

國立臺灣師範大學生物研究所碩士論文

指導教授：呂 光 洋 博士

Dr. Kuang-Yang Lue

臺灣山椒魚 ( *Hynobius formosanus* )

棲地與族群變動之研究

研究生：葉 明 欽 撰

Ming-Chin Yeh

本研究接受內政部營建署玉山國家公園管理處之經費支助

中華民國 八十年 六月

## 目 錄

致 謝	
摘 要	頁 數
壹、緒言-----	1
貳、材料與方法-----	3
一、研究地點描述-----	3
二、標放法-----	5
三、山椒魚形質之觀察與測量-----	5
四、棲地分析-----	5
五、活動範圍-----	6
參、結果	
一、標放結果與族群數量變動-----	7
二、族群結構-----	9
三、形質之比較-----	10
四、山椒魚於樣區內之分佈與活動範圍-----	11
五、棲地喜好性-----	12
肆、討論-----	15
伍、結論-----	24
陸、參考文獻-----	25
柒、圖表-----	30

## 致 謝

本研究承蒙指導教授呂光洋博士殷切的指導與鼓勵，並在論文寫作上的指正。台灣大學李玲玲博士及林業試驗所趙榮台博士在論文寫作上的寶貴意見，在此謹致上最高之謝忱。

感謝玉山國家公園管理處在經費上的支助及葉處長世文對學術研究的支持。研究期間又蒙保育課多位人員及鹿林山管里站人員的協助及鼓勵，在此謹獻上無比之謝意。

研究期間蒙阿里山自來水管理站蔡銘瀧主任多方面的照顧及生態實驗室助理、學長和學弟們在野外工作的協助，而使研究順利進行，在此一併致謝。

最後，要感謝家人的關懷與全力支持；尤其是愛妻的諒解與鼓勵。

## 中 文 摘 要

自民國 79 年 1 月到民國 80 年 4 月，在阿里山地區及自忠地區、並於 79 年 6 月起至 80 年 4 月止於新中橫公路沿線選擇適當之棲地設置樣區，以研究臺灣山椒魚的族群變動及棲地因子之間的關係。

由標放法結果顯示以阿里山樣區的山椒魚數量最高 (129 隻次)；自忠 B 樣區次之 (52 隻次)，最少的是神木林道樣區。春季是發現山椒魚的高峰季節，冬季則可能因溫度下降、土壤表層乾燥及為繁殖而遷移，使得捕獲數目減少。單位面積 (每一百平方公尺) 捕獲量以自忠地區最高 (6.35 隻)，鹿林樣區則因過度集中而造成單位面積捕獲量偏低 (1.08 隻)。由族群組成分析得知，小於 17mm 的幼小山椒魚大量出現於春季。由幼小山椒魚出現時段推測阿里山地區山椒魚繁殖季節約始於 9 月，延續至同年 1 月；塔塔加樣區的繁殖季節則較為延後。阿里山樣區的族群結構包含大 (>45mm)、中 (25-45mm)、小 (<25mm) 型山椒魚，而其它地區則以大型山椒魚為主要成員，神木林道及鹿林未發現幼小山椒魚。阿里山樣區未發現具有白斑點的大型山椒魚，而自忠 B 樣區則高達 78% 的大型個體具有白斑點。趾式以 4455 及 4444 為基本，但趾式型態不足以作為山椒魚分類的依據。地理上的阻隔所形成的基因漂變 (genetic drift) 可能是造成體色差異和趾式變化的原因。塔塔加、鹿林樣區所捕獲吻肛長大於 45mm 的山椒魚個體體型 (平均值為 60.1 mm) 大於阿里山樣區的個體 (平均吻肛為 54.5 mm)，而大棲地溫度的差異是造成這現象的可能原因。

山椒魚在降雨時會較遠離水源，而乾季則靠近水源；且多分佈在河道兩旁五公尺內。阿里山樣區內的山椒魚體型大小與其分佈時距離河道遠近並無明顯關係。由六隻山椒魚的活動範圍記錄分析得知其面積在 1.18 至 9.38 平方公尺間，平均為 4.49 平方公尺；但也可能因長距離移動而使其活動範圍擴大。

各樣區的大棲地年平均氣溫約為 10 至 13℃，冬季時微棲地底質溫度（平均為 8.85℃）略高於大棲地氣溫（平均為 8.24℃）。石塊及倒地枯木是山椒魚最常選作為遮蔽物的物體；面積在 100-300 平方公分的物體底下最易發現山椒魚。各樣區的土壤偏酸性，pH 值在 4.5-6.0 之間土壤底質發現山椒魚的頻度最高。山椒魚對土壤含水量在 23.41% 以上的底質並無明顯之選擇性。山椒魚的微棲地底質有機物含率在 2.91% 至 42.87% 之間。樣區內鼠婦的數量比步行蟲多，兩者於春季時數量明顯增加；山椒魚甚少同時與步行蟲或鼠婦等節肢動物在同一遮蔽物底下被發現。

## 壹、緒言：

現存的二十一種山椒魚屬山椒魚 (*Hynobius* spp.)，是亞洲特有的有尾兩棲動物，主要分佈在日本、西伯利亞、韓國、中國大陸東北及南部；臺灣是現存山椒魚屬山椒魚分佈的最南限。臺灣產的山椒魚是本島所特有，也是僅有的有尾目兩棲類動物，其種類數目未定，有學者 (Maki, 1922; Kano, 1930) 根據其外部型態而將臺灣產山椒魚分為三種：楚南氏山椒魚 (*Hynobius sonani*)、臺灣山椒魚 (*H. formosanus*) 及阿里山山椒魚 (*H. arisanensis*)；有些學者依山椒魚的鋤骨齒列形狀及體色斑紋的不同，而主張臺灣產山椒魚應有二種 (*H. sonani*; *H. formosanus*)，而此分類法一直為許多學者所沿用 (Sato, 1937; Okada, 1935)。有學者則認為臺灣應只有一種山椒魚 (*H. sonani*) (Dunn, 1923; 陳, 1984)。陳 (1984) 依山椒魚外表體色花紋的差異，而將臺灣產山椒魚分為阿里山型、能高型及南湖型等三種類型。近來有研究者對臺灣產山椒魚的染色體加以分析，有的發現其染色體數目 ( $2n$ ) 為 56，而且是由 18 條大型染色體，8 條中型染色體及 30 條小型染色體所組成 (陳, 1984)；Iizuka 和 Kakegawa (1989) 也分析臺灣產三種山椒魚的染色體，結果發現其數目 ( $2n$ ) 為 58，且是由 18 條大型染色體，8 條中型染色體及 32 條小染色體組成。Kakegawa 等人 (1989) 利用電泳法 (Two-dimensional electrophoresis) 分析臺灣產山椒魚背部肌肉的蛋白質，結果得知臺灣山椒魚及阿里山山椒魚的基因距離 (Genetic distance) 較近，而此二者與楚南氏山椒魚的基因距離較遠。筆者在此研究中，依據 Sato (1937) 的分類方法，而將臺灣產山椒魚，暫定為二種，即臺灣山椒魚與楚南氏山椒魚。

