太魯閣國家公園保育類物種
監測調查計畫

受 委 託 單位：國立臺灣大學

研究主持人：李心予

協同主持人：朱有田、蔡孟勳、賴俊祥

太魯閣國家公園委託辦理報告

中華民國105年12月

太魯閣國家公園保育類物種
監測調查計畫

受 委 託 單位：國立臺灣大學

研究主持人：李心予

協同主持人：朱有田、蔡孟勳、賴俊祥

研究期程：中華民國 105 年 2 月至 105 年 12 月

研究經費：新臺幣 92 萬元

太魯閣國家公園委託辦理報告

中華民國105年12月

（本報告內容純係作者個人之觀點，不應引申為本機關之意見）

目錄

圖次‧‧‧

圖次

圖 3-7、臺灣山椒魚微棲地之遮蔽物種類所佔百分比・・・・・・・・・・・・20

圖 3-8：臺灣山椒魚微棲地之遮覆種類所佔百分比・・・・・・・・・・・・・20

圖 3-9、臺灣山椒魚微棲地之底質種類所佔百分比・・・・・・・・・・・・・21

圖 3-10、南湖山椒魚微棲地之遮蔽物種類所佔百分比・・・・・・・・・・・・21

圖 3-11、南湖山椒魚微棲地之遮覆種類所佔百分比・・・・・・・・・・・・・22

圖 3-12、南湖山椒魚微棲地之底質種類所佔百分比・・・・・・・・・・・・・22

圖 3-13、楚南氏山椒魚微棲地之遮蔽物種類所佔百分比・・・・・・・・・・・23

圖 3-14、楚南氏椒魚微棲地之遮覆種類所佔百分比・・・・・・・・・・・・・23

圖 3-15、楚南氏椒魚微棲地之底質種類所佔百分比・・・・・・・・・・・・・24

圖 3-16、太魯閣國家公園園區山椒魚最大似然法（Maximum Likelihood）親緣關係樹。*表 bootstrap 高於 80%。・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・31

表次

表 2-1、山椒魚分布調查記錄表・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・9

表 3-1、南湖中央尖山區調查點調查工作資料及巨棲息地特性表・・・・・・17

表 3-2、合歡山區調查點調查工作資料及巨棲息地特性表・・・・・・・・・・18

表 3-3、奇萊東稜山區調查點調查工作資料及巨棲息地特性表・・・・・・・・18

表 3-4、南湖中央尖山區調查點調查工作資料及巨棲息地特性表・・・・・・19

**表 3-5、2016 年太魯閣國家公園園區各族群山椒魚調查數量與歷史數據比較表・・・・・・・・・・・・・・・・・・・

摘要

全球暖化是當前物種保育所重視議題，並常關注暖化對物種及生態系的影響。冰河孑遺生物應是受暖化影響最大的物種，目前太魯閣國家公園園區屬冰河孑遺生物者，如臺灣小黃鼠狼及山椒魚等脊椎動物，故以山椒魚為受暖化影響之指標生物辦理本計畫。太魯閣國家公園是臺灣產山椒魚遺傳多樣性最高的區域，在此地區分布有臺灣山椒魚、楚南氏山椒魚及南湖山椒魚，實屬太魯閣國家公園的重要資產特色。

由於近年來暖化的影響，高山氣候已逐漸改變，如氣溫升高、夏季變長、冬季變短、暴雨加劇、小雨變少等等皆可能影響山椒魚的生存，因此本計畫針對太魯閣國家公園三種山椒魚分布與微棲地喜好、族群動態、遺傳結構及親緣關係等進行研究，以利後續保育經營管理作為。

計畫的分布調查方面，一則對以往研究有記錄之處進行族群現況的瞭解，一則對園區中現今可能分布的區域進行調查。調查同時記錄山椒魚的巨棲地、微棲地的各項因子，以及個體訊息。第二項則是利用前項所得到的資料，對比於前人研究瞭解族群在這些年間的變化，以得到族群的動態資料。第三項為對臺灣山椒魚、楚南氏山椒魚及南湖山椒魚的遺傳結構進行分析。第四項為臺灣各種山椒魚間的親緣關係分析，以前述三種再加以阿里山山椒魚、觀霧山椒魚的族群，瞭解臺灣各種山椒魚的演化歷史。

本計畫共調查到 89 隻太魯閣國家公園之山椒魚，其中南湖山椒魚只分布在南湖中央尖區域，無論在被調查到的數量、棲地範圍與海拔分布皆是最小。臺灣山椒魚分布從南湖、中央尖山與畢祿山皆有分布。楚南氏山椒魚除過去在武嶺、合歡山至小奇萊等地有發現外，今年發現在磐石至立霧主山也有山椒魚的分布。三種山椒魚喜好利用針葉與闊葉混合的巨棲地，分別占 62.86 至 100%。三種山椒魚亦喜歡棲息在有苔蘚遮覆之石頭質材下。臺灣山椒魚與南湖山椒魚在底質為碎石子棲地被調查到的占大多數，分別為 68.57%與 55.88%。楚南氏山椒魚則是在腐植土的微棲地被調查到較多，占 54.29%。利用全長粒線體 cytochrome b DNA 序

列進行遺傳親緣關係研究，臺灣五種山椒魚被分成兩大類群，其中觀霧山椒魚自成一主要類群，其親緣關係與亞洲大陸山椒魚較為接近。楚南氏山椒魚與阿里山山椒魚親緣關係較近，被分在同一類群。臺灣山椒魚與南湖山椒魚兩族群內又可以被分成兩個次類群。臺灣山椒魚在 820 林道族群與中央尖山族群有顯著遺傳分化。臺灣山椒魚與楚南氏山椒魚在 cytochrome b 遺傳多樣性較南湖山椒魚高。結合棲地、海拔分布範圍與遺傳分化資料顯示，南湖山椒魚分布範圍小、遺傳多樣性低且有遺傳分化，顯示有較強的選拔壓力，在物種保育上急需被關注。本研究同時提供一個臺灣的山椒魚一個遺傳演化路徑的假設。

Abstract

Global warming is a serious issue of protected species. We keep an eye on the impacts of it, not only on animals but also on the ecosystems. Glacial relict species like Taiwan least weasel (*Mustela formosanus*) and Asiatic salamander (family *Hynobiidae*) in Taroko National Park may be adversely affected by global warming, therefore, we decided to study Asiatic salamander as an indicator species of the impacts caused by global warming. There is the highest genetic diversity of Asiatic salamander in Taiwan in Taroko National Park, there are *Hynobius formosanus*, *Hynobius sonani* and *Hynobius glacialis* inhabiting in it. Undoubtedly, they are the most important asset of Taroko National Park.

Elevation of temperature, longer summertime and strong sudden downpours due to climate change have posed a great threat to Asiatic salamander which lives in the alpine climate. We study the microhabitats preference, population dynamics, genetic structure and phylogeny of *Hynobius formosanus*, *Hynobius sonani* and *Hynobius glacialis* in Taroko National Park for the conservation and management in the future. Accordingly, the purposes of this study in 2016 include:
First, we investigate the place which was recorded to get the information of Asiatic salamander population, also, we do a field study on the habitats that Asiatic salamander may inhabit in them. During the field study, we record the habitats, microhabitats, and individual information. Second, we compare the data that received from the field study with previous studies to understand the population dynamics. Third, we analyze the genetic structure of *Hynobius formosanus*, *Hynobius sonani* and *Hynobius glacialis*. Fourth, we analyze the phylogeny of all Asiatic salamander in Taiwan, includes *Hynobius formosanus*, *Hynobius sonani*, *Hynobius glacialis*, *Hynobius fuca* and *Hynobius arisanensis* to understand the evolutionary process.

We collected 89 Asiatic salamanders in Taroko National Park this time, in which, *Hynobius glacialis* inhabit Mountain Nanhu Gien Shan area only. The amount of *Hynobius glacialis* is less, moreover, the range of habitats and altitude distribution are narrowest among five kinds of Asiatic salamander in Taroko National Park. *Hynobius formosanus* inhabit not only in Mountain Nanhu and Gien Shan but also in Mountain Bilu. *Hynobius sonani* was found in many places apart from Wulin, Mountain Hehuan and Chenggong Cabin. In our study, we found Asiatic salamander in Mountain Panshi and Mountain Liwu this year. These three kinds of Asiatic salamander prefer to inhabit

in mixed coniferous-broad-leave forests, and it takes from 62.86% to 100% respectively, in addition, they like to stay under the rocks which were covered by moss. *Hynobius formosanus* and *Hynobius glacialis* prefer to stay at the ground with gravel, it takes 68.57% and 55.88% respectively; and *Hynobius sonani* prefer to stay in the humid soil, it takes 54.29%.

We analyze the genetic structure and phylogeny of five kinds of Asiatic salamander in Taiwan with mitochondrion cytochrome b DNA sequence and divide them into two major groups, among them, *Hynobius fuca* who is a close relative of Asian salamander is the only member of one group. *Hynobius sonani* and *Hynobius arisanensis* are relative-associated, so they are in the same group. It can be further divided into two sub-group in both *Hynobius formosanus* and *Hynobius glacialis* group. There is an obvious genetic differentiation of *Hynobius formosanus* which inhabit in 820 Forest Road and Gien Shan. There is a higher cytochrome b genetic diversity in *Hynobius formosanus* and *Hynobius sonani* than in *Hynobius glacialis*. The study demonstrates that *Hynobius glacialis* has narrower distribution range and lower genetic diversity, and we need to pay more attention to its conservation. We also establish a hypothesis about the evolution path of *Hynobius formosanus*.

第一章　前言

全球暖化的議題是當前保育界所重視,並常關注暖化對物種及生態系的影響。太魯閣國公園近年有針對鳥類及物候進行一些研究，獲得如開花期及鳥類疫病等初步成果，但短時間也尚無法獲得受暖化影響之明顯與直接的證據，因此思考園區內哪些生物較為敏感而可作為經營管理指標生物，其中冰河孑遺生物應是受暖化影響最大的物種。目前太魯閣國家公園園區屬冰河孑遺生物者，如臺灣小黃鼠狼及山椒魚等脊椎動物，其中屬保育類物種之瀕臨絕種等級者為山椒魚，爰以山椒魚為受暖化影響之指標生物辦理本計畫。除外亦能因應 105-108 國家公園中程計畫之「指標物種或瀕臨滅絕物種族群數量維持率」之績效指標分析。

在臺灣已知有五種山椒魚中，其中就有三種分布在太魯閣國家公園高海拔的範圍，包含臺灣山椒魚、楚南氏山椒魚及南湖山椒魚，是山椒魚多樣性最高的區域，其中楚南氏山椒魚及南湖山椒魚目前僅分布於太魯閣國家範圍內，實屬太魯閣國家公園的重要資產。

本園區對於山椒魚的調查,最初是 1983 年國家公園成立之前的動物資源調查，結果發現在現今園區的合歡山、奇萊連峰、畢祿山、大禹嶺、南湖大山及中央尖溪等地海拔 2300 公尺以上的部份地區均有其分布。後於 1989 年由太魯閣國家公園管理處委託研究針對大合歡山地區的山椒魚進行調查，包括合歡主峰、小奇萊西側至奇萊北峰。調查結果顯示，不論是原始針葉林及高山草原的環境都有山椒魚棲息,並發現山椒魚在此區分布的海拔最低為 2100 公尺。研究案中並分析其利用的遮蔽物的大小、底質、與體型的相關性，且探討其禦敵行為。也針對山椒魚體色型變異相當大，提出可能因不連續小族群分布所造成基因漂變(genetic drift)而形成。

由於近年來暖化的影響，高山氣候已逐漸改變，如氣溫升高、夏季變長、冬季變短、暴雨加劇、小雨變少等等皆可能影響山椒魚的生存，因此希能針對本園三種山椒魚分布與微棲地喜好、族群動態、遺傳結構及親緣關係等研究，以利後續保育經營管理作為。

