

出國報告（出國類別：考察）

考察日本的山椒魚等有尾目動物野外及
人工環境保育管理現況，及出席小鯢屬
研討工作坊

服務機關：內政部國家公園署雪霸國家公園管理處

姓名職稱：董于瑄 技正

派赴國家/地區：日本/京都、岐阜

出國期間：114年6月16日至114年6月21日

報告日期：114年8月29日

摘要

我國三座高山型國家公園於109年至111年共同委託國立臺灣大學朱有田教授執行「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，期間朱有田教授團隊即開始與京都大學西川完途教授交流討論山椒魚研究相關事宜。計畫完成後，高山型國家公園更邀集我國轄管區域有山椒魚分布的相關保育主管機關與臺北市立動物園共同舉辦「2023山椒魚保育國際研討會」，當時共有俄羅斯、南韓、日本等地學者前來交流參訪，日本由西川教授及田上正隆研究員等人前來參加。近年來臺灣山椒魚與楚南氏山椒魚命名錯置與修正也是臺灣與日本多次聯繫討論後確定，臺灣與日本間交流更加密切。本次赴日參訪也是經由朱有田老師與關西地區京都大學西川老師聯繫協助安排相關參訪行程。

本次考察團由雪霸國家公園管理處派員與朱有田教授率其研究團隊成員至日本考察，分別參加工作坊、野外調查研究及典藏與展示單位現地參訪，工作坊部分，雙方學者分享各自近年研究成果或即將進行的計畫；實地野外調查部分，則參加小鰈科山椒魚野外棲地調查及大鰈科山椒魚野外調查與移除作業；實地參訪以京都水族館、岐阜淡水水族館為主，並參訪京都大學綜合博物館等處進行現場考察與經驗交流。

透過本次工作坊與現地參訪後，我們發現：(一)日本大鰈科山椒魚已有許多研究並開始推廣環境教育，小鰈科的山椒魚也正進行許多調查研究，逐步建立小鰈科山椒魚的生態資料；(二)推動大鰈科山椒魚保育經費募集活動，用以進行雜交個體移除作業及山椒魚調查研究等；(三)京都水族館及岐阜淡水水族館皆有展示山椒魚，以增進民眾對山椒魚的認識；(四)小鰈科山椒魚的棲地與臺灣部分棲地相似，日方與我方常用的調查方式不同。

本次考察活動主要對台日兩方山椒魚調查研究成果、山椒魚繁養殖技術、野外調查及外來種移除等經營管理作為進行交流，日本山椒魚保育工作歷史悠久，值得臺灣推動保育工作相關單位作為參考，臺灣近年持續投入山椒魚調查研究，有助於增進臺灣在國際山椒魚研究上的能見度，透過此次交流可提升目前臺灣的山椒魚繁養殖技術，也將有利於山椒魚生活史的調查研究。

目錄

壹、 計畫目的.....	3
貳、 計畫過程.....	6
一、 出國行程概要.....	6
二、 京都大學西川教授與實驗室簡介.....	7
三、 參訪京都水族館.....	7
四、 野外山椒魚棲地調查.....	10
五、 工作坊簡報交流及參訪京都大學西川教授展示空間.....	11
六、 參訪京都大學綜合博物館.....	17
七、 野外大鯢夜間調查作業.....	19
八、 參訪岐阜世界淡水魚水族館.....	22
參、 心得與建議.....	26
肆、 結論.....	28
伍、 參考文獻.....	29
陸、 附錄.....	30

壹、計畫目的

臺灣最早的山椒魚研究起於日治時期，由日本博物學家楚南仁博(Jinhaku Sonan)，於1919年能高郡能高山(現能高越嶺到天池山莊區域)發現第一隻雌山椒魚，並後於能高郡霧社追分(現翠峰山區)發現另一隻外型特徵不同的雌山椒魚；1921年安東伊三次郎(Isajiro Ando)在阿里山地區採集到2隻山椒魚。最後，楚南仁博與安東伊三次郎將採集的樣本送給牧茂市郎(Moichiro Maki)，由其依據3種山椒魚外表形態的差異在1922年發表及命名於《日本動物學雜誌》。可惜的是1923年發生關東大地震，致使模式物種標本遺失，加上臺灣結束日治時期，因此臺灣的山椒魚研究於1945年後幾乎停滯。直到1986年，國立臺灣師範大學呂光洋教授重啟臺灣中高海拔山區的山椒魚棲地分布調查，後續經由呂光洋教授、賴俊祥博士多年的調查，最終於2008年利用新的分子遺傳標記，以粒線體細胞色素 b 基因(cytochrome b gene)證據確立南湖山椒魚與觀霧山椒魚兩個獨立有效種，目前臺灣共計有5種山椒魚，分別是臺灣山椒魚、楚南氏山椒魚、阿里山山椒魚、南湖山椒魚與觀霧山椒魚，但其分布棲地與生態資訊仍有許多未解之謎。

雪霸國家公園管理處、玉山國家公園管理處及太魯閣國家公園管理處合作於111

年至113年共同委託國立臺灣大學朱有田教授研究團隊執行「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，開創國家公園山椒魚跨域研究的先例，該次計畫成果豐碩，包含初步完成全臺山椒魚的分布範圍及海拔區間調查，建立三年螢光埋植彈性標記的標放資料、收集五種山椒魚在族群監測樣區的微棲地環境資料、由胃內容物初步分析山椒魚的食性、建立使用 mMRI 以非侵入性方式鑑定山椒魚性別的方法，取得五種山椒魚雄性及雌性生殖腺的影像資料、建立觀霧山椒魚及阿里山山椒魚人工圈養環境、完成山椒魚的轉錄體定序，開發15組表現標記微衛星標記於分派檢定下可成功區分臺灣的5種山椒魚等。鑒於三年期的計畫得到許多的成果，國家公園期待向國際展示豐沛的調查成果，也更希望能夠和其他國家交流更多的研究與經營管理，遂內政部國家公園署雪霸國家公園管理處於112年10月1日舉行「2023山椒魚保育國際研討會」，共邀集南韓、日本、臺灣、俄羅斯的學者在臺灣進行交流及戶外參訪，共同交換山椒魚保育的經驗及規劃。