呂等 (1990) 調查發現，阿里山型山椒魚的分佈是為「區域性」，分佈在全省海拔 2000 公尺以上的山區；能高型和南湖型皆為臺灣中、北部 2000 公尺以上山區之「特定區域」分佈。除了上述分類及分佈的研究外，杜和呂 (1982) 及陳 (1984) 曾對臺灣產山椒魚的食性加以研究，結果發現鼠婦、行蟲及蚯蚓等是山椒魚的主要食物。Yeh 等 (1988) 與呂等 (1989) 在臺灣產山椒魚的禦敵行為研究中，將其禦敵行為分為 13 種，發現以逃避 (Avoidance) 是出現頻率最高的行為。有關臺灣產山椒魚生態方面的研究，只有陳 (1984) 曾對阿里山地區及呂等 (1989) 在大合歡山地區做過描述。

本研究的目的，希望藉由比較不同地區的臺灣山椒魚棲地、族群數量、族群結構變動所得結果，及分析其在不同時節的分佈狀況、活動範圍及與棲地之間的關係，以瞭解臺灣山椒魚的棲地及族群現況，及不同地區山椒魚族群的變動及其對棲地的需求。因此，筆者選擇海拔高度在 2000 公尺以上的阿里山地區、自忠地區及玉山國家公園區內新中橫公路嘉玉段沿線，具有提供山椒魚存活的棲地上設置樣區，著手進行調查。希望藉這些實驗所得結果，作為日後臺灣產山椒魚生態研究的基礎資料，並作為國家公園解說教育及野生動物經營管理之依據。

## 貳、材料與方法

### 一、研究地點描述

研究期間選擇阿里山地區、自忠地區及新中橫沿線嘉玉段等 3 個地區，共設置了 7 個樣區（圖一）。

#### 1. 阿里山地區

阿里山樣區，地點位於嘉義縣阿里山鄉阿里山遊樂區，海拔約為 2270 公尺，依據中央氣象局記錄（1987--1990），年平均溫度為 10.9 度，雨量集中在 4 月至 10 月，年平均降雨量為 3881 公釐（圖二），夏季較潮濕，而冬季則顯得很乾燥，年平均濕度為 83.4%。

樣區地勢自東南向西北傾斜約為 15 度，地形略呈矩形，總面積約 3000 平方公尺。區內有兩條主要溪流，一條位在東南，另一條則位於西北，冬季枯水時，水位明顯下降，但不乾涸。樣區內散生著紅檜及柳杉，地表散佈石頭及枯木等物體，其中枯木數量遠少於石頭。樣區南邊及北面邊緣有灌木夾雜於箭竹林中。

#### 2. 自忠地區

自忠區地理位置在新中橫沿線嘉玉段上，正處於嘉義縣與南投縣交界區；本地區共設有兩個樣區，兩樣區之間相距約 50 公尺，且有一寬約為 6 公尺的溪流分隔開，該溪流量在雨季時較大，但冬季枯水期則乾枯見底。A 樣區是一地勢三邊高而西南邊開闊的谷地，地形呈狹長，長約為 51 公尺，寬約 10 公尺，總面積約為 520 平方公尺，有一溪流自本樣區東北向西南經過樣區中間，夏季水量大，冬季則幾近乾涸。溪流內和其兩邊佈滿碎石及大石塊。海拔高度約為 2300 公尺。樣區周邊為紅檜造林地，林下有灌叢及草本植物及苔蘚、蕨類。



B 樣區由三小部份組成，總面積約為 650 平方公尺，其中第一部份和第二部份皆為墾地，前者地勢自北向南傾斜，本樣區內有一溪流；區內散生紅檜。後者呈矩形，地勢平坦且上空開闊。第三部份是連接前兩者，而呈長形的區域，長約為 50 公尺，寬為 3 公尺，境內有大石塊及碎石散佈。本樣區海拔高度約為 2300 公尺。

### 3. 新中橫地區

自民國 79 年 6 月起，在新中橫公路嘉玉段沿線共設置四個樣區，(一) 石山樣區：位置在嘉玉段石山工作站一帶，長約為 300 公尺的公路旁向陽坡地，坡度約為 60 度，寬約有 0.4 公尺，樣區內散佈著大小不同的石塊；在樣區內有一自坡地岩塊間流出之泉水，水量很小，但冬季時亦不乾枯；作為公路護坡的肯塔基草 (*Festuca arundinaceae*) 是本樣區的優勢植物，本樣區海拔高度為 2500 公尺。(二) 鹿林樣區：位於新中橫公路旁，樣區呈矩形，面積約 1300 平方公尺，海拔高度為 2620 公尺，樣區內除了南面一帶是土壤的底質之外，其它多為碎石底質；有兩水源分別位於東南方及西南方，前者在冬季不乾涸，而後者則有乾涸情形；在本樣區的四周圍有灌林及草本植物生長。(三) 塔塔加樣區：本樣區位於塔塔加鞍部附近，海拔高度約為 2730 公尺，樣區除了東北方為開口外，其餘三面為斜坡，樣區內有一水源位於西南方，此水源在冬季枯水期時變為乾涸。本樣區略呈長形，長約為 35 公尺，寬約為 10 公尺，總面積約為 350 平方公尺；本樣區內的植物多分佈在周圍，東南面以昆欄樹、厚葉柃木等闊葉樹為主，西北面斜坡則以玉山箭竹及高山薔薇、懸鉤子等為主。(四) 神木林道樣區：本樣區位於神木林道與新中橫公路交會處附近，海拔高度為 2580 公尺；本樣區為神木林道旁一處斜坡，自南方向北方傾斜 31 度，略呈方形，面積約為 100 平方公尺；除了面向林道的北面無植被外，其餘周遭則箭竹、懸鉤子等植物所隔離，本區的鬱閉度極低，幾乎是開闊的。

## 二、標放法 (Mark-recapture)

為瞭解山椒魚的族群結構、數量之動態並估計其活動範圍，自民國 79 年 1 月至 80 年 4 月為止（玉山國家公園區則自民國 79 年 6 月起）每個月前往樣區一次；以徒手翻動樣區內所有可能被山椒魚利用做為遮蔽物 (Cover) 的表層物體，以檢視是否有山椒魚藏身。捕獲的山椒魚依剪趾 (Martof, 1953) 或畸型趾之辨認而加以識別；且最多剪三趾以免造成再捕率降低 (Clark, 1972) 或體重減輕 (Daugherty, 1976) 等生理及行為上的影響；而吻肛長 (Snout-Vent Length, SVL) 在 25mm 以下的個體不剪趾以免造成死亡。測量後，將山椒魚放回原處，並將遮蔽物恢復為原狀，儘量避免破壞其原有棲地。

## 三、山椒魚形質之觀察與測量

記錄山椒魚的體色形態、趾式、頭長、頭寬、吻肛長 (吻端至洩殖腔前端) 及體重等形質，如表 (一)。並測量山椒魚發現地點與最近水源的直線距離。

## 四、棲地分析

棲地的環境因子中，以 BAT-12 溫度計測量山椒魚發現地點上方 1 公尺處的大棲地溫度、遮蔽物下方，基質 (Substrate) 上方 1 公分處之微棲地溫度、測量山椒魚所接觸之基質溫度、及水源水面下 5 公分處之水溫。記錄遮蔽物之種類及其與地面接觸之面積。在基質方面，除了記錄組成基質組成的種類外，若基質組成份為土壤，則取基質表層土壤做分析，在實驗室內以 1:1 法分析其酸鹼度；以重量百分率法 (胡, 1988) 測定土壤含水量；  
計算式如下：

$$\text{土壤含水量 (\%)} = \frac{W - D}{D} \times 100\%$$

W：樣品濕重（公克）

D：經攝氏 105 度烘乾至恆重時之重量（公克）

；有機物含有率--稱取烘乾的土壤 D 公克，置於烘箱中，加熱至攝氏 550 度，使樣品燃燒完全至重量不變，稱重為 A 公克，土壤有機物含有率計算式如下：

$$\text{有機物含有率 (\%)} = \frac{D - A}{D} \times 100\%$$

A：灰重（公克）

；以樣區內最常易發現，也是山椒魚主要食物的節肢動物--鼠婦、步行蟲（陳，1984）為指標，估算樣區內的食物狀況，每樣區任意選取五個一公尺見方的小方塊（姊妹潭樣區取十個），計算其內上述動物的總數。

