

中華民國第 51 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國中組 生物科

030301

會聲會影的賞蛙密技

學校名稱：高雄市立陽明國民中學

作者： 國三 王嘉慶 國二 陳羿寒 國一 童彥博	指導老師： 蔡瑞琴 鍾志俊
---	-----------------------------

關鍵詞：台灣蛙類、檢索表、聲音分析

會聲會影的賞蛙密技

摘要

家中附近的蛙鳴聲開始了賞蛙和養蛙的探究歷程。過程中觀察到梭德氏赤蛙卵和蝌蚪的發育過程，也飼養澤蛙、黑眶蟾蜍和莫氏樹蛙觀察其攝食、棲息、挖洞、裝死等行為。由於賞蛙過程經常遭遇未知蛙，因而製作台灣蛙類的二分叉檢索表，並分析台灣 33 種蛙類外型和構造上的特徵及鳴聲長、鳴聲間隔及主頻率等聲音特性，利用 Excel 軟體發展台灣蛙類的『會聲會影檢核表』能快速而正確的判斷未知蛙種，以 Excel 篩選的方式突破一些二分叉檢索表檢索遭遇的問題。作者也試著開發出自動分析蛙聲的程式，利用手機、PDA 將檢核系統行動化。經過教學與測試，多數中小學生能順利使用此檢核出未知蛙種，作者也建立網頁將研究結果推廣與分享，希望大家一起成為賞蛙愛蛙的賞蛙達人！

會聲會影的賞蛙密技

壹、 研究動機

住家旁邊有一大片空地，每到夜晚總會聽到陣陣蛙鳴，很好奇那是什麼青蛙，很想一探究竟，但無奈經驗與知識皆不足，因此一直無法深入了解。以前也曾經參加過一些野外觀察的生態活動，有時清晨起床賞鳥，導覽的老師總是輕易的就能聽聲辨位，告訴我們那是哪一種鳥，我們都會開玩笑的說老師是”鳥人”；如果是夜間的賞蛙活動，導覽的老師聽見蛙鳴，也能馬上告訴我們這是哪一種青蛙，而我們卻聽得「霧煞煞」，很難分辨，再加上有些蛙看起來十分相似，要我們分辨更是難上加難。到底要如何才能變成像導覽員一樣的”蛙人”呢？雖然我們很喜歡親近和認識自然界的生物，但是如果沒有專業解說員的導覽，好像就只能走馬看花、望蛙興嘆了！

生物課本下冊第四章生物的命名與分類單元，讓我們學習到以二分叉檢索表為生物做分類，也提到兩生類的生態習性，但是這些與我們一起生活的蛙類似乎很少被大家所了解。因此為了能幫助大家更親近、瞭解自然生物，我們決定以青蛙為研究為主題，希望可以建置一種辨識系統，從型態與聲音來了解青蛙，也幫助對青蛙不熟悉的人可以儘快成爲一個賞蛙達人！

貳、 研究目的

- 一、認識與觀賞台灣的蛙類及其生活環境。
- 二、藉由青蛙的飼養，了解蛙類的一生與生活習性。
- 三、研究住家附近的蛙類型態及叫聲並作分析。
- 四、以二分叉檢索方式分類青蛙。
- 五、建置青蛙分類的 Excel 檢核表。
- 六、應用與測試自行開發的賞蛙密技。
- 七、培養對蛙類的關心，並引領更多人來認識青蛙、保護青蛙。

參、 研究器材與方法

一、研究器材:

飼養蝌蚪與青蛙: 魚缸、大昆蟲箱、魚飼料、腐爛水果、冷凍紅蟲、活麵包蟲、水草、鏟子、網子、水、石頭、泥沙、檯燈。

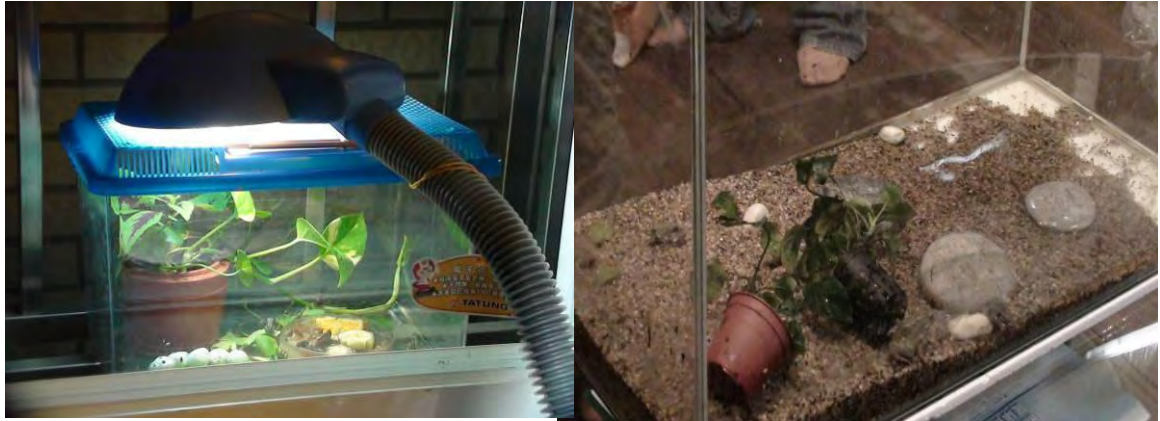


圖 1 蝌蚪和青蛙飼養環境

二、使用軟體：

(一) 青蛙分類檢核表-- Microsoft Excel ；

(二) 聲音分析軟體 -- Adobe Audition (下載: <http://www.hotdl.com/dl/showfile-id-2214.html>) ；

Audacity 1.3 (下載 <http://azo-freeware.blogspot.com/2009/02/audacity-137-beta.html>)

(三) 程式設計軟體- - Microsoft Visual C# 2010 Express

(下載: <http://www.microsoft.com/express/Downloads/>)

三、觀察與拍攝器材：

數位相機 (Canon G9)、數位攝影機 (Sony HDR-XR200)、HTC HD2 手機

四、 研究過程:

(一) 野外蛙類查訪地點：



甲仙附近校園(2010-9-26 白天)
觀察到澤蛙。採集澤蛙蝌蚪
回家飼養觀察





烏松濕地(2010-5月夜間)
觀察到澤蛙、貢德赤蛙等五種
蛙類，並飼養觀察澤蛙和黑眶
蟾蜍。



美濃黃蝶翠谷(2010-11-27 夜間)
觀察到拉都希氏赤蛙等多種蛙
類，並採集蛙卵回家飼養觀察



圖 2 飼養觀察的蝌蚪與卵原來生長的环境

(二) 青蛙的一生觀察：

1. 我們將帶回來的蛙卵放入養殖箱中觀察飼養，蛙卵孵化成蝌蚪後分別餵食天然落葉、冷凍紅蟲、魚飼料等食物，定期換水以提供他們舒適的環境，每天仔細的觀察，並用文字及照片將其成長記錄下來。
2. 變態成蛙後食物來源變成是飼養的一大問題，因為蛙類靠視覺捕食會動的活體小生物，因此我們試過以腐爛食物生蛆與果蠅供蛙捕食，也試過用電蚊拍電昏蚊子放入飼養箱、也捉過爬行的米蟲餵養，甚至以夾子夾取冷凍紅蟲餵養，這些方法都有餵食成功。(觀察記錄詳見附錄:養蛙日記)



圖 3 蝌蚪和成蛙的飼養環境



圖 4 以腐爛的水果長蛆和果蠅讓青蛙捕食或電蚊拍電昏蚊子後餵食青蛙

(三) 錄製與分析蛙鳴聲：

1. 尋找蛙蹤--

- A. 家中的後院附近的小學校園或公園常可聽見蛙聲鳴叫，晚上入夜之後帶著有攝影及錄音功能的數位相機，循著蛙鳴聲常可發現並拍下蛙蹤，另外如只聽見聲音不見蛙影則錄下蛙鳴的聲音以便日後辨識之用。



圖 5、家中(鳥松鄉)後院的澤蛙和前院發現的黑框蟾蜍

- B. 由於家中附近的蛙種不多(黑框蟾蜍、澤蛙)，也因為蛙類多在夜間活動，因此利用假日夜晚我們會前往鳥松濕地、旗山、美濃等地尋找蛙蹤，以增加可觀察到的蛙種。



圖 6、阿公的菜園尋蛙蹤及夜間野外溪流觀察情形

2. 分析蛙聲一

- A. 在歷屆科展查詢發現有作品使用 Adobe Audition 分析蟋蟀的聲音，而且這個軟體為免費下載軟體，因此我們上網下載軟體，並以此軟體分析我們所錄到的蛙聲。
- B. 以 Adobe Audition 軟體開啓蛙的聲音檔案，開啓頻譜分析圖，選取蛙鳴聲後在右下方即可得知該鳴叫聲的主頻率。如下圖：

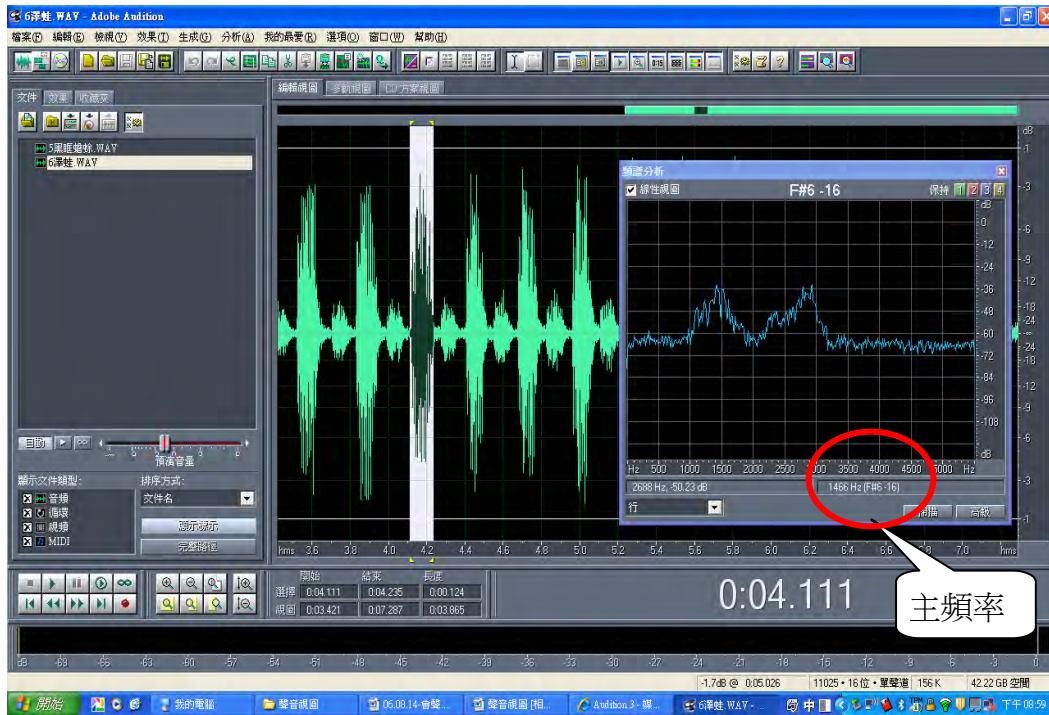


圖 7、Adobe Audition 軟體的主頻率與頻譜分析畫面

根據電腦顯示的聲音視圖以及頻譜圖還可以分析以下的聲音特性：

- **時間特性：**
鳴叫時間間隔(Intercall interval)、鳴叫長度(Call duration)。
- **頻率特性：**
主頻率(Dominant frequency)為頻譜中能量最強之處。

