

中華民國第 63 屆中小學科學展覽會
作品說明書

高中組 環境學科

(鄉土)教材獎

052607

『斑』鍵報告－外來入侵種斑腿樹蛙族群的控制
(以八里挖子尾樣區為例)

學校名稱：新北市私立南山高級中學

作者： 高二 吳宗哲 高二 吳重韻 高二 洪御軒	指導老師： 吳清福
---	------------------

關鍵詞：外來入侵種、斑腿樹蛙、族群控制

摘要

本研究進行為期一年的兩棲類調查與斑腿樹蛙移除控制，發現在斑腿樹蛙的繁殖季進行移除控制，確實可降低樣區中斑腿樹蛙的比率。調查發現斑腿樹蛙出現在竹子上的機率最高。在繁殖季斑腿樹蛙會聚集在積水的容器及蘆葦林繁殖。斑腿樹蛙族群的背紋及腿部網紋形態多樣性高。卵泡有黃色及藍黑色 2 種。卵泡平均含卵數 351 粒，孵化率 74%。繁殖季定期巡視產卵熱點可有效移除卵泡，遇到斑腿蝌蚪可將其撈起或將積水移除，對難以移除的繁殖熱點應進行棲地營造以利保育志工的移除與控制。移除斑腿樹蛙需熱心的志工協助，定期進行兩棲類調查並移除斑腿樹蛙，才能有效的控制斑腿樹蛙在台灣의 擴散。

壹、前言

一、研究動機

本科展研究源於同學參與楊懿如教授研究團隊於 2017 年在八里挖子尾進行的外來入侵種斑腿樹蛙移除活動，多年後與科展專題組員討論並查閱文獻資料，發現斑腿樹蛙是八里挖子尾地區的外來入侵優勢種，並且已經達到了外來入侵種入侵階段的第四階段，也是最後一個階段，意指族群數量已經大到無法完全根除，必須思考如何進行長期的經營管理，評估保護措施。因為上述理由，我們對此研究主題產生了極大的興趣，並展開了為期一年的兩棲類調查研究。我們的調查樣區位在淡水河出海口挖子尾觀海長堤賞鳥區馬路兩旁，距離學校車程約 30 分鐘，為兩棲類保育志工歷年所進行調查的挖子尾樣區。樣區附近有少數住家、果園、竹林、菜園以及防風林，開車可以直接抵達，是個理想的長期調查樣區。

二、文獻回顧

1. 斑腿樹蛙侵臺回顧以及在臺擴散情形

外來入侵種可能與原生物種競爭、排擠或雜交並降低生物多樣性。斑腿樹蛙 (*Polypedates megacephalus*) 原產於華南、香港、海南島、印度、中南半島等地區。台灣本島於 2006 年在彰化田尾發現，可能透過水生植物等植栽引入台灣，但來源不明。2010 年經由兩棲類保育志工回報發現新北市八里區已有分布。2021 年兩棲類保育志工在全臺灣進行兩棲類普查，結果顯示斑腿樹蛙野外族群分布於基隆市、臺北市、新北市、桃園市、新竹市、新竹縣、苗栗縣、臺中市、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義市、嘉義縣、臺南市、高雄市、屏東縣、宜蘭縣、花蓮縣以及外島的連江縣與金門縣，共計 1,786 個分布地點。其中以新北市(443 個)分布點最多，其次依序為桃園市(277 個)與台中市(238 個)。斑腿樹蛙主要分布在低海拔開墾區，除了台東縣以外，其他縣市均有發現斑腿樹蛙的紀錄。2016 年以後，調查到斑腿樹蛙的比例從 21.1% 逐年增加，至 2021 年時已達 30.8%，顯示斑腿樹蛙族群正在持續擴散，而且入侵新地點後，很快就成為該地區的優勢種。

2. 斑腿樹蛙的形態特徵與生活史

斑腿樹蛙身體扁平修長，吻端尖，鼓膜明顯，雄蛙體長約 5 公分，雌蛙約 7.4 公分，雌蛙顯著比雄蛙大很多。背部深褐色、褐色或淺褐色，有縱條紋、斑點、X 或「又」字型花紋，個體間變化很大。四肢修長，有黑色橫帶，趾端吸盤明顯，後肢趾間有蹼，前肢趾間沒有蹼。腹部白色，腹側有網狀花紋。大腿內側有網狀斑，網紋較粗，類似黑底白點狀。斑腿樹蛙在北部的繁殖期從 4 月到 10 月。牠們晚上活動，白天躲在樹上或灌叢休息。雄蛙有單

一鳴囊，晚上常常端坐在蓄水的水桶上、藏身在水域旁的草叢裡，或躲在樹上的葉叢中或樹幹上，發出細小微弱「嘎嘎嘎」連續叫聲。雌蛙受雄蛙叫聲吸引，主動接近雄蛙與之交配，產卵在水邊或樹上。卵塊是圓形泡沫型，直徑約 7-9 公分，剛產的卵塊有黏性，呈黃色或藍灰色。泡沫卵塊外層遇空氣會變乾，但內部保持潮濕，可耐乾旱。雌蛙一年多次產卵，產卵數平均約 600 粒。卵在一星期內孵化成蝌蚪，蝌蚪大型褐色，尾鰭高而薄，吻端有一顆小白點。蝌蚪期約 1.5 個月，但度冬的蝌蚪期可長達半年。蝌蚪對溶氧的需求不高，經常在很多蛙類無法生存的污濁、低溶氧水域環境發現斑腿樹蛙蝌蚪，適應力非常好。

3. 斑腿樹蛙的食性分析

斑腿樹蛙為食性廣泛之非蟻食性蛙類，在非繁殖季空胃率低，為主要進食時段，此時個體會採用坐等方式來狩獵。楊懿如教授研究團隊曾於 2012 年 8 月至 2013 年 7 月在八里挖子尾樣區進行斑腿樹蛙的食性分析。採集並固定 362 隻斑腿樹蛙個體共取得 1,233 個腸胃含物，分析後發現斑腿樹蛙的腸胃含物以節肢動物門(Arthropoda)最多，總計 1,063 個，佔總腸胃含物的 86.21%。節肢動物門中有 86.17% 隸屬於昆蟲綱(Insecta)，可知昆蟲為挖子尾地區斑腿樹蛙族群重要的食物來源。就目階層進一步分析，腸胃含物中數量百分比比較高的前五項依序為蜚蠊目(Blattodea)25.71%、鞘翅目(Coleoptera)15.57%、柄眼目(Stylommatophora)12.98%、鱗翅目(Lepidoptera)10.06%及蜘蛛目(Araneae)9.25%，五項合計佔總腸胃含物數量 82.48%。在蜚蠊目中可鑑定出東方水蠊(*Opisthoplattia orientalis*)和蘇里南潛蠊(*Pycnoscelus surinamensis*)，皆為夜間活動的地棲性昆蟲，在挖子尾地區的棲息環境以地面落葉層為主。在鞘翅目可鑑定出金龜子科(Scarabaeidae)與叩頭蟲科(Elateridae)。柄眼目中主要組成為扁蝸牛科(Bradybaenidae)此類蝸牛殼寬約 1 至 1.5cm，在挖子尾地區經常出現於落葉堆底層、喬木基部及農用蓄水容器周遭等潮濕環境。此外、斑腿樹蛙的腸胃含物也發現少數鉛山壁虎、斯文豪氏攀木蜥蜴，斑腿樹蛙幼蛙以及小雨蛙等個體。

4. 外來入侵種的控制與管理

控制與管理外來入侵種是保育生物多樣性的重要議題。入侵種的控制共有四個重要的階段。第一階段是預防，避免入侵。第二階段是趁著剛入侵、族群量較低時，進行全面根除：2006 年剛發現斑腿樹蛙時，其分布點侷限且族群量不高，應可全面移除，屬於第二階段可根除期。第三階段是入侵種族群已快速增加與擴散，無法根除，需採取圍堵策略，避免進一步擴散：斑腿樹蛙從 2012 年進入控制第三階段以圍堵為主。第四階段則是入侵種族群量已龐大到無法根除及圍堵，必須思考如何進行長期的經營管理，評估保護措施：從 2018 年開

始，全台除了花東以外，各縣市都有斑腿樹蛙分布，斑腿樹蛙的控制進入第四階段長期管理期。

5. 八里挖子尾樣區的兩棲類調查歷史記錄

楊懿如教授研究團隊於 2011 開始在全台各地培訓兩棲類保育志工進行兩棲類普查。團隊選定了八里挖子尾、鶯歌碧龍宮、台中都會公園以及彰化田尾等地進行定期調查和外來入侵種斑腿樹蛙的控制。八里挖子尾樣區在 2011 年開始規畫調查樣區，並從 2012 年至 2017 年間，每個月進行一次兩棲類普查和外來入侵種斑腿樹蛙的控制。2018 年開始，改為在斑腿樹蛙的繁殖季時進行調查與移除控制(4、6、7、8、10 月)。從 2011 年調查至今，八里挖子尾樣區共計發現 12 種蛙類，其中斑腿樹蛙是優勢入侵種；黑眶蟾蜍、中國樹蟾、小雨蛙、澤蛙、貢德氏赤蛙以及長腳赤蛙一直都有發現紀錄；拉都希氏赤蛙、福建大頭蛙、腹斑蛙、褐樹蛙以及虎皮蛙則是曾有紀錄，但最近幾年沒有再發現。

三、研究目的

綜合以上的文獻探討，我們知道八里挖子尾樣區已進行了超過 10 年的兩棲類調查與入侵種斑腿樹蛙的移除控制，我們想瞭解保育志工團隊從每月移除一次斑腿樹蛙調整成繁殖季時移除(4、6、7、8、10 月)，對於八里挖子尾樣區共域蛙種的數量是否有影響。此外、由於斑腿樹蛙與台灣原生種布氏樹蛙有相似的背紋與網狀腿紋，在進行監控與移除時常會誤認。因此我們想要測量與紀錄八里挖子尾樣區斑腿樹蛙的形態特徵，以期找出一套標準，讓民眾得以分辨斑腿樹蛙，使全民皆可為移除斑腿樹蛙奉獻一份心力。最後、我們想以八里挖子尾樣區為例，建立一套有效防治斑腿樹蛙的策略，以作為其他地區防治的參考。茲將本研究的目的條列如下：

1. 調查八里挖子尾樣區的兩棲類生態
2. 調查斑腿樹蛙的形態特徵與生態習性
3. 擬定控制斑腿樹蛙族群的有效策略

貳、研究設備及器材

一、調查八里挖子尾樣區的兩棲類生態

兩棲類調查從日落後開始，所需要的調查設備與器材如下：

- (一)照明設備:頭燈、手電筒。
- (二)防水裝備:涉水褲、雨衣、雨傘。
- (三)紀錄器材:手機、相機。
- (四)採集設備:洗衣網、手撈網、水桶。
- (五)防蚊裝備與藥品:防蚊帽、手套、防蚊液、蚊蟲叮咬藥膏。

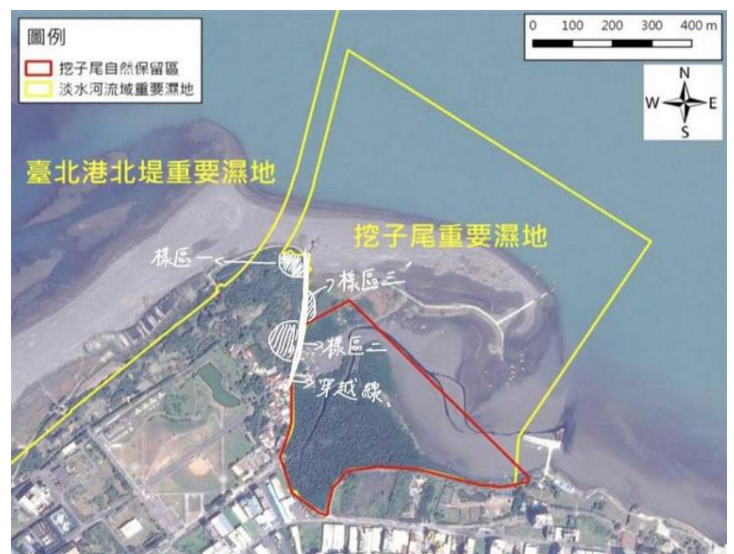
二、調查斑腿樹蛙的形態特徵與生態習性

夜間調查時，若發現入侵種斑腿樹蛙便將斑腿樹蛙捉入洗衣網中，暫時飼養在養殖箱中。測量斑腿樹蛙形態特徵所需的設備包含：養殖箱、數位游標尺、電子秤、相機。

參、研究過程或方法

一、八里挖子尾調查樣區的挑選

2022年2月20日下午第一次到八里挖子尾樣區進行樣區探勘。到了當地，我們先觀察、拍照以及記錄當地的生態環境。樣區依照植被類型進行劃分，分為樣區一、樣區二以及樣區三，其中樣區一又分成樣區1-1、樣區1-2以及樣區一中間。樣區的相對位置與空拍照片如右圖所示。使用 Google 地圖估算樣區面積以及每次調查的移動距離，我們調查的總面積約為 6304.47 平方公尺，調查期間移動距離約為 920 公尺。











以下針對各樣區的棲地類型加以說明：

(一)樣區一：

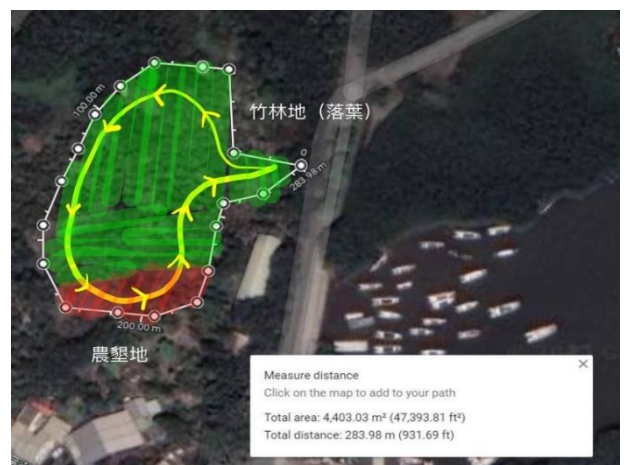
樣區一的相對位置與空拍照片繪製如右圖。棲地的照片如下圖所示，包含農墾地（圖 1-1）、竹林地（圖 1-2）、防風林（圖 1-3）以及暫時性水域（圖 1-4）。農墾地的經濟作物包含香蕉、木瓜、竹子、芋頭以及葉菜類等植物；竹林地種植大批竹子，底層長有蕨類植物、鬼針草、月桃等植物；防風林的樹種以黃槿為主；竹林地有保育志工研究團隊放置的水桶，農墾地內也有蓄水池以及大型水桶儲存灌溉用水。調查時我們從土地公廟進入樣區一，先去查看兩棲類保育協會放置的水桶，接著進入旁邊的防風林，之後穿過一段竹林地進到農墾地，最後走原路回到土地公廟結束樣區一的調查。



