

觀霧山椒魚(*Hynobius fuca*)之分布及棲息地的調查
Investigation on Habitat and Distribution of *Hynobius fuca*

計畫編號：

計畫主持人：呂光洋教授

協同主持人：賴俊祥博士

執行單位：國立臺灣師範大學

中華民國 99 年 12 月 1 日



目錄

中文摘要	-----	2
一、前言	-----	3
二、材料及方法	-----	7
三、結果與討論	-----	12
四、結論	-----	37
五、檢討與建議	-----	37
六、參考文獻	-----	38

中文摘要

觀霧山椒魚(*Hynobius fuca*)為台灣最晚發現的山椒魚，現今已知的分布主要在雪山山脈的西側，而最近農委會將其列名於保育類野生動物中。觀霧山椒魚在臺灣的詳細分布、族群現況、棲息地特色及生態需求等資料都相當缺少。本計畫調查其詳細的分布，並進行初步的棲地需求的調查，同時進行族群監測規劃，以提供管理單位研擬相關保育計畫。為使日後林管處監測工作能落實到第一線保育工作人員，我們也辦理了山椒魚保育訓練班。

分布調查包括了桶後越嶺、卡保山、北插天山、南插天山、霞喀羅古道、鎮西堡、司馬庫斯等新竹林管處所轄的原始森林地區，以及鄰近的鴛鴦湖及明池地區，每個地區至少進行了 2 次調查。在這些地點中我們以步道為基礎，在步道與溪流交界處設置調查點，記錄調查點的棲地因子，並進行觀霧山椒魚的找尋。族群監測設置北插天山與巴陵(拉拉山)兩個樣區，每月調查一次。族群監測將以標放再捕法(Mark-recapture)來嘗試估計其族群數量，並且比較兩樣區間的差異。山椒魚保育訓練班於 99 年 7 月於觀霧舉辦，計有林務局員工及義工共 32 人參加。

分布調查方面，本計畫於大鹿林道西線、霞喀羅古道、南插天山、鴛鴦湖及明池地區發現觀霧山椒魚，依此調查結果得到觀霧山椒魚在台灣分布皆在雪山山脈西北側，分布海拔約從。而族群監測方面，合併計畫核定前的資料，北插天山共捕獲了 26 隻，巴陵地區則有 19 隻，北插天山有 5 隻次再捕獲，巴陵僅有 1 隻次捕獲的個體主要為成體，兩地的個體體型約略相等。北插天山估算的族群量介於 2 至 16 隻之間，2 隻可估算活動範圍的個體之估算值 2.5 及 55.8 m²。巴陵樣區因再捕獲數僅有 1 隻，族群量及活動範圍無法估算。捕獲個體以躲藏在石頭下為主，北插天山有少數個體躲藏在木頭下。觀霧山椒魚利用的底質以泥土、腐植土及碎石為主，但不同樣區間比例有差異。而利用的遮蔽物上大部分都有植物覆蓋。

報告中提出未來長期監測合適的方式，提供管理單位作為經營管理之依據。

一、前言

研究緣起

在已知臺灣產的五種山椒魚中，觀霧山椒魚(*Hynobius fuca*)及南湖山椒魚(*H. glacialis*)是最晚被發現及描述(Lai and Lue, 2008)。這二種都是屬於臺灣的特有種兩棲類，最近農委會已將二者列為保育類的動物。

觀霧山椒魚目前已知有分布記錄的地點是新竹林管區及雪霸國家公園的觀霧地區及雪山山脈尾稜的北插天山附近。根據我們的調查記錄，臺灣五種山椒魚已知的分布和主要的山脈有密切的關係，阿里山山椒魚分布在中南部的阿里山山脈、中央山脈及玉山山脈，臺灣山椒魚分布在合歡山附近的中央山脈，楚南氏山椒魚則分布在奇萊附近的中央山脈，南湖山椒魚則分布在中央山脈之南湖大山及中央尖山附近，而觀霧山椒魚僅在雪山山脈。前四種山椒魚(阿里山山椒魚、臺灣山椒魚、楚南氏山椒魚及南湖山椒魚)都是分布在 2000 公尺以上的高山地區，唯有觀霧山椒魚的分布可低到海拔在 1100 公尺的北插天山地區。這是觀霧山椒魚非常獨特之處。本實驗室和臺大李培芬教授在 2006 年利用已知臺灣產山椒魚的棲地生態資料分析來預測本島的高山地區還有那些地區可能會有山椒魚的分布(Lee et al, 2006)。其中有關觀霧山椒魚的部份就包括新竹林管區的巴陵及北插天山的山區和司馬庫斯古道附近等。由於觀霧山椒魚的發現較晚，有關其在臺灣的詳細分布、族群現況、棲息地的特色及其生態需求等的資料等都有待進一步的搜集。又此模式標本動物的棲地在數年前颱風引起的土石流將其摧毀殆盡，因此欲進行更進一步的研究或建議可能的保育策略都相當的困難。

目前先進的國家都早已在長期監測氣候暖化對生態系及物種的影響，科學家指出在低緯度的高海拔動植物最適合當做氣候暖化對生態系變化的指標，臺灣有這個優厚的條件，臺灣產的山椒魚最適合作為監測氣候暖化對生態系影響的指標生物，急需建立其基本資料，因此透過本研究可建立其族群量的基線資料，並且建議未來合適的長期監測模式。

觀霧山椒魚的發現歷史

觀霧山椒魚最早於 1993 年於苗栗縣泰安鄉觀霧採得，當時對於台灣產山椒魚的種類的分類上所持的看法為楚南氏山椒魚(*H. sonani*)有不同的體色型。因為其體色型特殊，故賴俊祥(1996)將其另分為一種”觀霧型”體色型。接著賴俊祥(1996)採集了 13 個族群的山椒魚，包括了當時已知的體色型進行同功異構酶遺傳分析。他發現五種體色型的遺傳分化程度已達到種的地位，唯觀霧型山椒魚當時僅有 1 個族群 1 隻個體無法十分確認其種類的地位。經過幾年的調查，Lai & Lue (2008)於觀霧採到更多的標本，同時也在鄰近地區如桃園縣拉拉山(海拔 1560 公尺)、新竹縣霞喀羅大山(海拔 1720 公尺)及台北縣北插天山(海拔 1310 公尺)發現。Lai & Lue (2008)利用粒腺體 DNA 序列的變異進一步分析這些體色型是否為不同的種，結果發現觀霧山椒魚為獨立一種，並發表為新種。

觀霧山椒魚簡介

以下依據 Lai & Lue (2008)對觀霧山椒魚的原始描述，介紹觀霧山椒魚的形態特徵及已知的分布範圍及習性。

形態特徵：體型小而粗壯的山椒魚。標本中成體的吻肛長範圍由 48.1 至 54.8 mm (平均值 = 51.75 mm)。尾部相對較短，其尾長/吻肛長比率為台灣種類中最低者。軀幹短而鈍，上有 11 條肋間溝。四肢粗短，指趾距肋間溝數通常為 2。前後肢皆為四趾。身體黑褐色具白色斑點或斑塊。與台灣產山椒魚形態相較下，牠與台灣山椒魚不論在體型、體背褐色、四肢指趾數、粗短的四肢及尾部等等都很相似。然而台灣山椒魚體背斑紋為黃褐色，觀霧山椒魚則不具此種斑紋。鋤骨齒 V 形，鋤骨齒上的角質齒數量多，約 53-79 顆。上下頷角質齒小而多，上頷齒數為 40-61 及下頷齒數為 45-57。上下頷皆為 45-60 顆。活體時的體色與保存標本一致，僅在光澤上有差異。

地理分布及生態：觀霧山椒魚最初僅在四個地點發現，現今已知在雪山山脈中部及北部都可能發現。海拔分布為台灣各種中最低者，分布範圍在海拔 1300 至 1720 公尺。牠們棲息在針闊葉混合林遮蓋良好潮溼的森林底層，

通常在山區溪流旁的石頭及朽木下有機會發現。族群數量極稀少，不易尋找。牠與其他種山椒魚尚未發現共域分布的現象。

命名：種名 *fuca*，源自拉丁文 *fucus* 意義為暗色，指的是本種體背為暗黑色。

觀霧山椒魚的研究概況

有關觀霧山椒魚的研究大多來自於兩棲爬行動物相的調查，其目的僅在瞭解山椒魚是否分布在調查區中。雪山山脈地區及鄰近地區的兩生爬行動物調查資料中，在最初較為全面性的調查中(林曜松，1989)，當時在大霸尖山的霸南營地的溪床水源中就發現到 6 隻山椒魚。而呂光洋等(1989)亦提及此地發現的 6 隻山椒魚，這 6 隻山椒魚的體色型為全黑具有白點，趾式為 4444，當時認為是山椒魚的幼體，推測這些有可能是觀霧山椒魚。雪霸國家公園成立之初，曾委託新竹市野鳥學會(郭承裕等，1994)對觀霧地區的步道進行動物調查，當時記錄到山椒魚的地點有樂山林道 3.5K 處及大鹿林道東線東支線沿途的水源。爾後對武陵地區登山步道沿線進行動物調查時(袁孝維，1995)，列出的兩生爬行動物名錄中並未見到山椒魚。此後，本實驗室曾對雪霸國家公園三個主要的遊憩區(觀霧、武陵及雪見)進行過兩棲爬行動物的調查，對山椒魚的分布有更詳細的描述。其中在觀霧地區分別於樂山林道 5K 處、神木步道、大鹿林道東線東支線 10K 工寮水源及霸南山屋水源等 4 個地點發現，皆為觀霧山椒魚。而霸南山屋可能是本種已知分布點中海拔最高者(約 3100 公尺)。武陵地區僅在雪山翠池旁曾發現南湖山椒魚。而雪見地區則未發現任何的山椒魚。雪霸國家公園山椒魚分布的詳細情形有待人員參調查及收集。

在 97 年度行政院農業委員會林務局農業管理計畫(呂，2008)中我們已初步調查觀霧山椒魚在新竹林管區轄區內的分布範圍，進行調查過的地點包括北插天山地區、巴陵地區、觀霧地區、霞喀羅地區(養老至白石)、鴛鴦湖地區，這些地點除霞喀羅外其餘地點皆找到山椒魚。其中北插天山的單位努力捕獲量最高，其次依序為鴛鴦湖、巴陵、觀霧，報告中建議北插天山適合作為長期監測的地點。

研究目的

本研究的主要目的如下：

- (一)延續先前計劃調查觀霧山椒魚在新竹林管區轄區內詳細的分布範圍，而重點放在先前未曾進行調查的地點。
- (二)增加更多的樣本以瞭解觀霧山椒魚棲地型態及生態需求等資料分析。
- (三)以前期的研究成果選取二個地點作族群的監測，建立族群數量的基線資料。
- (四)保育工作的落實必需從學術界走到第一線工作人員，因此本計畫擬利用調查的結果辦理訓練班，讓林管處工作人員及森林志工認識山椒魚進而協助保育山椒魚。

二、材料及方法

研究範圍

- 一、 觀霧山椒魚分布與棲地調查：新竹林管區管轄範圍內的桶後越嶺步道、卡保山、北插天山、南插天山、巴陵、司馬庫斯、鎮西堡、霞喀羅、觀霧地區等地，加以鄰近的鴛鴦湖及明池等原始森林地區(圖一)。
- 二、 觀霧山椒魚的族群監測：北插天山與巴陵地區
- 三、 員工訓練課程：觀霧地區