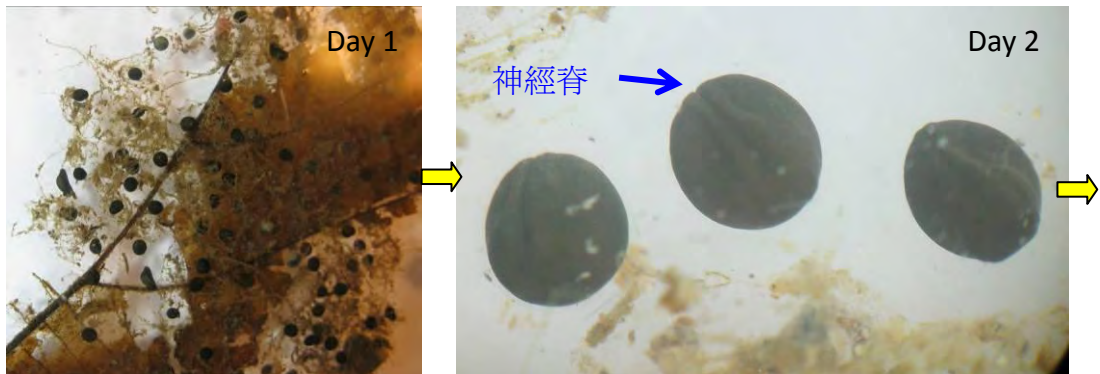
(四) 分類檢索系統製作：

1. 生物老師曾教過我們二分叉**檢索表**的製作，我們也自己查閱圖鑑或上網查詢到台灣蛙類名錄以及台灣五科蛙類之檢索表（資料來源：[楊懿如的青蛙小站](#)），此外在台灣生物多樣性網站可以查詢各種蛙類的資訊。
2. 學術上用的檢索表對我們一般民眾而言使用上有其困難，因此我們利用電腦處理繁雜的分類資料，也就是以 **Excel 軟體**將台灣 33 種蛙類根據其分類特徵整理後，利用該程式的“**篩選**”功能逐一比對，並超連結至介紹檔案，即可迅速查詢到我們的蛙聲蛙影屬於何方神聖喔！（詳見結果）

