

阿里山山椒魚監測及監測模式標準作業程序制定

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 101 年 7 月 4 日



目錄

中文摘要	2
英文摘要(Abstract)	4
一、前言	6
研究緣起	6
阿里山地區山椒魚的研究概況.....	6
阿里山山椒魚簡介	7
研究目的	8
二、材料及方法.....	9
三、結果與討論.....	13
阿里山區域歷年山椒魚調查資料蒐集整理與分析	13
阿里山山椒魚棲地資源調查.....	23
族群監測	25
棲地利用	27
嘉義林管處保育人員山椒魚監測研習班	29
山椒魚族群監測的標準方法.....	35
四、檢討與建議.....	43
阿里山地區山椒魚族群保育策略.....	44
五、參考文獻	45
六、附錄	46
附錄一、期中審查意見處理情形	46
附錄二、期末審查意見處理情形	48

中文摘要

阿里山山椒魚(*Hynobius arisanensis*)列屬於保育類 I 級(瀕臨絕種)野生動物名錄，在台灣分布於阿里山山脈、玉山山脈及中央山脈南段。此種山椒魚在阿里山地區的分布及棲地調查，雖曾於民國 92 年至 95 年期間進行過調查，然而莫拉克風災對此地區產生莫大的損害，有必要再行調查。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。

阿里山區域歷年山椒魚調查資料蒐集整理與分析方面，我們分析了本實驗室在近 30 年來的調查資料，包括 1982 年、1990 年、1995 年及 2002 年迄今的調查資料，以 weighted mean 法及 Schnabel 法比較族群量。weighted mean 法結果顯示 1993 至 1996 年的族群量最高遠高於其他各期，02 至 06 年族群呈增加，但近年來有逐漸下降的趨勢。Schnabel 法的結果則為 1993-1996 年族群量在 300 至 700 之間，2002 年至 2005 年則在 100 隻左右，06 至今以每季調查的方法估算的族群量在 355 隻至 1309 隻之間。自忠樣區在 1990 年的兩個樣區估計量分別為 40 隻及 84.8 隻，2006 至 2010 年的估計量在 514 至 1897 隻之間，2012 年迄今的估計數量為 170 隻。

分布調查在阿里山事業區第 1、2、3、18、19、20 林班及大埔事業區第 205、206、207、208、209、210、211、212、213、214 林班等地，至今已在每個林班地至少設置 5 個調查點，包括初期調查共調查過 6 次，發現山椒魚的林班地有阿里山事業區 1、2、3 及 20 林班、大埔事業區 205、206、207、208、209、212、213、214 林班，即阿里山山椒魚在調查林班地內仍屬廣泛分布。族群監測樣區包括了姐妹潭、復育地及自忠，以約每 2 個月調查 1 次的頻率共進行了 6 次調查。姐妹潭樣區捕獲了 20 隻，此樣區捕獲的個體以成體為主。復育地樣區捕獲 2 隻，皆為幼體。自忠樣區捕獲了 57 隻，包括了 12 隻再捕獲，此樣區亦以成體為主。

山椒魚保育訓練班於3月7日於林管處進行室內課程，內容包括山椒魚介紹與監測標準方法，使學員們瞭解山椒魚並且熟悉監測的操作方法。3月8日則是實際在野外操作監測工作。

綜合以上的結果，研究單位建議在阿里山姐妹潭地區進行棲地的改善作業，同時也提供了監測作業的標準程序，供往後管理單位自行監測時之參考依據。

英文摘要(Abstract)

In List of Protected Species in Taiwan, Alishan salamander (*Hynobius arisanensis*) are put in Category I (endangered). They distribute in Alishan, Yushan and southern Central Mountains. Surveys of their distribution and habitat around Alishan were conducted in 2002 to 2006. But Alishan area were heavily damaged by Typhoon Morakot, the current status of Alishan salamander in this area must be surveyed again. In this project, we surveyed Alishan salamander detailed distribution, habitat requirement, and use these information to set a plan of population monitoring, and to provide conservation strategy for the management agency. We also hold an workshop of salamander population monitoring, and trained many conservation front-lines.

First, we compared 30 years' population monitoring data of Alishan salamander. Using weighted mean and Schnabel method to estimate population size dynamic of Alishan area. The Schnabel population estimates were higher in 1993 to 1996, with estimates between 300 to 700 salamanders, but started to decline in recent years. Estimates of the Zi-zhong population was 120 salamanders in 1990, 514 to 1897 salamanders between the years 2006 to 2010, 170 salamanders in 2012.

Distribution survey confirmed that Alishan salamander still widespread around Alishan area. We set at least 5 survey sites in each forestry areas, after survey six times, found salamander in 12 forestry areas, including Alishan District 1st, 2nd, 3rd, 20th, Dapu District 205th, 206th, 207th, 208th, 209th, 212th, 213th, and 214th. We monitor population at Sister pond, restoration area, and Zi-zhong, at each site we found 20, 2, and 57 salamanders, respectively. Most of the captures were adults.

Salamander population monitoring workshop was held in March 7th to 8th. Courses were about Taiwanese salamander, monitoring method, and field survey.

Finally, we summary all these results to suggest some conservation strategies for Alishan salamanders in Alishan areas.

一、前言

研究緣起

阿里山山椒魚(*Hynobius arisanensis*)列屬於保育類 I 級(瀕臨絕種)野生動物名錄，在台灣分布於阿里山山脈、玉山山脈及中央山脈南段。嘉義林管處曾於民國 92 年至 95 年期間委託本校進行有關阿里山山椒魚的調查及棲地復育。在計畫結束後，也持續地由本校與阿里山工作站同仁一同進行族群監測。但是莫拉克風災造成阿里山區域大規模的損害，而 92 年至 93 年分布調查中有山椒魚記錄的地點，其棲地受損狀況與族群現況亟需瞭解。長期足夠的生態資訊需有規律的調查方式，未來在要將監測工作由林管處工作人員來進行時，有進行訓練的必要，因此制定出監測模式的標準作業程序，並透過研習班的方式，讓現場工作人員或志工以後可以有計畫長期自行調查，以得到阿里山山椒魚的長期變化的趨勢。

阿里山地區山椒魚的研究概況

阿里山地區的山椒魚生態研究最早由陳及呂(1986)進行，他們的研究開始於 1982 年 12 月，持續至 1985 年 6 月，當時即選定了阿里山森林遊樂區內的山葵田進行研究。葉等(1994)除接續研究外，亦將整個研究地點擴展到玉山國家公園。他們的結果顯示阿里山及自忠地區的單位面積捕獲率最高，同時阿里山的族群量及族群的年齡結構最為穩定。因此從 2002 年 4 月至 2006 年 3 月本校受嘉義林管處的委託(賴及呂，2007)於阿里山地區進行阿里山山椒魚的族群分布與族群監測的研究。在計畫中共調查了阿里山鄰近地區共 36 個林班地中的山葵田，在其中 9 個林班地的山葵田有發現山椒魚，這些地點共有的特色是坡度

平緩及穩定的水源。同時在族群監測方面，四年期間在阿里山姐妹潭的永久樣區內共調查到 266 隻次山椒魚，其中 94 隻次為再捕獲。利用 Jolly-Seber 法估算每月族群數量在 13-224 隻之間，族群數量與前人對在此樣區的估算值相比較尚稱平穩。年齡結構方面，樣區個體的組成以成體為主，亞成體的出現不規則，而幼體僅在春季出現。個體活動範圍的估算值在 0-509 m² 之間，平均值 64.9 ± 29.6m² (n = 19)。利用 Cormack-Jolly-Seber 模型估算存活率在成體為 0.996，亞成體為 0.997，皆屬於高存活率。估算的捕獲率每個季節都不同，捕獲率與濕度及溫度呈正相關。再利用 Leslie matrix model 來模型化族群的動態，估計的族群增長率為 1.077，表示此族群為穩定而略呈增長的族群。進一步分析增長率的敏感度及彈性值，都顯示成體的存活率是影響族群增長率最重要的因子。

阿里山山椒魚簡介

以下依據研究者對阿里山山椒魚的瞭解，介紹其形態特徵及已知的分布範圍及習性。

形態特徵：體型中等細長的山椒魚。成體的吻肛長由 45 至 65 mm。軀幹細長，上有 12 條肋間溝。四肢中等長度，指趾距肋間溝數通常為 0。前肢 4 趾、後肢 5 趾，但是第 5 趾有時僅為小突起。身體背面褐色，但深淺不一，其上密佈黃色腺性點，腹面灰黑色。本種各族群間體色相當一致，唯少數族群會有白色斑點或斑塊。

地理分布及生態：阿里山山椒魚最早的記錄在阿里山，依據現今的調查結果，其廣布於丹大山以南至北大武山的區域，橫跨阿里山山脈、玉山山脈及中央山脈中南段。分布海拔從 1800 公尺至 3600 公尺，可說是台灣分布最廣的山椒魚。牠們棲息在針闊葉混合林遮蓋良好潮溼的森林底層，在高海拔地區則在碎屑岩地滲水處。日間身藏在石頭及朽木下，夜間有時會到地表活動。每年的冬春之際繁殖，與其他種山椒魚尚未發現共域分布的現象。

研究目的

本研究的目的如下：

- (1)嘉義林管處所轄阿里山附近林班地的山椒魚分布調查，瞭解林班地的山椒魚族群是否在莫拉克風災後消失，及棲地受損程度
- (2)在阿里山地區進行阿里山山椒魚監測。
- (3)累積阿里山山椒魚基礎生態資料，以利後續經營管理之評估。
- (4)對現場工作人員進行調訓研習
- (5)制定山椒魚監測模式標準作業程序，並轉移技術使同仁能自行監測。

二、材料及方法

(1)完成阿里山區域歷年山椒魚調查資料蒐集整理與分析。

整理包括1980年代、1990年代及2000年以後期刊及研究報告中的在阿里山地區的山椒魚調查資料，比對三個年代山椒魚族群生態各項參數的差異。

(2)完成執行期間阿里山山椒魚棲地資源調查。

延續前次嘉義林管處委託研究時在阿里山森林遊樂區及週遭族群生ardi進行族群分布調查。

(一)調查地點：阿里山事業區第1、2、3、18、19、20林班及大埔事業區第205、206、207、208、209、210、211、212、213、214林班。

(二)調查頻度：每次調查時至一或多個林班地進行調查，調查期儘量集中於山椒魚地表活動旺盛的春夏季，研究期間每個調查範圍的林班地至少調查一次。

(三)調查方法：

1. 設置調查點：在調查林班內，參考之前研究案所記錄到有山椒魚分布的地點設為調查點(sampling sites)，而調查點的範圍包括小溪流主體(至調查者無法走動之處)以及附近潮濕的地點。每個林班的調查點至少5個。
2. 山椒魚調查：所有的調查者在調查點的範圍內徒手翻開石頭或倒木，檢視看有無山椒魚。
3. 巨棲息地分析：記錄調查點的GPS座標、海拔、林相(針葉、混合、闊葉林)、坡度(以坡度計測量)、坡向、溪流水量(水量大或小，穩定或不穩定)等。同是也記錄每次調查時的天候、溫度、濕度、翻找時數及翻找人數等。分析比較山椒魚分布及不分布點主要差異特性為何。另外，以GPS標定位點，亦可參考相關文獻比較其間差異。

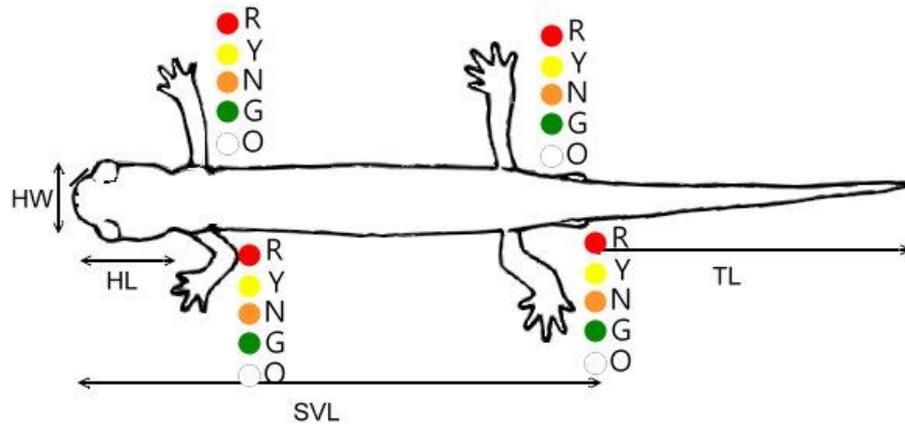
4. 微棲息地分析：發現山椒魚的地點測量微棲息地的特性，包括遮蔽物類別(石頭或木頭)、體積(測量遮蔽物的最長、最寬及最高，三者數值相乘而得)、附著植物(草本植物、苔蘚類或其他)、底質(碎石、泥土或腐植土、草根)等資料。
5. 個體資訊記錄：捕獲的山椒魚記錄種類，並測量體長、尾長、頭長、頭寬等形值。拍照記錄。將動物釋放回原地並將環境復原。

