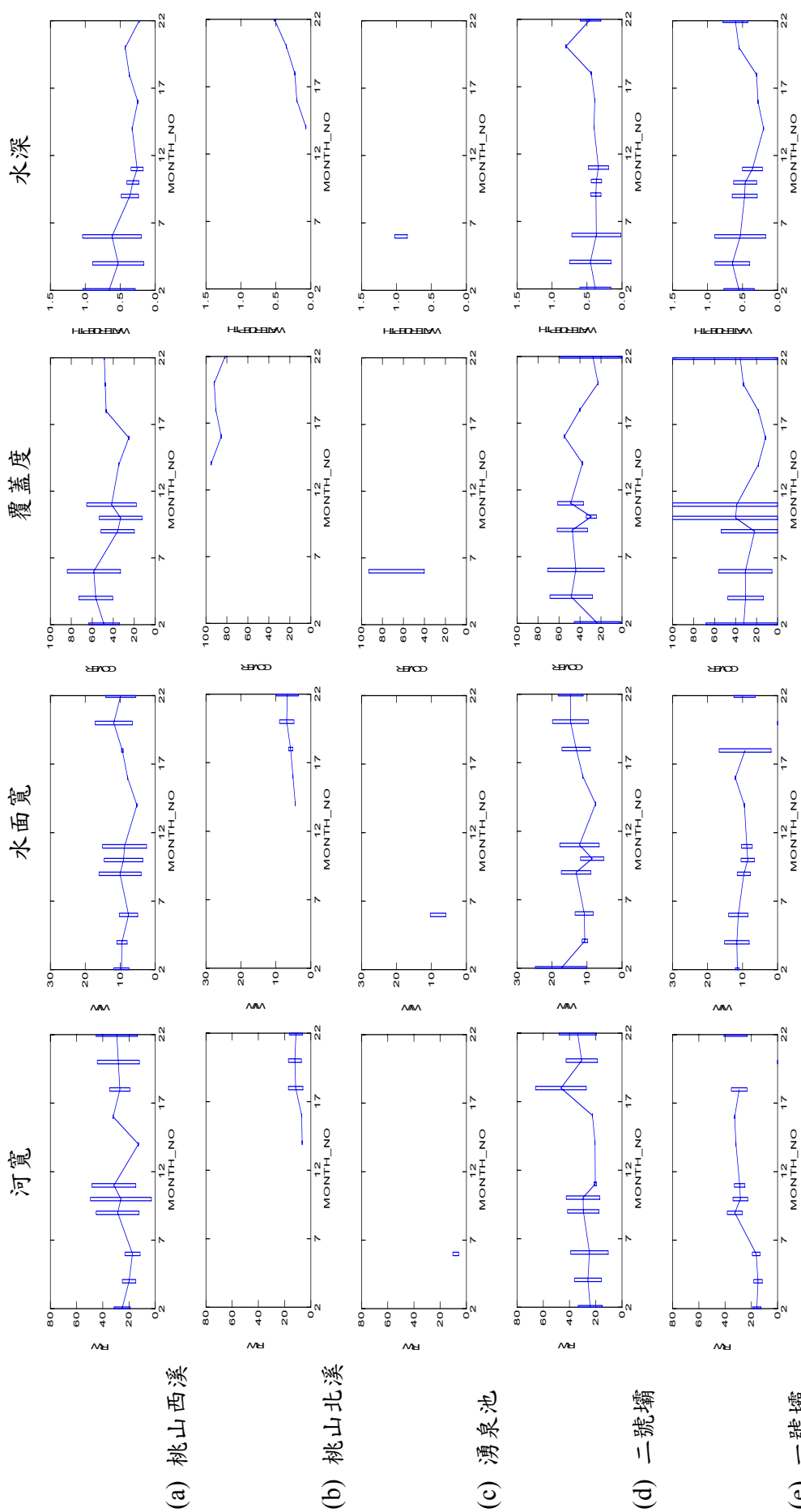
種類	隻數	吻肛長 (mm)	濕重 (g)
梭德氏赤蛙	25	42.89±4.08	8.61±2.77
斯文豪氏赤蛙	11	86.46±1.07	68.73±10.19
盤古蟾蜍	25	74.02±9.93	49.12±22.54

表八、武陵地區蝌蚪生物量、次級生產力、P/B (體長共分七級位，第一級位下限為 6 mm，每 6 mm 為一區間。第一欄標示為各級位之上限值)。

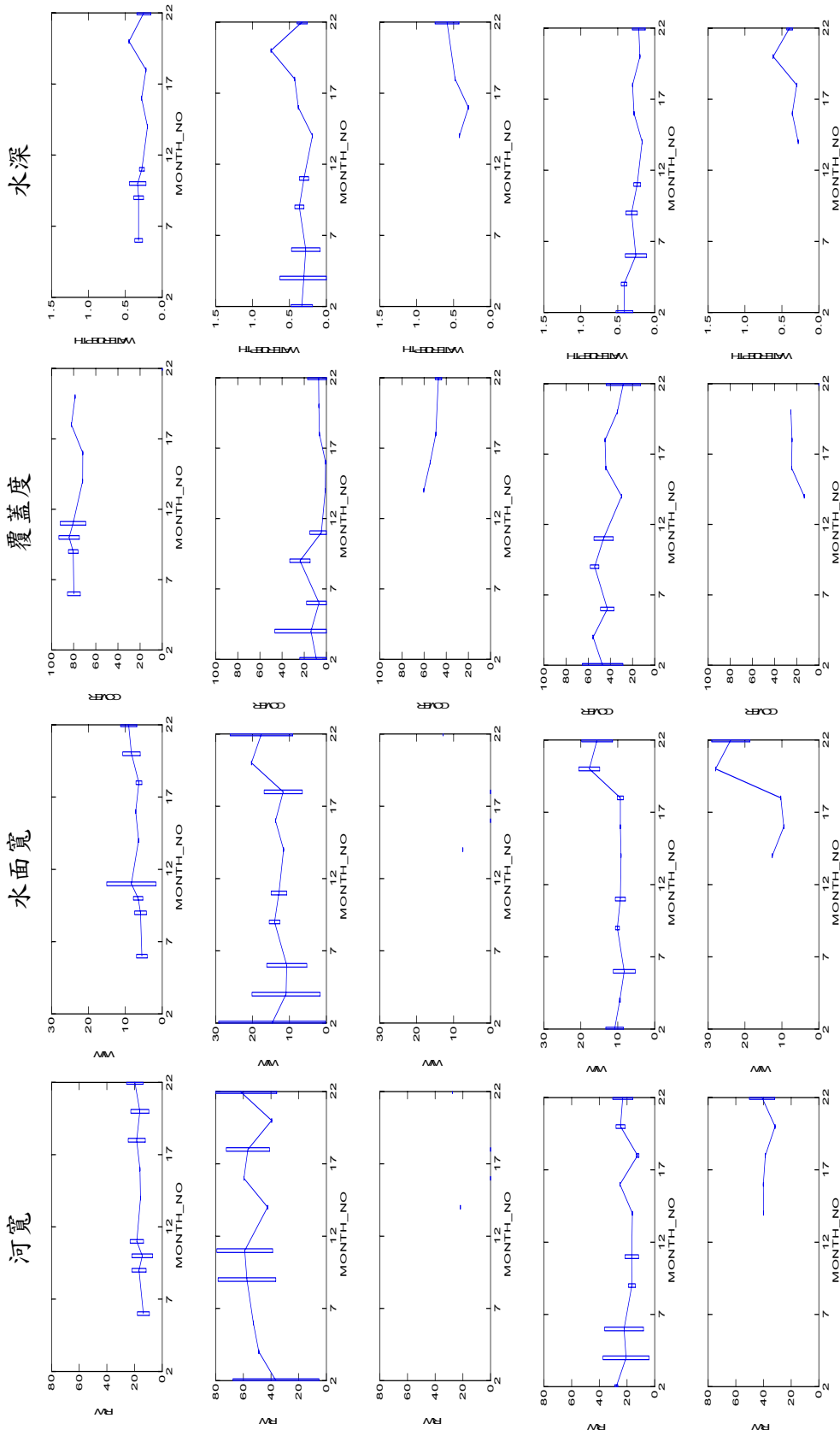
體長 (mm)	平均全長 (mm)	平均濕重 (g)	六站和		六站和		六站和		六站和		六站和		六站和		六站和		六站和		六站和		六站和		
			2004.09	2004.09	2004.04	2004.09	2004.09	2004.09	2004.04	2004.09	2004.09	2004.09	2004.09	2004.09	2004.09	2004.09	2004.09	2004.09	2004.09	2004.09	2004.09	2004.09	2004.04
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2005.08	2005.08	2005.08	2005.02	2005.08	2005.08	2005.08	2005.02	2005.08	2005.08	2005.08	2005.08	2005.08	2005.02	2005.08	2005.08	2005.08	2005.08	2005.08	2005.08	2005.08	2005.08	2005.02	2005.02
六站和	六站和	六站和	六站和	六站和	六站和	六站和	六站和	六站和	六站和	六站和	六站和	六站和	六站和	六站和	六站和	六站和	六站和	六站和	六站和	六站和	六站和	六站和	六站和
兩種	梭德氏赤蛙	梭德氏赤蛙	盤古蟾蜍	梭德氏赤蛙	兩種	梭德氏赤蛙	盤古蟾蜍	梭德氏赤蛙	兩種	梭德氏赤蛙	盤古蟾蜍	梭德氏赤蛙	盤古蟾蜍	梭德氏赤蛙	兩種	梭德氏赤蛙	盤古蟾蜍	梭德氏赤蛙	兩種	梭德氏赤蛙	盤古蟾蜍	梭德氏赤蛙	盤古蟾蜍
12	10.47	0.011	90	84	106	35	25	14	14	14	5	6	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
18	15.35	0.039	1153	979	604	206	380	164	164	165	84	73	87	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86
24	20.79	0.103	618	502	216	62	119	151	151	152	20	90	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
30	26.61	0.228	399	282	127	6	61	91	91	91	4	59	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
36	32.55	0.441	225	159	28	2	36	48	48	48	0	23	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
42	37.94	0.739	58	52	0	0	12	11	11	12	0	2	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
48	43.74	1.189	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
生物量 (biomass)			0.3797	0.2950	0.1053	0.1061	0.3242	0.5604	0.5537	0.5604	0.0397	0.3101	0.2151	0.2149	0.8012	0.3068	0.7548	0.7548	0.7548	0.7548	0.7548	0.7548	0.7548
生產量 (production)			2.1671	1.7009	0.7676	0.9587	2.1391	3.1269	3.0979	3.1269	0.3758	1.7646	1.1074	1.1044	4.0271	1.2955	5.3741	5.3741	5.3741	5.3741	5.3741	5.3741	5.3741
年生產量 (annual P)			2.1671	1.7009	0.8374	1.9174	3.2087	3.1269	3.7175	3.1269	0.5637	2.6469	1.6612	1.6565	4.8325	1.5546	5.8626	5.8626	5.8626	5.8626	5.8626	5.8626	5.8626
同齡生產量 (cohort P/B)			5.7081	5.7650	7.2886	9.0337	6.5987	5.5796	5.5954	5.5796	9.4733	5.6899	5.1478	5.1393	5.0265	4.2231	7.1194	7.1194	7.1194	7.1194	7.1194	7.1194	7.1194
Annual P/B			5.7081	5.7650	7.9512	18.0674	9.8981	5.5796	6.7144	5.5796	14.2099	8.5349	7.7217	7.7089	6.0318	5.0677	7.7666	7.7666	7.7666	7.7666	7.7666	7.7666	7.7666
月數			12	12	11	6	8	12	10	12	8	8	8	8	10	10	11	11	11	11	11	11	11
水面積總和			933.89	933.89	838.21	160.71	203.61	130.31	130.31	130.31	158.90	120.13	120.13	161.43	157.70	157.70	102.70	102.70	102.70	102.70	102.70	102.70	102.70

