

2022 年臺灣的山椒魚保育行動計畫

2022 Conservation Action Plan for Genus *Hynobius* Salamanders
in Taiwan



行政院農業委員會林務局
Forestry Bureau, COA, EY, R.O.C.(Taiwan)



行政院農業委員會特有生物研究保育中心
Endemic Species Research Institute, COA, EY, R.O.C.(Taiwan)

2022 年 8 月

2022 年臺灣的山椒魚保育行動計畫

主辦機關

行政院農業委員會林務局
行政院農業委員會特有生物研究保育中心

參與學者專家、機關、團體

林春富 (行政院農業委員會特有生物研究保育中心副研究員)
朱有田 (國立臺灣大學動物科學技術學系教授)
呂光洋 (國立臺灣師範大學生命科學專業學院名譽教授)
楊懿如 (國立東華大學自然資源與環境學系副教授)
陳賜隆 (臺北市立動物園輔導員)
林思民 (國立臺灣師範大學生命科學系教授)
內政部營建署
玉山國家公園管理處
太魯閣國家公園管理處
雪霸國家公園管理處
行政院農業委員會林務局新竹林區管理處
行政院農業委員會林務局東勢林區管理處
行政院農業委員會林務局嘉義林區管理處
行政院農業委員會林務局臺東林區管理處

封面圖片 李政霖 繪

本行動計畫建議引用格式

林春富、朱有田。2022。2022 年臺灣的山椒魚保育行動計畫。行政院農業委員會林務局、行政院農業委員會特有生物研究保育中心。臺灣。

Lin, C. F. and Y. T. Ju. 2022. 2022 Conservation Action Plan for Genus *Hynobius* Salamanders in Taiwan. Forestry Bureau and Endemic Species Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan, Taipei, Taiwan.

一、願景

維護野外山椒魚的族群生存與棲地保育。

二、背景資料

(一)現有保育狀態

臺灣的兩棲類動物中，屬於有尾目的兩棲類共有 5 種，分別為南湖山椒魚 (*Hynobius glacialis*)、臺灣山椒魚 (*H. formosanus*)、楚南氏山椒魚 (*H. sonani*)、觀霧山椒魚 (*H. fucus*) 及阿里山山椒魚 (*H. arisanensis*)。前 4 者，依「野生動物保育法」公告為「瀕臨絕種保育類野生動物」；後者阿里山山椒魚因在本島分布較廣，2019 年在臺灣地區陸域野生動物保育等級調整中，改列為「珍貴稀有保育類野生動物」。另依行政院農業委員會特有生物研究保育中心（以下簡稱特生中心）與行政院農業委員會林務局（以下簡稱林務局）所出版的「2017 臺灣兩棲類紅皮書名錄」（林春富等 2017），將南湖山椒魚評估為「極危 (CR)」等級；臺灣山椒魚、楚南氏山椒魚、觀霧山椒魚則被評估為「瀕危 (EN)」等級；阿里山山椒魚被評估為「易危 (VU)」等級。臺灣這 5 種屬於中、高海拔物種的山椒魚，其分布均在國家公園、中央山脈、野生動物重要棲息環境、自然保留區或少部分軍事管制區的範圍中，中央山脈保育廊道已涵蓋其大部分的主要棲地，族群受到一定程度的保護。

(二)生物資訊

1. 分類地位

山椒魚屬於兩生綱有尾目 (Caudata) 的小鯢科 (Hynobiidae)，世界上的山椒魚僅分布在亞洲北部的西伯利亞、中國東北、韓國、日本和臺灣 (Frost 2021)，而臺灣的山椒魚則是目前已知全世界的小鯢屬 (*Hynobus*) 分布的最南界。根據美國國家歷史博物館 (American Museum of National History) 中的世界兩棲類物種 (Amphibian Species of the World, ASW) 統計，小鯢屬目前共有 58 種 (Frost 2021)，大都分布在溫帶與寒帶地區。

2. 物種描述

臺灣 5 種山椒魚的外形描述分別說明如下：

- (1) 楚南氏山椒魚：成體體表呈現暗褐色且具有乳白色或淡黃色的塊狀花紋。楚南氏山椒魚成體吻肛長 (包含泄殖腔) 平均約 7.2 公分。前肢有 4 指，後肢有 5 趾，但部分個體後肢的第 5 趾並不發達。剛孵化的蝌蚪體色呈現乳白色，頭部兩側各具有 3 條明顯裸露的羽狀外鰓。隨著幼體 (Larvae) 的成長，體色逐漸變深，而裸露的外鰓也逐漸消失不見。
- (2) 臺灣山椒魚：體形較楚南氏山椒魚小一些，成體吻肛長 (包含泄殖腔) 平均約 6.9 公分，全長約 8-10 公分，體背呈暗紅褐色，部分個體還雜有黃色的斑點或網狀花紋。臺灣山椒魚的前肢有 4 指，後肢亦為 4 趾。臺灣山椒魚的蝌蚪期具有 3 條