圖一、觀霧山椒魚分布調查的調查區域圖，圖中紅線為調查調查路線。

研究過程與方法

一、 觀霧山椒魚分布與棲地調查

(一) 調查頻度：考慮到雨季才是山椒魚的活動期，主要的調查期集中在雨季。

(二) 調查方法：

1. 設置調查點：在調查區(sampling area)內，沿著調查區中的登山步道，將溪流附近潮濕的地點設定為調查點(sampling site)，調查點通常為溪流與步道的交叉處。而每個調查點，沿著溪流將全段可到達之處進行調查。
2. 山椒魚調查：所有的調查者從下游開始沿著溪流向上走，徒手翻開石頭或倒木，檢視看有無山椒魚。調查時記錄溫度、濕度及天候狀態。
3. 巨棲息地分析：記錄調查點(溪流)的海拔、林相(主要組成樹種)、坡度(以坡度計測量)、坡向(向陽或背陽)及溪流量等，再以 GPS 標定調查點。
4. 微棲息地分析：發現山椒魚的地點測量微棲息地的特性，包括遮蔽物、遮蔽物大小、基質。
5. 個體資訊記錄：捕獲的山椒魚測量體長(SVL)、尾長(TL)、頭長(HL)、頭寬(HW)等形值，並測量體重。拍照記錄。將動物釋放回原地並將環境復原。

二、 觀霧山椒魚的族群監測

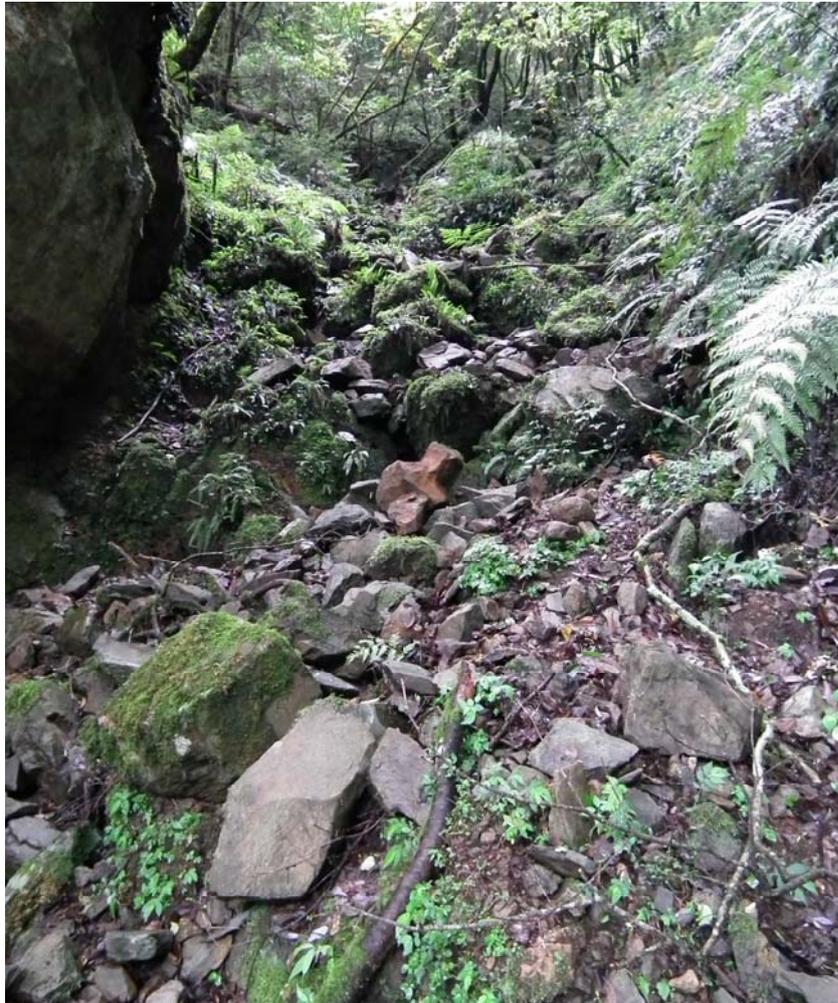
(一) 目的：建立山椒魚族群數量的基線資料與分析微棲地

(二) 監測樣區：北插天山與巴陵地區

(三) 監測頻度：每月一次。

(四) 監測方法：

1. 使用範圍限制法(Area-Constrained Survey)，Strain et al. (2009)對各種捕捉高地溪流邊活動的蝾螈類的方法中，其評估為單位花費能捕捉到最多種蝾螈及最多個體的方法。
2. 設置樣區：巴陵地區為拉拉山神木區至巴福越嶺道中段(約為步道之 17K 至 14K)(圖二)。北插天山則在北插水源地(圖三)。因為台灣山區的地形起伏很大，故樣區的設置以溪流為主體，向溪流兩岸依地形至陡坡或陷落地為止。

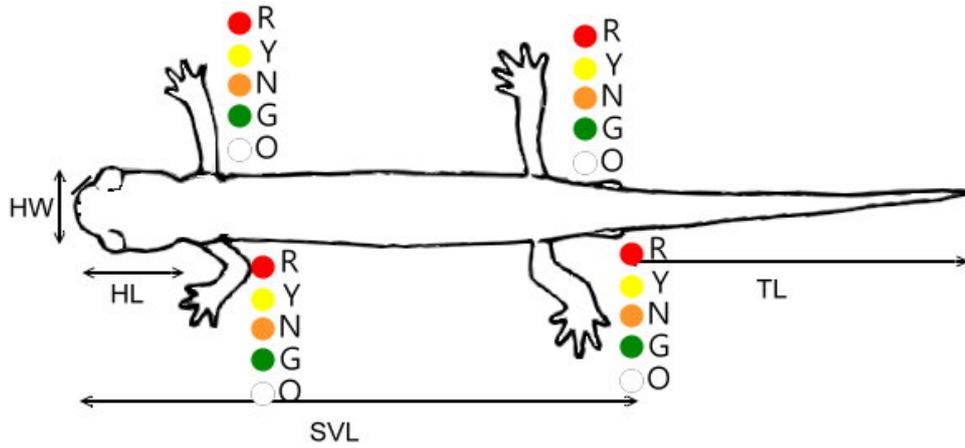


圖二、觀霧山椒魚族群監測調查巴陵樣區水源之一。



圖三、觀霧山椒魚族群監測調查的北插天山樣區東側全景圖。

3. 個體尋找：所有調查人員在樣區內緩慢行走，徒手翻開石頭或倒木等，檢視看有無山椒魚。記錄調查開始時間及結束時間。並記錄當時的溫度及天候狀況。
4. 微棲息地分析：發現山椒魚的位置測量微棲息地的特性，包括遮蔽物類型(石頭或木頭)、遮蔽物大小(測量長寬高)、基質(泥土、碎石土、腐植土、草根土、石塊等)。
5. 個體資訊記錄：捕獲的山椒魚測量體長(SVL)、尾長(TL)、頭長(HL)、頭寬(HW)等形值，並測量體重。拍照記錄，同時利用注射染料來標記個體(如圖四)。將動物釋放回原地並將環境復原。
6. 族群量估算：當樣區的個體再捕獲數較高時，使用 Jolly-Seber 法及 Schnabel 法來估算族群量。
7. 活動範圍：若有個體被捕捉 3 次以上，依據個體被紀錄的出現點，以最小凸多邊形法(minimum convex polygon method, MCP)(Stickel, 1950)計算個體的活動範圍。



圖四、山椒魚形值測量位置及色標編號位置。

一、 員工訓練課程

(一)辦理時間：99 年 7 月 21 至 22 日

(二)辦理地點：觀霧地區

(三)參加人員：林務局人員及志工

(四)課程：

日期	主題	講者
7 月 21 日 13:00	報到	
7 月 21 日 13:30	主席及貴賓致詞	
7 月 21 日 13:40	觀霧地區地表活動的無脊椎動物	陳世煌
7 月 21 日 14:10	觀霧地區地表活動的無脊椎動物調查實作	陳世煌
7 月 21 日 19:00	認識山椒魚 全球暖化對生態系的影響	呂光洋
7 月 21 日 20:00	台灣的蜘蛛	陳世煌
7 月 21 日 20:40	綜合討論	呂光洋 陳世煌
7 月 22 日 08:00	山椒魚長期監測	賴俊祥
7 月 22 日 09:00	野外實習	呂光洋 賴俊祥
7 月 22 日 11:30	綜合討論：	呂光洋 陳世煌

三、結果與討論

觀霧山椒魚的分布點調查

本計畫執行期間由北而南(圖一)共進行過桶後越嶺、卡保山、北插天山、南插天山、巴陵、明池、鴛鴦湖、司馬庫斯、霞喀羅古道、鎮西堡及觀霧地區的調查，每個地點 1 或 2 次。調查方式為在調查區域內，以步道為主要的調查線，在溪流與步道的交叉點設為調查點，在調查點內仔細翻找所有的遮蔽物。記錄每一調查點的坡度、坡向(向陽或背陽)、海拔及植被(闊葉林、混合林及針葉林)，同時記錄天候及溫濕度。當發現山椒魚時記錄其所利用的遮蔽物大小及底質。各調查地點、時間、環境及調查結果描述如下：

桶後越嶺古道

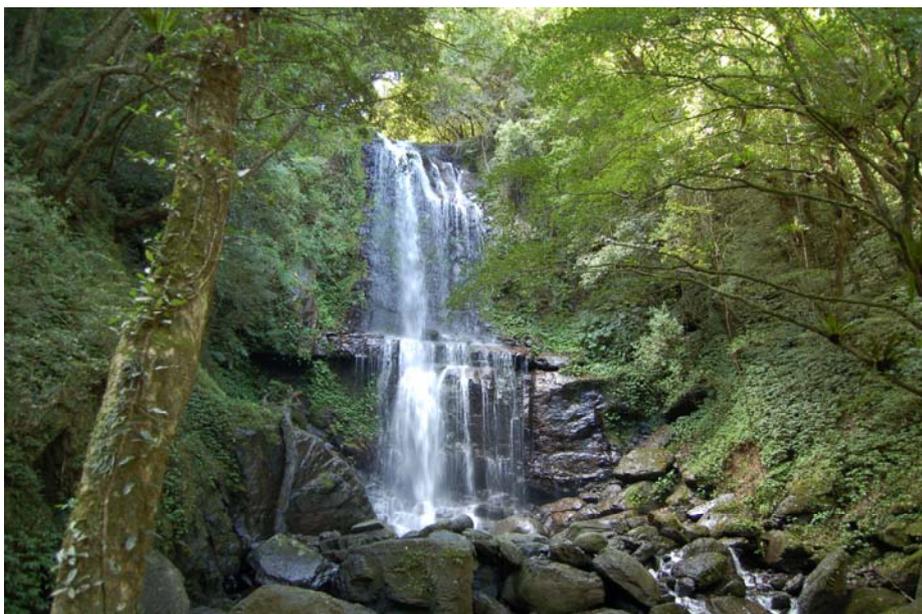
桶後越嶺的調查於 98 年 12 月及 99 年 6 月各調查一次。調查時由宜蘭小礁溪進入，沿途設置了 6 個調查點(表一)，調查路線的長度約為 6.5 公里。T1 調查站在步道起點後約 500 公尺，通過桶後溪主流，水量豐沛，周邊植物大多為芒草，環境乾燥。T2 調查站，此水源水量穩定，環境潮濕，溪溝兩側植被茂密。T2 與 T3 之間，步道與桶後溪主流平行，步道在溪流上方 3~20 公尺不等處。T3 調查站，亦為穩定水源，石頭下潮溼。調查站 T4，然而此地石頭稀少，翻找之數量有限。T5 站為陡峭溪流水源，此站石頭亦相當有限。調查站 T6 為石壁滲流，此為，石頭下多為沙礫，腐植土少。此路線上的各站皆未尋獲山椒魚。

