

98-02-03

(1193)

PG9802-0605

099—301020200G1—003

氣候暖化對玉山主峰附近山椒魚族群可能影響
之探討和監測 (2/3)
期末報告

**Population Monitoring of Alishan salamander
(*Hynobius arisanensis*) along Yushan Hiking Trail
and Investigating the Possible Impacts from
Climatic Change (2/3)**

受委託者：國立臺灣師範大學

計畫主持人：呂光洋

協同主持人：賴俊祥

計畫助理：方翔

玉山國家公園管理處

中華民國 99 年 12 月

目次

表次	III
圖次	V
摘要	VII
第一章 緒論	1
第一節 緣起與目的	1
第二節 文獻回顧	2
第三節 前期計畫執行成果	6
第二章 材料與方法	7
第一節 研究物種	7
第二節 玉山步道沿線山椒魚調查與監測	9
第三節 八通關地區山椒魚分布調查	15
第四節 南二段地區山椒魚分布調查	16
第五節 山椒魚保育資訊網頁製作	17
第三章 結果與討論	21
第一節 玉山步道沿線山椒魚調查與監測	19
第二節 八通關地區山椒魚分布調查	32
第三節 南二段地區山椒魚分布調查	34
第四節 山椒魚保育資訊網站	37
第五節 討論	38
第四章 結論與建議	43
第一節 結論	43
第二節 建議	43
參考書目	45

氣候暖化對玉山主峰附近山椒魚族群可能影響之探討和監測 (2/3)

附錄一、期初評審會議意見處理情形 48

附錄二、期中審查意見處理情形 49

表次

表 3-1、各樣區捕獲數與單位努力捕獲量(CPUE)與氣候因子的相關係數表。 30

表 3-2、神木樣區族群存活率(Φ)及捕獲率(p)的模型選擇及 AIC 值，包括了時間效應(t)及恆定值(.)。 30

表 3-3、塔塔加樣區族群存活率(Φ)及捕獲率(p)的模型選擇及 AIC 值，包括了時間效應(t)及恆定值(.)。 31

表 3-4、圓峰樣區族群存活率(Φ)及捕獲率(p)的模型選擇及 AIC 值，包括了時間效應(t)及恆定值(.)。 31

表 3-5、圓峰樣區存活率(Φ)及捕獲率(p)估算值表。 . . . 32

氣候暖化對玉山主峰附近山椒魚族群可能影響之探討和監測 (2/3)

圖次

圖 2-1、阿里山山椒魚(<i>Hynobius arisanensis</i>)	8
圖 2-2、阿里山山椒魚在台灣的分佈圖	8
圖 2-3、玉山步道沿線山椒魚監測樣區位置圖	9
圖 2-4、石山樣區	10
圖 2-5、神木樣區	10
圖 2-6、塔塔加樣區	11
圖 2-7、圓峰樣區	11
圖 2-8、東峰樣區	12
圖 2-9、山椒魚測量之形值與色標編號位置	13
圖 2-10、樣區微氣候記錄裝置圖	13
圖 2-11、八通關地區山椒魚分佈調查之範圍圖	15
圖 2-12、南二段地區山椒魚分佈調查之範圍圖	17
圖 2-13、山椒魚保育網站架構圖	18
圖 3-1、神木樣區山椒魚捕獲量及各月份單位努力捕獲量 (CPUE)圖	21
圖 3-2、塔塔加樣區山椒魚捕獲量及各月份單位努力捕獲量 (CPUE)圖	22
圖 3-3、圓峰樣區山椒魚捕獲量及各月份單位努力捕獲量 (CPUE)圖	23
圖 3-4、各樣區山椒魚利用之遮蔽物上覆蓋植物的類別比例圖	24
圖 3-5、各樣區山椒魚利用之遮蔽物體積值的頻率圖	24
圖 3-6、各樣區山椒魚利用之基質類別比例圖	25

圖 3-7、神木樣區捕獲山椒魚體型年齡層分布圖	26
圖 3-8、塔塔加樣區捕獲山椒魚體型年齡層分布圖	26
圖 3-9、圓峰樣區捕獲山椒魚體型年齡層分布圖	26
圖 3-10、各樣區捕獲之山椒魚體重平均值圖	27
圖 3-11、玉山步道各樣區每月平均溫度圖	27
圖 3-12、玉山步道各樣區每月平均濕度圖	28
圖 3-13、玉山步道各樣區每月平均降雨量圖	28
圖 3-14、玉山步道各樣區每月平均照度圖	29
圖 3-15、八通關地區調查之水源與捕獲山椒魚位置圖	33
圖 3-16、八通關捕獲之山椒魚年齡層分布圖	34
圖 3-17、八通關捕獲之山椒魚成體	34
圖 3-18、巴奈伊克山屋捕獲之山椒魚成體	30
圖 3-19、南二段地區捕獲山椒魚地點的單位努力捕獲量圖	35
圖 3-20、南二段拉庫音溪地區捕獲之山椒魚	36
圖 3-21、南二段塔芬谷地區捕獲之山椒魚	36
圖 3-22、南二段大水窟地區捕獲之山椒魚	36
圖 3-23、山椒魚保育網站的首頁圖	37
圖 3-24、山椒魚保育網站的物種介紹頁	38

摘要

關鍵詞：山椒魚、長期監測、氣候暖化

一、緣起

氣候暖化對物種及生態系的影響近來受到極大的關注，但國內相關研究及監測工作仍然缺少。由於低緯度高海拔的動植物是最適合當作氣候暖化對生態系種種變化的指標。在臺灣的動物中山椒魚是最適合當作監測指標的動物，山椒魚絕大部份都僅分布在國家公園的範圍，故有必要進行長期監測。

二、方法及過程

首先對玉山步道沿線設置六個樣區，分別石山、神木、塔塔加、圓峰、東峰及南峰，今年已進行過四至五次調查。我們在樣區內翻找地表物，當尋獲山椒魚後進行測量棲地與個體形值，之後標放釋回。另外則在八通關地區調查山椒魚的分布，今年已在五月中旬進行過一次調查。在調查區內只要是潮溼的地點皆翻找地表物，尋獲山椒魚時記錄地點及座標資料。同樣地在南二段地區亦調查了山椒魚的分布，今年已在七月中旬進行過一次調查，記錄方法同前。

三、重要發現

在玉山主峰步道沿線調查，石山、東峰及南峰等三個樣區未尋獲山椒魚，其餘樣區的捕獲數為神木樣區 30 隻、塔塔加樣區 14 隻、圓峰樣區 68 隻，總計 112 隻次，僅有 9 隻為再捕獲。尋獲的山椒魚的遮蔽物幾乎都是石頭，而這些遮蔽物上都有植物覆蓋，體積範圍在 400 至 437500 cm³。而遮蔽物下的基質以腐植土、碎石及泥土三類為主。樣區內出現個體以成體為主。

在八通關地區的調查方面，經過二次的調查，分別在八通關至中央金礦沿線皆找到山椒魚，三月份調查到 39 隻，七月份調查到 15 隻。南二段地區調查到的數量為拉庫音溪 1 隻、塔芬谷 2 隻、大水窟 5 隻、白洋金礦 2 隻共計 10 隻。

四、主要建議事項

立即可行之建議

1. 本計畫結合國家公園保育人員一起調查，得到相當不錯。國家公園應多鼓勵保育人員參予長期監測計畫。

中長期建議

1. 八八風災對南二段登山步道造成很大的破壞，現因國家公園已解除管制，為了遊客們的安全，請提醒登山隊伍注意安全。
2. 塔塔加樣區及神木樣區增加監測頻率，期望得到較好的存活率估算值。
3. 設立山椒魚資訊網站，推廣山椒魚保育。

英文摘要

The impacts of global warming on organisms and ecosystems have been receiving great attention in the last couple of years, while the relevant researches and monitoring programs are still wanted. Alpine animals and plants in low latitudes are excellent indicator species to monitor the impacts of climatic changes. In this project we select hynobiid salamanders (amphibian) as the indicator animal for long-term monitoring, they mainly distribute in the range of alpine national parks in Taiwan.

First, we setup five sampling sites around Yushan areas. These sampling sites are Shishan, Shenmu, Tatacha, Yuanfeng, Tongfeng, and Nanfeng. We did the survey four to five times, and discovered a total of 112 salamanders from these sampling sites. We analyzed their microhabitat features including cover objects and substrates. Most of cover objects that salamanders used were stones, and usually different plants covered on the stone. Substrate types under the cover objects were plant detritus, pebbles, and soil. Most individuals were adults. As for Batongkuan area were surveyed in May, and found salamanders at Batongkuan and Baneike. The surveyed along the Second Section of Southern Central Mountain hiking trail were done in July, and found salamanders at Lakuingshi, Tafenku, Dashuiku, and Baiyoung Gold Mine.

The project is only at the beginning stage, we still need more data to analyze and make suitable suggestions in the very near future.

Key Words: Hynobiid salamander; Long-term monitoring; Global warming;

第一章 緒論

第一節 緣起與目的

一、緣起

全球環境之變遷(global change)是目前世界各國都非常重視的議題，尤其是氣候的暖化對物種及生態系的影響更是受到極大的關注。過去十年來在重要的科學期刊，如 Science 及 Nature 都有相當份量的報告在探討這些議題。2009 年 12 月在丹麥哥本哈根的減碳會議有將近 200 多國參予，顯示“暖化”議題受到極大的重視。資料顯示在過去不到 100 年的時間全球平均的溫度至少上升 0.6°C，在歐洲很多地區已顯示出亞熱帶及溫帶的植物有向高緯度及高海拔擴散分布的現象，植物的物候學資料更指出不少植物的開花期提前，不少高山植物發生地區性的滅絕。在動物方面如鳥類及蝴蝶的遷移發生改變，有些蝴蝶的分布向北擴散，兩棲類的繁殖季節提前，蝌蚪的發育受到衝擊。這些資料都是相關科學家長期收集資料比對及監測才獲得答案。

我國雖非 UN 及 IUCN 的會員，但政府的自然保育及種種環保的政策仍然是遵循國際的規範，因此也非常重視氣候暖化的問題，然相關研究及監測工作仍然缺少。科學家指出，在低緯度高海拔的動植物是最適合當作氣候暖化對生態系種種衝擊的指標，臺灣就有這樣優厚的條件。在植物中的龍膽及山椒魚就最合進行暖化衝擊監測的生物。在臺灣已知的五種山椒魚中絕大部份都僅分布在國家公園高海拔的範圍，如阿里山山椒魚(*Hynobius arisanensis*)(玉山)、臺灣山椒魚(*H. formosanus*)(太魯閣、雪霸)、楚南氏山椒魚(*H. sonani*)(太魯閣)、觀霧山椒魚(*H. fuca*)(雪霸)及南湖山椒魚(*H. glacialis*)(太魯閣)。

在玉山國家公園內，登玉山的步道沿線有幾個地點有相對穩定的山椒魚族群，故很適合進行氣候暖化對山椒魚族群變動的監測研究。本計劃以玉山國家公園玉山主峰附近進行山椒魚調查並建立監測技術，再以長期氣候資料與地形地貌環境變遷等探討其族群變動情形，提供日後經營管理及擬定保育

策略之依據。

二、計劃目標

1. 在無天災影響下，一年四次(雨季調查)對玉山園區山椒魚族群進行監測。
2. 在無天災影響下，一年二次(雨季調查)對八通關地區山椒魚族群進行監測。
3. 配合玉山北峰測候所長期氣候資料與玉管處塔塔加地區的微氣候站資料，包括氣溫、濕度的微氣候記錄，比對及長期監測這些山椒魚族群的變動。
4. 探討玉山園區山椒魚的族群生態與氣候的關係，以做為日後玉山國家公園保育經營管理的依據。
5. 在無天災影響下，調查南二段登山路線屬玉山國家公園園區內(八通關至拉庫音溪營地)山椒魚族群的分布範圍。
6. 建立山椒魚保育資訊網站。

第二節 文獻回顧

全球環境變遷 (global change) 是目前世界各國都相當重視的議題。尤其氣候暖化已影響到動植物的生態。Root et al. (2003)¹認為氣候暖化造成物種的特色改變可能有下列四種類型：(1)物種的族群的密度發生改變，以及物種的分布範圍向高緯度或高海拔分布，即物種分布的範圍仍舊是其代謝溫度耐受性極限的地區。(2)物種的生活史特性若是因為溫度改變而啟動者(例如遷徙、開花或產卵的時間)出現的時間(生物時序, Phenology)產生更換。(3)形態的改變，如體型大小、行為發生改變等。(4)族群遺傳上基因的頻率可能產生改變。對於植物及動物對全球氣候變遷的反應評估的結果：近 700 種植物中的 62% 改變開花期，而 450 種動物的 80% 改變了他們的分布界限，而改變的方向一如預期中的方向²³。

¹ Root T. L., Price J. T., Hall K. R., Schneider, S. H., Rosenzweig C., Pounds J. A. 2003. Fingerprints of global warming on wild animals and plants. *Nature* 421: 57-60.

² Root TL, Price JT, Hall KR, Schneider SH, Rosenzweig C, Pounds JA. 2003. Fingerprints of global warming on wild animals and plants. *Nature* 421: 57-60.