為了延續112年度與其他國家的交流，且提升臺灣經營管理能力，今年度由臺灣組團至日本京都與岐阜等地進行考察，期待借鏡日本的多年的研究與繁養殖山椒魚經驗，增進我國山椒魚保育的推展並可達到以下幾項交流目標：

一、學術研究交流：交流臺日雙方在小鯢科物種學術研究進展，主題包括系統分類

學、生態學、親緣地理學與族群遺傳學等，提升雙方各項合作發展。

二、圈養繁殖與人工復育技術交流：岐阜世界淡水魚水族館於圈養復育小鯢科物種具

有豐富經驗，物種群涵蓋驊山椒魚(*Hynobius kimurae*)、日本爪鯢(*Onychodactylus*

japonicas)、*Hynobius guttatus* 等物種，期透過汲取日本團隊成功經驗，可將相關

經驗帶回國內參考應用於臺灣保育類山椒魚的圈養試驗。

三、野外棲地考察：參與日本原生驊山椒魚野外棲地調查，以及外來種大鯢移除活

動，了解日本針對保育物種棲地管理以及外來物種的列管措施，可學習日本保育

經營模式，反思國內物種的經營管理對策。

貳、計畫過程

一、出國行程概要

本次參訪行程共計6天，由內政部國家公園署雪霸國家公園管理處董于瑄技正與國立臺灣大學朱有田教授研究團隊(朱有田教授、陳柔安小姐、林宗翰先生、羅時玟先生、鄭勝文先生、林祐竹小姐、游佩儒小姐)共計8人拜會京都大學西川完途(Kanto NISHIKAWA)教授，雙方交流近年的山椒魚研究成果，且與京都大學團隊共同進行野外山椒魚棲地勘查及雜交個體移除作業。行程中亦參訪京都水族館、岐阜淡水水族館，進行山椒魚展示與繁養殖經驗交流，行程表如下：

表1 計畫行程表

日期	實際行程
6月16日(一)	● 去程 ● 參訪京都水族館
6月17日(二)	● 山椒魚野外調查作業(鞍馬貴船一帶)
6月18日(三)	● 工作坊進行簡報交流
6月19日(四)	● 參與京都大學西川教授實驗室研究生書報討論 ● 參訪京都大學綜合博物館 ● 進行野外日本大鯢調查作業(含雜交個體移除)
6月20日(五)	● 移動至名古屋地區 ● 參訪岐阜世界淡水魚水族館
6月21日(六)	● 返程

表2 工作坊簡報主題

題目	講者
The three-year outlook for <i>Hynobius</i> species research in Taiwan	Yu-Ten JU
The phylogeography of <i>Hynobius sonani</i>	Tsung-Han LIN
Population genetic structure of <i>Hynobius fucus</i>	Shi-Wen LUO
Decades of tracking: integrative monitoring of <i>Hynobius arisanensis</i>	Jou-An CHEN
The journey of the giant salamander in Taiwan	Sheng-Wun JHENG
The conservation challenges facing the Taiwanese salamander	You-Zhu LIN
Review of taxonomic studies of <i>Hynobius naevius</i> group	Atsushi TOMINAGA
Taxonomic studies of <i>Onychodactylus</i> species in Japan	Natsuhiko YOSHIKAWA
Ecological interactions between two salamanders from the Tsushima Island	Jumpei ITOH
Conservation activities for <i>Salamandrella keyserlingii</i> in the Kushiro Wetland	Shigeharu TERUI

二、京都大學西川教授與實驗室簡介

西川完途教授為京都大學人間環境研究學科及地球環境學堂教授，團隊研究領域主要為東亞、東南亞和中亞的爬蟲類、兩棲類和小動物的分類學、物種多樣性、生物地理學和保育生物學，團隊成員多達30位左右，西川教授為日本山椒魚等兩爬動物研究重要人物。

三、參訪京都水族館

當日中午抵達日本後，即搭乘鐵路列車由機場往京都移動，大約下午快4點抵達京都水族館，京都水族館是2012年在京都建立的河流主題水族館，展示涵蓋鴨川、桂

川、宇治川等京都主要河流內分布的水生動植物。該單位長期與京都大學合作，共同保育京都市區內的原生日本大鰐、並定期移除及收容外來種中國大鰐，以及中國大鰐與原生日本大鰐雜交的野外個體，本次參訪由京都大學人間環境研究學科原壯太郎特定助教協助接待。京都水族館入館處即運用大鰐科山椒魚作為設計(圖1)，其內飼養並展示純種的日本大鰐(圖2)，水族館內與大鰐相關的展板大約6至8個，主要介紹大鰐的生理、棲地及現在面臨困境(雜交問題、棲地劣化...等)，現場除展示純種日本大鰐活體，也展示雜交個體製成的骨骼標本(圖3)。水族館賣店也以館內特色或人氣物種作為設計素材，融入裝飾擺設、日常用品以及零食甜點等商品之中，加深遊客對物種印象及達到宣傳保育之目的。

日方也帶領參觀水族館內的後場，看到他們有畜養雜交大鰐的個體(圖4)，也有一些小鰐科山椒魚的養殖，這些空間通常是使用機房的空間(圖5)，雖然狹小與悶熱，但透過冷水機與過濾裝置等設備維持山椒魚飼養環境的穩定，其飼養缸中多以陶片、磚瓦等物質提供遮蔽空間，與臺灣目前飼養缸中提供多樣化環境(水生植物、底砂、陶片等)有所不同(圖6)。