### 五、活動範圍

利用在研究期間，於不同地點捕獲同一個體次數達三次以上（含三次）的資料，來估算山椒魚的活動範圍。以最小凸多邊形法（Minimum Convex Polygon, MCP）來計算，即連接每隻個體所有最外的捕捉點所形成多邊形，其面積即為該個體的最小活動範圍（Stickel, 1954）。

## 參、結果

### 一、標放結果與族群數量變動

自民國 79 年 4 月至 80 年 4 月止，共計在阿里山樣區標放了 104 隻山椒魚，結果再捕獲的有 18 隻（表二），最高捕獲次數為 4，總計捕獲隻次達 129 次，平均每隻被捕獲次數為 1.24。自忠 A 樣區內共標放 33 隻山椒魚，再捕獲有 9 隻，總計為 45 隻次，平均每隻被捕獲 1.36 次。在自忠 B 樣區共標放了 42 隻山椒魚，總計為 52 隻次，平均每隻被捕獲次數為 1.24。國家公園區內所捕獲隻次數較上述樣區為低，共在石山標放 8 隻，合計為 9 隻次；鹿林樣區內標放了 11 隻，共有 14 隻次；於塔塔加樣區標放 13 隻次，總計有 14 隻次；神木林道樣區標放了 6 隻山椒魚，無再捕獲記錄。

調查期間，在阿里山樣區捕獲山椒魚有 124 隻，共計為 149 隻次；每月的捕獲數量，以 79 年 4 月的 29 隻為最高，該年 11 月為最低（未捕獲）；79 年和 80 年的 2 月份發現山椒魚捕獲數量劇增（圖三 a）。自忠 A 樣區的 79 年上半年捕獲量皆在 2 至 3 隻之間，但在 9 月開始至 80 年 4 月止則有增加

的趨勢（圖三 b），79 年 7、8、11 月未發現山椒魚；此期間內，共在此樣區捕獲 33 隻山椒魚，總計有 45 隻次。至 80 年 4 月止，總計在自忠 B 樣區捕獲山椒魚 44 隻，共 54 隻次，79 年 4 月是該年度捕獲量最高的月份；而 80 年度的捕獲數量有逐漸上升傾向，至 4 月達最高峰（圖三 c）。自 79 年 6 月份起開始調查玉山國家公園內的石山、鹿林、塔塔加及神木林道等樣區，至 80 年 4 月為止，結果發現這些樣區的族群量遠較阿里山、自忠地區為低；其中石山樣區內捕獲 8 隻山椒魚，計有 9 隻次，在調查的 11 個月中，有 6 個月未曾捕到山椒魚，79 年 8 月捕獲 3 隻，是本樣區最高記錄（圖四 a）。

捕獲 5 隻 (79 年 6 月) 是鹿林樣區的最高記錄, 至 80 年 4 月止, 共捕獲 11 隻山椒魚, 計 14 隻次; 11 個月內有 5 個月未發現山椒魚 (圖四 b)。由圖四 c 可看出塔塔加樣區內的捕獲量, 以 79 年 7 月的 6 隻為最高, 而 79 年 10、11 及 12 月連續三個月皆未捕獲山椒魚; 至 80 年 4 月止, 共捕到 18 隻, 合計為 19 隻次。同一期間內, 在神木林道樣區發現 10 隻山椒魚; 79 年 7 月在林道的排水溝中發現 7 隻山椒魚, 其中 4 隻是屍體, 另 3 隻則存活。

山椒魚捕獲量有因季節而變動的現象。阿里山地區每季捕獲量, 以春季 (2、3、4 月) 最高, 夏季 (5、6、7 月) 秋季 (8、9、10 月) 漸減, 以冬季 (11、12、1 月) 為最低 (圖五 a)。自忠 A 樣區內, 79 年捕獲高峰在秋、冬季, 夏季捕獲量較少, 而 80 年春季的 12 隻, 是目前最高的記錄 (圖五 b)。自忠 B 樣區的季節變化和阿里山樣區相似 (圖五 c), 以春季捕獲數量最高; 其中在 80 年春季捕獲了 22 隻, 是本樣區山椒魚捕獲量最多的一季。雖然玉山國家公園內各樣區的總捕獲量較少, 但仍可由圖六看出, 冬季是捕獲數量最少的季節; 石山樣區內, 夏、冬兩季未發現山椒魚, 春、秋季的捕獲量相似; 鹿林區以夏季的捕獲數目最高, 冬季未捕獲; 塔塔加樣區以春季捕獲量最高, 冬季最低。神木林道樣區內所捕獲的 3 隻山椒魚, 分別在 79 年 9 月及 80 年 3 月。

## 二、族群結構

依捕獲山椒魚吻肛長分佈狀況 (圖七), 將捕獲的山椒魚分為三個年齡層, 即吻肛長小於 25mm 的小山椒魚, 吻肛長在 25mm 至 44mm 間的中型山椒魚與吻肛長在 45mm 以上的大型山椒魚個體, 並以此體型分類來分析各樣區每季的族群結構。而吻肛長小於 17mm 的個體則可能是剛變態的幼小山椒魚。

結果發現山椒魚的族群結構有因季節而變化的情形。阿里山樣區的族群結構最為完整，春、夏、秋三個季節皆包含上述的大、中、小三種體型的山椒魚，冬季只捕獲大型個體；而小山椒魚出現數量以春季最高，冬季則未發現（圖八 a），而且 9 月已找不到小型山椒魚；而中型個體則遲至 11 月以後才消失；吻肛長在 17mm 以下的幼小型山椒魚個體，皆於 79 年及 80 年 2 月開始出現，而 6 月起就消失了（表三）。至 80 年 4 月為止，尚未於自忠 A 樣區發現過中、小型山椒魚。由圖八 c 可知，民國 79 年在自忠 B 樣區捕獲的山椒魚皆是大型個體；而民國 80 年 2 月首度發現幼小型山椒魚，3 月與 4 月亦接連著捕獲幼小型個體（表四）。至目前為止，除了 80 年 3 月所捕獲的 2 隻小山椒魚外（表五），在石山發現的皆為大型個體；鹿林所發現的也都是大山椒魚，尚無捕獲中、小型個體記錄；塔塔加樣區是新中橫地區，唯一在春季和夏季捕到幼小山椒魚的樣區（圖九）；神木林道捕獲的 6 隻山椒魚全為大型個體（表五）。

### 三、形質之比較

調查期間所捕獲的山椒魚外部體色型態的變化上，是以體表白斑點有無之差異最為顯著。如以個體大小來看，吻肛長在 30mm 以下的個體，其體表皆有明顯的白斑分布，且又以腹部最多；而吻肛長在 30mm 以上的中、大型山椒魚，體表具有白色斑點的個體數，在各族群中所佔的比例則因地區而有很大差別（表六）。在阿里山樣區捕獲的 97 隻中、大型的山椒魚中，並未發現具白斑的個體；而自忠 B 樣區內具白斑的個體則高達 78%；自忠 A 樣區與玉山國家公園內的石山、鹿林及塔塔加等樣區的族群，為具白斑個體數比例較低的混群現象。