³ Parmesan C, Yohe G. 2003. A globally coherent fingerprint of climate change impacts across

因為兩棲類的生物特色強烈地受到環境溫度和濕度的控制，故氣候暖化對牠們的影響特別受到重視。在生物氣候學改變的例子中，如在英格蘭南部二個地區對於兩種蛙類及三種有尾類(Caudates)的研究指出，從 1979 年至 1994 年牠們呈現產卵期逐漸提早的現象，而這種型式與冬天及春天空平均溫度的增加相關⁴。紐約地區的四種蛙類其求偶鳴叫在 1990 年至 1999 年的時間較 1900 年至 1912 年的時間早了 10 至 13 天，這也與一個世紀以來平均每日最高溫的增加有關⁵。相較之下，Blaustein et al. (2001)⁶回顧了數十年來北美四種無尾類的求偶鳴叫時間卻未有明顯繁殖期提早的現象。而形態的改變的例子有紅背無肺螈(*Plethodon cinereus*)族群中體色型頻率的改變⁷。此研究綜合了 1908 至 1994 年近 558 個地點文獻及學者中未發表的野外記錄中色型的比例。結果呈現較適應冷涼微棲地的條紋體色型個體分布的經度、緯度及海拔逐漸升高，並且分布範圍逐漸的減少(原分布範圍的 74-80%)。他們認為地區性的氣候暖化加以森林的干擾足以造成在過去一世紀來物種形態的演化。兩棲類是否可以對現今氣候變遷的程度及速率產生演化上的適應仍舊未知。這個現象是特別重要的，因為瞭解此種現象可以提供我們當兩棲類面對進行中的氣候變化的類似狀況時預期產生的結果。

要找出物種與氣候暖化之相關性，包括了以下數種方法：(1)野外觀察並結合歷史記錄、(2)以野外為基礎的相關性研究、(3)實驗室內研究、(4)野外試驗。

野外觀察結合歷史數據的方法通常用於探討物種分布如何受到氣候變遷的影響⁸，藉由比較物種現今的分布與歷史上的分布，以檢視是否有族群下

natural systems. *Nature* 421: 37-42.

⁴ Beebee TJC. 1995. Amphibian breeding and climate. *Nature* 374:219-220.

⁵ Gibbs JP, Breisch AR. 2001. Climate warming and calling phenology of frogs near Ithaca, New York, 1900-1999. *Conservation Biology* 15:1175-1178.

⁶ Blaustein AR, Belden LK, Olson DH, Green DM, Root TL, Kiesecker JM. 2001. Amphibian breeding and climate change. *Conservation Biology* 15:1804-1809.

⁷ Gibbs JP, Karraker NE. 2006. Effects of warming conditions in Eastern North American forests on red-backed salamander morphology. *Conservation Biology* 20(3): 913-917.

⁸ Davidson C, Shaffer HB, Jennings MR. 2001. Declines of the California Red-legged Frog: Climate, UV-B, Habitat, and Pesticides Hypotheses. *Ecological Application* 11(2): 464-479.

降的趨勢，接著再檢測假設的因果機制的預測與空間分布下降現象的關聯性，然後以統計方法比較不同模型的觀察值與預期值間的相符程度。這種策略的優點是能夠包括一物種的全部分布地點，防止過份依賴少數研究地點的數據，同時也能夠模擬及評估族群下降的不同假說。除此之外，空間分布型的分析是種評估族群下降原因相對較快且有效力的方法，這種方法利用了已經存在於博物館或者近期調查中龐大的分布資料，然後再整合已存在地理資訊系統(GIS)中有關土地利用、海拔及其他因子的訊息。

野外監測法以幾個樣區的長期監測資料為主，研究上先進行族群統計分析(demographic analysis)來找出影響族群存續的重要存續率(vital rate)，如成體存活率(adult survival rate)、幼體存活率、繁殖力(fecundity)...等因子中何者是對族群存續最重要的。若成體存活率最重要，則估算各年度的成體存活率，然後再將各種氣候變遷的因子與成體存活率作相關分析。而氣候因子可依據動物的特性來考量，如龜類可以有冬天最低溫、夏季溫度、夏季降雨量、春季溫度、春季降雨量...等⁹。鳥類中也有類似的作法，例如在南極洲對帝王企鵝(*Aptenodytes forsteri*)與雪海燕(*Pagodroma nivea*)的長期監測研究中¹⁰，成體存活率為最重要族群存續的因子，而將每年成體存活率的數值與氣候因子(海冰濃度、氣溫、南半球波動指數(SOI))等進行相關分析，得到帝王企鵝的存活率與海冰濃度負相關、也與氣溫負相關結果，推論全球暖化會對帝王企鵝造成負面影響，但是雪海燕的存活率則與氣候因子無關。南方管鼻護(*Fulmarus glacialisoides*)，也經由類似的分析，得到海冰範圍與族群變動相關的結果¹¹。

實驗室內研究法，將動物飼養在實驗室內以不同溫度來處理，測量其體長、體重...等之差異。例如對鮑魚(*Haliotis rufescens*)的研究¹²，既是以不同

⁹ Converse SJ, Iverson JB, Savidge JA. 2005. Demographic of an Ornate Box Turtle Population Experiencing Minimal Human-induced Disturbances. *Ecological Application* 15(6): 2171-2179.

¹⁰ Jenouvrier S, Barbraud C, Weimerskirch H. 2005a. Long-term contrasted responses to climate of two Antarctic seabird species. *Ecology* 86: 2889-2903.

¹¹ Jenouvrier S, Barbraud C, Cazelles B, Weimerskirch H. 2005b. Modelling population dynamics of seabirds: importance of the effects of climate fluctuations on breeding proportions. *Oikos* 108: 511-522.

¹² Vilchis LI, Tegner MJ, Moore JD, Friedman CS, Riser KL, Robbins TT, Dayton PK. 2005.

海水溫度來飼養，再看不同溫度下鮑魚的殼長、總重、性腺成熟度、疾病感染度、形態改變等。

野外試驗研究法是將主要測試的動物飼養在野外，然後以不同程度的因子來處理，探討因子對存活率的影響。Kiesecker & Blaustein (1995)¹³就利用此種方式來研究，他們將蟾蜍及青蛙的卵團放在野外人工設置的塑膠水池中，分別以不同的水深(代表不同的程度的紫外線照射)、不同的黴菌感染量來處理，試驗結果紫外線照射量的增加與黴菌感染的共同效應，會使蛙卵大量死亡，進而推測這兩個因子可能是全球兩棲類大量消失的主因。

本研究特性上，並非進行試驗研究，因此後兩種分析法不列入考慮。野外觀察結合歷史數據的方法則缺少有系統的歷史資料無法進行。因此在數據分析上建議日後玉管處可考慮野外監測相關性研究來進行。

估算族群的存活機率(survival probability)、捕獲機率(Capture probability)、年資機率(seniority probabilities)、徵召率(recruitment rate)、轉移機率(transition probability)等族群重要參數，可以利用研究所得標記個體的捕獲歷史資訊，透過模型化及模型的選擇後，可以得知¹⁴。最常用於存活機率估算的是Cormack-Jolly-Seber Model(CJS 模型)¹⁵，此模型為將標記個體的捕獲歷史數據變為一連串存活機率及捕獲機率的多項式乘積，然後找出每個機率參數的最大似真估計值(maximum likelihood estimators)。此模型是通用模型(general model)，即存活機率及捕獲機率皆為時間特定(time-specific)也就是每次調查時的數值皆不同。而存活機率及捕獲機率有可能在時間規模的變化是恆定的(constant)、每年或每季不同，這些模型都只使用較少的參數故稱為減參數模型(reduced-parameter model)。因為有許多模型，因此就必需選擇最能和數據

Ocean Warming Effects on Growth, Reproduction, and Survivorship of Southern California Abalone. *Ecological Application* 15(2): 469-480.

¹³ Kiesecker JM, Blaustein AR. 1995. Synergism between UV-B radiation and a pathogen magnifies amphibian embryo mortality in nature. *PNAS* 92:11049-11052.

¹⁴ Williams BK, Nichols JD, Conroy MJ. 2001. *Analysis and management of animal populations*. Academic Press, San Diego, California, USA.

¹⁵ Lebreton JD, Burnham KP, Clobert J, Anderson DR. 1992. Modeling survival and testing biological hypotheses using marked animals: a unified approach with case studies. *Ecol. Mono.* 62: 67-118.

適配的模式，判斷的標準是使用 Akaike's Information Criterion (AIC) 值，具有最低 AIC 值者視為最能適配數據的模式。而模型間可更進一步以適合度檢測 (goodness-of-fit tests) 和似然比檢測 (likelihood ratio tests) 進行統計比較。

第三節 前期計畫執行成果

本計畫在第一年先在玉山步道沿線設置五個樣區，分別石山、鹿林、神木、塔塔加及圓峰。進行了四次調查，時間分別在四月、六月、十月及十一月。在玉山主峰步道沿線調查，除了石山樣區未尋獲山椒魚外，其餘樣區的捕獲數為神木樣區 25 隻、鹿林樣區 7 隻、塔塔加樣區 15 隻、圓峰樣區 30 隻，總計 77 隻次，僅有 3 隻為再捕獲。尋獲的山椒魚的遮蔽物幾乎都是石頭，而這些遮蔽物上都有植物覆蓋，體積範圍在 400 至 437500 cm³。而遮蔽物下的基質以腐植土、碎石及泥土三類為主。樣區內出現個體以成體為主。

今年度 6 月底於圓峰樣區的調查，我們發現了山椒魚的卵。這是學術界首次於野外記錄到阿里山山椒魚卵。山椒魚的產卵環境為小溪流中的石塊下。此石塊的大小為 28x8x8 cm，當時的水溫為 8.5°C。

山椒魚在玉山國家公園的監測則在八通關地區，經過一次的調查，分別在八通關及巴奈伊克山屋發現山椒魚，八通關 2 隻及巴奈伊克山屋 1 隻。

去年計畫結束時的具體建議有：

1. 結合國家公園保育志工一起調查八通關的山椒魚，得到初步的成果。
國家公園應多鼓勵保育志工參予和巡山員長期監測計畫。
2. 增加分布調查地區，建立國家公園內山椒魚分布點的資料。
3. 塔塔加樣區及神木樣區增加監測頻率，期望得到較好的存活率估算值。
4. 設立山椒魚資訊網站，推廣山椒魚保育。

第二章 材料與方法

第一節 研究物種

在玉山登山步道沿線依據 Lai & Lue (2008)¹⁶及本計畫之前趨計畫的調查都顯示此地區僅有一種山椒魚，即阿里山山椒魚(*Hynobius arisanensis* Maki)。以下簡單介紹阿里山山椒魚的基本資料。

一、分類地位：

阿里山山椒魚(*Hynobius arisanensis* Maki)屬於兩生綱(Amphibia)、小鯢科(Hynobiidae)、小鯢屬(*Hynobius*)的種類。本屬現有 32 種，分布在台灣、日本、韓國、中國及俄屬遠東地區，台灣為本屬分布的最南界。本種原先被認為是與台灣山椒魚(*Hynobius formosanus*)為同物異名(synonym)，爾後經過遺傳方面的證據及形態上的特殊性證實為獨立種¹⁷。

二、形態特徵(圖 2-1)

體型細長，成體吻肛長 5.0-6.5 cm，全長約為 11 公分。體背面一致黑棕色、棕色或紅棕色。腹部棕色或灰棕色。除了頭及肋間溝區之外，全身均勻密布小的黃色腺點。體背及側面有時會有白色小斑塊。頭部較小，扁平狀，長大於寬。吻端鈍圓，外鼻孔近吻端。眼大而突出，位於頭部前側約三分之一處。耳腺略為顯著。四肢長，指趾亦長，前後肢在側壓時前後趾接觸。第二指最長，第四指最短，後肢五趾，第五趾最短，有些個體退化成小突起狀。肋間溝 12-14 條(含前後腳基部)。尾略短，圓筒狀，後方 1/3 側扁，末端尖。

三、生態習性

棲地非常多樣，從高山寒原至遮蔭密布的常綠林底層，通常在溪流、冷泉及滲水處附近發現。白天時，個體躲藏在石頭或朽木或其他遮蔽物下。繁殖期在冬末春初，為體外受精的種類。

¹⁶ Lai JS, Lue KY. 2008. 2008. Two new *Hynobius* (Urodela: Hynobiidae) salamanders from Taiwan. *Herpetologica* 64(1): 63-80.

¹⁷ Lai JS, Lue KY. 2008. 2008. Two new *Hynobius* (Urodela: Hynobiidae) salamanders from Taiwan. *Herpetologica* 64(1): 63-80.

圖 2-1、阿里山山椒魚(*Hynobius arisanensis*)。



四、地理分布

阿里山山椒魚分布在中央山脈、玉山山脈及阿里山山脈海拔 1800 至 3800 公尺。已知最北分布點為丹大山，最南為北大武山，依據本實驗室整理的初步分布圖見圖圖 2-2

五、保育等級

依據 98 年 4 月 1 日生效的最新保育類野生動物名錄，阿里山山椒魚列為保育類第 I 級的物種，即瀕臨絕種野生動物。

圖 2-2、阿里山山椒魚在台灣的分布圖。

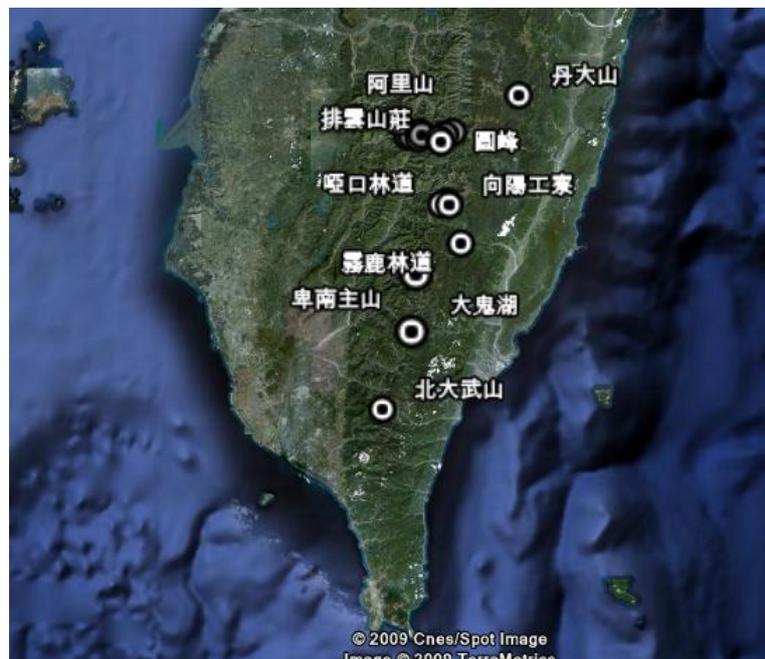


圖 2-3、玉山步道沿線山椒魚監測樣區位置圖。



第二節 玉山步道沿線山椒魚調查與監測

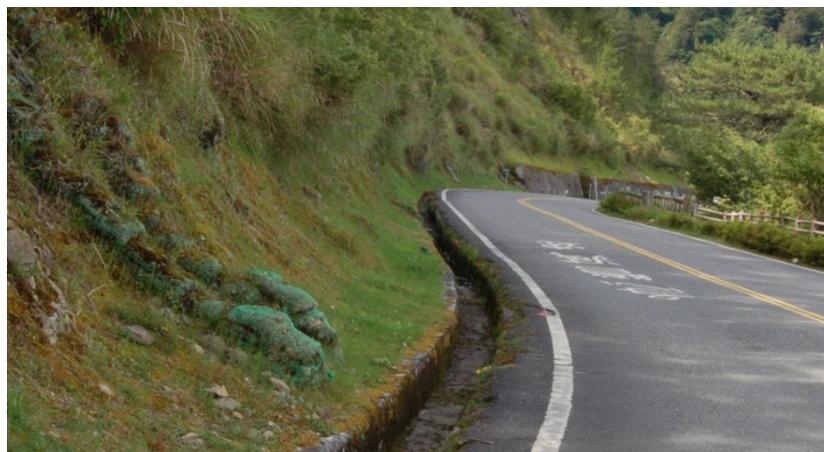
一、調查地點

沿著新中橫及排雲登山步道為調查主線設置六個固定樣區，包括石山樣區、神木樣區、塔塔加樣區、圓峰樣區、東峰樣區與南峰樣區(圖 2-3)。葉(1991)¹⁸的監測調查中，包括了其中三個(玉山群峰地區的樣區未包括其中)。由於山椒魚的移動性很低，除非大面積的地形地貌改變如道路工程改變原棲地的樣式，否則在一般認為高干擾性的道路兩旁仍舊會有族群的存在，因此我們選擇這幾個樣區。今年度的樣區描述如下：