圖1、京都水族館入口處設計意象



圖2、京都水族館展示純種日本大鯢活體



圖3、雜交個體大鯢的骨骼標本

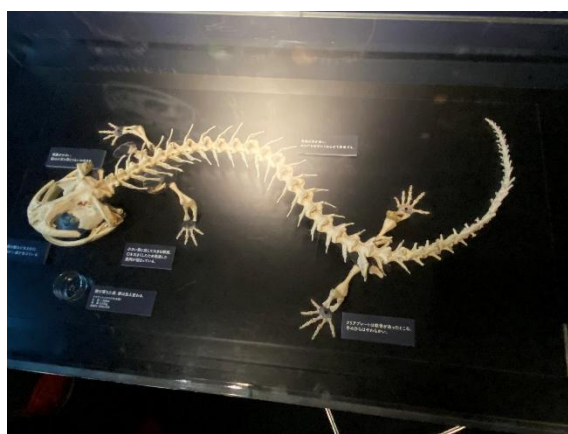


圖4、水族館後場飼養的雜交個體大鯢



圖5、水族館後場飼養環境



圖6、水族館後場飼養的小鯢科山椒魚



四、野外山椒魚棲地調查

京都貴船位於京都北面近郊，為京都市內鴨川的河川源頭，也是日本保育物種驛山椒魚的分佈棲地之一。行前根據西川教授團隊表示，驛山椒魚容易於地表發現時期通常為5月底前初春時節，本次參訪時間已至6月中下旬，因此本次野外調查到驛山椒魚的機會不高，但還是由京都大學人間環境研究學科原壯大朗(Sotaro HARA)特定助教與京都大學地球環境學堂土田華鈴(Karin Tsuchida)特定助教助理教授帶我們前往貴船神社附近的樣區進行調查，第一個樣區離一般遊客遊憩區域不遠，步行至樣區前的道路兩旁植被林立(圖7、8)。驛山椒魚與臺灣的山椒魚同為溪流型分佈的物種，分佈區域常見地表流水或地底伏流，樣區的溪流水質乾淨，與雪霸國家公園的觀霧地區類似，但因地勢較陡水流較為湍急，棲地環境與台灣的山椒魚常利用棲地略有差異，較少見長直徑的遮蔽石塊或木板，而多為碎石與落葉堆組成的環境。

在此區域沿線調查中雖發現一些蛇類、蛙類與無脊椎動物(圖9)，但可惜所有人無論採用日方的調查方式(以釘耙翻挖)或我國的調查方式(翻找石頭下方)皆未發現山椒魚(圖10)。後續再搭乘火車並再步行幾公里抵達第二樣區，一樣尋找後皆無所獲。該日從上午9點開始至下午6點結束野外調查，總步行移動將近20公里，調查圖中每個人都

遇到螞蝗的攻擊，但非常可惜無法在野外親眼看到山椒魚，推測因天候太熱，山椒魚已移動至更深層的土壤環境，並減少在土壤表層的活動有關。

圖7、考察團前往樣區步行於主要道路



圖8、前往樣區途中非一般遊客使用道路



圖9、調查途中發現蛇類



圖10、小鯢科山椒魚棲地進行野外調查



五、工作坊簡報交流及參訪京都大學西川教授展示空間

工作坊於京都大學西川教授實驗室舉行，台日兩方研究團隊分別報告最近執行的研究或調查成果，我方首先由朱有田教授分享臺灣近年山椒魚調查研究成果(圖11)，接續由研究團隊進行不同的主題分享；日方分享人員為琉球大學富永篤教授、日本國立科學博物館吉川夏彥研究員、NPO 法人環境把握推進聯盟理事長照井滋晴博士，以及

京都大學伊藤淳平博士生等，全部參與人員約有將近30人(圖12)，摘述工作坊分享重點如下：

1. The three-year outlook for *Hynobius* species research in Taiwan

團隊自2016年開始進行山椒魚的研究，一開始跟著賴俊祥博士進行調查。台灣本島地形抬升約在6百萬年前，根據近年的研究可以逐步推測台灣的山椒魚演化歷史，而根據粒線體 DNA 分析跟核染色體分析，臺灣的山椒魚約在3百萬年前開始分化。台灣的山椒魚繁殖棲地屬於溪流型，而幼體躲藏於地下伏流，因此難以觀察到其完整生活史，經由嘗試進行觀霧山椒魚及阿里山山椒魚的繁養殖缸試驗，逐步建立台灣的山椒魚生活史，未來三年的研究目標主要將為建立野外標準調查樣區與監測方式，以及繁養殖研究，進一步研究我國山椒魚生殖行為、生殖生理、族群量及瞭解族群演化適應等。

2. The phylogeography of *Hynobius sonani*

楚南氏山椒魚棲地目前已知分布於雪山山脈與中央山脈周圍，根據目前粒線體 DNA 分析可知雪山山脈紀錄的楚南氏山椒魚自成一群，雪山山脈與中央山脈間及中央山脈周圍的個體親緣關係較近，但有一群鄰近雪山山脈的族群親緣關係卻與中央山脈群較為相近，針對此現象目前推測除了山岳隔離因素外，可能也與河

流隔離有關。

3. Population genetic structure of *Hynobius fucus*

近年在太平山地區首次記錄到觀霧山椒魚的分布，過往已利用20組微衛星區分台灣五種山椒魚，將太平山的山椒魚遺傳樣本加入分析後，發現其親緣關係與北插天山較近，未來將進一步研究為何太平山的族群親緣關係與北插天山較為相近，而非地理上較近的棲蘭族群。

4. Decades of tracking: integrative monitoring of *Hynobius arisanensis*

根據近年的調查研究發現阿里山山椒魚有呈現雜交的中間表型，在玉山圓峰、東埔、梅山等區域為主，此區域亦為呂光洋老師及賴俊祥博士長期調查樣區，根據2016至2025年調查資料與其他研究人員過往資料進行分析，近20年的分析資料顯示阿里山的山椒魚族群呈現穩定狀態，但玉山的族群呈現略微衰減狀態。另外在阿里山姊妹潭再捕捉實驗中記錄到14年前標記的個體，顯示該隻個體至少已有14歲，長期監測為瞭解族群動態的必要作為，且人工遮蔽物可使定量上更為精確。

5. The journey of the giant salamander in Taiwan

臺灣是否曾經有大鯢？目前仍無法得到確切的答案，根據歷史資料，過往曾

挑選一些日本物種至台灣動物園或水族館，第一次輸入至台灣為1916-1919年基隆的水族館(紀錄為一隻個體)，但無法確定是大鯢還是小鯢科山椒魚，1917年太田喜平先生提供廣西捕捉到的大鯢，後續即開始陸續有相關可能的紀錄。

6. The conservation challenges facing the Taiwanese salamander

過往傳說食用山椒魚有益於眼睛或身體健康，所以曾有山椒魚浸泡米酒後食用的紀錄；疫情期間登山遊憩人口增加，造成高山棲地衰減，包含不當的遊憩行為(山上遺留廚餘、排遺等)，建議未來要建立與管理單位有效的溝通管道，以保護高山上的山椒魚棲地環境。