明顯裸露的羽狀外鰓，隨著成長體色逐漸加深外鰓也逐漸消失。

- (3) 阿里山山椒魚：成體吻肛長（包含泄殖腔）平均約 6.9 公分，全長約 8-11 公分，體背呈暗褐色，部分個體雜有淡色的細小斑點。剛變態完成的個體體色為黑褐色。成體身體兩側之肋間溝相當明顯，尾部呈棍棒狀，且其尖端經常可發現缺刻或再生現象。阿里山山椒魚的後肢為 5 趾。
- (4) 觀霧山椒魚：成體吻肛長（包含泄殖腔）約 6.1 公分，尾部長約 3 公分，該種在所有臺灣的山椒魚中，尾巴長度最短（Lai and Lue 2008）。體背呈黑褐色，部分個體雜有細小的白點。該種的四肢也較短，前肢與後肢均為 4 指/趾。其種名 *fucus* 源自拉丁語，為深色之意。
- (5) 南湖山椒魚：成體吻肛長（包含泄殖腔）平均約 7.4 公分，體背面有黃色和棕色斑點鑲嵌的花紋，外形上類似於楚南氏山椒魚，但本種頭部較窄，前肢較短（Lai and Lue 2008）。本種的體形是臺灣 5 種山椒魚中最長的。前肢有 4 指，後肢為 5 趾。其種名 *glacialis* 源自拉丁語，為冰川之意。

3. 歷史與現況分布

1919 年，日人楚南仁博（Jinhaku Sonan）在翠峰發現一隻山椒魚，這是分布於寒溫帶地區的山椒魚首次在亞熱帶地區被發現；同年他在天池山莊又發現了另一隻雌性山椒魚（Sonan 1921）。1921 年，安東伊次郎（Mr. Ando）在阿里山地區再發現了 2 隻山椒魚。之後，由牧茂市郎（Moichiro Maki）依據以上兩人所採的標本，發表了 3 個新種的山椒魚（Maki 1922）。到了 2008 年，賴俊祥博士與呂光洋老師根據形態學、遺傳學與地理分布的差異，又發表了 2 個新種，分別是在雪山山脈發現的觀霧山椒魚與中央山脈南湖山區發現的南湖山椒魚（Lai and Lue 2008）。目前臺灣共有 5 種山椒魚，牠們分別是「阿里山山椒魚」—分布在玉山山脈、阿里山山脈和中央山脈南段、「臺灣山椒魚」和「楚南氏山椒魚」—分布在中央山脈中段、「南湖山椒魚」—分布於南湖山區，以及分布在雪山山脈的「觀霧山椒魚」等 5 種。此 5 種山椒魚的詳細分布資料，依臺灣大學朱有田老師近年來在野外調查的結果顯示如下（朱有田等 2018）：

- (1) 觀霧山椒魚分布在臺灣的最北界，只在雪山山脈出現。該物種分布的北界為小烏來的東眼山，最西與最南界為觀霧地區，東界為明池與鴛鴦湖。研究另顯示，大多分布在淡水河與頭前溪河系的源頭。
- (2) 臺灣山椒魚則分布在雪山山脈與中央山脈的北段，雪山山脈鎮西堡是已知的最北界，小雪山的天池是最西界，東界是中央山脈的南湖大山與合歡山，能高天池為其南界。分布的水域主要在大甲溪、大安溪與大肚溪上游源頭。
- (3) 楚南氏山椒魚目前只在中央山脈被發現，合歡山區是牠們分布的最北界，目前調查到的棲地最南界在安東軍山，其最東界已達奇萊山以東的立霧主山。分布的河流域主要在濁水溪、大肚溪與木瓜溪流流域源頭。

- (4) 阿里山山椒魚的棲地在臺灣最南端，分布範圍是臺灣各種山椒魚中最廣的，北至丹大的治茆山，南至北大武山，西至阿里山，東至丹大山，分布的河流域主要在高屏溪的源頭。
- (5) 南湖山椒魚，則是臺灣的山椒魚中分布範圍最小的，只在南湖大山附近的南湖溪、中央尖溪、820 林道後段一帶，以及白姑大山有分布。

4. 族群趨勢

缺乏有系統的長期監測資料。

5. 繁殖與生活史

有關臺灣的山椒魚生殖生態或產卵的紀錄資料並不多，以合歡山地區的臺灣山椒魚與楚南氏山椒魚為例，開始產卵時間都集中在每年 2-3 月間雪水逐漸融化之際。由於高海拔溪澗能持續提供水分的時間並不多，因此推測若沒有這樣持續的水份供應，處於半離水狀態的受精卵很容易因缺水而乾掉。唯有在冬雪慢慢融化後，因為持續補充溪澗水份，才能提供山椒魚產卵以及後續胚胎與幼體(蝌蚪)順利發育的機會。此外，在合歡山區的山椒魚生殖生態研究中發現：臺灣山椒魚與楚南氏山椒魚的棲地忠誠度很高，具繁殖力的山椒魚成體於不同年間會有回到同一石塊下產卵的情形(朱有田 2020-2022)。目前僅就楚南氏山椒魚與臺灣山椒魚的生殖狀況，以及阿里山山椒魚的年齡狀況簡單說明如下：