表一、桶後越嶺的調查點資料表。

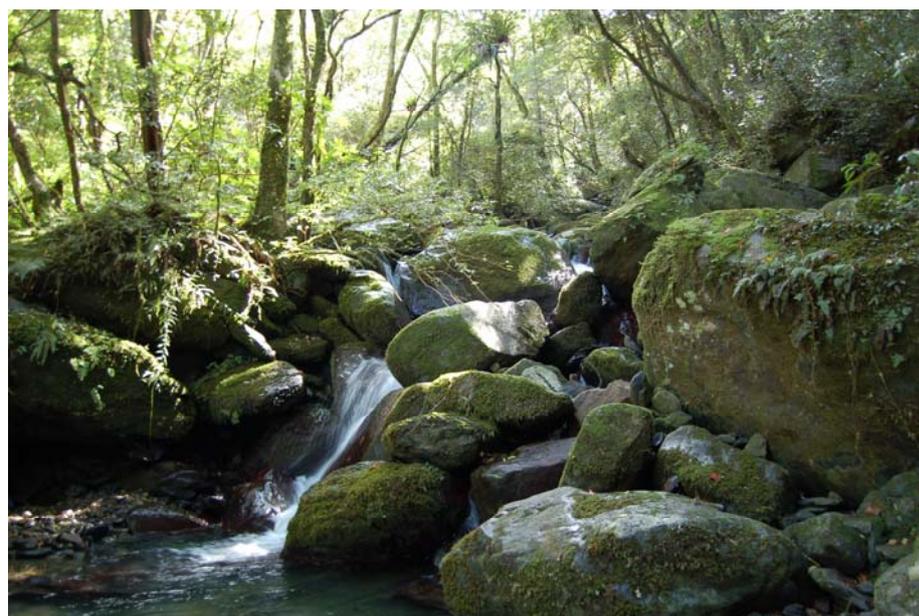
調查點代號	林相	坡向	海拔	坡度	水量
T1	闊葉林	向陽坡	714	10%	大
T2	闊葉林	向陽坡	663	30%	中
T3	闊葉林	向陽坡	624	20%	中
T4	混合林	向陽坡	603	20%	小
T5	混合林	向陽坡	583	40%	中
T6	闊葉林	向陽坡	443	30%	小

卡保山

卡保山的調查路線大致由熊空出發，途經雲森瀑布，中間會經過往滿月園山的叉路，然後至海拔 900 公尺左右的水源區，再之上則無水源。此路線上主要的調查點一個是雲森瀑布(圖六)及最後水源(圖七)。雲森瀑布水量大，而最後水源水深及膝，兩處溪流旁大石林立，可翻找的石頭不多，鄰近地域地勢陡峭腹地狹小，能翻找的面積亦不廣。在這兩個地點都沒有發現山椒魚，推測原因可能是海拔皆未到達 1000 公尺。



圖五、雲森瀑布。



圖六、卡保山最後水源地。

表二、北插天山的調查點資料表。

調查點代號	林相	坡向	海拔	坡度	水量
B1	闊葉林	背陽坡	1060	15%	不穩
B2	闊葉林	向陽坡	1062	10%	小
B3	闊葉林	向陽坡	1116	20%	不穩
B4	闊葉林	向陽坡	1154	25%	中
B5	闊葉林	向陽坡	1161	45%	中
B6	闊葉林	背陽坡	1328	20%	中
B7	混合林	向陽坡	1253	30%	小
B8	混合林	背陽坡	1229	15%	大
B9	混合林	背陽坡	1227	15%	中
B10	闊葉林	背陽坡	1134	15%	小
B11	闊葉林	向陽坡	1007	30%	不穩
B12	闊葉林	向陽坡	983	30%	不穩

北插天山

北插天山地區除了例行性的水源地族群監測調查外，我們也利用機會調查登山步道沿線各處水源是否有山椒魚分布，這項調查於99年9月及10月進行。調查路線亦為O型，由登山口經赫威山至水源地，再至木屋遺址往赫威神木群，再回到登山口。沿途共有12個調查點(表二)。B1調查點為路旁之乾溪溝，兩天才會有水流。B2為水量極小的小溪流，兩側林相及底層植被完整。B3亦為路旁之乾溪溝。B4為此路段上水量亦屬大而穩定的溪流，兩側的植被完整，遮蔽物亦多，因為此處為登山時的休息點，屢次調查皆未發現山椒魚。B5雖有水，但溪床多為大石塊，難以翻找。B6及B7為過水源地後的溪流，水量穩定，兩側林下雖佈滿苔蘚，但未發現。B8為水源地溪流的下游，水量大，坡度平緩，未發現觀霧山椒魚。B9及B10洽為稜線兩側之小溪流，但水量都不大，B9調查點溪床為一整片岩床，雖有少許積水潭，但翻找不易。B10則是積水潭，上下兩段皆為伏流。B11為巨石林立，兩天才有水的溪流。B12則為積水沼澤。在今年進行此路線的分布調查中，除北插樣區外，其餘各調查點皆未發現觀霧山椒魚。

表三、南插天山的調查點資料表。

調查點代號	林相	坡向	海拔(m)	坡度	水量
N1	闊葉林	背陽坡	629	20%	中
N2	闊葉林	背陽坡	656	20%	大
N3	闊葉林	背陽坡	1819	30%	小
N4	闊葉林	向陽坡	1725	30%	小
N5	闊葉林	向陽坡	1695	30%	無

南插天山

南插天山的調查共有二次，一次為 98 年 12 月，一次為 99 年 5 月進行。調查由桃園復興鄉上宇內進入，沿途步道與溪流之交叉點共有 5 個，其中 2 個地點接近步道口(N1 及 N2)，另外 3 個調查點在南插山屋附近。調查站 N1，巨石林立，水道僅約 0.3 公尺寬。調查站 N2 海拔 656 公尺，為一略為平廣的溪流，水量大，而溪流兩側石頭雖多，但腐植量少，未發現山椒魚。南插山屋附近的調查點中，N3 為山屋邊取水小溪溝，水流量不大，溪寬約 0.2 公尺，枯倒木多而腐植層厚。N4 為山屋旁水源，林相密而落葉層厚，2010 年 5 月的調查中在此發現觀霧山椒魚。N5 則為乾溪溝。後三個調查站的海拔皆在 1600 公尺以上。

明池至松蘿湖

本計畫於 99 年 4 月及 8 月至此地區進行調查。調查範圍大部分屬退輔會所管轄之林班地，為求調查之完整性故至此地調查。此區由 110 林道進入，至松蘿湖之間共有 10 個水源。調查點 M1(表四)為一水量稀少的乾溪溝，環境潮溼，石頭上滿佈青苔，石頭下多為碎石基質，腐植土少。M2 點為石壁滲水，植被為闊葉林，林底多落葉及腐植土，底質潮溼，為深褐色腐植土，8 月調查時於此處翻找到 1 隻躲藏於石塊下的山椒魚，石頭上無任何附著植物，底質為腐質土。M3 點亦為石壁滲水，在距此約 10 公尺處，4 月調查時翻找到 1 隻山椒魚，其躲藏於石頭下，所棲息之石頭滿佈青苔，底質為腐土，林相為闊葉林。M4 亦為石壁滲水，M2 至 M4 之間距離約 70 m。M5 為乾溪溝，溪床為大石塊，沒有溪水，沒有可翻找的地表物。沒有較平坦處可以翻找。M6 亦為石壁滲水。

M7 為林道上的小水流，應是連日下雨造成的。M8 為石壁滲水。M9 為南勢溪最高水源，此地海拔 1393 m，環境潮濕，溪床平坦，兩旁平台的石頭滿佈青苔，溪床上石頭下多為小碎石。源頭水流往下約 30m 為伏流，之後才有穩定水流出現，但溪床變窄，環境不佳。M10 則離開南勢溪主流，是一個環境潮濕的乾溪溝，石頭上佈滿青苔，地形平坦，乾溪溝兩旁都有平坦的高平台，環境相當不錯，但沒發現山椒魚。此區的海拔介於 1200 至 1500 公尺之間。除於 M3 發現山椒魚外，其餘測站皆無。

表四、明池至松蘿湖的調查點資料。

調查點代號	林相	坡向	海拔(m)	坡度	水量
M1	闊葉林	向陽坡	1261	20%	小
M2	闊葉林	向陽坡	1352	70%	小
M3	闊葉林	向陽坡	1355	80%	小
M4	闊葉林	向陽坡	1361	40%	小
M5	闊葉林	向陽坡	1370	30%	無
M6	闊葉林	向陽坡	1473	30%	無
M7	混合林	背陽坡	1493	10%	小
M8	針葉林	向陽坡	1535	70%	小
M9	闊葉林	向陽坡	1393	20%	小
M10	闊葉林	背陽坡	1240	20%	小

表五、司馬庫斯的調查點資料。

調查點代號	林相	坡向	海拔(m)	坡度	水量
M1	闊葉林	向陽坡	1597	30%	小
M2	闊葉林	向陽坡	1583	30%	小
M3	闊葉林	向陽坡	1571	30%	小
M4	闊葉林	向陽坡	1567	30%	中
M5	闊葉林	向陽坡	1553	20%	大
M6	混合林	背陽坡	1608	20%	大

司馬庫斯

司馬庫斯的調查於 99 年 1 月及 10 月進行。調查區在司馬庫斯神木步道，從登山口至神木約 5 公里的路程。登山口至 4K 間為向陽面，環境乾燥，光線充足，植被為闊葉林、竹林相間，偶而出現二葉松。1K 至 4K 間共有 5 條溪溝流經，五條溪流水量穩定，但溪床是岩盤所構成，而溪床兩側石頭不多。調查點 S1 海拔 1597 m(圖十一)，此溪溝有水但水量少，植被為闊葉林。S2 海拔 1583 m，水量少，植被為闊葉林，溪流兩側乾燥，可翻找的石塊相當少。S3 海拔 1571 m，大片岩板構成溪床而類似滑瀑，植被為竹林，乾燥。S4 海拔 1567 m，植被為闊葉林，向上爬約 10m 有平台，環境潮濕，石頭多，但未尋獲山椒魚。S5 海拔 1553 m，大型溪谷，水量大，水寬約 5 m，溪床與步道落差蠻大，約要下切 10 m 才能到溪床。溪床兩側有不錯的大平台，林相為闊葉林，在這邊花比較多時間翻找。

4K 過後轉入山溝，環境較潮濕，開始出現紅檜等針葉樹木。神木區地勢平坦，有很多被青苔覆蓋的石頭。S6 則為大溪溝，大溪旁有很多小支流，環境與北插天山樣區很像。S6 海拔 1608 m，流穿神木區的大溪，主流水量大。而神木區的植被為針闊葉混合林，地勢平坦，有許多小溪流，環境潮濕。青苔、松羅很多，石頭上也都覆蓋青苔，環境極佳。本區未發現山椒魚。

表六、霞喀羅古道(石鹿端)的調查點資料。

調查點代號	林相	坡向	海拔(m)	坡度	水量
X1	闊葉林	背陽坡	1991	30%	小
X2	闊葉林	背陽坡	2011	30%	小
X3	闊葉林	背陽坡	2015	50%	小
X4	闊葉林	背陽坡	2020	40%	小
X5	闊葉林	背陽坡	2019	45%	小
X6	闊葉林	向陽坡	1938	30%	小
X7	闊葉林	向陽坡	1907	30%	小