7. Review of taxonomic studies of *Hynobius naevius* group

分享小鯢屬物種系統分類學的演變脈絡，聚焦在 *Hynobius naevius* 該物種在不同地區的族群，結合形態學與遺傳概念還原不同類群在分類階層變更的歷史。

8. Taxonomic studies of *Onychodactylus* species in Japan

進行日本的 *onychodactylus* (爪鯢屬)的分類學研究，這是臺灣未分佈的特殊物種，分享內容包含遺傳、生活史與棲地使用偏好等研究成果，例如不同種的生殖季有所不同，透過外型、基因等方式再進行分析，後續也會持續推展保育，因為其中某些種類的爪鯢棲地侷限在小範圍，容易受到干擾而影響族群存活。

9. Ecological interactions between two salamanders from the Tsushima Island

分享對馬島嶼上的山椒魚間交互作用，在島上有些地點兩種的山椒魚會有共域狀況，而共域勢必會遇到一些問題，例如山椒魚採用體外受精方式生殖，所以必須共域的狀況下必須調整生殖季，且之前發現幼體期時會互相以另一個物種的幼體為食，根據繁殖季節幼體型值測量結果及幼體互食的行為研究，發現共域的 Tsushima salamander (*Hynobius tsuensis*) 繁殖季會延後，而 Tago's salamander (*Hynobius tagoi*) 的繁殖季則與其他地方相同。

10. Conservation activities for *Salamandrella keyserlingii* in the Kushiro Wetland

Salamandrella keyserlingii (極北鮭) 在釧路濕原的分布棲地如同其他山椒魚般也受到人類活動影響而減少，包含放牧活動、設置大規模的太陽能光電板等，因此濕地氣候適合、無遮擋且土地費用便宜，所以當地有大規模的太陽能開發需求，在未清楚調查確認分布棲地時，已有許多土地利用類型改變，採取結合公民科學的力量，選擇將山椒魚卵莢移地的保育方式，降低人為開發對自然棲地的破壞；另根據近年的監測資料顯示濕地的年均溫持續增加，研究人員將持續找尋具有潛力的棲地，以期達到保育的目的。

圖11、臺灣大學朱有田教授分享近年臺灣山椒魚調查研究成果



圖12、工作坊全體參與人員合影



工作坊交流休息時間，考察團也參觀西川教授研究室及展示空間(圖13)，展示空間中展示過往大鯢的產業利用方式(圖14)、大鯢保育的教案(圖15)以及許多浸液標本(圖16)，特別的是展示空間內還有許多西川團隊執行大鯢保育宣導的玩偶、邀請參觀者贊助經費的擺設以及對外販售的宣導品(圖17~19)，其營利所得將用於山椒魚保育的各項措施或調查，這些宣導品多是由西川教授團隊中一名學生設計交予廠商製作，其中很特別的是大鯢的絨毛玩偶，共有三種花色，分別代表純種日本大鯢、中國大鯢及雜交種大鯢(圖20)，除了原生種也製作雜交個體的玩偶，有助於民眾瞭解日本大鯢當年嚴重的雜交問題。

圖13、研究室旁之山椒魚保育展示空間



圖14、利用大鯢外皮製成的商品



圖15、大鯢教案(內部器官位置)



圖16、山椒魚發育展示(浸液標本)



圖17、參訪者可贊助山椒魚保育的裝置



圖18、山椒魚宣導品



圖19、山椒魚宣導品

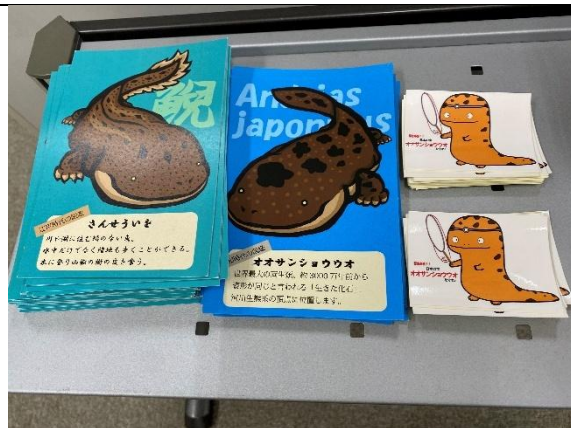


圖20、山椒魚環教及宣導品



六、參訪京都大學綜合博物館

京都大學綜合博物館於1997年成立，主要為自然史展示，也有展示文化史、技術史等相關內容，其館藏涵蓋自然科學、歷史與考古學的收藏，與學術相關的樣本資料超過260萬件，項目包含日本國內與國外的各式樣本，也成為各國學術研究單位調取

資料的重要單位。本次接待與導覽的本川雅治(Masaharu Motokawa)教授(圖21)，其曾來臺灣進行研究，當年的指導教授為臺灣大學于宏燦教授及東海大學林良恭教授，本川雅治教授先導覽常設展區，這裡也展示雜交個體的大鯢骨骼標本(圖22)，後續帶領考察團參觀後場的收藏標本室，進入標本室需要先清潔與消毒鞋底，以維護收藏室的環境與安全，整個藏品區均為移動櫃設計、並利用抗震、抗火災的建材，增加了館內藏品的可容納數量，館內人員的定期維護讓標本得以安全保存，也因此內含許多保存百年以上的標本，能提供各界生物學家們進行研究，其內可以看到無脊椎動物、魚類、兩爬類、哺乳類及鳥類等標本(圖23)。

京都大學綜合博物館館藏接受世界各地的生物與分類學家利用申請，亦涵蓋臺灣日治時期至民國期間的部分物種標本，在館內收藏史料上亦有註記1910年後成立臺灣博物學會，協助當時國內的標本移至日本收藏管理。西川教授研究團隊執行雜交個體大鯢捕捉作業捕獲的個體也會製成標本暫放在標本室中(圖24)，此次參訪可以看到作為歷史久遠的學術單位，其標本典藏也十分驚人。京都大學博物館在規劃上實踐博物館在社會中所扮演的「普及教育」以及「典藏」等角色，館內除常設展與特展區外，亦設有公共演講廳，定期舉辦講座連結一般參觀民眾及研究人員，提供讓雙方交流接觸的平台，在標本典藏及做為研究人員與民眾交流平台方面，日方的作法或可成為我