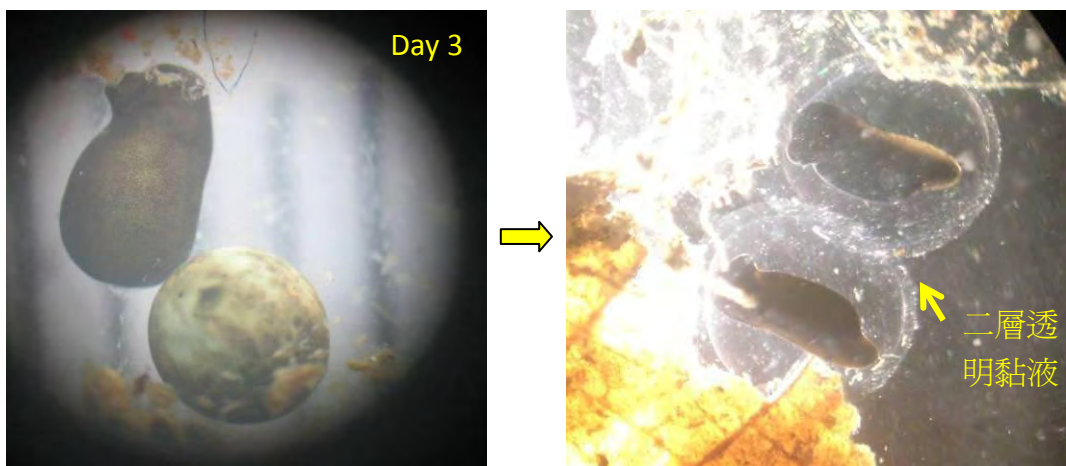
肆、 研究結果：

一、 蛙的一生觀察：

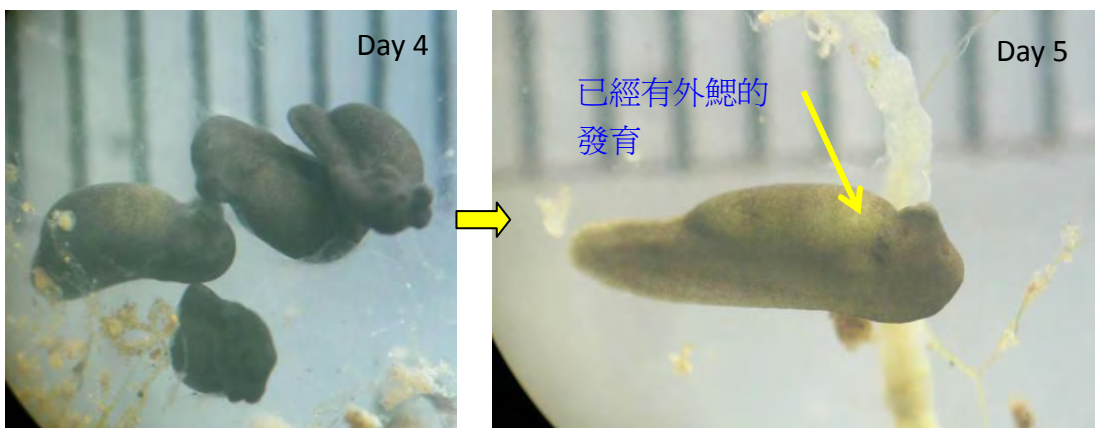
(一) 蛙卵的發育



撈回的蛙卵外圍著透明黏液，以解剖顯微鏡觀察發現蛙卵中間有神經脊



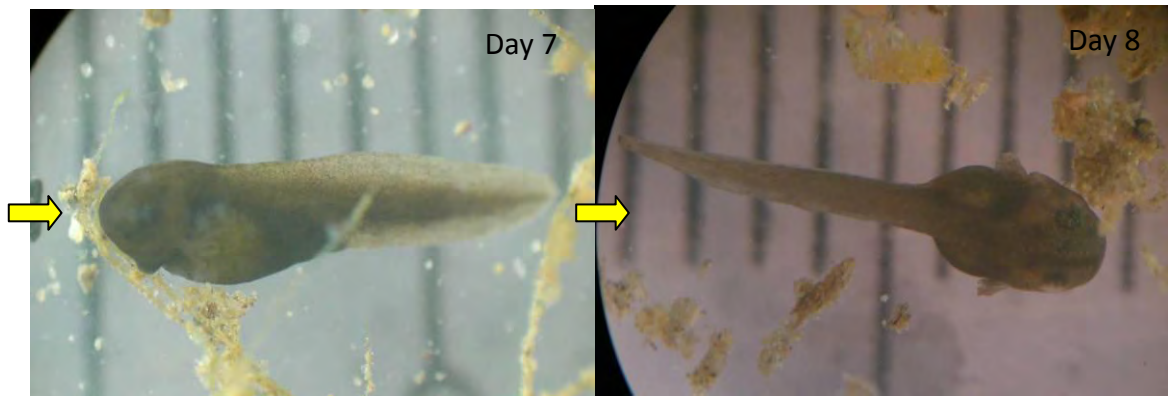
蛙卵大小約 2mm，第三天蛙卵已有頭尾之分，胚胎外包裹著二層透明的膠狀液體保護著胚胎。



第四天胚胎大小約 3×1.5mm，已經看得見眼睛的發育，第五天大小約 5.5×1.5mm，已經可以見到其外鰓，尾部也開始延長。



第六天蝌蚪大小約 6.5×1.5mm，受到驚擾也會間歇性游動，若以解剖顯微鏡觀察可以見到明顯外鰓，尾巴的比例也漸增。



第七天蝌蚪大小約 7×1.5mm，尾巴的長度約 4mm。第七天蝌蚪體長約 8mm 不再側躺，身體頭部開始變扁，口朝下，眼睛朝上有眼眶和眼球之分了，也經常四處游動！

卵採集回來一星期之後，大多數的卵已經發育成小蝌蚪了，不過看起來有一些卵並沒有成功發育，可能是沒有受精也可能是不好的胚胎，經過清點計算後，共有 159 隻小蝌蚪和 31 顆未發育的卵，**卵孵化率約 83.7%**。

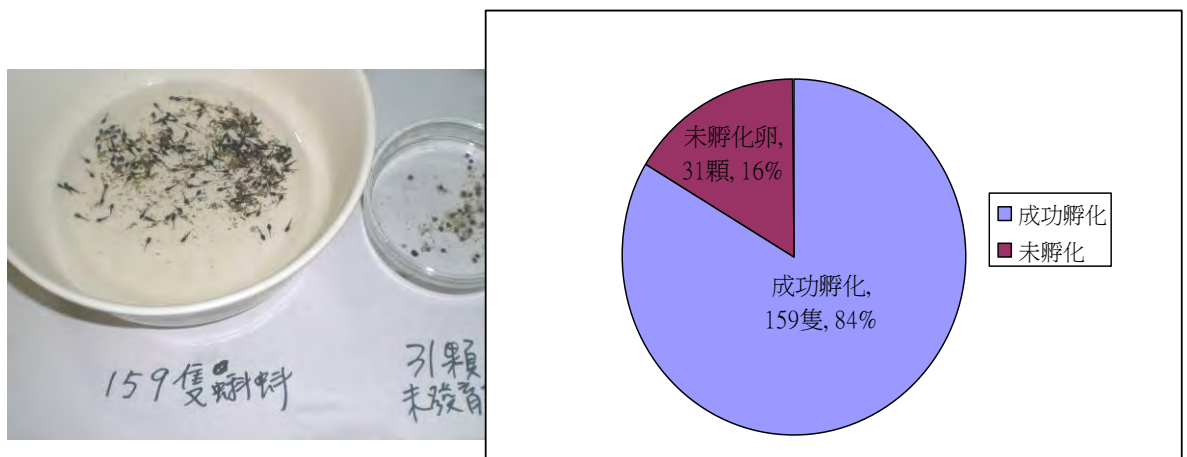


圖 8、卵成功發育與未發育的比例

(二) 蝌蚪的成長

1. 食物測試--為了成功飼養從溪流帶回的蝌蚪，我們將蝌蚪分成 3 組：

餵食組別	天然落葉	冷凍紅蟲	魚飼料
數量	50	50	50
三天後存活數	48	49	13



餵食結果發現：天然落葉和冷凍紅蟲是飼養蝌蚪的較佳食物，而魚飼料很容易引起水質惡化發黴，也能可造成淡水的鹹度改變，因此蝌蚪在一二天之內死亡情形嚴重。因此由圖 9 可看到天然腐葉已經被蝌蚪們吃得只剩葉脈，是飼養蝌蚪最美味的食物，若是沒有天然腐葉，則可以將地瓜葉或菠菜煮爛後替代或到水族館購買冷凍紅蟲餵食。

我們以冷凍紅蟲來餵食這些小蝌蚪，小蝌蚪的食慾很好，細細的紅蟲對牠們來說看來很可口，紛紛點著頭，用小嘴巴不停的啄食。

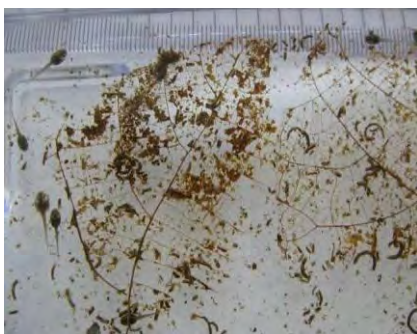


圖 9、蝌蚪食腐葉只剩葉脈

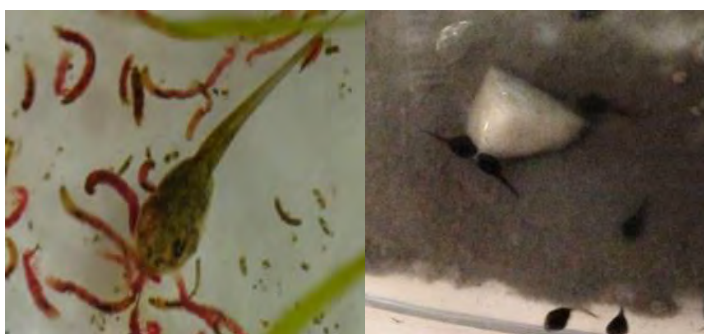


圖 10 小蝌蚪正在吃紅蟲和蘋果

2. 蝌蚪的發育--

蝌蚪的外觀變化不大，已經看不見外鰓，但兩顆圓滾滾的大眼珠看起來非常可愛，從背後看來如果光線夠強，也可以拍出具有眼珠子的腹面照片：具有明顯的口腔與腹部內的內臟組織，由蛙卵和蝌蚪很難判斷是哪一種蛙類，但由出水口的位置（文獻）在左側可初步判斷可能是赤蛙科的蝌蚪。