- (1) 楚南氏山椒魚：楚南氏山椒魚會選擇有流水的石頭下方產卵，以避免陽光曝曬導致胚胎缺水或受到紫外線的傷害。受精卵存在香蕉狀的卵串中，雌性山椒魚每次產下 2 條卵串，每條卵串約有 10 顆卵，也就是雌體共約產下 20 顆卵。孵化後的蝌蚪到變態完成期間，一直保有外鰓，成長過程以消化肚子裏的卵黃維生，無須向外覓食。
- (2) 臺灣山椒魚：每年的二月底，約是高海拔山區融雪之際，是臺灣山椒魚開始產卵的季節。產卵的地點通常在有緩慢流水的石頭底部。臺灣山椒魚的卵粒被透明的卵串所包覆，雌體每次產下 2 條卵串，卵串及卵粒間包覆著透明無色的膠狀物質，卵數共約 16-18 個。剛孵化的臺灣山椒魚仍具有外鰓，其體色隨著成長而逐漸加深。
- (3) 阿里山山椒魚：2006 年賴俊祥博士使用長骨鑑齡法來估算阿里山山椒魚年齡，發現體長 60 mm 以上的個體，其腿骨的生長停滯線 (Lines of Arrested Growth, LAGs) 已經有 10 條，推測山椒魚的存活年數應可達到 10 年以上 (賴俊祥 2006)。朱有田老師的研究團隊於 2020 年 6 月在玉山圓峰調查時，找到呂光洋老師與賴俊祥老師在 2009 至 2011 年間執行「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」計畫所標放有 VIE 螢光染劑之山椒魚個體，證實山椒魚的存活年數應可達到 10 年以上。

6. 食性

臺灣研究山椒魚食性的文獻首推杜銘章和呂光洋 (1982) 解剖阿里山地區山椒魚的胃含物分析，不過樣本數僅有 2 隻 (依 Lai and Lue 2008 的分類，該研究物種屬於阿里山山椒魚)，其食性以等足目的鼠婦居多。陳世煌等 (1984) 進行臺灣產山椒魚 (依 Lai and Lue 2008 的分類，該研究物種屬於阿里山山椒魚和南湖山椒魚) 之生物學研究時，由胃部的解剖得知食性以昆蟲綱 (Insecta) 為主。林明杰 (2007) 進行了阿里山地區之山椒魚食性研究，以催吐法探討食性與棲地利用之間的關係，顯示阿里山山椒魚食性以節肢動物為主，其次為鞘翅目 (17%)、等足目 (11%)、鱗翅目 (10%) 和蜘蛛目 (9.3%)，且不同族群會因為棲地之差異而有不同的食性偏好。林春富等 (2009) 以排遺分析了楚南氏山椒魚的食性，結果以鞘翅目、蜘蛛目和雙翅目的數量最多 (前 3 項占所有動物隻次的 81%)。張立宜 (2011) 以催吐法探討了臺灣山椒魚與楚南氏山椒魚食性與棲地利用的關係。吳聲海老師執行觀霧地區觀霧山椒魚研究時 (歐辰雄等 2014)，以洗胃法分析了 91 隻觀霧山椒魚的食性，主要以蜈蚣、馬陸、蚯蚓、鞘翅目、雙翅目與鼠婦等為大宗，但未洗出任何東西的個體比率高達 73.6%；因此該研究也蒐集了 15 份山椒魚排遺進行分析，結果發現排遺檢測法與洗胃法的食性種類略有差異，在 9 項獵物類群中，只有 3 類是兩種方法共同採得的，因此該報告認為若要了解山椒魚的食性，並行洗胃法和排遺法才能獲得完整的資料。陳世煌 (2010) 重新檢視將近三十年前阿里山山椒魚標本的胃內含物，所得的食物項目包含最多的三類為雙翅目、鞘翅目和等腳類。朱有田 (2020-2022) 分析臺灣 5 種山椒魚共 209 隻個體的排遺與胃含物，總共發現了 652 種食性類別。綜合來看此 209 個樣本，高達 96% 的樣本中含有動物食性類別，28% 的樣本中含植物類別，9% 的樣本中含有土石。在動物食性類別中，以節肢動物門的獵物為大宗，其次依序為軟體動物門、脊椎動物門、環節動物門與線行動物門等獵物。

7. 競爭與掠食者

呂光洋老師曾於北大武山捕捉到一隻史丹吉氏斜鱗蛇 (*Pseudoxenodon stejnegeri stejnegeri*)，運送過程中該蛇吐出 3 隻體型完整的山椒魚 (依目前判定為阿里山山椒魚) (呂光洋等 1986)。呂光洋老師依據長期調查山椒魚的經驗推測：高海拔的蛇類如阿里山龜殼花 (*Ovophis monticola makazayazaya*) 或臺灣赤煉蛇 (*Rhabdophis tigrinus formosanus*)，以及鳥類如帝雉 (*Syrnaticus mikado*) 等應該也都是臺灣野外山椒魚的天敵。

(三) 環境與棲地

1. 環境概述

佐藤井岐雄 (Ikio Sato) 指出：山椒魚最適宜生存的溫度在攝氏 8-15 度之間 (Sato 1943)。目前臺灣 5 種山椒魚都分布都在島內中、高海拔的山區，由臺灣大學朱有田老師近年來的野外調查結果顯示，觀霧山椒魚分布於海拔 1,300-2,300 公