表九、梭德氏赤蛙與盤古蟾蜍之蝌蚪數量、蝌蚪密度與環境因子之通用線性模型(GLM)變方分析表。

環境因子		F	p	coefficient	t	p
梭德氏赤蛙	河寬	1.124	0.292	-0.010	-1.060	0.292
	水面寬	0.993	0.321	-0.032	-0.997	0.321
	覆蓋度	0.832	0.364	0.005	0.912	0.364
	水深	0.015	0.901	-0.092	-0.124	0.901
	流速	3.228	0.076	-0.007	-1.797	0.076
	底石平均	0.221	0.639	-0.124	-0.471	0.639
	底石變異	1.088	0.300	0.446	1.043	0.300
	水溫	5.531	0.023	-0.122	-2.307	0.023
	導電度	0.727	0.397	0.002	0.853	0.397
	溶氧	2.880	0.094	0.100	1.697	0.094
	酸鹼	5.646	0.020	-0.704	-2.376	0.020
盤古蟾蜍	河寬	5.590	0.030	-0.066	-2.364	0.030
	水面寬	7.021	0.017	-0.446	-2.650	0.017
	覆蓋度	7.643	0.015	0.065	2.765	0.015
	水深	1.189	0.294	2.260	1.090	0.294
	流速	1.324	0.269	-0.027	-1.151	0.269
	底石平均	2.938	0.112	-1.279	-1.714	0.112
	底石變異	4.009	0.068	2.999	2.002	0.068
	水溫	0.167	0.689	-0.076	-0.409	0.689
	導電度	2.528	0.138	0.007	1.590	0.138
	溶氧	0.889	0.366	0.253	0.943	0.366
	酸鹼	0.087	0.773	0.345	0.294	0.773
蝌蚪密度	河寬	9.315	0.003	-0.033	-3.052	0.003
	水面寬	14.420	0.000	-0.135	-3.797	0.000
	覆蓋度	5.056	0.027	0.015	2.249	0.027
	水深	0.194	0.600	0.370	0.441	0.660
	流速	8.940	0.004	-0.014	-2.990	0.004
	底石平均	2.422	0.123	-0.456	-1.556	0.123
	底石變異	4.824	0.030	1.042	2.196	0.030
	水溫	0.125	0.725	-0.020	-0.353	0.725
	導電度	11.626	0.001	0.007	3.41	0.001
	溶氧	5.562	0.021	0.158	2.358	0.021
	酸鹼	1.417	0.237	-0.418	-1.191	0.237