石山樣區(圖 2-4)：位於新中橫公路石山服務區道路對面長約為 300 公尺的向陽坡地，坡度約為 60 度，石塊零星分布在邊坡上。但邊坡岩塊有滲出之泉水，水量很小，滲出的水積存在水溝中。本樣區海拔高度為 2500 公尺。

¹⁸葉明欽，1991，臺灣山椒魚(*Hynobius formosanus*)棲地與族群變動之研究。國立臺灣師範大學生物研究所碩士論文。74 頁。玉山國家公園保育研究報告編號 79-1。

圖 2-4、石山樣區。



神木樣區(圖 2-5)：樣區範圍從神木林道入口至步道崩塌處。林道已呈荒廢之狀態。樣區內由一溪流貫穿，在步道與溪流第一次的交會點後開始可以發現山椒魚。溪流與步道的第二次交會點後分流，一個直接往下方流動，另一則沿著步道流，直至步道崩塌處再往下方流動。步道上雜草叢生，唯有水源附近較為稀少。本樣區於莫拉克風災後，形成兩處坍方，然而崩塌未覆蓋到山椒魚主要出現的水源，故影響較小。

圖 2-5、神木樣區。



圖 2-6、塔塔加樣區。



塔塔加樣區(圖 2-6)：範圍由大鐵杉至塔塔加登山口，監測地區以道路兩側為主，總長度約 1.6 公里。而此範圍內有二條季節性乾涸的溪流分別位於大鐵杉附近及大鐵杉往登山口約 600 公尺處。而道路邊坡上有多處的天然滲水，使此地的邊坡保持溼潤的狀態，大部份的山椒魚發現於邊坡上。本樣區在莫拉克後，未見到明顯的地形地貌改變。

圓峰樣區(圖 2-7)：此地為荖濃溪之源頭之一。樣區內僅有禾本科草類，雜有川上氏薊、玉山小蘗、玉山山蘿蔔，而刺柏及玉山杜鵑等灌木呈現低矮狀間雜其間。本樣區於風災後，亦未見明顯地形地貌改變。

圖 2-7、圓峰樣區。

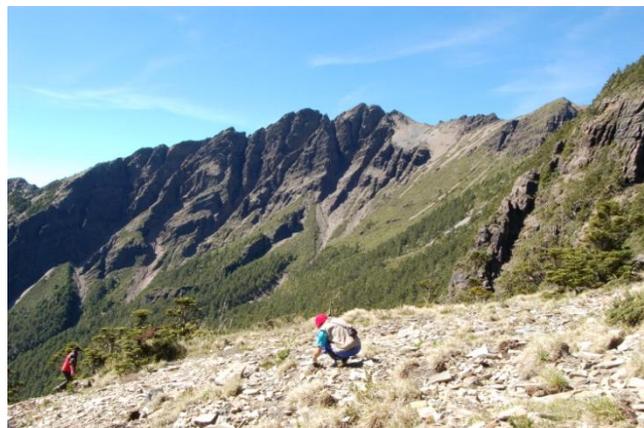


圖 2-8、東峰樣區。



南峰樣區：此地位於南峰登山口附近，為一明顯的水源。樣區內狀況類似於圓峰樣區，以禾本科草類為主，雜有川上氏薊、玉山小蘗、玉山山蘿蔔，而刺柏及玉山杜鵑等灌木呈現低矮狀間雜其間。

東峰樣區(圖 2-8)：此樣區在東峰下茆濃溪營地旁，茆濃溪源貫穿整個樣區，區內為針葉林，林下滿覆苔蘚。樣區以溪流為主體，尋找山椒魚的範圍在溪流的兩側 50 公尺行走所及的範圍內。

二、調查方法

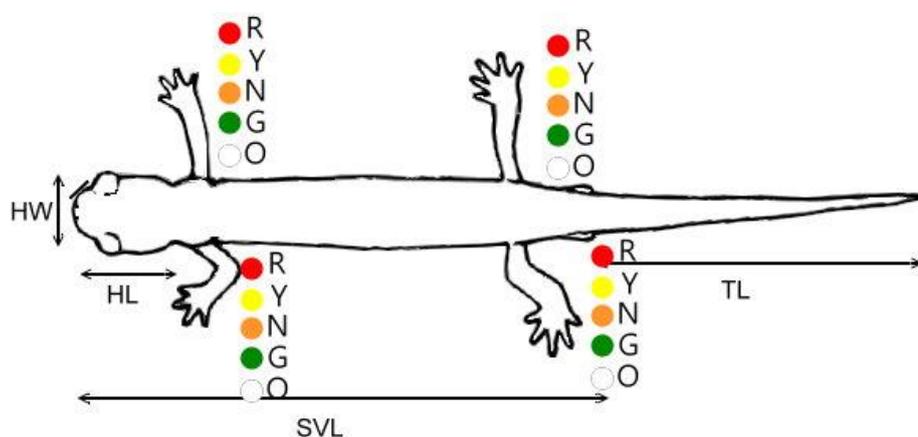
我們使用範圍限制尋找法(Area-Constrained Survey, ACS)，即在翻找每個樣區內所有山椒魚可能躲藏的地表遮蔽物(如石塊或枯倒木)，仔細檢視遮蔽物下是否有山椒魚。若發現山椒魚則立即將其捕捉，放入保存袋內，並於袋內置入植物防止山椒魚被擠壓受傷。接著進行棲地紀錄、個體測量及標放。

遮蔽物：記錄遮蔽物的類型(石頭或木頭)等，遮蔽物的長度、寬度及高度，遮蔽物上覆蓋的植物類別(苔類、蘚類或草本植物)。記錄完畢後進行拍照存檔，便於回實驗室後再行確認。

基質：記錄遮蔽物下基質的主要組成，類別概分為泥土、碎石、腐植質及植物根系，當然亦有混合類型。另外亦記錄基質是否有明顯可見的水。記錄完後拍照存檔。

形值測量與標記：接著將測量吻肛長(SVL)、尾長(TL)、頭長(HL)及頭寬(HW)(圖 2-9)，並且測量體重。我們使用軟性螢光標記(VIE tags)來進行標放，標記的方法是在四肢及尾部腹面分別打上不同的螢光標記，再依五個位置的色彩組合來辨認個體，依此系統共可得到 5^5 (5 種色彩-5 個位置)=3125 種色彩

圖 2-9、山椒魚測量之形值與色標編號位置。



(代號 SVL：吻肛長；TL:尾長；HL：頭長；HW：頭寬；R：紅色；Y：黃色；N：橘色；G：綠色；O：無色。)

圖 2-10、樣區微氣候記錄裝置圖。長筒形為溫濕度記錄器，方形為溫度及照度記錄器。



氣候暖化對玉山主峰附近山椒魚族群可能影響之探討和監測 (2/3)

組合，選擇此法而不用剪趾標記法是期望能避免造成再捕率降低(Clark,1972)或體重減輕(Daugherty, 1976)等生理及行為上的影響，但是對幼體則為不進行螢光標記。標記完後將個體的背腹面拍照以利後續辨視比對，然後放入清水中待其甦醒後再釋放回原先捕捉之遮蔽物下。

微氣候記錄：在樣區中以 HOBO ProV2 temp/RH 記錄每 30 分鐘樣區的溫度及濕度值，同時也以 HOBO Pendant temp/light 記錄每 30 分鐘樣區的溫度及照度的數值。微氣候記錄裝置的設置如圖 2-10。期初評審會議時委員曾建議登錄雪季與雨量資料，這部分資料透過中央氣象局及玉管處的協助取得。

三、調查時程

計畫我們按照預定進度完成野外調查，本年度至今已完成各樣區至少四次的族群監測調查。在每個樣區調查時，記錄調查的開始時間及結束時間，以進行單位努力捕獲量的估算。

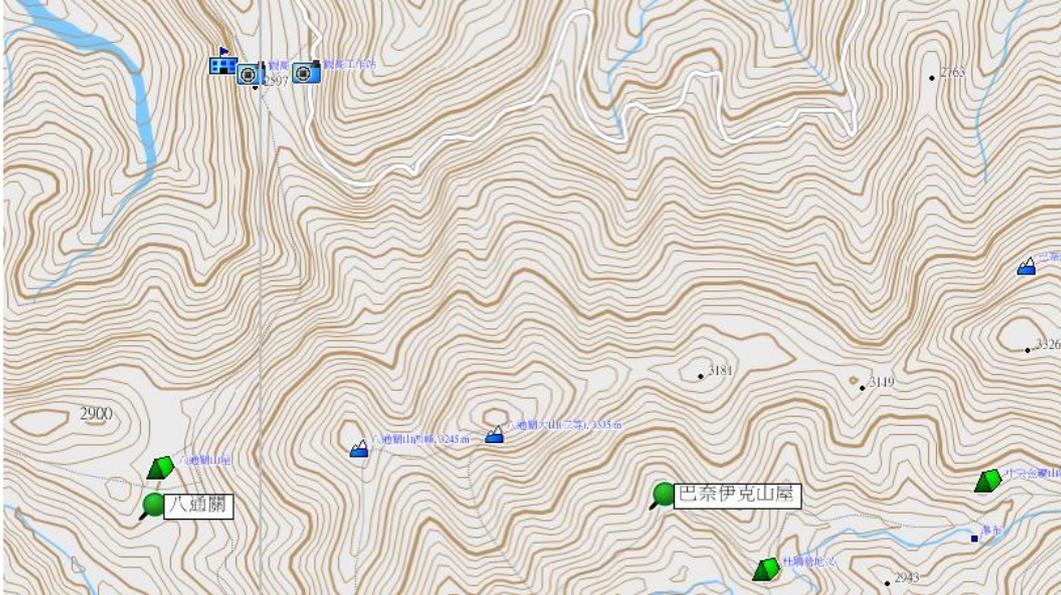
四、數據分析

捕獲個體數、遮蔽物類型、遮蔽物上覆蓋植物、遮蔽物體積、基質類型、體型(吻肛長)等以隻數(頻率)進行比較。而吻肛長 50 mm 以上者視為成體¹⁹，25 mm 以下者為幼體，介於二者之間的為亞成體。單位努力捕獲量的計算方式為將捕獲個體數除以調查人數再除以調查小時數。由於每個樣區內翻找的時間常會隨著氣候(雨天與否)而變，並且雖然能翻找的數量大同小異，有時會因調查者翻找的仔細程度有別而有差異，所以選擇固定的樣區，以實際操作時的努力度來計算。

氣候因子的分析上，將置放於樣區中的溫濕度記錄器中的數據讀出，求出每日的平均溫度及平均濕度。將單位努力捕獲量分別與調查日平均溫度及平均濕度作相關分析。接著再分析存活率與溫濕度之間的相關性，為得到存活率的估算值，則需將存活機率及捕獲機率模型化。依據 Cormack-Jolly-Seber

¹⁹ 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。

圖 2-11、八通關地區山椒魚分布調查之範圍圖。



model²⁰，我們將通用模型與幾個減參數模型進行比較，具有最低 AIC 值者視為最能適配數據的模型²¹。因為本調查僅進行一年，因此將存活率(Φ)的備選模型(alternative models)只有每次不同及恆定二種，而且也僅分析成體。發現率(p)則亦為每次不同及恆定二組。模型的比較與選擇使用軟體 MARK²²。

第三節 八通關地區山椒魚分布調查

一、調查地點

沿著東埔至八通關登山步道為調查主線，主要調查地點為八通關、巴奈伊克山屋及中央金礦等三處(圖 2-12)。

²⁰ Lebreton JD, Burnham KP, Clobert J, Anderson DR. 1992. Modeling survival and testing biological hypotheses using marked animals: a unified approach with case studies. *Ecol. Mono.* 62: 67-118.

²¹ Williams BK, Nichols JD, Conroy MJ. 2001. Analysis and management of animal populations. Academic Press, San Diego, California, USA.

²² White GC, Burnham KP. 1999. Program MARK: survival estimation from populations of marked animals. *Bird Study* 46(Supplement): 120-138.