尺，是臺灣的山椒魚海拔分布較低的物種；臺灣山椒魚則分布於海拔 2,100-3,400 公尺；南湖山椒魚分布於海拔 2,400-3,400 公尺；楚南氏山椒魚分布在海拔 2,400-3,200 公尺；阿里山山椒魚分布最廣，從 2,000-3,700 公尺都有發現（朱有田等 2018；朱有田等 2022）。

2. 棲地特性

臺灣 5 種山椒魚的棲息環境分別說明如下：

- (1) 楚南氏山椒魚：平常棲息於針葉林或箭竹林的落葉底層，或是在溪澗兩岸的石縫間移動；到了繁殖季，則移棲到具有緩慢流動的水邊，以確保將來所產下的卵串有充足的水分供應。以合歡山之楚南氏山椒魚為例，牠們主要沿著合歡溪主流及支流兩旁較平坦處分布，周遭植被為臺灣冷杉與玉山箭竹所共同鑲嵌的林相，其間則有緩慢流動的水域。該區山椒魚微棲所的覆蓋物主要為頁岩、石板或木塊，其下方常有潮溼的土壤，也曾在出沒地表土層的縫隙中。
- (2) 臺灣山椒魚：生活在原始森林及溪谷兩旁陰暗潮溼處，常棲息於扁平的岩石、腐木底下，或地表土層縫隙中。清澈的溪水是山椒魚蝌蚪喜好的環境，因為高溶氧量有助於外鰓及皮膚進行氣體交換。
- (3) 阿里山山椒魚：棲息在原始森林及溪谷兩旁陰暗潮溼處，白天會棲息在扁平的岩石、腐木底下或地表土層縫隙中。雨季時可遠離水源，而乾季則較靠近水源，且在溪水兩旁較為平坦處活動。阿里山山椒魚選擇的遮蔽物雖然以石塊為主，少部分會利用木塊遮蔽，其遮蔽物也與巨棲環境是否有倒木有關。
- (4) 觀霧山椒魚：牠們生活在多霧的原始森林中，棲息在山間陰涼潮溼的森林下方緩流中，白天在岩塊、腐木底下或地表土層縫隙中休息，其基質以泥土、腐植土與碎石為主。
- (5) 南湖山椒魚：該種生活在高山凍原中，白天則在溪水兩旁的岩石下休息。

三、威脅

(一) 歷史威脅

1. 臺灣的山椒魚在生物地理學上的特色，就是屬於不連續性的小族群分布，牠們棲息地在高山稜線上；不過臺灣高山縱橫，對於爬行緩慢的山椒魚而言，各個獨立山頭，都是牠們無法跨越的鴻溝。雖然這有利於山椒魚物種的演化，但地理上的生態隔離使得山椒魚彼此間的基因交流不易，容易導致局部地區的山椒魚面臨近交衰退（Inbreeding depression）的危機¹。
2. 文化大學巫奇勳老師（2016）針對觀霧山椒魚選溫偏好的研究顯示²：觀霧山椒魚對

¹ 對應 IUCN 12.1 研究資料不足

² 對應 IUCN 11.3 極端溫度

溫度的適應力甚差，無法很快地適應氣候暖化，推測氣候的變遷可能會威脅山椒魚的生存（巫奇勳等 2016）。

3. 全球新興的真菌疾病導致兩棲類族群數量嚴重地下降，並干擾了生態系統的平衡，而蛙壺菌（*Batrachochytrium dendrobatidis*；*Bd*）正是引起世界兩棲類族群陡降的主要原因。最新的研究顯示東亞為蛙壺菌多樣性的熱點，也是現在全球蛙壺菌品系可能的發源區域（O'Hanlon 2018）。而在臺灣的山椒魚感染蛙壺菌的研究中，阿里山山椒魚、臺灣山椒魚及楚南氏山椒魚曾有被偵測到有蛙壺菌的感染，不過所有測得陽性反應的個體均屬於低度感染，個體並無死亡風險；此外在標本的回溯檢驗中，由賴俊祥老師所提供 1994 年及 2003 年的臺灣山椒魚標本及 2001 年的阿里山山椒魚標本中，也有部分個體偵測到有蛙壺菌的感染（Cheng 2010）。綜合以上病原的發源、標本的回溯，以及臺灣並無山椒魚大量死亡的現象，推論源自於亞洲的蛙壺菌目前並未對臺灣的山椒魚族群構成生存上的威脅。