山椒魚又稱為小鯢，為兩生綱(Amphibia)有尾目(Caudata)小鯢科(*Hynobiidae*)中的一屬。這個屬目前有 31 種，在世界上的分布包括中國中部(貴州、湖南、福建、浙江等省)、東北亞(中國東北、韓國及日本)及臺灣，臺灣是其分布的最南限。山椒魚在生理上無法適應較高的溫度，其繁殖在冬天；利用雪融的積水當繁殖的場所。因為大部分本屬物種皆分布在溫帶地區，而臺灣位處亞熱帶，卻有此類物種的分布，因此推測屬於生物地理學上的冰河孑遺生物，即冰河期時播遷到臺灣，當冰河退卻後，因為臺灣高山的溫帶氣候將牠們保留下來。而關於牠們的種類多樣性 Lai & Lue (2008)的研究中已確認臺灣共有 5 種山椒魚，分別是觀霧山椒魚(*Hynobius fuca*)、臺灣山椒魚(*H. formosanus*)、楚南氏山椒魚(*H. sonani*)、南湖山椒魚(*H. glacialis*)與阿里山山椒魚(*H. arisanensis*)。觀霧山椒魚分布在雪山山脈的西北地區，其分布海拔在 1300 至 2000 公尺；臺灣山椒魚在臺灣的分布較廣，包括了中央山脈中北部及雪山山脈，然而每個地點的族群量不多，且族群之間在體色上呈現極大的變異。楚南氏山椒魚僅分布在合歡山、奇萊山與能高北部南華山一帶，而南湖山椒魚僅在南湖大山發現。阿里山山椒魚則分布在中央山脈丹大山以南海拔 2000 公尺以上的山區。

目前在臺灣已知的五種山椒魚都棲息在海拔 1500 公尺以上的山區高山溪流源頭及陰暗潮濕的原始森林，故大都成為不連續的小族群分布。類似這種分布狀態的物種很容易受到外界環境改變的衝擊(包括氣候暖化在內)而滅絕。從另外的角度來看，這類的生物，尤其是分布在高海拔的兩棲類就很適合來監測環境的變遷，尤其是氣候暖化所引起的環境變遷。

在太魯閣國家公園中的山椒魚基本上有二大特色。第一是種類繁多，就以上各種的分布來看，太魯閣園區恰為山椒魚分布的南北交會點，具有最高的種類多樣性。在太魯閣國家公園內可以找到三種山椒魚，分別為臺灣山椒魚、楚南氏山椒魚及南湖山椒魚。臺灣山椒魚在太魯閣國家內零星分布，維持族群量不多且族群間體色變異很大的特色。楚南氏山椒魚與南湖山椒魚亦是太魯閣國家公園的特有物種，而現今已知的族群數量都相當稀少，保育生物學上分布地點少且族群量

小的物種最容易受到天災等意外事件造成的棲地破壞而消失，因此這兩個物種都面臨很大的威脅。因此對於太魯閣國家公園內的山椒魚，其族群分布及現況是需要瞭解的，特別是有系統的建立基礎數據。第二個的特色是這幾種山椒魚在分布上有鄰域分布的現象，亦即同條河系，上游與下游分布兩種山椒魚，非常適合探討造成他們資源分隔的生態學或生物學機制。

臺灣雖身處亞熱帶，但因為造山運動的旺盛，使得臺灣的 2000 公尺以上的高山數目繁多，3000 公尺以上的高山更達 268 座以上。在動物地理上，山脈往往形成族群遺傳交流的障礙，因此對臺灣的生物如何受到山脈的影響一直是有趣的課題。從 1960 年代開始，當異構酶的多態性被作為研究遺傳演化應用後，對自然族群的遺傳結構型式的研究開始大量增加(Avise 1974; Larson et al. 1984)。相關研究後來以粒線體 DNA(mtDNA)作為通用的工具來解構不同分類群在其地理分布範圍中的種內遺傳分歧型式(Hare 2001; Zhang & Hewitt 2003)。因為大量數據的累積，為比較研究提供了發展舞臺，最後興起了新學門如比較親緣地理學(comparative phylogeography, Bermingham & Moritz 1998; Avise 2000)。比較親緣地理學的目的是從具有共同地理背景的許多分類群中，以互相獨立的基因樹的共通型式來推論可能共有的生物地理事件。例如比較研究已經被用於辨認影響許多生物的主要歷史事件(Schneider et al. 1998; Riddle et al. 2002)、推論 Pleistocene 冰河期時避難所(refugium)的位置以及回暖期時可能的再拓殖(recolonization)路徑(Hewitt 1999)，與提供有關於保存演化型式及過程的管理政策的資訊(Moritz et al. 2001)。

過去十年來對於臺灣生物的親緣地理學研究數量增加很多，以脊椎動物為例有哺乳類的赤腹松鼠(*Callosciurus erythraeus*)(Oshida 2006)；兩生類的梭德氏蛙(*Rana sauteri*)(陳，1994)、莫氏樹蛙(*Rhacophorus moletrechti*)(葉，1997)、澤蛙(*Rana limnocharis*)(Toda et al. 1998)及拉都希氏蛙(*Sylvirana latouchii*)(Jang-Liaw et al. 2008)、褐樹蛙(*Buergeria robusta*)(Lin et al 2012)；爬蟲類的斯文豪攀蜥(*Japalura swinhonis*)(劉，1994)、臺灣草蜥複合種群(*Takydromus formosanus* species complex)(Lin 2003)、眼鏡蛇(Lin et al 2008)；淡水魚類的高體鰟鮍(*Rhodeus*

ocellatus)、革條副鰟(*Tanakia himantegus*)、羅漢魚(*Pseudorasbora parva*)、菊池氏細鯽(*Aphyocypris kikuchii*)(Lin et al 2008)、何氏棘魚八(*Spinibarbus hollandi*)與臺灣白甲魚(*Onychostoma barbatulus*)(繁，2001)。這些研究多以廣泛分布於臺灣全島的物種作為模式生物，探討中央山脈如何造成生物在臺灣東西部的分化。至於生活在高山中的生物如何受到山脈阻隔的影響的研究仍是相當缺乏，脊椎動物中僅見高山白腹鼠(*Niviventer culturatus*)(Hsu et al. 2000)、臺灣森鼠(*Apodemus semotus*)(Hsu et al. 2001)、臺灣蜓蜥(*Sphenomorphus taiwanensis*)(郭，2002)、短尾鼩（*Anourosorex squamipes*）(袁，2003)及標蛇(*Achalinus niger*)(謝，2006)。針對這個問題可以再由山椒魚來著手。Martinez-Solano et al. (2007)認為有尾兩棲類(*Caudata*)提供了檢測生物地理障礙對生物的影響一個很好的系統，其理由如下：(1)古老的類群，例如在北美洲已經存在了 4,000 萬年；(2)他們定棲性很強，一般的活動範圍是脊椎動物中已知最小的(小於 10 m)；(3)某些種類分布非常侷限，對於找出特有性區域是非常有價值的，而一些種類的地理分布非常廣，提供測試大範圍地理區的生物地理故事。例如 Carranza & Arnold (2004)以環繞地中海地區分布的波氏肋突螈(*Pleurodeles poireti*)及瓦氏肋突螈(*P. walti*)來探討整個地中海區的地質歷史對物種分化的影響。而 Martinez-Solano et al. (2007)則以蜥尾螈(*Batrachoseps attenuates*)來探討北美洲西部的生物分布的主要障礙。

臺灣的山椒魚分布在高山，受到其本身對低溫與潮溼森林環境的需求，加以其有限的行動能力，往往山脈之間較低海拔的地區成其分布的障礙。臺灣的山椒魚大致符合前段的特徵，特別是悠久演化歷史及極度的低活動性(賴和呂，2007)，預期山椒魚的 mtDNA 變異的型式可以反應他們居住地理區的複雜地理事件。藉由對南湖山椒魚、楚南氏山椒魚及臺灣山椒魚的遺傳結構的瞭解有助於解析此種現象。

臺灣有五個主要的山脈，分別由西向東分別為阿里山山脈、玉山山脈、中央山脈、雪山山脈及海岸山脈，而前四者有時合稱為中央山脈(廣義)或脊樑山脈。阿里山山脈北起南投縣集集鎮的濁水溪南岸，南抵高雄縣燕巢鄉的雞冠山。稜脊

大致呈現北北東──南南西的走向，長約 250 公里，平均高度 2500 公尺。玉山山脈則北起玉山山塊，南抵高雄縣的六龜鄉十八羅漢山附近，是臺灣五大山脈中最短者。玉山山脈的東側為中央山脈南端，兩者隔老濃溪為界；西側則隔著楠梓仙溪，與阿里山山脈為鄰。中央山脈(狹義)北起宜蘭縣北方澳，南抵臺灣本島最南端的鵝鑾鼻，呈北北東至南南西走向，縱貫全島，為全島最長的山脈。臺灣的山椒魚除在海岸山脈未分布之外，可說是廣泛的分布在山脈之間。在賴(2008)的論文中初步研究推測臺灣五種山椒魚的種化是因山脈形成而產生，惟當時主要目的在進行分類問題的釐清，未進行較大範圍的採樣與造成臺灣產山椒魚種化因素的研究，如包含更多族群的親緣關係與地理親緣關係分析，有助於對各種山椒魚的演變歷史得到更佳的訊息。

近 20 年來，兩棲類族群下降(amphibian population declines)、畸形個體的增加及地區性的滅絕引起多方有關兩棲類保育的關注(Barinaga 1990; Pechmann et al. 1991; Blaustein et al. 1994; Alford & Richards 1999)。全球性的兩棲類減少的現象督促了對保育標的物種的全面性瞭解，特別是對生態及分類方面的研究。已知臺灣的山椒魚皆列名於保育類野生動物名錄之中，且皆屬於瀕臨絕種等級。要制定良好而適合的保育經營管理作為，需完整生態資料及遺傳結構上的資料，本計畫綜合所得到的資料，提供管理處制定良好而適合的保育政策的參考。

二、本年度目標

1. 太魯閣地區山椒魚分布與微棲地調查及樣本採集：調查臺灣山椒魚、楚南氏山椒魚及南湖山椒魚的微棲地，並與前人分布調查研究比較分析其分布變異。另採集樣本供後續研究分析使用。
2. 臺灣山椒魚、楚南氏山椒魚及南湖山椒魚的族群動態分析：分析臺灣山椒魚、楚南氏山椒魚及南湖山椒魚的族群動態，以瞭解族群增減時間及預估其可能的增減速度等問題。
3. 臺灣山椒魚、楚南氏山椒魚及南湖山椒魚的遺傳結構分析：分析臺灣山椒魚、楚南氏山椒魚及南湖山椒魚的遺傳結構，並確認前人研究分布範圍內之 2100

公尺以上溪流山椒魚之遺傳結構差異。

4. 臺灣山椒魚、楚南氏山椒魚及南湖山椒魚的親緣關係分析：建立臺灣山椒魚、楚南氏山椒魚、南湖山椒魚及其他 2100 公尺以高山溪流山椒魚之親緣關係。
5. 未來保育經營管理作為建議方案：綜合評估分析山椒魚面臨的困境及研提保育經營管理方案。

第二章　材料與方法

第一節　研究地區

太魯閣國家公園位於花蓮、臺中及南投三縣市境內，其範圍以立霧溪流域、中部東西橫貫公路沿線及其外圍山區為主，面積共約 92,000 公頃。高海拔地區植物相以高山針葉林、玉山箭竹矮灌叢等類群為主，林線以上具有大面積的高山草原，中海拔地區植物相極為豐富，以闊葉林及針闊葉混淆林為主（楊遠波及徐國士 2004）。本年度研究在南湖山區、奇萊連峰進行，擴及部分中海拔山區。南湖山區位於中央山脈主稜，年均溫為 7.7 ℃，冬季一、二月間溫度常在 0 ℃以下，年雨量在 2,000 mm 以上，夏季多雨，冬季較乾，並可能積雪。

第二節　研究方法

一、太魯閣地區山椒魚分布與微棲地調查及樣本採集

研究地點：合歡山區、奇萊磐石山區、南湖大山、中央尖山。

調查頻度：每個調查地點至少調查1次。於春夏季氣候潮溼時進行調查。

調查方式：於調查路線上有水源之處以徒手翻找地表物的方式尋找山椒魚。

記錄資料：當找到山椒魚後，進行調查資訊、棲地資料及樣本採集之記錄(記錄表如表2-1)，包括

(1) 調查資訊：日期、時間、氣溫、溼度、翻找時數、翻找人數。

(2) 巨棲地類型：主要植被類型箭竹草原、針葉、混合、闊葉林

(3) 微棲地類型：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)、遮蔽物體積(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)、坡向、海拔高度，水源狀況(穩定、季節性乾涸、無水源)及座標(GPS定位座標)等。(表2-1)

(4) 個體資訊：山椒魚種類，並測量體長、尾長、頭長、頭寬等形值，測量體重，並拍照記錄。於採集組織後，將動物釋放回原地並將環境復原。

二、臺灣山椒魚、楚南氏山椒魚及南湖山椒魚的族群動態分析

本計畫因調查範圍廣大，考量人力及可行性無法以設立長期監測點進行標放再捕捉法方式分析臺灣山椒魚、楚南氏山椒魚及南湖山椒魚的族群動態，故將以單位努力捕獲量(catch per unit effort)比較方式為之。以本計畫前項調查所計算出各族群的單位努力捕獲量，與前人研究報告中相對應地點的捕捉量作比較，瞭解族群的動態變化。