(3)制定監測模式標準作業程序，以作為同仁自行進行山椒魚長期監測之依據。

- A. 目的：制定監測模式標準作業程序，並辦理研習班，將監測經驗傳承給現場工作人員
- B. 監測樣區：(1)阿里山姐妹潭樣區，樣區位姐妹潭旁的廢棄山葵田內，共有 5 個小樣區，面積約 6400 平方公尺，A~D 區為廢棄山葵田，而 E 區仍屬種植中的山葵田；(2)自忠樣區，位自忠至特富野步道上，範圍從起點至 2 公里處；(3)復育地樣區，位於阿里山森林遊樂區貴賓館旁，為前次棲地復育試驗所整理出的平地，面積約 1500 平方公尺。
- C. 監測頻度：每二個月調查一次。
- D. 監測方法：
 1. 個體尋找：在樣區內徒手翻開石頭或倒木，並檢視看有無山椒魚。
 2. 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、基質等資料，測量方式如前項。
 3. 個體資訊記錄：捕獲的山椒魚之種類，發現座標、測量體長、尾長、頭長、頭寬等形值。拍照記錄，同時利用注射染料來標記個體(如圖一)，此法依材料原廠的說明並不具有毒性，推測不會對標記動物產生影響。將動物釋放回原地並將環境復原。
 4. 族群量估算：調查時記錄調查人數及調查時數，以單位努力捕獲

量作為密度之粗估值，再以標記再捕捉法來估算族群數量。此外，亦記錄每次調查時的氣候狀況、溫度、濕度及照度等資料。

5. 此監測的結果將作為未來族群長期監測的基線資料，同時亦將監測法藉由研習課程傳授給第一線的工作人員。



圖一、山椒魚形值測量位置及色標編號位置。

(4) 辦理研習班

嘉義林管處保育人員山椒魚監測研習班

研習課程表

時間：101 年 3 月 7-8 日

地點：嘉義林管處、阿里山森林遊樂區

研習人員：保育現場工作人員、志工

日期	時間	主題	講者
3/7	13:00	報到	
	13:30	開幕式	
	13:40	臺灣的山椒魚	呂光洋
	15:40	山椒魚監測的標準方法 高山的兩棲爬行動物	賴俊祥
	17:40	晚餐	
3/8	7:30	出發前往阿里山—欣賞阿里山山椒魚影片	
	9:30	野外實習-特富野古道	呂光洋 賴俊祥
	11:30	野外實習-姐妹潭	呂光洋 賴俊祥

日期	時間	主題	講者
3/7	13:00	報到	
	13:30	開幕式	
	12:30	午餐	
	13:00	綜合研討	呂光洋

(5)擬定保育策略，並制定長期監測的標準方法，作為生態保育之經營管理的參考依據。

三、結果與討論

阿里山區域歷年山椒魚調查資料蒐集整理與分析

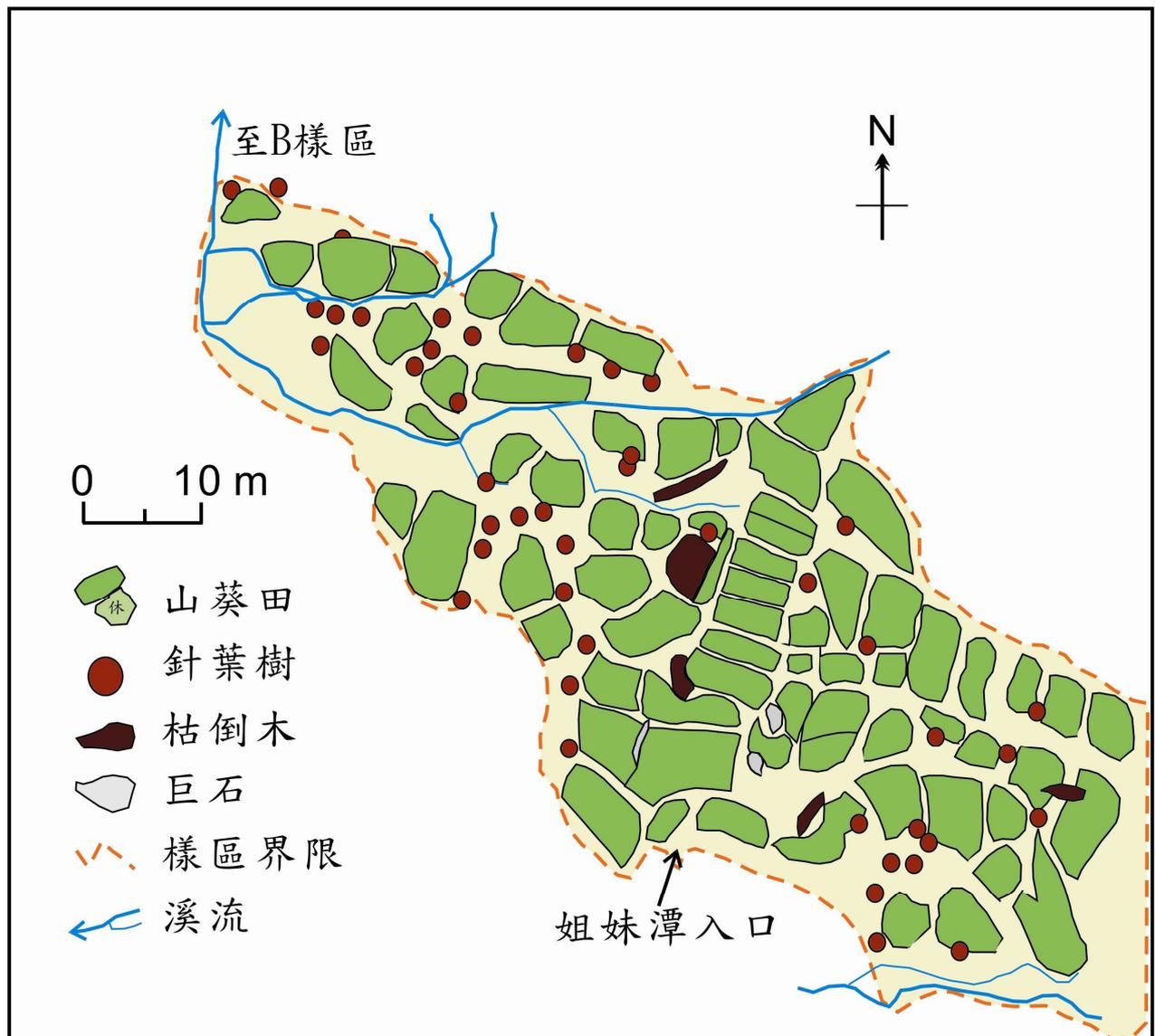
阿里山區域歷年有關山椒魚的調查資料共有四個時期，第一期為 1982 至 1985 年時本系陳世煌教授在從事碩士論文時完成台灣本土有關山椒魚族群生態學的第一篇報告(以下簡稱 82 年調查)。第二期為呂光洋老師指導之碩士生葉明欽在 1990 至 1991 年於阿里山、自忠及新中橫地區所進行的族群生態學研究(以下簡稱 90 年調查)。第三期為呂光洋老師執行農委會研究計畫「阿里山地區台灣山椒魚族群之研究」與「台灣山椒魚及伴生相棲類現況調查」於 1993 至 1996 進行的調查(以下簡稱 93 年調查)。第四期為嘉義林管處委託進行之「阿里山地區阿里山山椒魚的分布和棲地利用之研究」4 年期研究計畫與後續每季進行的監測，資料由 2002 年累積至今，第四期由 2002 年至 2006 年監測頻率為每月 1 次，2006 年後約維持每季 1 次的監測頻率，前者簡稱 02 年調查，後者簡稱 06 年調查。後二期因為有留存原始標放資料，故可進行詳細的比較。這四期在此先進行粗略的比較。

在本報告搜集資料的過程中，依據現有報告中數據的可利用性，決定以下的分析方法。首先我們先比較各監測期的樣區差異，接著比較捕獲數、估算族群量。對於資料較完整的我們比較其族群的存活率及發現率，並且求算族群量。

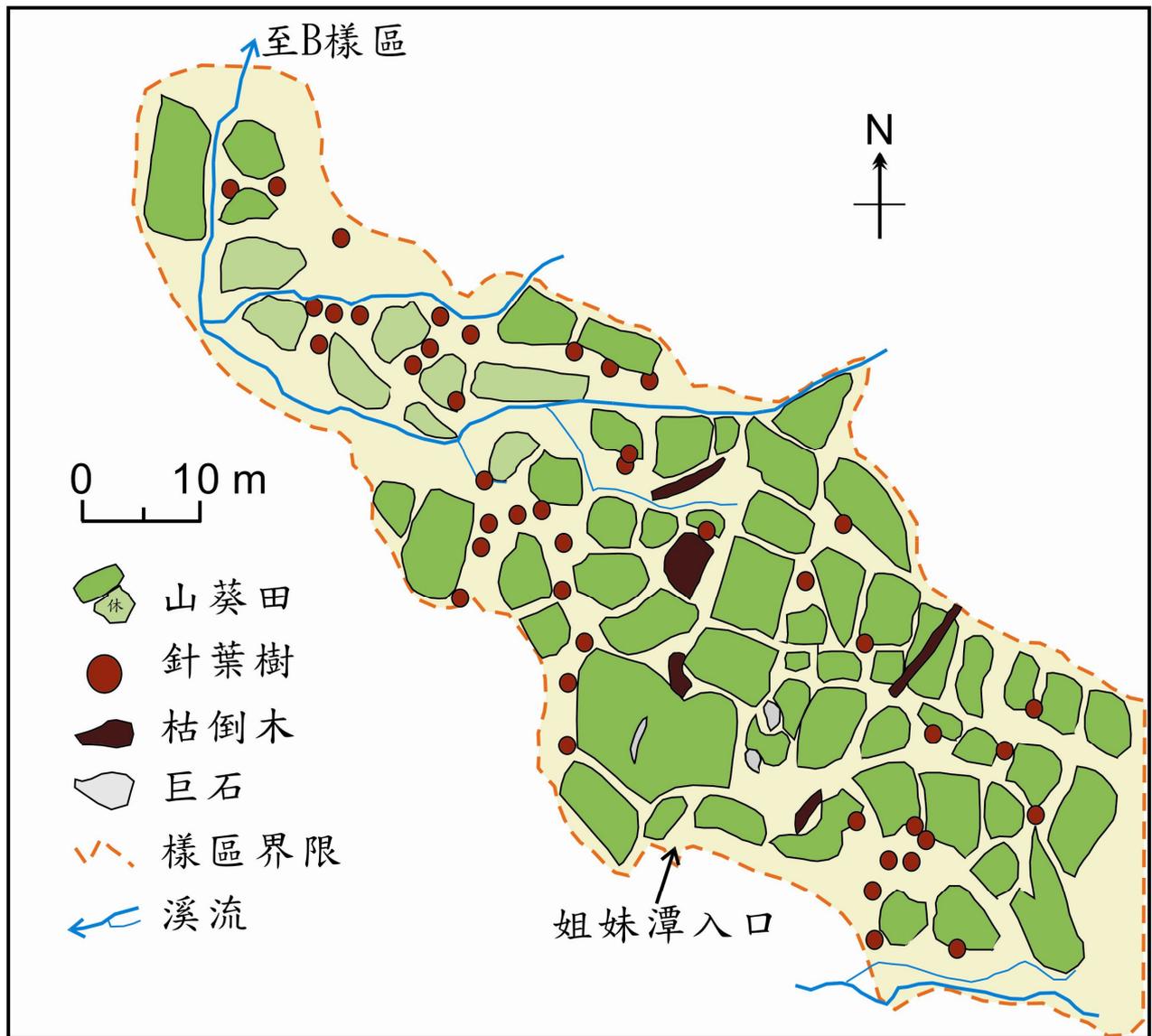
1. 樣區差異

1980 年陳與呂開始在阿里山姐妹潭設立樣區，最初設立了 A 及 B 二個樣區，A 樣區的面積約為 3125 平方公尺。在 82 年調查時，樣區都是種植山葵的梯田，也都種滿了山葵(如圖二)。其後 90 年調查及 93 年調查維持著相同的樣區範圍，並且在土地利用型態上還是同樣種植著山葵。02 年調查時，有鑑於與