圖一、各測站各月份棲地環境因子之變化。



(f) 高山溪

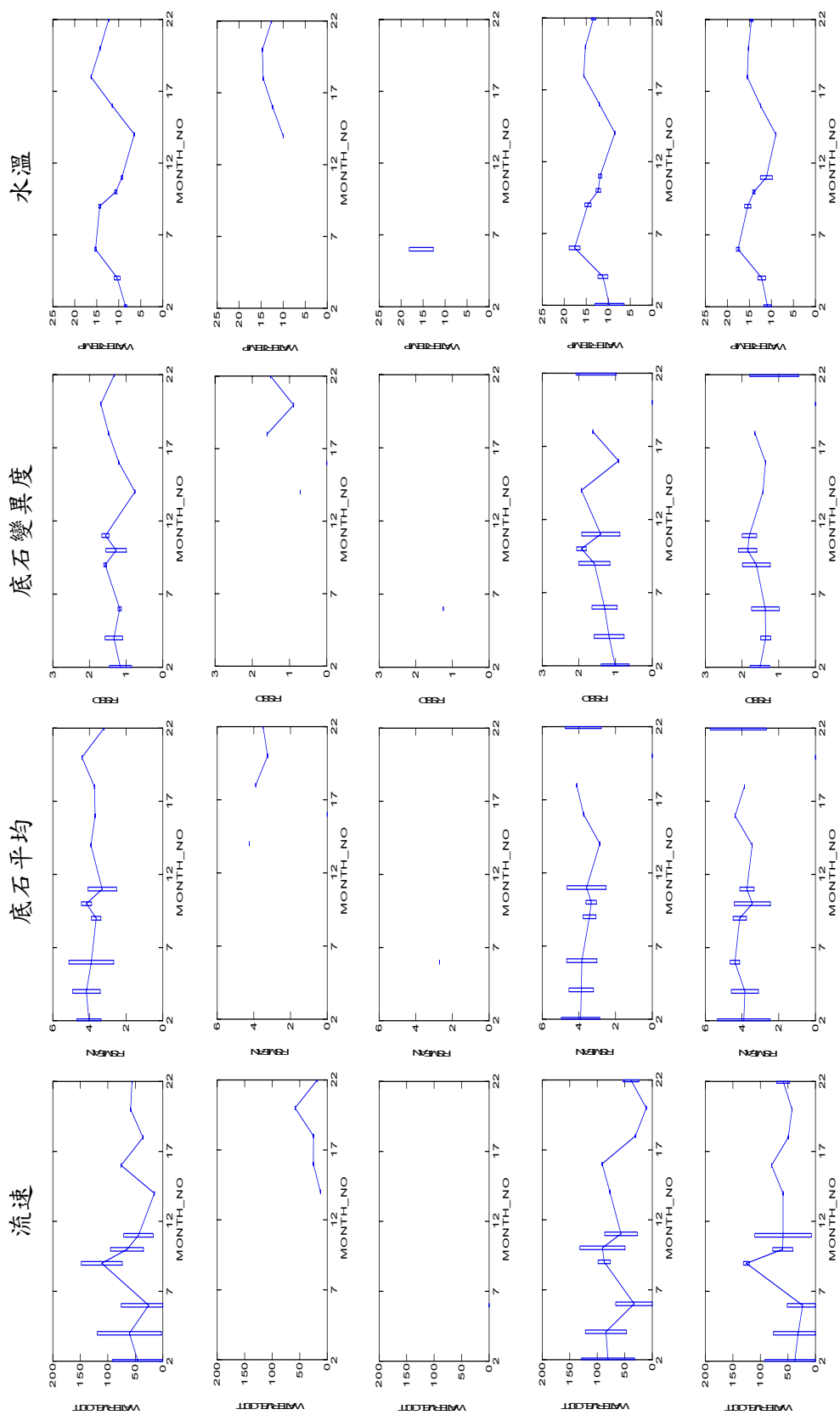
(g) 新復育池

(h) 萬壽橋

(i) 有勝溪

(j) 迎賓橋

(續) 圖一



(a) 桃山西溪

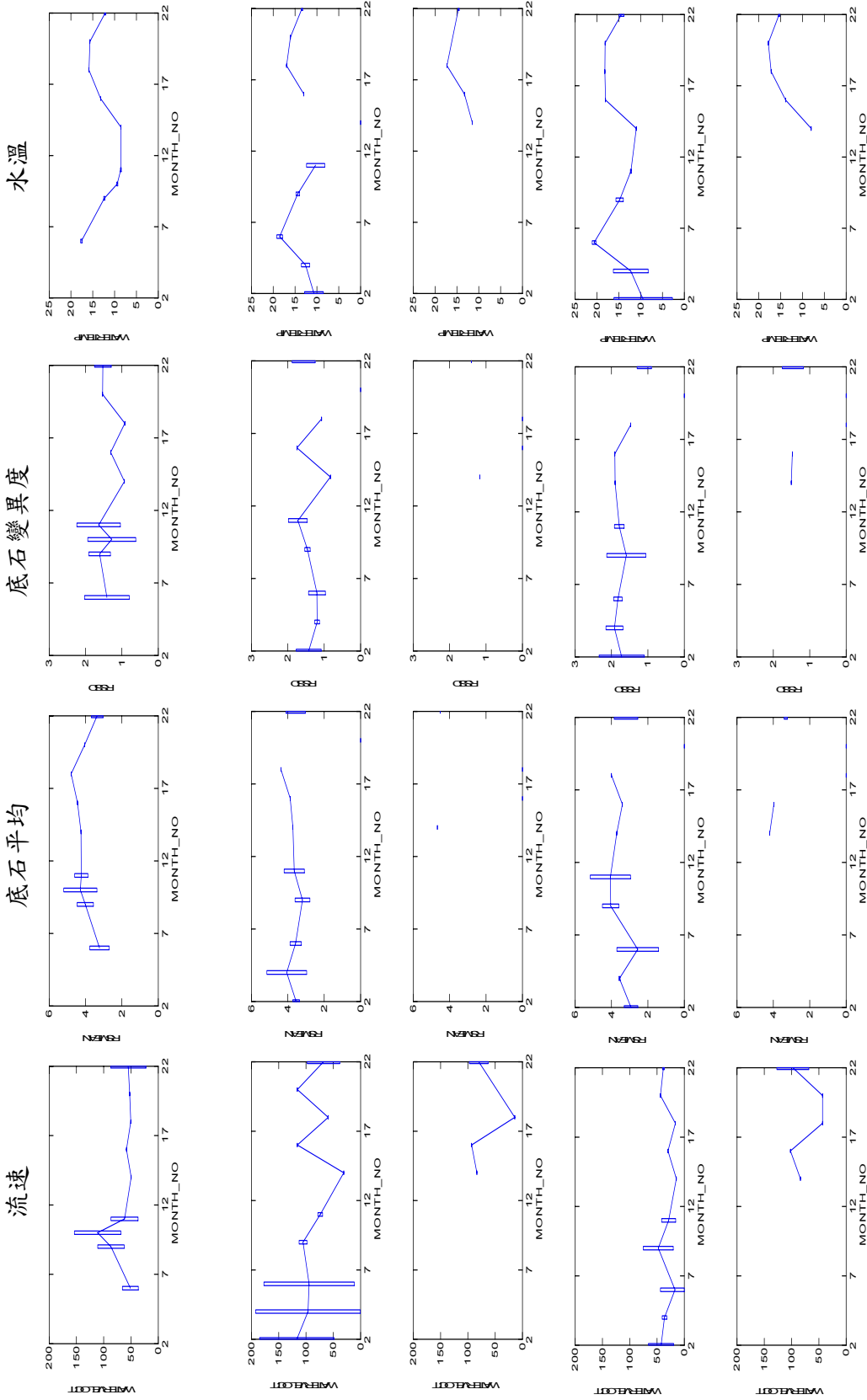
(b) 桃山北溪

(c) 湧泉池

(d) 二號壩

(e) 一號壩

(續) 圖一



(f) 高山溪

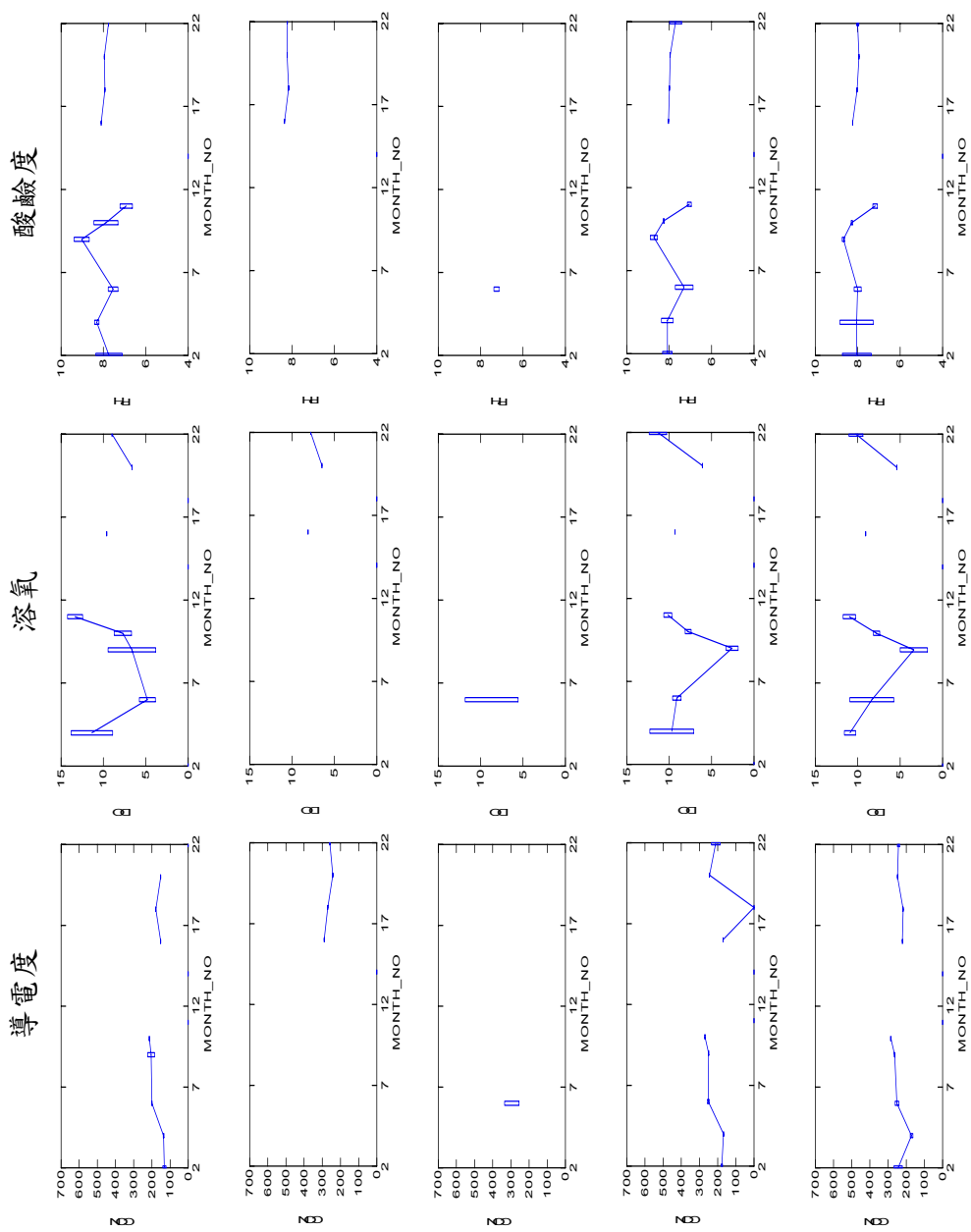
(g) 新復育池

(h) 萬壽橋

(i) 有勝溪

(j) 迎賓橋

(續)。圖一



(a) 桃山西溪

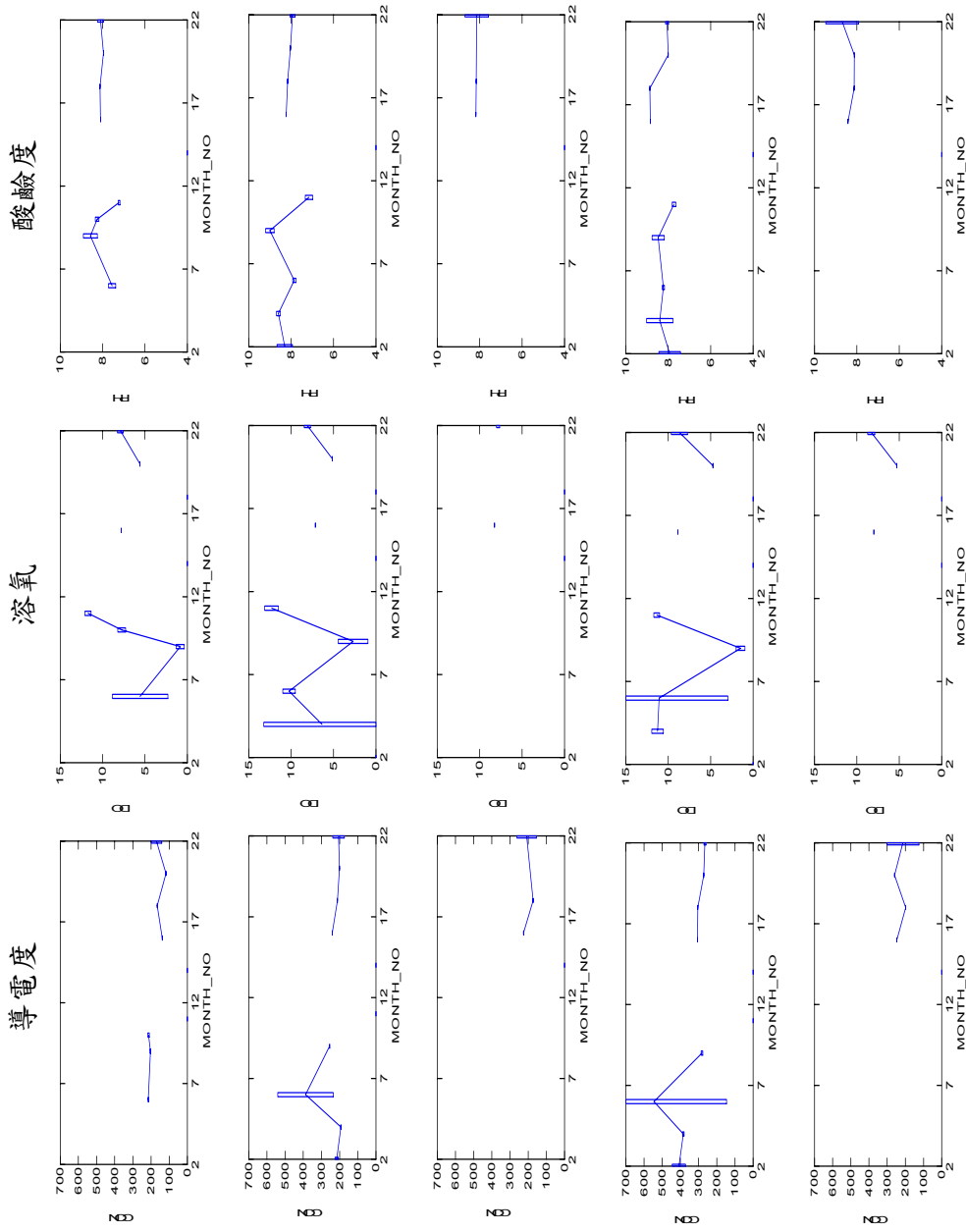
(b) 桃山北溪

(c) 湧泉池

(d) 二號壩

(e) 一號壩

(續) 圖一



(f) 高山溪

(g) 新復育池

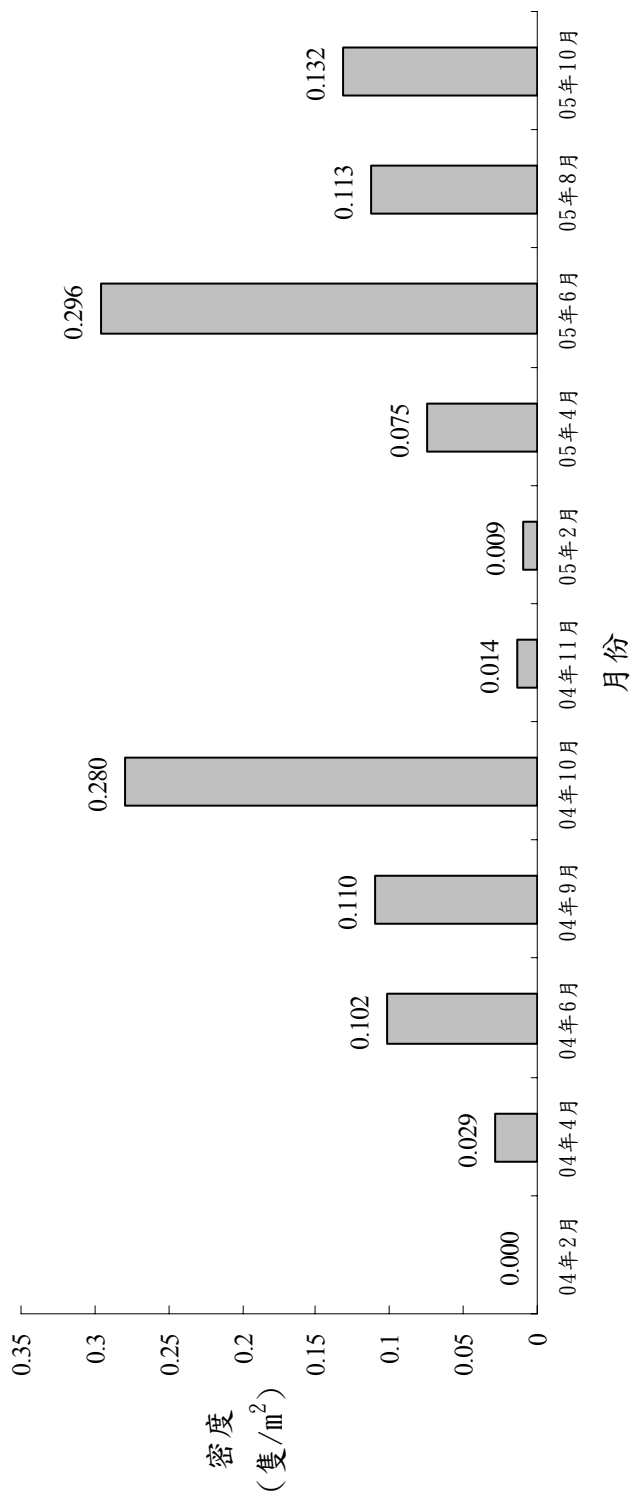
(h) 萬壽橋

(i) 有勝溪

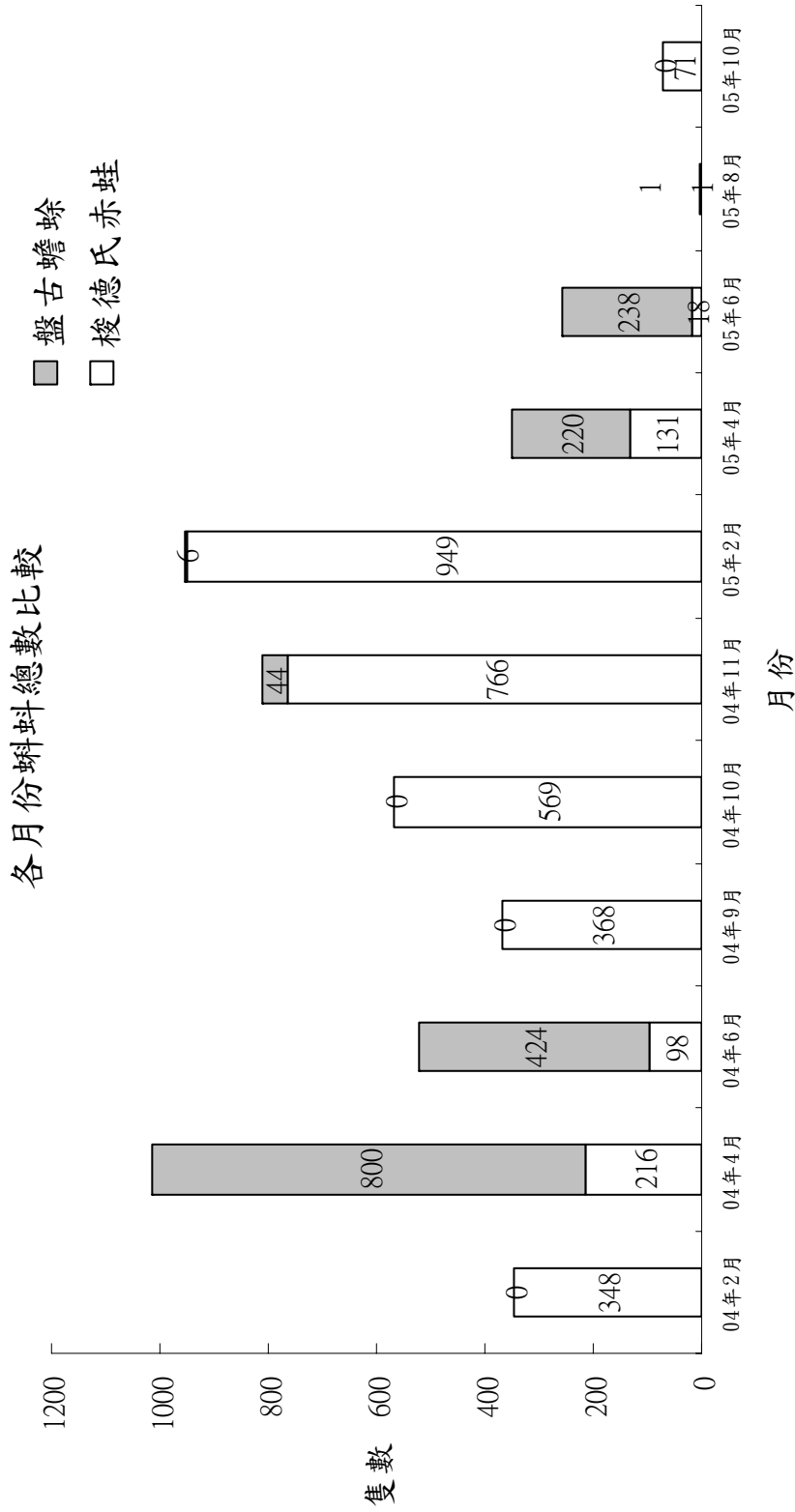