山椒魚的趾式頗有變化，調查期間共記錄了六類的趾式，以 4455（前左、前右、後左、後右）式為主，而 4444 居次（表七）；石山、鹿林與神木林道樣區內，只有 4455 一類，其它樣區的族群則混合不同的趾式。

將捕獲山椒魚的吻肛長、尾長、頭長、頭寬及體重等測量所得之形質項目作相關檢視，得其相關係數（Relation Coefficient），如表八所示。由此表可看出，山椒魚的吻肛長與尾長、頭長及體重之間的相關性遠比與頭寬間的關係高；而頭寬與其它項目間的相關性均較低。再由圖十可知道，山椒魚的吻肛長和體重在生長過程，屬於同速生長（Isometric growth），即吻肛長大的個體，其體重亦大。

各樣區中，吻肛長在 45mm 以上的大型山椒魚個體，其吻肛長和體重的平均值，皆以鹿林及塔塔加樣區為最高（表九），以單項變異數分析法（ANOVA）分析各樣區山椒魚的吻肛長，得知組間有顯著差異（ $F(5,196)=8.064$   $p<.05$ ）；再以多重比較分析（Scheffe's multiple analysis）分析各組間的差異，得知鹿林樣區與阿里山樣區之間有顯著的差異；塔塔加樣區與阿里山樣區間亦有顯著差異；自忠 B 樣區也與阿里山樣區有組間差異；此外，其它樣區間則無顯著差異。（神木林道樣區因樣品數太少，不計入）

#### 四、山椒魚於樣區內之分佈與活動範圍

由於山椒魚可能有垂直活動的現象，如躲入土壤中；而在本研究中，關於山椒魚分佈的資料只限於平面的分佈。水分對於兩棲類是重要的因子，在本研究中，筆者發現山椒魚的分佈狀況和調查工作進行前 48 小時內是否降雨情形有關；以發現山椒魚之地點與最近水源之直線距離在五公尺內的個體數所佔比例而言，在阿里山樣區內，調查前 48 小時之內未下雨的月份

(79年1、2、6、10、11、12、及80年1、3、4月)所佔比例(63.0%)遠高於曾下雨月份(79年3、4、5、7、8、9月及80年2月)所佔比例(30.8%)。此結果顯示,若沒下雨,則山椒魚分佈就較靠近河道,在下雨情況下,分佈會較為遠離河道(圖十一、十二)。將發現山椒魚地點與水源的直線距離分為0、0-1、1-5、5-10、10-15、15-20及>20公尺等區間,由表十可知,阿里山樣區所發現的山椒魚有半數是在距河道五公尺以內;自忠A樣區的山椒魚有76.7%是集中在水源兩旁五公尺內(表十一);自忠B樣區所捕獲的山椒魚,大多數(88.8%)是分佈在河道兩旁五公尺內,且有55.5%是在河道兩旁一公尺內發現(表十二)。在鹿林樣區所捕獲的山椒魚多分佈於本樣區內東南方的水源附近,而多數是在水源兩側五公尺內發現;石山樣區內,除了80年2月所捕獲的兩隻小山椒魚,是在離水源一公尺外的地點找到的外,其餘個體皆於水源所在處發現(距離=0);由於塔塔加樣區內的水源在79年十月開始便乾涸,且至80年4月仍未有恢復跡相;而在塔塔加樣區所捕獲的19隻山椒魚多分佈於樣區邊緣地帶;神木林道捕獲的三隻個體,其距離水源之平均值為3.6公尺。

山椒魚距水源遠近與其體型大小並無關係。將山椒魚依其吻肛長而分為<25mm、35-45mm、45-55mm及>55mm等四個等級;在阿里山樣區內,各等級之山椒魚個體與水源的距離的平均值分別為6.44、10.10、7.29、7.38公尺,以單項變異數分析(ANOVA)法分析,結果各組間並無顯著差異( $F(3,145) = .9240$   $p > .05$ )。

研究期間共定出八隻山椒魚的活動範圍。阿里山樣區有六隻,其活動面積為278.13、31.6、1.18、1.56、7.03及8.20平方公尺;自忠A區定出兩隻山椒魚的活動範圍,8.08及9.38平方公尺。阿里山樣區中有兩隻山椒魚活動面積特別大(278.3, 31.6)而且它們的移動直線距離也分別為55.63及50.63公尺



；其原因可能是活動力特別強、為繁殖而作長距離的遷移或是其它因素所造成。若將此二記錄算入，得其平均值為 43.15；若不計此二值，則得其平均活動範圍為 4.49 平方公尺。

## 五、棲地喜好性

溫度是限制生物活動的因子之一。本研究所測量的各種溫度中，大棲地溫度、微棲地溫度及底質溫度之間的變化呈一致（圖十三- 十六），顯示微棲地及底質溫度受大棲地氣溫影響；棲地內的水源溫度就比較穩定。在大氣溫度較低的月份，底質溫度多比大棲地溫度高。阿里山樣區的 79 年大棲地平均溫度為 12.3 ，最低溫是 1 月的 6.9 ，最高溫在 6 月（16.6 ）；自忠 A 樣區平均溫度為 12.6 ；自忠 B 樣區是 12.9 ；玉山國家公園區內樣區的各项溫度，都比前述三個樣區為低，其中以海拔高度最高的塔塔加樣區平均溫度最低（10.0 ），石山是國家公園區內平均溫度最高（12.1 ）。結果顯示各樣區的大棲地平均氣溫皆在 Sato（1943）所言，山椒魚最適合生存的溫度內（8-15 ）。

在樣區的地表物中，石塊是最常被山椒魚選作為遮蔽物體（圖十七），而倒地枯木則次之。在研究期間，只有一次於夜間調查時，發現一隻大型山椒魚停住於河道旁的岩塊上，而無任何遮蔽；筆者亦曾於 79 年 7 月颱風過後，在神木林道旁無遮蓋的水溝中發現七隻山椒魚，其中四隻已死亡。分析各區所測曾找到山椒魚的遮蔽物面積，發現山椒魚對不同大小的遮蔽物的選擇性有明顯差異（ $X=97.08, df=6, p<0.01$ ）；以面積 100 - 300 平方公分的物體下最常發現山椒魚（圖十八），且若面積愈大，愈不易發現山椒魚藏身。而面積過小（ $<100\text{cm}$ ）的物體下發現山椒魚的機率很低。阿里山區的山椒魚對遮蔽物大小選擇亦有明顯不同（ $X=46.09, df=6, p<.01$ ）；以此資料與從該樣

區以穿越線法所抽取的 234 個地面物體面積相比，結果阿里山山區的山椒魚可能有選擇較大物體作為遮蔽物的傾向（圖十九），但經卡方分析後，發現此兩者間並無顯著不同（ $X=10.41$ ， $df=6$ ， $p>.05$ ）。分析三種不同年齡層的山椒魚與其藏身的遮蔽物面積之間的關係（圖二十），結果發現這三種不同年齡層的山椒魚對於遮蔽物大小的選擇並無顯著的差別（ $X=8.936$ ， $df=12$ ， $p>0.05$ ）。