二、調查方法

在這些調查區沿途潮溼有水的適當地點以徒手翻找的方式，翻找調查地點中山椒魚所有可能躲藏的地表遮蔽物。尋獲山椒魚後，紀錄其微棲地、個體形值並拍照其形態體色，然後再釋放回原地。調查同時持衛星定位儀(GPS)將發現山椒魚的位置定位。

三、調查時程

我們按照預定進度赴野外進行調查，已完成二次的調查，調查日期第一次為 99 年 3 月 26 至 29 日，第二次為 99 年 7 月 15 至 17 日。

第四節 南二段地區山椒魚分布調查

一、調查地點

沿著拉庫音溪至巴奈伊克登山步道為調查主線，主要調查地點為拉庫音溪、雲峰、輓輓谷、塔分谷、大水窟與白洋金礦等六處(圖 2-12)。

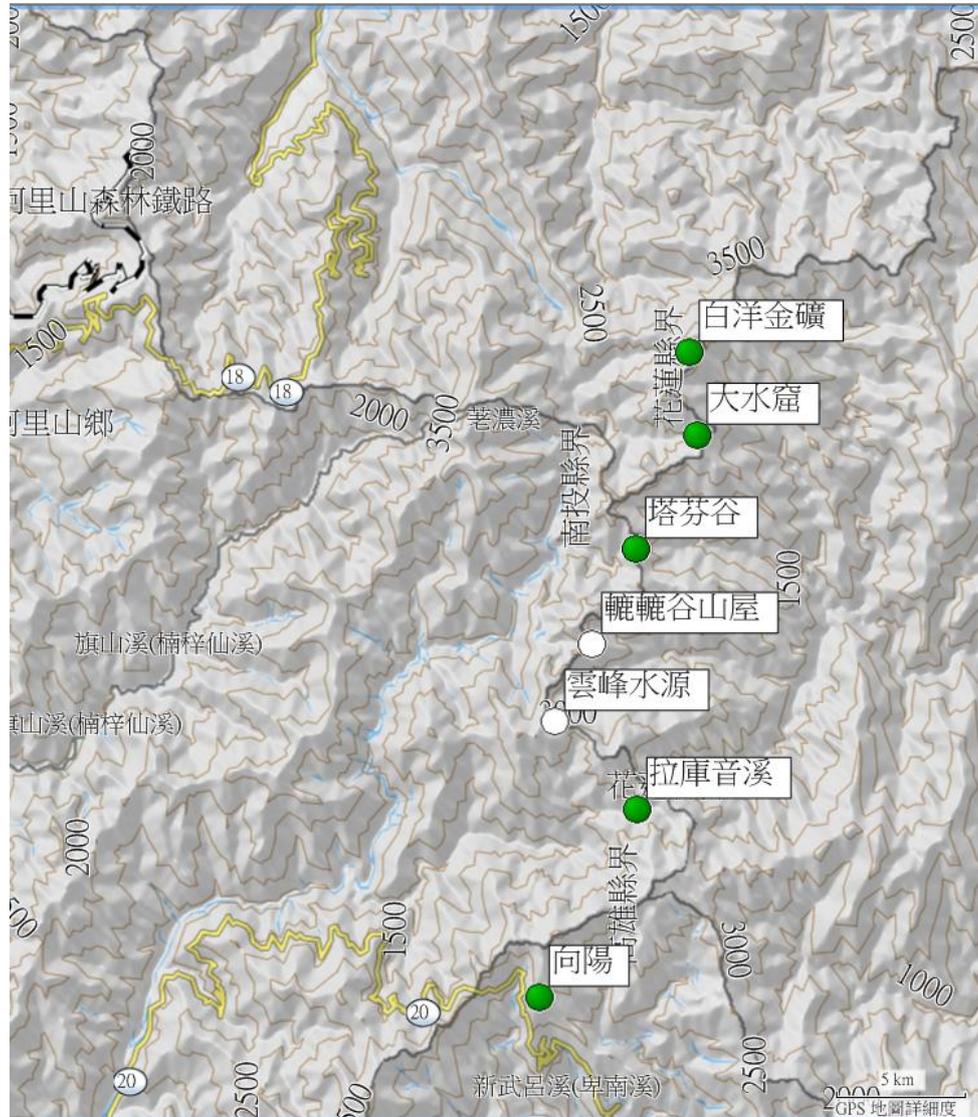
二、調查方法

在這些調查區沿途潮溼有水的適當地點以徒手翻找的方式，翻找調查地點中山椒魚所有可能躲藏的地表遮蔽物。尋獲山椒魚後，紀錄其微棲地、個體形值並拍照其形態體色，然後再釋放回原地。調查同時持衛星定位儀(GPS)將發現山椒魚的位置定位。

三、調查時程

我們按照預定進度赴野外進行調查，調查的日期為 99 年 7 月 12 至 16 日。

圖 2-12、南二段地區山椒魚分布調查之範圍圖。



第五節 山椒魚保育資訊網頁製作

一、軟體

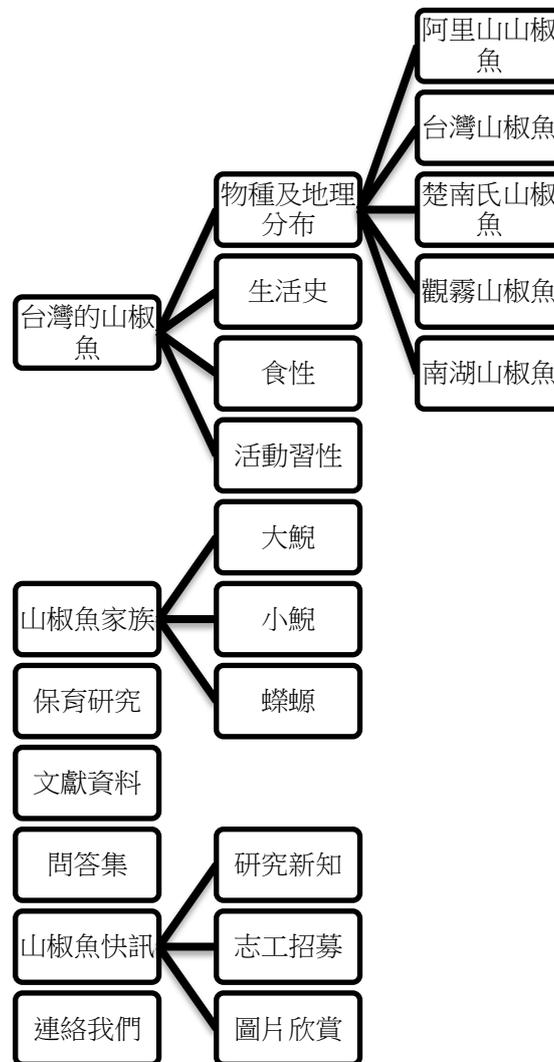
網站以 PHP (*PHP : Hypertext Preprocessor*) 作為在電腦上執行的腳本語言(指令碼語言, Script language), 此種腳本語言主要用途是在於處理動態網頁, 也包含了命令列執行介面 (command line interface), 或者產生圖形使用

者介面 (GUI) 程式。教育部在輔導各級學校製作網頁時，開發了免費的 XOOPS 軟體，提供了許多完成的 PHP 的模組，如會員管理、消息管理、網頁內容、計時器、計數器....等等，可以直接套用在建置的網站上。

二、網站架構

建置的網站包括七大項目，網站之架構如圖 2-13，各項目的名稱及內容如下：(1)台灣的山椒魚：介紹台灣的五種山椒魚及其地理分布，亦介紹生

圖 2-13、山椒魚保育網站架構圖。



活史、食性及活動習性，除文字介紹外，也將包括本實驗室自行拍攝的影片。

(2)山椒魚家族：介紹山椒魚的分類及演化地位，並介紹其所屬的小鯢科，近親的大鯢(娃娃魚)及蝾螈類。(3)保育研究：列出現今的保育方向及進行中的保育研究計畫。(4)文獻資料：台灣有關山椒魚的研究文獻資料庫，若沒有版權問題會放上 pdf 檔，或者標記相關連結。(5)問答集：列出一些我們常被問到的有關山椒魚的問題，或者網站造訪者所提出來的問題及回答。(6)山椒魚快訊：有關山椒魚研究新發現、招募監測調查的資訊、造訪者提供野外拍攝到的山椒魚圖片皆可公告及張貼在此，當然搭配首頁的最新消息呈現。(7)連絡我們：與網站管理者的交流。

氣候暖化對玉山主峰附近山椒魚族群可能影響之探討和監測 (2/3)

第三章 結果與討論

第一節 玉山步道沿線山椒魚調查與監測

一、捕獲數量

合併第一年的調查結果，各樣區的捕獲數方面，石山樣區未捕獲任何山椒魚，今年度新增加的南峰樣區及東峰樣區也未發現山椒魚。另外三個樣區的結果分述如下。神木樣區今年度共進行五次調查的捕獲共 30 隻，再捕獲個體 1 隻(圖 3-1)，計畫至今已捕獲 55 隻次，3 隻為再捕獲，共標記 52 隻；單位努力捕獲量(Catch per unit effort, CPUE)最高為 99 年 8 月的 1.8 隻/人.小時，最低為 99 年 11 月的 0.3 隻/人.小時。今年 6 月捕獲的數量與去年 6 月相同皆為 12 隻，捕獲量都以 3、4 月開始增加，6 月最高，爾後再下降減少的趨勢。但是就 99 年 11 月而言，樣區實際上是個異常狀態，因為我們在調查時發現樣區的地表物已全數被翻找過，翻開後的石頭都沒有放回原位，我們在第一次尋找時一無所獲，直到作完圓峰樣區調查後，又再進行調查才翻找到。雖然找到的數量與去年 11 月差不多，但這種現象會對數據分析結果產生影響。委員提到 88 風災是否對族群產生影響，初步看來對神木樣區是沒有影響的，

圖 3-1、神木樣區山椒魚捕獲量及各月份單位努力捕獲量(CPUE)圖。

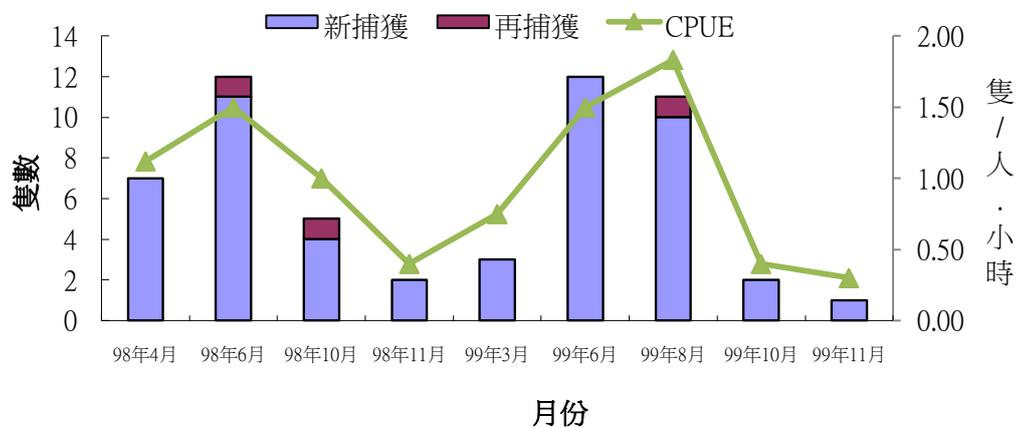
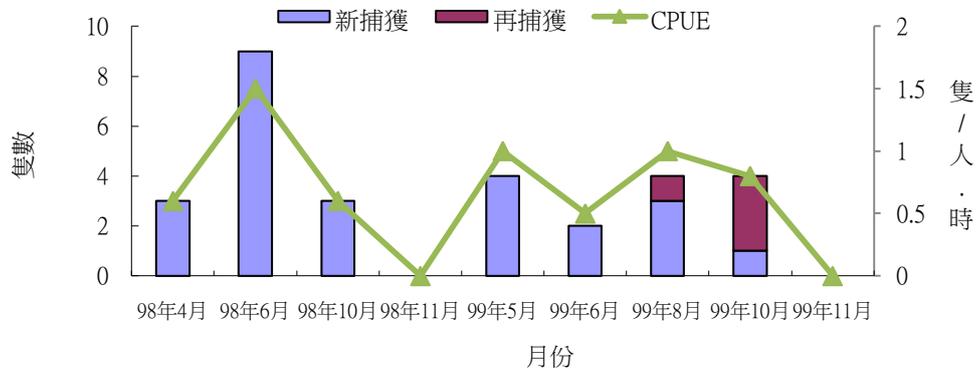


圖 3-2 塔塔加樣區山椒魚捕獲量及各月份單位努力捕獲量(CPUE) 圖。

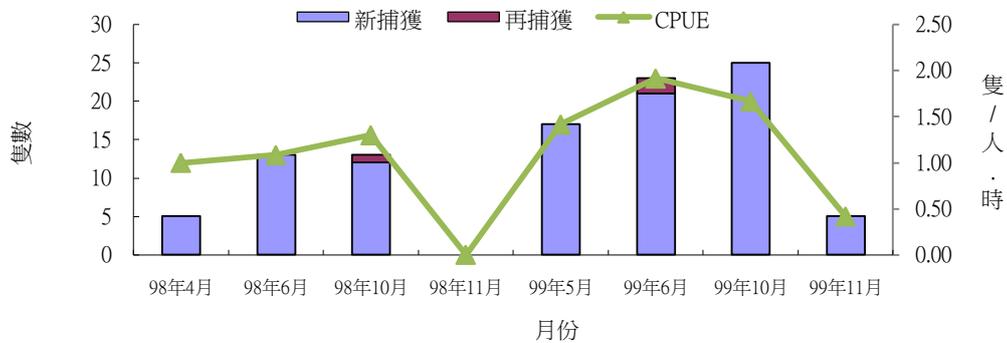


88 風災時，神木樣區確實產生山坡土層滑落林道的現象，但並不是在山椒魚的較為集中的地點，雖然 98 年 10 月數量遠較 6 月為少，但是到 99 年 6 月能找到的數量就約與去年同期相當，而 10 月及 11 月亦呈現相同的趨勢。

塔塔加樣區去年度共捕獲 15 隻，今年度在五次調查中則捕獲 14 隻，再捕獲 4 隻(圖 3-2)，計畫至今已捕獲 29 隻次，共標記了 25 隻。再捕獲個體中有 1 隻被捕獲第 3 次。單位努力捕獲量同樣以 98 年 6 月(1.5 隻/人.小時)最高，98 年及 99 年的 11 月沒有捕獲最低。單位努力捕獲量呈現春夏季高而秋冬季低的趨勢。88 風災在塔塔加樣區未造成任何損害，去年度捕捉數有明顯的高低峰(圖 3-2)，但是今年的數量卻較為平均，這或許是年度差異。