表 2-1、山椒魚分布調查記錄表

調查日期：　/　/　　調查天候：　　調查時間：　　：　調查人數：　人

地點	GPS 座標		海拔	林相	罩蓋度
	N	E			
溪流水量			山椒魚種類	覆蓋物	長 X 寬 X 高 (cm)
□整年有水 □乾季缺水 □整年乾涸				□石 □木	
覆蓋植物			底質		
□苔蘚 □草本植物 □無			□土 □碎石 □腐植土 □草根土 □水		
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			
開始與結束時間					

三、臺灣山椒魚、楚南氏山椒魚及南湖山椒魚的遺傳結構分析。

分析臺灣山椒魚、楚南氏山椒魚及南湖山椒魚的遺傳結構，並確認前人研究分布範圍內之 2100 公尺以上溪流山椒魚之遺傳結構差異。

(一)研究材料

本計畫 2016 年在太魯閣國家公園園區所採得的個體組織樣本，共收集自臺灣山椒魚 4 個族群、楚南氏山椒魚 9 個族群、南湖山椒魚 4 個族群。另外，過去相關研究計畫分析得到的觀霧山椒魚與阿里山山椒魚粒線體序列，則下載自 NCBI 資料庫。

(二)、基因組 DNA 的抽取

利用套組抽取及純化 DNA。以 CTAB 溶液 (MERCK, Germany) 及 phenol/chloroform/isoamyl alcohol 混合液 (25:24:1, SIGMA, USA) 進行 DNA 初步萃取，而後進入第二階段由 QIAamp spin column (QIAGEN, USA) 純化 DNA。將上述混和液加入 QIAamp spin column 後以 6,000 x g 離心後去過濾液，再加入剩餘混合液，重複上述步驟，8,000 rpm 1 分鐘。以 AW1 緩衝液，8,000 rpm 離心 1 分鐘，清洗 column，再加入 AW2 緩衝液，以 20,000 x g (14,000 rpm)離心 3 分鐘，清洗 column 並去過濾液後換上新的 1.5 ml 微量離心管，加入 AE 緩衝液或去離子水，以 8,000 rpm 室溫下離心 1 分鐘，收集過濾液 (沖出液)，以光譜儀檢測 DNA

濃度並經瓊脂膠檢測 DNA 大小及品質。

(三)、聚合酶鏈鎖反應 (Polymerase chain reaction, PCR) 擴增 DNA 片段

山椒魚粒線體 D-loop 片段擴增：根據文獻與 NCBI Genbank 上發表之序列設計引子，每對引子擴增產物長度約為 1,200~1,300 bp。擴增山椒魚粒線體控制區 DNA 序列 PCR 反應條件為 50 μL 反應體積，粒線體 DNA 模板、50 mM KCl、10 mM Tris-HCl (pH 8.3)、0.5 mM MgCl2、0.2 μM 引子、100 μM dNTP 以及 1 unit Taq 聚合酶。作用條件：94°C 反應 4 分鐘，接著 94°C 反應 1 分鐘，60°C 反應 1 分鐘以及 72°C 反應 1.5 分鐘共 28 個循環，最後 72°C 反應 10 分鐘結束作用。PCR 產物在 1.2 % 瓊脂膠體/1x TBE 條件下分析結果。

(四)、粒線體控制區 (D-loop) DNA 全長序列分析

DNA 序列分析則以 forward 以及 reverse 兩種引子，雙邊同時進行作用，並以 ABI PRISMTM Dye Terminator Cycle Sequence Kit (Applied Biosystems Division, Perkin-Elmer Cetus) 標定並經 3730 DNA 序列分析儀 (ABI) 分析其 DNA 序列。

(五)、粒線體 DNA 序列多態性、遺傳距離、遺傳分化 (genetic differentiation)、與親緣關係資料分析

粒線體 D-loop 與 cytochrome b DNA 序列的比對與粒線體 DNA 序列多態性分析則使用 MegAlign multiple alignment 軟體 (DNASTAR Inc.) 進行比對。利用 Jotun Hein Method (Hein, 1990) 將不同序列共同進行排序比對，從中尋找核苷酸變異位置，作為單套型判定與特徵序列辨別之用。個別山椒魚之間 D-loop 或 cytochrome b 序列的遺傳距離 (pairwise distance) 則使用 DNA Sequence Polymorphism (DnaSP)軟體進行分析計算 (Librado and Rozas, 2009)。親緣關係樹 (phylogenetic tree)之建立係根據最大似然法(Maximum likelihood, ML) (Felsenstein, 2006)。經使用 PHYLIP 套裝程式 [PHYLIP 3.6: Phylogeny Inference Package. University of Washington, Seattle, WA 及 PHYLIP Version 3.66 Executables for PowerMac. University of Washington, Seattle, WA] 計算後而構築。總體 F 統計值 (F-statistic) 計算及族群間 F_{ST} 值 (分化指數) 計算使用 Genepop Version 4 軟體

(Raymond and Rousset, 1995)。

Neighbor-Joining (NJ)、ML 以 MEGA**5.0** (Molecular evolutionary genetics analysis)**軟體**繪製單基因型之間的親緣關係樹。同時，進行 1000 次靴帶式 (Bootstrap) 重覆計算親緣關係樹上各分歧點的可信度 (Bootstrap value)，Bootstrap value 大於 75%者表示該分歧有約 95%的可信度。

Bayesian Inference (BI) 以 Markov chain Monte Carlo (MCMC) 方法進行運算，結合最適演化模型，並以後機率值 (Posterior Probability, PP) 表示各分歧的支持度。設定 1×10^7 世代 (Generations) 進行運算，每 1,000 世代模擬樹取樣一次。取樣結果將前 10%的取樣樹 (Likelihood 計算尚未達到穩定的取樣樹) 去除 (Burn-in)，剩餘的結果合併後產生共識樹 (Consensus tree)。

關於山椒魚的分歧時間估算，則參考相關文獻作為粒線體核苷酸序列發生變異的速率，以推測不同山椒魚族群在演化上出現分歧之可能時間。歷史族群波動分析利用 DnaSP 軟體 Tajima's D test (Tajima,1989) 及 Fu's Fs test (Fu, 1997) 進行中性檢測 (Neutrality test) 分析，以確定遺傳變異中的遺傳標記是否不受汰擇 (Selection) 的影響而呈現中性。另外，以 DnaSP 軟體 Constant population size model 進行族群內兩兩個體間的核苷酸變異分布 (Mismatch distribution)，以族群內的遺傳多樣性資料，推估族群大小變動之歷史。在過去歷史族群波動分析，以 BEAST 軟體進行 MCMC 方法運算，結合以 jModeltest 0.1.1 軟體以 Akaike information criterion (AIC) 選擇最適合的序列演化模型，以偶蹄目粒線體基因每百萬年 2%的核苷酸置速率設定 1×10^7 世代 (Generations) 的取樣，每 1,000 世代取樣一次，將前 10%取樣捨棄。最後以 TRACER ver.1.3 進行貝葉氏天際線點圖之繪製。地理親緣網狀圖之建構，以 ANeCAv 1.2 軟體進行 NCA (Nested Clade Phylogeography Analysis) 建構。TCS 1.2 軟體以基因單套型間的核苷酸差異建構網路分析圖。並計算 clade distance (Dc) 與 nested clade distance (Dn) 是否達統計上的顯著標準後，再以檢索表 (Inference key) 解釋各階層可能歷經的遺傳演化歷史事件。

四、臺灣山椒魚、楚南氏山椒魚及南湖山椒魚的親緣關係分析。

建立臺灣山椒魚、楚南氏山椒魚、南湖山椒魚及其他 2100 公尺以高山溪流山椒魚之親緣關係。

研究材料：以項目三所得之樣本，再加以相關研究計畫所採得的阿里山山椒魚、觀霧山椒魚的組織樣本，進行分析。阿里山山椒魚5個族群、觀霧山椒魚5個族群，涵蓋臺灣雪山山脈、中央山脈北、中、南段、玉山山脈、阿里山山脈的族群樣本，以瞭解各種之親緣關係，並推測各種的分歧主因。

研究方法：同項目三亦以粒線體cytochrome b片段作遺傳標記，進行演化遺傳分析。

第三章　結果與討論

一、太魯閣地區山椒魚分布調查

本計畫已完成南湖中央尖山區、奇萊東稜、武嶺合歡山、820 林道山椒魚的分布調查。南湖中央尖山區山椒魚調查分別在在 5 月底 6 月初、9 月進行兩次調查，調查路線如圖 3-1。調查之區域包括舊雲稜山莊、審馬陣山屋、南湖圈谷(含上圈谷)、南湖南峰山屋、中央尖溪 B 樣區、中央尖溪 A 樣區、中央尖溪 C 樣區等地。

本計畫,在南湖圈谷(含上圈谷)與南湖南峰山屋兩樣線只調查到南湖山椒魚。1996 年在審馬陣草原曾經發現南湖山椒魚,今年在審馬陣草原則沒有調查到任何山椒魚。在中央尖溪的研究結果，1983 與 2001 年，在中央尖溪 B 樣區發現有臺灣山椒魚的分布，今年 6 月與 9 月亦有調查到臺灣山椒魚。另外，今年在中央尖溪 A 樣區調查到南湖山椒魚族群，這個樣點過去未被研究調查過。臺灣山椒魚在中央尖溪海拔 2500 公尺以下的地點，如舊雲稜山莊及中央尖溪，而海拔 2700 公尺以上的地點則只觀察到南湖山椒魚。這結果顯示臺灣山椒魚與南湖山椒魚為鄰域分布，棲地分別位於中央尖溪較低海拔與較高海拔的流域。今年的研究並沒有發現在中央尖溪水域中兩種山椒魚有共域的現象。過去（1994，1996 與 2001 年）在雲稜山屋舊址皆有調查到臺灣山椒魚，今年 5 月有調查到山椒魚，但今年 9 月則沒有調查到任何山椒魚。今年 6 月與 9 月在北一段中央尖溪 C 樣區亦調查到臺灣山椒魚新族群。

武嶺、合歡山與大禹嶺樣區調查結果如下，武嶺與合歡山區皆有調查到山椒魚。經由外表特徵，判斷為楚南氏山椒魚。大禹嶺區域調查樣線如圖 3-4。在大禹嶺調查到楚南氏山椒魚與臺灣山椒魚兩種,其中楚南氏山椒魚分布在較高海拔,臺灣山椒魚則分布在相對較低海拔。今年的研究發現在碧綠溪水域（合歡溪水系上游支流）中兩種山椒魚有鄰域的現象，是否有共域情形需要更進一步的研究。

奇萊東稜沿線山椒魚調查樣線如圖 3-5，調查地點包括小奇萊西側 A 樣區、

小奇萊西側 B 樣區、奇萊北西側、磐石中鋒 A 樣區、磐石中鋒 B 樣區、太魯閣大山、立霧主山與研海林道等 8 個樣線。調查結果：小奇萊西側 A 樣區、小奇萊西側 B 樣區過去有記錄到楚南氏山椒魚，其他樣線皆屬於新樣線。除研海林道沒有發現山椒魚外,其他今年皆有記錄到楚南氏山椒魚。本研究顯示奇萊東稜沿線，自合歡山東至立霧主山有發現楚南氏山椒魚的分布，重要的是在往太平洋流向的巴托蘭溪與帕托魯溪皆有楚南氏山椒魚的分布,這是以前沒有發現的山椒魚棲地。這結果顯示楚南氏山椒魚的棲地跨越奇萊主峰、北峰兩側。楚南氏山椒魚的分布介於海拔 2700 公尺至 3300 公尺間。

二、臺灣山椒魚、楚南氏山椒魚及南湖山椒魚的棲地調查

本計畫所調查太魯閣國家公園三種山椒魚之巨觀棲地特性敘述如下：本計畫所調查到臺灣山椒魚棲地林相主要為針葉闊葉混合林，底層植被主要為草本。南湖山椒魚棲地林相包括針葉闊葉混合林、針葉林與高山草原，底層植被包括草本與箭竹林。楚南氏山椒魚棲地林相包括針葉闊葉混合林、針葉林與高山草原，底層植被包括草本與箭竹林。臺灣山椒魚棲地海拔為 2000 公尺至 3100 公尺。南湖山椒魚棲地海拔為 2700 公尺至 3400 公尺。楚南氏山椒魚棲地海拔為 2700 公尺至 3300 公尺。各調查樣區之巨棲息地特性表如表所示(表 3-1 至表 3-4)。