山椒魚微棲地底質表層物多由土壤、碎石、腐葉、小枯枝和草根所組成，但組成比例則因樣區而有所差異（圖二十一、二十二）。阿里山樣區的底質主要由土壤組成，腐葉及碎石居次；自忠 A、B 兩區則以碎石組成；草根和腐葉是石山樣區的底質主成份；鹿林及神木林道樣區的底質主要由土壤與碎石形成，而塔塔加樣區是腐葉和小枯枝組成。由圖二十三可知阿里山樣區微棲地底質含水量變化；自民國 79 年 11 月至 80 年 4 月間（80 年 2 月除外）的每月平均含水量較其它時期為低。分析曾捕獲山椒魚的微棲地底質含水量，結果發現其含水量在 23.41% 至 172.6% 之間；而未發現山椒魚的底質含水量則在 18.62% 至 60.77% 之間；因後者的範圍落在前者之內，因而可能本樣區的山椒魚對含水量在 23.41% 以上的微棲地並沒有的選擇差異（圖二十四、二十五）。各樣區微棲地底質平均含水量以自忠 B 樣區為最高（71.35%），而神木林道樣區最低（35.48%），鹿林樣區為 44.72%，阿里山、自忠 A 及塔塔加樣區的土壤含水量在 60.52% 至 63.06% 之間。

各區的有機物含有量亦自忠 B 樣區最高（20.92%），鹿林及神木林道樣區則偏低（4.98%、4.53%），自忠 A 樣區為 16.92%，阿里山樣區為 11.41%，塔塔加樣區則是 13.74%。若依土壤含有機物多寡來分，除了鹿林及神木林道兩樣區屬於強度腐植質外（胡，1988），其它樣區皆為甚強度腐植質。捕獲山椒魚的微棲地底質有機物含量多在 3% 至 8% 間，而未捕

獲山椒魚的底質有機物含量為 5 %至 15% (圖二十六、二十七)。阿里山、自忠及玉山國家公園區內的底質土壤均為酸性，各樣區微棲地底質平均酸鹼值除了神木林道樣區為 5.09 外，其它樣區的 P H 質在 5.23 至 5.38 之間。發現有山椒魚的微棲地底質 PH 值範圍為 3.80-6.70，而未發現山椒魚的底質 PH 值在 3.97 至 6.31 之間。由於發現山椒魚的底質酸鹼度範圍比未發現山椒魚的範圍大，因而筆者認為山椒魚對於酸鹼度範圍在 3.80 至 6.70 的底質並無顯著之偏好。

由於很少在同一遮蔽物下同時發現山椒魚和節肢動物共棲，而無法比較發現山椒魚與未發現山椒魚的微棲地食物（步行蟲、鼠婦）的差異，因而只分析各樣區的數量變化及比較各區的平均數量。結果發現春季時阿里山樣區食物的數量有增加趨勢，但不明顯（圖二十八）。自忠地區亦如此；而玉山國家公園內各樣區因食物數量較少，而無明顯的季節變化。所有樣區的鼠婦數量一直都比步行蟲的數量多。此外也發現阿里山樣區的鼠婦數量在民國 79 年 5 月有突然增加的現象；80 年 2 月發現阿里山樣區的步行蟲數量明顯增加，但鼠婦數量並無顯著變化。

## 肆、討 論

以山椒魚的捕獲量而言，在本實驗各樣區中，是以阿里山樣區為最高，而玉山國家公園內的神木林道樣區為最低。幾乎全年各月皆可在阿里山樣區發現山椒魚，但玉山國家公園內的樣區則不然，尤其是冬季的捕獲機會更低；但除了冬季以外的季節，鹿林樣區及塔塔加樣區皆有捕獲的記錄。如果考慮各樣區面積的大小不同，而比較每 100 平方公尺捕獲量，由表十三可知，民國 79 年 1 月至 80 年 4 月的每 100 平方公尺捕獲量，以自忠 A 樣區最高 (8.65)，阿里山樣區最低 (4.89)；比較所有樣區自 79 年 6 月至 80 年的每 100 平方公尺的捕獲量，仍以自忠 A 樣區為最高，而阿里山樣區只有 2.43 隻。鹿林樣區是所有地區中最低的 (1.08)。這種現象是由於樣區面積不同所致。但若由山椒魚在樣區分佈情形來看，可知鹿林樣區幾乎皆在東南方水源一帶捕獲，甚少在本區其他位置發現；而且本水源區所佔面積僅為小部份，樣區的其他地帶多未有捕獲紀錄，因而造成單位面積捕獲量偏低。

阿里山樣區內連續兩年都發現 2 月的山椒魚捕獲量突然升高，而遠高於冬季的捕獲記錄 (圖三 a)；這種在春天時地面活動增加的現象 (Spring emergence) 可能和環境因子有關。本樣區 79 年 4 月的山椒魚捕獲記錄 (29 隻) 是該年度最高的記錄 (peak emergence)；這種高峰的出現也可能與天氣變化有關。Semlitsch 及 West (1983) 指出，陸棲性兩棲動物在地面活動主要為攝食及繁殖，而環境中的各種因子又影響了這些行為，而這些行為的表現正反映在各時節的捕獲量變化；Ovaska 及 Gregory (1989) 指出，濕度和溫度變化的型態是控制兩棲動物季節活動的主要原因。檢視 79 年 2 月的氣候因子，可知該月的平均降雨量和大棲地溫度，都較同年 1 月高，但差異並不大 (圖二十九)；80 年 2 月調查時為下雨天，所以降雨量可能

是山椒魚春季突然湧現的因素。4 月之所以成為阿里山樣區的

湧現高峰，可能也是氣候所致；由圖十三可知，本區 79 年 4 月的大樓地溫度遠高於 3 月的氣溫，這溫度的回升可能使得那些冬季移入地下的個體重返地面；Bogert (1952) 和 Taub (1961) 發現赤背蠃螈 (*Plethodon cinereus*) 在地表溫度降至攝氏 4-5 度時，亦會躲入地下渡過寒冬。況且 4 月的雨量也遠高於 3 月 (圖二十九)，推測影響民國 79 年山椒魚出現高峰的原因可能是大樓地氣溫及降雨量所作用而致。而 80 年 4 月捕獲量之所以少於 79 年 4 月，可能是由於阿里山地區長達五個月未曾下雨，而使得土表層過於乾燥，致使山椒魚仍藏身在過冬的場所，地面活動就因而減低。Tester 和 Breckenridge (1964) 在對同為兩棲類動物的蟾蜍 *Bufo hemiophrys* 作為期三年的調查後，發現這種蟾蜍同樣也有很明顯的春季湧現和高峰湧現的情形，而且發現這三年的春季湧現的時間前後相差不超過二十天；尤其高峰湧現期更是集中於五月中，且不超過四天；他們也指出促使此種打破冬眠，而到地面活動的主要原因在大樓地環境中的降雨量的增加及溫度上升。Twitty (1959) 亦發現蠃螈 *Taricha rivularis* 在乾季時會躲入地下，待雨季來臨時才又重回地面。使得本區四月份出現活動高峰的另一原因則是剛變態完成的幼小山椒魚的加入所致。

雖然玉山國家公園內可能因樣區內的食物量少 (表十四)，而使得境內的山椒魚數量遠比其它地區少，致月變化不明顯，但可看出乾燥的冬季以外時節仍為此區山椒魚的活動旺季。在自忠 B 樣區內，在 79 年度內也是以 4 月為最高捕獲月份，而 80 年 4 月是至目前為止最高捕獲量 (11 隻) 月份。阿里山樣區、自忠 A 樣區及所有的新中橫沿線樣區，均未於 79 年 11 月捕獲山椒魚，這可能是因為大氣溫度明顯降低所致 (圖十三)，雖然各樣區 11 月大氣溫度仍在 Sato (1943) 所稱最適合山椒魚生存的溫度 (8 - 15) 之間，但大氣溫度的驟降及降雨量減少，使得山椒魚躲入較暖濕的土壤中以度過冬天；另一造成