霞喀羅古道

霞喀羅古道的調查共進行過三次，其中石鹿端的調查分別在 99 年 1 月、3

月及 8 月，三次的調查皆由石鹿端進入，調查範圍從登山口至步道約 7.5K 處(表六)，但是前兩次只調查到 4K 處。霞喀羅古道石鹿端至 7.5K 處共有 7 個溪溝，在步道約 3K 處，過了一明顯的隘口，步道繞至山的背陽面，環境比較潮溼，林相為闊葉林，才遇到第 1 個水源。調查點 X1 為石壁滲水所形成，落葉層厚，但坡度達 40 度以上，步道在此處為 1 木橋，溪流兩側雖沿坡向上翻找，但未找到山椒魚。距此約 200 m 處為調查點 X2，X2 與 X3 間隔約 20 m，X2 為水量很小的溪流，亦屬陡坡，但溪流兩側植被較為茂密，在此處於 8 月尋獲 1 隻山椒魚。X3 則為石壁滲水，1 月時在此發現了觀霧山椒魚。X4 亦為坡度很陡的小溪流，以岩盤為溪床，兩側無可以翻找的石頭。X5 為非常小面積的石壁滲水，有少量的石塊在交界的步道上，主要植被亦為闊葉林。從步道 4K 至 5K(松下駐在所)皆沒有任何的水源，步道在 5K 後又轉至東側向陽面，一直過 6.5K 的檜山駐在所後才又有天然溪流。調查點 X6 為小溪流，和步道交界的地方已經被修整水溝樣式，此地不論向上或向下都非常陡峭，在步道上翻找，未發現山椒魚。調查點 X7 為切穿岩石的小溪流，在步道之下為瀑布，然後是平台，步道之上爬上岩石後則為略為平緩之地，在二個平坦地翻找未再發現山椒魚。步道在此段之後，因為環境愈來愈乾燥，未再繼續調查。

霞喀羅養老端步道的調查在 99 年 8 月進行 1 次。本路段的林相主要為青楓、楓香等，另有竹林及杉木林，林底層多落葉，在清晨及黃昏時易起霧，而雖然步道沿線多有遮蔭，但僅靠近溪澗處較為潮溼，其他地方則頗為乾燥。調查範圍從 22K 行車終點至武神駐在所之後的大崩壁，沿途共有 8 個溪流步道交會處，設置了 8 個調查點(表七)。大部分路段的道路部分很平坦，但路途的兩側皆為陡峭的山壁，步道一側多為垂直山壁，另一側則是陡峭懸崖，因此步道雖平但每個調查點所能翻找的範圍相當有限。調查點 XY1 至 XY7 皆是如此的情形，或為石壁滲水，或屬於坡度很大的溪流，唯溪流上方皆缺乏遮蔭。而調查點 XY8 則為大片崩塌地，為一平坦而廣闊的水深及腰的大溪流，遮蔽度很低。馬鞍至武神一段步道崩毀，需要下切及高繞，並不容易行走。在過武神駐在所後，至見返駐在所之前為大片崩塌地，此條路線的調查只到此而已。在此路段中，因能翻找的範圍極其有限，且除了接近溪澗處較為潮溼，大部分地點皆是乾燥，不論是在調查點，或者是沿途上隨意的翻找，皆未發現觀霧山椒魚。

表七、霞喀羅古道(養老端)的調查點資料。

調查點代號	林相	坡向	海拔(m)	坡度	水量
XY1	闊葉林	向陽坡	1326	30%	小
XY2	闊葉林	向陽坡	1355	30%	小
XY3	闊葉林	向陽坡	1350	50%	小
XY4	闊葉林	向陽坡	1396	50%	小
XY5	闊葉林	向陽坡	1407	60%	小
XY6	闊葉林	向陽坡	1420	60%	小
XY7	闊葉林	向陽坡	1437	60%	小
XY8	闊葉林	向陽坡	1401	5%	大

鎮西堡巨木步道

鎮西堡巨木步道本計畫至今調查了二次，分別於 99 年 1 月及 3 月進行。此步道沿途水源數量多，在 A 區神木及 B 區神木岔路口前有 7 個步道水源交叉點(表八)，A 區神木則有 2 個水源，B 區神木則有 4 個水源，全區海拔介於 1600 至 1900 公尺。此區步道平坦，溪流在與步道交界的段落亦為平坦，但是溪流的上游多為峭壁形成的瀑布。Z1 調查點的溪流，其溪床由岩石所組成，兩側亦為石壁，石壁上芒草叢生，底質主要為碎石，上溯至頂則為瀑布。Z2 性質上屬溪溝，但水量不穩定，此溪流在與步道交界處恰形成坡度大的石壁，溪流上方樹冠完全遮蔽。Z3 至 Z5 的環境與 Z2 類似。Z6 則為小溪流，此溪流由步道往下 5 公尺處形成峭壁，往上游處則地勢較為平坦，底質也是一致的碎石。溪流最上游為一大池塘，水深及腰。Z7 則為開闊大溪流，水流主要在兩側，中央為突出的高灘地。上游處有側流，此處的樹冠層蔽蓋度較高，但水流不穩定且坡度較陡。由叉路口往 A 區神木，沿途步道皆位於稜線上，在步道分岔往毒龍潭處有一溪流水源(ZA1)。ZA1 調查點的溪流平緩，水量穩定，樹冠層茂密，落葉層厚實，故底質多為腐植土。ZA2 的環境也類似。往 B 區神木則有 4 個水源，此區的水源多為石壁滲水，樹冠層中度遮蓋。鎮西堡巨木步道經過二次的調查皆未發現山椒魚。

表八、鎮西堡的調查點資料表。

調查點代號	林相	坡向	海拔(m)	坡度	水量
Z1	闊葉林	向陽坡	1614	30%	中
Z2	闊葉林	向陽坡	1630	20%	小
Z3	闊葉林	向陽坡	1492	45%	小
Z4	闊葉林	向陽坡	1596	45%	小
Z5	闊葉林	向陽坡	1676	30%	中
Z6	闊葉林	向陽坡	1673	40%	無
Z7	闊葉林	向陽坡	1674	20%	中
ZA1	闊葉林	向陽坡	2136	20%	中
ZA2	闊葉林	向陽坡	2178	20%	中
ZB1	闊葉林	向陽坡	1888	20%	中
ZB2	闊葉林	向陽坡	1868	20%	中
ZB3	闊葉林	向陽坡	1880	30%	小
ZB4	闊葉林	向陽坡	1847	30%	大

表九、大鹿林道西線的調查點資料表。

調查點代號	林相	坡向	海拔(m)	坡度	水量
DW1	混合林	向陽坡	2040	30%	無
DW2	混合林	向陽坡	2051	30%	無
DW3	混合林	向陽坡	2060	10%	小
DW4	混合林	向陽坡	2053	35%	小
DW5	混合林	向陽坡	2040	30%	小

觀霧地區

觀霧是個午後多霧且容易降雨地區。整個地區有幾條主要路線：大鹿林道東線、大鹿林道西線及樂山巨木步道。巨木步道為本區最穩定能發現山椒魚的地點，林管處已在此固定監測。本計畫則於99年6月及7月對大鹿林道西線進行調查，調查範圍從西線入口至榛山步道岔路口後約1公里(表九)。整個林相多為暖溫性針葉林，間雜若干的闊葉樹種。西線的環境多變，有平坦的步道，

表十、大鹿林道東線的調查點資料表。

調查點代號	林相	坡向	海拔(m)	坡度	水量
DE1	混合林	向陽坡	2020	40%	大
DE2	混合林	向陽坡	2000	40%	大
DE3	混合林	向陽坡	2000	40%	大
DE4	混合林	向陽坡	1970	35%	中
DE5	混合林	向陽坡	1972	30%	中
DE6	混合林	向陽坡	1980	50%	中
DE7	混合林	向陽坡	2008	50%	中

有崩塌地，中間或有乾溪溝或有小溪流。DW1 調查點位於蜜月小徑旁，此地林蔭遮蔽但是為乾溪溝，落葉層雖厚，未發現山椒魚。DW2 為大崩壁路段，於此處中段有溪流，沿此溪流上找，上方為平台，環境潮溼，林冠遮蔽完整，但也未發現山椒魚。DW3 調查點為溪流，為柳杉林地，雜有闊葉樹，溪流在步道附近為乾溪溝，下游 50 公尺處才見到水流，在 7 月調查時於此地發現一隻觀霧山椒魚，為首次於大鹿林道西線發現山椒魚。至於大鹿林道東線沿途多為次生林，林相複雜，相較於檜山神木群步道，大鹿林道東線路段上方較缺乏遮蔭，步道兩側石頭雖多但底質較為乾燥，僅靠近溪流的區域較鬱閉潮溼，然溪流水量大且傾斜度大，溪旁邊坡陡峭。大鹿林道東線僅在 99 年 6 月進行過一次的調查(表十)，因為道路損毀，僅調查 DE1 至 DE3，DE4 至 DE7 為 97 年進行的調查。DE1 至 DE3 皆為水量大的溪流，坡度陡，且缺乏遮蔭，雖然可以翻找的面積很大但是未找到山椒魚。

鴛鴦湖地區

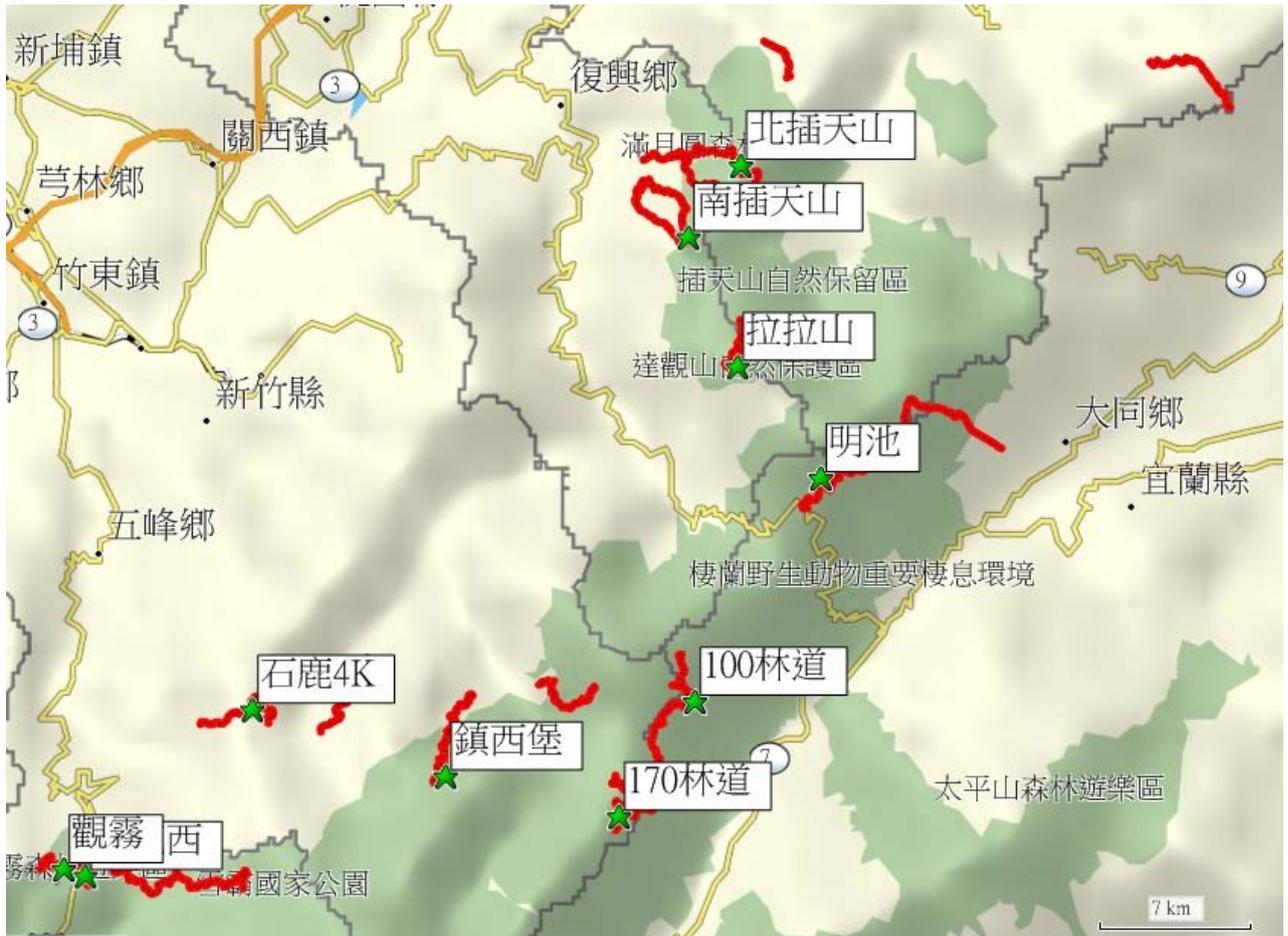
鴛鴦湖地區的調查範圍主要位於棲蘭野生動物重要棲息環境內，自東華大學研究站沿 100 號林道，轉往 160 林道至廢工寮處，過棲南監工站至 170 林道約 5.5 公里處，包括了鴛鴦湖步道沿線，整個區域的海拔範圍約 1600 到 2000 m。本調查區主要林相為檜木林、鐵杉林以及針闊葉混生林，扁柏及紅檜數量很多，位於太平洋迎風面的位置以及在東北季風挾帶豐沛雨量的吹拂下，整個地區環境相當潮溼，全天多雲霧，而 100 號林道上空雖然缺乏遮蔭，也因為整個地區多雲霧的緣故而保持濕滑，在林道的兩側多山溝及石頭，再向外延伸則為山壁