圖 11 蝌蚪的腹面觀



取自<http://www.froghome.idv.tw/class01.htm>

3. 從蝌蚪變態成蛙的過程一

我們總共養過澤蛙、黑眶蟾蜍、梭德氏赤蛙和莫氏樹蛙 4 種不同蛙類的蝌蚪，發育速度和體型大小變化差異大，受蛙種、溫度和養分及環境影響，以梭德氏赤蛙為例其發育過程記述如圖 12，而三種蛙類蝌蚪的發育變化則表列如圖 13:

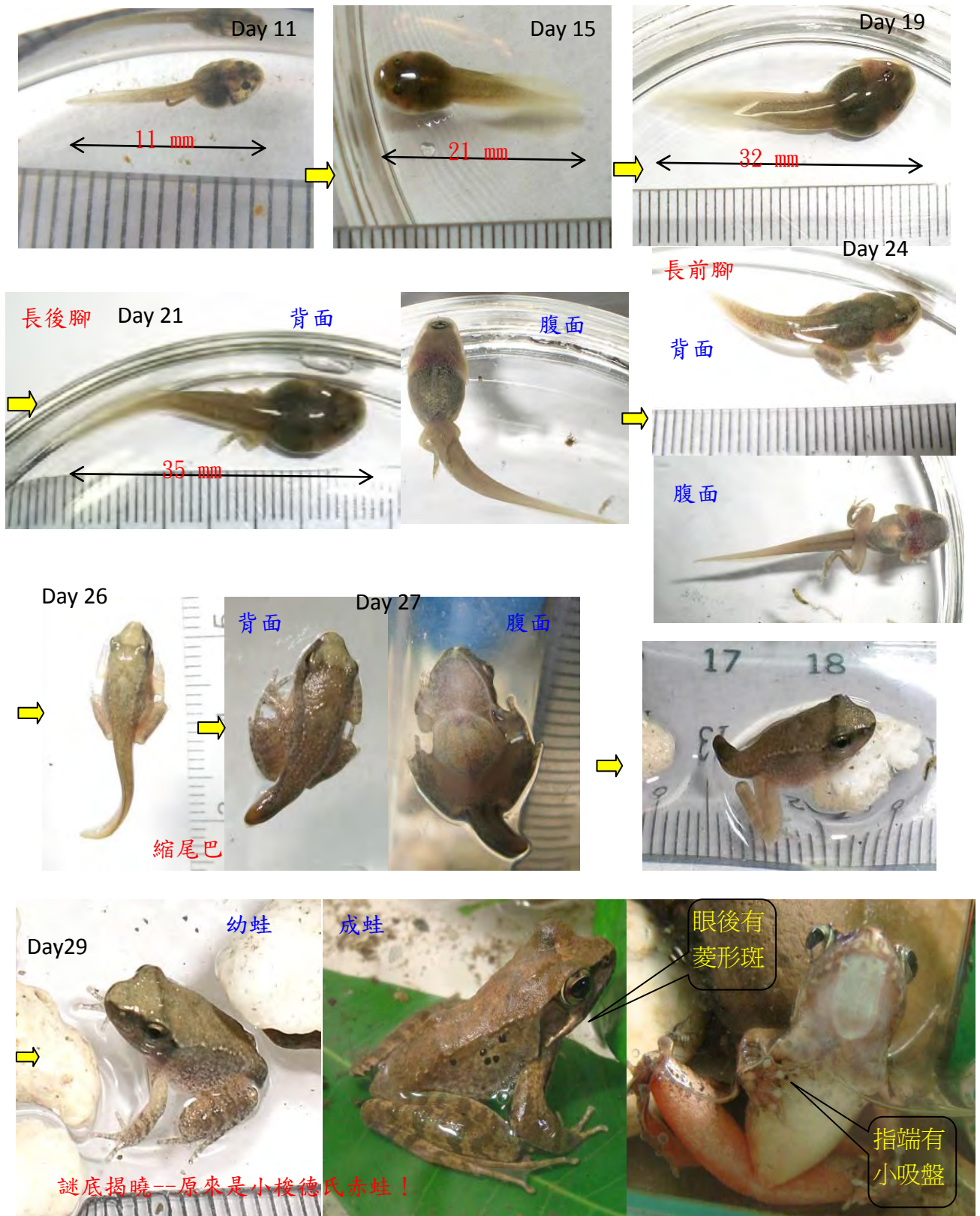


圖 12 蝌蚪變態成蛙的過程 (4 種蛙類的發育詳見養蛙日誌)

圖 13、四種蝌蚪型態與發育比較表

蛙種	蝌蚪	長後腳	長前腳	縮尾巴	變態成幼蛙
梭德氏赤蛙	Day 11 體長約 11mm	Day 21 體長約 35mm	Day 24 體長約 25mm	Day 27 18 體長約 18mm	Day 29 體長約 10mm
黑眶蟾蜍	Day 8 體長約 13mm	Day 17 體長約 15mm	Day 19 體長約 20mm	Day 20 體長約 13mm	Day 20 體長約 9mm
澤蛙	Day 14 體長約 11mm	Day 28 體長約 32mm	Day 30 體長約 32mm	Day 31 體長約 19mm	Day 34 體長約 10mm
莫氏樹蛙	Day 2 體長約 11mm	Day 32 體長約 32mm	Day 41 體長約 32mm	Day 43 體長約 15mm	Day 45 體長約 15mm