圖 1-1 農墾地	圖 1-2 竹林地	圖 1-3 防風林	圖 1-4 暫時性水域
			
			

(二)樣區二：

樣區二的相對位置與空拍照片繪製如右圖。棲地的照片如下圖所示，包含竹林地（圖 2-1）、農墾地（圖 2-2）以及暫時性水域（圖 2-3）。此區的竹林地種植大批竹子，底層多為竹子落葉，少有草本植物生長，與樣區一的竹林地的底層植被明顯不同；農墾地範圍較小，有種植木瓜及葉菜類植物；竹林地與農墾地均有大型水桶儲存農業灌蓋用水。調查時我們沿著樣區繞一圈後回到入口處。

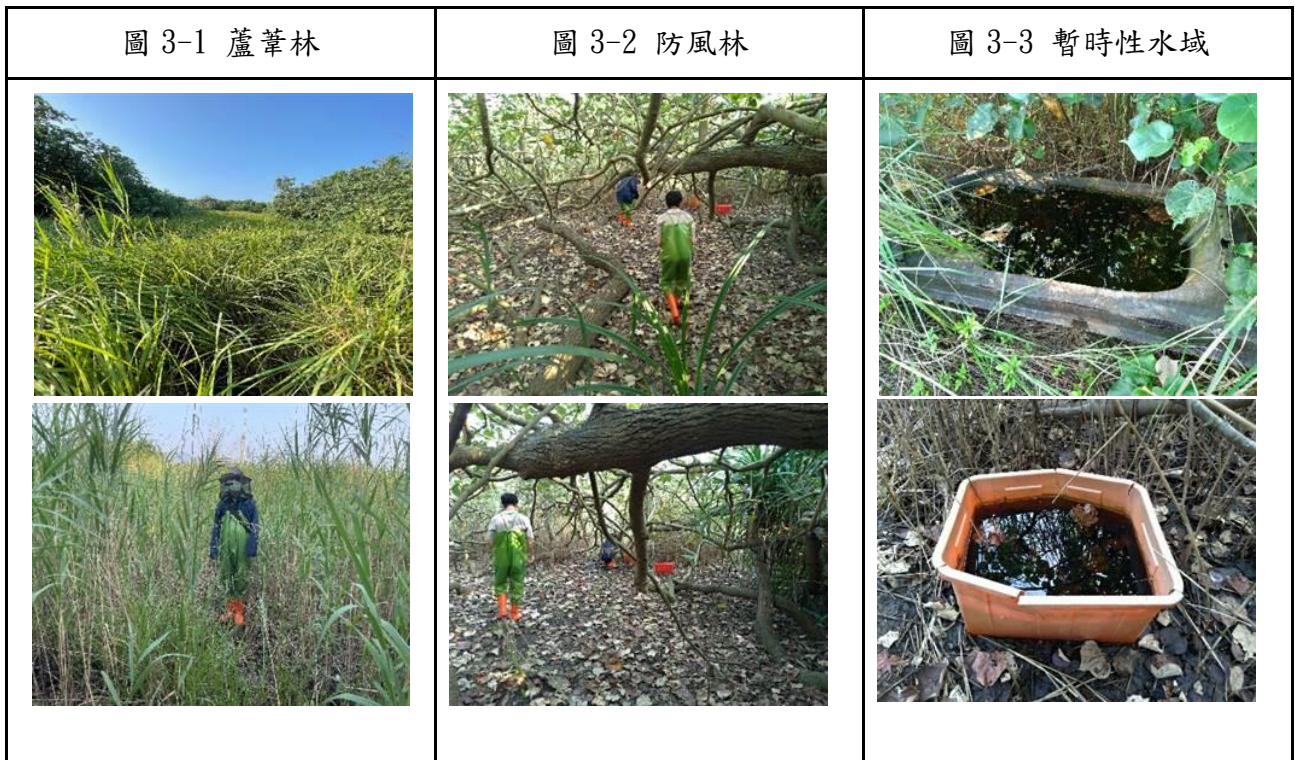




(三)樣區三：

樣區三的相對位置與空拍照片繪製如右圖。棲地的照片如下圖所示，包含蘆葦林（圖 3-1）、防風林（圖 3-2）以及暫時性水域（圖 3-3）。本區有大片的蘆葦林，蘆葦的高度約為 180cm，若遇到下雨，蘆葦林的底層會積水並形成大片的暫時性水域。此區防風林的樹種主要是黃槿，也可發現許多林投伴生在防風林中；此樣區除了蘆葦林底層會因降雨形成暫時性水域外，亦有保育志工放置的大型水桶以及廢棄的浴缸可收集雨水。調查時我們會先走一段蘆葦林到防風林，接著走一段比較矮的蘆葦林到廢棄浴缸，然後穿越防風林，回到馬路上。





(四) 穿越線：

穿越線的相對位置與空拍照片繪製如右圖。穿越線為樣區三與樣區一、二的交界地帶，鋪有柏油路面，路面寬廣可容許汽車通過。穿越線兩側的植被茂密，植物種類包含黃槿，林投，月桃等植物，若下大雨路旁的低窪地區則會積水並出現暫時性水域。穿越線全貌（圖 4-1），鄰近樣區三的植被（圖 4-2）以及鄰近樣區二的植被（圖 4-3）如下圖所示。



二、八里挖子尾樣區兩棲類生態的調查作業流程。

本研究剛開始調查時間為 2022 年 2 月，成員為三位組同學加一位老師。我們在日落後進行調查，調查開始時間約為晚上七點。調查時 3 位組員形成縱隊進行調查。其中 2 位組員負責搜尋樣區中的兩棲類，1 位組員負責以錄音的方式記錄當天的調查結果，內容包含發現的兩棲類的種類、紀錄的時間以及發現的位置。調查過程如果發現外來入侵種斑腿樹蛙，則以徒手捕捉的方式，先將斑腿樹蛙收集在洗衣網中並帶回家中暫時飼養。調查結束後，聽取調查錄音檔並將錄音內容整理成附件一、兩棲類定點及穿越線監測調查表，以利後續分析。

三、紀錄八里挖子尾樣區斑腿樹蛙的形態特徵

每次兩棲類調查後，以電子秤測量斑腿樹蛙的體重、數位游標尺測量斑腿樹蛙的吻肛長以及嘴巴寬度並拍照記錄斑腿樹蛙背部的花紋、腿紋以及虹膜特徵。

1. 測量斑腿樹蛙重量	2. 以游標尺測量吻肛長	3. 以游標尺測量嘴寬
		
4. 記錄分類斑腿背部花紋	5. 記錄分類斑腿的腿紋	6. 記錄分類斑腿的瞳孔
		

四、紀錄八里挖子尾樣區斑腿樹蛙卵泡的形態特徵與卵的孵化率

在繁殖季節，若發現斑腿樹蛙的卵泡，則帶回家中進行後續的觀察與測量。卵泡的觀察紀錄包含卵泡的顏色以及形態特徵，卵泡的含卵數量以及卵泡的孵化率。卵泡的孵化率計算方式說明如下：將單一個卵泡放置於養殖盆中，每天紀錄卵泡孵化成蝌蚪的數量於紀錄表中（如附件二），並將孵出的蝌蚪撈出。若卵粒放置十天後沒有孵化，則視為死亡。孵化率的計算方式為：蝌蚪孵化數量/卵粒總數。

五、八里挖子尾樣區斑腿樹蛙的處置方式

斑腿樹蛙雖為外來入侵種，但仍是具有生命的動物，不應該加以虐待！我們將捕捉的斑腿樹蛙放到洗衣網，帶回家中飼養一段時間進行觀察與紀錄。飼養斑腿樹蛙的養殖箱，長寬高為56cm*40cm*30cm。養殖箱的頂部以圓規刀切出直徑14公分的洞並以自製的蓋子套入絲襪以封住頂部。養殖箱的側邊以電鑽鑽出小孔以利空氣流通，底部側邊挖一圓孔，平時以矽膠軟木塞塞住，清洗養殖箱時，污水則可由此洞流出。每2天以麵包蟲餵養斑腿樹蛙，飼養箱則3天沖洗一次。養殖過程中，若遇斑腿樹蛙死亡，則以雙層塑膠袋包住，暫時放入冰箱冷凍櫃中。完成觀察與紀錄後，將斑腿樹蛙活體與死亡冷凍的個體轉交給東華大學楊懿如教授研究團隊。



肆、研究成果

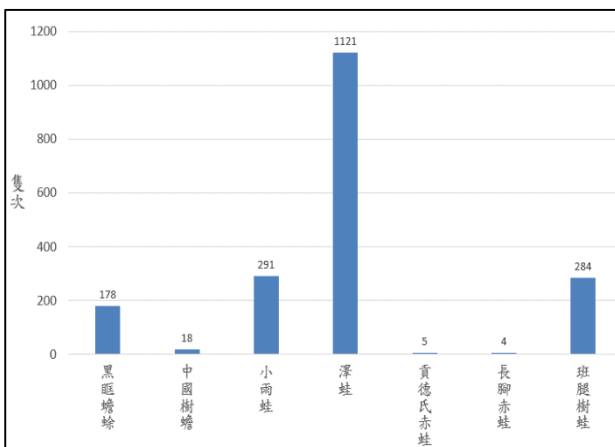
一、調查八里挖子尾樣區的兩棲類生態

(一)八里挖子尾樣區的共域蛙類組成

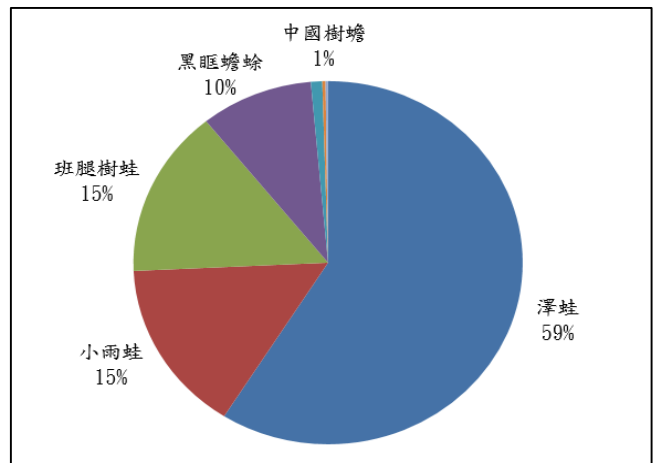
根據 2022/2/25 到 2023/2/10 在的八里挖子尾樣區的調查，我們一共發現 6 科 7 種無尾目兩棲類，分別是蟾蜍科的黑眶蟾蜍(*Duttaphrynus melanostictus*)、樹蟾科的中國樹蟾(*Hyla chinensis*)、狹口蛙科的小雨蛙(*Microhyla fissipes*)、叉舌蛙科的澤蛙(*Fejervarya limnocharis*)、赤蛙科的貢德氏赤蛙(*Hylarana guentheri*)、長腳赤蛙(*Rana longicrus*)以及樹蛙科的外來入侵種斑腿樹蛙(*Polypedates megacephalus*)。各物種數量及比例包括：黑眶蟾蜍 178 隻次(9.4%)、中國樹蟾 18 隻次(0.9%)、小雨蛙 291 隻次(15.3%)、澤蛙 1121 隻次(59%)、貢德氏赤蛙 5 隻次(0.3%)、長腳赤蛙 4 隻次(0.2%)以及斑腿樹蛙 284 隻次(14.9%)(如表一、圖一、圖二、圖三)。

表一、八里挖子尾樣區各次調查物種與數量表

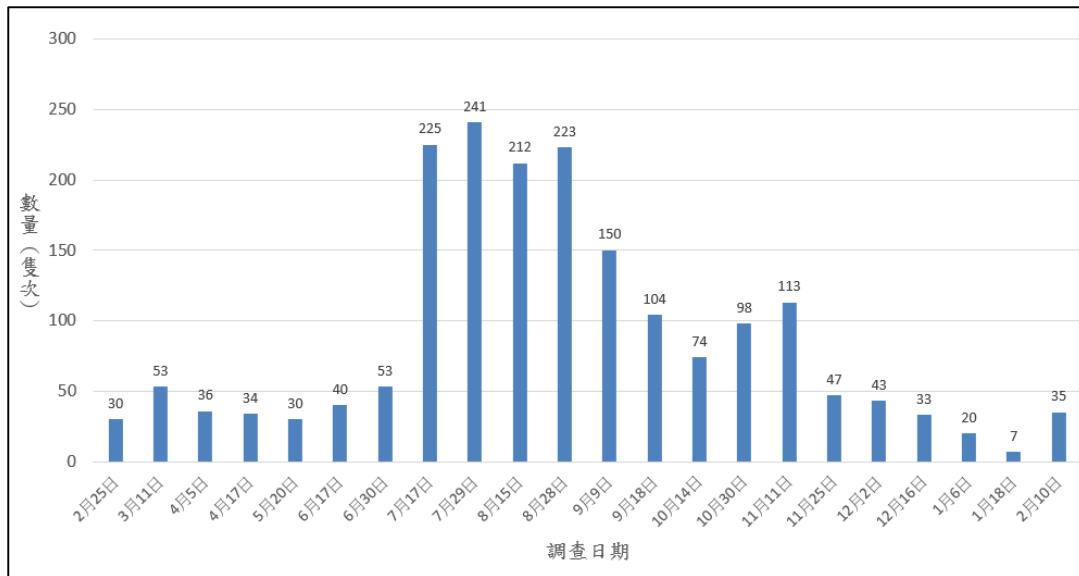
物種	調查日期																				總計 隻次	比例 %		
	2/25	3/11	4/5	4/17	5/20	6/17	6/30	7/17	7/29	8/15	8/28	9/9	9/18	10/14	10/30	11/11	11/25	12/2	12/16	1/6			1/18	2/10
黑眶蟾蜍	1	1	2	1	6	8	7	26	35	19	16	14	16	3	7	4	3	1	7	0	0	1	178	9.4
中國樹蟾	3	0	3	0	0	1	3	1	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	3	18	0.9
小雨蛙	20	27	11	14	3	1	2	20	21	22	23	16	12	11	14	23	4	11	6	8	2	20	291	15.3
澤蛙	5	8	6	1	2	6	24	150	168	156	163	112	70	55	66	45	34	21	14	7	2	6	1121	59.0
貢德氏赤蛙	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0.3
長腳赤蛙	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	4	0.2
斑腿樹蛙	1	17	14	18	19	24	17	26	15	12	21	8	5	4	11	40	6	10	6	4	2	4	284	14.9
總計	30	53	36	34	30	40	53	225	241	212	223	150	104	74	98	113	47	43	33	20	7	35	1901	