前次的調查隔了較久的時間，因為重新記錄樣區的狀況，A 樣區的差異點在於區內主要的溪流的左岸的山葵田已休耕，梯田的田畦有些合併有些分割，樣區南側溪流上方原有的平地已崩塌，而樣區北側又增加了幾畦的山葵田，因此監測的面積略為增加。在 02 至 05 年之間，山葵田大部分呈種植狀態，而 06 年後則一直呈現休耕狀態，後再因原承租人過世而被工作站收回而不再種植。



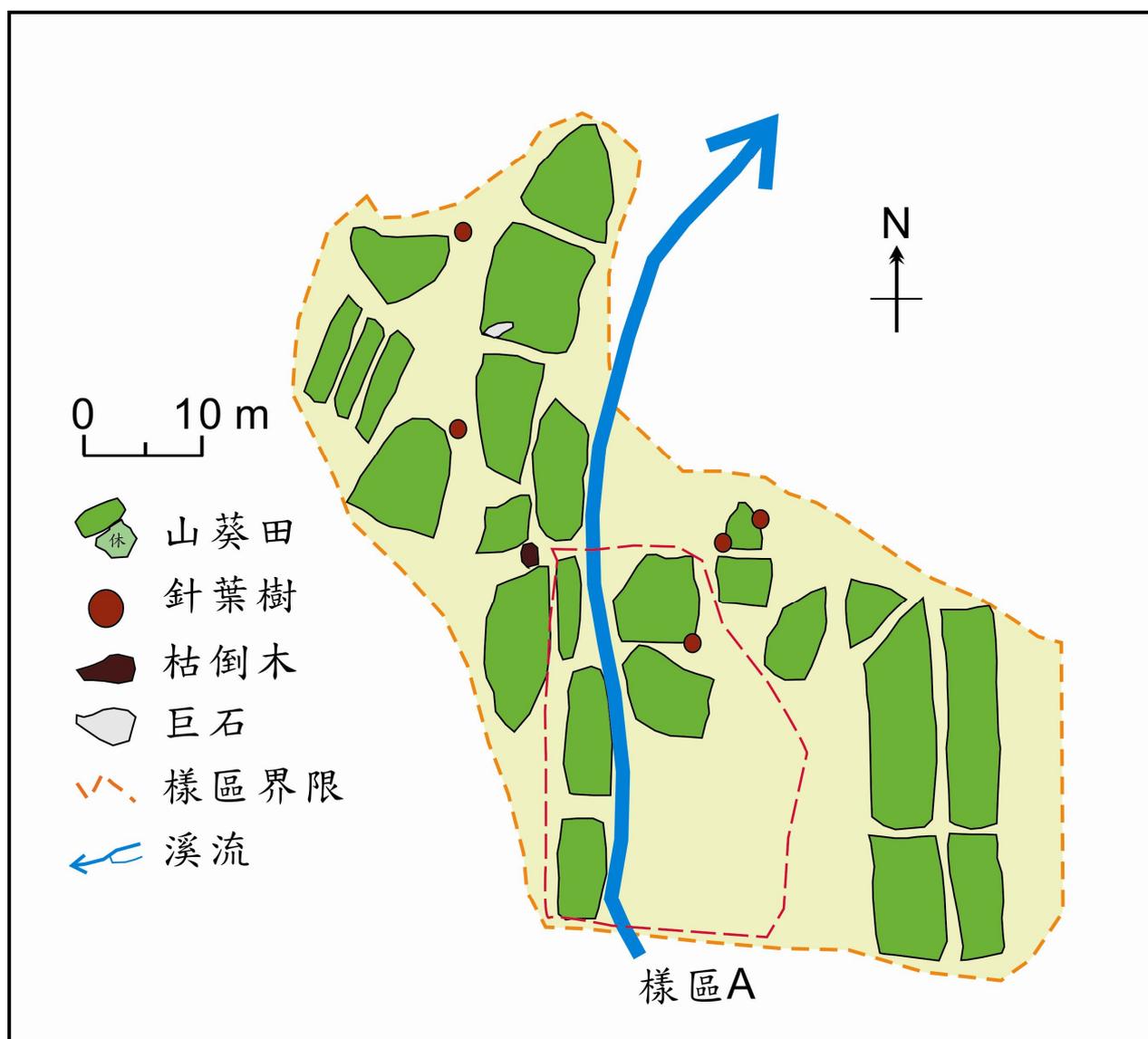
圖二、姐妹潭 A 樣區於 82 年、90 年及 95 年調查時的狀況。



圖三、姐妹潭 A 樣區於 02 年調查時的狀況。

B 樣區在 82 年調查時僅為少數幾畦山葵田組成(如圖四)，僅約 105 平方公尺，90 年調查維持同樣的樣區，95 年調查則將監測樣區擴大，分別向東側及西側擴大，使監測面積增加至 3700 平方公尺，爾後的調查大致將 B 樣區設定在同樣的位置。在 06 年開始，我們又沿著溪流在 B 樣區的北方新增了 C、D 二個樣區，C 樣區緊臨著 B 樣區，而 D 樣區則距離 B 樣區約 200 公尺，且位於溪流的右岸。為了比較不同年間的數量，在 06 年後於 C、D 樣區的資料不列入分析。

90 年調查在自忠二個山葵田設置樣區，其時 A 樣區約當現今特富野古道自忠入口處，B 樣區則為現今特富野古道 1.5K 處涼亭。在 95 年及 02 年調查未在此設樣區，06 年則再次調查，但是調查沿著特富野古道，已非山葵田。



圖四、姐妹潭 B 樣區示意圖。紅色線為 82 年調查時的樣區範圍，橘色線為 93 年後的樣區範圍。

2. 捕獲數比較

四個時期的調查次數及捕獲量分別為，82年調查了33次捕獲188隻次，90年調查了16次捕獲159隻次，93年調查了36次354隻，02年調查了43次279隻次，06年8月至2011年10月共調查了13次58隻(表一)。

四個時期的捕獲數比較分析，因82年及90年調查僅依照發表的文獻上的圖表來進行。本比較暫時先比較姐妹潭樣區，因為調查頻率大都為每月，在此將全年區分為乾季(9月至翌年2月)與溼季(3月至8月)二部分，以這些月份的總捕獲數作為比較的數值。

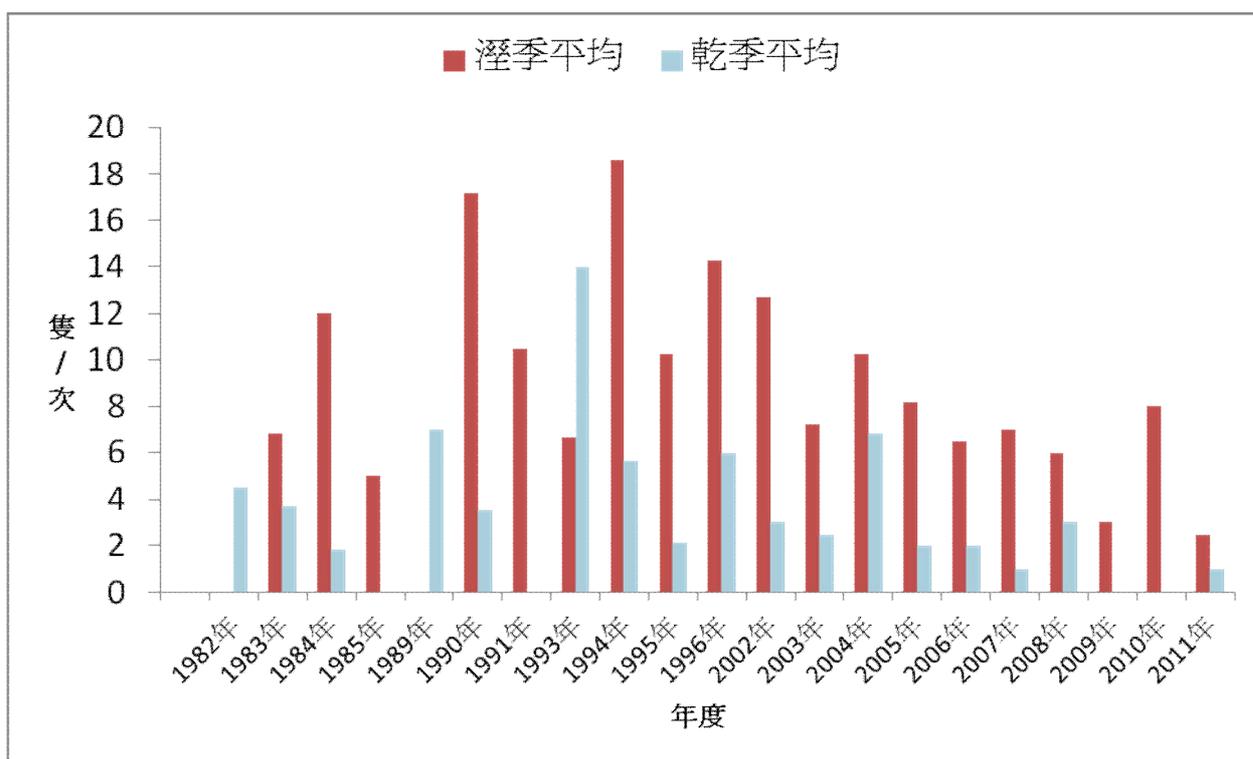
表一、各年度乾、溼季的捕獲量表

年度	3月	4月	5月	6月	7月	8月	溼季 總和	9月	10月	11月	12月	1月	2月	乾季 總和
1982年							0	4	3	0	6	7	7	27
1983年	13	5	7	7	4	5	41	5	2	0	1	1	13	22
1984年	18	16	16		5	5	60	4	1	2	2	2	0	11
1985年	9	7	0	4			20							0
1989年							0					4	10	14
1990年	14	28	19	16	14	12	103	2	2	0	1	3	13	21
1991年	8	13					21							0
1993年				6	6	8	20	9	10	12	13	18	22	84
1994年	31	18	12	5	27		93	6	9	2	2	0	15	34
1995年	12	12	8	9			41	3	4	1	1	2	2	13
1996年	5	24	19		9		57	5	7					12
2002年		13	15		15	8	51		3	0	1	7	4	15
2003年	4	9	5	12	6	7	43	6	1	1	0	1	6	15
2004年	7	12		14		8	41	3	4	5	8	12	9	41
2005年	9	14	12	7	3	4	49	2	3	2		3	4	14
2006年	10					12	22			2				2
2007年		7			7		14				1			1
2008年					6		6		4				2	6
2009年			3				3							0
2010年	8						8							0
2011年				2		3	5		1					1

捕獲數量在每一個調查較為完整的年度都有明顯的乾、溼季捕獲量不同的

情形(表一)，大致上的溼季的捕獲數約為乾季的 3 至 5 倍，2005 年之前的溼季捕獲數皆在 40 隻以上，最高達 103 隻；2006 年後則介於 3 至 14 隻之間。乾季捕獲數在 2005 年之前捕獲數介 8-84 之間，2006 年後則介於 1 至 6 隻之間。2005 年形成明顯地分界點。

考量監測頻度的差異，而每次調查皆以將樣區內所有地表物翻找一次的理由，改採平均每次調查能捕獲的數量為比較基礎。不同年間的乾季和溼季的平均每次調查捕獲數如圖五。溼季平均捕獲數最高值為 1994 年 18.6 隻/次，最低為 2011 年 2.5 隻/次。乾季平均捕獲數最高為 2004 年 6.8 隻/次，最低為 2007 年及 2011 年 1 隻/次。溼季的平均捕獲數有下降的趨勢，乾季則呈高低變動沒有固定趨勢的狀況。2012 年未列在圖中。由於並不是每個時段的調查都紀錄調查人力，故在此項比較中無法以單位努力捕獲量(catch per unit efforts)進行比較。



圖五、阿里山樣區不同年度間乾溼季每次調查的平均捕獲數圖。

3. 族群量比較

季族群量比較

82 年調查因在原始文獻中並無每個月的捕獲-再捕獲的資料，僅提供了以 Weighted mean 法(Begon, 1979)估計的每季族群量。因此在此以同樣的方法來比較不同年度間不同的季節的族群量，但 06 年調查因為是一季一次，則無法以同樣的方式來分析，故不列入分析。Weighted mean 法(Begon, 1979)的估算式如下：

$$\bar{N} = \frac{\sum M_i n_i}{(\sum m_i) + 1}$$

其中

$$M_i = \sum_{j=1}^i r_j + m$$

n_i =第 i 天的捕獲個體數

m_i =第 i 天捕獲的標記個體數

r_i =第 i 天釋放的標記個體數

M_i =第 i 天標記個體可能被捕的數目(族群內現有標記個體總數)