- 結果：四種蝌蚪體長：梭德式赤蛙 > 莫氏樹蛙 = 澤蛙 > 黑眶蟾蜍；黑眶蟾蜍體色較深生長速度較快，長前腳和縮尾巴幾乎在一天內完成；莫氏樹蛙的蝌蚪尾巴較寬，變態的過程顏色變化大；蝌蚪變態成幼蛙的過程身體逐漸挺立，並由鰓呼吸變肺呼吸，變成幼蛙後也會開始活潑地跳躍；幼蛙大小：莫氏樹蛙 > 梭德式赤蛙 = 澤蛙 = 黑眶蟾蜍。

(三) 成蛙的行為觀察—以澤蛙為例

1. 愛吃小型且會動的食物—

可成功餵食紅蟲，被捕蚊拍電得半昏的蚊子和活米蟲是澤蛙的最愛，餵食麵包蟲時牠都不吃。在餵食過程中我們也發現澤蛙會認識餵食的工具，如筷子和鑷子一靠近即會靠過來取食，尤其是看到會動的食物會主動補食，如爬行的蛆和會飛的蚊子等。



圖 14 嘗試餵食過的食物有麵包蟲、冷凍紅蟲、活米蟲和蚊子

2. 皮膚會隨環境變色—

澤蛙皮膚的顏色會隨著環境而改變，在深色的石頭邊，身體顏色會變成深色，在淺色的石頭上，則變成淺褐色。同樣的情形在梭德氏赤蛙也可以觀察得到。



圖 15 澤蛙和梭德氏赤蛙都有觀察到隨環境而改變體色的情形

3. 有固定的棲息地點—

所養的四隻澤蛙中，小青喜歡泡在水裡，或是躲在植栽下面，小蛙則喜歡在飼養箱左邊的角落休息，從來不曾互換。另外的大蛙喜歡泡水，或是在飼養箱的角落休息，而體型較小的小小蛙則喜歡躲進植栽，也是不曾互換。



圖 16 四隻不同的澤蛙有各自喜歡的棲息地點

4.遇到威脅時會裝死一

澤蛙在遇到干擾和威脅時會漂在水上不動裝死自保，模樣相當可愛。



圖 17 澤蛙裝死不動的可愛模樣(詳見影片)

5.有學習行爲一

例子 1: 會學挖洞

小蛙原本只會在角落邊的小碎石上棲息，有一次我們將小碎石挖一個淺淺的小洞，將小蛙放進去，並用小碎石淺埋住牠，有了這樣的經驗之後，隔天就發現小蛙在小洞前方約八公分處，自己挖了一個比原來更深更大的洞，躲在裡面，非常可愛，這是牠在飼養箱生活三個多月來第一次有挖洞的行爲，可見澤蛙是可以訓練教導的喔！

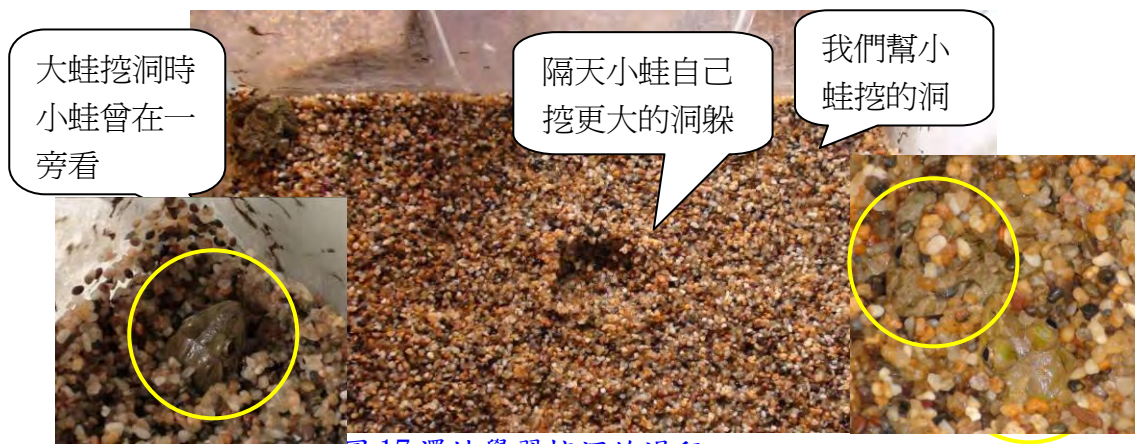


圖 17 澤蛙學習挖洞的過程

例子 2: 鑷子與筷子餵食

原本大蛙是野生澤蛙喜歡自己捕食會飛的蚊子，後來放進小蛙和小青(從小習慣被餵食冷凍紅蟲)的飼養缸後，見到牠們吃鑷子夾紅蟲、筷子沾死蚊子後也過來被餵食了，甚至搶食小蛙和小青的食物。