(二)當前威脅

1. 汙染³：由於登山、露營活動對於水源的需求，許多山屋都會設置在溪流上游源頭附近，而這也是山椒魚經常出沒的棲地，再加上部分登山者常在不恰當的地點如廁，使得山椒魚棲地的水源常遭受到汙染（李心予等 2017）。以臺灣 5 種山椒魚中族群分布最為侷限的南湖山椒魚為例，其主要的分布地點南湖大山，因近年來登山活動的盛行，導致露營區周遭排泄廢棄物的增加，如何兼顧登山活動與維護山椒魚棲地周遭的水質，是山椒魚保育行動中亟待解決的課題。
2. 人為干擾⁴：近年來政府推行山林解禁政策，有關山屋、步道、廁所的整建過程，可能導致林道破壞及水源汙染等問題。由於山椒魚也常分布在林道兩側，且興建的山屋常鄰近水源，加上山屋多位於高海拔山區，這些地點和山椒魚棲地重疊度極高，山林開放後遊客數的提高也有可能造成山椒魚棲息地的影響（林慧貞 2020）。而國家公園針對這些山屋的興建或改建案表示：山屋的選址過程會與專家討論，避開生態敏感區，興建時也會規劃減少開挖等保護措施。
3. 缺乏臺灣原生山椒魚生活史、棲地因子等研究資料⁵，導致在規劃人為設施時（如步道設置、山屋與廁所），無法把影響山椒魚存活的环境因子納入考量（朱有田等 2018）。研究山椒魚除需具備相關知識與熱誠外，還需跋涉到海拔 2,000-3,000 公尺以上高山溪流源頭進行野外調查，在經費較高、野外研究人才缺乏，以及研究環境險惡的條件下，山椒魚的研究門檻相對較高（朱有田等 2018）。對此，朱有田老師曾表示，「我們對山椒魚的瞭解真的太少，基礎研究不夠，很難討論怎麼管理。」（林

³ 對應 IUCN 1.3 旅遊/休閒區、9.1.1 污水、9.4 垃圾/固態廢物

⁴ 對應 IUCN 6.1 娛樂活動

⁵ 對應 IUCN 12.1 研究資料不足

慧貞 2020) 。

(三)潛在威脅

1. 臺灣山勢陡峭，山區易受颱風及暴雨的沖刷，山椒魚的棲地經常遭受到破壞，造成牠們生存上的不定期威脅⁶。棲地地景的改變，如暴雨、颱風、拓墾與不適當的人造地景，對於山椒魚的移動、播遷與繁殖，都有相當大的影響（朱有田等 2018）。
2. 2006 年臺灣大學侯文祥老師指導的研究也顯示：不同基質的棲地底質，如石頭、黏土、坡度大小都會顯著影響阿里山山椒魚的攀爬能力（陳君翔 2006）。

四、本計畫目的

本次臺灣五種山椒魚保育行動計畫的目的，希望能對局部受干擾區域進行周遭環境的改善；鼓勵各單位加強山椒魚研究與人才的投入，以蒐集更多山椒魚基本生態學資料；並加強辦理與山椒魚保育有關的研究及教育推廣等活動，以達成維護野外山椒魚族群生存與棲地保育的願景。

五、保育策略與行動

策略 A：評估人力、經費與效益，選擇熱點與適當地點進行山椒魚野外族群監測。

行動 A-1：監測因全球暖化對山椒魚族群的影響。雖然全球暖化可能對山椒魚族群造成影響，不過此全面性的問題較難有具體的改善建議。由於山椒魚屬於高海拔物種，其分布均在國家公園、中央山脈及少部分軍事管制區的範圍中，中央山脈保育廊道已涵蓋其大部分棲地，族群受到一定程度的保護。建議可先盤點各種山椒魚的分布範圍，篩選出幾處山椒魚分布的熱點（例如：物種共域程度較高的 820 林道或合歡山區等處，或是大雪山 230 林道、阿里山森林遊樂區、塔塔加玉山林道等），妥善規劃為長期監測樣區，納入本保育行動計畫及工作項目之中，以瞭解在長時間的尺度中，山椒魚族群的波動趨勢。

行動 A-2：臺灣山勢陡峭，部分山區易受颱風及暴雨的沖刷，導致山椒魚棲地遭受到破壞，造成牠們生存上的不定期威脅。若要進行這些區域的棲地改善，首先須考量樣點的交通可及性，以及未來人力、經費是否能持續支持，綜合考量其成本效益後，再進行該樣點之山椒魚族群監測。

行動 A-3：進行山椒魚長期監測流程的規劃，草擬簡單可行的標準作業流程，讓接續的調查者或志工容易遵循，以利將來調查資料的累積與分析。過去呂光洋老師與賴俊祥博士曾進行許多山椒魚調查、監測，以及志工培訓計畫，例如太魯閣國家公園大合歡山地區山椒魚調查（1989）、阿里山地區阿里山

⁶ 對應 IUCN 11.1 棲地轉移/變更

山椒魚的分布與族群監測(2002-2004)、氣候變遷指標動物族群(以山椒魚為例)監測計畫(2008)、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(2009-2011)、阿里山山椒魚監測及監測模式標準作業程序制定(2012)、大雪山及合歡山地區山椒魚族群調查及監測(2013-2014)等計畫。而目前有關山椒魚調查及監測的行動有國家公園委託朱有田老師所進行部分地區山椒魚族群監測(2020-2022)、東勢林區管理處志工持續進行合歡山地區山椒魚的族群監測、嘉義林區管理處阿里山工作站也有阿里山山椒魚族群監測(2002年起)計畫。對於目前各權責或管理單位仍在進行的族群監測計畫，建議應再考量監測的方向、效益、人力與經費等因素，評估是否持續進行。此外，由於臺灣的山椒魚屬於保育類野生動物，執行調查時須有一定的作業流程，以免觸法或對山椒魚造成傷害。因此，若要進行山椒魚族群監測計畫，有關調查人員的篩選、培訓，以及標準作業流程的制定等，也須一併在計畫書中進行說明與規範。