本計畫所調查太魯閣國家公園三種山椒魚之微觀棲地特性，分別敘述如下：

（一）、臺灣山椒魚

本年度於 5 月至 9 月進行的山椒魚微棲地調查研究,所獲得的資料來自 35 隻太魯閣國家公園內臺灣山椒魚微棲地調查資料。

1. 在遮蔽物的選擇，分成石頭與木頭兩種質材。百分之 94.29 的臺灣山椒魚選擇石頭的遮蔽物；百分之 5.71 的臺灣山椒魚選擇木頭的遮蔽物（圖 3-7）。遮覆遮蔽物的質材，分為苔蘚、草本苔蘚混合與無遮蔽等三種遮覆物，分析後發現，臺灣山椒魚遮覆遮蔽物的質料的主要為苔蘚，占 74.2%，而草本苔蘚混合之遮覆遮蔽物只占不到 5%（圖 3-8）。
2. 在底質的選擇，分成碎石土、草根土、土與腐植土。百分之 68.57 的臺灣山椒魚選擇碎石土的底質；百分之 17.14 的臺灣山椒魚選擇腐植土的底質。使用草根土與土為遮蔽物底質分別只有百分之 8.57 與 5.71（圖 3-9）。

（二）、南湖山椒魚

本年度於 5 月至 9 月進行的南湖山椒魚微棲地調查研究，所獲得的資料來自 34 隻太魯閣國家公園內南湖山椒魚微棲地調查資料。

1. 在遮蔽物的選擇，分成石頭與木頭兩種質料。百分之 91.18 的臺灣山椒魚選擇石頭的遮蔽物；百分之 8.82 的臺灣山椒魚選擇木頭的遮蔽物（圖 3-10）。遮覆遮蔽物的質材，分為苔蘚與無遮蔽等二種遮覆物，分析後發現，臺灣山椒魚遮覆遮蔽物的質材的主要為苔蘚，占 76.47%，無任何遮覆之遮蔽物占 23.53%（圖 3-11）。

2. 在底質的選擇，分成碎石土、草根土、土與腐植土。百分之 55.88 的臺灣山椒魚選擇碎石土的底質；百分之 31.43 的臺灣山椒魚選擇腐植土的底質。使用草根土與土為遮蔽物底質分別為百分之 8.82 與 2.94（圖 3-12）。

（三）、楚南氏山椒魚

本年度於 5 月至 9 月進行的**楚南氏**山椒魚微棲地調查研究，所獲得的資料來自 35 隻太魯閣國家公園內**楚南氏**山椒魚微棲地調查資料。

1. 在遮蔽物的選擇，分成石頭與木頭兩種質料。百分之 85.71 的臺灣山椒魚選擇石頭的遮蔽物；百分之 14.29 的臺灣山椒魚選擇木頭的遮蔽物（圖 3-13）。遮覆遮蔽物的質材，分為苔蘚與無遮蔽等二種遮覆物，分析後發現，**楚南氏**山椒魚遮覆遮蔽物的質材的主要為苔蘚，占 85.71%，無任何遮覆之遮蔽物占 14.29%（**圖** 3-14）。
2. 在底質的選擇，分成碎石土、草根土、土與腐植土。百分之 37.14 的**楚南氏**山椒魚選擇碎石土的底質；百分之至 54.29 的**楚南氏**山椒魚選擇腐植土的底質。使用草根土與土為遮蔽物底質分別為百分之 5.71 與 2.86（**圖** 3-15）。**楚南氏**山椒魚利用**底質的特性與其他兩種山椒魚不同，是否是地區地質或植被的差異性所造成，尚需詳細的研究才能確定。**

表 3-1、南湖中央尖山區調查點調查工作資料及巨棲息地特性表

地點	南湖山區				中央尖山區		
	舊雲稜山莊	審馬陣山屋	南湖圈谷	南湖南峰	中央尖溪 A 樣區	中央尖溪 B 樣區	中央尖溪 C 樣區
總努力量 (人.小時)	4.00	2.00	12.00	5.67	6.33	4.00	4.00
調查天候	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴
調查月份	5	5	5	5	6	6	6
海拔(公尺)	2400	2800	3300	3200	2800	2500	2200
林相	針闊混合	高山草原	高山草原	針闊混合	針葉林	針闊混合	針闊混合
底層植被	草本	箭竹	箭竹	草本	草本	草本	草本
坡向	東南	西北	西	西	西北	西北	西南
溪流水量	有	無	有	有	有	有	有
山椒魚種類	臺灣山椒魚	南湖山椒魚	南湖山椒魚	南湖山椒魚	南湖山椒魚	臺灣山椒魚	臺灣山椒魚
山椒魚(隻)	2	0	3	0	5	5	5

表 3-2、合歡山區調查點調查工作資料及巨棲息地特性表。

地點	合歡山區			
	武嶺	合歡山	大禹嶺	大禹嶺
總努力量(人.小時)	2.05	3.3	15.96	9
調查天候	陰	陰	晴	晴
調查月份	8	8	8	8
海拔(公尺)	3000	2900	2600	2600
林相	高山草原	針葉林	針闊混合	針闊混合
底層植被	箭竹	箭竹	草本	草本
坡向	東	西北	西北	西北
溪流水量	有	無	有	有
山椒魚種類	楚南氏山椒魚	楚南氏山椒魚	楚南氏山椒魚	臺灣山椒魚
山椒魚(隻)	5	2	9	5

表 3-3、奇萊東稜山區調查點調查工作資料及巨棲息地特性表

地點	奇萊東稜山區							
	小奇萊西側 A 樣區	小奇萊西側 B 樣區	奇萊北西側	磐石中峰 A 樣區	磐石中鋒 B 樣區	太魯閣大山	立霧主山	研海林道
總努力量(人.小時)	1.64	4	4.32	4.5	12	3	2	6
調查天候	晴	晴	晴	陰	晴	陰	陰	陰
調查月份	8	8	8	8	8	8	8	8
海拔(公尺)	2700	2800	3100	3000	2900	2900	2800	2300
林相	針闊混合	針闊混合	針葉林	針葉林	針葉林	針闊混合	針闊混合	針闊混合
底層植被	箭竹	箭竹	箭竹	箭竹	箭竹	箭竹	箭竹	草本
坡向	西南	西南	南	南	南	東南	南	北
溪流水量	有	有	有	有	有	有	有	有
山椒魚種類	楚南氏山椒魚	楚南氏山椒魚	楚南氏山椒魚	楚南氏山椒魚	楚南氏山椒魚		楚南氏山椒魚	
山椒魚(隻)	2	5	1	3	6	0	6	0

表 3-4、南湖中央尖山區調查點調查工作資料及巨棲息地特性表

地點	南湖山區		中央尖山區		
	舊雲稜山莊	南湖圈谷	中央尖溪 A 樣區	中央尖溪 B 樣區	中央尖溪 C 樣區
總努力量 (人.小時)	2	?	13.32	5.64	5
調查天候	晴	晴	晴	晴	晴
調查月份	9	9	9	9	9
海拔(公尺)	2400	3300	2800	2500	2200
林相	針闊混合	高山草原	針葉林	針闊混合	針闊混合
底層植被	草本	箭竹	草本	草本	草本
坡向	東南	西	西北	西北	西南
溪流水量	有	有	有	有	有
山椒魚種類	臺灣山椒魚	南湖山椒魚	南湖山椒魚	臺灣山椒魚	臺灣山椒魚
山椒魚(隻)	0	4	22	12	7

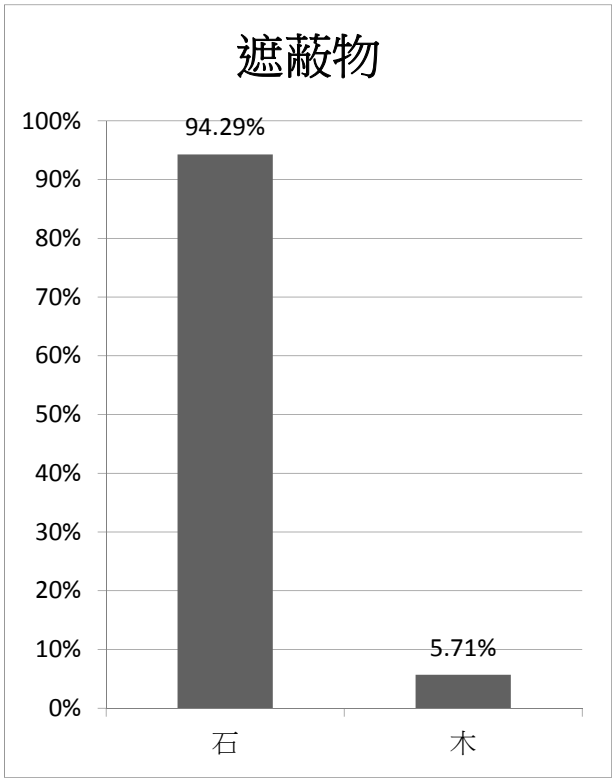

圖 3-7、臺灣山椒魚微棲地之遮蔽物種類所佔百分比 (n=35)

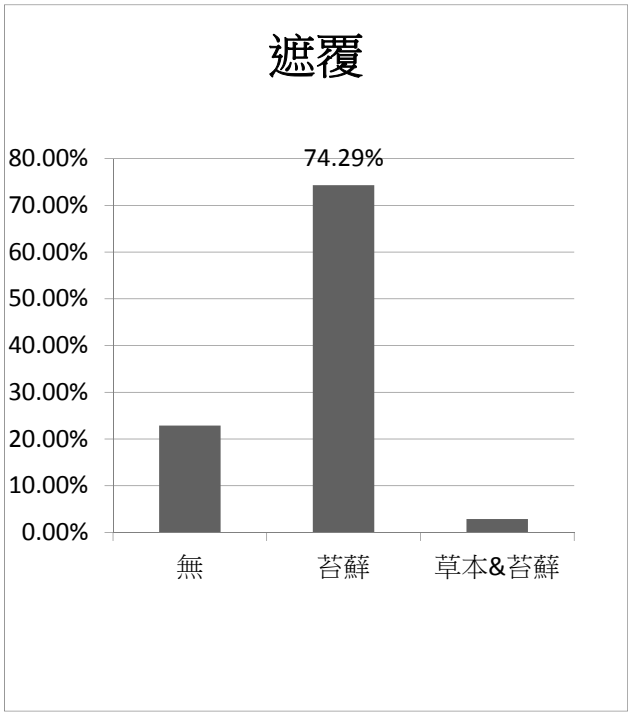

圖 3-8：臺灣山椒魚微棲地之遮覆種類所佔百分比 (n=35)

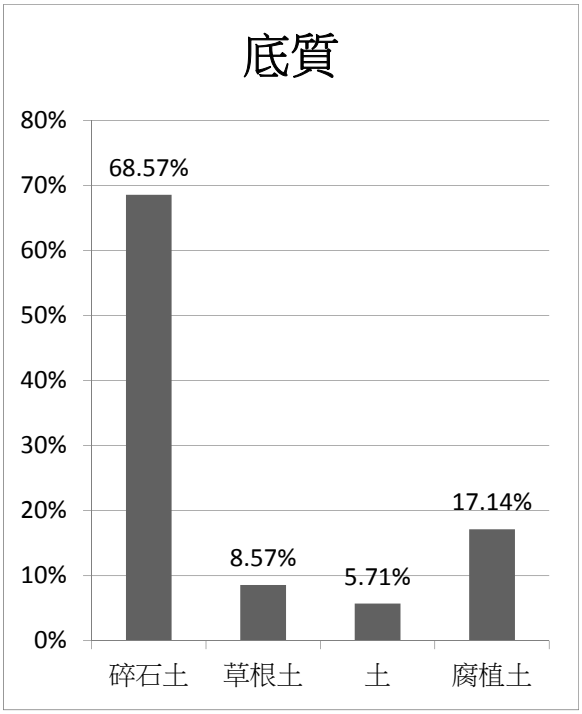

圖 3-9、臺灣山椒魚微棲地之底質種類所佔百分比 (n=35)