(j) 迎賓橋

(續) 圖一

各月份成蛙密度比較

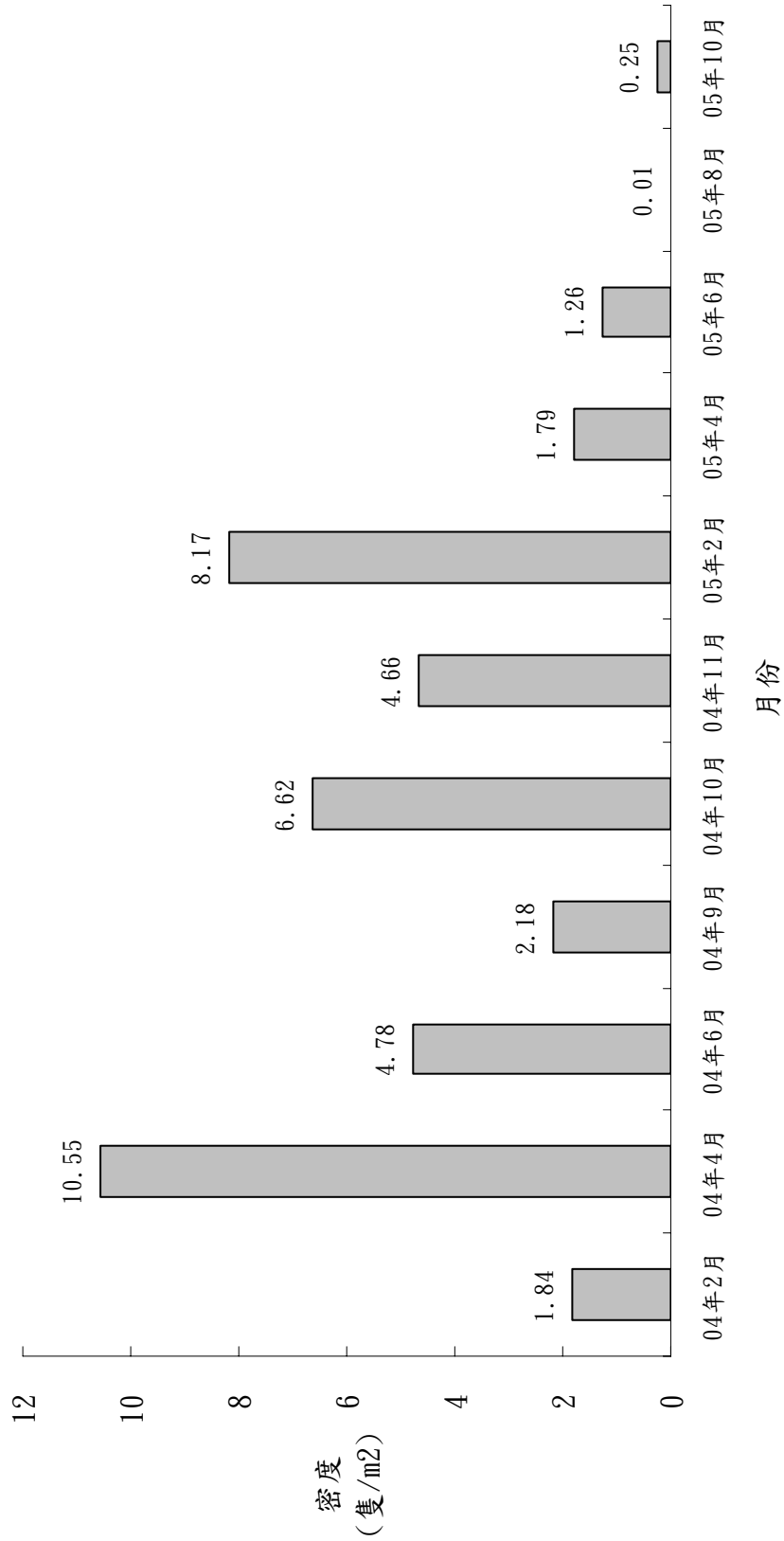


圖二、所有測站及種類合併後，2005年成蛙密度比。

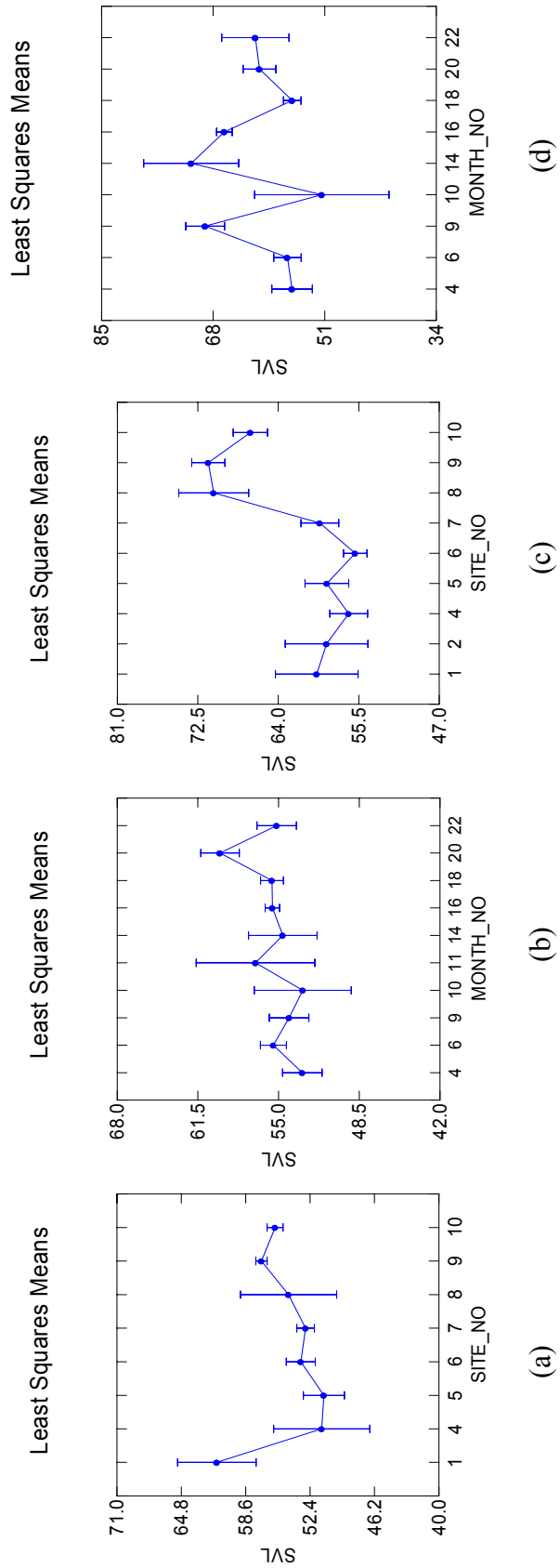


圖三、2004-05年兩種蝌蚪各站捕捉總隻數變化。

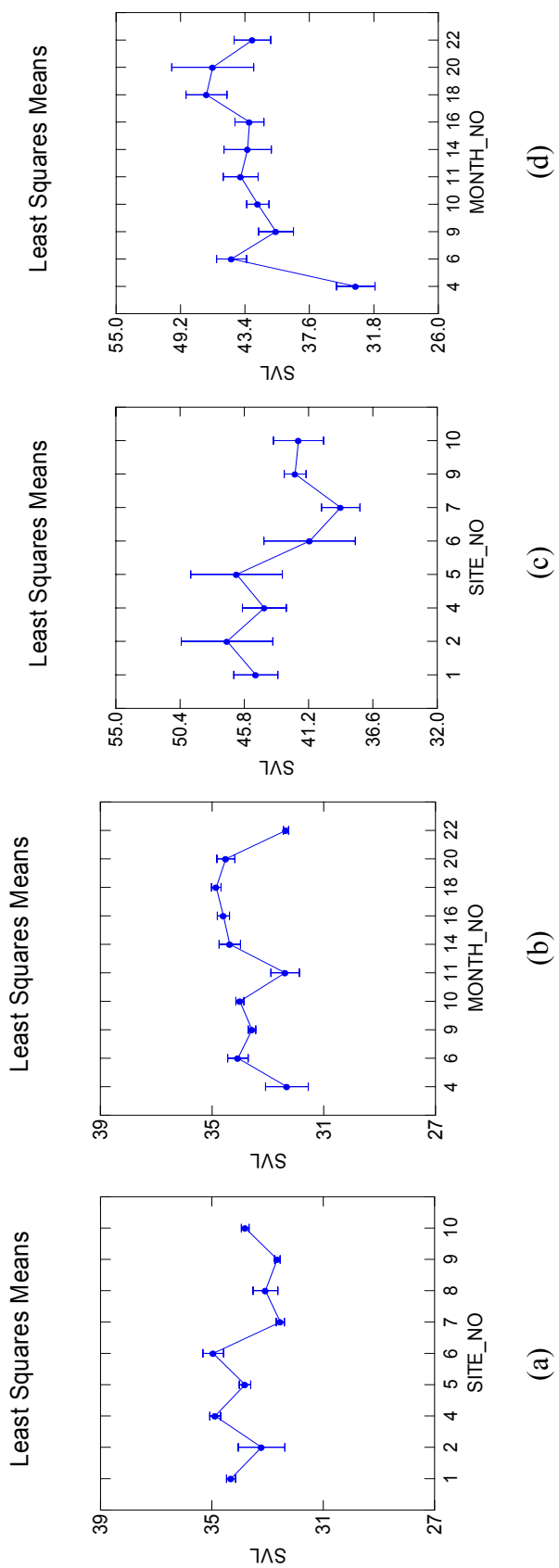
各月份蝌蚪密度比較



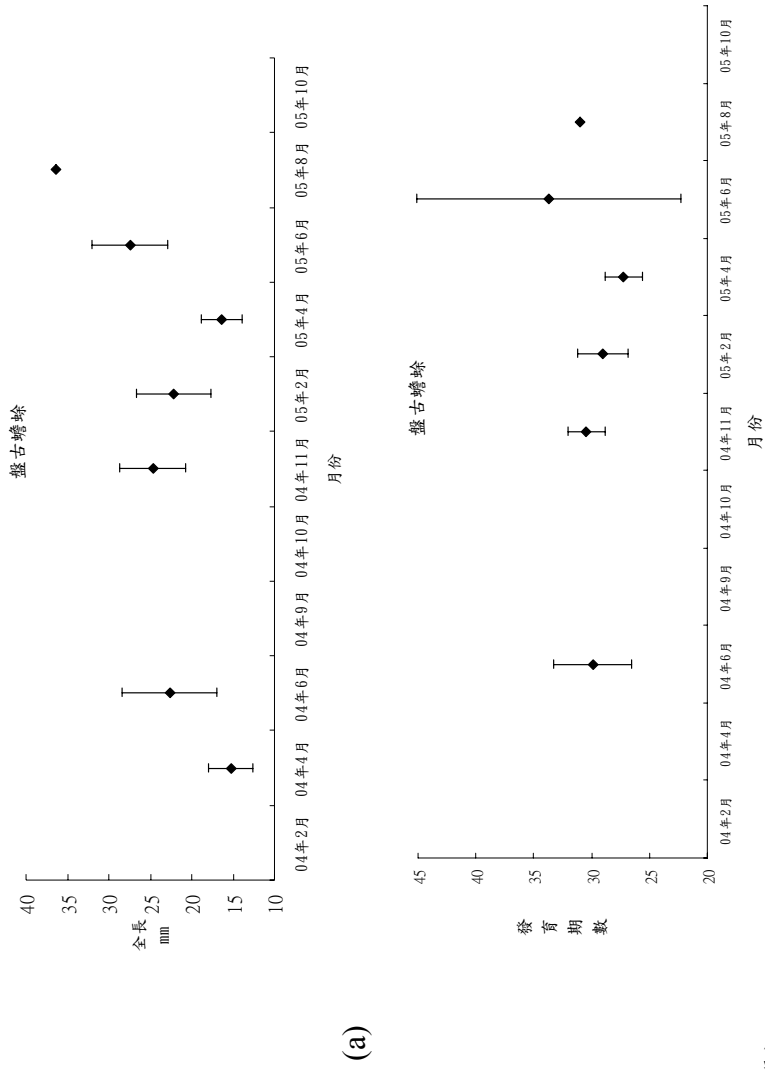
圖四、2004-05年各站捕捉蝌蚪總密度變化。



圖五、盤古蟾蜍(a) 雄蛙各站間、(b) 雄蛙各月間、(c) 雌蛙各站間、(d) 雌蛙各月間吻肛長比較。

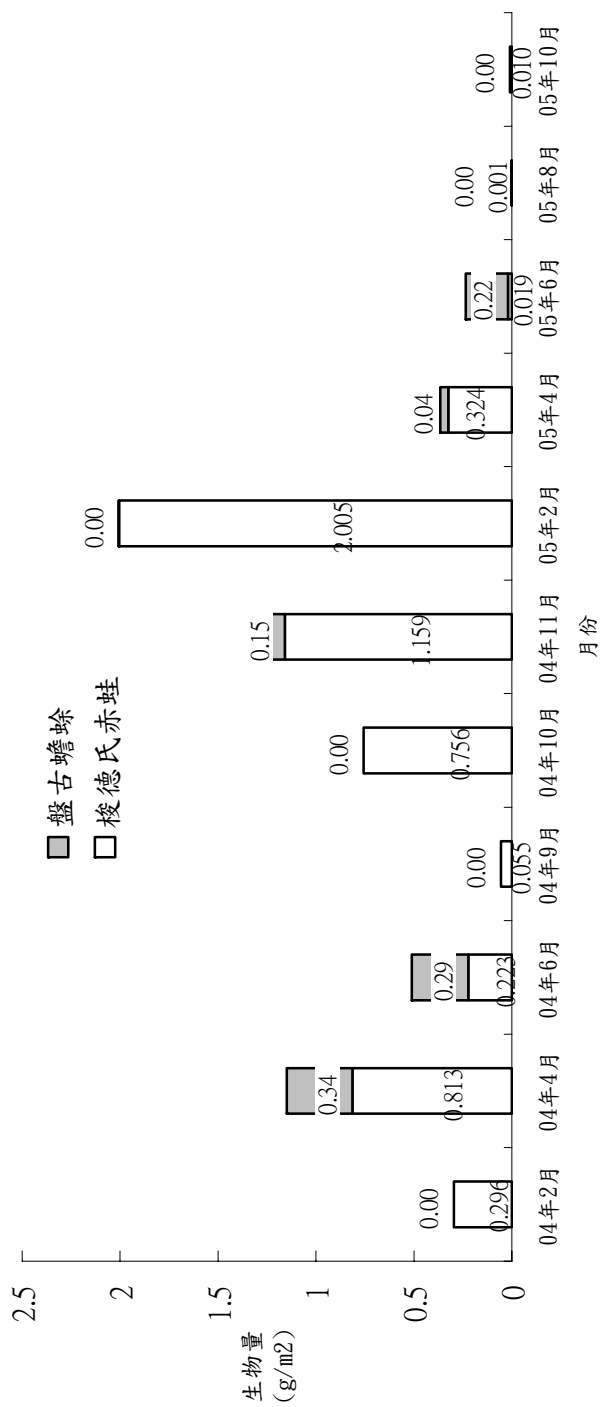


圖六、梭德氏赤蛙(a) 雄蛙各站間、(b) 雄蛙各月間、(c) 雌蛙各站間、(d) 雌蛙各月間吻肛長比較。

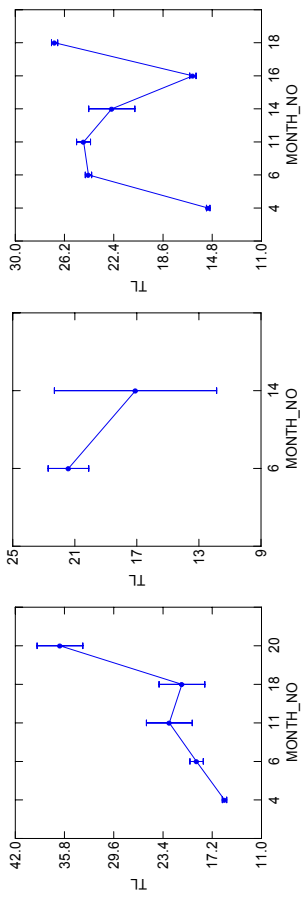