圖一、八里挖子尾樣區各種兩棲類物種數量



圖二、八里挖子尾樣區各種兩棲類數量比率圖



圖三、八里挖子尾樣區各次調查兩棲類數量

(二)八里挖子尾樣區共域蛙種的比率變化

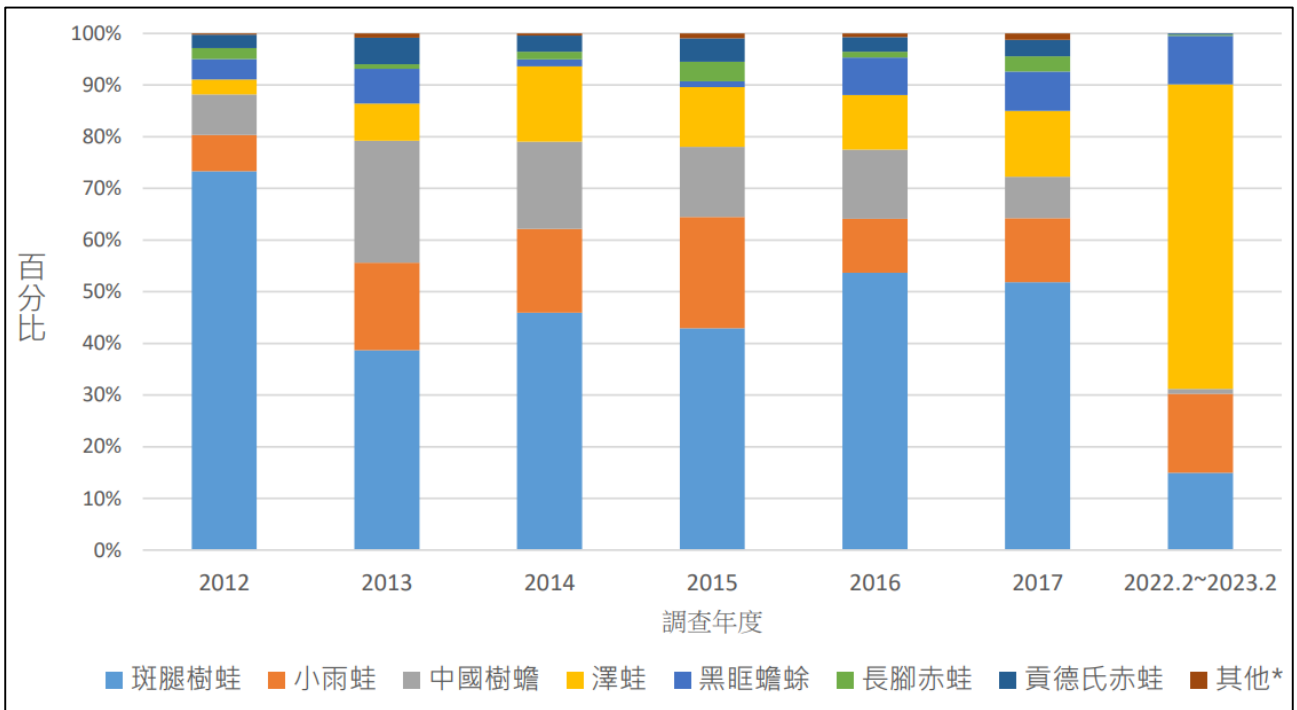
為了比較八里挖子尾樣區與斑腿樹蛙共域蛙種的比率變化情形，我們比較了本研究的調查結果與歷年的調查資料。楊懿如教授研究團隊從 2011 年開始規畫調查八里挖子尾樣區，2012~2017 年期間，每月調查一次，2018 之後調整為 4、6、7、8、10 月調查。因此、本研究只與 2012~2017 年的文獻資料做比較（如表二、圖四）。

表二、八里挖子尾樣區共域蛙種的數量變化情形

調查年度 紀錄物種	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2022. 2~2023. 2
斑腿樹蛙	888	685	718	227	437	422	284
小雨蛙	85	300	253	114	85	101	291
中國樹蟾	95	418	264	72	109	65	18
澤蛙	35	128	227	61	86	104	1121
黑眶蟾蜍	48	119	22	6	59	62	178
長腳赤蛙	26	15	23	20	9	24	4
貢德氏赤蛙	31	91	49	24	23	26	5
其他*	3	15	6	5	6	10	0

註1：其他包含腹斑蛙、福建大頭蛙、拉都希氏赤蛙、褐樹蛙以及虎皮蛙。

註2：2012~2017的調查資料由楊懿如教授研究團隊提供。



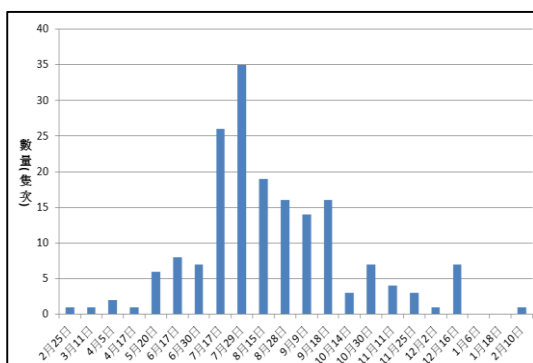
圖四、八里挖子尾樣區與斑腿樹蛙共域蛙種比率變化圖

(三)八里挖子尾樣區兩棲類物種出現數量、棲地偏好與調查月份的關係

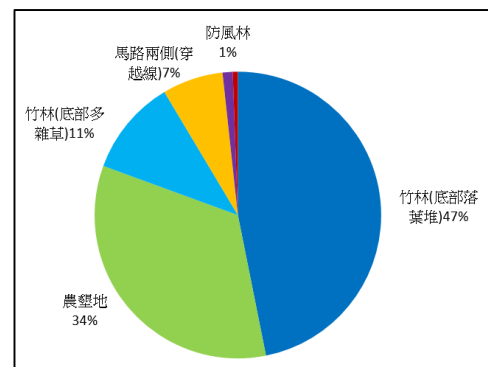
以下針對各種兩棲類物種出現的數量，發現的棲地類型與調查月份的關係進行說明。

1. 黑眶蟾蜍

右圖為黑眶蟾蜍的相片。在調查期間，我們一共目視記錄到黑眶蟾蜍 178 隻次。調查日期與黑眶蟾蜍出現數量的關係如左下圖所示：7~8 月記錄到黑眶蟾蜍的數量最多，其次為 9 月。黑眶蟾蜍在各樣區出現的比例如右下圖所示：在竹林(底部落葉堆)是最容易發現黑眶蟾蜍的棲息地類型、約占 47%，其次依序為農墾地、約占 34% 以及竹林(底部多雜草)、約占 11% (如圖五、圖六)。



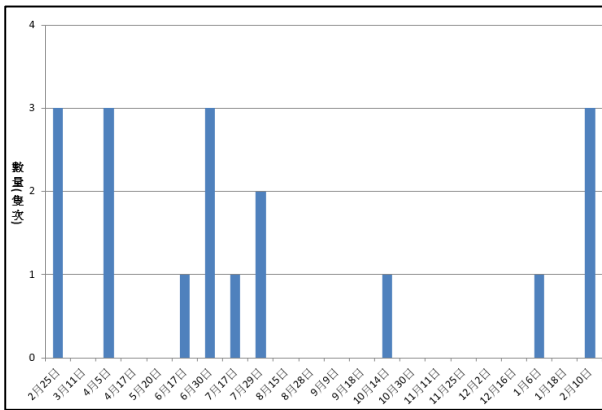
圖五、調查日期與黑眶蟾蜍出現的關係圖



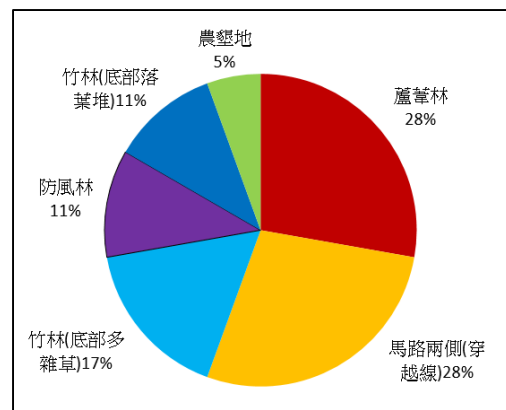
圖六、黑眶蟾蜍出現在各樣區的比率

2. 中國樹蟾

中國樹蟾為八里挖子尾樣區原生的樹棲性兩棲類，右圖為中國樹蟾的相片。在調查期間，我們一共目視記錄到中國樹蟾 18 隻次。調查日期與中國樹蟾出現數量的關係如左下圖所示：2 月、4 月、6 月以及 7 月的調查，均有超過 2 隻以上的紀錄。中國樹蟾在各樣區出現的比例如右下圖所示：在樣區三蘆葦林旁邊的灌木上以及馬路 2 側的灌木上是發現中國樹蟾最多的棲息地類型、各占約 28%；其次為樣區一的竹林上、約占 17% (如圖七、圖八)。



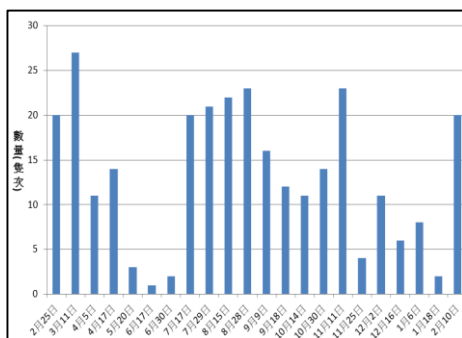
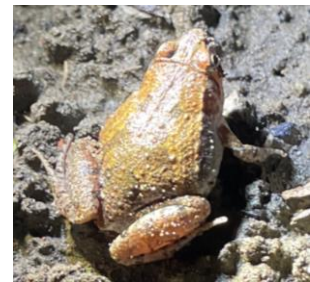
圖七、調查日期與中國樹蟾出現的關係圖



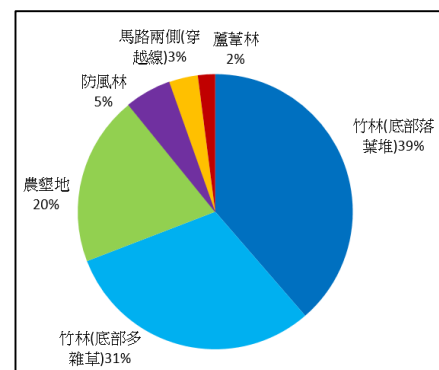
圖八、中國樹蟾出現在各樣區的比率

3. 小雨蛙

右圖為小雨蛙的相片。在調查期間，我們一共目視記錄到小雨蛙 291 隻次。調查日期與小雨蛙出現數量的關係如左下圖所示：7-8 月記錄到小雨蛙的數量最多，另外、11 月、2 月以及 3 月的調查也都記錄到接近或超過 20 隻次的小雨蛙。小雨蛙在各樣區出現的比例如右下圖所示：在竹林底層是最容易發現小雨蛙的棲息地類型、約占 70%，其次為農墾地、約占 20% (如圖九、圖十)。



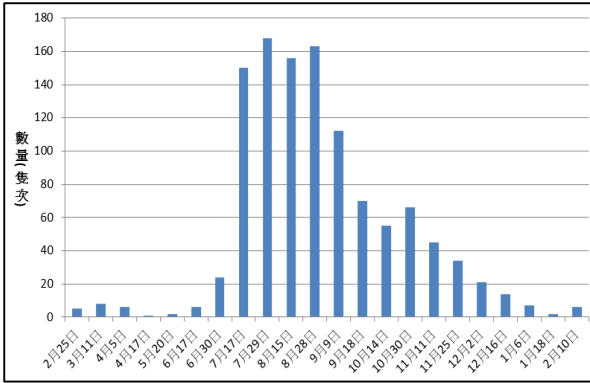
圖九、調查日期與中國樹蟾出現的關係圖



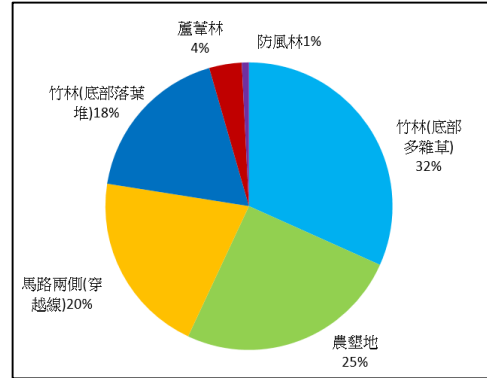
圖十、中國樹蟾出現在各樣區的比率

4. 澤蛙

右圖為澤蛙的相片。在調查期間，我們一共目視記錄到澤蛙 1121 隻次。調查日期與澤蛙出現數量的關係如左下圖所示：7~8 月記錄到澤蛙的數量最多，其次依序為 9 月以及 10 月。澤蛙在各樣區出現的比例如右下圖所示：在竹林(底部多雜草)底層是最容易發現澤蛙的棲息地類型、約占 32%、其次依序為農墾地、約占 25% 以及馬路 2 側的草地上、約占 20%(如圖十一、圖十二)。



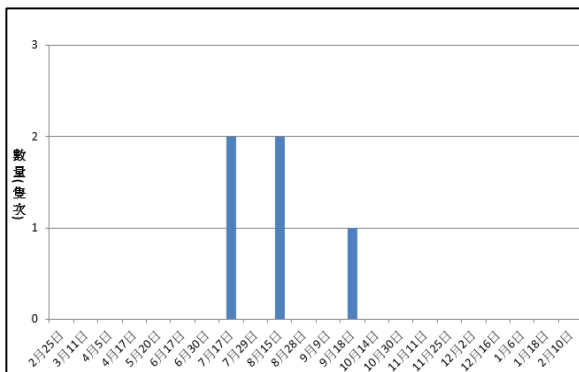
圖十一、調查日期與澤蛙出現的關係圖



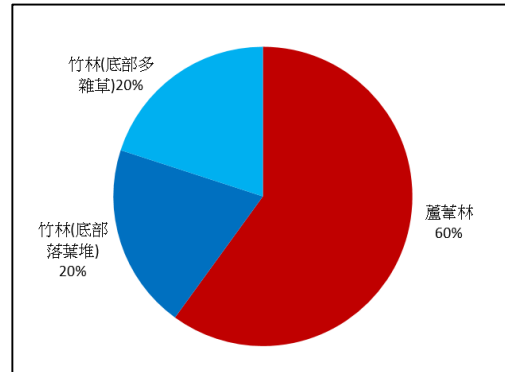
圖十二、澤蛙出現在各樣區的比率

5. 貢德氏赤蛙

右圖為貢德氏赤蛙的相片。在調查期間，我們只有目視記錄到貢德氏赤蛙 5 隻次。調查日期與貢德氏赤蛙出現數量的關係如左下圖所示：只有 7 月、8 月以及 9 月的調查有發現紀錄。貢德氏赤蛙在各樣區出現的比例如右下圖所示：在樣區三蘆葦林兩棲類保育志工放置的水桶裡，發現 3 隻次，約占 60%；在樣區一竹林底層的水桶裡以及樣區二竹林的農業灌溉水桶裡，各發現 1 隻次，各占 20%。(如圖十三、圖十四)