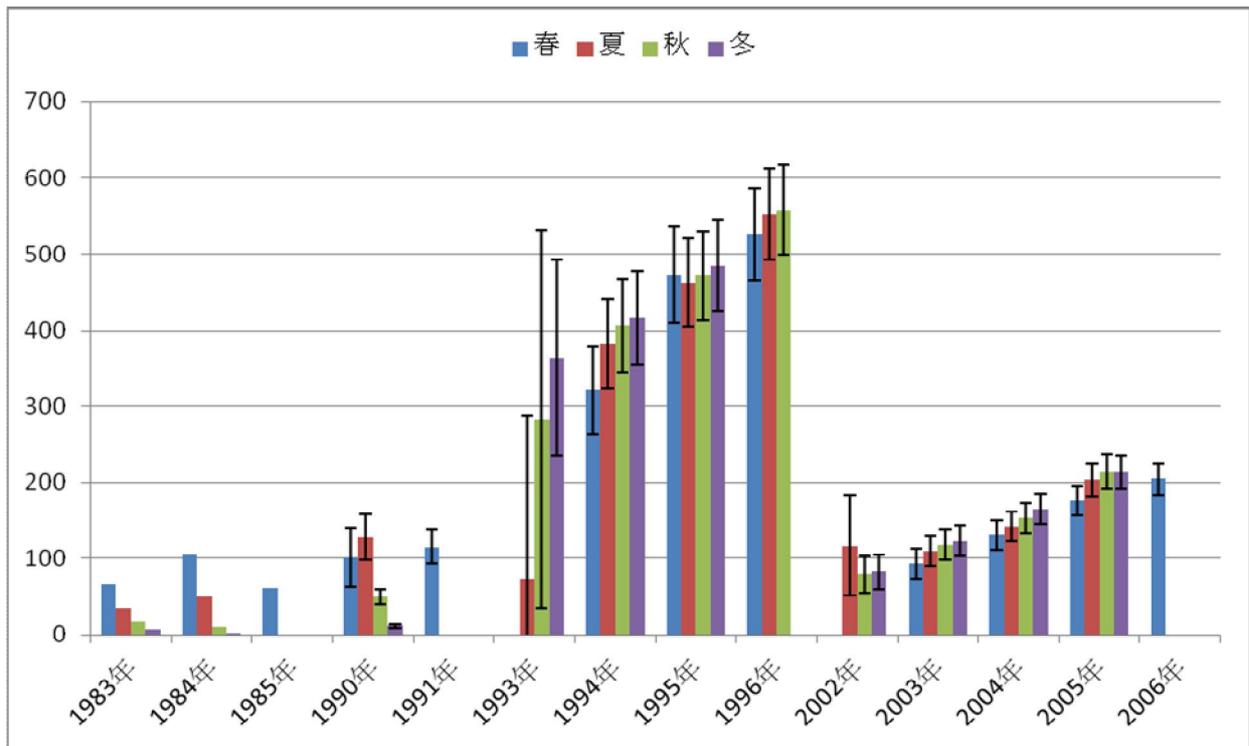
其標準誤(standard error)為

$$SE_{\bar{N}} = \bar{N} \sqrt{\frac{1}{(\sum m_i + 1)} + \frac{2}{(\sum m_i + 1)^2} + \frac{6}{(\sum m_i + 1)^3}}$$

各年度春夏秋冬的族群估算量如圖六，在 1983 年至 1985 年的估計季族群量，最低為 1 隻，最高為 105 隻；1990 年最低為 11 隻，最高為 128 隻。1993 年至 1996 年則最低為 72 隻，最高為 558 隻。2002 至 2006 年最低 79 隻，最高為 218 隻。圖中很明顯地在 1993 至 1996 年的族群量遠高於其他各期，02 至 06 年族群略呈增加趨勢。

年族群量比較

在我們 02 年的調查中曾使用 Schnabel Method 來計算年族群量，這也是透過多次的標放來求算每年的族群估算量，以作為較為長期的指標，其計算的族



圖六、姐妹潭樣區各年度各季 weighted mean 法的族群估算量。誤差線為標準誤。

群量較不受每月間捕獲量劇烈變動的影響。年度的定義以每年 2 月起至翌年 1 月。Schnabel Method 的計算式如下：

$$\hat{N} = \frac{\sum C_t M_t}{\sum R_t}$$

C_t = 在取樣 T 時的捕獲的個體數

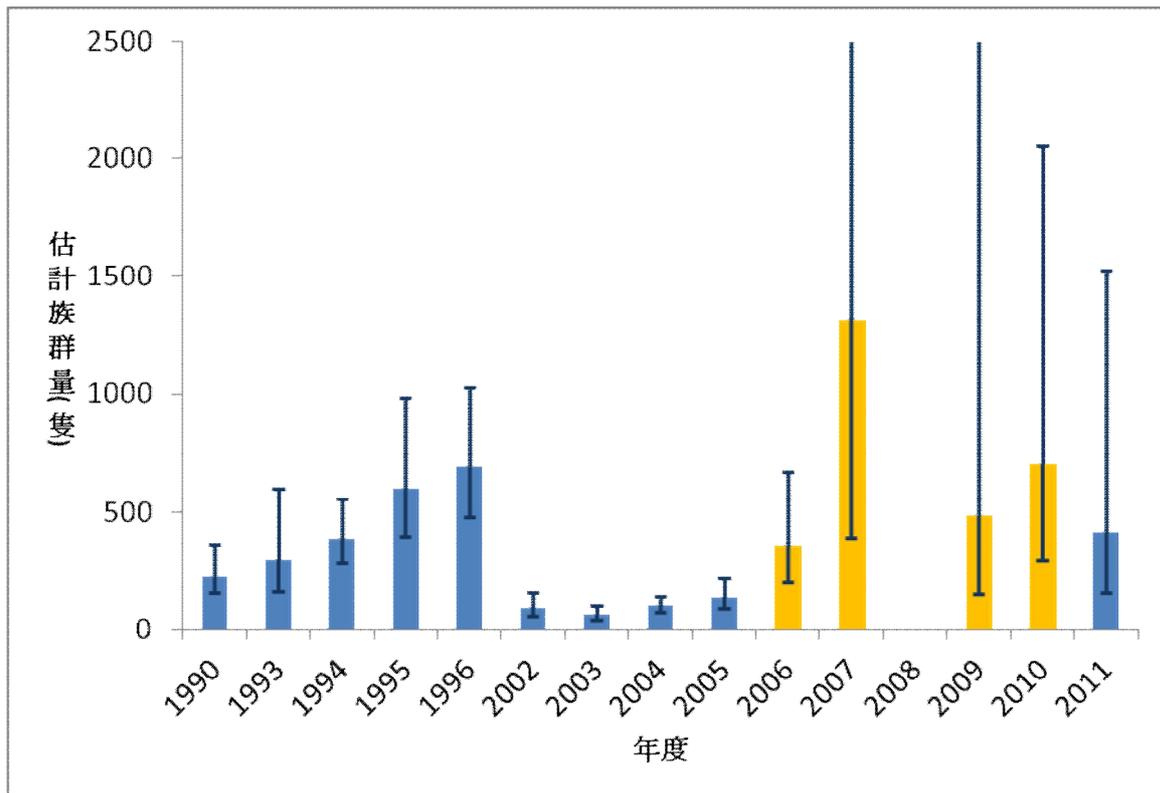
R_t = 在取樣 T 時捕獲的個體中已具有標記的個體數

U_t = 取樣 T 時新捕獲並標記釋放的個體數

M_t = 在取樣 T 時族群內標記個體的總數

(1) 姐妹潭樣區

當每年二月後幼體變態上陸之後，族群不再有新的增減，以 Schnabel 法來估算族群量，結果如圖七。圖中在每月調查(藍色柱狀)時，以 1996 年最高，族群估算量為 690.6 隻，02 至 05 年多在 100 隻上下，但 06 開始的每季調查族群量介 355 隻至 1309 隻之間。

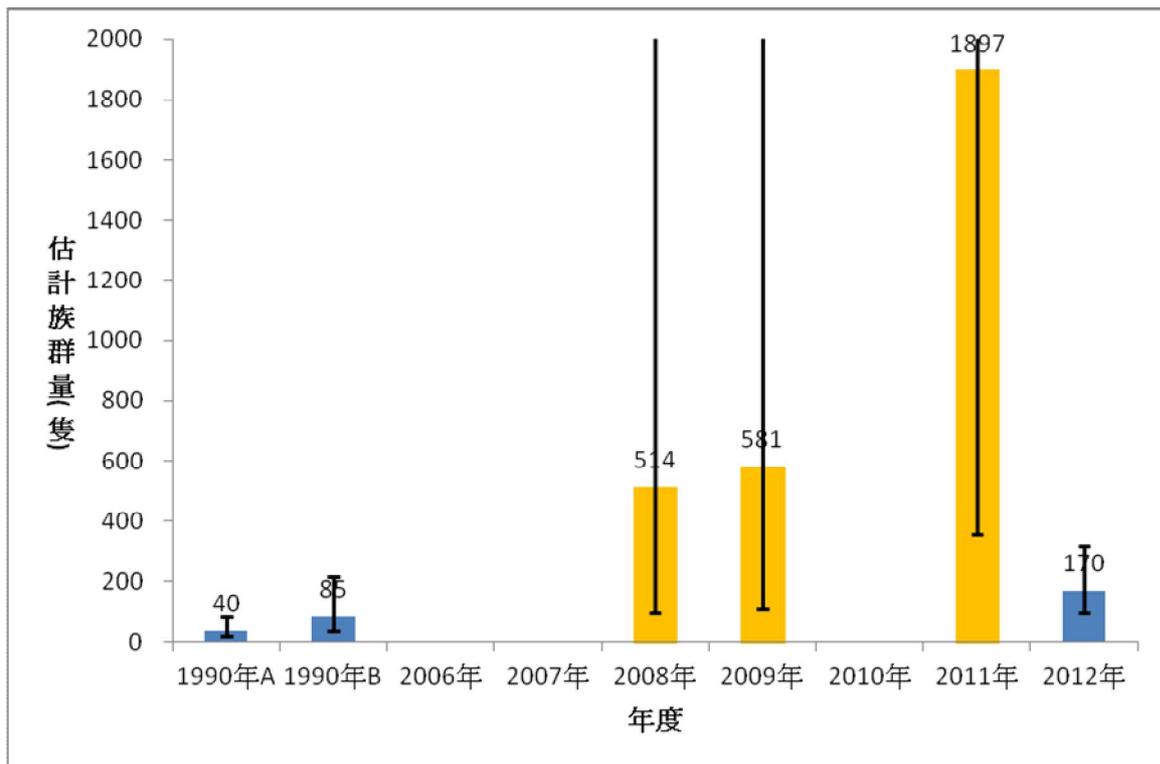


圖七、姐妹潭樣區以 Schnabel 法估計的年族群量。藍色年度為每月調查，橘色年度為每季調查。圖中直線表 95%信賴區間。

Schnabel 法估計的族群量趨勢約與 Weighted mean 法估計的族群量趨勢相同，93 年至 96 年的估計量明顯高於 02 至 05 年的估計量。93 年調查期的平均每次捕獲量相對的較高，表示當時的族群量確實是處在高峰時期，到 02 年時族群已開始下降，雖然 06 年後族群量又增加，但是因為調查的密集程度有差異，數值僅供參考。因為估計的族群量的數值容易受到再捕獲率的影響，當調查密集程度降低會使再捕獲的個體變少而使計算式中當作分母的再捕獲數降低，而使得估計值變高，以 2008 年而言，沒有任何再捕獲的個體，數值為無限大，06 至 10 年的再捕獲個體最多為 06 年的 10 隻，其餘皆為 3~4 隻，估計的族群量突然升高是必然的結果。

(2) 自忠樣區

自忠樣區的監測僅在二個時段進行，在 1990 年時 A 樣區估計有 40 隻，B 樣區則為 84.8 隻。06、07、10 年因為都無再捕獲個體，故族群量無法估算。每季監測的部分顯示族群量介 514 至 1897 隻之間，在 2012 年至今的估算結果，