圓峰樣區去年度共捕獲 30 隻，其中 1 隻為再捕獲。99 年進行了四次調查，原訂 8 月底的調查因天候不佳未至樣區調查，而 5 月時排雲管理站派員(高志成先生)協助至玉山圓峰、南峰及東峰進行族群監測及分布調查。99 年共捕獲了 68 隻，2 隻為再捕獲(圖 3-3)，調查至今總計捕獲 98 隻次，標記了 95 隻個體。單位努力捕獲量在 99 年前三次的調查皆在 1.7 隻/人.小時以上，而本樣區除 98 年 11 月未捕獲外，99 年 11 月單位努力捕獲量為 0.42 隻/人.小時，其餘月份單位努力捕獲量皆在 1 隻/人.小時以上，圓峰樣區初步看來為山椒魚密度最高的樣區。88 風災也沒有對圓峰樣區產生影響，由圖 3-3 中可以看出

圖 3-3、圓峰樣區山椒魚捕獲量及各月份單位努力捕獲量(CPUE)
圖。



(柱狀圖內之數字為樣本數)

春夏季單位努力捕獲量高，而秋冬季單位努力捕獲量低，高低峰期非常明顯的現象。

二、山椒魚利用的微棲地

遮蔽物:幾乎所有山椒魚皆在石頭下發現，僅有 1 隻個體是在枯倒木下發現。

遮蔽物上覆蓋植物:發現山椒魚的遮蔽物上有時會有植物覆蓋(圖 3-4)，最主要的覆蓋植物是苔類，這些苔類有些只是部分覆蓋遮蔽物，有些則是全部覆蓋。苔類覆蓋程度再高一點的，在比較潮溼的環境會再有地錢蘚等植物混生，若石塊上有積土者會有草本植物附生其上。而圓峰樣區的遮蔽物沒有覆蓋任何植物的比例非常高，將近 75%，神木林道亦有近半數的遮蔽物是無覆蓋植物的。相對地，塔塔加樣區苔類覆蓋遮蔽物的比例就超過一半。這種現象的成因仍有待收集更多的數據再進行探討。

圖 3-4、各樣區山椒魚利用之遮蔽物上覆蓋植物的類別比例圖。

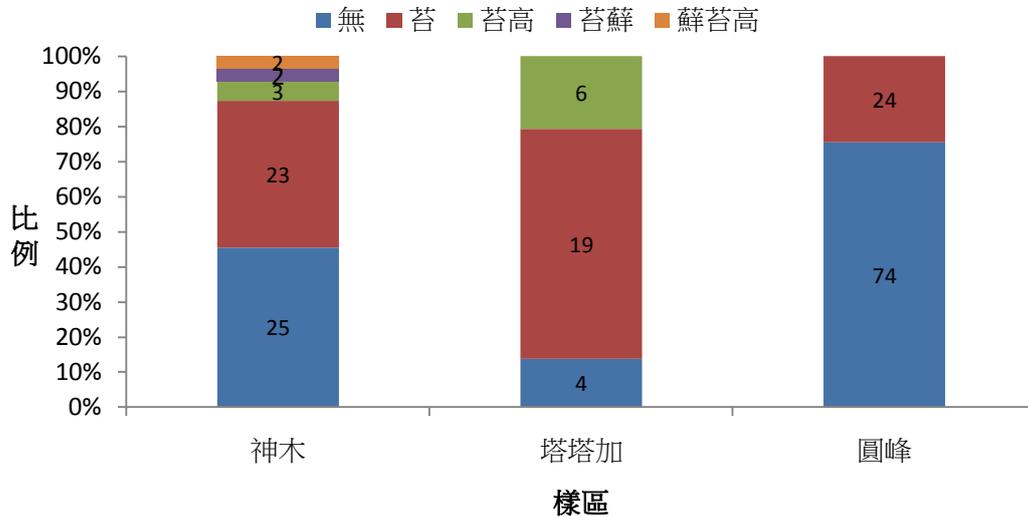
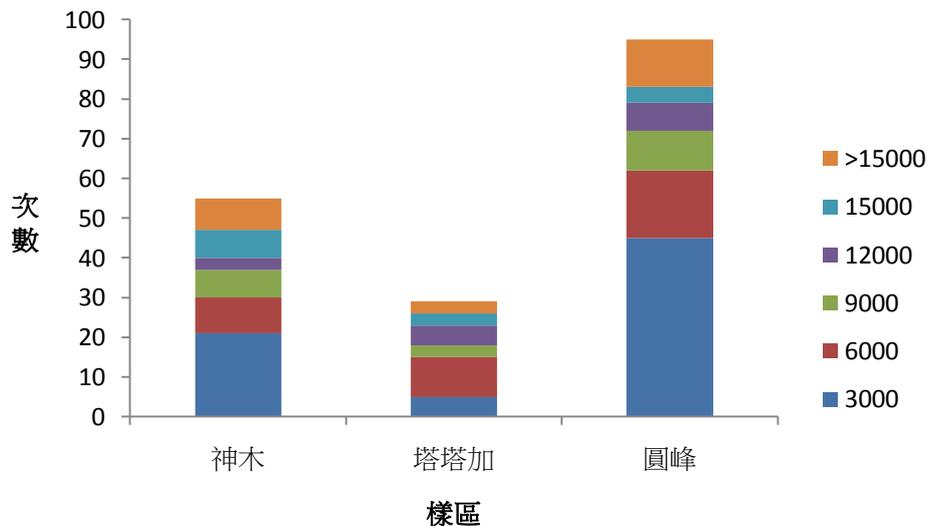
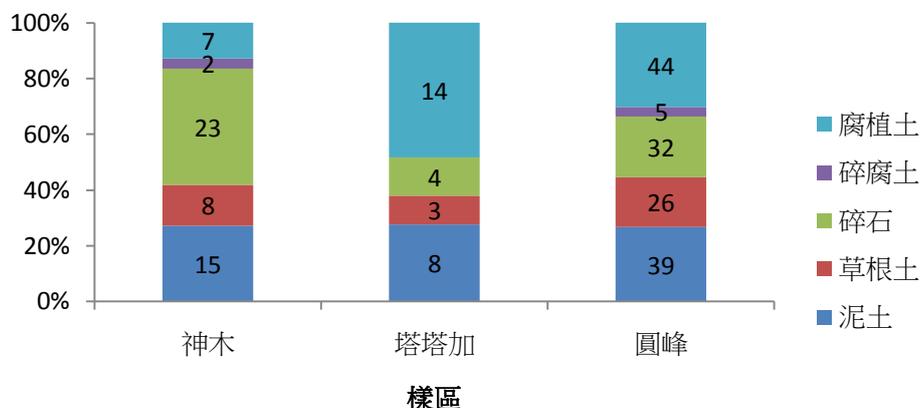


圖 3-5、各樣區山椒魚利用之遮蔽物體積值的頻率圖(單位: cm^3)。



遮蔽物的體積：發現山椒魚的遮蔽物體積範圍從 400 至 437500 cm^3 ，體積最大的遮蔽物為一截大型枯倒木，其餘皆為石塊，最大石塊體積為 165600 cm^3 。圖 3-5 中顯示遮蔽物體積在 6000 cm^3 以下較常發現山椒魚。分析山椒魚吻肛長與遮蔽物體積的相關性，不論是原始體積值($r=0.141$)或體積的對數值($r=0.237$)皆接近無相關，因此體型大小與利用遮蔽物大小無關。

圖 3-6、各樣區山椒魚利用之基質類型比例圖。



(柱狀圖內之數字為樣本數)

基質類型：遮蔽物下的基質有腐植土、碎石、草根土(基質中有草根)、碎腐土(碎石與腐植都有的泥土)及泥土(單純土壤)(圖 3-6)。山椒魚主要利用腐植土、碎石及泥土三類，但各族群的比例不同。鹿林族群利用碎石比例高，塔塔加族群則多在腐植土上，而圓峰族群使用草根土的相對比例較高。據野外觀察之經驗，圓峰地區因為屬向陽面，早晨日照強烈，石頭表面溫度有時很高，故此地發現的山椒魚的遮蔽物都在草本植物附近，較少在完全日曬裸露的石頭下，然而整體的趨勢仍有待收集更多的資料。

三、山椒魚的形值

各樣區捕獲山椒魚的體型分布如圖 3-7~9。我們將山椒魚依體型分為三個年齡層，吻肛長小於 25 mm 者為幼體(metamorph)，吻肛長大於 50 mm 為成體，而亞成體(subadult)則是吻肛長介於二者之間者。樣區內捕獲個體以成體為主，亞成體的出現量較少，幼體在 98 年較為稀少，99 年的數量較多。亞成體在神木樣區幾乎一整年可見(圖 3-7)，塔塔加樣區亦是如此(圖 3-8)，圓峰樣區為每年的 6 月最高。幼體在神木樣區出現的量雖不多，但幾乎每次調查皆可發現，而塔塔加僅發現一次，圓峰地區以 99 年較常發現。

圖 3-7、神木樣區捕獲山椒魚體型年齡層分布圖。

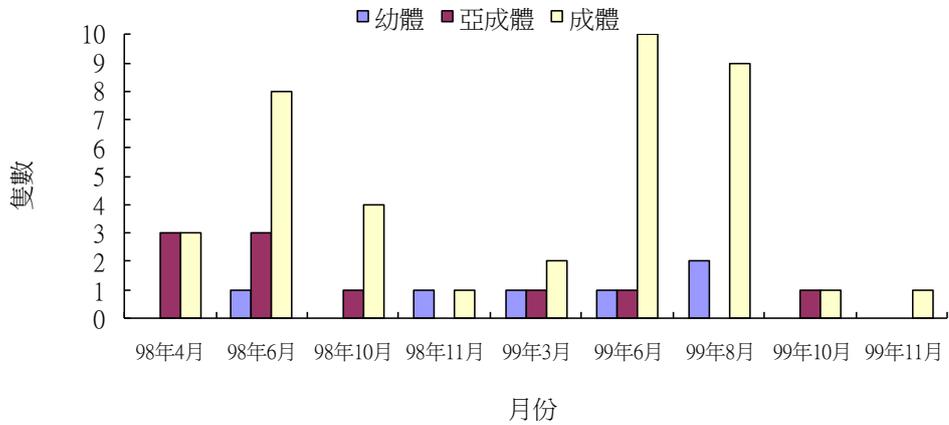
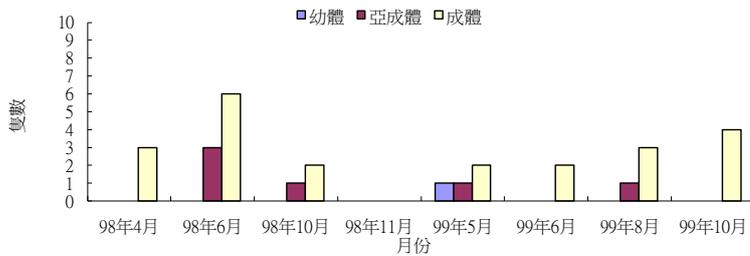


圖 3-8、塔塔加樣區捕獲山椒魚體型年齡層分布圖。



(99 年 11 月之調查無捕獲)

圖 3-9、圓峰樣區捕獲山椒魚體型年齡層分布圖。

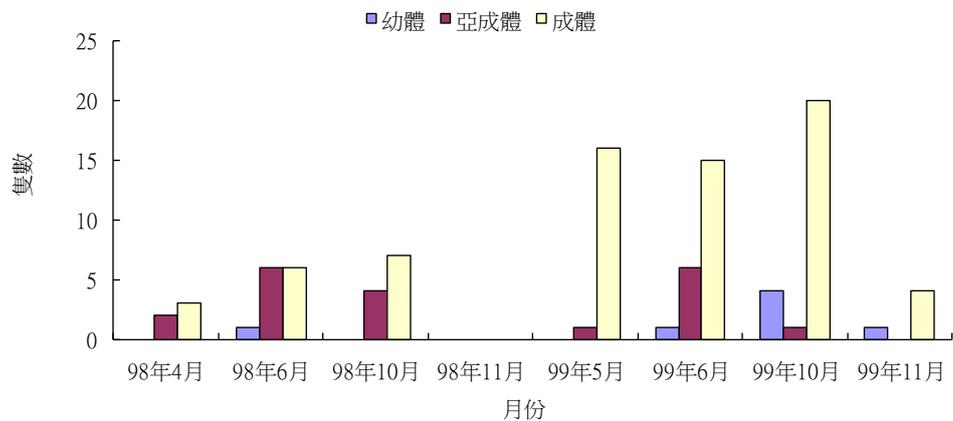
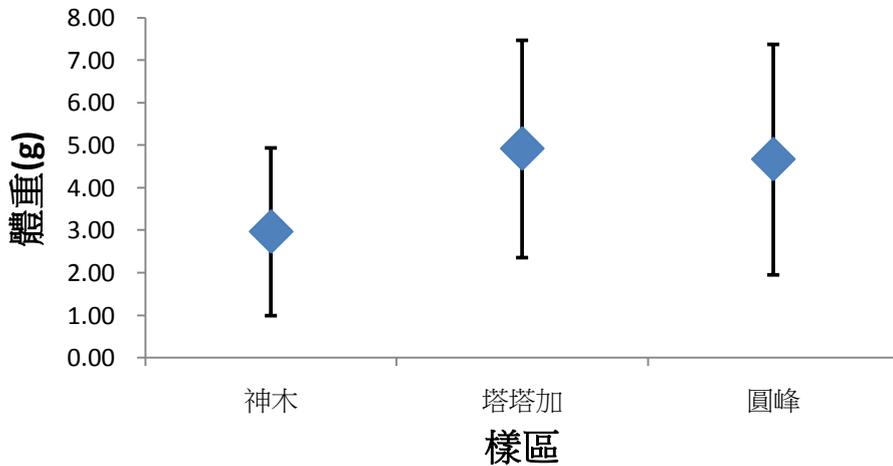