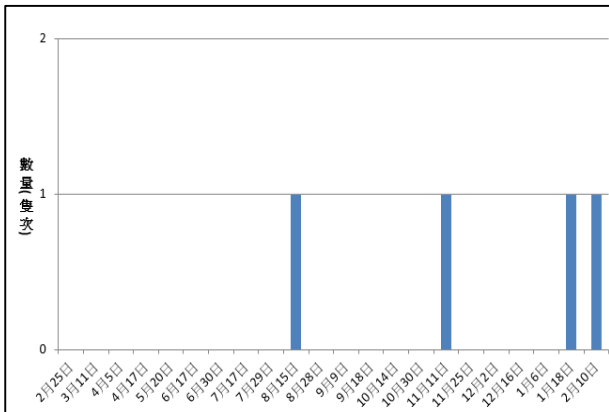
圖十三、調查日期與貢德氏赤蛙出現的關係圖



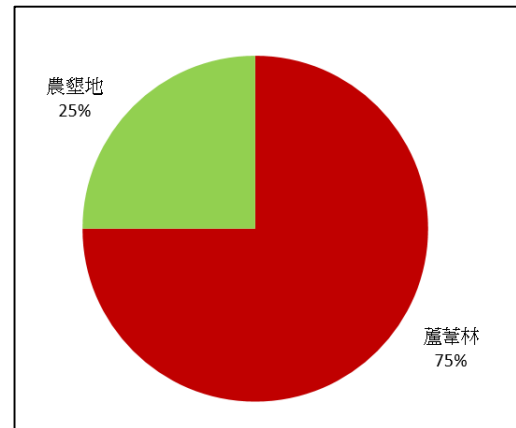
圖十四、貢德氏赤蛙出現在各樣區的比率

6. 長腳赤蛙

右圖為長腳赤蛙的相片。在調查期間，我們只有目視記錄到長腳赤蛙 4 隻次。調查日期與長腳赤蛙出現數量的關係如左下圖所示：只有 8 月、11 月、1 月以及 2 月的調查各記錄到 1 隻次。長腳赤蛙在各樣區出現的比例如右下圖所示：在樣區三蘆葦林的廢棄浴缸上，發現 3 隻次，占 75%；在樣區一農墾地入口的草叢發現 1 隻次，占 25%（如圖十五、圖十六）。



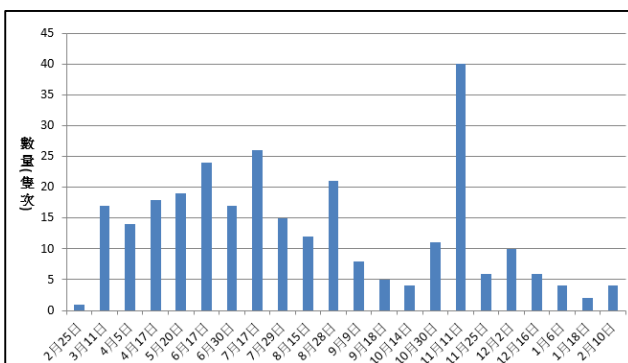
圖十五、調查日期與長腳赤蛙出現的關係圖



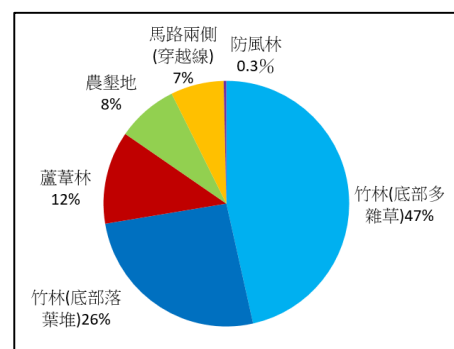
圖十六、長腳赤蛙出現在各樣區的比率

7. 斑腿樹蛙

右圖為斑腿樹蛙的相片。在調查期間，我們一共目視記錄到斑腿樹蛙 284 隻次。調查日期與斑腿樹蛙出現數量的關係如左下圖所示：3~8 月的調查，每次發現的數量都超過 10 隻次，9 月調查的數量略有減少，但在 11/11 的調查，卻記錄到最多的數量，共計 40 隻次。斑腿樹蛙在各樣區出現的比例如右下圖所示：在竹林中的竹子上是最容易發現斑腿樹蛙的棲息地類型、約共占 73%，其次依序為蘆葦林、約占 12%（如圖十七、圖十八）。



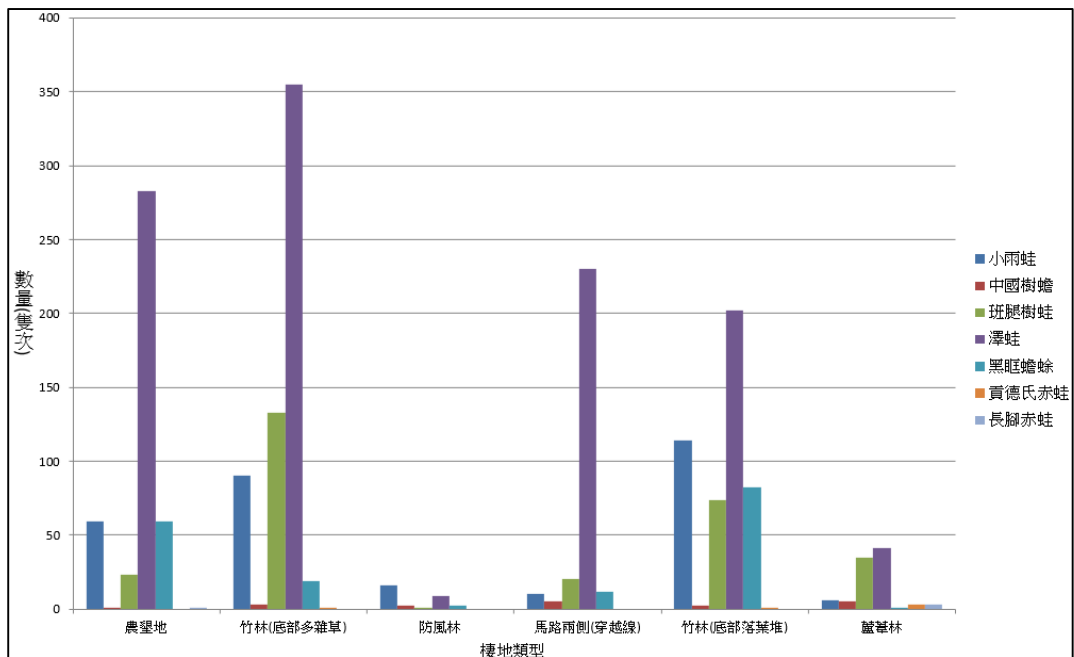
圖十七、調查日期與斑腿樹蛙出現的關係圖



圖十八、斑腿樹蛙出現在各樣區的比率

(四)八里挖子尾樣區各棲地的優勢種兩棲類

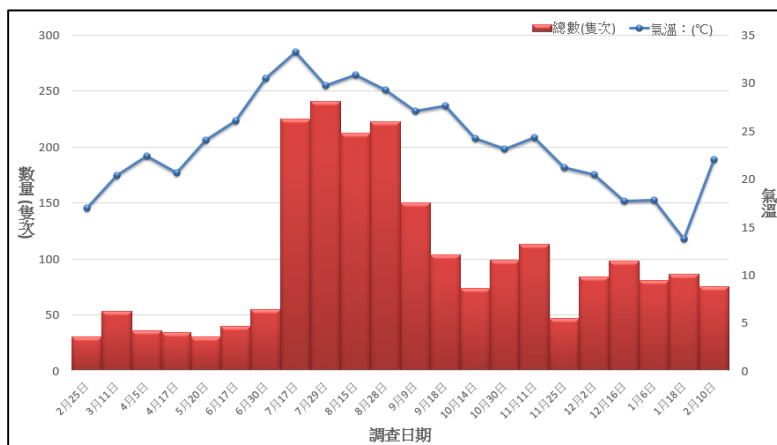
八里挖子尾樣區兩棲類出現數量與棲地類型的關係，如下圖所示。各樣區記錄到的兩棲類物種多樣性以蘆葦林最高、共記錄到 7 種，其次依序為：樣區一農墾地 6 種、樣區一竹林 6 種、樣區二竹林 6 種、穿越線 5 種以及防風林 5 種。除了防風林外、在各棲地記錄到數量最多的底棲性兩棲類都是澤蛙；數量最多的樹棲性兩棲類都是斑腿樹蛙（如圖十九）。



圖十九、八里挖子尾樣區兩棲類出現數量與棲地類型的關係

(五)八里挖子尾樣區兩棲類數量與溫濕度的關係

八里挖子尾樣區每次兩棲類調查的數量與溫度的分布，如下圖所示(如圖二十)。在調查期間，紀錄到最低氣溫為 13.7°C，最高氣溫為 33.2°C。分析兩棲類調查數量與氣溫的關係時，發現兩者為中度線性正相關，相關係數為 0.63。調查期間，相對溼度最低為 41%，最高為 98%。在此範圍內，相對濕度與兩棲類數量的線性相關性低，相關係數為 0.05。

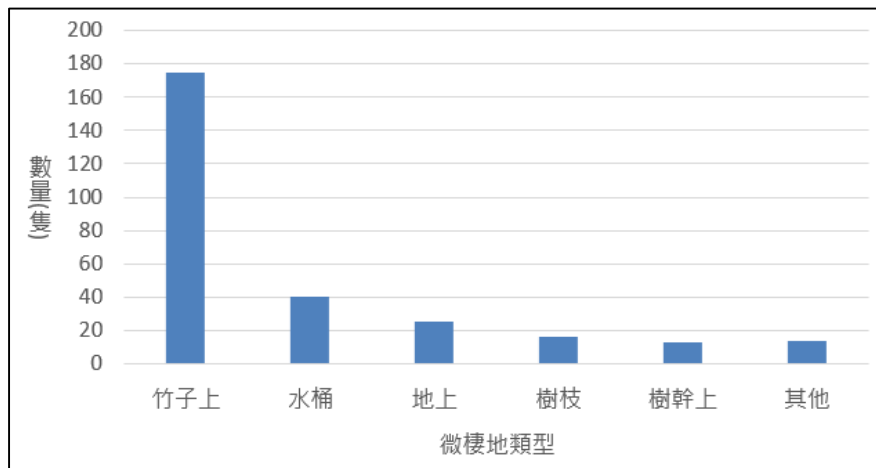


圖二十、八里挖子尾樣區兩棲類調查數量與溫度的關係

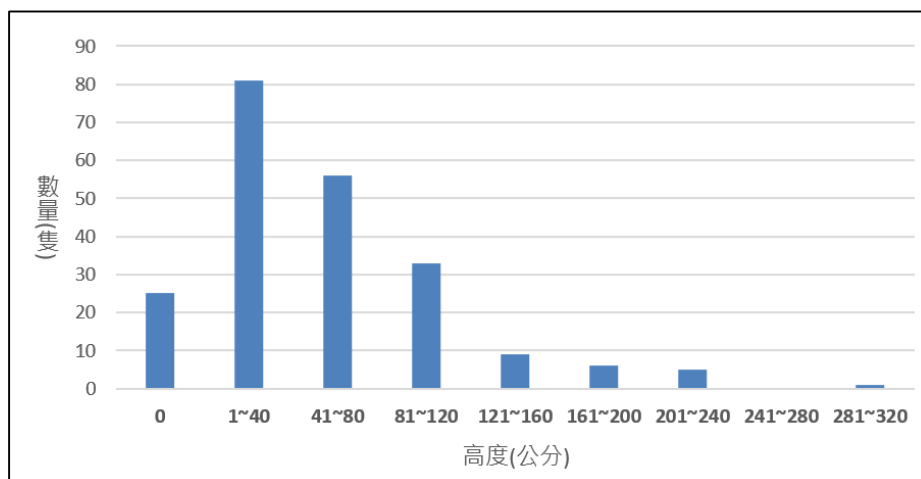
二、調查斑腿樹蛙的形態特徵與生態習性

(一)斑腿樹蛙出現的微棲地類型分析

研究期間共記錄到 283 筆發現斑腿樹蛙位置的資料。斑腿樹蛙出現在各種微棲地的數量如下圖所示(圖二十一)。在竹林內的竹子上目視發現斑腿樹蛙的機率最高、有 175 隻(61.8%)；其次依序為水桶等積水容器有 40 隻(14.1%)；地上有 25 隻(8.8%)；樹枝上有 16 隻(5.7%)；樹幹上有 13 隻(4.6%)；其他微棲地則包含樹洞裡或竹節裡有 14 隻(4.9%)。在調查期間，一共記錄到 216 筆斑腿樹蛙出現高度的資料。發現斑腿樹蛙時、它在竹子或其他植物上的高度分布，如下圖所示(圖二十二)。目測觀察斑腿樹蛙出現的高度以 1~40 公分的頻率最高、有 81 隻(37.5%)；其次依序為 41~80 公分、有 56 隻(25.9%)；81~120 公分、有 33 隻(15.3%)；121~160 公分、有 9 隻(4.2%)；161~200 公分、有 6 隻(2.8%)；201~240 公分、有 5 隻(2.3%)；281~320 公分、有 1 隻(0.5%)。觀察到斑腿樹蛙出現的最高高度約為 3 公尺高。



圖二十一、斑腿樹蛙出現的微棲地分布圖



圖二十二、斑腿樹蛙在植物上的高度分布

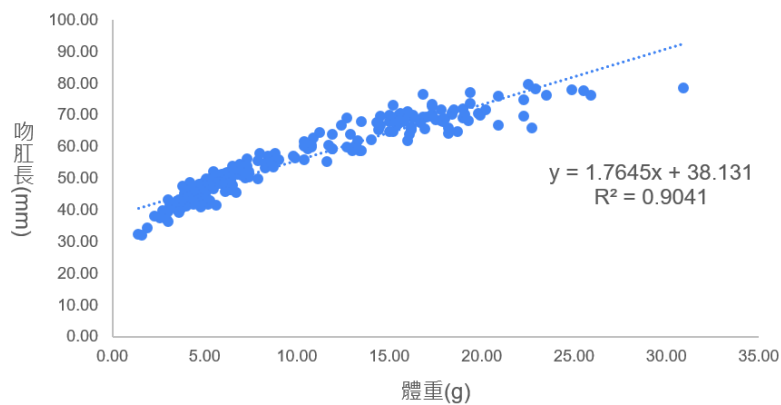
(二)八里挖子尾樣區斑腿樹蛙成蛙的形態特徵

1. 八里挖子尾樣區斑腿樹蛙的雌/雄性別比例

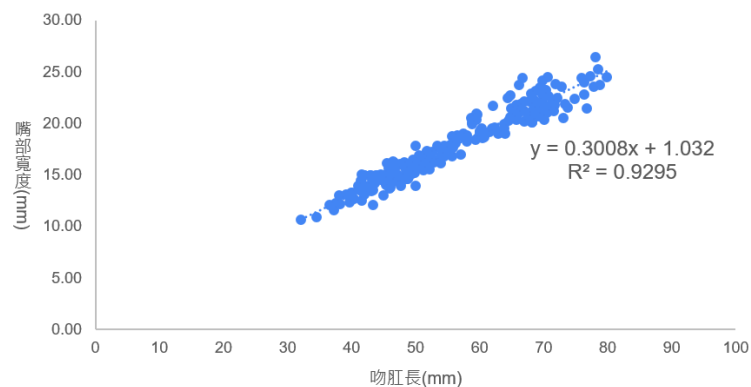
在繁殖期，雄蛙會鳴叫求偶，在咽喉處有明顯的外鳴囊，此處皮囊色澤較深。雌蛙的體型比雄蛙大，沒有鳴囊，在繁殖期肚子中會有卵粒。體型太小的幼蛙以及非繁殖季的斑腿樹蛙，因鳴囊不明顯而無法正確分辨性別，但是整體而言，雄蛙的數量多於雌蛙。