圖八、自忠樣區以 Schnabel 法估計的年族群量。藍色年度為每月調查，橘色年度為每季調查。

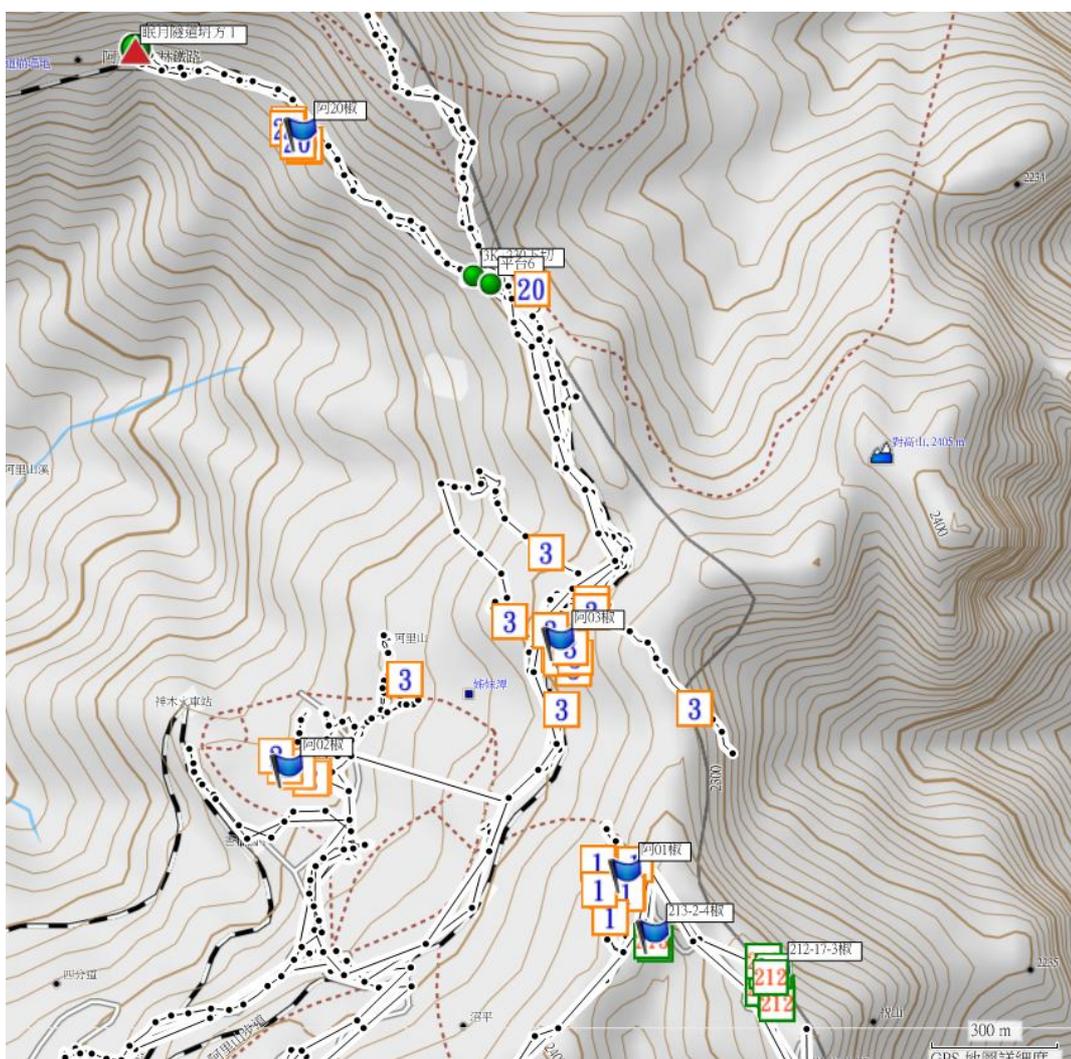
族群量約為 170 隻。自忠地區的山椒魚族群量若將 90 年 2 個樣區加總約為 125 隻，12 年的估計量 170 隻略高於此數值，因為 2012 年的監測樣區較廣，得到的族群量估計值較高屬合理的現象，這也可以說自忠地區的山椒魚族群在這些年間呈現穩定的狀態。此地區的山葵田雖然休耕，但因為人工經營的步道使山椒魚又有新的覓食棲地，而讓山椒魚在此能持續保持穩定。

姐妹潭樣區在這些年間，特別是山葵田休耕後，山椒魚的出現量(並非是族群量)銳減，主要的原因來自於休耕後地表植物大量繁生，覆蓋了大部分山椒魚慣常棲息的石頭，據我們對阿里山山椒魚棲地偏好的研究，被大量草本植物覆蓋的遮蔽物牠們並不喜歡利用，推測的原因是造成牠們出入困難不利於覓食，而降低山椒魚在此地的活動量。故我們在屢次的保育討論中都建議能除草，當然山葵田引入台灣的時間不若山椒魚的演化時間長久，恢復山葵田的種植並不是有效的解決辦法。姐妹潭地區是個造林地，而林地底層又種植山葵田一段

很長的時間，在山葵休耕後如何能在短時間內回復天然狀態是需要多加思考的。

阿里山山椒魚棲地資源調查

本計畫有關林班地之調查，在 8 月至阿里山事業區第 1、2、3 林班調查一次，10 月至大埔事業區第 205、206、207、214 林班調查一次。在這兩次的調查中，主要的目的在於尋找林班地內的水源，也進行少量的翻找，但沒有發現山椒魚。2012 年的 3~4 月間，我們在全部林班地共進行了四次的調查，並在各林班中設置 5 個以上調查點，調查點的分布請見圖九及十。

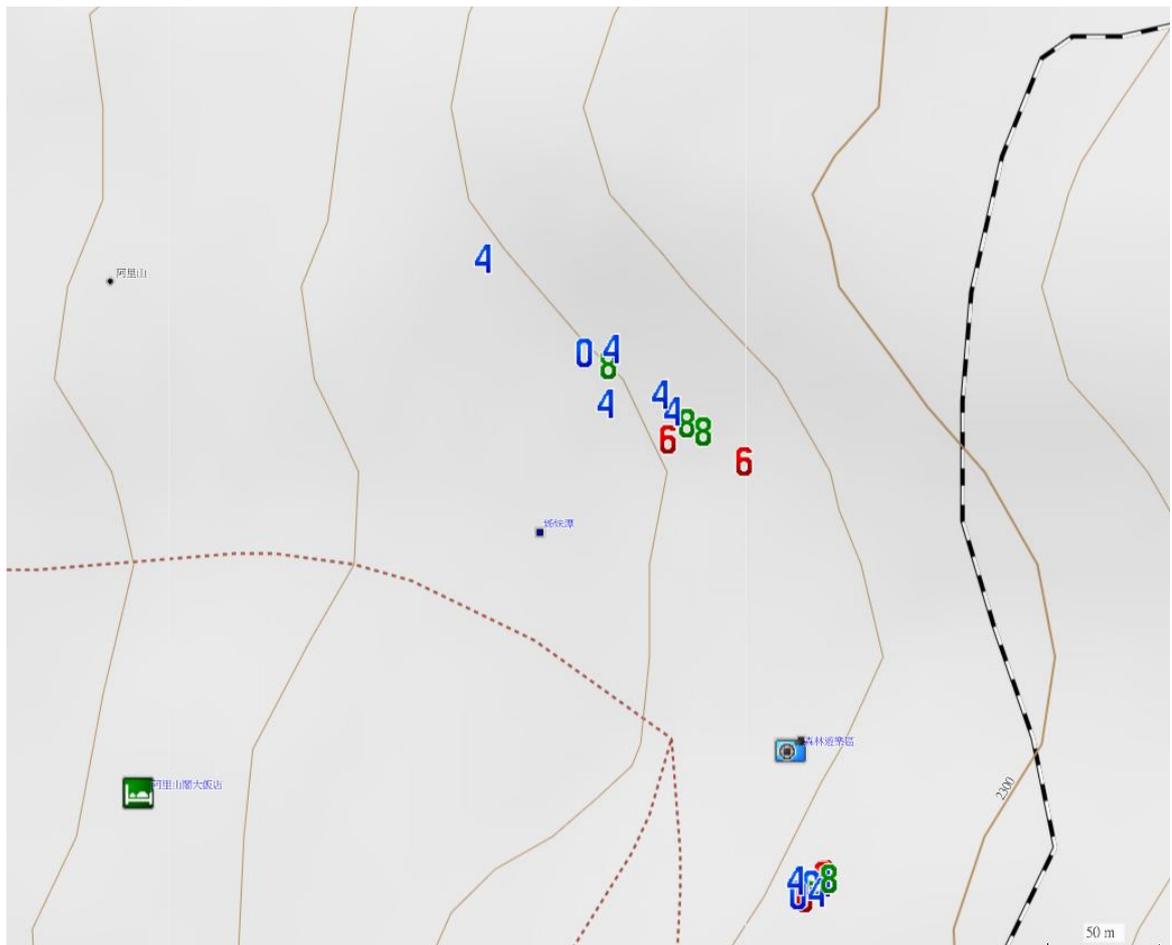


圖九、阿里山事業區林班地及大埔事業區 212 林班調查樣點分布圖，符號代表不同林班，藍色旗號代表發現山椒魚之處。

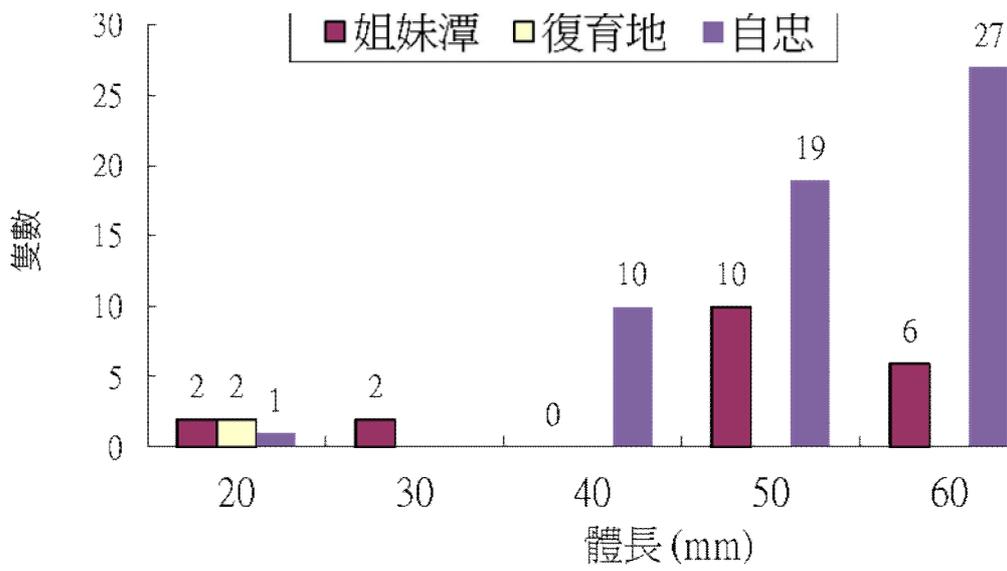
族群監測

本計畫之執行，已於 2011 年 6 月、8 月及 10 月，2012 年 1 月、2 月、3 月及 5 月(姐妹潭為 4 月)共進行過七次調查。各樣區的監測結果分述如後。