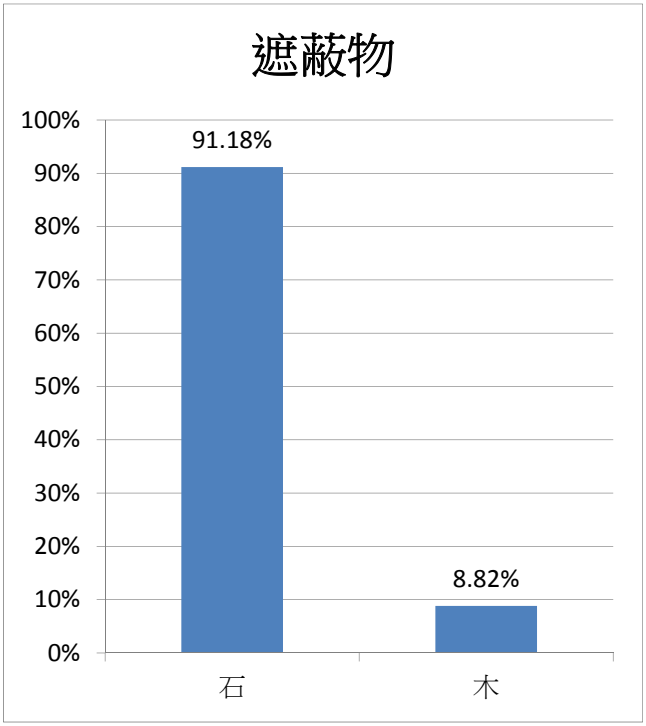

圖 3-10、南湖山椒魚微棲地之遮蔽物種類所佔百分比 (n=34)

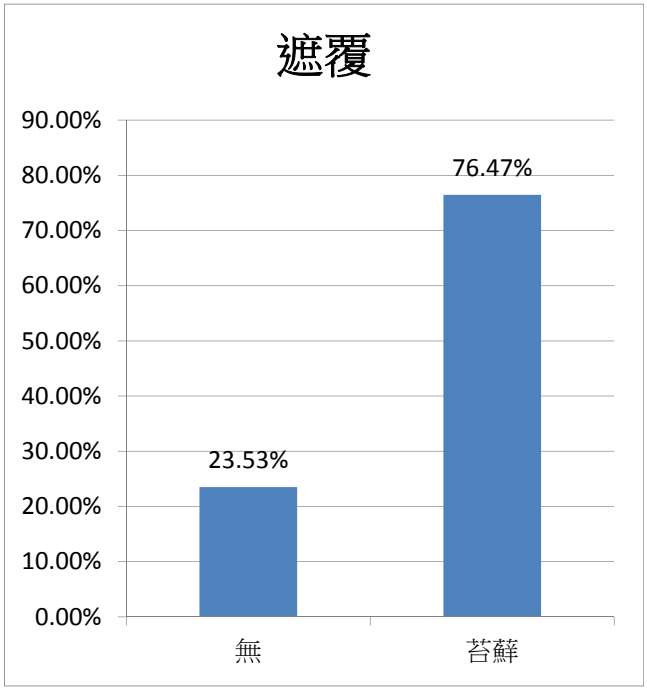

圖 3-11、南湖山椒魚微棲地之遮覆種類所佔百分比 (n=34)

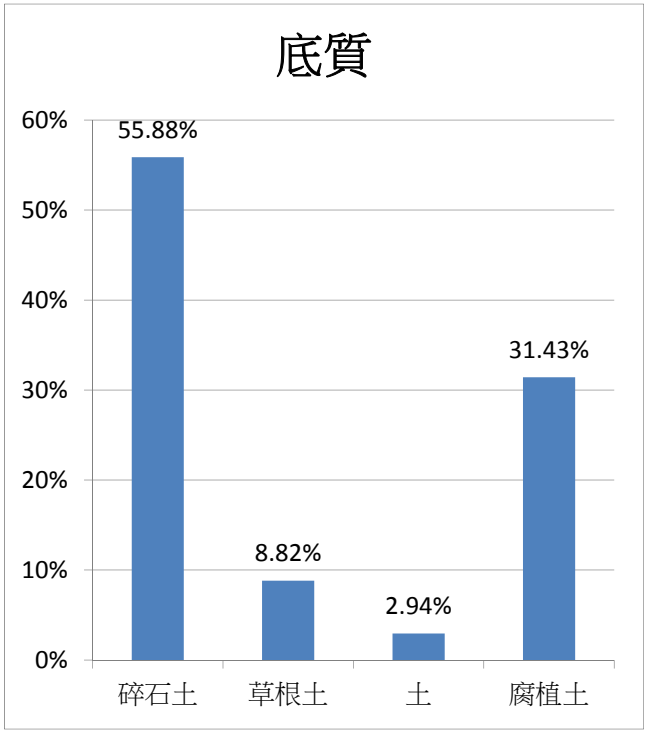

圖 3-12、南湖山椒魚微棲地之底質種類所佔百分比 (n=34)

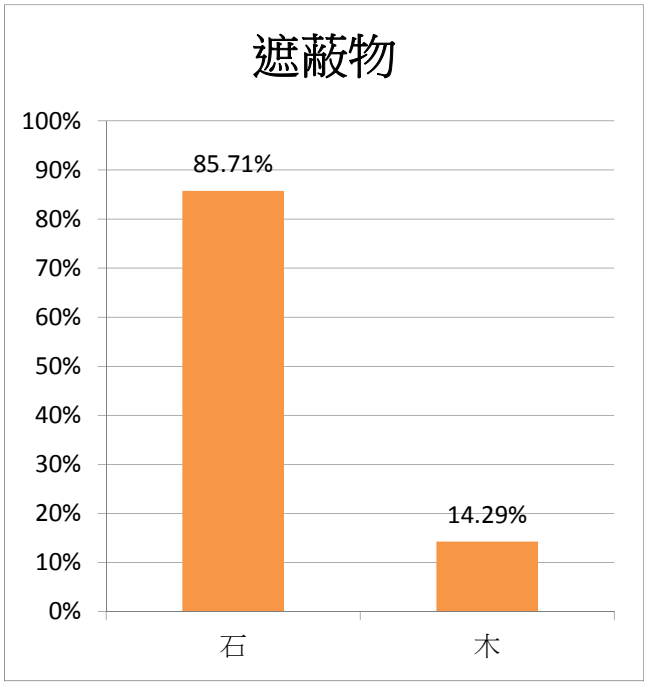

圖 3-13、楚南氏山椒魚微棲地之遮蔽物種類所佔百分比 (n=35)。

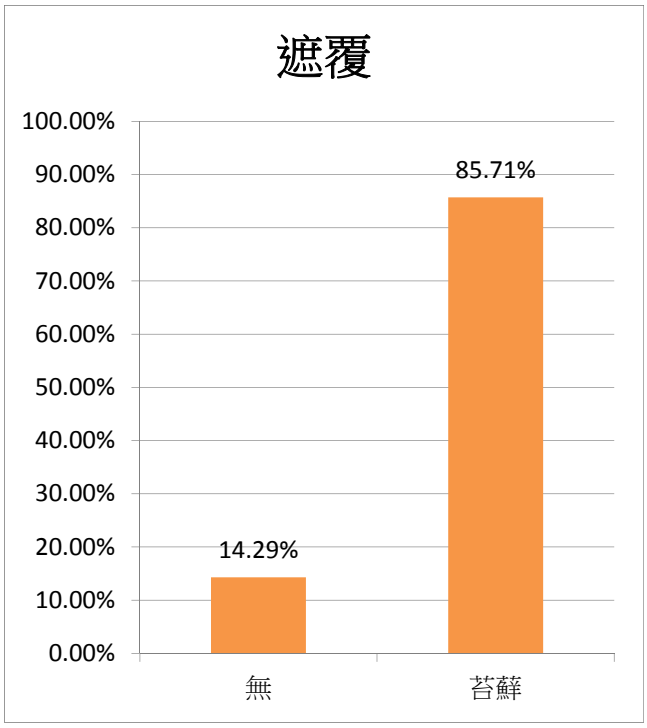

圖 3-14、楚南氏椒魚微棲地之遮覆種類所佔百分比 (n=35)

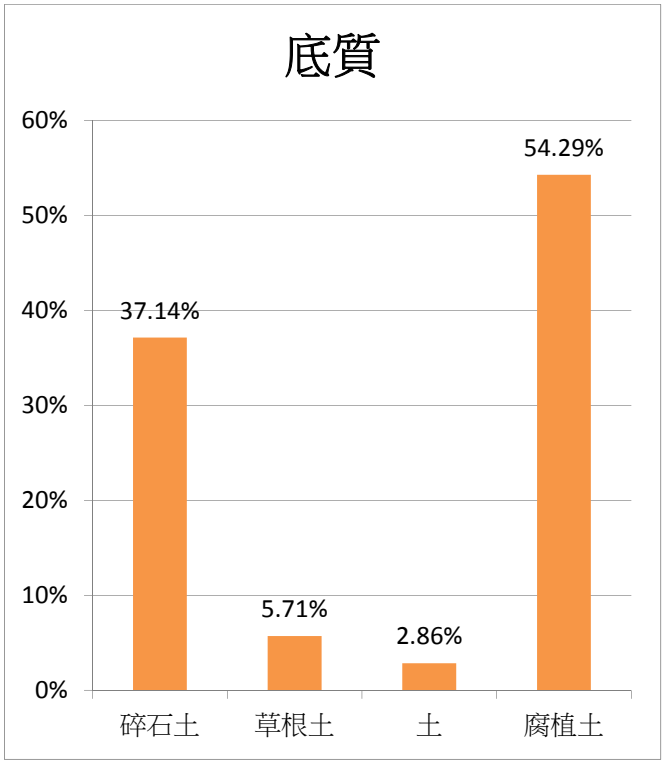

圖 3-15、楚南氏椒魚微棲地之底質種類所佔百分比 (n=35)。

三、臺灣山椒魚、楚南氏山椒魚及南湖山椒魚的族群動態分析

以今年度本計畫已完成調查的地點，比對保存於臺灣師範大學的採集記錄，整理如表 3-5。

南湖山椒魚在北一段(南湖中央尖山區)的分布地點有舊雲稜山屋、中央尖山、南湖南峰、南湖圈谷及審馬陣草原等 4 個地點。中央尖山因為是新調查到的族群，故無歷史數據可比對。南湖南峰山屋的族群則在 1983 年及 1985 年有紀錄，但數量皆不多，二次調查都僅有 1 隻的記錄，而今年度則沒有記錄，此族群是否還存在，仍需再確認。南湖圈谷的族群，在 1980 年代的調查記錄主要分布在山屋附近及南湖溪源頭，早期調查的數量較多可達 8 隻以上，後來在 2001 年及今年的調查在 2 至 3 隻，數據顯示此地族群數量較 30 年前已有下降。審馬陣草原的族群，在 1996 年於山屋旁的黑水池有發現，今年度的調查則無發現。

臺灣山椒魚的族群在中央尖溪、舊雲稜山莊水源、香菇寮在本次調查皆有發現，其中香菇寮為新記錄之族群。中央尖溪早在 1983 年已有記錄，後又在 2001 年有 1 隻的記錄，今年則調查到的 5 至 22 隻。舊雲稜山莊水源在 1994 年開始有記錄，其後陸續有發現，今年調查到一隻臺灣山椒魚，但此地的腹地較為狹小，所能找到的數量有限。

奇萊東稜成功山屋黑水塘樣線（約 100 公尺），過去皆有楚南氏山椒魚的記錄、惟今年 6 月翻找並無發現，8 月則調查到 2 隻，黑水塘樣線族群量是否有下降，值得進一步調查。另外，成功山屋旁樣線（約 200 公尺），6 月調查有 6 隻楚南氏山椒魚記錄，8 月則調查到 2 隻楚南氏山椒魚，此族群量尚屬穩定。奇萊東稜北峰至研海林道是今年新樣線，其中月形池調查到 1 隻，磐石中峰調查到 3 隻，磐石甜甜圈谷調查到楚南氏山椒魚 1 隻，磐石甜甜圈谷調查到楚南氏山椒魚 1 隻，太魯閣大山並無發現，立霧主山調查到楚南氏山椒魚 2 隻。

合歡山武嶺營區調查到楚南氏山椒魚5隻，小風口調查到楚南氏山椒魚2隻，820 林道調查到楚南氏山椒魚 9 隻，臺灣山椒魚 5 隻。

整體而言，除了南湖圈谷與審馬陣草原的山椒魚被倒查到的數量有減少外，

其他的樣線皆有調查到山椒魚。但由於過去太魯閣國家公園臺灣產山椒魚調查的資料不多且無連續性，加上山椒魚調查成效會因不同的調查人員而易產生差異。故研究族群動態變化需要累積長期連續的調查資料與有經驗的調查人員的訓練。