2. 斑腿樹蛙的吻肛長與體重及嘴部寬度的關係

調查期間共紀錄 233 筆斑腿樹蛙的吻肛長、嘴寬與體重的資料。斑腿樹蛙體重與吻肛長的關係以及斑腿樹蛙吻肛長與嘴部寬度的關係，如下圖所示。採集紀錄到斑腿樹蛙的吻肛長，最大為 79.82mm，最小為 32.13mm；體重最重為 30.9g，最輕為 1.4g；嘴巴寬度最寬 26.47mm，最窄為 9.93mm。由下圖可知，斑腿樹蛙的體重與吻肛長呈現高度線性正相關，相關係數 0.90；斑腿樹蛙的吻肛長與嘴巴寬度亦呈現高度線性正相關，相關係數 0.93。



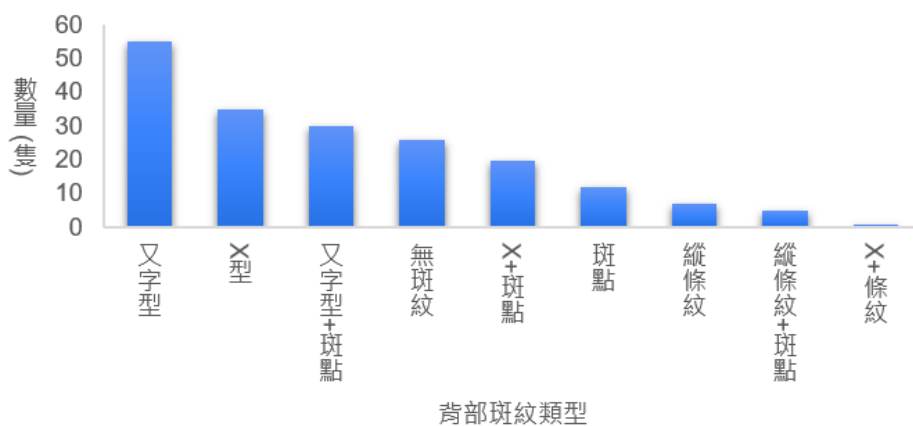
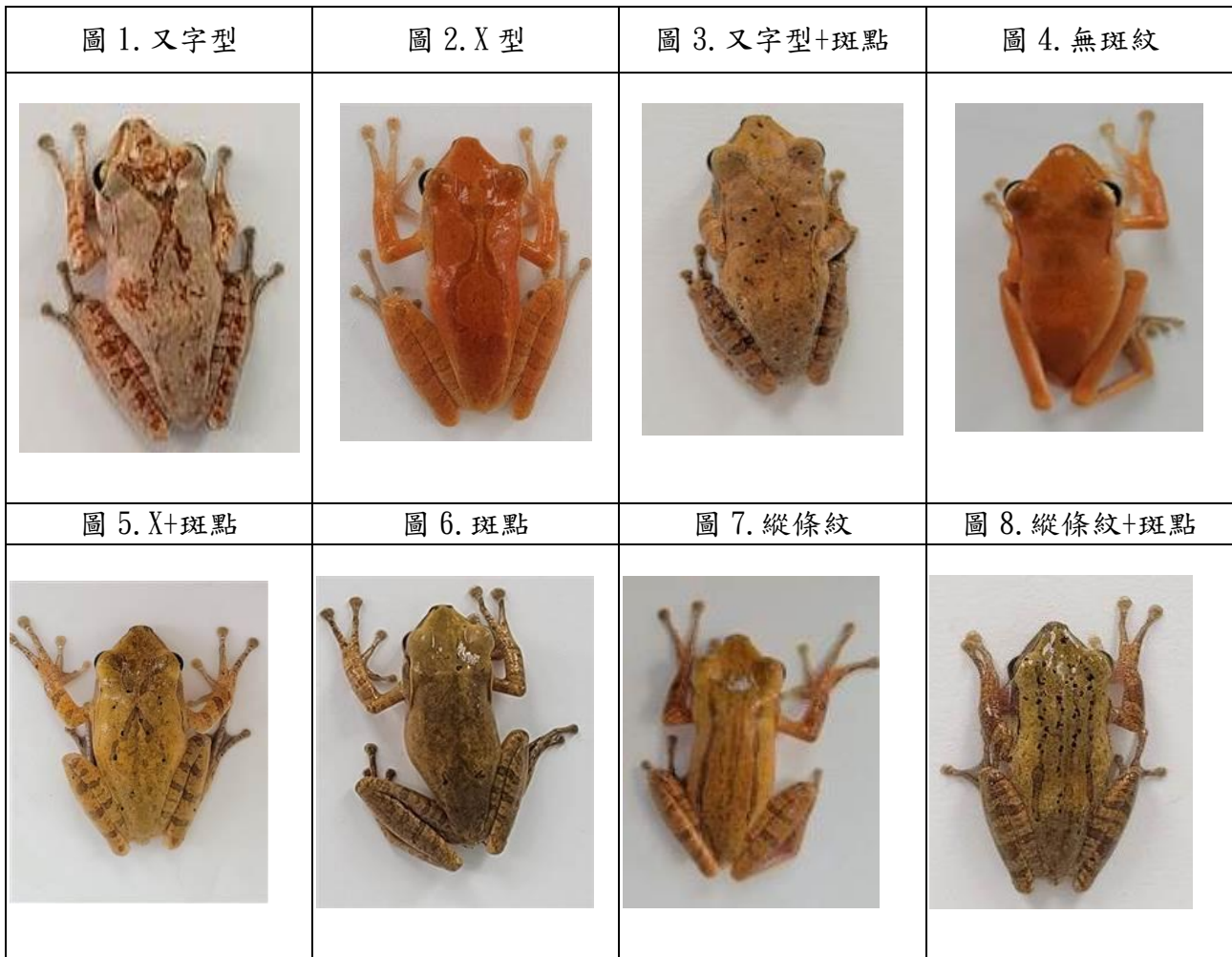
圖二十三、斑腿樹蛙體重與吻肛長之相關性



圖二十四、斑腿樹蛙吻肛長與嘴部寬度之相關係數

















3. 八里挖子尾樣區斑腿樹蛙的體紋特徵

(1) 調查期間一共紀錄到 191 隻斑腿樹蛙的體紋資料。斑腿樹蛙背部斑紋類型如下圖 1~8 所示。斑腿樹蛙背部體紋類型主要包含又字型、X 型、又字型+斑點、無斑紋、X+斑點、斑點、縱條紋以及縱條紋+斑點。分析 191 隻斑腿樹蛙的背部斑紋資料發現，體紋特徵為又字型有 55 隻(28.80%) 占比最高，其次依序為 X 型有 35 隻(18.3%)，又字型+斑點有 30 隻(15.7%) 以及無斑紋有 26 隻(13.6%)(圖二十五)。



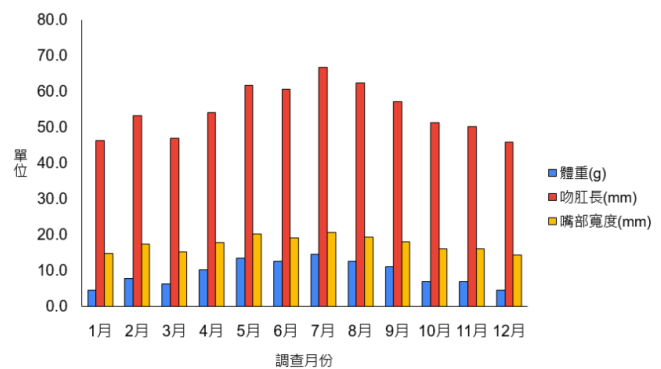
圖二十五、斑腿樹蛙背紋類型分布圖

(2)調查期間記錄到的斑腿樹蛙腿部花紋類型如下圖表示。有些個體大腿內側的斑紋，網紋不明顯，類似黑底白點，如圖 1-1~圖 1-4；有些個體的網紋特徵較為明顯，如圖 4-2~圖 4-4。

圖 1-1	圖 1-2	圖 1-3	圖 1-4
			
圖 2-1	圖 2-2	圖 2-3	圖 2-4
			
圖 3-1	圖 3-2	圖 3-3	圖 3-4
			
圖 4-1	圖 4-2	圖 4-3	圖 4-4
			

(三)斑腿樹蛙的平均體重、吻肛長、嘴部寬度與出現月份的關係

每個月紀錄的斑腿樹蛙平均體重、平均吻肛長以及平均嘴部寬度都在七月時來到了高峰(如圖二十六)。我們可以發現斑腿樹蛙在 5 月~8 月，出現個體的平均吻肛長均大於 60mm。我們推測在繁殖季時，斑腿樹蛙族群中，體型較大的雌蛙出來覓食或被雄蛙鳴叫聲所吸引而出現。



圖二十六、斑腿樹蛙的平均體重、吻肛長、嘴部寬度與出現月份的關係

(四)八里挖子尾樣區斑腿樹蛙卵泡的形態特徵與卵的孵化率

1. 發現卵泡的位置以及卵泡的形態特徵如下圖所示。在八里挖子尾樣區，卵泡主要發現的位置是農墾地的儲水桶、保育志工團隊放置的水桶，少數的卵泡可以在儲水桶或暫時性水域上方的樹枝上發現。由調查發現，卵泡的顏色有黃色以及藍黑色 2 種。

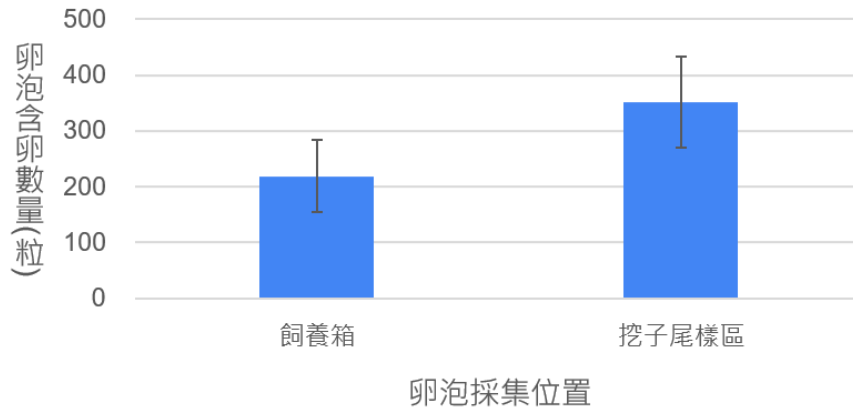
1. 飼養產下黃色卵泡	2. 飼養產下黃色卵泡	3. 飼養產下黃色卵泡	4. 飼養產下藍黑色卵泡
			
5. 儲水桶黃色卵泡	6. 儲水桶黃色卵泡	7. 儲水桶黃色卵泡	8. 儲水桶黃色卵泡
			
9. 儲水桶藍黑色卵泡	10. 儲水桶藍黑色卵泡	11. 儲水桶藍黑色卵泡	12. 儲水桶藍黑色卵泡
			
13. 儲水桶黃色卵泡	14. 儲水桶黃色卵泡	15. 儲水桶黃色卵泡	16. 儲水桶黃色卵泡
			
17. 儲水桶黃色卵泡	18. 儲水桶黃色卵泡	19. 樹枝上藍黑色卵泡	20. 樹枝上黃色卵泡
			

2. 八里挖子尾樣區斑腿樹蛙卵泡中含卵數量以及孵化率

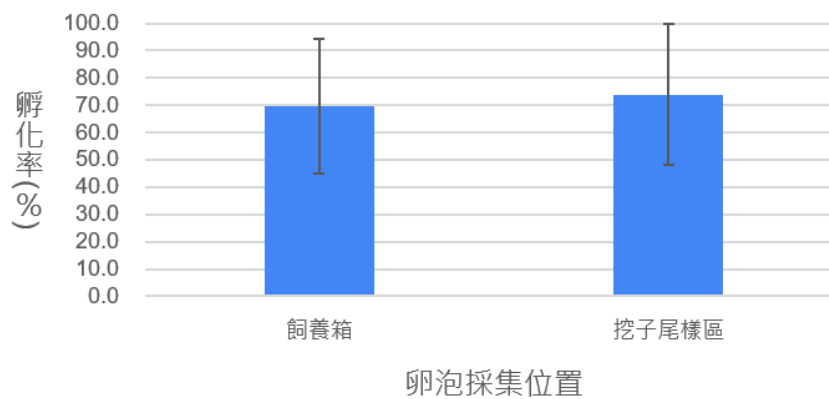
研究調查期間，共計採集到 23 顆卵泡，其中 14 顆採集自飼養箱(編號養 1~養 14)、另外 9 顆採集自挖子尾樣區的儲水桶內或樹枝上(編號野 1~野 9)。在繁殖季，從樣區移除的斑腿樹蛙會在養殖箱中抱合並產下卵泡。我們會等斑腿樹蛙完整打完卵泡後(卵泡上方無斑腿樹蛙抱合)蒐集卵泡。卵泡孵化率的計算方式如下:首先將斑腿樹蛙的卵泡放置於水盆中(水深約 3 公分高)，等卵孵化成蝌蚪時，將蝌蚪吸出水盆、記錄數量並在沒有任何蝌蚪孵化的十天後結算剩餘的卵粒數量。採集自飼養箱與挖子尾樣區的卵泡，其含卵數與蝌蚪孵化率的比較如表三。比較採集自人工飼養環境下以及野外生產的卵泡發現，採集自飼養環境產下的卵泡含卵數量較少，平均 219 粒、孵化率 69.5%。採集自野外的卵泡含卵數較多，平均 351 粒、孵化率 73.9%(如表三、圖二十七、圖二十八)。初步推論，斑腿樹蛙在飼養環境中承受的壓力較大，因此產下的卵泡含卵數量較少。