圖 3-10、各樣區捕獲之山椒魚體重平均值圖。



各樣區捕獲之山椒魚其體重平均值比較見圖 3-10。平均體重最高為塔塔加族群(4.92±2.56 g)，最低為神木族群(2.97±1.97)。

四、氣候因子與族群之關係

樣區間氣候因子的比較：若各樣區每月平均溫度作比較如圖 3-11，各月份的溫度皆是神木樣區最高，其次為塔塔加樣區，最低溫是圓峰。

圖 3-11、玉山步道各樣區每月平均溫度圖。

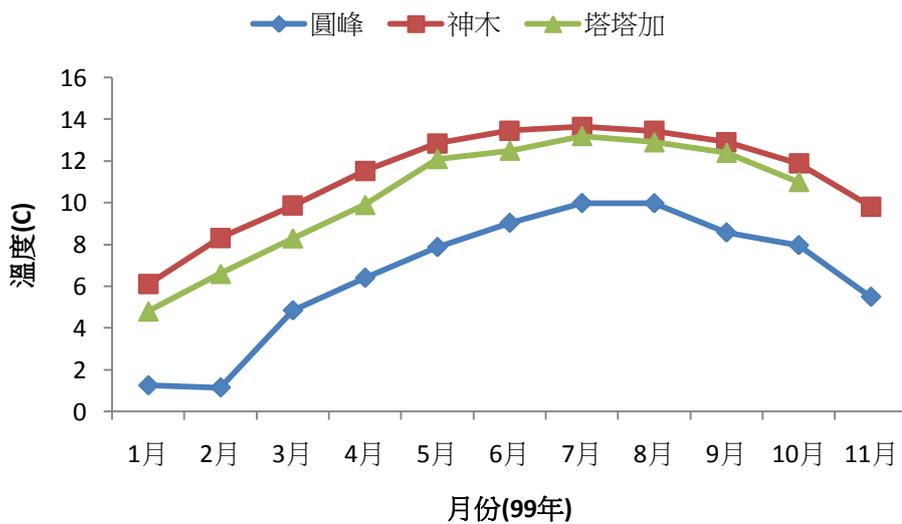


圖 3-12、玉山步道各樣區每月平均濕度圖。

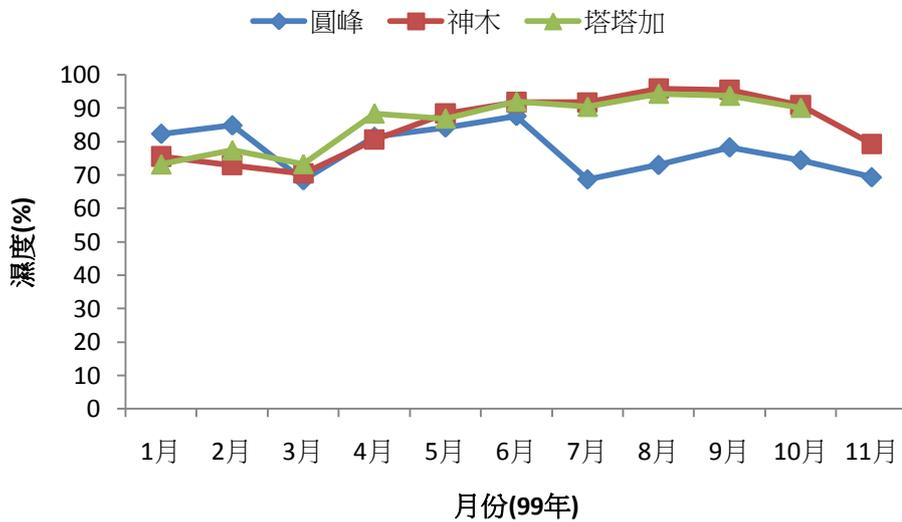
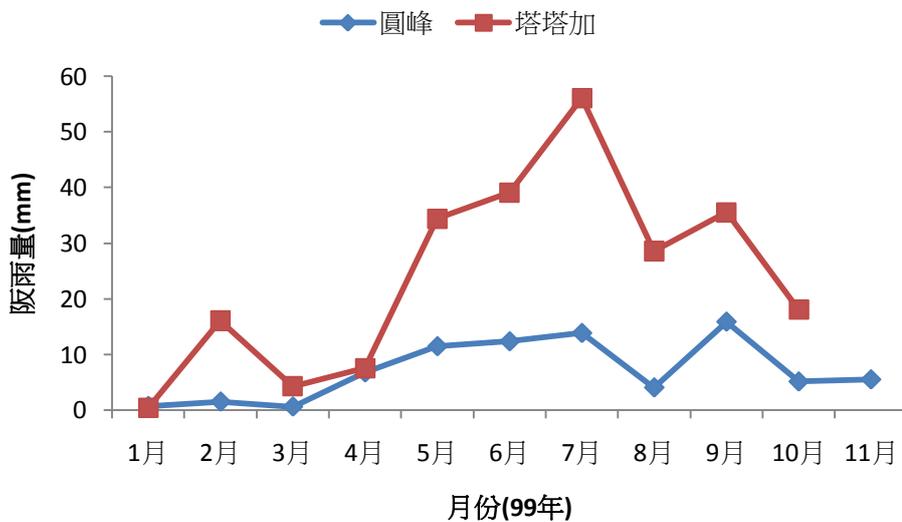
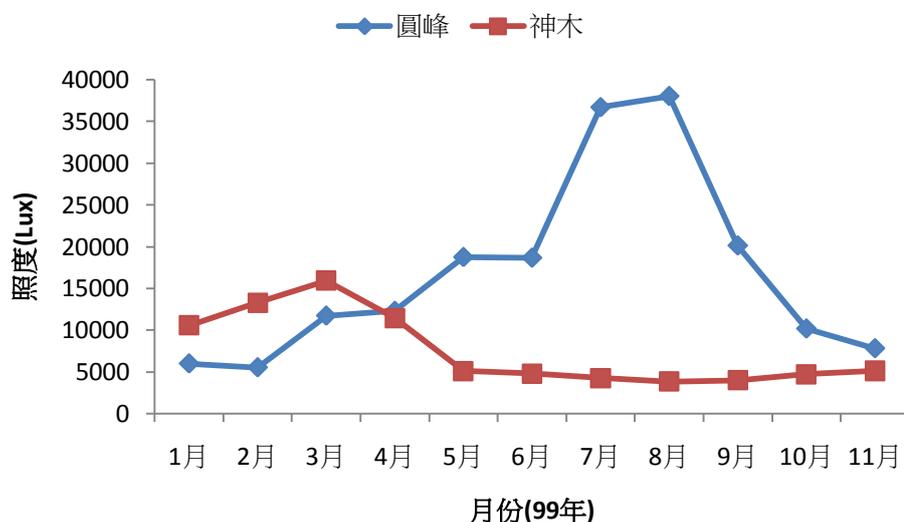


圖 3-13、玉山步道各樣區每月平均降雨量圖。



之間的差異反應了神木樣區為向陽面的特性，其間差異僅約 1°C 左右。而圓峰的低溫反應了海拔的差異，1、2 月雪季時相差 4~5°C，非雪季時相差約 3°C。每月平均濕度則各樣區接近(圖 3-12)，大約都在 75~90% 之間，唯圓峰樣區在 7 月後濕度明顯較低。每月平均降雨量方面(圖 3-13)，神木樣區無雨量站，故僅列出塔塔加地區，而圓峰的雨量數字來自於玉山北峰氣象的資料。

圖 3-14、各樣區每月平均照度圖。



塔塔加地區的降雨量皆高於圓峰樣區，這反應了塔塔加地區為中海拔的雲霧林帶的特色，降雨量較多，整年的溼度都很高。反觀圓峰則降雨量也是相當稀少，可能因為溫度較低，水氣容易在空氣中飽和，亦呈現濕度很高的現象。

溫溼度與捕獲量及單位努力捕獲量之間的相關分析：若將捕獲量及單位努力捕獲量當作族群量的指標，將其與調查當日平均溫度、平均濕度、平均照度、降雨量(R1)、4日內累積降雨量(R4)、7日內累積降雨量(R7)作相關分析，結果列於表 3-1 中。在神木樣區溫度與捕獲量及單位努力捕獲量皆呈正相關，表示氣溫愈高時，山椒魚的出現量愈多，這可能是因為季節因素，當天氣較暖和的月份，山椒魚的地表活動量較高，同樣的情形也可以解釋圓峰樣區溫度與捕獲量及單位努力捕獲量皆呈正相關的現象。然而塔塔加樣區的趨勢完全相反，溫度愈高，捕捉到的數量反而愈低，推測有可能塔塔加樣區是道路兩旁，當氣溫高時或許這些地方變得不適合棲息。濕度方面，捕獲數及單位努力捕獲量在各樣區大致呈現無相關或低度正相關的現象，除了塔塔加樣區的捕獲數與濕度呈現負相關(表 3-1)。照度與捕獲數及單位努力捕獲量的關係，在塔塔加樣區與圓峰樣區皆呈現中度正相關，這應該也是季節因素，也就是春末至秋初日照時間較長，恰為山椒魚活動量較高的時間。但是神木樣區卻是趨勢相反的現象，因此確實原因仍需繼續探究。雨量的分析結果(表 3-1)

表 3-1、各樣區捕獲數與單位努力捕獲量(CPUE)與氣候因子的關係數表。

氣候因子	神木樣區		塔塔加樣區		圓峰樣區	
	捕獲數	CPUE	捕獲數	CPUE	捕獲數	CPUE
溫度	0.7764	0.5680	-0.6050	-0.7663	0.7968	0.8251
濕度	0.2149	0.2261	-0.5697	0.0267	0.4636	0.4062
照度	-0.6103	-0.6364	0.5524	0.1003	0.5420	0.6236
R1	0.0904	0.1947	-0.4472	0.3665	-0.1661	-0.2460
R4	-0.0551	0.0083	-0.6092	0.2482	-0.2101	-0.0550
R7	0.0923	0.1344	-0.6697	0.1389	0.0065	0.2672

則顯示除塔塔加樣區的捕獲數與雨量呈負相關外，其餘的相關性都很低。

溫溼度對成體存活率分析：神木樣區存活率及捕獲率模型比較的結果見表 3-2，具有最低 AIC 值的最適配數據的模型為「存活率恆定、捕獲率恆定」 $\{\Phi(.) p(.)\}$ ，因為與其他模型的 AIC 差異值很大，已相差 8 以上，故為最佳模型，這表示存活率在調查期間是恆定的。估算的存活率為 0.758，捕獲率 0.028。由於分析結果顯示其他模型與數據的適配度很差，若是進行存活率與氣候因子的相關分析是不適合的，所以在此樣區放棄此項分析。塔塔加樣區存活率及捕獲率模型比較的結果見表 3-3，具有最低 AIC 值的最適配數據的模型亦為「存活率恆定、捕獲率恆定」 $\{\Phi(.) p(.)\}$ ，最適配模型與其他模型的 AIC 差異值也達到 8 以上，故為最佳模型，也表示存活率在調查期間是恆定的。估算的存

表 3-2、神木樣區族群存活率(Φ)及捕獲率(p)的模型選擇及 AIC 值，包括了時間效應(t)及恆定值($.$)。

存活率	捕獲率	
	$p(t)$	$p(.)$
$\Phi(t)$	56.4138	49.7412
$\Phi(.)$	44.4053	35.5680

表 3-3、塔塔加樣區族群存活率(Φ)及捕獲率(p)的模型選擇及 AIC 值，包括了時間效應(t)及恆定值(\cdot)。

存活率	捕獲率	
	$p(t)$	$p(\cdot)$
$\Phi(t)$	66.3233	53.3861
$\Phi(\cdot)$	46.3477	37.6288

活率為 1.000，捕獲率 0.043。本樣區一樣無法進行存活率與氣候因子的相關分析。圓峰族群的結果雖然也是「存活率恆定、捕獲率恆定」 $\{\Phi(\cdot) p(\cdot)\}$ 模型具有最低 AIC 值，但與「存活率時間變動、捕獲率恆定」 $\{\Phi(t) p(\cdot)\}$ 模型的 AIC 差異值未達 4 以上，僅算是相對較佳的模型(表 3-4)，此模型估算的存活率為 0.035，捕獲率 1.000。若同樣以「存活率時間變動、捕獲率恆定」 $\{\Phi(t) p(\cdot)\}$ ，捕獲率的數值僅 0.2855，而存活率的數值有很大的變異，基本上呈現同一年度間存活率高，跨年度時存活率降為零的現象。這種結果仍舊是標記再捕獲的個體數過少，故所得到的計算結果僅供參考，不能當作是整個族群的狀況，因此我們也認為暫時無需進行氣候相關性分析。

表 3-4、圓峰樣區族群存活率(Φ)及捕獲率(p)的模型選擇及 AIC 值，包括了時間效應(t)及恆定值(\cdot)。

存活率	捕獲率	
	$p(t)$	$p(\cdot)$
$\Phi(t)$	34.8206	32.4430
$\Phi(\cdot)$	35.2001	30.1034

表 3-5、圓峰樣區族群存活率(Φ)及捕獲率(p)的估算值表。

	存活率	捕獲率
第 1 次至第 2 次	0.000	0.2855
第 2 次至第 3 次	0.2694	
第 3 次至第 4 次	0.000	
第 4 次至第 5 次	0.412	
第 5 次至第 6 次	0.000	
第 6 次至第 7 次	0.000	
第 7 次至第 8 次	0.000	

(註：模型 $\Phi(t)p(.)$)