及懸崖，偶有山澗出現。調查過程中在 100 林道上一處山澗的石頭下翻到觀霧山椒魚變態完成不久的幼體，推測此個體是來自山澗的上游，也確認地有觀霧山椒魚。調查隨後轉至 160 林道，此林道有高大的檜木林，地表蕨類及苔蘚繁盛，濕度更高，林道兩側地勢較平緩，偶有山澗穿越林道，雖然翻找多處，卻未見到山椒魚。而 170 林道兩側多小山溝及石頭，再向外延伸同樣多為山壁及懸崖，環境與 100 林道較相似。在 170 林道我們找到另一隻觀霧山椒魚；鴛鴦湖步道的林相則主要為山地常綠苔蘚矮林，林下非常陰暗潮濕，附生植物及苔蘚密布，地表土質鬆軟，有些地方甚至為泥沼地。

觀霧山椒魚的分布

經過本計畫的調查，由北至南在北插天山、南插天山、拉拉山、明池、100 林道、霞喀羅(石鹿 4k)、170 林道、觀霧、大鹿林道西線等 9 個點都有發現山椒魚(圖七)，司馬限林道雖然未在本計畫執行時翻找，但在之前本實驗室執行雪霸處的研究計畫時曾至二本松至東洗水山一帶尋找，在四次的調查中皆未曾找到山椒魚。而鎮西堡雖然未在本計畫中找到，但曾有民眾來信並附上照片說在此地有看過山椒魚，所以觀霧山椒魚的分布點共有 10 個。山椒魚在這些分布點都呈現點狀分布，在整條路線上只有 1 個或距離不遠的調查點發現，而其餘路線上的調查點皆未分布。在大部分的路線上我們的調查方式都是沿路翻找，也只有拉拉山的巴福越嶺道才有沿線各個水源都有的狀況。這些地點都在雪山山脈上，已知最北的分布點為北插天山，最南則為大鹿林道西線，最東為明池，最西為觀霧。海拔最低為北插天山的 1310 公尺，海拔最高為觀霧的 2230 公尺。

本實驗室在全台灣各地尋找山椒魚多年後，一直到晚近才在雪山山脈發現觀霧山椒魚。最初在觀霧發現後，曾多次至觀霧鄰近各地區尋找，但有將近二年的時間一無所獲。在分布調查過程中感覺到要在雪山山脈尋找山椒魚並不是一件容易的事。雪山山脈原為脊樑山脈的一部份，約在距今 70 萬年前因蘭陽平原的陷落而分離，造成了雪山山脈大部分地區陡峭而岩床裸露。因為大部分是岩床，沒有很深的表土，幾乎每個地點都是石頭下還是石頭的狀態。雖然大部份地點都有觀霧山椒魚，但都是 1 隻，除了族群量較低的原因之外，也有可能因為躲藏在石頭堆中而造成發現率降低的現象。

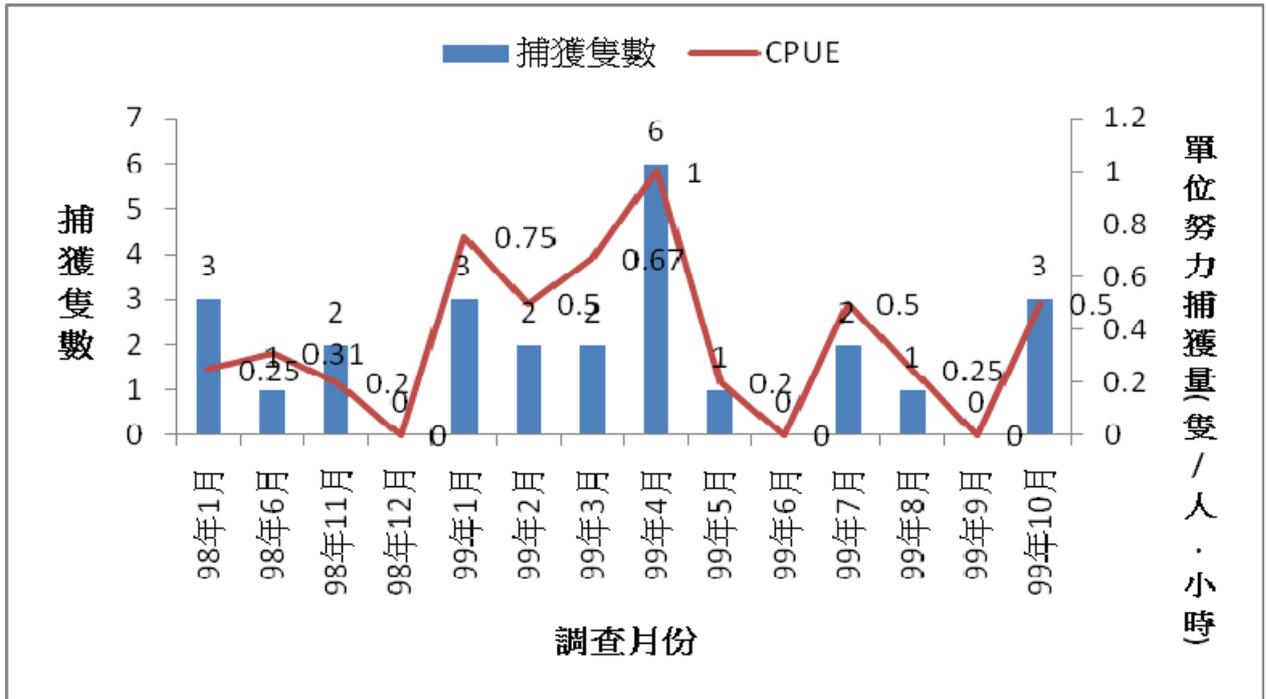


圖七、觀霧山椒魚已知的分布地點圖，紅色線條為本計畫調查路線，綠色星號為山椒魚分布點。

觀霧山椒魚的族群監測

(一)北插天山地區

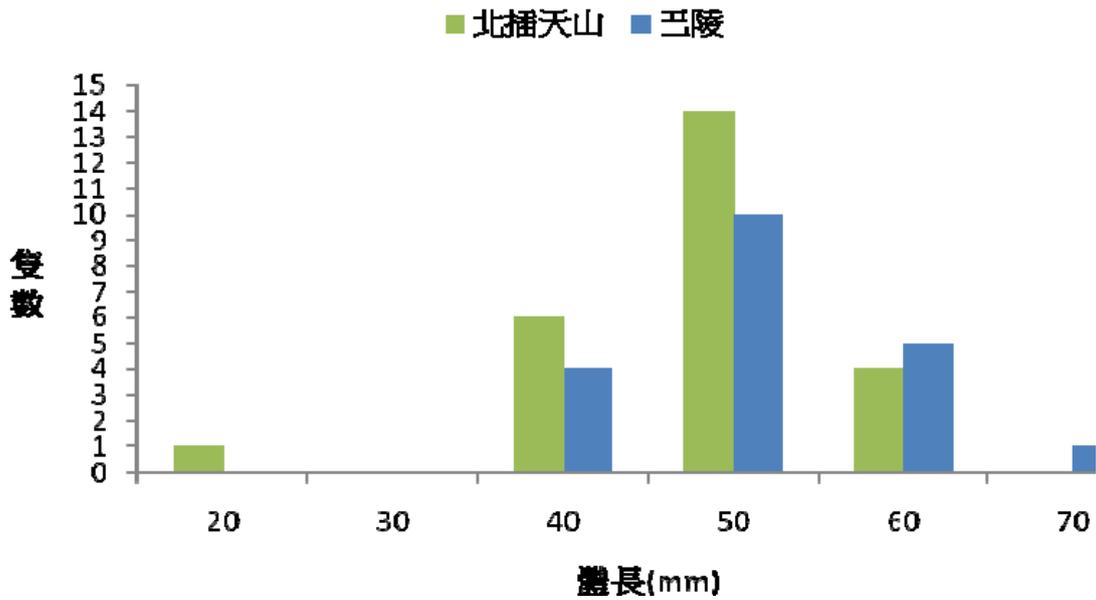
因為觀霧山椒魚的雌雄個體無法由外部形態來區分，故以下的結果皆是以雌雄合併的個體數來呈現。本計畫先期調查捕獲 4 隻。計畫開始(98 年 11 月)後，共捕獲 22 隻次，其中 5 隻次為再捕獲。各月份的單位努力捕獲量介於為 0.2 隻/人.小時至 1.0 隻/人.小時(圖八)，從 99 年開始單位努力捕獲量約略呈現逐步升高的現象，但是在 6 月之後數量開始下降。捕獲個體的體型方面，1 隻的吻肛長在 30 mm 以下(98 年 11 月)，其餘皆在 40 mm 以上(圖九)，捕獲個體的平均吻肛長 52.9 ± 8.27 mm。除 30 mm 以下為幼體外，其餘個體應為成體。在調



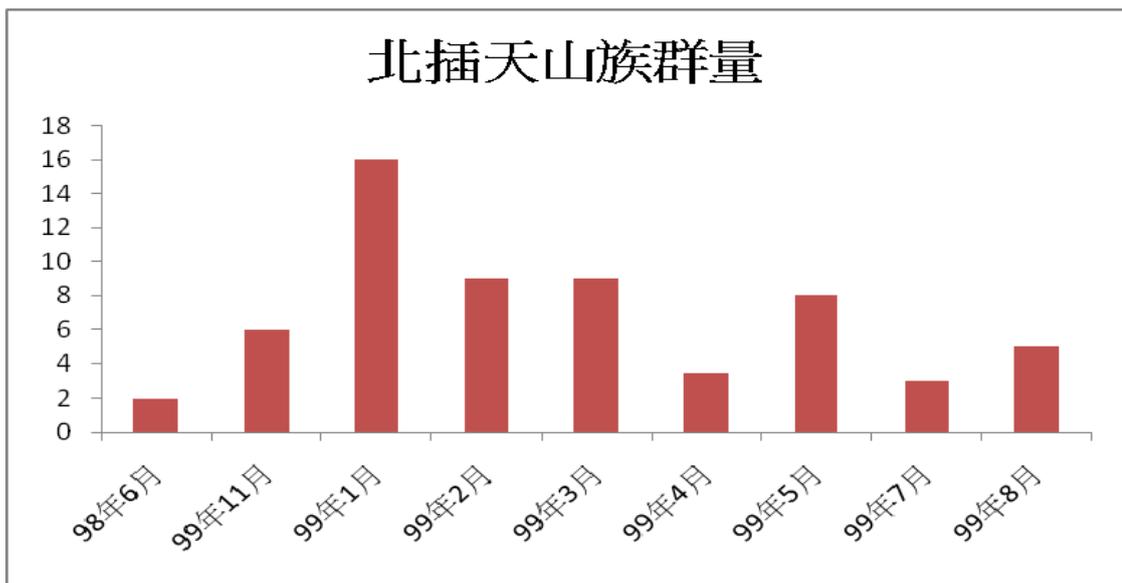
圖八、北插天山族群捕獲數量及單位努力捕獲量圖。

查的過程中未發現觀霧山椒魚的卵。

依據 Jolly-Seber 法估算得到的族群量如圖十，有捕獲月份的估計族群量介於 2 隻(98 年 6 月)至 16 隻(99 年 1 月)之間，或許是因為再捕獲率不高，某些月份的估計偏差值很高。觀霧山椒魚的族群估算量相較於阿里山姐妹潭的阿里山山椒魚的族群估算量平均約 13 至 224 隻(賴及呂，2007)明顯地低了許多。由於山椒魚每年僅在春季進行生殖，在此之後族群不再增加，若將出生之外的數值視為可以忽略，就可以使用封閉族群(Closed population)的方法，因此使用具多次標放的 Schnabel 法(Krebs, 1999)來估算 2010 年的族群量為 27.6 隻，樣區的面積約為 10000 m²，故密度為 0.00276 隻/m²，我們認為這是比較合理的數字。而相較於阿里山姐妹潭山椒魚的年族群量 59.1 至 134 隻之間，密度約 0.00739 至 0.01675 隻/m²(賴及呂，2007)，此地的族群量僅為阿里山姐妹潭的二分之一至五分之一，這說明了既使是在觀霧山椒魚最容易找到的地區，族群量相對於其他山椒魚種類而言是相當稀少的。