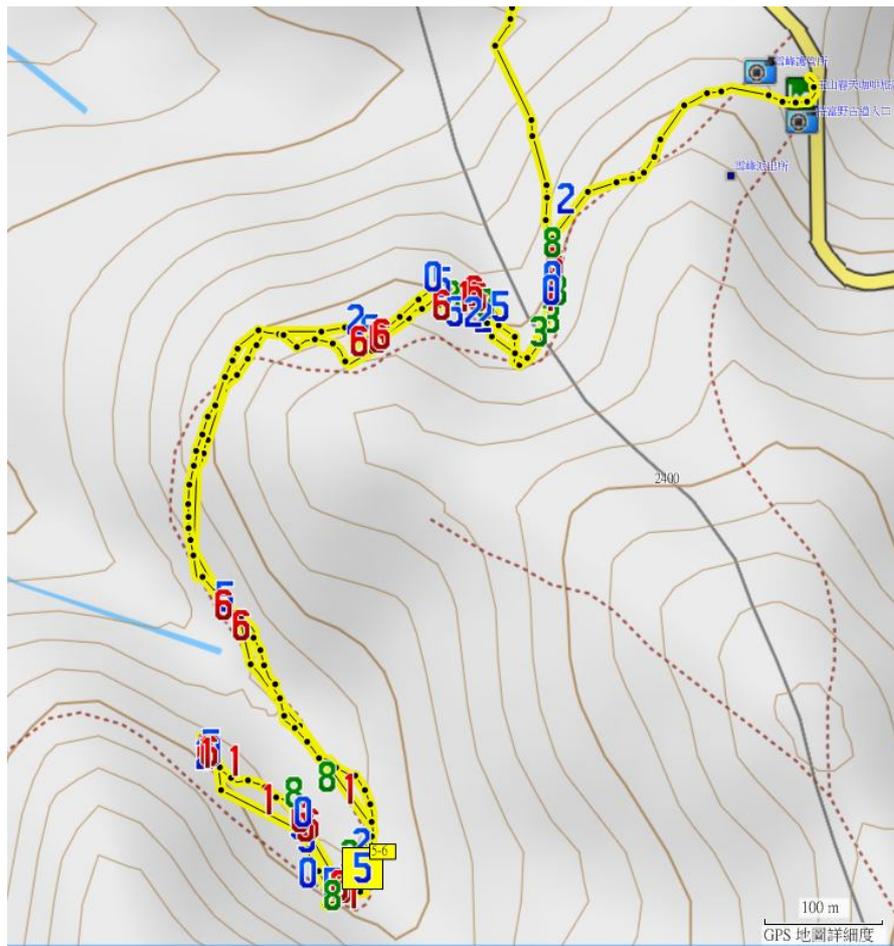
姐妹潭樣區捕獲 12 隻次，其中 3 隻次為再捕獲，2012 年的 4 次調查中，僅 4 月有捕獲的記錄。姐妹潭樣區的捕獲地點如圖十一，出現在樣區的 A 區共 10 隻，B 區 1 隻，C、D 區未發現，另外則是在靠近鐵道的山葵田(E 區)亦發現 9 隻。因為捕獲的數量不多，無法進行族群量的估算。捕獲個體的體型方面，捕獲的個體中，2 隻為幼體、1 隻為亞成體(吻肛長 30-50 mm)，其餘皆屬成體類別(圖十二)。



圖十一、姐妹潭樣區捕獲山椒魚之位置圖，數字代表不同捕獲月份的捕獲位置。



圖十二、各樣區捕獲個體的體長分布圖。



圖十二、自忠樣區各月份捕獲山椒魚之位置圖，黃色線為自忠-特富野步道，數字代表不同捕獲月份的捕獲位置。

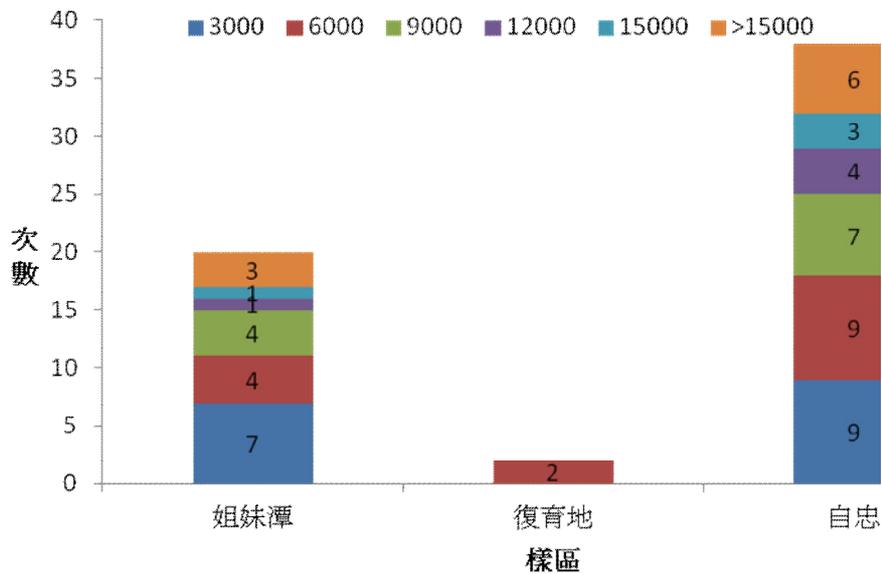
復育地樣區在 2012 年 1 月及 2 月各捕獲 1 隻，2 次皆為同一隻個體。此個體為幼體出現在溪流邊。

自忠樣區捕獲 57 隻，12 隻次為再捕獲。自忠樣區的捕獲地點如圖十二，捕獲位置的特性大致在林相較為茂密及近溪流邊等處較常發現。捕獲個體的體型方面，捕獲的個體有 1 隻幼體(吻肛長 20mm)、8 隻亞成體(吻肛長 30-50 mm) 及 48 隻成體，同樣呈現成體為主的現象(圖十二)。

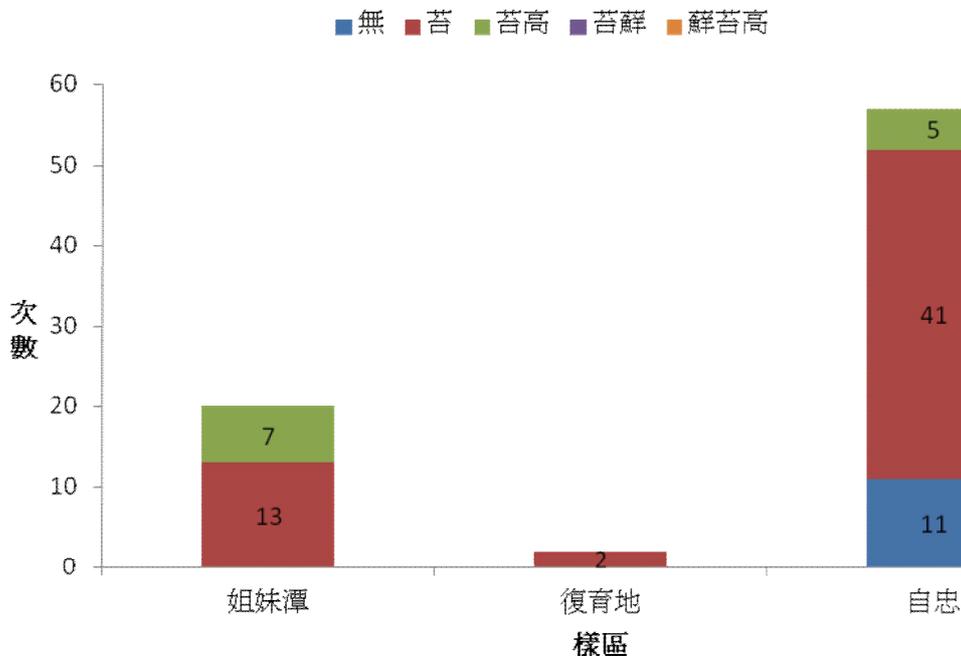
棲地利用

- (一)利用遮蔽物：姐妹潭樣區捕獲的山椒魚在利用的遮蔽物方面都是使用石塊，自忠樣區除 1 隻為利用木頭外，也主要使用石塊，復育地的個體亦使用石塊。利用遮蔽物方面符合以往的調查既山椒魚以石頭為其主要利用的遮蔽物，因為石塊為環境中最容易找到的資源。
- (二)遮蔽物體積：姐妹潭樣區山椒魚利用的遮蔽物體積在 714 與 32000 cm^3 ，若以每 3000 cm^3 作為類別區分，則在此樣區中各類別の利用量接近(圖十三)。自忠樣區山椒魚利用的遮蔽物體積在 720 與 64000 cm^3 ，同樣地以每 3000 cm^3 作為類別區分，此樣區亦呈現各類別利用量接近的現象(圖十三)。復育地樣區所發現的個體使用中小型的石塊。大而穩固的遮蔽物提供山椒魚良好的保護，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。
- (三)遮蔽物上的覆蓋植物(圖十四)：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。姐妹潭樣區中在 A 區的 10 隻個體利用苔類及草本植物覆蓋的石頭，E 區的 9 隻利用苔類覆蓋的石頭，反應二區分屬廢棄的山葵田與未廢棄山葵田的差異，廢棄的山葵田的石頭上草本植物覆蓋愈來愈多，依據我們先前的研究推測當草本植物在遮蔽物上的覆蓋程度增加時，因為草根生長延伸入遮蔽物下的縫隙而影響山椒魚的出入，進而影響其攝食，因此山椒魚利用此類遮蔽物就會減少。雖然 A 至 D 區的面積廣大，但是能找到的數量僅和 E 區相同，此為

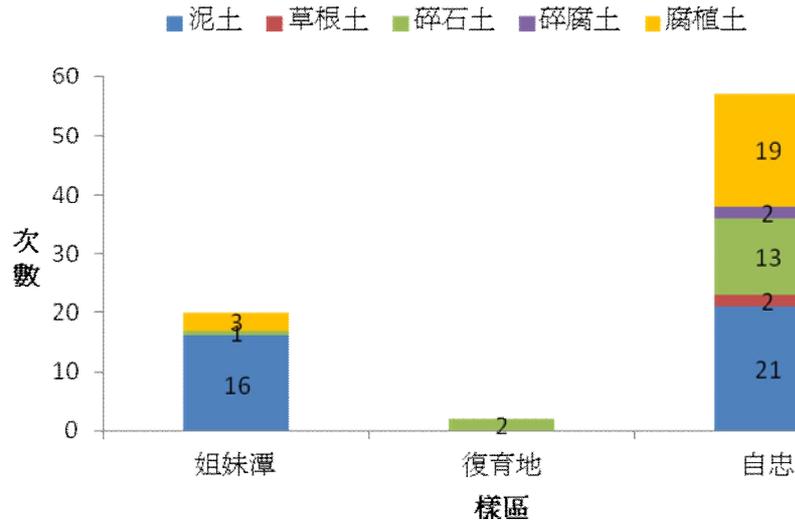
可能成因，也因此減少樣區底層草本植物的增加是必需要進行的工作。復育地的個體所利用的遮蔽物上長有苔類，自忠樣區的個體也以苔類為主。自忠-特富野步道的兩側工作站定期除草，故遮蔽物上僅長苔類，少有草本植物覆蓋的情形。



圖十三、各樣區捕獲山椒魚利用之遮蔽物體積頻率圖。



圖十四、各樣區捕獲山椒魚利用遮蔽物上覆蓋植物類別頻率圖。



圖十五、各樣區捕獲山椒魚利用遮蔽物下底質類別頻率圖。

(四)底質：姐妹潭樣區捕獲山椒魚中，16 隻利用泥土，3 隻利用腐植土(圖十五)。

自忠樣區的山椒魚利用腐植土、碎石土及泥土的比例相近。自忠樣區步道的底層有些段落特別是溪流邊以碎石為主，有些則是落葉堆豐厚，底質的利用約略反應了此樣區的特色。

嘉義林管處保育人員山椒魚監測研習班

本計畫於 3 月 7 至 8 日假嘉義林區管理處舉辦監測研習班，參予的人員包括林管處保育工作負責人員、嘉義林區各工作站第一線工作人員、森林解說志工與計畫執行單位人員。

實際的研習課程表見表三，課程由嘉義處副處長(圖十六)與育樂課課長(圖十七)主持開幕式。首先由計畫主持人呂光洋老師介紹臺灣的山椒魚，講授的內容包括山椒魚在臺灣的發現歷史、分類歷史、各種山椒魚的辨視特徵、地理分布、棲地特性、生殖與生活史、行為特性、保育價值及面臨的威脅等等。使上課學員能在很短的時間內對山椒魚有粗淺的認識(圖十八)。

其次由賴俊祥老師講授山椒魚的標準監測法，內容包括監測樣區的劃設、

表三、嘉義林管處保育人員山椒魚監測研習班課程表

日期	時間	主題	講者
3月7日	13:00	報到	
	13:30	開幕式	
	13:40	台灣有尾兩棲類研究之現況	呂光洋
	15:40	山椒魚族群監測的標準方法	賴俊祥
	17:40	晚餐	
3月8日	7:30	出發前往阿里山	
	9:30	野外實習-特富野古道	呂光洋 賴俊祥
	11:30	野外實習-姐妹潭	呂光洋 賴俊祥
	12:30	午餐	
	13:00	綜合研討	呂光洋

個體的尋找、棲息地的記錄方法、個體形值測量、標記方法，本部分尚搭配隔日於監測樣區捕獲的個體作實際的示範(圖十九)。

第一天課程結束前，授課老師與參與學員先初步進行了綜合研討。一同討論了明日課程的概要，經過主持人與學員們的意見交換得到以下結論：山椒魚的長期監測若以研究單位所使用的監測法來進行時，對參予的志工們或第一線工作人員而言是過於艱難，但是若以在服勤時記錄服勤地能否發現山椒魚，而發現山椒魚時進一步提供座標及照片予研究單位則是可行的方法。(圖二十)