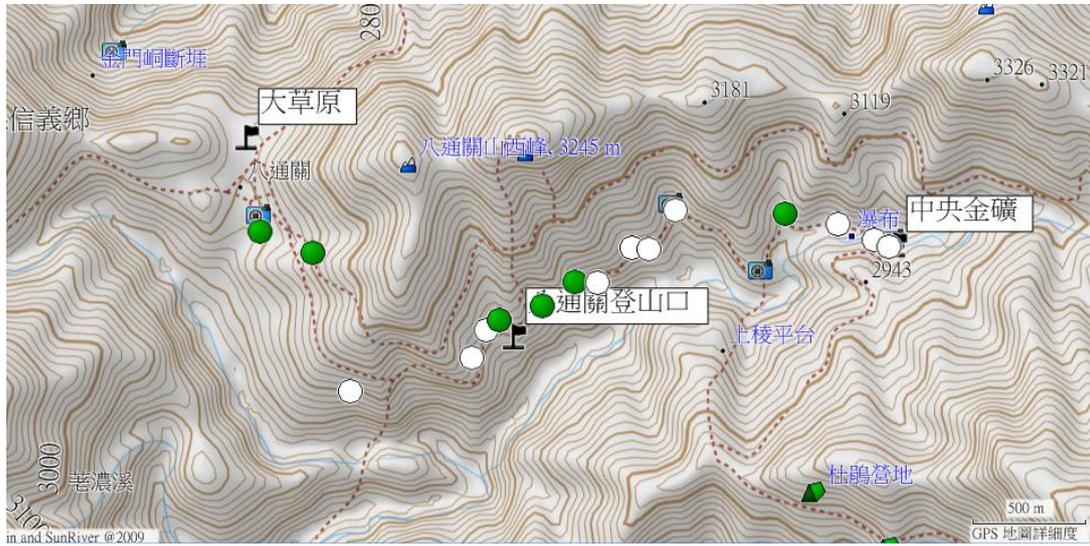
第二節 八通關地區山椒魚分布調查

一、捕獲數量

八通關地區的山椒魚分布調查在 98 年 5 月 11 至 14 日進行一次，今年度則在 99 年 3 月 26 至 29 日與 99 年 7 月 15 至 17 日共進行了二次調查，主要調查人員除本實驗室人員外也包括了玉山國家公園保育人員(高志成先生)。調查行程從東埔開始，經過觀高，再至八通關、巴奈伊克山屋及中央金礦。經過調查在八通關至中央金礦之間共有 16 處水源，在其中 6 處水源找到山椒魚(圖 3-15)，第 1 次捕獲 39 隻，第 2 次則有 15 隻，二次調查捕獲山椒魚的位置如圖 3-15。第 1 次調查時捕獲山椒魚數量最多的是在八通關山西峰下西南方的水源，共 20 隻，其餘水源雖為零星分布，但總數亦達 19 隻之外。第 2 次調查時，集中在八通關山西峰下西南方的水源進行調查，在此處找到 15 隻。在此地的單位努力捕獲量第 1 次為 2.5 隻/人.小時(圖 3-16)，第 2 次則為 2.1 隻/人.小時，遠高於前節中三個樣區的單位努力捕獲量，表示此地族群密度非常高。

八通關地區捕獲的山椒魚在二次的調查中皆以成體為主，但亞成體及幼

圖 3-15、八通關地區發現山椒魚的水源(綠色圓點)。



體皆有發現，年齡結構相當穩定，也進一步表明了此地區族群的穩定性。捕獲的個體除第 1 次調查時有 3 隻在木頭下發現，其餘個體皆在石頭下發現。八通關捕獲之山椒魚如圖 3-13，巴奈伊克之山椒魚如圖 3-14。

圖 3-16、八通關捕獲之山椒魚年齡層分布圖。

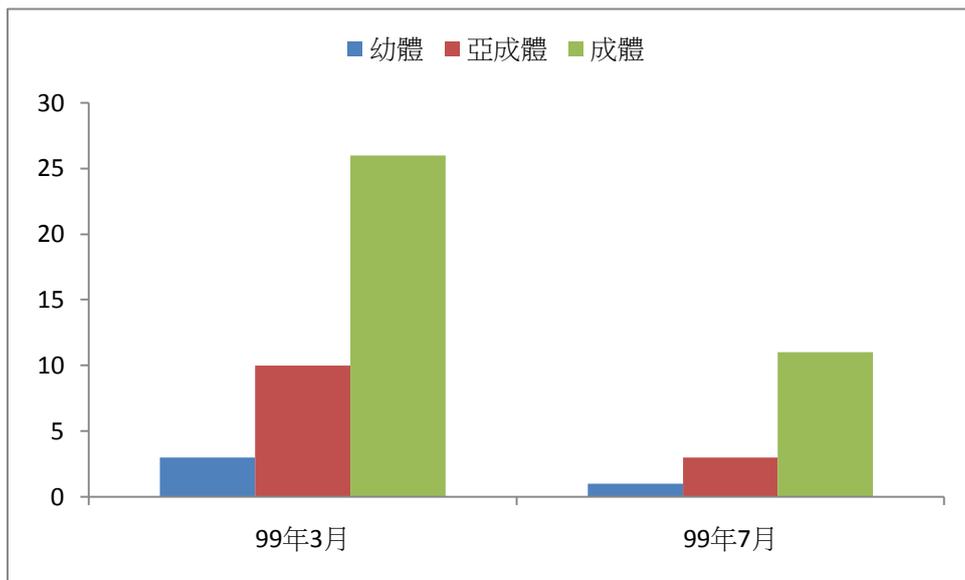


圖 3-17、八通關捕獲之山椒魚成體。



圖 3-18、巴奈伊克山屋捕獲之山椒魚成體。



第三節 南二段地區山椒魚分布調查

一、捕獲數量

南二段地區的山椒魚分布調查在 99 年 7 月 12 至 16 日進行一次，調查的路程由向陽上山，經嘉明湖、拉庫音溪山屋、雲峰、轆轤谷、塔芬谷、大水窟至白洋金礦。本區在經過八八風災後未曾有研究隊伍入山，因此本次調查亦肩負路況堪察的性質。此次南二段調查行程的安排上，與一般登山行程不同，我們每日上午推進至夜宿地點後，下午則在山屋附近尋找合適的環境進行山椒魚的調查。調查行程中時有崩壁路段，每日的午後暴雨造成山洪暴

發處處威脅調查人員的安危，所幸調查隊伍按預定的行程安全返回，並且得到山椒魚的分布資料。

南二段的調查結果除雲峰水源與轆轤谷未發現外，其餘各調查點都有發現。雲峰的水源受風災影響完全失去其原貌，成為開闊而寬廣的乾涸溪床，已不適合山椒魚的棲息，而轆轤谷山屋則是未尋獲。其餘各地點的捕獲數為，向陽山屋 4 隻、拉庫音溪 1 隻、塔芬谷 2 隻、大水窟 5 隻、白洋金礦 2 隻，共計 14 隻。各地點單位努力捕獲量以大水窟最高 1.0 隻/人.小時，而拉庫音溪最低為 0.1 隻/人.小時(圖 3-19)。各地點捕獲之山椒魚如圖 3-20~22。

圖 3-19、南二段地區捕獲山椒魚地點的單位努力捕獲量圖。

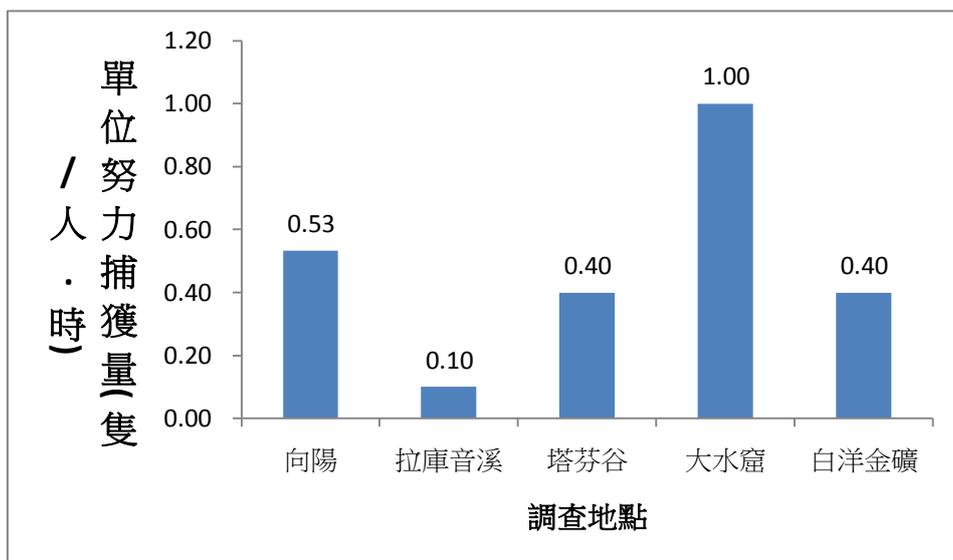


圖 3-20、南二段拉庫音溪地區捕獲之山椒魚。



圖 3-21、南二段塔芬谷地區捕獲之山椒魚。



圖 3-22、南二段大水窟地區捕獲之山椒魚。



第四節 山椒魚保育資訊網站

利用材料與方法中所提到的方式我們建立了山椒魚保育網站，圖 3-23 為首頁，圖 3-24 為物種介紹之一例，其餘項目也已完成，但最後的定稿仍有待管理處及委員們提供意見。

圖 3-23、山椒魚保育網站的首頁圖。

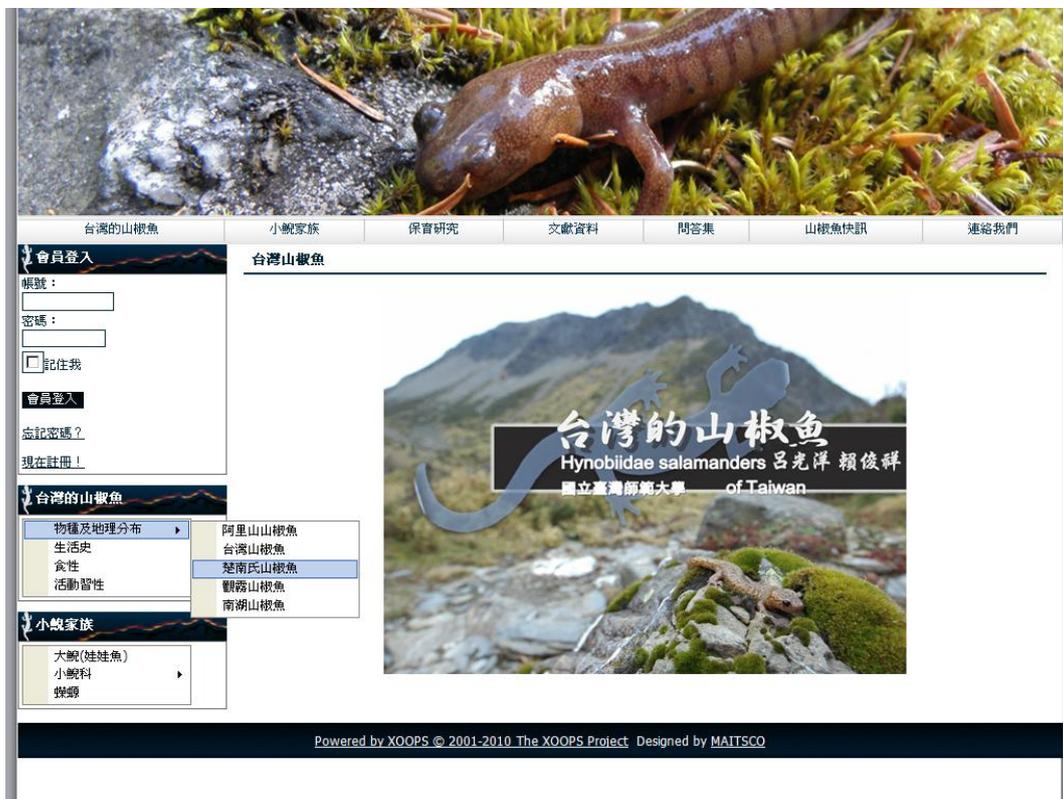


圖 3-24、山椒魚保育網站的物種介紹頁。



第五節 討論

以捕獲量來看，本計畫的執行上有幾點需討論。第一是方法的合適性，我們在玉山主峰及新中橫一帶共設置了五個樣區，使用自然的界限(如崩壁、溪岸或步道終點)作為樣區的邊界，然後以範圍限制尋找法(Area-Constrained Survey, ACS)來對樣區內所有地表物進行翻找，這種尋找山椒魚的方法，在單位努力捕獲量約為 1 隻/人.小時，似乎並不是很高。Strain et al. (2009)曾比較過各種尋找溪岸陸棲蝾螈類的調查法，包括範圍限制尋找法(ACS)、覆蓋板法(cover board surveys)、圍籬陷阱法(drift fences with pitfall and funnel traps)、方格落葉層尋找法(quadrat leaf litter searches)與落葉袋法(leaf litter bags)。範圍限制尋找法平均每次找到 2.7 種蝾螈及 14.9 隻個體，顯著的高於其他的方法，只有在活動季節的早期及晚期，當所有方法捕獲量都很少時才会有捕獲

數少於其他方法的現象。Strain et al. (2009)進一步分析各種方法找到一隻個體的平均費用，範圍限制尋找法也是所有方法中顯著最低者。他們的研究成果說明了範圍限制尋找法是尋找陸棲蠃螈類的最好方法。阿里山山椒魚在特性上與陸棲蠃螈類接近，因此研究的成果或許可以應用到阿里山山椒魚上，或者亦可對阿里山山椒魚進行相關測試。

在文獻分析一節提到探討氣候暖化對動物的影響，方法之一是比較現今與歷史上的分布，很可惜的是台灣有關山椒魚的分布資料實在是有限，也較缺乏有系統的取樣及整理，無法如國外相關研究可以比較數十年的採集記錄。因此本計畫有鑑於此嚐試對玉山國家公園內主要登山步道進行調查，除了去年已經調查的八通關地區外，將再向南延伸至國家公園界限之拉庫音溪地區，同時玉山主峰線也可擴大至玉山群峰，以得知阿里山山椒魚在玉山地區的分布，俾使往後之研究有比較之依據。今年我們的確也按此來進行，首先在玉山群峰地區新增加了南峰及東峰兩個樣區，這兩個地點在本系的標本記錄中都曾有採集記錄，其中東峰於1981年，南峰-東小南山一帶則在1982年有採集記錄。本年度經過兩次的調查皆未發現山椒魚的踪影，可能原因為未能找到當然調查記錄的地點，或者是此地的族群已經消失。因為早期的標本記錄僅描述大致的位置，在經過多年後，人事已非或者記憶模糊，無法找到當年的調查地點來作比對。此調查還有半年的時間，未來調查者仍會繼續在東峰、南峰-東小南山一帶尋找，以確認族群是否仍存在。而本年度新增的南二段沿線山椒魚族群的分布調查則有相當好的結果，首先是八通關地區，二年的研究成果確認阿里山山椒魚廣泛分布在八通關至中央金礦一帶，並且族群數量很高。而白洋金礦至拉庫音溪此段步道地區以往沒有任何山椒魚分布的資料，即使是本系的標本館中亦沒有相關的記錄，經由本計畫的調查，獲得了初步的資料，瞭解阿里山山椒魚廣泛分布於玉山國家公園生態保護區的核心區域。