圖九、北插天山與巴陵族群捕獲個體的體長分布圖。

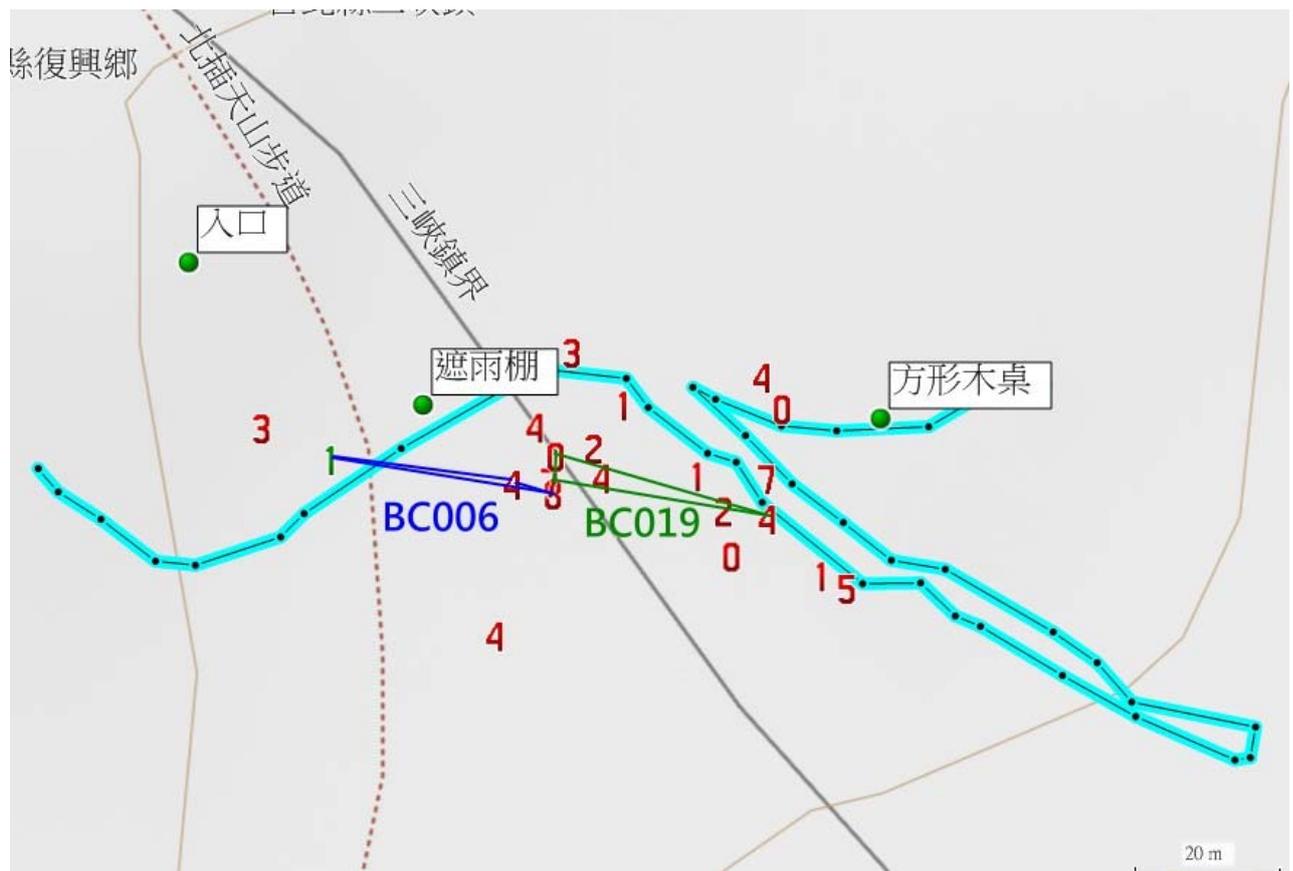


圖十、北插天山樣區觀霧山椒魚的族群估算量，僅估算有捕獲的月份。

99年2月之後捕獲個體之位置如圖十一，大部份捕獲的個體位於樣區內溪流左岸，少數位於右岸。就兩側的環境差異而言，右岸的樹林底層落葉較稀少，而左岸的落葉層較厚，山椒魚似乎在左岸的數目較多。樣區內捕獲三次以上的個體有2隻，依據個體被紀錄的出現點，以最小凸多邊形法計算出個體的活動範圍，在個體BC006依據其定位點座標輸入Calhome軟體，以最小多邊形

法求得的活動範圍為 2.5 m^2 ，平均移動距離 17.1 m ；個體 BC019 活動範圍較大達 55.8 m^2 ，平均移動距離為 18.7 m ，而這二隻的個體在 BC006 第 1 次捕獲至第 3 次捕獲間隔了 20 個月，BC019 僅為 6 個月。觀霧山椒魚的活動範圍的面積值以這兩隻個體而言，與阿里山山椒魚相近(平均 $64.9 \pm 29.6 \text{ m}^2$ ；賴及呂，2007)。

北插天山樣區的觀霧山椒魚數量相當穩定，沒有尋獲的月份在計畫執行期間僅有三次，而棲地大致狀況穩定。北插天山是個台北近郊熱門的登山地點，不論任何時間去調查都會有登山客，假日時可多達上百人。雖然遊憩的壓力很高，但因為此地少有人在此露營過夜，除了用水之外，森林底層的落葉及枯木少有人拾取來生火，因此對四週的環境破壞很少，故初步看來此地族群受到遊客的影響並不高，而威脅也較小。