們未來持續推動政策的參考。

圖21、本川雅治教授



圖22、館內展示之雜交個體之大鯢骨骼標本

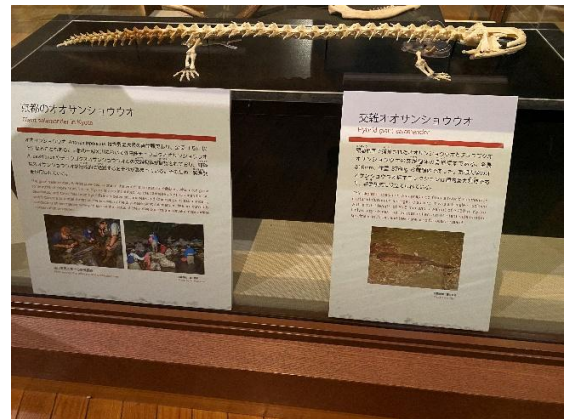


圖23、博物館典藏標本室
(從無脊椎動物、兩爬動物到哺乳
類動物皆有收藏)



圖24、西川教授團隊捕獲雜交個體大鯢
皆製成標本暫時存放於標本室中



七、野外大鯢夜間調查作業

大鯢（俗稱大山椒魚）為有尾目隱鰓鯢科大鯢屬的物種，現生已知兩種分別為中國大鯢(*Andrias davidianus*)以及日本大鯢(*A. japonicus*)，其中日本大鯢為日本的原生物種。近年因引進利用之中國大鯢逸出，導致野外環境中出現中國大鯢，並已產生中國大鯢與日本大鯢繁衍的雜交個體，影響了日本大鯢的棲地與基因池(gene pool)的組

成，目前野外已十分難以找到純種的日本大鯢。日本大鯢在日本地區為天然紀念物(等同於臺灣的保育類物種)，而雜交與外來的中國大鯢也同屬列管動物，禁止一般民眾飼養。京都大學由西川完途教授帶領的團隊，定期透過移除活動執行外來種管理。

京都大學附近的鴨川即為大鯢的棲地之一，因外來種大鯢移除活動具有潛在危險性，並為遵守移除過程的動物福利，考察團成員在傍晚先至京都大學團隊實驗室簽署保密與安全切結書，確認雙方權益及責任，切結書的內容包含野外調查研究的風險說明，若有意外發生請參與者自負責任，並請參與者必須對調查地點等相關資訊予以保密，未經允許不得公開。完成簽署後再跟隨京都大學的團隊以步行方式至附近野外的河川，所有人穿著的配備都是青蛙裝加上救生衣，頭戴頭燈及手持大型的手撈網(圖25)，調查過程中嚴禁徒手抓捕個體以避免被大鯢咬傷。在野外調查前幾日都有下雨，因此河川水量豐沛且較急，一開始所有人分為兩路往上游搜尋都未果(圖26)，原本以為大鯢會棲息在水流較平緩的地方，結果西川教授在落差湍急處捕捉到第一隻，之後陸續日本團隊又陸續捕獲，歷時2小時左右的夜間調查作業共計捕獲4隻，根據外觀這4隻個體應該皆屬於雜交個體(圖27)。

這些判定為外來種或雜交個體，日本團隊會帶回實驗室進行採樣，後續用於高中、大學等科普教育用途。考察團也隨研究團隊將4隻個體攜回實驗室，參觀研究人

員以剪刀先進行樣本採集，再使用標記工具對每一隻個體進行晶片標記作業(圖

28~30)，進行時須注意安全，因捕獲之大鯢仍具有攻擊性，可能會有咬傷的風險。

圖25、考察團參加京都大學團隊野外大鯢調查裝備



圖26、進入調查樣區沿河上流進行尋找

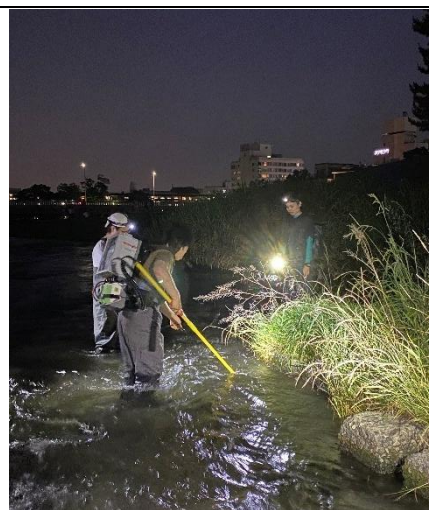


圖27、野外的雜交個體大鯢



圖28、標記用具



圖29、研究人員對捕獲之雜交個體大鯢進行植入晶片標記作業



圖30、研究室環境下飼養的雜交個體大鯢



八、參訪岐阜世界淡水魚水族館

岐阜世界淡水魚水族館為世界最大之淡水魚水族館，館內展示主軸以「岐阜縣長良川上游到下流水域」為主題展示日本的淡水魚，除了日本的淡水魚也有展示世界各地如湄公河、亞馬遜雨林的淡水魚，其讓觀展民眾了解各地物種的獨特性，共計展示魚類、兩棲類等共220種、2萬隻以上的水生動物。館方田上正隆(Masataka TAGAMI)研究員為日方專精淡水魚繁養殖的專家，對於小鯢科的山椒魚繁養殖也有許多經驗，因此在此水族館內亦可見到許多小鯢科山椒魚的展示(圖31、32)。

岐阜世界淡水魚水族館在遊客路線以及展缸皆盡力還原自然環境，依據不同河段連貫設計展示場域，分為上游、中游及下游，可輔助參觀民眾理解不同地貌適合的分佈生物，同時重視觀展民眾與佈展間的互動體驗，以達到教育及娛樂觀光需求。

除了參觀常設展區外，也特別參觀其後方的小鯢科山椒魚繁養殖環境，作為館內展示用途的山椒魚與研究用途的個體會分開管理，於外部刺激反應下較不敏感的個體（習慣飼養人員干擾行為、具有較高採食積極度者）會作為展示用途。日本的小鯢科山椒魚繁養殖方式也採用冷水循環過濾的方式維持低溫環境(圖33、34)。高山型國家公園109年至111年共同委託國立臺灣大學執行的山椒魚調查研究計畫內容包含了阿里