策略 B：提出山椒魚保育行動計畫的最優先執行項目。

行動 B-1：加強山椒魚研究人才的投入。臺灣最早研究山椒魚的學者主要為國立臺灣師範大學生命科學系呂光洋教授，以及其學生陳世煌老師與已故的賴俊祥博士。目前呂光洋老師與陳世煌老師已自該校退休。有關賴俊祥博士過去的研究成果、文件與標本等資料，2015年時已由方翔先生(賴博士的助理)整理了大部分的資料，部分研究也由朱有田老師持續接軌進行中。目前由朱老師所帶領的研究團隊雖已進行了山椒魚的遺傳結構分析、親緣地理與生殖生態等研究，不過仍鼓勵新進研究人員能接續投入，瞭解更多山椒魚的生活史知識，以提出更完善的保育行動計畫與經營管理策略。

行動 B-2：檢視山區建物設置與山椒魚的衝突，進行山屋周遭與山椒魚棲地重疊之環境改善。山林開放後，其經營策略雖是以有效管理取代嚴格管制，但隨著登山遊客的日益增加，勢必要將人為活動對於環境承載力的影響列入考量，建議管理單位可盤點轄內目前登山步道新建、整建或新蓋山屋的需求，對於將來山屋、步道、廁所的整建與野生動物(本計畫著重在山椒魚)的衝突，須考量自然、科技、環保、地景與社會等面向，提出整體的改善方案。

建議可依山林之不同登山級別進行不同程度的步道維護、公廁設置與山屋整建規劃。其中有關公廁與山屋，除了須慎選設置地點外，也要將日後可能產生的糞便或水源污染等廢棄物進行妥善處理。由於山屋與山椒魚一樣對於水源的依賴程度都很高，因此未來權責單位在進行建物設置或整建時，須同步將山椒魚的影響納入評估，並針對負面影響進行改善規劃。

策略 C：加強進行與山椒魚保育有關的研究及推廣教育等活動。

行動 C-1：鼓勵山椒魚保育相關研究的研提。臺灣高山多且各自林立，在某些山頭上是否還存有其他遺傳結構較為特殊或不同種類山椒魚，有待持續地調查與研究。2008 年賴俊祥博士與呂光洋老師發表了 2 種山椒魚新種之後，於 2016 年起朱有田老師以臺灣 5 種山椒魚的演化為題，進行了山椒魚族群遺傳結構分析與親緣地理等研究。2017 年巫奇勳老師執行了兩項山椒魚計畫，分別為科技部的觀霧山椒魚分類地位的釐清與種化事件的探討，以及雪霸國家公園管理處的觀霧山椒魚族群監測及活動範圍追蹤。2020 年起，朱有田老師與特生中心合作研提了為期 3 年的「高山型國家公園山椒魚分布棲地、遺傳結構與生物學調查」計畫，對於 3 個高山型國家公園進行了臺灣 5 種山椒魚跨區域的棲地分布、遺傳結構與生態學調查整合；該研究同時也蒐集了山椒魚基本生態學資料，如：生活史、食性、棲地偏好與保育醫學等內容。本次山椒魚保育行動規劃，除了希望專家學者加入研提與保育行動有關的計畫外，也鼓勵研提有關山椒魚健康狀況的研究，如山椒魚的外寄生蟲現象、保育醫學等，以充實對山椒魚基本生物學知識的瞭解。

行動 C-2：對一般大眾進行山椒魚知識保育的推廣。由於生態涵養與環境保護意識非一蹴可幾，應持續對一般大眾進行山椒魚生態知識與保育概念的推廣。以目前山椒魚的研究成果來看，有關山椒魚遺傳結構與親緣地理的研究就可轉化成有深度的山椒魚演化歷程故事；而目前所蒐集的基礎生理、骨骼形態、生活史、真菌感染等生態資料，也可轉化為多項有趣的解說教育題材。讓大眾對山椒魚的印象除了少見與外型可愛之外，還能有更深一層的認識。

行動 C-3：針對登山客進行山椒魚保育知識的宣導。因應臺灣山林登山遊客的日益增加，宜針對登山客在山林活動的重要時間與地點，如登山口或山屋等處，進行山林遊憩規範的說明，加強宣導「無痕山林運動」(Leave No Trace，簡稱 LNT) 的概念，降低人類活動對生態環境的衝擊。同時也應加強導遊或嚮導對生態環境的認識與職業訓練，以利推廣更正確的山椒魚保育知識。

此外，由於山椒魚對棲地的忠誠度很高，會有回到同一石塊下產卵的情形，因此在登山活動中，也可導入人類活動對山椒魚生殖棲地可能造成的影響，配合土地管理單位的經營管理措施，共同維護山椒魚的棲地。

行動 C-4：山椒魚野外生態影像之紀錄。野外山椒魚生態影像的蒐集與保存，除了可供研究外，若能結合資優攝影團隊，善用數位攝影技術與網路媒體的傳播，讓一般大眾也能目睹山椒魚生活史的精彩畫面，將更有利於瀕危物種保育