表三、採集自飼養箱與挖子尾樣區的卵泡其含卵數與蝌蚪孵化率的比較

卵泡編號	飼養箱		卵泡編號	挖子尾樣區	
	含卵數量	孵化率(%)		含卵數量	孵化率(%)
養 1	176	1.1	野 1	278	38.5
養 2	203	64.5	野 2	273	81.3
養 3	248	91.5	野 3	443	89.8
養 4	98	100.0	野 4	341	88.6
養 5	159	66.0	野 5	427	92.0
養 6	302	76.5	野 6	399	91.5
養 7	208	49.0	野 7	459	86.7
養 8	178	68.5	野 8	257	21.0
養 9	253	52.6	野 9	280	75.7
養 10	340	95.0			
養 11	196	83.7			
養 12	260	80.8			
養 13	275	69.5			
養 14	166	74.7			
平均值	219	69.5		351	73.9
標準差	64.3	24.6		81.9	25.9



圖二十七、採集自飼養箱與挖子尾樣區卵泡的含卵數比較圖



圖二十八、採集自飼養箱與挖子尾樣區卵泡的孵化率比較圖

伍、討論

一、八里挖子尾樣區的兩棲類生態

(一)比較本研究與 2012~2017 年八里挖子尾樣區共域蛙種比率的文獻資料，發現斑腿樹蛙的比率有明顯的下降，可見保育志工對於斑腿樹蛙的移除與控制頗具成效。但我們的調查也發現，在斑腿樹蛙的繁殖季，站在樣區三蘆葦林旁的馬路上，可以聽到此起彼落「嘎嘎」的聲音，進入搜尋卻常因茂密的蘆葦林阻礙視線以及前進動線，常常無功而返。因此、斑腿樹蛙族群的數量應是遠高於我們每次移除的數量。

(二)八里挖子尾樣區中的澤蛙、小雨蛙與黑眶蟾蜍偏好出現在竹林底層以及農墾地；貢德氏赤蛙偏好出現在有積水的水桶中；長腳赤蛙個性隱密，在冬天較易於積水的廢棄浴缸上發現。外來入侵種斑腿樹蛙與原生種中國樹蟾均為樹棲性的兩棲類，均偏好出現在竹林中與灌木上。然而中國樹蟾無論在體型以及數量上，都不是斑腿樹蛙的競爭對手。

二、八里挖子尾樣區斑腿樹蛙的形態特徵與生態習性

(一)本研究發現，在竹林中的竹子上，發現斑腿樹蛙的機率最高，而且目測觀察斑腿樹蛙出現的高度以1~40公分的頻率最多。發現斑腿樹蛙時，常觀察到斑腿樹蛙以4肢末端的吸盤吸附在竹子上，頭部朝向地面似乎是要撲跳到地上。綜合斑腿樹蛙食性的文獻資料判斷，我們推測斑腿樹蛙移動到竹子底層的目的，是為了捕食底棲性的昆蟲或生物。

(二)斑腿樹蛙的體重越重，吻肛長越長；吻肛長越長，嘴部寬度越大。因兩棲類主要是吞食會動的生物，而嘴部寬度越大，能吞下去的生物就越大。在調查期間就曾發生洗衣袋中的小斑腿樹蛙被體型較大的斑腿樹蛙吞食的情形。

(三)文獻記載斑腿樹蛙背部體紋有縱條紋、斑點、X或「又」字型花紋。本研究發現八里挖子尾樣區斑腿樹蛙的體紋特徵，除了上述的斑紋種類之外，還有又字型+斑點、X+斑點、縱條紋+斑點以及沒有任何斑紋的背紋多樣性。斑腿樹蛙腿部花紋類型有些網紋不明顯，類似黑底白點，但另有些個體的網紋特徵明顯。另外，斑腿樹蛙個體的體色變化十分多樣，同一隻個體可以從深褐色變成褐色、淺褐色甚至是灰色。

(四)採集自八里挖子尾樣區的卵泡，平均含卵數為351粒，比文獻資料平均600粒少很多。我們推論，這是斑腿樹蛙族群受到保育志工移除控制的天擇壓力所造成。同樣的狀況也發生在野外生產的卵泡(平均351粒)以及在飼養箱中生產的卵泡(平均219粒)，斑腿樹蛙在飼養環境中承受的壓力較大，因此產下的卵數較少。

(五)斑腿樹蛙在繁殖季，會大批聚集在樣區三的蘆葦林鳴叫求偶，但因蘆葦林茂密，不易發現斑腿樹蛙以及卵泡。根據本研究的調查記錄，下過大雨後，樣區三的蘆葦林底部會積水，有時水深可達大腿的高度並可發現積水處有大批斑腿樹蛙的蝌蚪浮上水面來呼吸。

三、控制斑腿樹蛙族群的有效策略

(一)斑腿樹蛙的辨識與通報：要控制斑腿樹蛙的族群，要先知道哪裡有斑腿樹蛙入侵。在八里挖子尾樣區，斑腿樹蛙族群的背紋以及大腿內側的網紋多樣性高。因此、要單從形態特徵分辨斑腿樹蛙對民眾而言並不容易。兩棲類動物保育協會建立外來種斑腿樹蛙監測社團，鼓勵民眾將住家附近疑似斑腿樹蛙的相片上傳臉書，並由保育志工加以確認並做後續的控制與管理。

(二)確認斑腿樹蛙繁殖的熱點：要控制斑腿樹蛙的族群，要先確認何處是斑腿樹蛙繁殖的關鍵棲地。我們累計 22 次調查，共計移除 284 隻斑腿樹蛙，但斑腿樹蛙的實際數量應遠高於這個數字。因斑腿樹蛙在繁殖季的時候，鳴叫聲會遍佈整個樣區三蘆葦林。蘆葦林的蘆葦分布密集，斑腿樹蛙躲在蘆葦林中相當隱密，不易被發現。此外、蘆葦林底層常因降雨積水，是斑腿樹蛙重要的繁殖據點。本研究發現樣區三蘆葦林是控制斑腿樹蛙族群的關鍵棲地。若不能有效的控制斑腿樹蛙在蘆葦林的繁殖狀況，便無法有效的控制八里挖子尾樣區斑腿樹蛙的數量。

(三)針對斑腿樹蛙卵泡、蝌蚪以及成蛙的生活史擬定移除策略：

1. 斑腿樹蛙卵泡的移除策略：斑腿樹蛙在繁殖季會將卵泡產在儲水桶、積水旁或是下方有積水的植株上，在繁殖季定期巡視這些產卵泡的熱點，可以有效的移除卵泡。另外、也可以在繁殖季設置水桶吸引斑腿樹蛙前來產卵並定期進行移除，以免斑腿樹蛙在隱密的地方產卵。
2. 斑腿樹蛙蝌蚪的移除策略：斑腿樹蛙的蝌蚪生活於靜止水域中，常可在樣區的儲水桶或是積水處發現。觀察斑腿樹蛙的蝌蚪時發現，蝌蚪遇到驚擾時會潛入水域的深水處躲藏。文獻記載，發現斑腿樹蛙的蝌蚪時，可將積水倒乾或是添加苦茶粉在只發現斑腿樹蛙蝌蚪的儲水桶中。因苦茶粉含有茶皂素具有溶血效果，斑腿樹蛙的蝌蚪會因呼吸困難而浮出水面，此時便可使用手撈網將蝌蚪撈起。此外、苦茶粉為天然的肥料，在環境中的毒性一陣子便會進行降解。因科展研究不鼓勵傷害動物進行實驗，本研究並未進行苦茶粉實驗。
3. 斑腿樹蛙成蛙的移除策略：要移除斑腿樹蛙的成蛙比較花費力氣，因為調查需在夜間進行，且調查地點多為潮濕陰暗的竹林區或是農墾地，多一點人進行比較安全。台灣兩棲類動物保育協會不定期的舉辦兩棲類保育志工培訓教導民眾認識兩棲類生態，並鼓勵志工組成調查團隊將調查記錄上傳到兩棲類調查資訊網。目前台灣約有 70 多個兩棲類保育志工團隊在全台進行兩棲類調查，有些團隊在進行調查時，會在臉書號召熱心的民眾一起參與。參加的民眾可親近大自然，學習生態相關知識並為台灣的生態環境盡一份心力。

陸、結論

- 一、本研究在八里挖子尾樣區進行為期一年的兩棲類生態調查，共計發現 6 科 7 種無尾目兩棲類，包含澤蛙、小雨蛙、黑眶蟾蜍、中國樹蟾、貢德氏赤蛙、長腳赤蛙以及外來入侵種斑腿樹蛙。調查發現，7~8 月記錄到的兩棲類數量最多，調查樣區的底棲性優勢種是澤蛙，樹棲性優勢種則是入侵種斑腿樹蛙。兩棲類保育團隊在斑腿樹蛙的繁殖季進行移除控制，確實可降低斑腿樹蛙在共域蛙種的比率。
- 二、調查發現斑腿樹蛙出現在竹子上的機率最高，出現的高度多在 0~120 公分的高度。在繁殖季時、積水的容器以及樣區三蘆葦林有斑腿樹蛙聚集繁殖。斑腿樹蛙個體間的背部斑紋種類多樣，除了又字型、X 型、斑點、縱條紋之外，還有又字型+斑點、X+斑點、縱條紋+斑點以及無斑紋；有些個體腿部網紋不明顯，類似黑底白點，有些個體的網紋特徵明顯。斑腿樹蛙卵泡的顏色有黃色以及藍黑色 2 種。採集自樣區的卵泡含卵數平均為 351 粒，卵泡的平均孵化率約為 73.9%。
- 三、在繁殖季定期巡視斑腿樹蛙產卵泡的熱點，可以有效的移除卵泡；遇到斑腿樹蛙的蝌蚪可將其撈起或將積水移除，移除斑腿樹蛙的成蛙則需要熱心的保育志工協助，定期的進行兩棲類調查並進行外來入侵種斑腿樹蛙的移除，對於難以移除的繁殖熱點應想辦法進行棲地營造以利保育志工的移除與控制。

柒、未來展望

- 一、樣區三蘆葦林區是外來入侵種斑腿樹蛙繁殖的熱點，未來進行移除計畫時，應先針對此區進行棲地營造以利入侵種的移除控制。
- 二、目前分辨外來入侵種斑腿樹蛙與原生種布氏樹蛙的差異，主要是根據叫聲來辨識。2 種蛙類的背紋形態有重疊，腿紋形態相似。未來可比較 2 種蛙類形態特徵的主要差異，以供民眾參考與辨識。

捌、參考資料及其他

一、台灣入侵種斑腿樹蛙監測社團。

<https://www.facebook.com/groups/427984074049846>

二、吳和瑾、林春富、葉大詮、呂光洋。2010。圈養狀況下之斑腿樹蛙生活史。台灣生物多樣性研究。12(2): 177-186。

三、李盈瑩(2021年5月10日)全臺志工總動員，防治斑腿樹蛙的10年長征。豐年雜誌。

<https://www.agriharvest.tw/archives/58144>

四、國立東華大學(2009)。兩棲類標準作業手冊。

<http://conservation.forest.gov.tw/File.aspx?fno=65480>

五、楊懿如(2018年06月19日)。【愛知目標】七年走過四階段 入侵種斑腿樹蛙控制的歸路。環境資訊中心。

<https://e-info.org.tw/node/212258>

六、楊懿如(2019)。台灣蛙類與蝌蚪圖鑑。貓頭鷹出版社。

七、楊懿如、李承恩、龔文斌、秦健璋、陳立瑜、陳建志。2012。入侵種斑腿樹蛙控制與監測計畫。行政院農業委員會林務局。

八、楊懿如、陳以芬。2021。花蓮入侵種斑腿樹蛙監測計畫。行政院農業委員會林務局。

九、楊懿如、陳柔云、李承恩、林楚勳、林志學、吳昭頤、陳彥如。2023。入侵種斑腿樹蛙及海蟾蜍之移除策略研擬與監測計畫。行政院農業委員會林務局。

十、楊懿如、龔文斌、陳建志、陳立瑜、張哲毓。2014。入侵種斑腿樹蛙控制與監測計畫。行政院農業委員會林務局。

附件二

斑腿樹蛙蝌蚪孵化率紀錄表

卵泡編號：_____ 發現地點：_____ 發現/生產日期：_____ 卵泡大小：_____。

天數	日期	蝌蚪數量	未受精卵數量	死亡個體	累計	卵泡大小與形態描述
0						
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						

【評語】 052607

1. 本作品對斑腿樹蛙的生態進行研究，斑腿樹蛙為八里挖子尾地區的外來入侵優勢種，且已達第四階段之無法完全根除的狀況，故就其之移除控制方式，探討如何降低樣區中斑腿樹蛙的比率，相關研究雖有十多年，也有不少過去資料可以參考，但本研究之生態探究方法仍是值得鼓勵且成果具有鄉土關懷之特性。
2. 此調查需要長期團隊合作方式觀察記錄，特別是量測斑腿樹蛙的吻肛長與體重及嘴部寬度的關係時，建議儘量由同一位作者執行，將可避免量測差異，使數據更具參考性。
3. 繁殖季定期巡視產卵熱點可有效移除卵泡，遇到斑腿蝌蚪可將其撈起或將積水移除，對難以移除的繁殖熱點應進行棲地營造以利保育志工的移除與控制。移除斑腿樹蛙需熱心的志工協助，定期進行兩棲類調查並移除斑腿樹蛙，才能有效的控制斑腿樹蛙在台灣的擴散。整體研究考慮佳並有豐富的實驗成果，對實驗後斑腿樹蛙的處理，亦具有動物倫理之觀念，惟部分結果闡述以及討論可再多考量與其他文獻結果的比較說明。

作品海報

「斑」鍵報告

外來入侵種斑腿樹蛙族群的控制

以八里挖子尾樣區為例

摘要

本研究進行為期一年的兩棲類調查與斑腿樹蛙移除控制，發現在斑腿樹蛙的繁殖季進行移除控制，確實可降低樣區中斑腿樹蛙的比率。調查發現斑腿樹蛙出現在竹子上的機率最高。在繁殖季斑腿樹蛙會聚集在積水的容器及蘆葦林繁殖。斑腿樹蛙族群的背紋及腿部網紋形態多樣性高。卵泡有黃色及藍黑色2種。卵泡平均含卵數351粒，孵化率74%。繁殖季定期巡視產卵熱點可有效移除卵泡，遇到斑腿蝌蚪可將其撈起或將積水移除，對難以移除的繁殖熱點應進行棲地營造以利保育志工的移除與控制。移除斑腿樹蛙需熱心的志工協助，定期進行兩棲類調查並移除斑腿樹蛙，才能有效的控制斑腿樹蛙在台灣的擴散。