圖 18 澤蛙們看見餵食工具出現會開始搶食

二、 青蛙的型態分析與分類

爲了能成爲賞蛙達人，除了飼養和觀察蛙類以外，我們經常探尋蛙蹤，也試著尋求鑑定青蛙的妙方：

(一) 我們的賞蛙行腳：

日期	地點	環境	蛙種	行爲
經常	A 家後院	圍牆草叢	澤蛙、黑眶蟾蜍	鳴叫、地上覓食
2010.10	B 鳥松濕地	池塘	貢德赤蛙	鳴叫
2010.10	C 甲仙	池塘	澤蛙、巴氏小雨蛙蝌蚪	跳躍
2010.11.18 (22°C)	B 鳥松濕地	人工溼地旁 林地	黑眶蟾蜍、花狹口蛙	地上覓食
2010.11.27 (20°C)	D 美濃黃蝶翠 谷	溪流	盤古、拉都希氏、梭德氏、澤蛙、 日本樹蛙	鳴叫、覓食和被覓食
2011.1.26 (9°C)	E 廬山溫泉	溪流、路旁池 塘水溝	莫氏樹蛙、拉都希氏赤蛙	求偶鳴叫、泡在水裡
2011.2.7 (18°C)	F 台東卑南鄉 山區	菜園旁蓄水 池塘	莫氏樹蛙、日本樹蛙、拉都希氏赤 蛙、梭德氏、蝌蚪數種、蛙卵、卵 泡	姑婆芋上睡覺、池邊休 息、睡蓮葉上鳴叫
2011.3.12 (22°C)	D 美濃黃蝶翠 谷	溪流	褐樹蛙、莫氏樹蛙、日本樹蛙、拉 都希氏赤蛙、梭德氏赤蛙幼蛙、澤 蛙、盤古蟾蜍、黑眶蟾蜍、蝌蚪數 種、蛙卵、莫氏卵泡、貢德赤蛙叫 聲、斯文豪赤蛙叫聲	鳴叫、覓食和被青竹絲、 龜殼花覓食、褐樹蛙抱 接、
2011.5.13 (25°C)	B 鳥松濕地	人工溼地旁 林地	貢德氏赤蛙、黑眶蟾蜍、澤蛙	池邊鳴叫、地上覓食



● 蛙影紀錄(我們已經記錄到台灣 33 種蛙類的其中 12 種蛙囉!):

			
牛蛙 (2009.12.26 尚美農場)	花狹口蛙 (2010.11.18 鳥松濕地)	黑眶蟾蜍 (2010.11.18 鳥松濕地)	澤蛙 (2010.11.27 黃蝶翠谷)
			
盤古蟾蜍 (2010.11.27 黃蝶翠谷)	拉都希氏赤蛙 (2010.11.27 黃蝶翠谷)	梭德氏赤蛙 (2010.11.27 黃蝶翠谷)	梭德氏赤蛙卵 (2010.11.27 黃蝶翠谷)
			
拉都希式赤蛙 (2011.2.7 台東卑南)	日本樹蛙 (2011.2.7 台東卑南)	睡覺中的莫氏樹蛙 (2011.2.7 台東卑南)	裝死的莫氏樹蛙 (2011.2.7 台東卑南)
			
梭德氏赤蛙卵 (2011.2.7 台東卑南)	梭德氏赤蛙 (2010.11.27 黃蝶翠谷)	莫氏樹蛙 (2011.3.12 黃蝶翠谷)	莫氏樹蛙卵泡 (2011.3.12 黃蝶翠谷)
			
盤古蟾蜍蝌蚪群 (2011.3.12 黃蝶翠谷)	褐樹蛙抱接 (2011.3.12 黃蝶翠谷)	褐樹蛙 (2011.3.12 黃蝶翠谷)	貢德氏赤蛙 (2011.5.13 鳥松濕地)

圖 20 賞蛙時拍到的蛙影

(二)要如何才能快速鑑定蛙種?

能夠整理出以上的賞蛙記錄，其實是經過帶隊老師的講解或事後的查詢工作，而賞蛙過程中最大的困擾是所見到的和所聽見的蛙鳴到底是甚麼蛙呀!?例如:11.18 我們一行人夜探烏松濕地時突然間木棧道上出現一陌生的蛙趴在木棧道上，這陌生蛙是誰?
回家後趕緊上網和比對圖鑑照片後，才知道那可是被通緝的入侵種亞洲錦蛙!我們上網通報在烏松濕地發現了亞洲錦蛙，成大生命科學蝌蚪實驗室的老師回信：「…這對於我們瞭解亞洲錦蛙會活動的季節相當重要非常感謝您所提供的訊息…」經過這次的經驗我們才知道讓大家多瞭解青蛙有多重要！