棲地佔據模式(Occupancy model)為近十年來發展出的野生動物長期監測法，此方法的發展是體認到若物種確實分布在此地，但往往因為調查時各

氣候暖化對玉山主峰附近山椒魚族群可能影響之探討和監測 (2/3)

種未知因素而無法偵測到，這種各地點偵測率(detection rate)不等於 1 的狀況若能以數學模型來解決，則依此模型所求算出的棲地佔據率(Occupancy rate)可以作為族群數量的替代指標。這種方法只要到調查地點記錄物種存在或不存在(presence/absence)即可。唯一需求是在每一個調查季(可以是一季或一年)中，需要進行多次的調查(3 次以上較佳)。此模式若配合詳實的棲地及氣候記錄，更可進一步分析棲地或氣候的變動對棲地佔據率的影響。由於山椒魚的地表活動相當低，需要藉由翻找的方式才能記錄，以玉山國家公園廣闊的園區，單一單位有足夠的人力來進行。未來長期監測方面就必需由國家公園的工作人員或志工，加以網路招募的志工來協助在大範圍，一年多次的調查，再由學術單位統整分析監測成果。而本計畫在此扮演的功能將是藉由初步的調查以規劃未來的調查路線及地點。

期中報告時委員曾提到雖然二年間的捕獲量類似，但再捕獲率卻極為低落的現象，我們認為成因可能是山椒魚的地表活動率很低。雖然沒有直接的證據證明牠們居住在土層的深處，但我們推測牠們如同一些土棲的無肺蝾(Plethodon)一樣，而虎蝾(Ambystoma)更會利用老鼠居住的洞穴。牠們可能在土層中渡過大部分的時光，僅到地表來覓食，或進入水體中交配產卵。兩棲類的代謝率低故覓食無需太頻繁，所以地表活動的頻率相對較低，要在地表找到牠們實屬不易。在這種狀況下，一個體要被捕捉到兩次以上機率就更低了，就形成再捕獲率低的現象。高更替率也有可能是原因之一，高更替率有兩種成因，一是山椒魚在棲地間高比率的遷徙，一是高死亡率而由其他族群來補充。是否有高遷徙率的現象，本計畫設置的樣區範圍不大，有時未包括鄰近潛在的族群分布地因此無法藉由相鄰樣區間個體遷徙的現象來證明，但是依據我們²³在阿里山地區的研究，阿里山山椒魚的活動範圍並不大，個體活動範圍的估算值在 0-509 m² 之間，平均值 $64.9 \pm 29.6\text{m}^2$ (n = 19)，而且在距離 30 公尺的樣區間，跨樣區移動的個體在近 200 隻捕獲的個體中僅有 1 隻，故高遷徙率造成高替換率似乎不太可能。高死亡率並由其他族群來補充

²³ 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。

的現象，在本計畫對山椒魚的存活率估算值很高，即使是這是高估的數值，實際的數值也應該比此數值少 0.2~0.3 左右，不致於有完全消失的狀況。在我們的經驗中，同一塊石頭下找到的通常是同一隻個體，新捕獲的個體使用的是和其他個體不同的石頭，這有可能表示他們的移動有可能是在土層中垂直上下，每一隻個體以 1 或 2 塊石頭為其水平的活動範圍。

本計畫因最初的實驗設計希望比較高海拔與中海拔的山椒魚族群在存活率上的差異，再以嚐試以氣候因子來解試其中的差異，但是前段提到的低捕獲率的問題，使得這種嚐試變得可能性很低。因為我們的調查間隔通常為 2 個月，如果山椒魚停留在地表的時間比 2 個月還短，也有可能造成再捕獲率低落。要解決這種現象，就需依委員所建議的以易到達、棲地狀況佳、族群量大的地點進行高頻度密集的監測，例如採用 Robust Design，在山椒魚的地表活動旺盛期(雨季)時以兩星期一次的頻率進行調查，每次調查 2-3 天，每天翻找一次²⁴，來求得更為準確的存活率數值。當然這就需要冒著過度干擾造成山椒魚族群消失的風險，以及需放棄已監測達兩年的高海拔樣區。

²⁴ Strain G. F., Raesly R. L., Hilderbrand R. H. 2009. A comparison of techniques to sample salamander assemblages along highland streams of Maryland. *Environment Monitoring Assessment* 156:1-16.

氣候暖化對玉山主峰附近山椒魚族群可能影響之探討和監測 (2/3)

第四章 結論與建議

第一節 結論

- 一、本調查族群監測都已按預定進度完成，資料持續累積中。
- 二、各樣區調查時捕獲的數量與去年度約略相同，表示這兩年之間族群尚稱穩定。
- 三、以少量的數量來分析氣候因子對山椒魚存活的影响，尚無法得到明顯的結果。
- 四、南二段地區(八通關至拉庫音溪)有許多地點都有山椒魚的分布，建立此基本資料，有助於未來將族群的分布情形與氣候之間相關性的分析。

第二節 建議

一、立即可行之建議

- 1.本計畫結合國家公園保育人員一起調查，得到相當不錯。國家公園應多鼓勵保育人員參予長期監測計畫。

二、中長期建議

1. 八八風災對南二段登山步道造成很大的破壞，現因國家公園已解除管制，為了遊客們的安全，請提醒登山隊伍注意安全。
- 2.塔塔加樣區及神木樣區增加監測頻率，期望得到較好的存活率估算值。
- 3.設立山椒魚資訊網站，推廣山椒魚保育。

氣候暖化對玉山主峰附近山椒魚族群可能影響之探討和監測 (2/3)

參考書目

- Beebee T. J. C. 1995. Amphibian breeding and climate. *Nature* **374**:219–220.
- Blaustein A. R., Belden L. K., Olson D. H., Green D. M., Root T. L., Kiesecker J. M. 2001. Amphibian breeding and climate change. *Conservation Biology* **15**:1804–1809.
- Clark R. D. 1972. The effect of toe clipping on survival in Fowlers toad (*Bufo woodhousei fowleri*). *Copeia* 1972:182-185.
- Converse S. J., Iverson J. B., Savidge J. A. 2005. Demographic of an ornate box turtle population experiencing minimal human-induced disturbances. *Ecological Application* 15(6): 2171-2179.
- Daugherty C. H. 1976. Freeze-banding as a technique for marking anuras. *Copeia* 1976:836-838.
- Davidson C, Shaffer HB, Jennings MR. 2001. Declines of the California Red-legged Frog: Climate, UV-B, Habitat, and Pesticides Hypotheses. *Ecological Application* 11(2): 464-479.
- Gibbs J. P., Breisch A. R. 2001. Climate warming and calling phenology of frogs near Ithaca, New York, 1900–1999. *Conservation Biology* **15**:1175–1178.
- Gibbs J. P., Karraker N E. 2006. Effects of warming conditions in Eastern North American forests on red-backed salamander morphology. *Conservation Biology* 20(3): 913–917.
- Jenouvrier S, Barbraud C, Weimerskirch H. 2005a. Long-term contrasted responses to climate of two Antarctic seabird species. *Ecology* 86: 2889-2903.
- Jenouvrier S, Barbraud C, Cazelles B, Weimerskirch H. 2005b. Modelling population dynamics of seabirds: importance of the effects of climate fluctuations on breeding proportions. *Oikos* 108: 511-522.
- Kiesecker JM, Blaustein AR. 1995. Synergism between UV-B radiation and a

- pathogen magnifies amphibian embryo mortality in nature. PNAS 92:11049-11052.
- Lai JS, Lue KY. 2008. Two new *Hynobius* (Urodela: Hynobiidae) salamanders from Taiwan. Herpetologica 64(1): 63-80.
- Lebreton JD, Burnham KP, Clobert J, Anderson DR. 1992. Modeling survival and testing biological hypotheses using marked animals: a unified approach with case studies. Ecol. Mono. 62: 67-118.
- Parmesan C., Yohe G. 2003. A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. Nature 421: 37-42.
- Pollock, KH. 1982. A Capture-recapture Design Robust to Unequal Probability of Capture. Journal of Wildlife Management 46:757-760.
- Root T. L., Price J. T., Hall K. R., Schneider, S. H., Rosenzweig C., Pounds J. A. 2003. Fingerprints of global warming on wild animals and plants. Nature 421: 57-60.
- Strain G. F., Raesly R. L., Hilderbrand R. H. 2009. A comparison of techniques to sample salamander assemblages along highland streams of Maryland. Environment Monitoring Assessment 156:1-16.
- Vilchis LI, Tegner MJ, Moore JD, Friedman CS, Riser KL, Robbins TT, Dayton PK. 2005. Ocean Warming Effects on Growth, Reproduction, and Survivorship of Southern California Abalone. Ecological Application 15(2): 469-480.
- Williams BK, Nichols JD, Conroy MJ. 2001. Analysis and management of animal populations. Academic Press, San Diego, California, USA.
- 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。
- 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。
- 陳世煌、呂光洋，1986，台灣產山椒魚之研究(二)—阿里山地區山椒魚之族群生態研究。師大生物學報，21: 46-72。
- 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。
- 葉明欽，1991，臺灣山椒魚(*Hynobius formosanus*)棲地與族群變動之研究。國立臺灣師範大學生物研究所碩士論文。74 頁。玉山國家公園保育研究報告編號 79-1。
- 葉明欽、呂光洋、賴俊祥，1994，阿里山及玉山國家公園台灣山椒魚族群生態研究。師大生物學報 29(2): 79-87。
- 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。

附錄一、期初評審會議意見處理情形

審查意見	處理情形	參閱頁數
有關氣候的紀錄可增加登錄雪季與雨量資料，以利長時間的比較。	受限於設備無法自行設置雨量站，但已透過中央氣象局及玉管處之氣象站獲得。	14
建議在計畫書中列出各樣區如何以定時定量（固定人力等）固定努力度之方式，來進行較準確的族群監控，並做為不同年間之比較。	調查時間會因氣象及調查人員而異，以實際的努力度來進行單位努力捕獲量，亦可作為年間比較之用。	14
如果有更固定及長時期的人力資源，將更有利於監測的比較。	國家公園的志工，或者網路招募志工來進行。但是需採用不同的監測模式。	40
已調查過的樣點中，山椒魚數量多及少之地區在微環境及微氣候上有何特性？本年度計畫若能累積更多方面之資訊，將對保育及經營政策之擬定大有助益。	參見三章一節之四，氣候因子與族群之關係	27
本案服務建議書未附上政府部門研究計畫基本資料表（GRB）相關資料內容，依招標文件之規定請補附資料。	已加入於服務建議書中	
計畫緣起及目的章節中，有關第一年的成果內容請納入說明，並建議由第1年的工作成果檢討提	參見第一章第三節前期計畫執行成果。	6

出第2年工作內容與方向，將有助於延續性計畫在預期成果的效益。		
工作方法與步驟中以Cormack-Jolly-Seber model 分析，請補充該模式的背景資料。另山椒魚紀錄地點的GPS坐標，建議採比較保守的方式呈現。	1.參見第一章第二節文獻回顧。 2. 報告中修正為大區域代表的模式來呈現。	5
建議玉管處可由排雲管理站之巡查人員如高維祥等人納入本計畫配合執行，以利本計畫結束後之監測資料可持續的蒐集。	調查時已請排雲管理站派員協助。參見第三章第二節及第三節。	9
本案如獲得標，請依上述評選意見，修正計畫建議書。	已修正於計畫書中。	

附錄二、期中審查意見處理情形

審查意見	處理情形	參閱頁數
台灣地處熱帶與亞熱帶之交界，有尾類之山椒魚尤其是高山地區之種類，不論在學術研究、生態保育、全球環境變遷之各樣議題上皆扮演重要角色，故應持續予以長期監測，收集詳細之分布、族群數量、生活史等資料。本計畫以有限之經費及人力能獲致豐碩之族群數量資訊實屬不易。	謝謝委員鼓勵。	

氣候暖化對玉山主峰附近山椒魚族群可能影響之探討和監測 (2/3)

<p>對於有調查過的地點，且花費了一定時間的調查，若沒有發現紀錄，建議是否可於報告中列出有發現與沒有發現，因均是重要資料。</p>	<p>詳述於第三章第二節及第三節中。</p>	<p>32</p>
<p>雖捕獲量與去年類似，為何再捕獲率極為低落？是否與其生活史特性有所關聯？例如族群具高更替率或者當地具高死亡率及高捕食壓力？建議在期末報告可加以說明。</p>	<p>參見第三章第五節討論。</p>	<p>40</p>
<p>為利往後長期研究資料的累積，於報告中應更加詳細的紀錄。再者，研究十分辛苦且有些危險，請注意登山人員的安全。</p>	<p>1. 研究中儘量詳細記錄可能為影響山椒魚分布的環境及氣候因子。 2. 謝謝委員們關心。</p>	
<p>建議往後幾年在易到達、棲地狀況佳、族群量大並且具安全性之地點，進行高頻度密集之調查了解其族群動態及生活史資訊，以建立更深入之資料庫來進行保育策略之擬定，這些資訊對於全球暖化議題也是重要訊息；有助於瞭解此物種在那些時期對於環境因子最為敏感，以及不同生活史時期各有那些棲地需求。</p>	<p>參閱第三章第五節討論。</p>	<p>40</p>
<p>去年 88 風災是否對於山椒魚族群有影響？阿里山山椒魚是否不會冬眠，而其它族群會嗎？另對於山椒魚專屬網站之規劃</p>	<p>1. 參閱第三章第一節 2. 山椒魚在冬季生殖，是不會冬眠的。</p>	<p>21 17, 37</p>

<p>內容，建議能於期末報告提出。</p>	<p>3. 請參閱第二章第五節與第三章第四節。</p>	
<p>本報告未將評選會議之意見列表納入該報告書之附錄中，建請補充修正之。並請將上述審查意見及辦理情形製表納入期末報告書之附錄中。</p>	<p>見此附錄。</p>	