山椒魚及觀霧山椒魚的繁養殖生活史研究，因此在玉山國家公園塔塔加管理站及雪霸國家公園觀霧管理站分別設置繁養殖缸，於野外採集山椒魚放入缸中進行生活史研究，111年阿里山山椒魚及觀霧山椒魚皆有產下卵串，112年與113年阿里山山椒魚陸續皆有產下卵串，觀霧山椒魚112年未產下卵串，113年再度產下卵串，但是發生其中一個卵串發霉的情況，當時處置的方式是切除卵串並將卵串以外科手術使用的線材重新紮封，發霉的卵串另以藥劑處理，但藥劑處理後卵串並未持續發育，本次也特地與田上正隆館長討論日方是否有類似的經驗與處理方式，館長表示也曾有類似的情況發生，他們的處理方式是切除發霉的卵串，切除後不特別將卵串再進行紮封，散落的卵粒放入水管做成的獨立培養空間進行個別培養，並且提高養殖缸內水流的過濾速率，以達到去除黴菌繼續影響卵串發育的目標(圖35、36)。

我方團隊也特別詢問日方有關拍攝山椒魚即將產卵至小山椒魚孵化的裝置設備與技術，館長表示他們建置繁養殖缸並直接在缸體旁邊架設紅外線自動相機，採取持續錄影的方式進行觀察與紀錄，其所耗用的記憶體容量大，需頻繁的更換記憶卡，但因此可以仔細記錄到山椒魚產卵、護幼等生活史(圖37)。

對於具有高飼養水質需求的有尾目物種，館方的飼養與環境維護針對繁殖困難、或飼養門檻高者並不使用循環水系統，而是直接引入該地原有的水源，做到棲地與繁

殖場域水源一致，以避免飼養期間造成的交叉感染。除了在人工的繁養殖缸中培育山椒魚，岐阜水族館也在館內室外環境營造一小處空間作為異域保育的場所(圖38)，可以發現日本對於山椒魚的保育策略包含域外保育，且透過水族館展示等方式，讓大眾更易於接近與認識這些瀕危的野生動物。