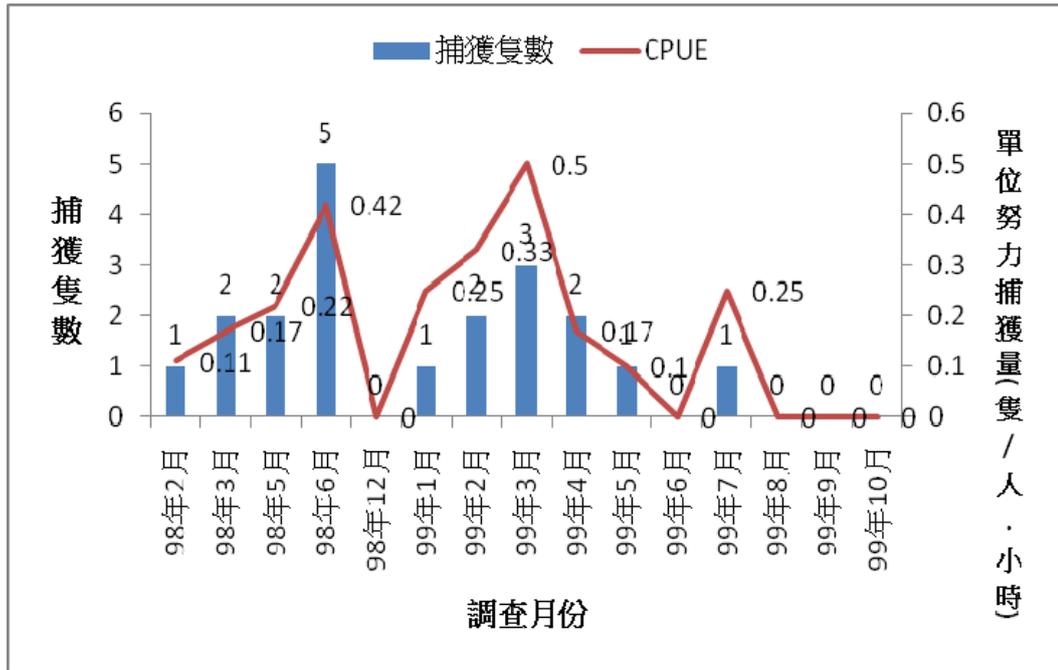


圖十一、北插天山捕獲個體之位置圖，數字代表捕獲個體之位置及捕獲月份。圖中三角形分別為編號 BC006 及 BC019 兩隻個體的活動範圍。

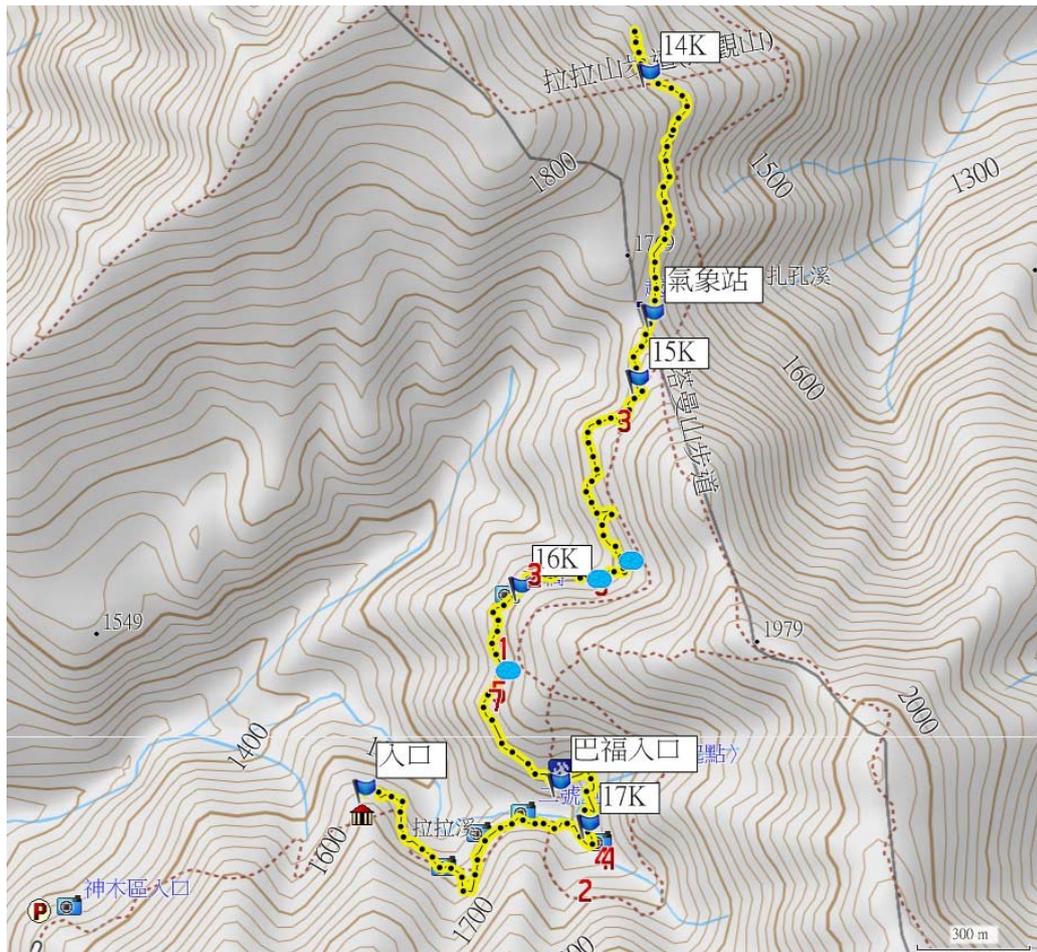
(二)巴陵地區

本樣區在先期調查時，分別在 98 年 2 月、3 月、5 月及 6 月調查，捕獲量共計 10 隻。計畫開始後，為避免與林管處的監測區相同，故主要的調查資料皆在巴福越嶺。此地區調查的捕獲量方面共捕獲了 9 隻。二段期間共捕獲了 19 隻。標放的個體中 1 隻為再捕獲。捕獲山椒魚的月份中，單位努力捕獲量最低為 98 年 5 月的 0.1 隻/人.小時，最高為 99 年 3 月的 0.50 隻/人.小時，未呈現任何固定的趨勢(圖十二)。本樣區在 99 年 8 月開始就未再翻找到山椒魚，並且本樣區的單位努力捕獲量較北插天山樣區為低。捕獲的 19 隻個體吻肛長皆在 40 mm 以上，皆屬於成體(圖九)。捕獲個體的平均吻肛長為 56.4 ± 7.29 mm，體長數值與北插天山地區。本區因再捕獲個體僅有 1 隻，無法估算族群量，也無法計算其活動範圍。巴陵地區捕獲的個體，在 3 公里的調查範圍內，溪流的前後 50 公尺的範圍內皆可發現(圖十三)。然而巴福越嶺地區的數量並不是很穩定，常呈現間斷捕獲的現象，位於拉拉山內的林管處監測樣區亦有相同的現象。

本樣區在先期調查時共捕獲了 10 隻，當時主要的調查區就在巴福越嶺，森林遊樂區內的溪流少有發現。計畫開始執行仍以巴福越嶺為主，上半年捕獲的數量還算正常，但是 99 年 7 月捕獲 1 隻後，接下來連續 3 次調查皆未發現。我們推測此地受到的干擾太多。巴福越嶺道雖然位於保護區內，但一般人十分容易進入，可能由於資訊的發達，許多攝影者會到此處翻找山椒魚來拍照。在調查過程中，這樣的人我們就遇過二次，也常常在調查時發現石頭大量被翻動，而一無所獲。建議對於巴福越嶺地區的管理應當採取較為嚴格的方式，防止山椒魚受到不當的干擾。



圖十二、巴陵樣區各月份捕獲之個體數及單位努力捕獲量圖。



圖十三、巴陵地區捕獲個體之位置圖，數字代表捕獲個體之位置及捕獲月份。

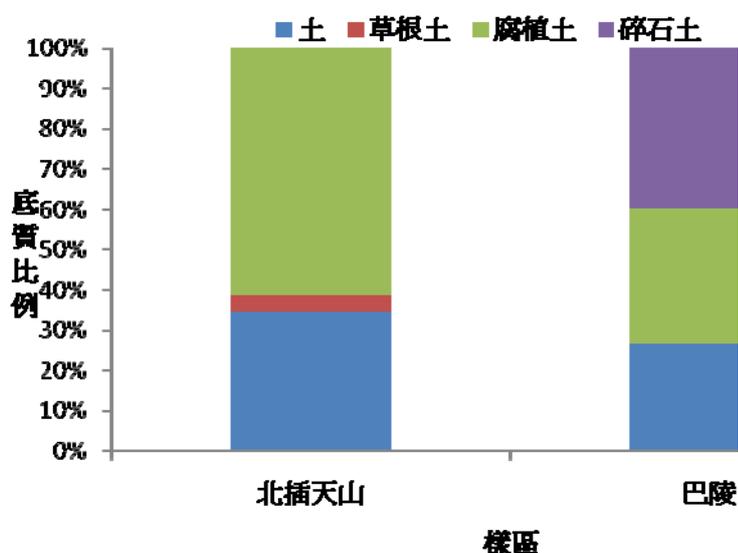
觀霧山椒魚的微棲地特性

(一)利用遮蔽物：北插天山捕獲的 26 隻觀霧山椒魚利用的遮蔽物，3 隻躲藏於枯倒木下，其餘 23 隻是利用石塊為遮蔽物，未發現躲藏於樹皮或落葉堆中者。巴陵地區的 19 隻個體皆是利用石塊為遮蔽物。因此石塊是觀霧山椒魚最常利用的天然遮蔽物，這與阿里山山椒魚相同(呂光洋等，2004)。這是因為石塊為環境中最容易找到的資源，但是阿里山山椒魚有偏好使用木頭作為遮蔽物的傾向，然而本研究由於樣本相當有限，無法分析這種趨勢。兩個監測樣區利用的遮蔽物差異可能來自於環境上的差異，北插天山樣區中如前面提到溪流的左岸有很厚的落葉層，地勢平坦，其上遍佈著天然的枯倒木或枝條。巴陵地區此種環境較少，落葉層較厚或枯倒木較多的地方坡度較陡，推測較不利於山椒魚在此棲息。

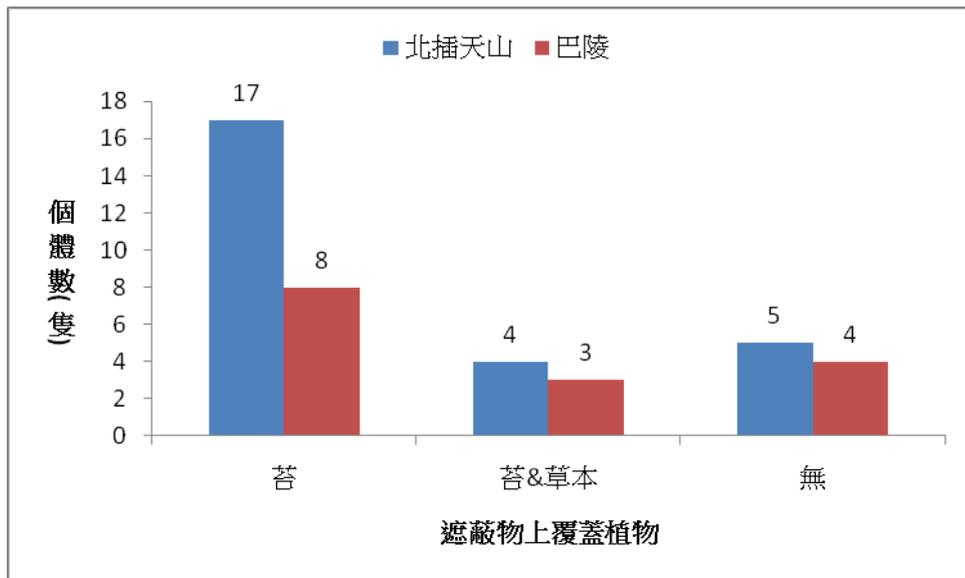
(二)遮蔽物大小：由於受限於調查人員的能力，體積過於龐大的石頭調查人員無法翻動，故此結果呈現為調查人員能翻動者。觀霧山椒魚利用的遮蔽物大小，在北插天山樣區若不計入長形的枯木，利用石頭的平均值為 $51 \times 24 \times 12$ cm (標準差分別為 48.6、6.7 及 4.0 cm)，在巴陵樣區遮蔽物長 \times 寬 \times 高的平均值為 $23 \times 17 \times 9$ cm(標準差分別為 7.0、5.4 及 3.3 cm)。牠們利用的遮蔽物算中型大小，不過由遮蔽物的高度顯示，牠們喜歡利用大而扁平的石頭。觀霧山椒魚利用遮蔽物的大小與阿里山山椒魚(呂等，2004)相較是接近的，牠們一樣喜歡利用大而穩固的遮蔽物，提供牠們良好的保護，以防止天敵及身體水份的散失，並且可以作為覓食的躲藏處。

底質：北插天山尋獲的 26 隻觀霧山椒魚來看，其中 9 隻的底質為泥土，其間沒有雜生其他的植物，另外 16 隻則是落葉形成的腐植土，1 隻利用草根土(圖十四)，以腐植土為主要底質似乎反應了此樣區有大面積的林下落葉層，而裸露地較少，山椒魚在此樣區內又以河的左岸的落葉層豐厚之處較容易發現，故在某種程度上或許其偏好這樣的環境。有些野外觀察者曾經向我們提到，觀霧山椒魚似乎日間會躲在落葉堆下，將其頭部伸出來觀察四週的環境。我們未嚐試將落葉堆全部翻找，這種現象就有待後續研究者

來印證。巴陵樣區尋獲的山椒魚，有記錄其利用底質者為 15 隻，所利用的底質則泥土、腐植土及碎石土所佔比例接近(圖十四)，這個結果相較於北插樣區的個體，似乎反應了環境的差異。在巴福越嶺道上，溪流的底層多由碎石所構成，而本調查中溪流附近發現的個體多利用碎石土為底質，展現出溪流的特色，而離溪流較遠的地方則以泥土及腐植土為主，這結果顯示觀霧山椒魚利用的底質會有地區性差異，這與阿里山山椒魚相似(葉等，1995)。阿里山山椒魚(呂等，2004)以泥土及小碎石為主要利用底質，推測原因是泥土容易挖掘，使山椒魚容易進出遮蔽物，利於牠們的攝食活動。這個推論用於觀霧山椒魚也很合適。然而兩個樣區利用之底質的差異，也反應出二地的環境差異，落葉層較厚的北插天山，底質有落葉的比例相對較高。巴陵地區的觀霧山椒魚在碎石底質的溪床上棲息比例較高。



圖十四、族群監測樣區捕獲個體利用之底質類型分布圖。



圖十五、族群監測樣區捕獲山椒魚之遮蔽物上覆蓋植物類型分布圖。

(三)遮蔽物上的覆蓋植物：山椒魚棲息在潮溼的森林底層，通常牠們所棲息的遮蔽物上因為潮溼會生長一些苔蘚類或是草本植物。記錄到二個樣區在遮蔽物上的覆蓋植物在趨勢上相近。北插天山大部分找到觀霧山椒魚的石頭上面都有長植物，只有 5 隻是在沒有長苔類的石頭下找到。而巴陵地區，也以石頭上只有長苔類的最多，遮蔽物上無植物覆蓋的比例較高(圖十五)。阿里山山椒魚(呂光洋等，2004)所利用的遮蔽物上也以苔類的比例最高，再其次為苔類及草本植物，這表示遮蔽物所在的環境較為潮溼，能讓苔類生長，同時也代表遮蔽物已經很久未曾移動，使苔類甚至草本植物能在石頭上累積的落塵中生長。初步而言，由於觀霧山椒魚的族群量少，樣本數仍舊太少，有待更多資料進行進一步分析。

員工訓練課程

本計畫與陳世煌老師主持之計畫共同舉辦了「觀霧山椒魚與地表無脊椎動物監測研習班」，於99年7月21至22日假觀霧山莊舉行。研習人員主要為新竹林管處各工作站巡山人員及解說志工，共32位。課程於下午1時開始報到，領取研習講義。林管處育樂課葉課長及計畫主持人共同主持開幕式。開幕式中二位計畫主持皆強調觀霧山椒魚監測的重要性，並期許藉由此項研習會將最基本的山椒魚分布調查方法及記錄方式教導給林管處的第一線工作人員，盼望第一線工作人員能在日常工作中多加注意，以使對山椒魚族群的分布及長期變化趨勢能有更為完善的資料。