圖七、盤古蟾蜍蝌蚪各月份平均全長 (a) 與發育期數 (b) 比較圖。

各月份蝌蚪生物量



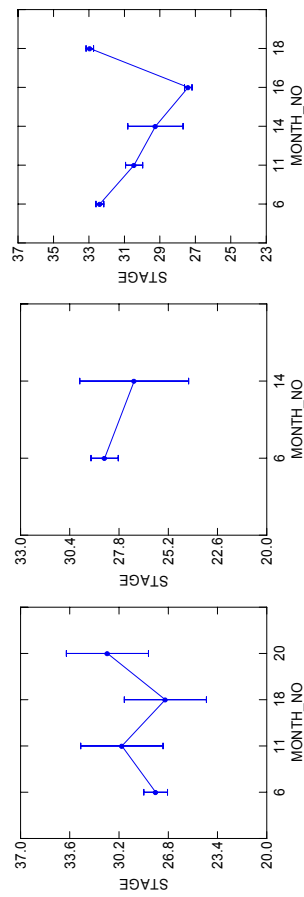
圖八、各月份蝌蚪生物量比較圖（扣除湧泉池）。



(a) 二號壩

(b) 新復育池

(c) 有勝溪

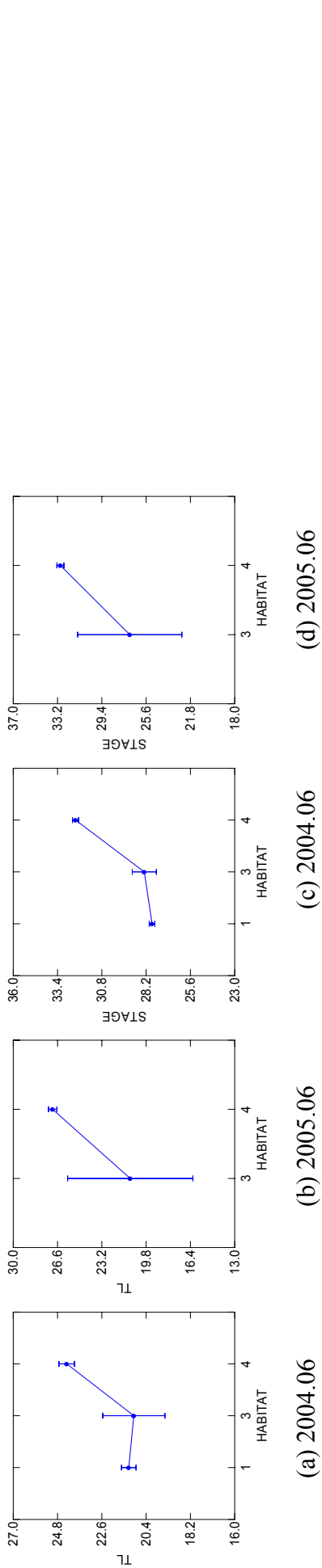


(d) 一號壩

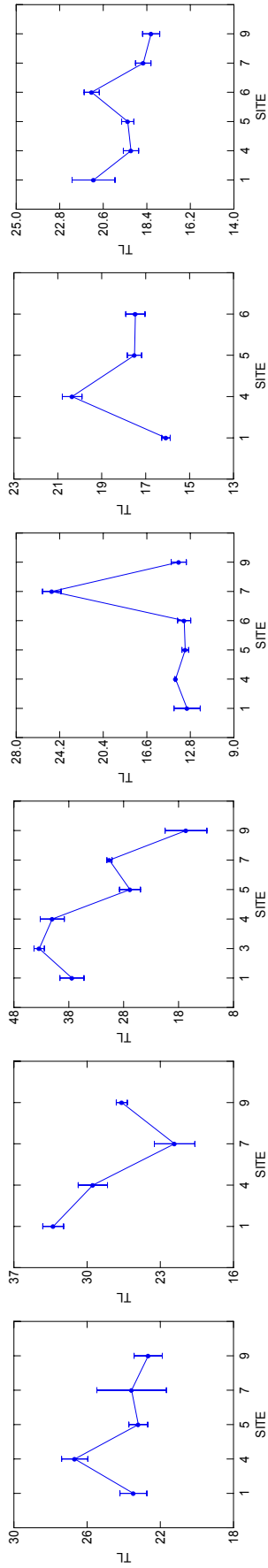
(e) 新復育池

(f) 有勝溪

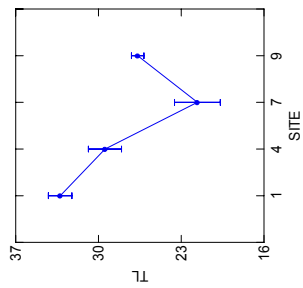
圖九、盤古蟾蜍蝌蚪各測站各月份間捕獲個體全長比較(a-c)及蝌蚪期數比較(d-f) (值均為經 ANOVA 比較後之 least squared mean)。



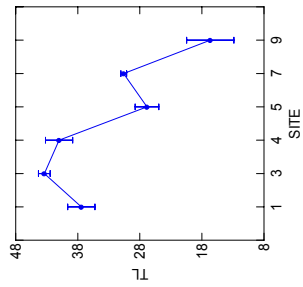
圖十、盤古蟾蜍蝌蚪 2004 年 6 月及 2005 年 6 月不同棲地類型間體長 (a, b) 及發育期數比較 (c, d) (值均為經 ANOVA 比較後之 least squared mean)。