冬季不易發現山椒魚的原因，可能是成熟的山椒魚會遷移至繁殖場所，開始進行繁殖的工作，而使得地面上活動的山椒魚數量減少。Iizuka 和 Kakegawa (1989) 根據胚胎和卵囊外部型態特徵，而認為臺灣山椒魚應屬於 Lotic breeding 山椒魚，此類型山椒魚將卵產於地表河流或地下溪流的石頭底下；雖然在一年多的調查期間內未能發現山椒魚的卵囊，但推測山椒魚可能就在冬季時自地面消失而遷移至樣區的地下水源進行繁殖。

以族群數量較大的阿里山樣區而言，春、夏、秋三季皆可發現大、中、小三種體型的山椒魚，冬季則只捕獲大型山椒魚；其它樣區則多以大型山椒魚為族群結構中的主要成員。連續兩年都於 2 月開始發現吻肛長在 17mm 以下的幼小山椒魚，而 6 月起就未捕獲此型個體；Kakegawa 等 (1989) 室內實驗得知，臺灣山椒魚 (*H. formosanus*) 在完成變態時的吻肛長在 14.5 mm 左右，且發現臺灣山椒魚的卵須三個月才孵化，而且需二個月才可以變態完全；並推斷其繁殖季節是在乾季，自每年的 11 月至隔年 1 月為止。由於連續二年都在 2 月捕獲幼小型山椒魚，筆者推論阿里山地區的繁殖季節應早在每年 9 月即開始，經過五個月的孵化、完成變態，而在隔年的 2 月開始出現於地面活動；由於 6 月份即未發現幼小山椒魚，據此推論其繁殖季節應在每年 12 月結束。由於自忠 B 樣區也在 80 年 2 月首度發現幼小山椒魚，推論此區的山椒魚繁殖季可能和阿里山樣區相似。筆者曾在 79 年 7 月及 80 年 4 月於塔塔加樣區發現幼小山椒魚，因而推論本樣區山椒魚繁殖季節可能比阿里山地區晚，而自每年 11 月才開始，延續到隔年的 2 月。

山椒魚為兩棲動物，以皮膚呼吸為主，因而保持皮膚的濕潤是生存的必要條件之一；降雨量不同而造成的乾、雨季對山椒魚的地面活動可能有影響。在阿里山地區，吻肛長在 25mm 以下的幼小及小型山椒魚，8 月即已自地面消失，而隔年 2 月才又出現；而中型個體的山椒魚則遲至 11 月才消失，至隔年的 2

月才出現於地面；這種地面活動情形的差異，可能是因為小型個體的體表面積對體積的比率較大，而使得小型個體較易喪失水分 (Spotila, 1972)，因而在乾季及低溫季節來臨前便自地面消失，而移入土壤中過冬 (Fraser, 1976, Ovasaka and Gregory, 1989)；此結果與陳 (1984) 所調查結果相符；而不似北美洲的赤背蠊 (Plethodon vehiculum)，其大型個體先自地面消失，而小型個體反而較晚才消失於地面

(Ovasaka and Gregory, 1989)。

由於在自忠地區所捕獲的山椒魚，其體表上具白斑點的中、大型個體所佔此比例遠較其他樣區為高，而阿里山樣區的中、大型山椒魚的體表均不具白色斑點，由此可見在族群間的變異算是很大。由於臺灣山區地形起變化劇烈而且常隔有急湍的溪流及陡峭的山谷，而造成地理上的隔離；臺灣的山椒魚族群也即因此而呈現不連續的分佈型態。而族群間體色型態的變異可能是地理隔絕及基因漂變 (Genetic drift) 所造成 (呂, 1989)。或許是阿里山地區的族群數量夠大，而使得族群內的基因得以保持穩定，因此族群內山椒魚的體表型態呈一致的黑

褐色，而不具白斑；自忠 A、B 樣區 (尤其是 B 樣區)，其具高此例的白斑個體情形，又比玉山國家公園的樣區來得穩定，這可能是族群數量雖尚不足使該族群基因像阿里山樣那樣穩定，但亦可維持一較安定的狀況；而玉山國家公園內所捕獲的山椒魚，則可能因族群數量太小，而使得族群基因的表現受機遇 (Chance) 而不是由天擇 (selection) 所控制 (Hedrick, 1984)，因而族群的形質 (Traits) 表現就不穩定。

Sato (1943) 曾指出，斑點山椒魚群 (naevius group) 內每一種山椒魚的體色變化很多；而陳 (1984)、呂 (1989) 等亦相繼地發現臺灣地區的山椒魚體色變化很大，尤其是在能高、南湖等地區所發現的個體，其體色變化更大。而筆者在此研究中所發現的山椒魚，祇有二類體色型態，即體色一致黑褐色的個體，與體色黑褐但具有白色斑點的二類。





調查期間在各樣區所採集的山椒魚趾式以 4455 及 4444 為基本型式。陳及于 (1984) 在描述臺灣產山椒魚時，提及楚南氏山椒魚 (*Hynobius sonani*) 的後肢第五趾為發育不全或缺，而臺灣山椒魚則否。在本調查中，阿里山樣區的個體偏向 4455 為主，自忠地區亦以 4455 式為基本式；但在這兩地區的族群中均混有 4444 式的個體，而且三種年齡層的山椒魚都有。玉山國家公園內所捕獲個體幾乎都是 4455 式的 (除了塔塔加樣區有一隻大型山椒魚為 4445 式)。如果將這些個體均歸屬於臺灣山椒魚，則可知趾式實不足以作為山椒魚的分類依據。若將各樣區內山椒魚表白斑點之有無與其趾式相比較，則可知不具有白斑點的中、大型個體未必一定是為 4455 趾式或一定是 4444 式，而具有白斑點的個體也是如此。至於造成這種同一族群中趾式表現有所差異原因，亦可能是基因漂變 (genetic drift) 所造成；由山椒魚的體色型態及趾式表現看，可能都是因為地理上隔離，使得山椒魚在臺灣山區中以不連續的小族群分佈 (呂等, 1989)，因而基因的表現是由機遇 (chance) 控制，並不是由天擇所決定。

從演化觀點來看，早期兩棲類的前肢與後肢均有五趾，繼而前肢的拇趾退化而剩四趾 (Jessop, 1988); Zhao 和 Hu (1988) 亦指出，具四趾的山椒魚是由具五趾的祖先所演化來的；因此，臺灣產的山椒魚應該不是最原始的種類。表七所列除 4455 及 4444 式以外的趾式，因為數量太少，推測可能是在胚胎不正常發育所形成的畸型個體；而 0455 趾式則也可能是個體打鬥所造成。

由簡單線性迴歸分析，知道山椒魚的生長為同速生長 (Isometric growth) (呂等, 1989)。當個體體型較小時，頭長僅略大於頭寬；而體型較大時，頭長才明顯地大於頭寬，此二者的正相關 (Positive relation) 遠較吻肛長和體重的相關性低。由分析各區大型山椒魚個體吻肛長得知，各樣區的山