意識的推展。

六、參考文獻

- 朱有田、林春富。2022。山高又水長他鄉變故鄉-臺灣原生山椒魚的故事。動物園雜誌。167:4-11。
- 朱有田、賴俊祥、呂光洋。2018。微笑的高山精靈-臺灣山椒魚。科學發展 547: 40-45。
- 朱有田。2020-2022。高山型國家公園山椒魚分布棲地、遺傳結構與生物學調查。雪霸國家公園管理處。
- 呂光洋、陳世煌。1986。臺灣的兩棲類動物相。生物科學 27: 37-44。
- 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。
- 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)。林務局嘉義林區管理處林務局委託研究系列 94-05-8-1 號。
- 呂光洋、賴俊祥。2009。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期末報告。玉山國家公園管理處。
- 呂光洋、賴俊祥。2012。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。
- 呂光洋、賴俊祥。2013。大雪山、合歡山地區山椒魚族群調查及監測期中報告。行政院農業委員會林務局東勢林區管理處。
- 巫奇勳、謝佳宏。2016。觀霧山椒魚偏好環境選擇及潛在分布推估。雪霸國家公園管理處委託辦理研究報告。
- 李心予、朱有田、賴俊祥。2017。太魯閣國家公園保育類物種監測調查計畫。太魯閣國家公園管理處委託辦理計畫 105 年度研究成果發表研討會論文集。
- 杜銘章、呂光洋。1982。十一種臺灣產兩棲類食性之研究 (包括山椒魚科之臺灣山椒魚)。省立博物館科學年刊 25: 225-234。
- 林明杰。2007。阿里山地區阿里山山椒魚食性與棲地利用之研究。國立嘉義大學生物資源學系研究所碩士論文。
- 林春富、陳運萱。2020。臺灣兩棲類紅皮書名錄與保育。科學發展 570: 20-26。
- 林春富、楊正雄、林瑞興。2017。2017 臺灣兩棲類紅皮書名錄。行政院農業委員會特有生物研究保育中心。
- 林春富、葉大詮、吳和瑾。2009。以排遺分析探討楚南氏山椒魚的食性。特有生物研究 11 (1) : 21-25。
- 林慧貞。2020。山林解禁，然後呢？缺乏生態監測，山椒魚棲地險變山屋。報導者：2020/1/23。https://www.twreporter.org/a/human-interference-on-wildlife-impact
- 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。國立師範大學生命科學系碩士論文。
- 陳世煌、鍾珞璿、張奕儂、楊典諺。2010。觀霧巨木步道地區山椒魚棲地地表活動無脊椎動物多樣性調查。行政院農業委員會林務局。

- 陳世煌。1984。臺灣產山椒魚之生物學研究。國立臺灣師範大學生物學研究所碩士論文。
- 陳君翔。2006。臺灣阿里山山椒魚棲地狀況與生物活動力關係研究。臺灣大學生物環境系統工程學研究所碩士論文。
- 歐辰雄、邵廣昭、吳聲海、陸聲山、邱清安。2014。觀霧地區觀霧山椒魚及其相關物種調查。雪霸國家公園管理處委託辦理計畫成果報告。
- 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。生物學報 42 (2) : 105-117。
- 賴俊祥、呂光洋。2007。氣候變遷指標動物族群 (以山椒魚為例) 監測計畫。玉山國家公園管理處。
- 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研究所碩士論文。
- Cheng, T. L., C. F. Lin, A. Yu and V. Vredenburg. 2010. Survey of a pathogenic chytrid fungus in wild Taiwanese amphibians. 2010 International Conference on Wildlife Conservation Medicine. Nantou, Taiwan.
- Frost, D. R. 2021. Amphibian Species of the World: an online reference. Version 6.1. Electronic Database accessible at <https://amphibiansoftheworld.amnh.org/index.php>. American Museum of Natural History, New York, USA.
- Lai, J. S. and K. Y. Lue. 2008. Two new *Hynobius* (Caudata : Hynobiidae) salamanders from Taiwan. Herpetologica 64 (1) : 63-80.
- O'Hanlon, S. J., A. Rieux, R. A. Farrer, G. M. Rosa, B. Waldman, A. Bataille, T. A. Kosch, K. A. Murray, B. Brankovics, M. Fumagalli, M. D. Martin, N. Wales, M. Alvarado-Rybak, K. A. Bates, L. Berger, S. Böll, L. Brookes, F. Clare, E. A. Courtois, A. A. Cunningham, T. M. Doherty-Bone, P. Ghosh, D. J. Gower, W. E. Hintz, J. Höglund, T. S. Jenkinson, C. F. Lin, A. Laurila, A. Loyau, A. Martel, S. Meurling, C. Miaud, P. Minting, F. Pasmans, D. S. Schmeller, B. R. Schmidt, J. M. G. Shelton, L. F. Skerratt, F. Smith, C. Soto-Azat, M. Spagnoletti, G. Tessa, L. F. Toledo, A. alenzuela-Sánchez, R. Verster, J. Vörös, R. J. Webb, C. Wierzbicki, E. Wombwell, K. R. Zamudio, D. M. Aanensen, T. Y. James, M. T. P. Gilbert, C. Weldon, J. Bosch, F. Balloux, T. W. J. Garner and M. C. Fisher. 2018. Recent Asian origin of chytrid fungi causing global amphibian declines. Science. 360 (6389) : 621-627.
- Maki, M. 1922. Notes on salamanders found in the island of Formosa. Zoologisches Magazin Tokyo 34: 635-639.
- Sato, I. 1943. A monograph of tailed batrachians of Japan. Nippon Shuppan-sha, Osaka, Japan.
- Sonan, J. 1921. The discovery on the salamanders in Taiwan. Transactions, Natural History Society of Formosa, 11 (52) : 55.