圖31、水族館內向民眾展示小鯢科山椒魚的解說牌



圖32、水族館內向民眾展示小鯢科山椒魚的活體展示缸

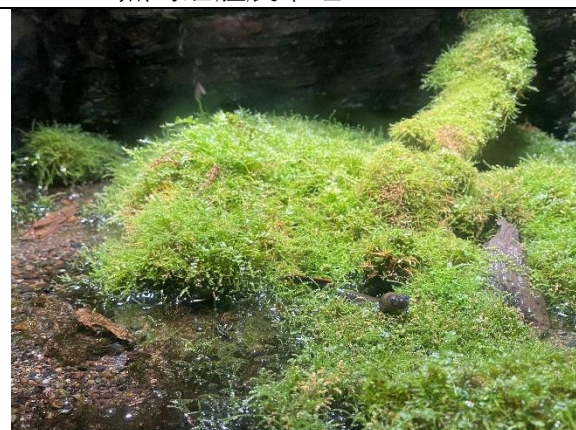


圖33、進入水族館後場需先進行鞋底消毒作業

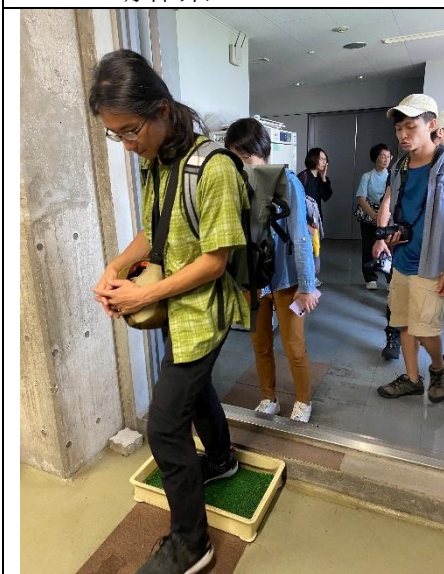


圖34、小鯢科山椒魚繁養殖缸

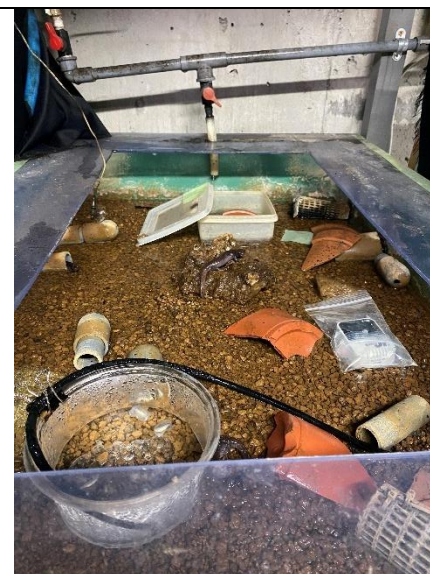


圖35、館長與考察團交流卵串孵育時遇到發霉狀況的處理方式

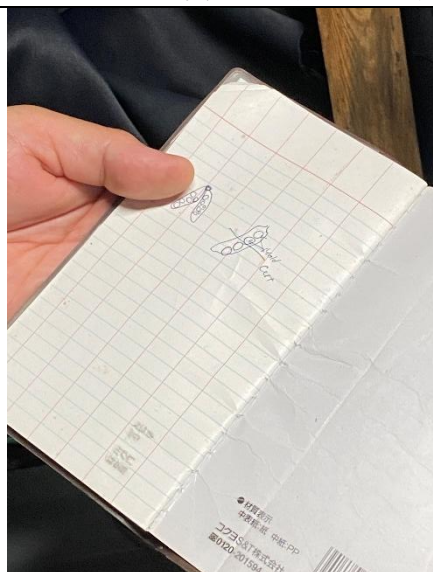


圖36、館長展示卵串孵育時遇到發霉分離後使用的孵育設備



圖37、監測小鯢科山椒魚產卵設備



圖38、水族館戶外異域保育小鯢科山椒魚地點



參、心得與建議

- 一、京都大學對參與日本大鯢調查及雜交個體移除活動的志工或民眾，會在活動前要求其簽署切結書，內容包含安全自負以及調查地點保密等，國家公園或其他保育主管機關進行山椒魚野外調查或導覽解說時亦有類似的困擾，希望透過志工或民眾投入參與，以提升民眾保育意識，卻又擔心資訊外流造成未經訓練或許可的民眾干擾山椒魚棲地，反而造成負面效果。未來國家公園辦理同仁及志工進行山椒魚長期監測樣區教育訓練時，可將此項措施納入。
- 二、日本大鯢為具有指標性的明星物種，在日本受到的重視遠勝過小鯢科的山椒魚，因此京都大學研究團隊會利用大鯢進行募款，所得經費用以支持研究團隊野外調查，團隊也能有餘力進行小鯢的研究。目前臺灣以物種也常以明星物種作為吸引企業及民眾目光的方式，透過此種方法取得經費或是人力協助將有助於推展生態系或是棲地的保護。
- 三、京都水族館與京都大學長期合作，結合京都大學對大鯢現有的研究成果，定期更新展示看板內容，將研究成果科普化，此項做法臺灣也正在努力中，將研究成果能轉化為民眾可以理解的科普教案、設計等形式也需要專業的人才，未來

我國也應持續培養相關人才與管道，提升民眾對科學知識的瞭解及素養。

四、本次交流主要透過國立臺灣大學與日方京都大學聯繫，工作坊主題可見以演化分類較多，涉及經營管理部分較少，未來可持續加強經營管理挑戰與策略部分之交流。

肆、結論

- 一、日本鄰近我國，小鯢科山椒魚演化歷史上與其相關，且在山椒魚調查研究及繁養殖技術已有許多進展，加之考量東亞地區小鯢屬分布國家中國情狀況，未來可持續進行台日雙方兩棲爬行物種之保育交流。
- 二、日本山椒魚繁養殖與展示技術已十分成熟，且許多動物園或水族館等設施皆有山椒魚展示，可增進民眾對山椒魚保育意識且作為山椒魚異域保育的方式，我國山椒魚是否也適合發展此種模式，值得相關單位進一步研商討論。
- 三、在日本一般民眾對於山椒魚棲地干擾較少，主要干擾為較大的人為土地利用或是開發行為，近年或許因相關影視作品帶起國人對山椒魚的重視與好奇，部分山椒魚棲地易受到一般民眾的干擾，此部分應持續投入關注，以維護臺灣的山椒魚棲地環境。
- 四、日本山椒魚調查研究亦非顯學，但投入山椒魚相關研究的學者仍較臺灣多，臺灣的山椒魚棲地皆屬於高山環境，近年來臺灣願意進行高山研究之人才大幅減少，相關政府單位應鼓勵及投入資源以持續培養相關人才。

伍、參考文獻

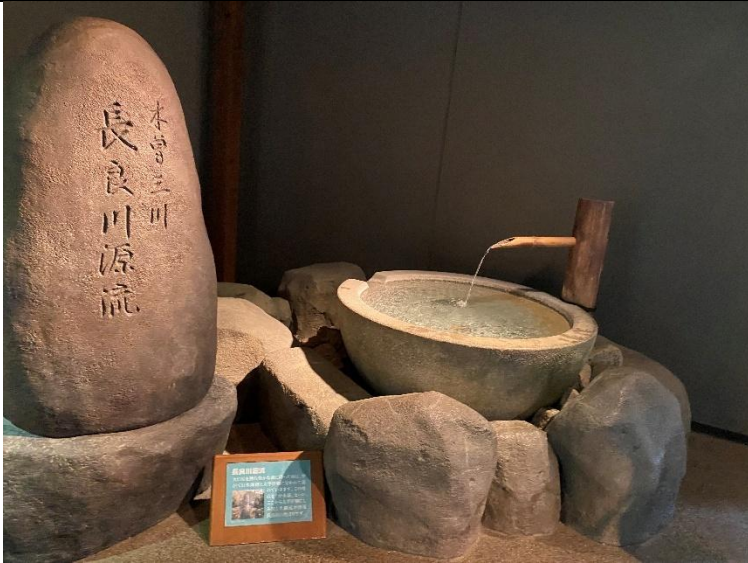
- 朱有田。2022。高山型國家公園山椒魚分布棲地、遺傳結構與生物學調查。雪霸國家公園委託辦理報告。
- 朱有田。2024。雪霸國家公園園區山椒魚族群生態及生物學調查。雪霸國家公園委託辦理報告。
- 陳柔安、西川完途、鄭勝文、林祐竹、原壯大朗、朱有田。2024。回顧百年的命名錯置—臺灣山椒魚與楚南氏山椒魚的分類與學名釐清。自然保育季刊第128期。
- 京都水族館官網 https://www.kyoto-aquarium.com/cn_han/index.html
- 京都大學綜合博物館 <https://www.museum.kyoto-u.ac.jp/>
- 岐阜世界淡水魚水族館 <https://visitgifu.com/tw/see-do/aqua-toto-gifu/>

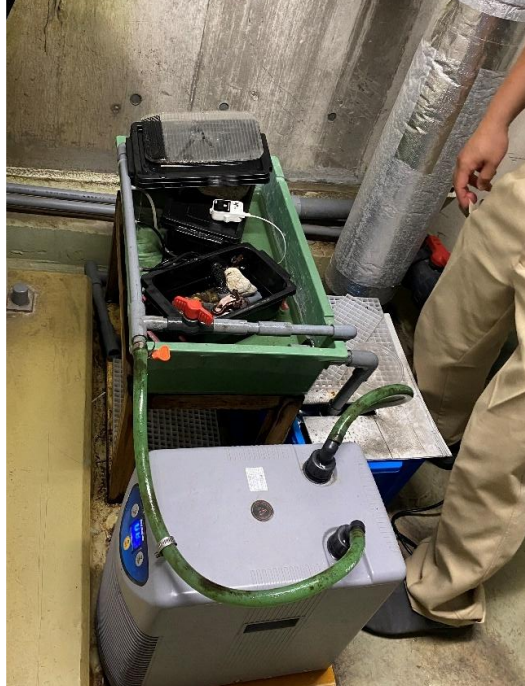
圖說 京都水族館關於大鰐的展版介紹2	照片 
水族館後場飼養的雜交個體大鰐	
京都水族館後場養殖區	