圖十六、監測研習班之開幕式—副處長致詞。



圖十七、監測研習班之開幕式—育樂課課長致詞。



圖十八、監測研習班之認識山椒魚課程。



圖十九、監測研習班之山椒魚監測技術課程。



圖二十、監測研習班之綜合研討課程。

第二天一早，眾人分乘不同的車輛前往今日野外實習的地點-自忠(特富野古道)。眾人在步道口下車後，由兩位老師示範遮蔽物的翻找要領，包括翻的方向、翻開後如何尋找山椒魚、翻找後如何將棲地復原。然後由呂老師帶領學員沿著自忠步道開始翻找，學員們也著手去翻找。在課程中共翻找到 5 隻阿里山山椒魚(圖二十五)，在翻找到時則示範棲地的測量與記錄。學員在自行翻找山椒魚的過程中，能對山椒魚的棲息地有些許的認識。

自忠課程結束後，學員們回到阿里山工作站用餐。餐後參觀了興建中的阿里山山椒魚館。



圖二十四、監測研習班之野外實習課程，此處位於自忠步道口，呂老師正帶領學員行走至樣區，老師沿路解說尋找山椒魚的要領。



圖二十五、監測研習班參觀阿里山山椒魚館。

山椒魚族群監測的標準方法

本段落為依據我們多年來對山椒魚族群監測的心得之整理。以下先粗略介紹用於兩生爬行類監測的幾種方法，再仔細介紹適合山椒魚的長期監測之方法，以期對山椒魚的監測法有初步的印象。

一、兩生爬行類常用監測法(Dodd, 2000)

在進行長期監測前首先要決定使用的監測方法，然後才能決定樣區的劃設、監測的時間頻率等。這些監測法概分為二大類：第一類為主動取樣法(Active Sampling)—調查者在樣區內走動，尋找出現的動物；第二類則是被動取樣法(Passive Sampling)—調查者設置動物喜歡躲藏的物體或者陷阱，待動物自行進入後，再進行計數的工作。

(一)、主動取樣法(Active Sampling)

1. 固定時數法(Time constrained)—先決定在一個地區或棲地內取樣的時間長度，記錄物種及出現的個體數(性別、年齡期)。使用目視遭遇法(visual encounter)來數算動物，既調查者看到動物走過森林或溪流底層、躲藏在洞穴或攀附在洞穴壁上、翻動地表落葉尋獲、聽到叫聲、水網捕獲等等。觀察者的數目乘上取樣時間(努力量)記錄下來。在陸地或水域環境，時間可設定為15或30分鐘，或者更長一點，隨著觀察人數及需調查的棲地的數量及品質而變。

例—三個研究者決定在某段步道進行固定時數調查，從某個點開始先走一段30分鐘，整理資料，然後再走一段30分鐘、再30分鐘...直到此日結束。這個方法每天可以取樣4到6個點(隨著步道的狀態及起伏度而定)。取樣努力量是 $3 \times 30 = 90$ 人-分。記錄資料的形式是每個樣點所觀察到的種類、數量、成體或幼體。

獲得資訊—(1)取樣時物種的存在(而非不存在)；(2)生活史資訊，如何時產卵、幼體及活動型式；(3)棲地資訊。取樣努力量容易定量。

2. 固定範圍法(Area constrained)—選定固定面積的棲地來取樣。例如，研究者在步行調查時會選擇取樣大面積、隨機選擇的點(如30 x 40 m樣點)；或者較小的樣點(10 x 10 m)，或者會調查池塘、濕地或洞穴入口，而不考慮所花的時間。樣點的數目為一或多個。記錄物種的出現及個體數(性別、時期)。亦使用目視遭遇法。記錄調查者數及總取樣時間。

例—二個人調查某樣區67分鐘。取樣努力量為 $2 \times 67 = 134$ 人-分。取樣數據為50隻以上盤古蟾蜍幼體、14團莫氏樹蛙卵泡、數百隻盤古蟾蜍蝌蚪及聽到4隻莫氏樹蛙鳴叫。

獲得資訊—固定範圍法提供下列資訊：(1)取樣時物種的存在(而非不存在)；(2)生活史資訊，如何時產卵、幼體及活動型式；(3)棲地資訊；(4)某些例子中可以對動物密度(面積已知)作最粗略的估算。取樣努力量容易定量。

3. 穿越線法(Transects)—穿越線法可使用簡單目視遭遇法，例如在夜間按照預先選擇的穿越線來數算看到的動物數，或者可以和被動取樣法合併使用，例如遮 5板(coverboards)放置在預先選擇的調查線上。當使用穿越線時，取樣的地點是經由分層隨機取樣(stratified random sampling)的過程來決定。調查線的長度是固定的，而觀察者以此線為基礎來進行調查。

例—研究者選定在檜木林內50個地點各設長100公尺的穿越線。日間，選擇穿越線的起點，再依亂數表隨機選擇穿越線的角度(1~360度)，利用指南針及100公尺長的螢光帶決定調查線。天黑後，二個研究者沿著穿越線走，間隔5分鐘出發，計數所有在燈光下所看到的山椒魚及青蛙。同時記錄山椒魚發現點與起點間的距離，有二個調查者的目的是防止潛在的觀察誤差。

獲得資訊—固定範圍法提供下列資訊：(1)取樣時物種的存在(而非不存在)；

(2)生活史資訊，如何時產卵、幼體、體型分布及活動型式；(3)棲地資訊；(4)有時可以得到密度的粗略估計值(例如，在調查的溪流長度內最少的蝶螈棲息量)。取樣努力量容易定量。

(二)簡單被動取樣法(Easy Passive Sampling)

1.遮板法(Coverboard)—兩棲爬蟲學者長久以來以翻找地表物來尋找有尾類及爬行動物。遮板法只是此種方法的延伸，但是有正式的取樣設計。許多材料都能拿來作遮板，但適合的是未經化學處理的木材合板。板子先裁成適當大小如20x25公分或35 x 35公分，然後再放置於不同實驗設計的點上。板子不要太大，因為板子中間底下的落葉會變得很乾燥，兩生類會變得不喜歡棲息。遮板必需先在調查之前放置一個月以上，以確保其能變成山椒魚的棲息所。遮板必需1~2週檢查一次，但太過頻繁的干預會造成山椒魚不喜歡棲息。裁切及放置要花費很多勞力，很容易成為破壞對象。

例—在Mt. LeConte北面坡進行取樣方法的研究。Hyde and Simons (2001)利用了二種大小的遮板(3個 13 x 26 cm; 2個 26 x 26 cm) 放置在10公尺的間隔於50公尺7的穿越線上(5 板子 x 5 取樣站 = 25 板子/穿越線)。利用分層取樣法來決定穿越線的位置，他們取樣了101個點，在2年中捉到1224隻蝶螈。遮板在第一年檢視了三次，第二年則有四次。

獲得資訊—遮板調查提供的資訊有：(1)取樣時物種是存在的；(2)生活史資訊，如體型級別結構、生殖及活動型態；(3)棲地資料。如果和標放再補法併用，此法可更進一步瞭解棲所忠誠性、移動及族群量。取樣努力量容易定量(遮板數x天數)。

二、監測樣區的劃設

山椒魚通常棲息於靠近溪流的棲所，因此監測樣區必以溪流為主體。我們對阿里山山椒魚長期監測的方法為固定範圍法，因此劃設固定的樣區進行監測。

三、調查方法：

1. 調查頻度：族群監測的目的通常是要比較年度間的數量差異，可採行的監測頻度如下：第一種為短期內多次的調查，有鑑於阿里山山椒魚的活動量在溼季時明顯較高，可於溼季時進行多次調查，例如每年的4至7月進行3至5次的調查，此種頻度可以用穩健設計(Robust design)來求算族群量並推算各樣的族群參數，此種方式唯一的缺點是山椒魚容易受高度干擾的影響而地表活動量減低。第二種可採行每兩個月監測一次，除可比較年度間的差異，亦可比較乾溼季節間的差異。然而調查頻度愈高，所需的人手就愈多，可由監測單位自行考量應用。
2. 個體尋找：在樣區內徒手翻開石頭或倒木，並檢視看有無山椒魚。檢視完畢後，將覆蓋物放回並恢復棲地原狀。
3. 調查時間：記錄調查開始時間及結束時間，並記錄人數。
4. 調查天候：記錄調查開始至結束時的天候。調查期間的溫溼度變化，可使用電子自計式溫溼度計、光度計(如 HOBO temp/RH meter)、水溫計來記錄，以得到調查環境的溫溼度變化。建議在長期監測的樣點都能放置。
5. 微棲息地記錄：發現山椒魚的地點測量微棲息地的特性，記錄以下微棲地資料
 - A、 遮蔽物類型：個體躲藏的遮蔽物是木頭、石頭、人工材料、落葉、樹皮…等等。
 - B、 遮蔽物大小：以皮尺測量，分別測量遮蔽物的長度(最長)、寬度(最寬)及高度(最高)，單位以公分表示。
 - C、 遮蔽物上覆蓋植物：記錄類型，包括的類別有苔類、蘚類、草本植物、

無及混合類型。

- D、 基質：遮蔽物下之基質類型，包括了泥土、腐植土、草根、碎石、石塊及各類的混合類型。
- E、 土壤 pH 值：以土壤酸鹼度計測量，此項目非必要項目，僅在需特別瞭解山椒魚的棲地需求時測量。
- F、 土壤含水量：以土壤水份度計測量，亦為非必要項目。
- G、 個體定位：利用衛星定位儀(GPS)將個體的位置定位。現今的衛星定位儀在森林底層收訊相當良好，誤差值已可低至 10 公尺以下。此定位資訊可讓我們得到準確的位置資訊，便於計算其活動範圍。

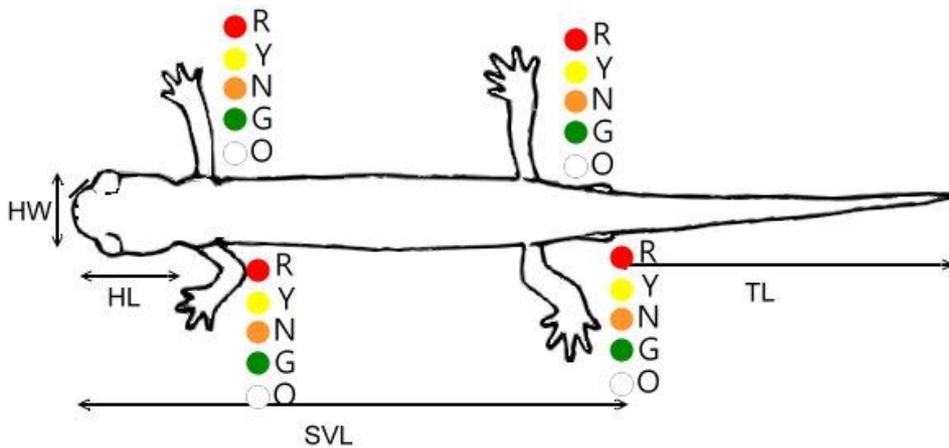
6. 個體資訊記錄：捕獲的山椒魚會測量及形值並且標記。

- A、 個體麻醉：非必要步驟。山椒魚在測量時間過長會產生脫水現象，因此在測量的個體數較多時就需使用麻醉劑，若捕獲個體數較少時無需使用。常用的麻醉劑有 MS222 及 Benzocaine，二種藥劑皆是透過皮膚吸收。MS222 是將粉末少量倒入水中，待溶解後即產生麻醉效果(濃度約為 1%)。Benzocaine 則需先溶於 95%酒精中，使用時再倒入水中，濃度約為 1% w/w。麻醉劑的使用當非常小心，以免麻醉過量造成個體死亡。通常將個體浸泡在麻醉劑中約 1 至 2 分鐘後即行移出，移出麻醉劑後再經 2 分鐘左右即會昏迷，此時即可測量及拍照，當拍照完成後再將個體移至清水中(保持鼻孔在水面上)，浸泡或緩流水沖洗直至甦醒為止。
- B、 測量形值：(1)體長(SVL)，又稱為吻肛長或標準體長，測量的位置由吻端至泄殖孔末端。(2)尾長(TL)，由泄殖孔末端至尾巴尖端。(3)頭長(HL)，由吻端至喉褶。(4)頭寬(HW)，測量頭部在嘴角位置的寬度(圖二十六)。以上形值的測量使用遊標尺，經費許可下電子讀計式遊標尺可節省測量時間。
- C、 測量體重，使用彈簧秤或電子天平來測量，測量時需儘量使天平保持