第一日下午的課程及實作由陳世煌老師負責，講授觀霧地區地表活動的無脊椎動物的監測法及實作。由於地表活動的無脊椎動物是觀霧山椒魚的主要食物來源，因此陳老師於課程中強調瞭解觀霧地表無脊椎動物的多樣性，特別是比較自然棲地及改善後的棲地的無脊椎動物相差異，可得知棲地改善對觀霧山椒魚族群的潛在影響。緊接著室內課程是野外實作，陳老師已事先於一週前利用調查的機會先佈置完課程使用的水陷阱，再於課程中講解佈置及樣本收集保存方法。

第一天晚上的課程則由本計畫主持人呂光洋老師講解「認識山椒魚」，課程中呂老師述說研究山椒魚的歷史，如何走遍全島搜尋山椒魚的蹤影、瞭解山椒魚的物種多樣性，以及對山椒魚的行為、繁殖特性、食性、天敵、棲地、族群動態各樣瞭解。課程的末段則是如何從山椒魚的族群監測來探究世人所關心的全球暖化對生態系的影響。晚間課程的第二段由台灣的蜘蛛專家陳老師來為學員們介紹大家常見但卻不熟悉的蜘蛛，課程中介紹各類的蜘蛛、生態及行為。

第二天上午先由賴俊祥介紹山椒魚的長期監測方法，並於課程中示範如何記錄山椒魚的發現位置、棲地及進行個體標記。接著帶領學員至大鹿林道西線進行山椒魚監測實作，過程中學員們努力尋找，最終發現1隻觀霧山椒魚，學員們都相當興奮。學員們與授課教師交換在野外發現山椒魚的經驗，並探詢在自己的負責區域中何處曾有山椒魚的記錄，多位巡山員希望未來能親自參予。



圖十六、會場佈置。



圖十七、報到情形。



圖十八、育樂課葉課長主持開幕式。



圖十九、呂光洋老師及陳世煌老師。



圖二十、研習班開幕式。



圖二十一、無脊椎動物野外實作課程。



圖二十二、示範山椒魚標記操作。



圖二十三、學員爭相拍照發現的山椒魚。



圖二十四、綜合討論。



圖二十五、全體學員及講師合照。

四、結論

- (一)觀霧山椒魚皆分布在雪山山脈，已知最北的分布點為北插天山，最南則為大鹿林道西線，最東為明池，最西為觀霧。海拔最低為北插天山的 1310 公尺，海拔最高為觀霧的 2230 公尺。
- (二)北插天山觀霧山椒魚族群量估計為 27.6 隻，因為棲地受到干擾較少，故數量穩定。估算的觀霧山椒魚活動範圍 2.5 至 55.8 m²。巴陵樣區的觀霧山椒魚因為數量不穩定無法看出任何趨勢。
- (三)觀霧山椒魚利用的遮蔽物以石塊為主，棲息底質多為腐植土，也喜歡遮蔽物上有苔類生長者。
- (四)員工訓練課程的舉辦，加強學術界與第一線工作人員的交流，未來仍需持續合作。

五、檢討與建議

- (一)本計畫由於核定時山椒魚活動季節幾乎是結束，在有限的 99 年雨季期間，要對預定的調查點達成具有統計可行性的調查次數有其困難度，大部分的調查區域僅進行兩次，在進行影響其分布因子的分析上即使有結果也較為牽強。
- (二)許多地點或路線都有聽說，有些在計畫中去過也確認觀霧山椒魚的分布，但有些則未發現。這有待進一步驗證，後續對觀霧山椒魚在台灣的分布的瞭解，期望管理處的現場工作人員實際調查來補足。
- (三)北插天山及巴陵等長期監測的樣點，北插天山的監測成果因為有較多的再捕獲個體可以得到各樣的估算值，巴陵則僅有捕獲數作為監測成果。
- (四)觀霧山椒魚山椒魚的長期監測，建議可以在繼續在巴陵及北插天山進行。在這些地方設置樣區後，依樣區的大小設置數條穿越線，沿著穿越線上擺

放石塊(20個)，並將石塊編號(唯標號需寫在較不引人注意之處)，亦可擺放木板。當這些可作為山椒魚躲藏的遮蔽物擺放後，每年於固定的時間至樣區調查。調查時間可定在每年的六至九月為台灣的雨季時，並且配合大專院校的暑假，有充足的人手下，將所有穿越線上擺放的石塊翻一遍。記錄每條穿越線是否有發現觀霧山椒魚。發現或未發現的資料，可以依據棲地佔據模式(Occupancy model)所估計的棲地佔有率(Occupancy rate)來求出族群量的指標。若行有餘力，可再多記載發現的是成體或是幼體。此方法無需經由複雜的個體標法，非常容易比較年間的差異。

(五)觀霧巨木步道的觀霧山椒魚族群雖非本計畫之監測範圍，但由林管處的自行監測中得到的結果是相當穩定的。山椒魚展示館的成立是一則以喜，一則以憂。喜的是能透過山椒魚展示館讓民眾了解台灣特稀有的兩棲類動物—山椒魚，牠們在生態上的角色及保育的價值，能為山椒魚的保育盡一份心力，憂的是山椒魚是否會受到不當的干擾。我們認為這端賴解說教育的安排，若展示館內有人工佈置的山椒魚棲地，並且有觀霧山椒魚能滿足遊客的好奇心，並且在此同時告誡遊客們山椒魚容易受到干擾，相信依現今遊客的水平，應該不會有侵擾的動物。在園區內解說時，僅需略為說明山椒魚的環境，切莫有帶民眾去尋找的行為。

六、參考文獻

- Dodd, KC, Jr. 2005. Monitoring Amphibians in Great Smoky Mountains National Park. USGS circular 1258. 118Pp.
- Lai JS, Lue KY. 2008. 2008. Two new *Hynobius* (Urodela: Hynobiidae) salamanders from Taiwan. *Herpetologica* 64(1): 63-80.
- Pollock, KH. 1982. A Capture-recapture Design Robust to Unequal Probability of Capture. *Journal of Wildlife Management* 46:757-760.
- Strain GF, Raesly RL, Hilderbrand RH. 2009. A Comparison of Techniques to Sample Salamander Assemblages along Highland Streams of Maryland. *Environment Monitoring Assessment* 156:1-16
- 呂光洋、賴俊祥，2005，阿里山地區阿里山山椒魚的分布和棲地利用之研究(3/4)-就地復育試驗。行政院農業委員會保育研究系列 93-13 號。48 頁。
- 呂光洋、賴俊祥，2006，阿里山地區阿里山山椒魚的分布和棲地利用之研究(4/4)-就地復育試驗(二)。行政院農業委員會保育研究系列 94-16 號。51 頁。
- 賴俊祥、呂光洋，2007，阿里山地區阿里山山椒魚的分布與族群監測，*BioFormosa* 42(2): 105-117。
- 呂光洋、賴俊祥、梁高賓、張俊文，2004，阿里山地區阿里山山椒魚的分布和棲地利用之研究(二)。行政院農業委員會保育研究系列 92-12 號。50 頁。
- 呂光洋、賴俊祥、梁高賓、連志台，2002，雪霸國家公園兩生爬蟲類調查研究-武陵地區，雪霸國家公園管理處，26 頁。
- 呂光洋、賴俊祥、莊鎮碩、李文傑，2000，觀霧地區兩棲爬行類動物調查，雪霸國家公園管理處，25 頁。
- 呂光洋、賴俊祥、連志台、張俊文，2003，雪霸國家公園兩生爬行類調查研究—雪見地區，雪霸國家公園管理處，35 頁。
- 林曜松，1989，雪山、大霸尖山地區動物生態資源先期調查研究，內政部營建署委託中華民國自然生態保育協會調查。
- 袁孝維，1995，武陵地區登山步道沿線野生動物景觀資源調查研究，雪霸國家公園管理處，62 頁。
- 陳世煌、呂光洋，1987，台灣產山椒魚之研究(一)—研究歷史、分布和形態學之初步研究。野生動物保育研討會專集(一)國家公園和自然保留區之野生動物，林曜松編，頁 79-104。
- 郭承裕、魏美莉、張永仁、許慶文、姜博仁、林玉漳，1994，雪霸國家公園觀霧地區步道沿

線動物資源、植群及其景觀之調查研究-動物資源部份，雪霸國家公園管理處，87 頁。

賴俊祥，1996，台灣產山椒魚分類學研究，國立臺灣師範大學生物學系碩士論文。

賴俊祥、呂光洋，2007，阿里山地區阿里山山椒魚的分布與族群監測。BioFormosa 42(2): 105-117。

附錄：期末審查意見處理情形

意見	處理情形或參閱頁數
題目英文不需用”The”	已修改
中文摘要需著重在「結果」。不用寫「將」字，因為已發生。不用「...」，請直接寫出地點。7月訓練營若為重要成果，要說明多少人參加等資訊。	已修改，參閱第2頁
巴陵為何無法估算觀霧山椒魚的族群大小?(因為違反Jolly-Seber嗎?)	因為僅有1隻再捕獲個體，參閱第27頁
活動範圍為2.5~55.8平方公尺，變量很大，以3隻以上發現劃定之，到是是有多幾次發現?隔多久時間呢?因為這都會影響area size的估算。	3次發現估計而得，參閱第25頁
第32頁要量化資料1，例如石頭平均大小要放標準差，遮蔽物要放標準差	已修正，參閱第29頁。
對棲地的還是要略加集中性，否則豈不為「廣布性」，所以可能可以用一些百分比要表示傾向	已修正，參閱第30頁
北插天山27.6隻是如何估算的，是否用密度表示。	參閱第24頁
長期監測請提供具體建議，而非僅建議林管處「思考」。	參閱第36頁
調查方法可否再明確描述?例如穿越線、距離、點數等。	參閱第8頁
每次調查應納入氣候因子，如溫度、晴雨天。	參閱第10頁
族群量評估可否改以密度表示?	參閱第24頁

描述卵、幼體與成體比例及雌雄比例，以了解季節消長。	雌雄因為在外形上無法區分，故無法進行此分析。而調查中未發現山椒魚卵。
大石頭下或方位不同是否使山椒魚有不同的分布	參閱第 29 頁
族群密度能和雨量、溫度等進行分析，另土壤水分含量多少是否為關鍵因子之一？	因為兩個調查點的最近氣象站為同一個，故作此分析的結果會有解釋上的困難。本研究未進行土壤含水量的測量。
調查方法在報告書中應描述得更詳細，包括各樣區的描述、調查方法、棲地測量方法等。	參閱第 8 及 10 頁
目前的族群估算精確度不高，不易做為監測基礎，應考慮其他更有效率的方法。	參閱第 35-36 頁
Schnabel 所估計的數量應有面積單位(以密度表達)	參閱第 24 頁
請補充珍貴稀有植物分布位置及範圍資料，供土地開發書審查參考	本計畫調查人員非植物專長，無法提供相關資料。需林管處協助。
請佐以森林調查隊、保安林檢定資料及相片基本圖參考提出植群變遷說明，供森林經營參考。	本計畫調查人員非植物專長，無法提供相關資料。需林管處協助。
中文摘要中，在幾個調查地點可否改成觀霧山椒魚？	已修改，參閱第 2 頁
第四頁 1993 年，苗栗縣泰安鄉的部分請作修正。	已修改，參閱第 4 頁
觀霧巨木步道為熱門景點，若訊息發布則山椒魚受到的影響更大，未來若要成立山椒魚展示館，保育工作除了長期監測外應	參閱第 36 頁

如何落實教育宣導?	
大湖工作站的司馬限林道是否有觀霧山椒魚的分布	參閱第 22 頁
山椒魚會比較喜歡進出只有一個出口的洞穴還是四面皆有出口的洞穴	山椒魚利用的石塊往往是天然的，因其大部分時間皆在土層中，在土層中移動時，有覓食需求時會選擇有開口的石塊，但開口的數量應該不影響。