椒魚吻肛長有明顯的差異，塔塔加樣區及鹿林樣區的成體之吻肛長均明顯地比阿里山樣區的成體吻肛長為大。Smith-Gill 和 Berven (1979) 所言，生活於低溫環境下的兩棲動物族群，會有較長的幼體 (Larval) 期，而使得變態後的個體體型比生活在較溫暖環境中的族群的體型大。雖然塔塔加和阿里山的海拔高度相差約五百公尺，大棲地溫度相差約攝氏二度，但由於差異不大，因而不能確定是否是溫度所造成的。然而 Juterbock (1990) 發現水生的蝾螈 *Desmognathus fuscus*，在低緯度的族群的成體體型比在高緯度的族群的成體個體大。據 Zhao 和 Hu (1988) 所言，山椒魚屬 (*Hynobius* spp.) 山椒魚在非生殖季節時，多生活在陸地，只有繁殖期時才會進入溪流中產卵，故推知臺灣山椒魚應為陸生兩棲類。Bruce 和 Hairston (1990) 發現可能是因幼體期較長，而使得有些族群的 *Desmognathus monticola* (蝾螈的一種) 成體具有較大的體型。而 Tilley (1980) 及 Bruce (1988) 指出，兩棲動物的成體大小與其達到性成熟的年齡有關，且當族群間的溫度相差越大時，其影響更明顯。雖然以上對臺灣產山椒魚體型大小的差異，或許可用溫度的不同來解釋；但塔塔加及鹿林樣區所捕獲的山椒魚數目較少，可能須較多的個體才可以獲至較為肯定的結果。

前面文中曾提及山椒魚在地面活動的行為包括攝食及繁殖，而這些行為又影響其每月或每季的地面活動；可能是氣溫及降雨量等因素造成春季湧現 (spring emergence) 和高峰湧現 (peak emergence) 的現象。而影響山椒魚在樣區內分佈的因素則可能也和棲地的各項因子有關。

以山椒魚的遮蔽物性質而言，在石頭性質物體底下最易發現山椒魚，只有少數山椒魚在木質物體下藏身；這可能是因為石頭所構成的微棲地較枯木所構成的微棲地穩定 (呂等, 1989)。但若考慮樣區內地表上的石塊及枯木的數目，則可知山椒魚對這兩類的物體並無特別偏好，因為木質物體原本就少。阿

里山樣區地面上的石塊多散佈在河道中及其兩旁，而木質物體只有少數散置於樣區內；自忠 A 樣區、鹿林樣區、塔塔加及神木林道樣區的地面多被大石頭或小石塊所覆蓋，只有小部份區是有植物生長的土質地面，且這些樣區內只有少數的枯木置於地面。自忠 B 樣區除了第二部份的地面上石頭較少外，第一、三部份皆為石塊所覆蓋。

呂等 (1989) 指出，大棲地植被 (vegetation) 的鬱閉狀況對山椒魚分佈的影響可能很小；在本研究中，可將阿里山、自忠 A 及塔塔加樣區視為封閉狀態 (closed)，而石山、鹿林和神木林道樣區為開放 (open) 式狀態，再比較各樣區的山椒魚分佈狀況，結果似乎封閉式植被的棲地之捕獲量較高；但若與國立臺灣師範大學生態研究室在玉山主峰附近一處幾近無任何遮閉的棲地所發現族群數量頗大的狀況相比，筆者亦推論大棲地植被的鬱閉狀態和其內的山椒魚捕獲量並無密切關係。水份則可能是一個比較重要的因子。在所有樣區中，至少有一水源流經該區，且除了塔塔加樣區水源在 79 年冬季及 80 年春季為乾涸外，其它樣區的水源則無乾涸現象。各樣區捕獲山椒魚的地點多位於樣區內水源附近或是在有草本植物及灌木生長的地帶，而這些區域也因有植被的覆蓋而使得土壤能保持濕潤狀態。這種分佈的現象，可能因為它們是兩棲動物，須保持皮膚濕潤以防水份喪失過度；而且通常在潮濕處，往往會有較多的食物 (鼠婦、步行蟲) 出現，因而使得山椒魚分佈在潮濕處。雖塔塔加樣區的水源自 79 年冬季至 80 年 4 月均處於乾涸，但此期間內捕獲山椒魚的地點亦多位於樣區邊緣有植物覆蓋而保持濕潤的區域。水份不但決定山椒魚活動的季節變動，同時也影響它們在樣區的分佈。Jaeger (1980) 發現赤背蝾螈 (*Plethodon cinereus*) 在雨季時分佈較為均勻 (uniformly distributed)，而乾燥時就集中到濕度較高的地點。在本調查中也發現，調查前 48 小時內若未下雨，則山椒魚分佈就較集中於該區水源附近；在下雨時則分佈至較遠離水源處，而呈較為均

勻分佈（圖十一、十二）。

陳（1984）在其報告中指出，山椒魚距離水源之遠近與其體型大小有關；而在本調查中發現山椒魚距離水源之遠近與其體型大小並無明顯相關。這可能是因為他在調查期間所採集吻肛長大於 55mm 的個體數較少（15 隻），而本調查所捕獲的此類體型個體共有 53 隻；因而由於樣品數目的差異而使得所獲之結論不同。雖然體型與山椒魚距離水源的遠近並無明顯關係，然而在本研究中以未成熟的個體（25-45mm）距離水源最遠，而以小型個體（吻肛長 < 25mm）離水源最近。可能小型個體被捕獲時，牠們因剛變態而自水源處的繁殖地區開始向外擴散；而吻肛長在 25 至 45mm 之間的未成熟個體，則是因變態已有一段時間，又未能與大體型的成熟個體競爭食物較豐富的水邊棲地，因而離水源較遠。

在調查中發現，那些曾捕獲山椒魚的微棲地底質含水量的下限是 23.4%，而未捕獲山椒魚的微棲地底質的含水量下限為 18.86%，且這兩類底質含水量分佈並無明顯不同；顯示此樣區的山椒魚對含水量在 23.4% 以上的底質並沒有明顯的偏好。Wyman 和 Hawksley-Lescault（1987）亦發現底質含水量對赤背蠟螈（*Plethodon cinereus*）在樣區內的分佈並不明顯。這可能是因為在樣區有石頭或枯木的覆蓋，而這類的物體所形成的微棲地正可以保持濕潤；而在調查時，筆者主要是檢視這些地面物體下有無山椒魚，可能因此而未有明顯的選擇偏好出現。但山椒魚的體表易失去水份，因此它們並不能在過於乾燥的環境下棲息。由於濕度計在調查期間經常故障，因而未能提供微棲地相對濕度資料，相信若能佐以此資料，則更能確認水份對山椒魚在地面分佈的影響。

雖然各樣區微棲地底質所含有機物平均值不同，但比較發現與未發現山椒魚的微棲地底質有機物含量的分佈情形，得知後者的分佈範圍落在前者的範圍之內，且兩者並無明顯差異；因而推論可能山椒魚對於有機物的含有量在 2.91% 至 27.31% 之間的底質沒有顯著的偏好。雖然較豐富的有機物質可以提供底棲性節肢動物作為食物，而間接也供給山椒魚食物來源，進而影響山椒魚對棲地的選擇；但本研究中並未有相似結果。

Wyman 及 Hawksley-Lescault (1987) 發現土壤的酸鹼度會限制赤背蠓蟻在棲地內的分佈。阿里山、自忠及玉山國家公園樣區的土壤都屬於酸性，而且各區的酸鹼度平均值相近。結果顯示山椒魚對於 PH 質為 3.80-6.70 的底質並無特別之選擇。雖然現在仍未對臺灣產山椒魚的酸耐受性 (Acid tolerance) 有所了解，但據上述結果推測，可能是處於山椒魚可忍受的範圍內，而造成無特別偏好的現象。