壹、研究目的

- 一、調查八里挖子尾樣區的兩棲類生態
- 二、調查斑腿樹蛙的形態特徵與生態習性
- 三、擬定控制斑腿樹蛙族群的有效策略

貳、研究過程或方法

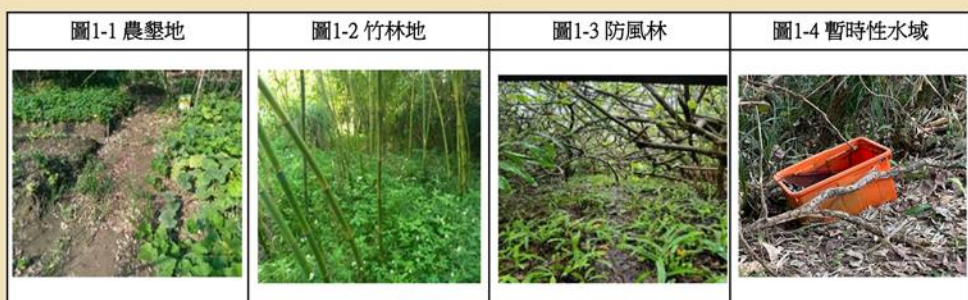
一、研究流程圖



二、八里挖子尾調查樣區的挑選



(一) 樣區一



(二) 樣區二



(三) 樣區三



(四) 穿越線



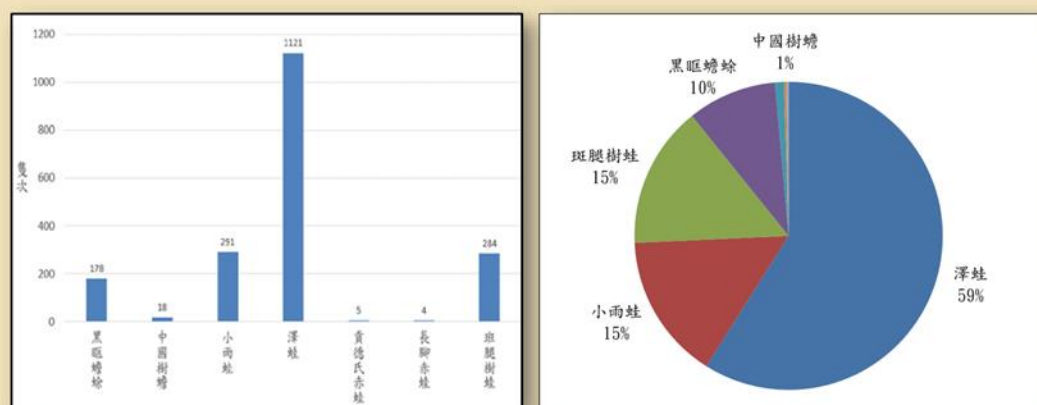
參、研究成果

一、調查八里挖子尾樣區的兩棲類生態

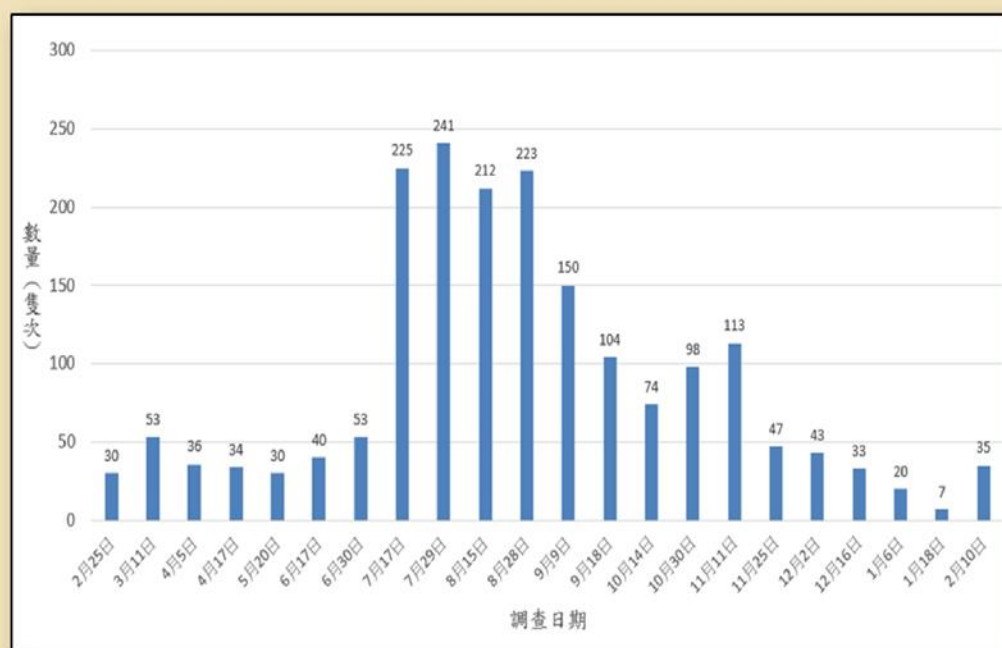
(一) 八里挖子尾樣區兩棲類物種名錄

科別	俗名	學名	備註
蟾蜍科	黑眶蟾蜍	<i>Duttaphrynus melanostictus</i>	
樹蟾科	中國樹蟾	<i>Hyla chinensis</i>	
狹口蛙科	小雨蛙	<i>Microhyla fissipes</i>	
叉舌蛙科	澤蛙	<i>Fejervarya limnocharis</i>	
赤蛙科	貢德氏赤蛙	<i>Hylarana guentheri</i>	
赤蛙科	長腳赤蛙	<i>Rana longicrus</i>	
樹蛙科	斑腿樹蛙	<i>Polypedates megacephalus</i>	外來入侵種