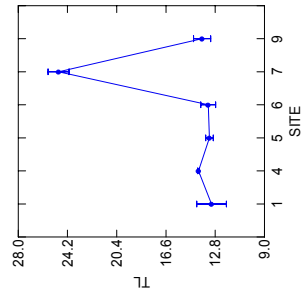
(a) 2004.02



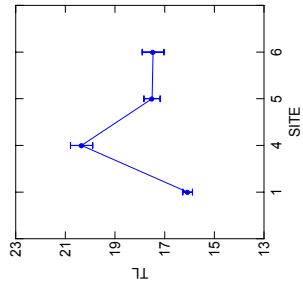
(b) 2004.04



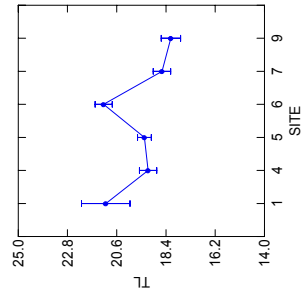
(c) 2004.06



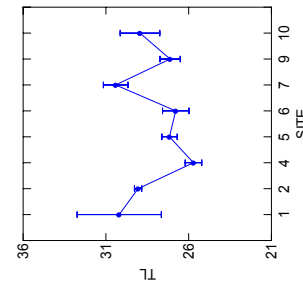
(d) 2004.09



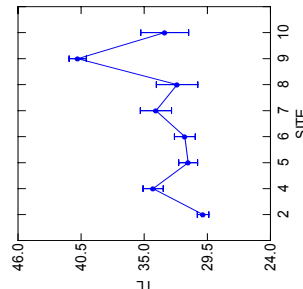
(e) 2004.10



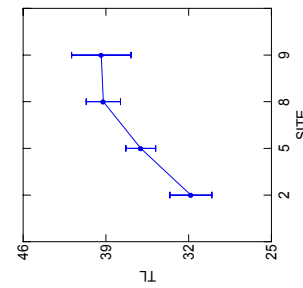
(f) 2004.11



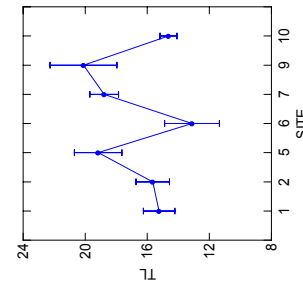
(g) 2005.02



(h) 2005.04



(i) 2005.06

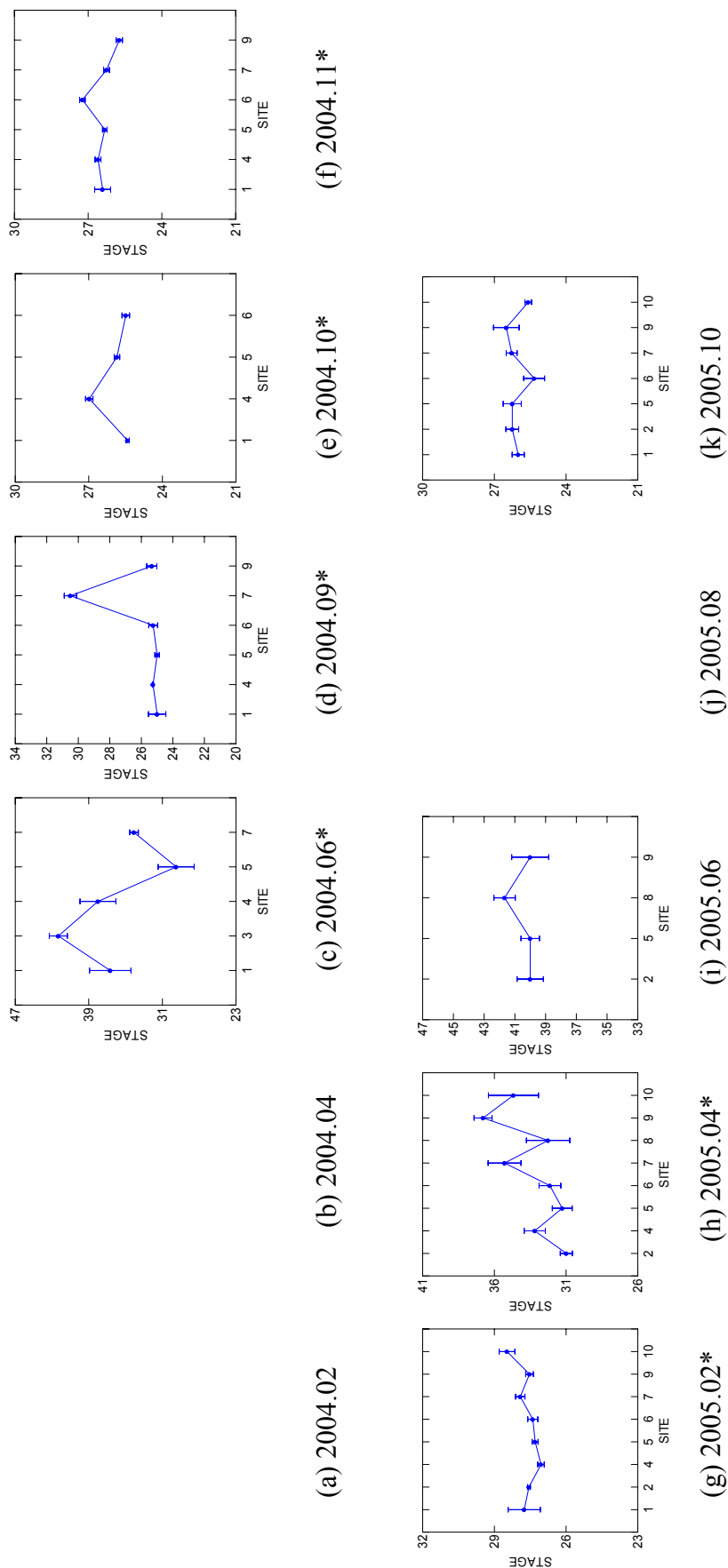


(j) 2005.08

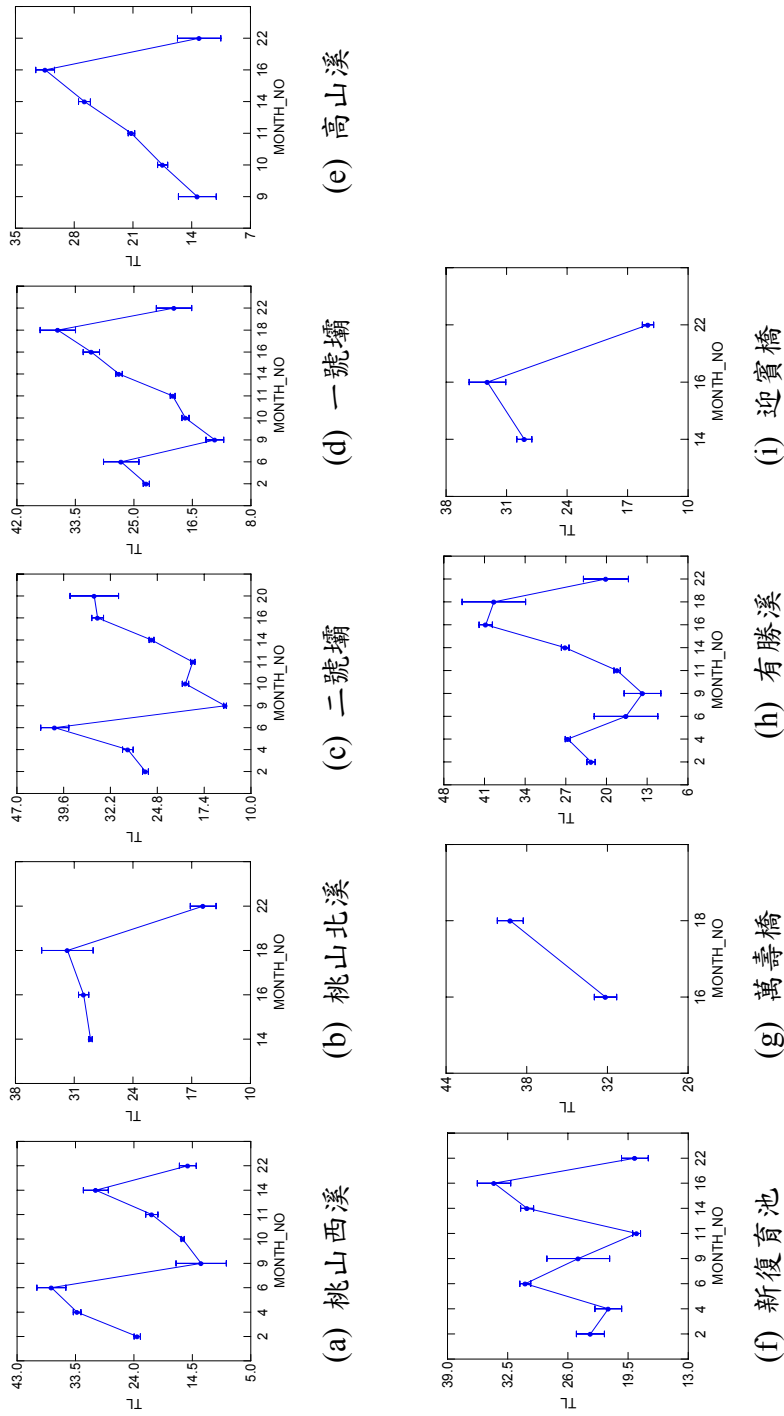


(k) 2005.10

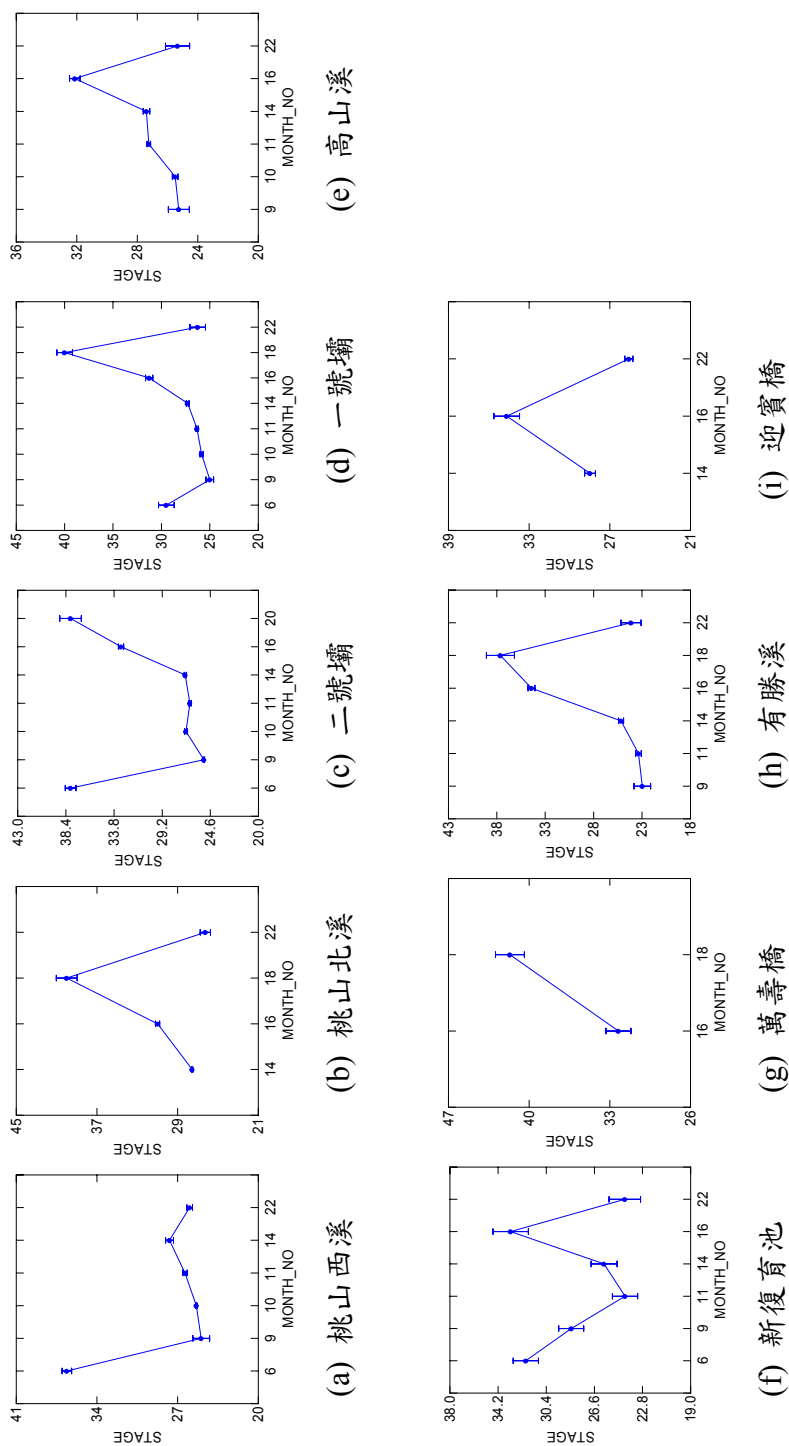
圖十一、梭德氏赤蛙蝌蚪各月份各站間捕獲個體全長比較 (每一圖各站間均有顯著差異) (值為經 ANOVA 比較後之 least squared mean)。空出圖位置為未採樣月份。



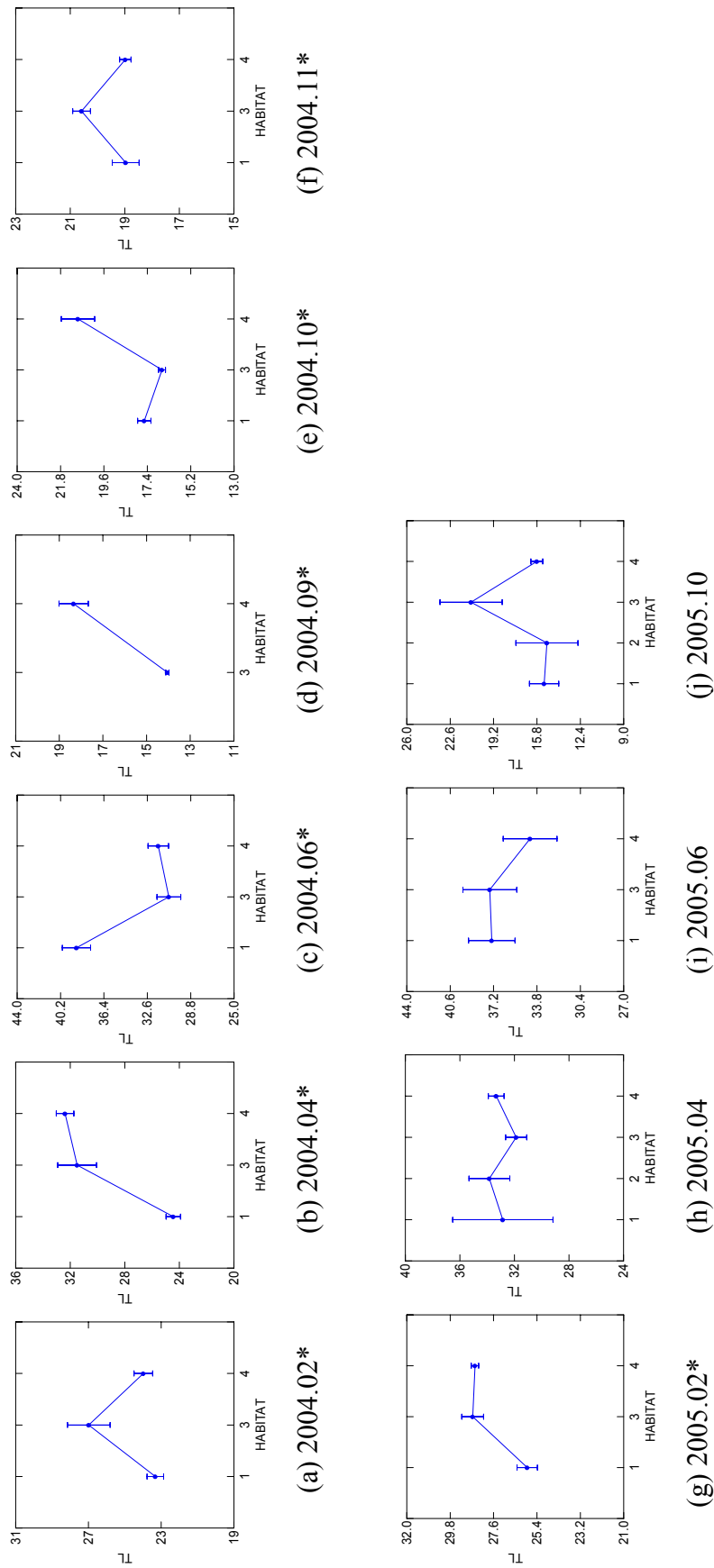
圖十二、梭德氏赤蛙蝌蚪各月份各站間捕獲個體發育期數比較 (*: ANOVA 有顯著差異之月份) (值為經 ANOVA 比較後之 least squared mean)。空出圖位置為未採樣月份。