附錄

附錄一、相關機關或團體

- 一、林務局及各林區管理處
- 二、內政部營建署國家公園組及各國家公園管理處
- 三、相關學術單位，如：國立臺灣大學動物科學技術學系、國立東華大學自然資源與環境學系

附錄二、保育行動簡表

威脅主項	威脅次項	策略	保育行動	相關機關	說明	預期成果	執行期程
11 氣候變化/惡劣天氣	11.1 棲地轉移/變更 11.3 極端溫度	A 評估人力、經費與效益，選擇熱點與適當地點進行山椒魚野外族群監測	A-1 監測因全球暖化對山椒魚族群的影響	國家公園、林務局、臺灣大學	於山椒魚分布熱點進行野外山椒魚族群長期監測	長期且定期執行山椒魚熱點族群監測	持續性
			A-2 監測山區易受颱風及暴雨的沖刷山椒魚的棲地遭受破壞的問題	國家公園、林務局、臺灣大學	選擇適當監測樣點，考量交通可及性、人力、經費與效益後，進行野外山椒魚族群監測	於適當樣點定期執行山椒魚族群監測	持續性
			A-3-1 研擬山椒魚監測標準作業流程	國家公園、林務局、臺灣大學	草擬簡單可行的山椒魚監測流程，讓志工及接續的調查人員遵循，以利調查資料的長期累積	研擬山椒魚族群監測流程計畫書	短程
			A-3-2 分析山椒魚族群波動與環境變化的關係	國家公園、林務局、臺灣大學	定期分析熱點與其他樣點之山椒魚族群變動與環境變化間的相關性	出版山椒魚族群監測報告	持續性
12 其他選項	12.1 研究資料不足	B 提出山椒魚保育行動計畫的最優先執行項目	B-1 加強山椒魚研究人才的投入	臺灣大學、林務局、國家公園、其他研究機關	加強臺灣產山椒魚生活史等生態資料的建置，以利保育行動及經營管理之研擬	山椒魚研究人才的投入	持續性
1 住宅/商業開發	1.3 旅遊/休閒區		B-2-1 檢視山區建物設置與山椒魚的衝突，並提出改善計畫	國家公園、林務局、臺灣大學	檢視山屋、步道、廁所等建物或設置與山椒魚族群的衝突，並提出改善計畫	提出山區建物或設置之改善計畫	短程

威脅主項	威脅次項	策略	保育行動	相關機關	說明	預期成果	執行期程
9 污染	9.1.1 污水 9.4 垃圾/ 固態廢物		B-2-2 進行山屋周遭與山椒魚棲地重疊環境之改善	國家公園、林務局	進行山屋周遭環境廢棄物與水源汙染之改善計畫，以利山椒魚族群之存續	提出山屋周遭環境品質改善成效報告	中長程
12 其他選項	12.1 研究資料不足	C 加強山椒魚保育有關的研究及推廣教育等活動	C-1-1 瞭解臺灣是否有其他特殊山椒魚族群，以及時採取保育行動	臺灣大學、國家公園	分析臺灣的山椒魚親緣地理與物種演化關係	發表臺灣的山椒魚親緣地理與物種演化報告	中長程
			C-1-2 加強與山椒魚保育有關的研究，以利相關策略的研擬	臺灣大學、國家公園、林務局、特生中心、其他研究機關	進行與山椒魚保育行動有關的研究	發表與山椒魚保育行動有關的研究或成果	持續性
6 人類入侵/干擾	6.1 娛樂活動		C-2 對一般大眾進行山椒魚知識保育的推廣	國家公園、東華大學、臺灣大學、林務局、特生中心	進行推廣文章之發表、協助新聞之報導，或舉辦山椒魚解說教育等活動	產出與山椒魚保育有關之推廣文章或活動	持續性
			C-3 針對登山客進行山椒魚保育知識的宣導	國家公園、林務局	因應登山遊客的增加，於重要時間地點宣導無痕山林運動，降低人類活動對生態環境的衝擊	辦理宣導活動，統計接受宣導的登山遊客數量	中長程
			C-4 山椒魚野外生態影像之紀錄	國家公園、林務局	進行野外山椒魚生態影像的蒐集與保存，以利研究與推廣之用	公開山椒魚生態影像成果	中長程

註 1：威脅主次項類別參考自 IUCN 的歸類 (<https://www.iucnredlist.org/resources/threat-classification-scheme>)，計有 12 主項：1 住宅/商業開發；2 農業/水產養殖；3 能源生產/採礦；4 運輸/交通廊道；5 生物資源利用；6 人類入侵/干擾；7 自然系統改變；8 入侵/其他有問題的物種、基因和疾病；9 污染；10 地質事件；11 氣候變化/惡劣天氣；12 其他選項。

註 2：執行期程分為短程、中長程、持續性，分別指 4 年內完成且有急迫性應進行者、執行期程為 4 至 12 年內完成者及須持續進行者。