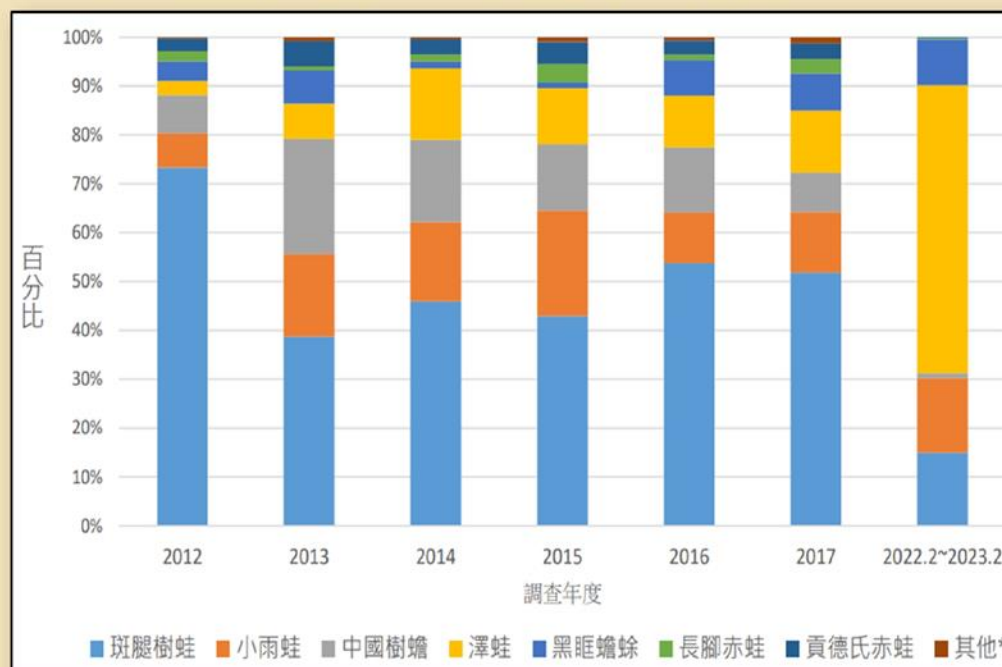
(二) 八里挖子尾樣區的共域蛙類組成



(三) 八里挖子尾樣區兩棲類出現數量與調查月份的關係

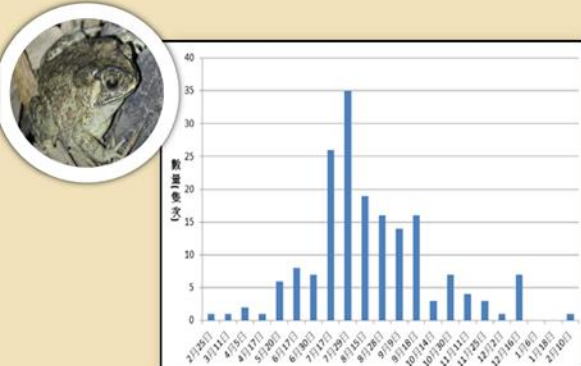


(四) 八里挖子尾樣區共域蛙種的比率變化

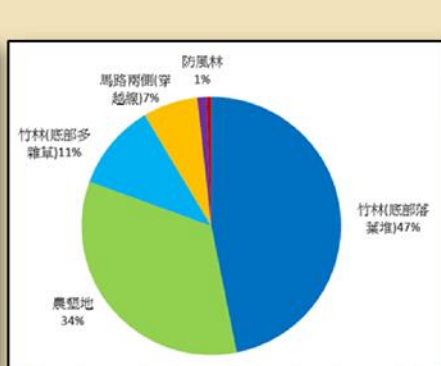


(五)兩棲類物種出現數量、棲地偏好與調查月份的關係

1. 黑眶蟾蜍

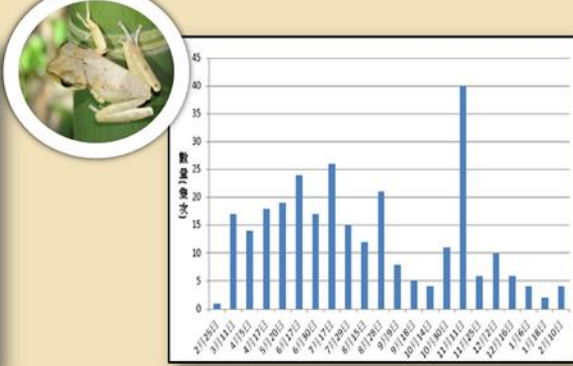


調查日期與黑眶蟾蜍出現的關係圖

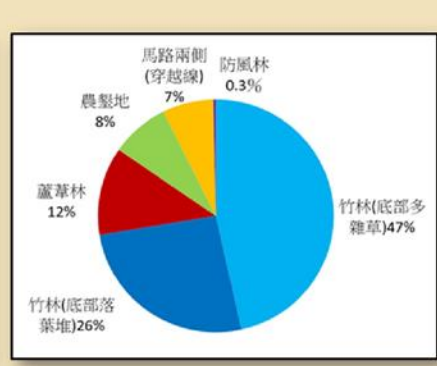


黑眶蟾蜍出現在各樣區的比例

7. 斑腿樹蛙

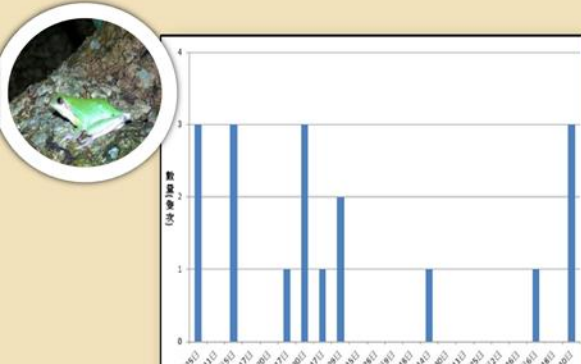


調查日期與斑腿樹蛙出現的關係圖

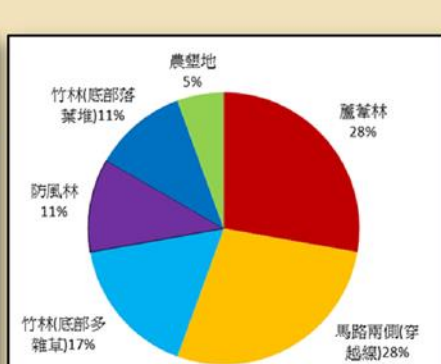


斑腿樹蛙出現在各樣區的比例

2. 中國樹蟾



調查日期與中國樹蟾出現的關係圖

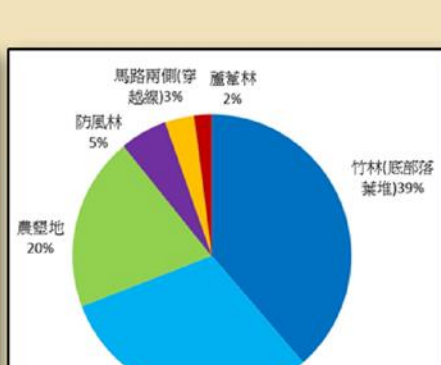


中國樹蟾出現在各樣區的比例

3. 小雨蛙

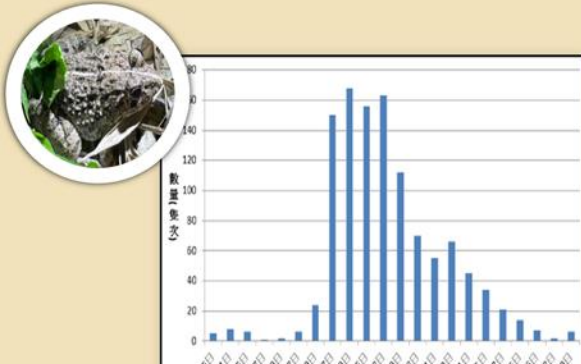


調查日期與小雨蛙出現的關係圖

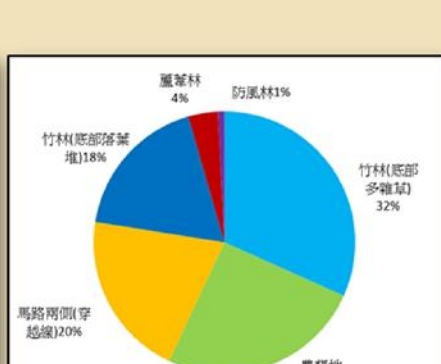


小雨蛙出現在各樣區的比例

4. 澤蛙

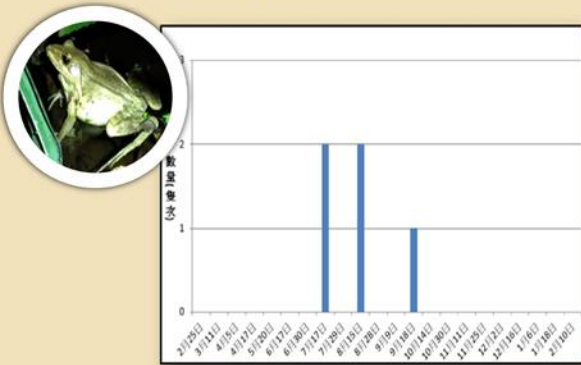


調查日期與澤蛙出現的關係圖

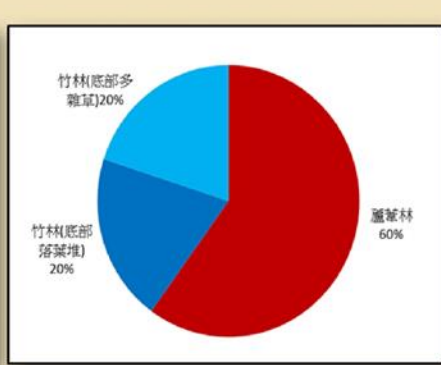


澤蛙出現在各樣區的比例

5. 貢德氏赤蛙

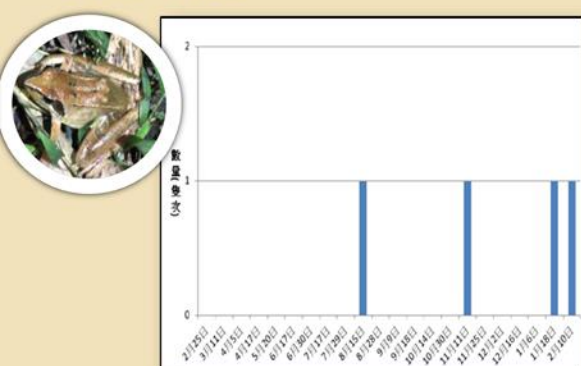


調查日期與貢德氏赤蛙出現的關係圖

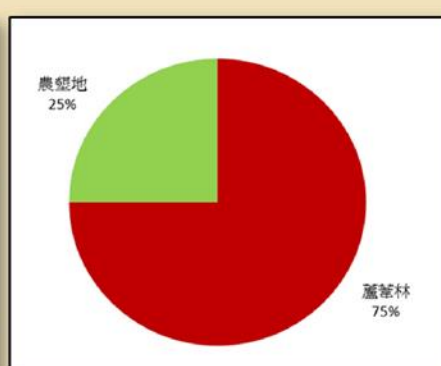


貢德氏赤蛙出現在各樣區的比例

6. 長腳赤蛙



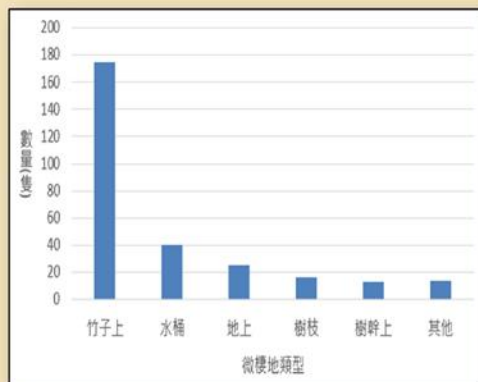
調查日期與長腳赤蛙出現的關係圖



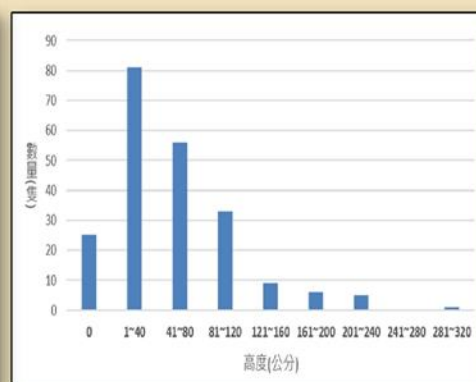
長腳赤蛙出現在各樣區的比例

二、調查八里挖子尾樣區斑腿樹蛙的形態特徵與生態習性

(一) 斑腿樹蛙出現的棲地類型分析

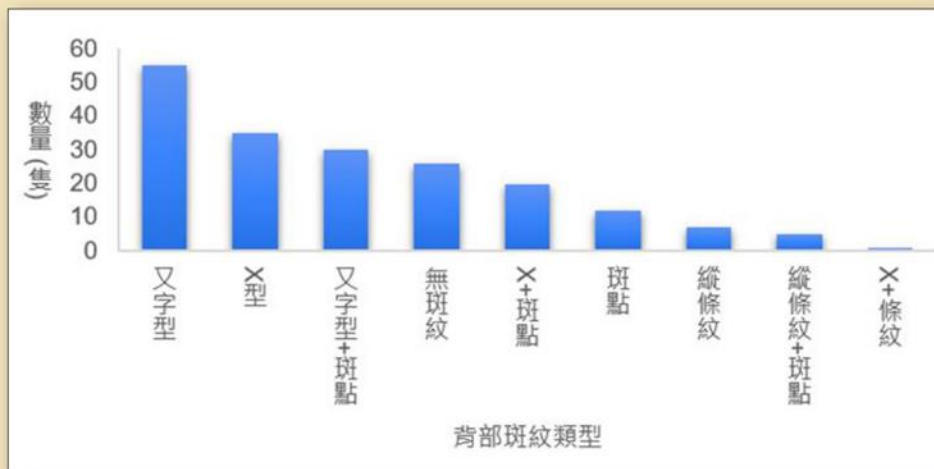


斑腿樹蛙出現的微棲地分布圖



斑腿樹蛙的高度分布

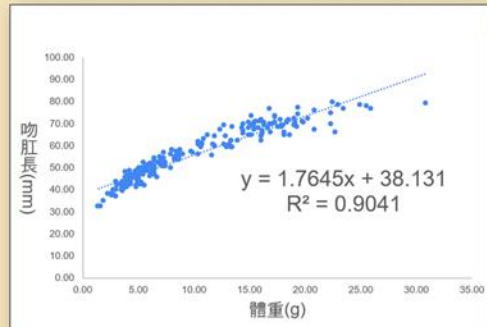
(二) 斑腿樹蛙的體紋特徵



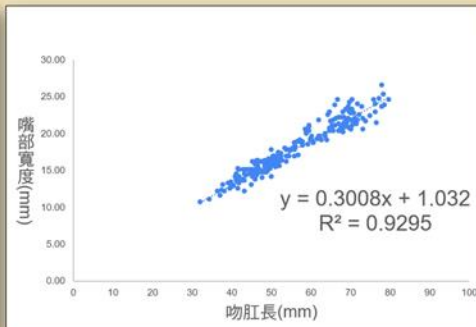
背部斑紋類型

(三) 斑腿樹蛙的吻肛長與體重以及嘴部寬度的關係

採集記錄到斑腿樹蛙的吻肛長，最大為79.82mm，最小為32.13mm；體重最重為30.9g，最輕為1.4g；嘴巴寬度最寬26.47mm，最窄為9.93mm。



斑腿樹蛙體重與吻肛長之相關性

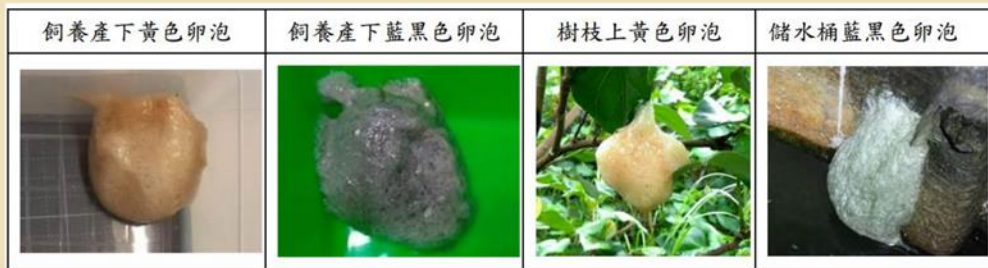


斑腿樹蛙吻肛長與嘴部寬度之相關性



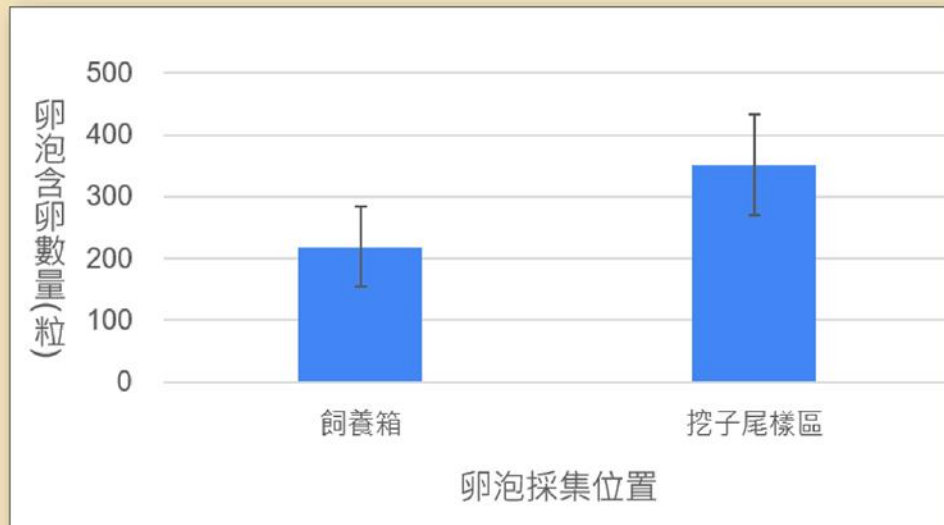
(四)八里挖子尾樣區斑腿樹蛙卵泡的形態特徵

卵泡的顏色有黃色以及藍黑色2種。

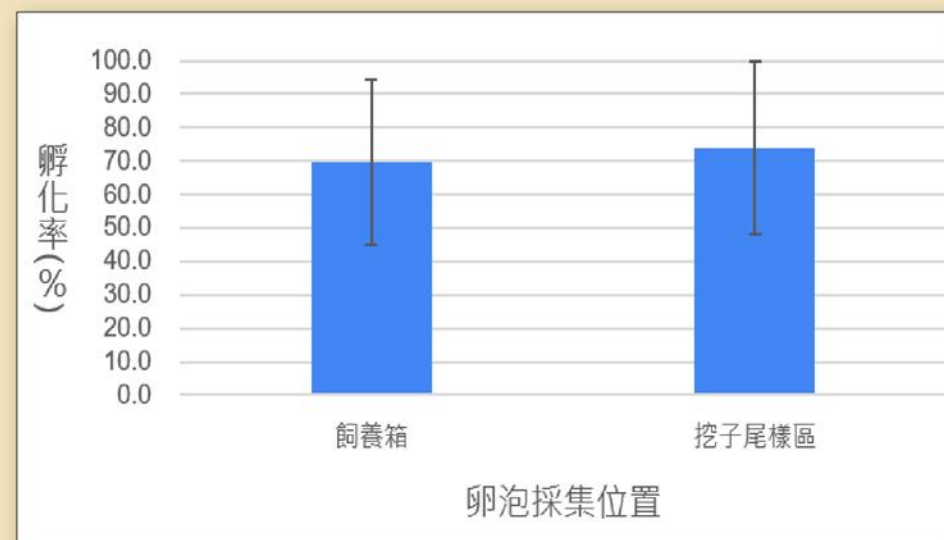


(五)八里挖子尾樣區斑腿樹蛙卵泡含卵數量

研究調查期間，共計採集到23顆卵泡，其中14顆採集自飼養箱、另外9顆採集自挖子尾樣區的儲水桶內或樹枝上。



採集自飼養箱與挖子尾樣區卵泡的含卵數比較圖



採集自飼養箱與挖子尾樣區卵泡的孵化率比較圖

伍、討論

- 一、比較本研究與2012~2017年八里挖子尾樣區共域蛙種比率的文獻資料，發現斑腿樹蛙的比率有明顯的下降。
- 二、外來入侵種斑腿樹蛙與原生種中國樹蟾均為樹棲性的兩棲類。然而中國樹蟾無論在體型以及數量上，都不是斑腿樹蛙的競爭對手。
- 三、在竹林中的竹子上，發現斑腿樹蛙的機率最高，而且目測出現的高度以1~40公分的頻率最多。推測移動到竹子底層的目的，是為了捕食底棲性的生物。
- 四、文獻紀載斑腿樹蛙背部體紋有縱條紋、斑點、X或「又」字型花紋。本研究發現八里挖子尾樣區斑腿樹蛙的體紋特徵，除了上述的斑紋種類之外還有其他的背紋花紋。斑腿樹蛙個體的體色變化十分多樣，可以從深褐色變成褐色、淺褐色甚至是灰色。
- 五、採集自八里挖子尾樣區的卵泡，平均含卵數為351粒，比文獻資料平均600粒少很多。推論斑腿樹蛙族群受到保育志工移除控制的天擇壓力所造成。
- 六、樣區三蘆葦林是斑腿樹蛙的繁殖熱點。若不能有效的控制斑腿樹蛙在蘆葦林的繁殖狀況，便無法有效的控制八里挖子尾樣區斑腿樹蛙的數量。

七、針對斑腿樹蛙的生活史，擬定移除策略：



陸、結論

- 一、在這一年的調查中，共計發現6科7種無尾目兩棲類，且7~8月記錄到的兩棲類數量最多。底棲性優勢種是澤蛙，樹棲性優勢種則是入侵種斑腿樹蛙。
- 二、斑腿樹蛙出現在竹子上的機率最高，繁殖熱點為樣區三蘆葦林以及積水容器。斑腿樹蛙背紋種類多樣，卵泡有黃色以及藍黑色2種。含卵數平均為351粒，平均孵化率約為74%。
- 三、在繁殖季定期巡視斑腿樹蛙繁殖熱點，可有效移除卵泡和蝌蚪，移除斑腿樹蛙的成蛙需要保育志工協助，唯有加強通報並定期進行斑腿樹蛙移除工作，才能守住之前努力的成果。

柒、未來展望

- 一、樣區三蘆葦林區是外來入侵種斑腿樹蛙繁殖的熱點，未來進行移除計畫時，應先針對此區進行棲地營造以利入侵種的移除控制。
- 二、目前分辨外來入侵種斑腿樹蛙與原生種布氏樹蛙的差異，主要是根據叫聲來辨識。2種蛙類的背紋形態有重疊，腿紋形態相似。未來可比較2種蛙類形態特徵的主要差異，以供民眾參考與辨識。

捌、參考資料

- 一、吳和瑾、林春富、葉大詮、呂光洋。2010。圈養狀況下之斑腿樹蛙生活史。台灣生物多樣性研究。12(2): 177-186。
- 二、楊懿如。2019。台灣蛙類與蝌蚪圖鑑。貓頭鷹出版社。
- 三、楊懿如、李承恩、龔文斌、秦健璋、陳立瑜、陳建志。2012。入侵種斑腿樹蛙控制與監測計畫。行政院農業委員會林務局。
- 四、楊懿如、陳以苓。2021。花蓮入侵種斑腿樹蛙監測計畫。行政院農業委員會林務局。
- 五、楊懿如、陳柔云、李承恩、林楚勳、林志學、吳昭頤、陳彥如。2023。入侵種斑腿樹蛙及海蟾蜍之移除策略研擬與監測計畫。行政院農業委員會林務局。
- 六、楊懿如、龔文斌、陳建志、陳立瑜、張哲毓。2014。入侵種斑腿樹蛙控制與監測計畫。行政院農業委員會林務局。