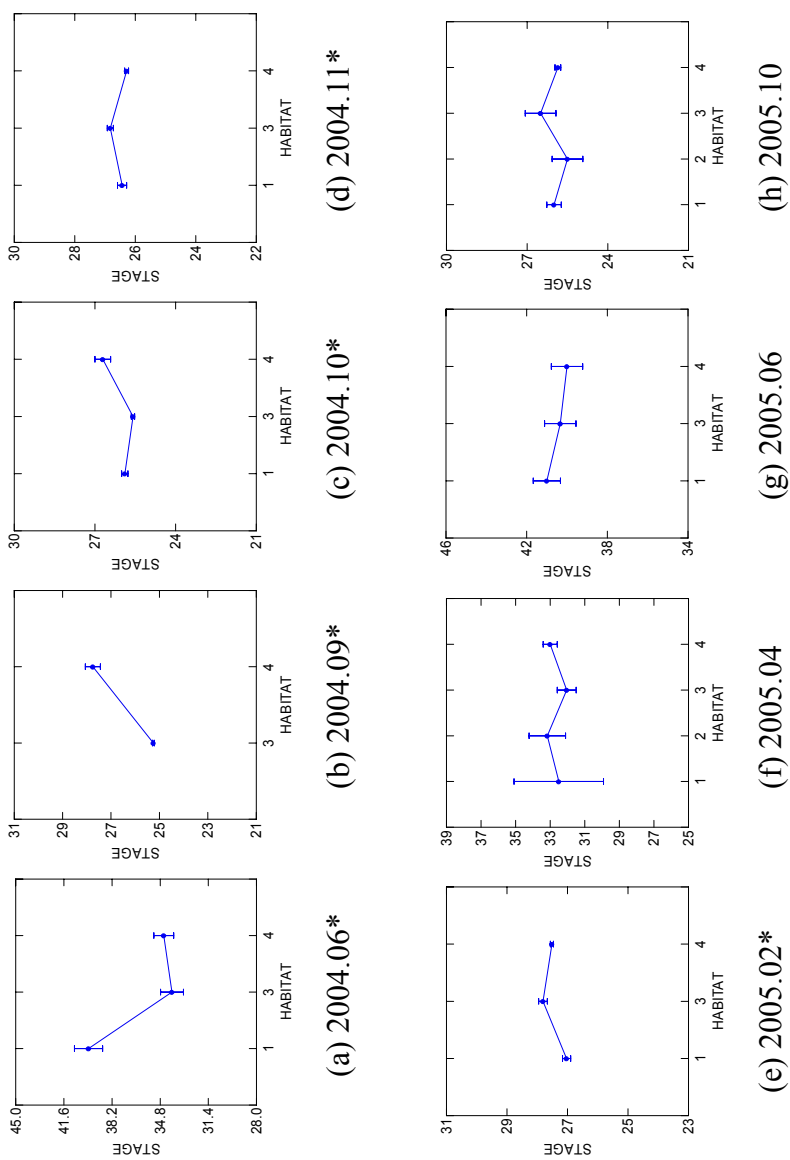
圖十三、梭德氏赤蛙蝌蚪各調查月份各站捕獲個體蝌蚪全長比較。



圖十四、梭德氏赤蛙蝌蚪各調查月份各站捕獲個體蝌蚪發育期數比較。



圖十五、梭德氏赤蛙蝌蚪各月份、各類棲地類型間蝌蚪全長比較 (*: ANOVA 有顯著差異之月份) (值為經 ANOVA 比較後之 least squared mean) (棲地類別: 1 為深潭、2 為急流、3 為急瀨、4 為淺瀨)。



圖十六、梭德氏赤蛙蝌蚪各月份、各類棲地類型間蝌蚪發育期數比較(*:ANOVA 有顯著差異之月份)(值為經 ANOVA 比較後之 least squared mean) (棲地類別：1 為深潭、2 為急流、3 為急瀨、4 為淺瀨)。

參考書目

- 林幸助、謝莉顯。2002。武陵地區生態系監測與模式建構規劃。內政部營建署雪霸國家公園管理處九十一年度研究報告。35 頁。
- 林曜松、楊平世、黃國靖、謝森和。1987。武陵農場河域蜉蝣目稚蟲之生態研究。行政院農業委員會林業特刊第一三號。57-78 頁。
- 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。24 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。
- 中華民國自然與生態攝影學會。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。39 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。雪霸國家公園管理處，42 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。
- 曾晴賢。1998。櫻花鉤吻鮭族群監測和生態調查(一)。內政部營建署雪霸國家公園管理處。79 頁。
- 曾晴賢、楊正雄。2001。櫻花鉤吻鮭族群監測與生態調查(四)。內政部營建署雪霸國家公園管理處九十年度研究報告。34 頁。
- 曾晴賢。2003。櫻花鉤吻鮭族群監測與生態調查(六)。內政部營建署雪霸國家公園管理處九十二年度期中報告。30 頁。
- Beard, K. H., Vogt, K. A., and Kulmatiski, A. 2001 Top-down effects of a terrestrial frog on forest nutrient dynamics. *Oecologia* 244, 583-593.
- Chase, J.M., 1998 Central-place forager effects on food web dynamics and spatial pattern in

武陵地區生態模式的建立：兩生類生活史及食性研究
northern California meadows. *Ecology* 79, 1236-1245.

Dupuis, L. and D. Stevenson 1999 Riparian management and the tailed frog in northern coastal forests. *Forest Ecol. Manag.* 124, 35-43.

Gingras, B., Paszkowski, C., Scrimgeour, G., Kendall, S. 2002 Comparison of sampling techniques to monitor stream amphibian communities in forested regions of Alberta. in Alberta Biodiversity Program Report. from : <http://www.abmp.arc.ab.ca/Documents.htm>.

Green, D.M. 2003 The ecology of extinction: population fluctuation and decline in amphibians. *Biological Conservation* 111, 331-343.

Hall, R.O.Jr., Wallace, J.B., and Eggert, S.L. 2000 Organic matter flow in stream food webs with reduced detrital resource base. *Ecology* 81, 3445-3463.

Hokit, D.G. and Branch, L.C. 2003 Associations between patch area and vital rates: consequences for local and regional populations. *Ecological Applications* 13, 1060-1068.

Kiffney, P. M. and Richardson, J. S. 2001 Interactions among nutrients, periphyton, and invertebrate and vertebrate (*Ascaphus truei*) grazers in experimental channels. *Copeia* 2001 (2), 422-429.

Lamberti, G.A., Gregory, S.V., Hawkins, C.P., Wildman, R.C., Ashkenas, L.R., Denicola, D.M., 1992. Plant-herbivore interactions in streams near Mount St Helens. *Freshwater Biology* 27, 237-247.

Mensing, D. M., Galatowitsch, S. M., and Tester, J. R. 1998 Anthropogenic effects on the biodiversity of riparian wetlands of a northern temperate landscape. *J. Environ. Manag.* 53, 349-377.

Peterson, C.G., and Boulton, A.J. 1999 Stream permanence influences microalgal food availability to grazing tadpoles in arid-zone springs. *Oecologia* 118, 340-352.

Ranvestel, A. W., Lips, K. R., Pringle, C. M., Whiles, M. R. and Bixby, R. J. 2004 Neotropical tadpoles influence stream benthos: evidence for the ecological consequences of decline in amphibian populations. *Freshwater Biology* 49, 274-285.

Wang, CMJ 1989 Environmental quality and fish community ecology in an agricultural mountain

stream system of Taiwan. Ph.D. Dissertation, Iowa State University.

Welsh, H.H. and Olivier, L.M. 1998. Stream amphibians as indicators of ecosystem stress: a case study from California's redwoods. *Ecological Applications* 8, 1118-1132.

Wilkins, R.N. and Peterson, N.P. 2000 Factors related to amphibian occurrence and abundance in headwater streams draining second-growth Douglas-fir forests in southeastern Washington. *Forest Ecol. Manag.* 139, 79-91.

附錄一、2005年各站各月各種成蛙平均體長(mm)、平均體重(g)、生物量(g/m²)、及樣區生物量(g/m²) (所有種類合計)。(未捕獲成蛙之測站未列出)

測站	種類	隻數	平均體長	平均體重	生物量	樣區生物量	
2月	桃山北溪	梭德氏赤蛙	2	38.65±6.12	5.60±3.68	0.104	0.104
	七二號壩	梭德氏赤蛙	5	34.81±1.62	3.54±0.58	0.027	0.027
	一號壩	梭德氏赤蛙	7	34.89±2.37	3.38±0.62	0.021	0.021
	高山溪		0			0	0.000
	新繁殖場	梭德氏赤蛙	7	32.91±1.98	2.94±0.63	0.013	0.013
	萬壽橋	梭德氏赤蛙	2	35.98±0.47	4.40±0.57	0.012	0.070
		盤古蟾蜍	2	56.81±1.15	20.53±0.67	0.057	
	迎賓橋	梭德氏赤蛙	16	34.77±6.13	3.50±1.80	0.041	0.062
		盤古蟾蜍	2	49.70±1.34	14.25±2.48	0.021	
	有勝溪	梭德氏赤蛙	4	37.39±5.66	4.38±2.12	0.050	0.491
	盤古蟾蜍	5	61.28±14.52	30.90±27.58	0.441		
4月	桃山西溪	梭德氏赤蛙	23	35.00±1.86	4.06±0.66	0.077	0.081
		盤古蟾蜍	1	36.7	4.5	0.004	
	桃山北溪	梭德氏赤蛙	2	49.07±1.82	11.50±1.41	0.242	2.242
		盤古蟾蜍	5	58.91±3.54	22.20±4.21	1.168	
		斯文豪氏赤蛙	1	96.26	79	0.832	
	二號壩	梭德氏赤蛙	26	33.55±7.01	3.43±1.81	0.158	0.307
		盤古蟾蜍	7	47.98±10.62	12.09±8.44	0.150	
	一號壩	梭德氏赤蛙	10	34.90±4.39	3.70±1.39	0.036	0.209
		盤古蟾蜍	7	57.72±17.8	25.51±22.17	0.173	
	高山溪	梭德氏赤蛙	8	32.86±6.33	3.44±1.47	0.062	1.527
		盤古蟾蜍	30	53.68±11.26	19.39±11.84	1.307	
		斯文豪氏赤蛙	1	85.48	70	0.157	
	新繁殖場	梭德氏赤蛙	26	33.36±5.20	3.90±2.11	0.044	0.493
		盤古蟾蜍	69	45.30±17.59	14.90±13.53	0.449	
	萬壽橋	梭德氏赤蛙	2	30.01±2.76	2.60±0.85	*	*
		盤古蟾蜍	14	45.51±26.76	20.52±21.92	*	
	迎賓橋	梭德氏赤蛙	45	30.65±6.27	2.82±1.60	0.083	1.099
		盤古蟾蜍	98	43.48±20.20	14.14±16.96	0.906	
		斯文豪氏赤蛙	3	81.60±10.48	56.17±19.64	0.110	
	有勝溪	梭德氏赤蛙	28	25.42±8.51	1.96±2.39	0.070	2.752
	盤古蟾蜍	127	45.37±20.35	15.71±15.46	2.525		
	斯文豪氏赤蛙	2	89.57±0.24	62.00±0.71	0.157		