表 3-5、2016 年太魯閣國家公園園區各族群山椒魚調查數量與歷史數據比較表。

地點	種類	調查日期	調查人數	調查時間(小時)	隻數	總努力量(人數・小時)	單位努力量(人數・小時/隻數)	備註
南湖南峰	南湖山椒魚							
		1983.07.31			1			
		1985.07.15			1			
		2016.06.02	4	1.42	0	5.68	0＊	
南湖圈谷	南湖山椒魚							
		1982.07.29			12			
		1983.07.30			8			
		1984.08.10			4			
		2001.07.07	2	2	3	4	1.33	
		2016.05.31	4	3	3	12	4.00	
		2016.09.08	4	2.66	2	10.64	5.32	
		2016.09.09	4	0.66	2	2.64	1.32	
審馬陣草原	南湖山椒魚							
		1996.06.19			1			
		2016.05.29	4	0.5	0	2	0.00	
中央尖溪	臺灣山椒魚							
		1983.08.01			1			
		2001.07.03			1			
中央尖溪 B 樣區	臺灣山椒魚							
		2016.06.03	4	1	5	4	0.80	
		2016.09.11	4	1.41	12	5.64	0.47	
中央尖溪 A 樣區	南湖山椒魚							新發現族群
		2016.06.03	4	1.58	5	6.32	1.26	
		2016.09.11	4	3.33	22	13.32	0.61	
雲稜山屋舊址	臺灣山椒魚							
		1994.06.30	4	1	3	4	1.33	
		1996.07.27			2			
		2001.07.08	2	1	2	2	1.00	
		2016.05.30	4	1	1	4	4.00	
		2016.09.07	4	0.5	0	2	0	
中央尖溪 C 樣區	臺灣山椒魚							新發現族群

		2016.06.04	4	1	5	4	0.80	
		2016.09.12	4	1.25	7	5	0.71	
地點	**種類**	**調查日期**	**調查人數**	**調查時間(小時)**	**隻數**	**總努力量(人數・小時)**	**單位努力量(人數・小時/隻數)**	**備註**
武嶺	楚南氏山椒魚	2106.8.20	5	0.41	5	2.05	0.41	
小風口	楚南氏山椒魚	2106.8.20	5	0.66	2	3.3	1.65	
大禹嶺	楚南氏山椒魚	2016.08.21	6	2.66	9	15.96	1.77	
大禹嶺	臺灣山椒魚	2016.08.21	6	1.5	5	9	1.80	
小奇萊西側 A 樣區	楚南氏山椒魚	2016.08.22	4	0.41	2	1.64	0.82	
小奇萊西側 B 樣區	楚南氏山椒魚	2016.08.22	4	1	5	4	0.80	
奇萊北西側	楚南氏山椒魚	2016.08.24	4	1.08	1	4.32	4.32	新發現族群
磐石中峰 A 樣區	楚南氏山椒魚	2016.08.24	3	1.5	3	4.5	1.50	新發現族群
磐石中峰 B 樣區	楚南氏山椒魚	2016.08.25	4	3	6	12	2.00	新發現族群
太魯閣大山北鞍營地東側水源		2016.08.26	4	0.75	0	3	0.00	
立霧主山東鞍	楚南氏山椒魚	2016.08.27	4	0.5	2	2	1.00	新發現族群
研海林道上線		2016.08.29	4	1.5	0	6	0	

*紅色字體表今年調查結果。

四、臺灣山椒魚、楚南氏山椒魚及南湖山椒魚的遺傳結構分析。

本計畫共獲得 22 隻楚南氏山椒魚的全長 cytochrome b 粒線體序列、10 隻臺灣山椒魚的全長 cytochrome b 粒線體序列與 19 隻南湖山椒魚的全長 cytochrome b 粒線體序列。再從 NCBI 網站下載賴俊祥老師 2008 年所發表的山椒魚 cytochrome b 部分序列（784 bp），包括觀霧山椒魚 cytochrome b 序列 5 條、南湖山椒魚 cytochrome b 序列 2 條、臺灣山椒魚 cytochrome b 序列 4 條、楚南氏山椒魚 cytochrome b 序列 10 條與阿里山山椒魚 cytochrome b 序列 9 條。另外亦下載東北小鯢（*hynobius leechii*）、中國小鯢（*hynobius chinensis*）、*Hynobius nebulosus* 與安吉小鯢（*hynobius amjiensis*）的 cytochrome b 部分序列（784 bp）作為外群。經過軟體裁切成 784bp 後，進行最大適然法（Maximum Likelihood）親緣關係樹分析。結果顯示跟賴俊祥老師所發表的文章一樣，臺灣產山椒魚可明顯被分成五群，分別為觀霧山椒魚、楚南氏山椒魚、阿里山山椒魚、臺灣山椒魚與南湖山椒魚。其中，觀霧山椒魚被獨立分成一獨立類群，而楚南氏山椒魚、阿里山山椒魚、臺灣山椒魚與南湖山椒魚則被分在另一大類群。這一大類群而後又被分成臺灣山椒魚及南湖山椒魚，與楚南氏山椒魚及阿里山山椒魚兩大次類群。在臺灣山椒魚的類群，又可分成 820 林道的臺灣山椒魚與中央尖溪兩個次類群，其 bootstrap 值分別為 99%與 87%。很有趣的，中央尖溪的南湖山椒魚也明顯地分成兩群，可見中央尖溪地環境對山椒魚有很強的選拔壓力。

在遺傳多樣性方面，南湖山椒魚遺傳多樣性最低，分布的範圍與海拔區間也最小。楚南氏山椒魚與臺灣山椒魚多樣性相對較高，分布範圍也較廣。

五、臺灣山椒魚、楚南氏山椒魚及南湖山椒魚的親緣關係分析

雖然圖 3-16 顯示南湖山椒魚與臺灣山椒魚之在 cytochrome b 被分派在同一類群，但 bootstrap 值卻只有 51%，顯示這兩種山椒魚在整個臺灣產山椒魚之分群上還不確定。但楚南氏山椒魚與阿里山山椒魚有較近的遺傳距離，且被分派至同一類群（bootstrap 值有 91%），另外本研究也發現南湖與楚南氏山椒魚遺傳距離確較接

近，兩者卻與臺灣山椒魚遺傳距離確較遠。由上述結果顯示，太魯閣園區內臺灣、南湖山椒魚與楚南氏山椒魚的演化與起源可能不同，需更進一步研究。

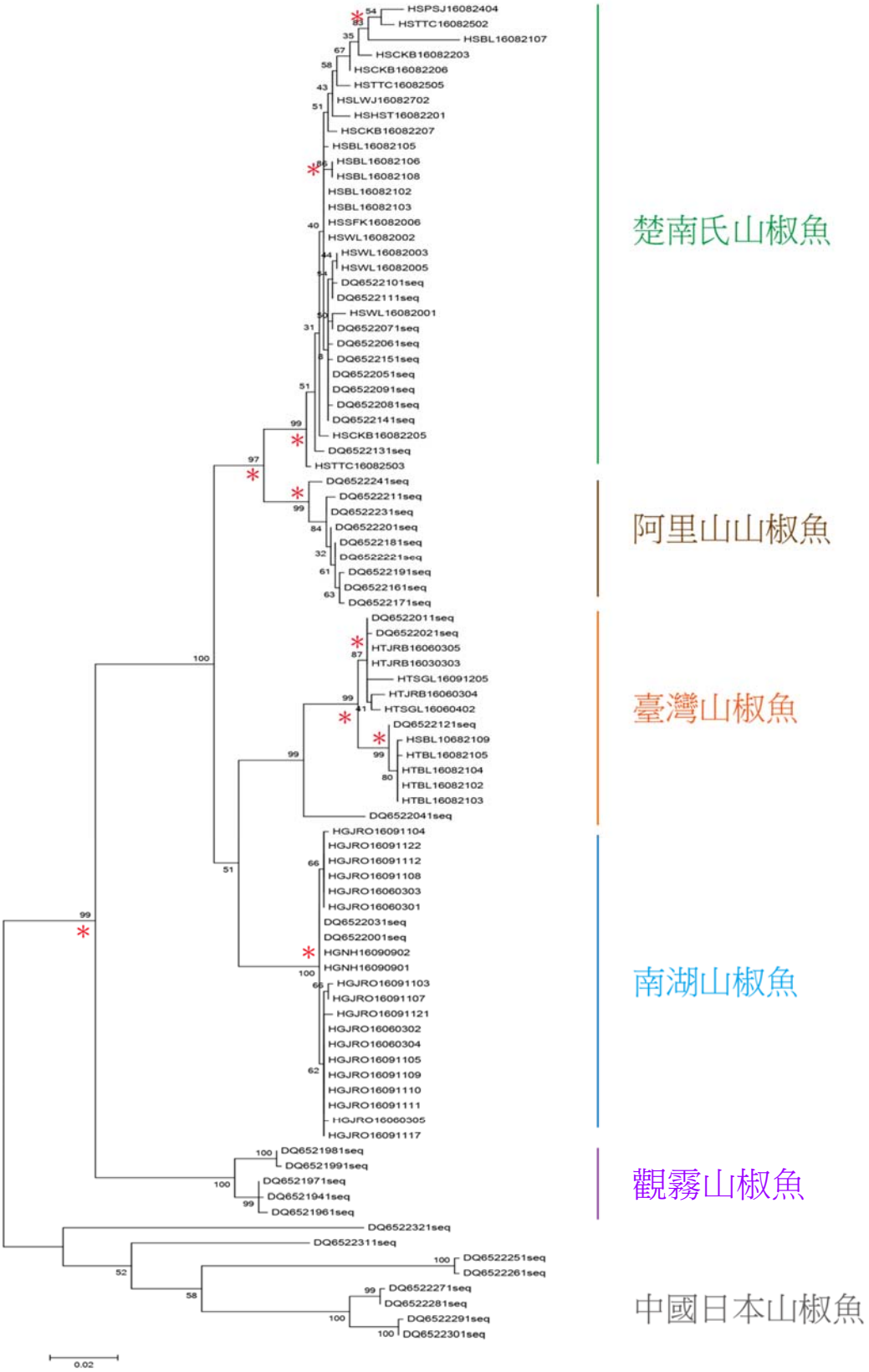

圖 3-16、太魯閣國家公園園區山椒魚最大似然法（Maximum Likelihood）親緣關係樹。*表 bootstrap 高於 80%。

第四章 結論與建議

本計畫在合歡山、大禹嶺、奇萊東稜沿線、南湖與中央尖山區共調查到 89 隻太魯閣國家公園之山椒魚，在所調查到的相對數量上楚南氏與臺灣山椒魚皆較南湖山椒魚為多。在棲地分布調查上楚南氏山椒魚分布在合歡山、大禹嶺、奇萊與奇萊東稜，臺灣山椒魚棲地分布在中央尖與大禹嶺海拔相對較低的範圍。南湖山椒魚只分布在南湖中央尖區域分布範圍最小，且審馬陣樣區今年兩次調查皆沒有發現任何山椒魚。這研究顯示保育南湖山椒魚的棲地與數量極為迫切。

太魯閣國家公園所分布的三種山椒魚皆喜好利用針葉與闊葉混合的巨棲地。三種山椒魚亦喜歡選擇棲息在有苔蘚遮覆之石頭質材下。臺灣山椒魚與南湖山椒魚在底質為碎石子棲地被調查到的占大多數，分別為 68.57%與 55.88%。楚南氏山椒魚則是在腐植土的微棲地被調查到較多，占 54.29%。雖然楚南氏山椒魚選擇微棲地方式略有不同，但尚需累積更多的調查資料，才能下確切的結論。

臺灣五種山椒魚的全長 cytochrome b DNA 序列遺傳親緣關係被分成兩大類群，其中觀霧山椒魚自成一主要類群，其親緣關係與亞洲大陸山椒魚較為接近，顯示觀霧山椒魚可能為最早遷徙至臺灣的山椒魚。楚南氏山椒魚與阿里山山椒魚親緣關係較近，被分在同一類群，從地理分布與遺傳證據，證實這兩種山椒魚在演化與遺傳上的關係較為密切。臺灣山椒魚與南湖山椒魚兩族群內又可以被分成兩個次類群。臺灣山椒魚在大禹嶺族群與中央尖山族群有顯著遺傳分化，顯示臺灣山椒魚在這兩個不同的棲地已有遺傳分化的事實。臺灣山椒魚與楚南氏山椒魚在 cytochrome b 遺傳多樣性較南湖山椒魚高，南湖山椒魚遺傳多樣性最低。結合棲地、海拔分布範圍與遺傳分化資料顯示，南湖山椒魚分布範圍小、遺傳多樣性低且有遺傳分化，顯示有較強的選拔壓力，在物種保育上急需被關注。本研究同時提供一個臺灣的山椒魚一個遺傳演化路徑的假設。