調查期間所知的山椒魚活動範圍有六隻在 1.18 至 9.38 平方公尺之間，平均為 4.49 平方公尺；但亦可能是活動力特別強、為繁殖而遷移或其它原因而使得山椒魚作長距離的活動。影響動物活動範圍的因素有食物、作為躲藏物體的有無；當環境良好時，活動範圍會縮小，而當環境條件變壞時則會擴大活動面積 (Stickel, 1950)。此外，動物本身的年齡、性別及生殖狀況也可能會影響活動範圍的大小。調查期間發現只有少數個體在連續兩次調查時 (隔一個月)，在同一地點被捕獲；但因缺乏在同一樣區連續作業兩天的記錄，因而未能確定臺灣山椒魚是否具有領域性 (Territoriality)。

## 伍、結論

經由一年多的調查結果顯示，各樣區內均有潮濕區域供山椒魚棲息及覓食，而樣區間山椒魚數量的差距可能原因在於潮濕面積的大小與供山椒魚捕食的節肢動物數量之豐富與否。

影響山椒魚活動季節變動的主要原因有棲地溫度、降雨情況、體型大小及繁殖季節等因素；山椒魚在春季時數量明顯地增加，而冬季時則很少發現山椒魚在地面活動；幼小山椒魚大量地出現於春季，其繁殖期可能是在乾燥的冬季。雖發現樣區體型可能有差異，但仍需進一步證實。基因漂變及地理上的隔離是可能造成臺灣山椒魚體色型態及趾式變化的原因。山椒魚多分佈於水源附近；距離水源的遠近與降雨情況有關但與其體型並無密切關係。

石頭和枯木是山椒魚的主要遮蔽物，但山椒魚的體型與其遮蔽物大小並無明顯相關。

臺灣山椒魚的活動面積多不是很大，可能是因為樣區內的食物量豐富而使得山椒魚在小區域內即可獲得足夠的食物。

## 陸、參考文獻

- 呂光洋、張巍薩、林政彥， 1989。 太魯閣國家公園大合歡山地區山椒魚調查。頁 1-34。
- 呂光洋、林政彥、莊國碩，1990。臺灣區野生動物資料庫（一）兩棲類（II）。行政院農業委員會 79 年生態研究第 008 號，頁 14。
- 杜銘章、呂光洋，1982。十一種臺灣產兩棲類食性之研究。省立博物館科學月刊， 25：225-234。
- 胡弘道， 1988。 森林土壤學。茂昌圖書有限公司發行，台北，頁 102-155。
- 陳世煌， 1984。 臺灣產山椒魚之生物學研究。 國立師範大學生物研究所碩士論文。頁 1-45。
- 陳兼善、于名振， 1985。臺灣脊椎動物誌，第二次增訂，下冊。臺灣商務印書館發行，台北，頁 52。
- Bogert, C. M. 1952. Relative abundance, habits and normal thermal levels of some Virginia salamanders. *Ecology* 33:16-30.
- Bruce, R. C. 1988. Life history variation in the salamander *Desmognathus quadramaculatus*. *Herpetologica* 44: 218-227.
- Bruce, R. C., and N. G. Hairson. 1990. Life-history correlates of body-size difference between two populations of salamander, *Desmognathus monticola*. *J. Herpetol.* 24(2):124-134.

- Clark, R. D. 1972. The effect of toe clipping on survival in Fowlers toad (*Bufo woodhousei fowleri*). *Copeia* 1972:182-185.
- Daugherty, C. H. 1976. Freeze-banding as a technique for marking anuras. *Copeia* 1976:836-838.
- Dunn, E. R. 1923. The salamanders of the family Hynobiidae. *Proc. Ame. Acad. Arts & Sci.* 58(13):445-523.
- Fraser, D. F. 1976a. Empirical evaluation of the hypothesis of the food competition in salamanders of the genus *Plethodon*. *Ecology* 57:459-471.
- Iizuka, K., and M. Kakegawa. 1989. Comparative karyology in five rare species of Hynobiid salamanders from Taiwan and Japan. *Current Herpetology in East Asia* 95-105.
- Jaeger, R. G. 1980. Microhabitats of a terrestrial forest salamander. *Copeia* 1980: 205-208.
- Jessop, N. P. 1988. *Zoology*. McGraw-Hill, New York, USA.
- Juterbock, J. E. 1990. Variation in larval growth and metamorphosis in the salamander *Desmognathus fuscus*. *Herpetologica* 46(3):291-303.



- Takegawa, M., K. Iizuka and S. Kuzumi. 1989. Morphology of egg sacs and larvae just after hatching in *Hynobius sonani* and *H. formosanus* from Taiwan, with an analysis of skeletal muscle protein compositions. *Current Herpetology in East Asia* 95-105.
- Kano, T. 1930. 台灣 於 分布及習性。動雜 42: 275-276。
- Maki, M., 1922 Notes on the salamanders found in the island of Formosa. *Zool.Mag. Tokyo* 34:635-639.
- Martof, B. S., 1953. Territoriality in the green frog, *Rana clamitans*. *Ecology* 34(1):165-174.
- Okada, Y. 1935. 日本產有尾類 總括 分布。動雜 47:575-588。
- Ovaska, K., and P. T. Gregory. 1989. Population structure, growth, and reproduction in a Vancouver Island population of the salamander *Plethodon vehiculum*. *Herpetologica*. 45(2):133-143.
- Sato, I. 1937. A synopsis of the family Hynobiidae of Japan. *Bull. Biogeograph. Soc. Jap.* 7(3):31-45.
- . 1943. 日本產有尾類總說。日本出版社, 520 頁。
- Semlitsch, R. D., and C. A. West. 1983. Aspects of the life history and ecology of Webster's salamander, *Plethodon websteri*. *Copeia* 1983:339-346.

- Smith-Gilson, S. J., and K.A. Berven. 1979. Predicting amphibian metamorphosis. *Ame. Nat.* 113:563-585.
- Spotila, J. R. 1972. Role of temperature and water in the ecology of lungless salamanders. *Ecol. Monogra.* 95-125.
- Stickel, L. F. 1950. Populations and home range relationship of the Box turtle, *Terrapene c. carolina* (L.) *Ecol. Monograph.* , 20(4):353-378.
- . 1954. A comparison of certain methods of measuring ranges of small mammals. *J. Mamm.* 35(1):1-15.
- Taub, F. B. 1961. The distribution of the red-backed salamander, *Plethodon cinereus*, within soil. *Ecology* 42:681-698.
- Tester, J. R., and W. J. Breckenridge. 1964. Population dynamics of the Manitoba toad, *Bufo hemiophrys*: in northwestern Minnesota. *Ecology* 45(3):592-601.
- Tilley, S. G. 1989. Life history and comparative demography of two salamander populations. *Copeia* 1980:806-821.
- Twitty, V. C. 1959. Migration and Speciation in Newts. *Science* 130(3391):1735-1743.
- Villey, C. A., E.P. Slomon, and P.W. Davis. 1985. *BIOLOGY*. CBS college publishing, New York, USA.

- Wyman, R. L., and D.S. Hawksley-Lescault. 1987. Soil acidify affects distribution , behaviour , and physiology of the salamander *Plethodon cinereus*. *Ecology* 68:1819-1827.
- Yeh, K. C., K. S. Chuang, K.Y.Lue, and S. H. Chen. 1988. The study of Antipredator behaviors of Formosan Salamanders(*Hynobius formosanus*). *Bull. Inst. Zool., Academia Sinica* 27(1): 37-48.
- Zhao, E., and Q. Hu. 1988. Studies on Chinese salamanders. Society for the study of amphibians and reptiles, 67pp.