(續) 附錄一

測站	種類	隻數	平均體長	平均體重	生物量	樣區生物量
6月 桃山西溪	梭德氏赤蛙	60	36.38±4.41	4.06±2.76	0.301	0.357
	盤古蟾蜍	2	59.01±3.66	22.88±4.42	0.056	
二號壩	梭德氏赤蛙	32	29.72±9.49	3.50±2.68	0.080	0.351
	盤古蟾蜍	20	50.99±8.09	14.54±6.02	0.208	
一號壩	斯文豪氏赤蛙	2	73.78±2.23	43.5±1.41	0.062	
	梭德氏赤蛙	146	15.75±5.56	0.74±1.82	0.104	0.283
高山溪	盤古蟾蜍	13	46.47±15.29	14.27±10.48	0.179	
	梭德氏赤蛙	14	24.01±9.93	2.02±1.91	0.059	2.285
新繁殖場	盤古蟾蜍	76	48.36±10.17	14.06±8.80	2.227	
	梭德氏赤蛙	33	26.04±8.05	2.84±1.79	0.037	0.082
萬壽橋	盤古蟾蜍	28	29.42±9.20	3.89±4.50	0.045	
	梭德氏赤蛙	26	24.09±10.94	2.56±1.72	*	*
迎賓橋	盤古蟾蜍	13	28.59±12.49	4.19±5.37	*	
	梭德氏赤蛙	152	22.57±10.17	1.62±1.99	0.174	0.853
有勝溪	盤古蟾蜍	59	60.64±114.12	15.04±16.69	0.627	
	斯文豪氏赤蛙	4	59.26±4.96	18.31±4.98	0.052	
	日本樹蛙	1	20.15	0.7	0.0005	
	梭德氏赤蛙	5	26.12±9.83	2.06±1.51	0.069	4.657
有勝溪	盤古蟾蜍	46	24.71±21.54	6.98±13.25	2.141	
	斯文豪氏赤蛙	7	78.53±28.02	52.43±23.07	2.447	
8月 桃山西溪	梭德氏赤蛙	9	34.24±1.98	4.14±0.86	0.031	0.064
	盤古蟾蜍	1	72	39	0.033	
二號壩	梭德氏赤蛙	6	27.89±8.68	2.29±1.9	0.029	0.199
	盤古蟾蜍	3	56.75±31.41	26.58±32.89	0.170	
一號壩	梭德氏赤蛙	3	35.28±1.73	3.83±0.29	*	*
	盤古蟾蜍	2	57.61±2.62	20.25±6.72	*	
高山溪	斯文豪氏赤蛙	2	78.62±4.29	52.5±7.78	*	
	梭德氏赤蛙	12	34.21±3.44	3.92±1.15	0.131	1.064
新繁殖場	盤古蟾蜍	21	51.42±7.99	16.00±8.12	0.933	
	梭德氏赤蛙	19	34.03±5.54	4.32±2.68	0.085	0.085
迎賓橋	梭德氏赤蛙	2	37.21±0.67	4.75±1.06	0.053	1.097
	盤古蟾蜍	6	65.21±10.37	31.33±13.69	1.044	
有勝溪	梭德氏赤蛙	8	31.79±8.90	3.81±2.95	0.305	5.359
	盤古蟾蜍	62	28.70±20.23	7.23±11.30	4.483	
有勝溪	斯文豪氏赤蛙	2	49.90±46.31	28.53±39.99	0.571	

(續) 附錄一

測站	種類	隻數	平均體長	平均體重	生物量	樣區生物量
10月 桃山西溪	梭德氏赤蛙	31	33.21±5.88	3.73±2.19	0.117	0.184
	盤古蟾蜍	2	66.06±0.08	33.00±3.96	0.067	
桃山北溪	梭德氏赤蛙	6	33.03±1.42	3.53±0.33	0.132	0.132
	盤古蟾蜍	1	65.84			
二號壩	梭德氏赤蛙	13	32.89±1.50			0.076
	盤古蟾蜍	1	65.84			
一號壩	梭德氏赤蛙	17	33.38±1.99			0.065
	盤古蟾蜍	1	54.57			
高山溪	梭德氏赤蛙	4	33.32±6.54			0.108
	盤古蟾蜍	2	54.14±0.57			
	莫氏樹蛙	1	42.61			
新繁殖場	梭德氏赤蛙	69	31.39±2.62			0.109
	盤古蟾蜍	4	38.26±21.93			
萬壽橋	梭德氏赤蛙	13	32.16±2.42			0.053
	盤古蟾蜍	10	45.34±14.88			
迎賓橋	梭德氏赤蛙	176	32.91±2.19			0.809
	盤古蟾蜍	10	45.34±14.88			
	斯文豪氏赤蛙	1	23.03			
有勝溪	梭德氏赤蛙	293	31.92±3.12			2.747
	盤古蟾蜍	11	40.31±21.21			

附錄二、2005年各站各月各測線蝌蚪實際捕捉數、估算之密度(隻/m²)及平均密度(隻/m²)。

		測線	棲地類型	捕捉總數	估計數量	估計密度	平均密度
2月	樣點						
	桃山西溪	1	急瀨	2	2.33	0.44	0.68
		2	淺瀨	5	6.11	1.16	
		3	急瀨	2	2.33	0.44	
	桃山北溪	1	淺瀨	105	169.45	38.16	55.49
		2	淺瀨	225	1183.69	50.68	
		3	淺瀨	288	344.69	77.63	
	二號壩	1	急瀨	3	3.14	0.42	4.74
		2	深潭	0	0	0	
		3	淺瀨	100	104.23	13.81	
	一號壩	1	深潭	82	87.61	9.22	4.42
		2	急瀨	31	31.00	3.26	
		3	深潭	7	7.26	0.76	
	高山溪	1	急瀨	10	13.97	2.18	2.7
		2	急瀨	23	28.50	4.45	
		3	急瀨	8	9.33	1.46	
	新繁殖場	1	淺瀨	45	49.06	4.23	1.52
		2	急瀨	0	0	0	
		3	急瀨	4	4.00	0.34	
	萬壽橋	1	急瀨	0	0	0	0.42
		2	急瀨	0	0	0	
		3	深潭	7	9.51	1.27	
	迎賓橋	1	淺瀨	11	11.93	0.95	0.37
		2	急瀨	0	0	0	
		3	深潭	2	2.00	0.16	
	有勝溪	1	淺瀨	4	5.33	0.59	3.22
		2	淺瀨	23	24.44	2.69	
		3	淺瀨	59	58.20	6.40	

(續) 附錄二

		測線	棲地類型	捕捉總數	估計數量	估計密度	平均密度
4 月	桃山西溪	1	急瀨	0	0	0	0.00
		2	急瀨	0	0	0	
		3	急瀨	0	0	0	
	桃山北溪	1	淺瀨	10	11.91	2.33	3.52
		2	淺瀨	7	7.00	1.37	
		3	淺瀨	34	35.01	6.87	
	二號壩	1	急瀨	2	2.33	0.21	0.57
		2	急流	6	7	0.63	
		3	急瀨	8	9.90	0.88	
	一號壩	1	急瀨	0	0	0	0.5
		2	急瀨	4	4.82	0.40	
		3	急瀨	8	13.50	1.12	
	高山溪	1	急瀨	4	4.67	0.65	0.8
		2	急瀨	6	6.44	0.89	
		3	急瀨	5	6.06	0.84	
	新繁殖場	1	淺瀨	7	7.00	0.51	0.17
		2	急瀨	0	0	0	
		3	急流	0	0	0	
	萬壽橋	1	急流	1	1	*	*
		2	急流	1	1	*	
		3	深潭	2	2.00	*	
	迎賓橋	1	急流	2	2.00	0.21	0.11
		2	急流	0	0	0	
		3	急流	1	1.00	0.11	
	有勝溪	1	淺瀨	33	33.86	3.64	8.62
		2	淺瀨	62	60.28	6.48	
		3	淺瀨	148	146.34	15.74	

(續) 附錄二

		測線	棲地類型	捕捉總數	估計數量	估計密度	平均密度
6月	桃山西溪	1	急瀨	0	0	0	0
		2	急瀨	0	0	0	
		3	急瀨	0	0	0	
	桃山北溪	1	淺瀨	0	0	0	0.11
		2	淺瀨	0	0	0	
		3	淺瀨	2	2.00	0.32	
	二號壩	1	急瀨	0	0	0	0.00
		2	急流	0	0	0	
		3	急瀨	0	0	0	
	一號壩	1	深潭	2	2.00	0.18	0.08
		2	急瀨	1	1.00	0.07	
		3	深潭	0	0	0	
	高山溪	1	急瀨	0	0	0	0
		2	急瀨	0	0	0	
		3	急瀨	0	0	0	
	新繁殖場	1	急流	27	30.96	1.91	0.64
		2	急流	0	0	0	
		3	急流	0	0	0	
	萬壽橋	1	急流	0	0	*	*
		2	急流	0	0	*	
		3	急流	2	2.00	*	
	迎賓橋	1	急瀨	0	0	*	*
		2	急流	2	2.00	*	
		3	深潭	0	0	*	
	有勝溪	1	淺瀨	47	45.64	4.56	7.99
		2	淺瀨	16	18.10	1.99	
		3	淺瀨	157	153.24	17.41	

(續) 附錄二

		測線	棲地類型	捕捉總數	估計數量	估計密度	平均密度
8 月	桃山西溪	1	急瀨	0	0	0	0
		2	急瀨	0	0	0	
		3	急瀨	0	0	0	
	桃山北溪	1	急瀨	0	0	0	0
		2	淺瀨	0	0	0	
		3	淺瀨	0	0	0	
	二號壩	1	急流	0	0	0	0.04
		2	急流	0	0	0	
		3	淺瀨	1	1	0.13	
	一號壩	1	急流	1	1	*	*
		2	急流	0	0	0	
		3	急流	0	0	0	
	高山溪	1	急瀨	0	0	0	0
		2	急瀨	0	0	0	
		3	急流	0	0	0	
	新繁殖場	1	急流	0	0	0	0
		2	急流	0	0	0	
		3	急流	0	0	0	
	萬壽橋	1	-	-	-	-	-
		2	-	-	-	-	
		3	-	-	-	-	
	迎賓橋	1	淺瀨	0	0	0	0
		2	急流	0	0	0	
		3	急流	0	0	0	
	有勝溪	1	淺瀨	0	0	0	0
		2	淺瀨	0	0	0	
		3	淺瀨	0	0	0	

(續) 附錄二

	測線	棲地類型	捕捉總數	估計數量	估計密度	平均密度
10月 桃山西溪	1	1	9	13.88	1.88	0.63
	2	3	0	0	0	
	3	3	0	0	0	
桃山北溪	1	4	3	3.00	0.35	0.67
	2	4	2	2.00	0.50	
	3	4	7	8.83	1.15	
二號壩	1	3	0	0	0	0
	2	2	0	0	0	
	3	4	0	0	0	
一號壩	1	4	2	2.00	0.21	0.18
	2	4	0	0	0	
	3	2	2	2.33	0.32	
高山溪	1	4	3	3.00	0.36	0.12
	2	4	0	0	0	
	3	4	0	0	0	
新繁殖場	1	4	7	7.37	0.55	0.24
	2	4	1	1.00	0.07	
	3	3	2	2.33	0.09	
萬壽橋	1	3	0	0	0	0
	2	3	0	0	0	
	3	2	0	0	0	
迎賓橋	1	4	31	30.45	1.07	0.36
	2	4	0	0	0	
	3	2+4	0	0	0	
有勝溪	1	4	0	0	0	0.05
	2	4	0	0	0	
	3	4	2	2.33	0.15	