建議

一、 南湖山椒魚數量少與分布地理範圍小，由遺傳分析資料判斷其對棲地與氣候變遷極為敏感，因此具有保育的急迫性。對於其棲地管理與族群監測上有幾項建議：1. 審馬陣山屋與南湖圈谷傍棲地受到嚴重破壞，尤其審馬陣山屋遊客的排泄物直接污染南湖溪源頭山椒魚棲地，因此建議管理處改善審馬陣山屋廁所動線，同時加強管理與宣導。2. 持續對南湖山椒魚的族群數量與棲地調查，適時調整保育管理實際作為。

二、 中央尖溪與大禹嶺皆同時有兩種山椒魚分布於不同海拔高度，建議將這兩樣區作為監測臺灣產山椒魚永久樣區。因為這兩個地區極適合作為 1. 山椒魚的分布與氣候變遷關係研究的永久樣區。2. 臺灣產山椒魚種化與親緣地理學研究樣區。

三、 太魯閣國家公園同時是臺灣山椒魚、楚南氏山椒魚與南湖山椒魚的棲地，具有多樣的臺灣產山椒魚族群，但過去園區缺乏山椒魚的研究、分布、生活史資料與對山椒魚知識的科普推廣，故建議：1. 提出持續且有系統的山椒魚研究計畫。2. 支持太魯閣國家公園內臺灣產山椒魚族群的生活史研究。3. 舉辦太魯閣國家公園山椒魚的科普推廣與解說志工教育。4. 製作太魯閣國家公園多樣的臺灣產山椒魚的紀錄片。

四、 研究團隊在進行園區野外研究時，無法獲得適當的住宿環境。山椒魚研究團隊長期在合歡山與大禹嶺山區進行山椒魚的調查研究，卻無法獲得同意借宿小風口研究站，需住宿於民宿與登山客同宿，生活作息時間不同，易造成研究人員野外研究精神不濟的意外。建議太魯閣國家公園管理處進行內部協商，解決野外研究人員住宿的困難，亦能提高野外研究頻率與效能，降低不必要的研究經費支出。

附錄一、期中審查會議紀錄

副本 已電子交換

太魯閣國家公園管理處　函

地址：97253花蓮縣秀林鄉富世村富世291號
聯絡人：鄒月娥
電話：03-8621100分機702
傳真：03-8621435
電子郵件：tsou@taroko.gov.tw

受文者：保育研究課

發文日期：中華民國105年8月4日
發文字號：太保字第1051002752號
速別：普通件
密等及解密條件或保密期限：
附件：期中審查會議紀錄1份

主旨：檢送本處105年度委託辦理計畫「太魯閣國家公園保育類物種監測調查計畫」案期中審查會議會議紀錄1份，請查照。

說明：依本處105年7月19日太保字第1051002494號開會通知單辦理。

正本：呂光洋教授、楊懿如副教授、國立臺灣大學、本處張副處長登文、林秘書忠杉、各單位
副本：李心予教授(國立臺灣大學生命科學系）、本處保育研究課（均含附件）

處長 楊模麟

第1頁 共1頁

「太魯閣國家公園保育類物種監測調查計畫」

期中審查會議紀錄

一、時間：中華民國 105 年 7 月 22 日（星期五）上午 10 時

二、地點：本處大會議室

三、主持人：楊處長模麟　　記錄：鄒月娥

四、出列席單位及人員：如簽到簿

五、主辦課室報告：

（一）案係本處 105 年度委託辦理計畫「太魯閣國家公園保育類物種監測調查計畫」，金額新臺幣 920,000 元整(於 105 年 2 月 4 日簽約，履約期限至 105 年 12 月 31 日止)。

（二）依本案契約書第七條第一項第二款規定，應於 105 年 6 月 25 日前提出期中報告書，本案受託單位於 105 年 6 月 23 日送達，符合本處規定，並出席本處排定今日之期中審查會議。

六、簡報：國立臺灣大學 （協同主持人：朱教授有田）(略)

七、討論：

楊處長模麟：

（一）野外調查工作極為辛苦。先就架構提出建議，報告書的結論應與開始的研究目的要相結合。各研究計畫成果在結案後均會公開於網站上供大眾參考，也希望能與經營管理有關。如可行的話，一開始請先介紹山椒魚生命周期、棲地環境等基本資料，最後再加上本研究案的研究成果，結論及建議等，以做為未來相關解說教育等之素材。

（二）在經營管理之建議方面，例如：山椒魚數量之改變，是否與環境改變等有關？相關做法及建議等，請提出供參。

呂教授光洋：

（一） 監測工作是很重要的，需要長期持續的調查，才能有較完整的資料。

（二） 山椒魚生性隱蔽，有時可能會因環境因素（如：濕度）之改變而不易觀察，未發現也並不一定就是沒有，但也是很重要的一筆資料。

（三） 有關「暖化」對高山植物的影響方面，曾看過國外研究阿爾卑斯山分布的一種植物「龍膽」，大約累積有 30 年的長期觀測資料，配合溫度

的記錄，其連續分布的變化資料非常有說服力。

（四） 溫度的上升確實會影響到山椒魚的分布。有關山椒魚較其他生物適合做監測主因，生活史階段包括水域及陸域環境，當環境溫度的上升均有可能看出對山椒魚的影響，因此較適合做為暖化影響的指標物種。

（五） 在生物地理學上，山椒魚因為是不連續小族群的分布，彼此之間無交流，基因不交流，族群量小，每一族群近親繁殖，因此很容易滅絕。另外，有關對其生活史之研究，目前仍相當缺乏。

（六） 以合歡山區的山椒魚而言，繁殖條件主要在冬季低溫積雪融化後形成暫時性的小水潭，雌個體每次產下的卵數目前記錄最高約40顆卵粒。山椒魚的卵粒較大，親體護幼的行為非常明顯。因為生長環境條件嚴苛，暖化對其影響極大，對這種小族群的分佈是不利的。

（七） 山椒魚有明顯的季節成長速度差異，可透過染色觀察。賴俊祥老師曾進行阿里山山椒魚相關研究，有記錄到 9 歲及 12 歲的個體。此外，山椒魚的年齡亦可透過剪脚趾的方式進行研究。

（八） 山椒魚的基因組(genome)大小在不同個體間變異極大，這方面的研究很有潛力。半年的期間，以目前的進度而言，已很不容易了。

（九） 就經營管理方面，對三個高山型國家公園提出保育相關建議：

1. 訓練志工協助長期調查：目前雪管處、玉管處及林務局均有辦過相關的志工訓練課程，可訓練志工協助長期調查，累積記錄暖化對山椒魚的影響。
2. 在棲地方面:儘量不要干擾。很多案例在翻了石頭之後未將石頭歸位，影響其棲息環境。必要時進行適當之規範，以維持其原來的濕度等條件。南湖山區有關山椒魚調查數量變少的原因，推測可能與人為干擾有關。

陳主任顧淋：

（一）山椒魚粒線體 D-loop 片段擴增等研究極為創新。有關落實到經營管理方面，對監測工作之執行建議：合歡山區等較易到達之地區可由同仁或志工辦理，至較不易到達的高山地區則需仰賴志工人力協助。另請提供調查工作的 SOP。

（二）族群量之斷續分布也可能與降雪等氣候資料有關，建議記錄表可再加

上「氣候」欄位。

黃課長志強：

（一）建議現有的調查記錄表加上「溫度」欄位。

（二）是否可能再發現新紀錄種？

（三）山椒魚棲地調查工作極為辛苦，請特別注意安全。

（四）保育類物種因野生動物保育法等相關法令規定嚴格，惠請特別注意相關規範。

（五）請注意計畫期程與控管。

（六）本案為生物相關之委託辦理計畫，請配合「國家公園生物多樣性地理資訊系統資料庫建置計畫（7）」，於未來計畫結束後一個月內將相關調查資料完成建置。

（七）研究期間如有一些生動紀錄或適合提供民眾生態教育之題材，惠請隨時提供本處供參。

呂教授光洋：山椒魚的地理隔離效應非常明顯。目前分布在主要溪流的源頭山區，因此族群不相連。東部河流的源頭較缺乏資料，不排除也可能有分布。

楊副教授懿如（書面意見）：

（一）根據期中成果報告及簡報，研究根據進度進行，已找到引子順利增幅出mtDNA D-lop序列，但發現的山椒魚族群量似乎比往年低，這代表的意義，值得探究。

（二）目前DNA研究以五種山椒魚的親緣關係為主，若能探討族群之遺傳多樣性，對保育將更有貢獻。

朱教授有田：

（一）期末報告時，將補充山椒魚分布及生活史等基礎資料。

（二）現有的調查記錄表將會予以補充，加上「溫度」及「濕度」欄位。

（三）賴俊祥老師之前累積的相關資料極為重要，未來仍請呂教授大力協助。

（四）經營管理建議將於期末時一併補充。

（五）本年度將依契約工作期程及工作內容執行，先將分布熱點定出，期末

補充增加後續的調查資料，生活史等。

黃課長志強：雪管處製作的「尋找侏儸紀孑遺－觀霧山椒魚的故事」紀錄片有生活史等相關影像紀錄可提供參考。

八、決議：本案期中簡報符合預定進度及工作內容，原則通過，相關專家學者及與會代表建議請納入計畫執行參考。

九、散會：上午 11 時 30 分

「太魯閣國家公園保育類物種監測調查計畫」

期中審查會議　簽到簿

時　間：105 年 7 月 22 日(星期五)上午 10 點 00 分	
地　點：本處大會議室	
主持人：楊處長模麟　楊模麟	紀錄：鄒月娥
報告人：朱有田	
出席	簽　到　處
呂委員光洋	呂光洋
楊委員懿如	請假
國立臺灣大學	朱有田
張副處長登文	張登文
林秘書忠杉	林忠杉
企劃經理課	楊美蓉
環境維護課	
解說教育課	孫昭明
保育研究課	黃志強　呂謙　鄒月娥
遊憩服務課	
合歡山管理站	

時　間：105 年 7 月 22 日(星期五)上午 10 點 00 分	
地　點：本處大會議室	
主持人：楊處長模麟	紀錄：鄒月娥
報告人：朱有田	
出席	簽　到　處
天祥管理站	
布洛灣管理站	
蘇花管理站	陳顯祥

附錄二、期末審查會議紀錄

副本 已電子交換

太魯閣國家公園管理處　函

地址：97253花蓮縣秀林鄉富世村富世291號
聯絡人：鄒月娥
電話：03-8621100分機702
傳真：03-8621435
電子郵件：tsou@taroko.gov.tw

受文者：保育研究課

發文日期：中華民國105年12月27日
發文字號：太保字第1051004789號
速別：速件
密等及解密條件或保密期限：
附件：期末審查會議紀錄1份

主旨：檢送本處105年度委託辦理計畫「太魯閣國家公園保育類物種監測調查計畫」案期末審查會議會議紀錄1份，請查照。

說明：依本處105年12月2日太保字第1050006075號開會通知單辦理。

正本：呂教授光洋、楊副教授懿如、國立臺灣大學、本處楊處長模麟、張副處長登文、林秘書忠杉、解說教育課、環境維護課、企劃經理課、遊憩服務課、合歡山管理站、天祥管理站、布洛灣管理站、蘇花管理站
副本：國立臺灣大學生命科學系李心予教授、本處保育研究課（均含附件）

處長 楊模麟

第1頁 共1頁

太魯閣國家公園保育類物種監測調查計畫
期末審查會議紀錄

壹、時間：中華民國 105 年 12 月 20 日（星期二）下午 2 時 00 分

貳、地點：本處大會議室

參、主持人：楊處長模麟　張副處長登文 代　　記錄：鄒月娥

肆、出列席單位及人員：如簽到簿

伍、主席致詞：(略)

陸、業務單位說明：

一、案係本處委辦「太魯閣國家公園保育類物種監測調查計畫」，金額新臺幣92萬元整(於105年2月4日簽約，履約期限至105年12月31日止)。

(二)依契約第7條(3)規定應於105年11月25日前提出期末報告書，受託單位於105年11月22日送達，符合契約規定，並出席本處排定今日之期末審查會議。

柒、受託單位簡報：（略）

捌、討論：(詳後拾壹與會人員意見摘要)