圖說	照片
京都水族館飼養員與考察團合照	
京都水族館規劃一區可讓民眾觀看研究人員從事簡單作業，瞭解水族館內的研究工作	
京都大學西川教授研究室收藏許多兩爬動物標本	

圖說	照片
位於地下室一樓的標本櫃，每櫃兩側皆再使用繩子作為地震時預防標本瓶掉落的措施	
較大體型的外來種或雜交個體之山椒魚，被養殖於地下一樓標本室外的戶外空間	
養殖中的外來種或雜交個體大鯢	

圖說	照片
為瞭解哪些動物會捕食山椒魚，西川教授團隊利用模具與黏土製作假的山椒魚，並放置於山椒魚棲地中，若有掠食者咬過，則透過檢驗黏土上遺留的遺傳物質來得知掠食者身分	
考察團參訪京都大學博物館合影	
岐阜世界淡水魚水族館外觀(其地點交通較不便利，考察團是在最近的車站下車後改搭乘計程車前往)	

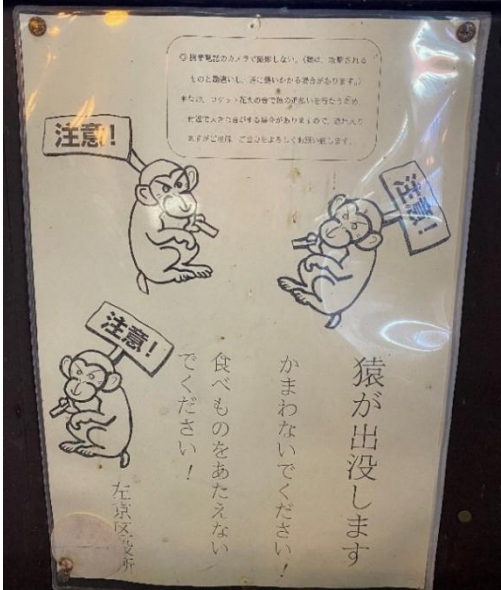
圖說	照片
岐阜世界淡水魚水族館以流過岐阜的長良川溪流做為串聯展示不同河段的淡水魚生物相	
岐阜世界淡水魚水族館館內有一區塊，提供工具及素材，可讓民眾免費進行DIY	
岐阜世界淡水魚水族館的小鯢科山椒魚展示缸若從後方打開蓋子，可以更近距離且清楚觀察	

圖說 岐阜世界淡水魚水族館後場的養殖環境與設備(養殖缸都必須妥善關緊壓實，以避免山椒魚逃脫)	照片 
岐阜世界淡水魚水族館後場的養殖環境與設備2(使用冷水機維持較低的養殖溫度)	
考察團與西川教授團隊學生合影	

二、山椒魚野外調查與移除作業

圖說	照片
山椒魚野外調查途中發現的蛙類	 A close-up photograph showing a person's hand holding a small, brown, mottled frog. The person is wearing a grey t-shirt with a red and blue logo that says "HERO'S ACADEMY EXHIBITION". The frog is being held between the person's thumb and index finger.
山椒魚野外調查途中發現的陸蟹	 A photograph of a small, brown land crab on the forest floor. The crab is surrounded by dry pine needles, twigs, and small green plants. The ground is covered with a layer of forest debris.
山椒魚野外調查途中發現的蚯蚓	 A photograph of a large, pinkish-brown earthworm on the forest floor. The worm is lying on a bed of dry pine needles, twigs, and small green plants. The ground is covered with a layer of forest debris.

圖說	照片
山椒魚野外調查樣區環境	
山椒魚野外調查途中發現的梅花鹿	

圖說	照片
山椒魚野外調查附近車站張貼有關人猴衝突注意的宣導海報	
考察團與西川教授團隊成員一同進行山椒魚野外調查	
京都大學校內的山椒魚棲地	

圖說	照片
考察團及西川教授團隊在校內棲地找尋山椒魚	
考察團及西川教授團隊在校內棲地木頭下發現山椒魚蹤影	

三、參與大鰯科山椒魚調查及外來種移除作業前須簽署的切結書

京都市特別天然記念物オオサンショウウオ保存事業関係者 各位

オオサンショウウオの野外調査参加にあたっての 権利放棄と守秘事項に関する同意書

1. 私は、オオサンショウウオの野外調査への参加にあたって、京都市特別天然記念物オオサンショウウオ保存事業（天然記念物再生事業）実施機関並びに協力機関（以下、「事業機関」という。）の調査引率者による指導・説明を十分に受け、上記調査への往復経路および調査中に、私自身の生命・身体・精神・財産に危険・危害が及ぶ可能性があることをよく理解しました。上記について十分に理解し、調査参加により生じるそれらの危険・危害を自己の責任として負うことを承諾したうえで、私の自由意志により調査への参加を希望いたします。
2. 私が、上記の調査において被ったすべての損害について、事業機関の調査引率者に対し、賠償責任保険の給付額を超える部分につき、彼らに対する賠償責任の請求権を放棄いたします。
3. また、私が、オオサンショウウオの野外調査への参加することで、他の調査参加者を含む第三者に与えたすべての損害について、自分が全ての責任を負い、事業機関の調査引率者に一切の迷惑をかけないことを約束します。
4. 私は、オオサンショウウオが特別天然記念物として文化財保護法、並びに国際希少野生動植物種として種の保存法により厳重に保護されていることを認識し、事業機関の調査許可の元に調査をしていることを理解しており、調査参加で得たオオサンショウウオの所有権を主張せず、生息情報等を第三者に口外しません。
5. 私は、チュウゴクオオサンショウウオ類及び交雑個体が特定外来生物として、外来生物法による規制の対象とされていることを認識し、事業機関の移動等に係る計画確認の元に調査をしていることを理解しており、調査参加で得たチュウゴクオオサンショウウオ類及び交雑個体の所有権を主張せず、生息情報等を第三者に口外しません。
6. 調査に付随する上記の危険・危害及び責任を担保するために、十分な補償内容を含む保険に加入することを約束します。
7. 調査参加で得た技術並びに情報を、営利目的（取材及び報道目的を除く）で利用しないことを約束します。

以上の7項目の内容を正しく理解し、同意して承諾することを誓います。

日 付： 年 月 日

住所／電話： /

所属／役職： /

氏 名： _____

調査参加期間： 2025年4月1日～2026年3月31日

署 名： _____