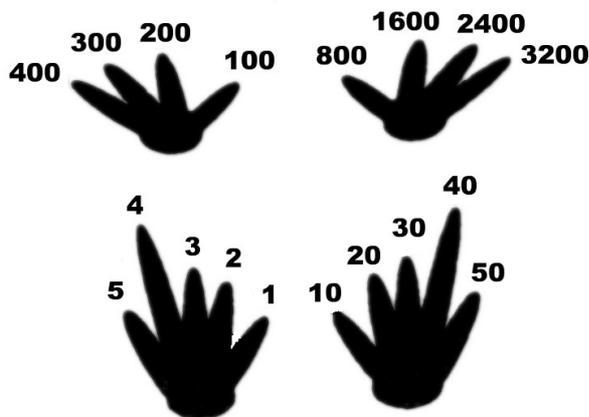
水平以確保測量數值正確。

D、 個體標記，個體標記可採用剪趾法或者軟性螢光標記。

- i. 剪趾法是以剪去不同位置的趾頭來代表其編號，學者發展出多種的系統，適合山椒魚使用的是 Martof (1953)的系統(圖二十七)，舉例而言，若個體為 365 號，則在左前腳剪去第三趾，右後腳剪去第一趾及第五趾，左後腳剪去第五趾。此法之缺點在於剪去腳趾後會影響其活動能力，而造成其存活率下降。



圖二十六、山椒魚形值測量位置及色標編號位置。



圖二十七、Martof(1953)去趾編號系統。

ii. 軟性螢光標記(Visible Implant Elastomer, VIE tag)為 Northwest Marine Technology 的專利產品，其材料包括螢光劑、固化劑、針筒及紫外光手電筒。使用前將螢光劑與固化劑混合，然後轉移至針筒中，再注射入皮下。編號的方式依據顏色及位置來區分，例如山椒魚通常注射在腹面的五個位置，分別為左、右前腳基部、左、右後腳基部及尾部(圖二十六)。可購得的顏色有紅、綠、藍、黃、橘五種，再加上無色，則有 6 種顏色，產生的顏色組合為 $6^5=7776$ 種，足以應付所需。

E、辨認性別：山椒魚在非繁殖期時，性別是無法辨認的，但是在繁殖期時可以由兩項特徵來判斷。(1)腹部的性腺：山椒魚的腹部皮膚較為透明，在性腺發達時可透過觀察腹部來辨視，性腺在雄性為白色，雌性則為黃色。(2)泄殖腔孔：泄殖腔孔在生殖季時皮膚會突起，雄性的突起主要在泄殖腔孔前側，而雌性的泄殖腔孔四周都會突起。(圖二十八)



圖二十八、腹部性腺(上左)雄；(上右)雌。(下左)雄性泄殖孔突起。

F、拍照記錄：將上完標後之個體的背面、腹面及側面拍照，以協助未來的個體辨認。

G、記錄表：記錄之資料可設計記錄表，方便資料整理。

7.釋放個體：當測量完成將捕獲的個體釋放回原地。釋放時先將遮蔽物放回原處，再將山椒魚放於石縫旁，讓其自行爬入。山椒魚爬入之後，可拿一些落葉將縫隙遮蓋住。

表二、山椒魚調查表。

日期	編號	樣區	位置	前次捕獲	遮蔽物
長 X 寬 X 高	覆蓋植物	基質	土壤 pH	土壤溼度	土壤硬度
吻肛長	尾長	頭長	頭寬	體重	性別
mm	mm	mm	mm	g	
尋獲者		個體特徵			
背面					
腹面					
遮蔽物			基質		

四、檢討與建議

- (一)比較多年的資料顯示，阿里山姐妹潭樣區的山椒魚族群似呈現下降之趨勢，我們推測是因棲地劣化所致。此樣區山葵田休耕時間已久，先前也曾定期除草，但除草後因為地表呈現光禿狀態，草類又很容易再生長，因此並非治本之策。可以考慮種植樹木降低底層的日照度，樹木以喬木為主，同時地表也可增加粗質殘材或石頭擺放，以減少草類的生長，亦可創造出山椒魚可利用的微棲地。
- (二)阿里山地區的山椒魚分布現況調查顯示，阿里山山椒魚仍廣泛分布在阿里山附近各林班地，族群在風災中受損有限。然而，對此區族群分布狀態的監測仍應定期(3至5年)進行調查，以處理族群危機確保族群之長存。
- (三)山葵田的休耕有各種原因，本研究的姐妹潭樣區的山葵田因承租人已歿而未再耕種，而對於造成大部分山葵田的棄耕原因的線蟲病害，因研究樣區大多不是山葵田並且也未在山椒魚的身體上發現任何線蟲，故無法判斷線蟲是否會對山椒魚棲息有所影響。姐妹潭樣區的E小區是山葵田，就今年的調查而言，其數量還算穩定的，短時間的翻找都能有1~3隻的數量。
- (四)貴賓館旁的復育地因莫拉克風災而損毀，若採用自然回復的方法可能耗時較久，特別是原先設計的靜水域部分，容易因大雨而積存大量的水，而使得棲地過於潮溼，實有改善之必要。這些年在復育棲地中發現山椒魚的位置仍舊以地勢較高的陸域區及流水域溪岸上，因此可考量將會積存水的地域填高，並擺放石頭及種植林木，以改善因風災所造成的棲地破壞。
- (五)棲地的營造，嘉義林管處開國內風氣之先，在復育成果上屢次受媒體報導及讚揚，唯風災過後未再積極處置。建議可參考雪霸國家公園的山椒魚棲地創建之案例，結合棲地營造及教育解說，以增加社會大眾的山椒魚保育意識。

阿里山地區山椒魚族群保育策略

阿里山地區的山椒魚經過歷史資料的比對及今年的研究成果，我們依據這些資料提出以下的保育策略供嘉義林管處參考。

- (一) 阿里山姐妹潭樣區棲地劣化現象，以減少草類生長為要務。可採行定期除草、植樹減少底層日照度、地表增加粗質殘材或石頭擺放等方式。除減少草類生長，亦可創造出山椒魚可利用的微棲地。
- (二) 貴賓館旁之山椒魚復育地，請改善滯留水，多放置一些平版石頭及種植森林。
- (三) 山椒魚的棲地營造，建議參考雪霸國家公園觀霧山椒魚棲地創建之案例。另外有關棲地環境的植栽部份，可參考現有阿里山山椒魚棲息環境的植栽種類。
- (四) 請指定專門業務人員來推動及追蹤後續阿里山山椒的監測及各林班分布情況工作的進行。可能的話成立保育志工來執行阿里山山椒魚的各項工作。
- (五) 研習班課程內容，尤其是測量及記錄的工作和記錄表等，日後野外的調查可依循。標記不必採用染料標記，可考慮剪趾標記法。
- (六) 長期監測地點保持姐妹潭、自忠及貴賓館旁之復育地。

五、參考文獻

- Lai JS, Lue KY. 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。
- 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。

六、附錄

附錄一、期中審查意見處理情形

審查意見	處理情形	參閱頁數
注射染料後是否對山椒魚個體有影響，影響情形為何？	見材料及方法 D-3。	10
山葵田收回後植被改變是否影響食物來源，建議下年度可以考慮納入新計畫進行調查。	請林管處規劃。	
期末報告可否將前人文獻作一整理，完整呈現。	如結果與討論之阿里山區域歷年山椒魚調查資料蒐集整理與分析	13-23
棲地利用調查中，建議量化不同地區(自忠、復育區及姐妹潭)各類棲息環境(利用遮蔽物、體積、覆蓋植物、底質)的比例，以瞭解山椒魚。	在人力許可之下，會按建議進行。	
建議林管處均可在各次調查均一起作業，以熟悉工作內容，也可比較不同月份山椒魚族群量使用棲地之改變。	請林管處安排人員協同調查。	
歷年的調查資料，先以簡單表格呈現，期末時再進行分析。	如結果與討論之阿里山區域歷年山椒魚調查資料蒐集整理與分析	13-23
有關山椒魚屬於冰河孑遺生物，早期山區並無山葵田，	結果與討論之棲地資源調查	23-24

<p>山椒魚亦能存活，人為的活動是否造成山椒魚生活環境的助益或干擾，仍需要審慎評估。</p>		
<p>山椒魚相關棲地植被以戟葉蓼為主，目前工作站會定期進行刈草，但因為生長速度迅速，若戟葉蓼生長會干擾山椒魚棲息，是否需以拔除方式進行管理，但棲地無植被是否會影響山椒魚棲息。</p>	<p>補充如檢討與建議之第(一)項</p>	<p>43</p>
<p>以往調查中，不同月份的資料可以作為參考，需考量季節及努力量來確定目前山椒魚族群消長情況。</p>	<p>見結果與討論之阿里山區域歷年山椒魚調查資料蒐集整理與分析</p>	<p>13-23</p>
<p>有關自忠調查樣區內，除步道進行調查外，緊鄰步道的菜園部分，亦可納入調查，也可作人為干擾環境(菜園)的山椒魚棲息狀況評估。</p>	<p>此區域屬大埔事業區 206 至 208 林班，已納入在棲地資源調查中</p>	<p>9</p>
<p>目前阿里山地區山菜田發生棄耕的情形，主要是因為發生線蟲的病害，線蟲是否對於山椒魚棲息有所影響。</p>	<p>補充如檢討與建議之第(三)項</p>	<p>43</p>

附錄二、期末審查意見處理情形

審查意見	處理情形	參閱頁數
計畫主持人是阿里山山椒魚研究之專家，本計畫皆依規定辦理達成目標。	謝謝委員鼓勵。	
阿里山山椒魚棲地資源調查，提供詳盡之分布資料，可立即提供嘉義林管處使用。	已於期末報告提出之時，按嘉義林管處之要求提供調查的詳細資料(日期、時間及 GPS 位標)	
圖五顯示乾濕季之出現數目有差異，能否提供適宜的調查季節供工作人員參考。	見標準監測法之調查頻度。	38
季族群估算(P. 17)和年族群估算(P. 18)建議加入標準差，並呈現可能的估計值的上下信賴區間。	已修改及註記於圖上。	20-21
麻醉方法中的 Benzocaine 若易導致麻醉過量，不建議加在監測方法中，以避免意外死亡。	有關麻醉劑的使用，目前報告中提出操作方式，未來現場同仁操作時，不進行標記且數量較少時，可以不須進行麻醉。	39
性別辨認，測量方式及其它工作程序可在加入照片，便於工作人員遵循。	內容及照片的增補，見標準監測法一節。	41
未來監測時，建議選擇多個地點設置溫溼度記錄器(data loggers)(包含水溫和氣溫)，以瞭解現有山椒魚分布點的長期微氣候變化。	按委員建議，補充於標準監測法一節。	38

<p>建議未來可在短時間內作高頻度調查，可獲得可信度更高得族群估計值。</p>	<p>山椒魚調查頻度，建議可以每 2 個月調查 1 次，溼季是否要增加調查因涉及到現場人力則可由管理處自行考量，但仍建議頻率不要太高以免干擾山椒魚之棲息。</p>	<p>38</p>
<p>請於調查方法中提供麻醉劑 (MS222) 的劑量濃度。</p>	<p>增補於標準監測法一節。</p>	<p>39</p>
<p>關於保育策略部份，請協助提供相關山椒魚棲地營造的建議。</p>	<p>增補於阿里山地區山椒魚族群保育策略。</p>	
<p>有關山椒魚調查的頻度濕季及乾季是否相同，或是在濕季山椒魚較易調查時調查頻度較高。</p>	<p>見標準監測法之調查頻度。</p>	<p>38</p>
<p>有關山椒魚棲地營造部分，在樹冠下方的棲地較適合山椒魚棲息，未來棲地進行營造時所種植的植生應該以灌木或是喬木為主？</p>	<p>見阿里山地區山椒魚族群保育策略。</p>	<p>44</p>
<p>有關目前阿里山山椒魚調查研究關於卵的發現目前仍未有相關研究報告，請問可能發現山椒魚卵的季節與可能發現的環境。</p>	<p>有關阿里山山椒魚的卵目前並未發現，由發現山椒魚體型推估主要繁殖季節應該在冬季，推測阿里山山椒魚應該產卵在伏流之中。</p>	
<p>有關山椒魚的林班分布調查，請協助提供相關棲地資訊以作為後續同仁進行調查使用。</p>	<p>已提供給嘉義林管處。</p>	

<p>請提供後續山椒魚調查研究可由林管處執行之基礎研究，以及需要專業團隊進行山椒魚研究之相關建議。</p>	<p>見阿里山地區山椒魚族群保育策略一節</p>	<p>44</p>
<p>有關山椒魚保育策略部份建議將各章節內的保育策略彙整成為一個完整的章節。</p>	<p>按建議彙整成阿里山地區山椒魚族群保育策略一節</p>	<p>44</p>