玖、結論：

一、本案經業務單位審查，期末報告符合預訂進度及工作內容。

二、經與會討論，本案原則通過審查，相關與會人員建議請納入參考修正，並請依契約規定及辦理後續相關事宜。

拾、散會：下午 3 時 30 分

拾壹、與會人員意見摘要（依據會議現場錄音綜合整理）

一、蔡技士佩芳： 調查期間以外的月份（1~5 月及 9 月之後）山椒魚對棲地的利用情形是否不同？

二、 陳主任顧淋：

（一） 期中簡報時有提及調查工作的 SOP 完成，期末建議加上生活史之資料。

（二） 未來志工的部份，由研究看來非常珍貴，管理處內部應可再研議。

三、 黃技佐巳榮：請問山椒魚的壽命？性別辨識？

四、 林務局花蓮林區管理處朱技士何宗：

（一） 以今年的研究，820 林道及中央尖溪有二種山椒魚共域流域的情形，是否有明顯的界限？或雜交的可能性？可否用生物學或同功異構酶分析等方式探討此問題？

(二)中央山脈二側有楚南氏山椒魚之分布，過去大家普遍認為山椒魚來自大陸，顯然不只過來，也已越過中央山脈，目前的研究是否可比較二側族群的遺傳差異？

(三)本研究 9 月份的中央尖溪調查有發現到 22 隻的山椒魚，很特別，都是成體或夾雜著幼體？以一整年 34 隻而言，同一位置有 22 隻，統計上是否有特殊？

五、 呂教授光洋：(書面意見)

（一）報告中提及造訪新的勘察路線，發現有山椒魚分布，這些資料讓管理處及研究人員對目標物種在園區的現況有進一步的了解和掌握，甚為難得。

（二）分子生物的分析結果，有助於對該些物種彼此間的親緣關係的了解。

（三）那些分子生物的資料，能否利用來看出是否有 genetic drift ？基因多樣性是否的確不高？

（四）報告中提到管理處有 105-108 的中程計劃，從環境變遷對山椒魚的衝擊及保育策略的制定，僅 3-4 年的工作是無法得到具體資料。唯有長期定時、定點持續的長期收集資料才有可信及可利用的價值。監測環境變遷有賴於長期的調查。

（五）建議未來仍應有更仔細的分布資料。委託單位應陪同研究人員上山調查，才有辦法真正了解公園內資源的現況及了解研究人員的辛苦及面對會計報帳上不合理的問題。

（六）因為報告詳列了山椒魚發現的地點，強烈建議此報告不要在網路系統上公告，以免產生後遺症，請主管認真考慮。

八、黃課長志強：

感謝受託單位在研究期間的調查努力。

(一)依契約書之規定，本案主要工作內容包括：(1)進行太魯閣地區山椒魚分布與微棲地調查及樣本採集（2）三種山椒魚的族群動態分析（3）三種山椒魚的遺傳結構分析（4）三種山椒魚的親緣關係分析（5）未來保育經營管理作為建議。受託單位均已達成要求。

(二)期中報告有關補充山椒魚的一些基礎生態資料等，在本次期末報告的前言部份已有呈現。

(三)部份錯別字等建議，已有提供受託單位參考。

(四)圖 1-1　五種山椒魚的地理分布圖，缺山椒魚的圖示。

(五)有關山椒魚的親緣關係分析結果請再多補充一些資料。

十、國立臺灣大學回應

(一)依過去賴老師在阿里山及觀霧地區的多年調查資料，這兩種山椒魚在不同季節對棲地利用類型是有差異。相對的，太魯閣園區內的山椒魚相關研究較少，本研究今年目標先了解園區內的山椒魚分布調查。南湖、楚南氏與臺灣山椒魚的生活史資料尚有限，未來希望太管理處能針對園區內生活史資料編列預算，進行不同月份園區內山椒魚棲地利用與生活史研究。

(二)有關臺灣地區山椒魚的壽命資料所知的極其有限，在畢祿大禹嶺調查中有發現到之前賴老師以染色劑標示的山椒魚，惟尚未查詢其標示的時間，因此還無法回答山椒魚的壽命多長這個問題。性別的部份，目前的研究方法(目測)尚無法判別性別，未來若有機會將可利用 DNA 檢測，再試著進行山椒魚性別辨別探討。

(三)畢祿大禹嶺及中央尖樣區目前可看出臺灣/楚南氏與臺灣/南湖明顯界限，但尚未釐清是否有共域情形。至於臺灣產不同種山椒魚是否有雜交情形？目前尚未能知悉。未來若有機會值得再進一步進行體染色體的 DNA 標記，或個體鑑別的微衛星標記等方法進行進一步的探討。

（四）有關中央山脈二側楚南氏山椒魚的遺傳差異（遺傳分化）目前資料有限，但初步資料看來差異不大。另 11 月份在塔次基里溪有發現 2 隻臺灣山椒魚，證明臺灣山椒魚也分佈在中央山脈的東側河川流域。

(五)體長、體重的資料在期末報告未顯示出來，因為目前無法判斷每種所調查到的山椒魚年齡，因此如何在報告中呈現不同個體體測資料尚有疑義，需要參考其他文獻，才能呈現正確的體測性狀結果。惟和臺灣山椒魚相較之下，楚南氏山椒魚的最大體型比起臺灣山椒魚與南湖山椒魚有較大些。

(六)為避免山椒魚調查地點太清楚導致遊客可能因此干擾山椒魚族群的情形。有關報告書中山椒魚分布地點的部份，我們將試著調整，進一步模糊化處理。審馬陣山屋周邊步道有很多排遺，對南湖山椒魚的分布有很大的影響及干擾，建議適當的改善。

(七)有關觀霧、臺灣及楚南氏山椒魚演化分布假說還尚待進一步研究確認，未來若有機會將再進一步進行探討。

(八)在國內山椒魚的研究，往太平洋方向的溪流有記錄到山椒魚的分佈，是本團隊在執行此委託計畫首次發現的，也是賴俊祥老師上奇萊東稜研究的目的。

太魯閣國家公園保育類物種監測調查計畫
期末審查會議　簽到簿

時　間：105 年 12 月 20 日(星期二)下午 2 點 00 分	
地　點：本處大會議室	
主持人：楊處長模麟　張副處長登文　代 [illegible] 記錄：鄒月娥	
報告人：朱有田	
出席	簽　到　處
呂委員光洋	請假
楊委員懿如	請假
國立臺灣大學	游佩儒　朱有田
林秘書忠杉	
企劃經理課	
環境維護課	黃巳榮
解說教育課	
遊憩服務課	
保育研究課	黃志強　鄒月娥
合歡山管理站	
天祥管理站	
布洛灣管理站	葉佩芳
蘇花管理站	[illegible]

附錄三、工作照片

圖附錄三-1、山椒魚個體體長測定，圖為楚南氏山椒魚。

圖附錄三-3、山椒魚個體體重測定。

圖附錄三-4、山椒魚個體紀錄與拍照建檔。

參考文獻

呂光洋，1989，太魯閣國家公園大合歡地區山椒魚調查，太魯閣國家公園，36 頁。

呂光洋、呂紹瑜、莊國碩，1983，太魯閣國家公園動物生態景觀資源之調查。內政部營建署國家公園組，47 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、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、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。

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，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，2008，國家公園氣候變遷指標動物族群（以山椒魚為例）監測計畫，玉山國家公園保育研究報告第 1179 號。

呂光洋、賴俊祥，2011，合歡山地區山椒魚分布調查及制定保育策略，東勢林區管理處委託研究報告。

呂光洋、賴俊祥，2011，阿里山山椒魚監測及監測模式標準作業程序制定，嘉義林區管理處委託研究報告。

呂光洋、張巍薩、林政彥，1989，太魯閣國家公園大合歡山地區山椒魚調查，內政部營建署太魯閣國家公園。

林思民，2003，臺灣及鄰近地區草蜥屬的親緣關係與親緣地理學研究(有鱗目：蜥蜴科)。國立臺灣師範大學生物學系博士論文，150 頁。

袁守立，2003，以粒線體細胞色素 b 區域序列探討臺灣地區短尾鼩族群的地理親緣變異，東海大學碩士論文。

陳世煌、呂光洋，1987，臺灣產山椒魚之研究(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。

陳惠琦，1994，梭德氏蛙粒線體 DNA 序列與族群變異之初探。國立臺灣大學動物學研究所碩士論文。

郭瓊華，2002，臺灣蜓蜥族群遺傳結構之研究。國立臺灣師範大學生物學系碩士論文，79 頁。

葉文珊，1997，莫氏樹蛙族群地理親緣關係之研究。國立臺灣大學動物研究所碩士論文，96 頁。

葉明欽、呂光洋、賴俊祥，1994，阿里山及玉山國家公園臺灣山椒魚族群生態研究。師大生物學報，29: 79-87。

劉國強，1994，粒線體核酸分析斯文豪氏攀蜥之生物地理與親緣關係。國立中山大學生命科學研究所，62 頁。

蔡長益，1999，以粒線體 12S 核糖核酸與細胞色素 b 序列分析守宮族群親緣關係。國立中山大學生物科學系碩士論文，71 頁。

繁玉萍，2001，臺灣島形成過程對臺灣淡水魚族群遺傳結構影響之研究。國立清華大學生命科學系碩士論文，53 頁。

賴俊祥，1996，臺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。

賴俊祥，2008，臺灣產山椒魚的分類與阿里山山椒魚族群生態與族群遺傳研究，國立臺灣師範大學生命科學系博士論文。

張立宜，2011，臺灣山椒魚與楚南氏山椒魚棲地及食性資源利用區隔之比較研究，國立臺灣師範大學生命科學系碩士論文。

Alford RA, Richards SJ. 1999. Global amphibian declines: a problem in applied Ecology. Ann. Rev. Eco. Syst. 30: 133-165.

Avise JC. 1974. Systematic value of electrophoretic data. Syst. Zool. 23: 465–481.

Avise JC. 2000. Phylogeography. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.

Barinaga M. 1990. Where have all the froggies gone? Science 247:1033-1034.

Bermingham E, Moritz C. 1998. Comparative phylogeography: concepts and applications. Mol. Ecol. 7: 367–369.

Blaustein AR, Wake DB, Sousa WP. 1994. Amphibian declines: judging stability, persistence, and susceptibility of populations to local and global extinctions. Conserv. Biol. 8: 60-71.

Hare MP. 2001. Prospects for nuclear gene phylogeography. TREE 16: 700–706.

Jang-Liaw NH, Lee TH, Chou WH. 2008. Phylogeography of Sylvirana latouchii (Anura, Ranidae) in Taiwan. Zool. Sci. 25: 68-79.

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

Lai JS, Lue KY. 2013. Microhabitat preference of the Alishan salamander (*Hynobius arisanensis*). Current Herpetology 32(2):125-134.

Larson A, Wake DB, Yanev KP. 1984. Measuring gene flow among populations having high levels of genetic fragmentation. Genetics 106: 293–308.

Lin HD, Chen YR, Lin SM. 2012. Strict consistency between genetic and topographic landscapes of the brown tree frog (Buergeria robusta) in Taiwan. Molecular Phylogenetics and Evolution 62: 251 – 262.

Martinez-Solano I, Jockusch EL, Wake DB. 2007. Extreme population subdivision throughout a continuous range: phylogeography of Batrachoseps attenuatus (Caudata: Plethodontidae) in western North America. Mol. Ecol. 16: 4335-4355.

Moritz C, Schneider CJ, Wake DB. 1992. Evolutionary relationships within the Ensatina eschscholtzii complex confirm the ring species interpretation. Syst. Zool. 41:273-291.

Oshida T, Lee JK, Lin LK, Chen YJ. 2006. Phylogeography of Pallas's squirrel in Taiwan: geographical isolation in an arboreal small mammal. J. Mamm. 87: 247–254.

Pechmann, JHK, Scott DE, Semlitsch RD, Caldwell JP, Vitt LJ, Gibbons JW. 1991. Declining amphibian populations: the problem of separating human impacts

from natural fluctuations. Science 253: 892-895.

Riddle BR, Hafner DJ, Alexander LF, Jaeger JR. 2002. Cryptic vicariance in the historical assembly of a Baja California peninsular desert biota. PNAS 97: 14438–14443.

Schneider CJ, Cunningham M, Moritz C. 1998. Comparative phylogeography and the history of endemic vertebrates in the Wet Tropics rainforests of Australia. Mol. Ecol. 7: 487–498.

Zhang DX, Hewitt GM. 2003. Nuclear DNA analyses in genetic studies of populations: practice, problems and prospects. Mol. Ecol. 12: 563–584.