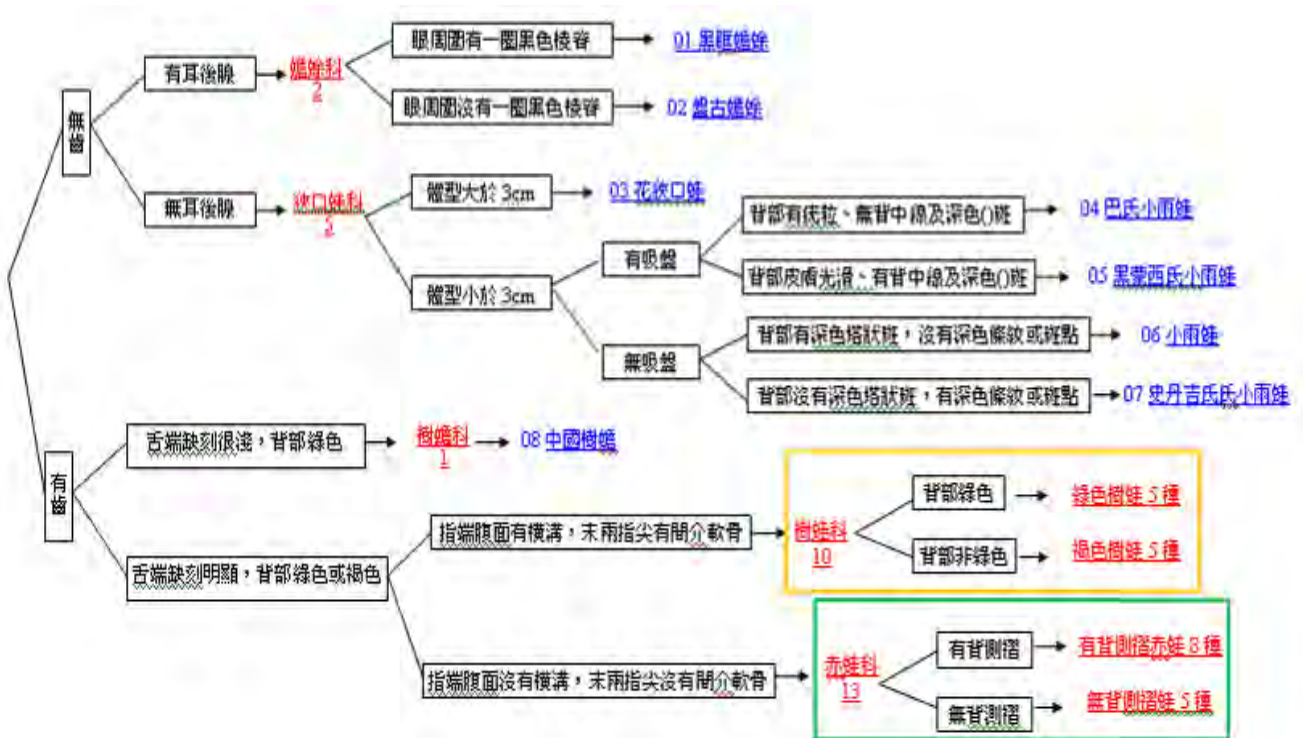
圖 21 夜探烏松濕地所發現的黑框蟾蜍和亞洲錦蛙

(三) 蛙類檢索表的分析與行動檢索表的開發

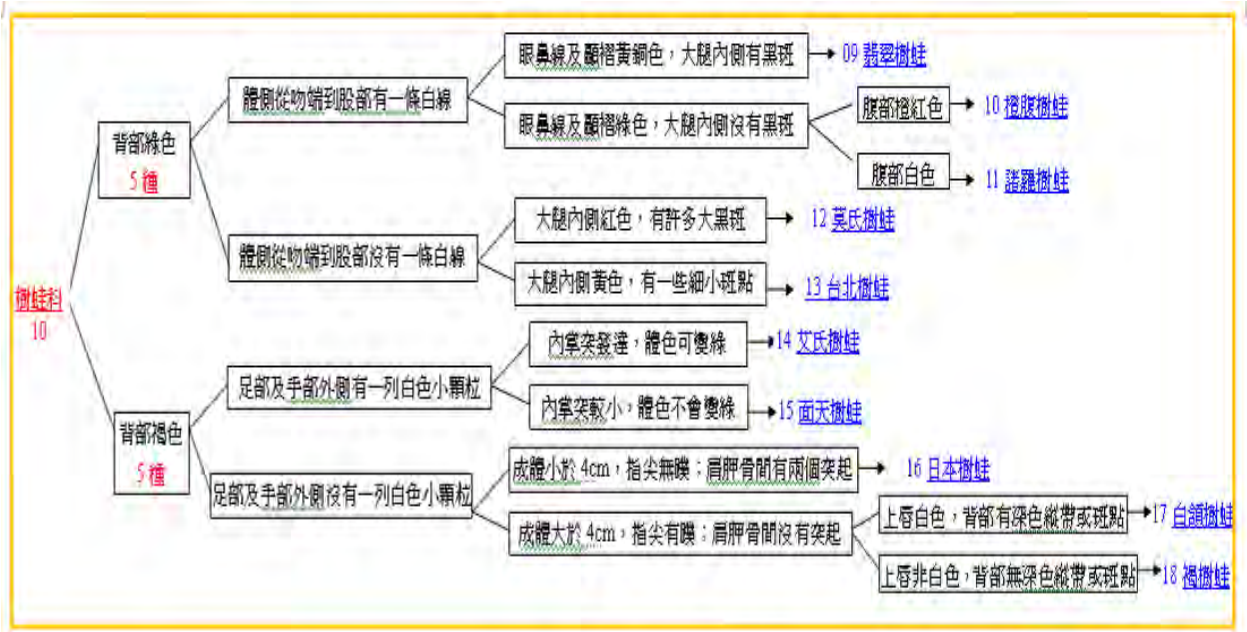
1.製作二分支檢索表

為了解決我們的困擾，我們先在楊懿如的青蛙學堂中下載台灣五科蛙類的檢索表，並以生物下冊活動 4-1 教我們的方法，製作成以下的二分支檢索表：

表一 台灣蛙類分科檢索表



表一之 1 樹蛙科檢索表



表一之 2 赤蛙科檢索表



2. 『Excel 蛙影檢索表』的開發

但是問題來了！我們在賞蛙時通常不會翻開青蛙的嘴巴看有沒有牙齒，更何況還要分辨舌端的缺刻或者細小的身體紋路（除非能捉住牠）。有時一轉眼蛙就跳走了，有時是只聽見蛙聲，有時只能辨識其中幾個特徵，二分叉檢索表在賞蛙時經常會卡住，似乎不太實用，於是我們用統計成績時常用的 Excel 軟體，以耳後腺、吸盤、背部顏色、鼓膜、背側褶及快速辨識特徵等十二個特徵加以歸類成以下的『Excel 蛙影檢核表』，其中也納入蝌蚪的分類特徵：

表二 Excel 會聲會影檢核表

編號	青蛙種類	台灣特有種	保育	有無	耳後	舌端	喉	背部顏色	眼眶黑色	鼓膜	高側	繁殖季
1	黑眶蟾蜍 <i>Bufo melanostictus</i>			無	有	不明顯	無	褐	有	不明顯	無	春夏
2	盤古蟾蜍 <i>Bufo barkowensis</i>			無	有	不明顯	無	褐	無	不明顯	無	秋冬
3	花狹口蛙 <i>Kaloula pulchra</i>			無	無	不明顯	有	黑褐	無	不明顯	無	春夏
4	巴氏小雨蛙 <i>Micryohyla butleri</i>			無	無	不明顯	有	褐	無	不明顯	無	春夏
5	黑蒙西氏小雨蛙 <i>Micryohyla heymonsi</i>			無	無	不明顯	有	褐	無	不明顯	無	春夏
6	小雨蛙 <i>Micryohyla fissipes</i>			無	無	不明顯	無	褐	無	不明顯	無	春夏
7	史丹吉氏小雨蛙 <i>Micryohyla inornata</i>			無	無	不明顯	無	褐	無	不明顯	無	夏
8	中國樹蟾 <i>Hyla chinensis</i>			有	無	不明顯	有	綠	無	明顯	無	春夏
9	翡翠樹蟾 <i>Rhacophorus prasinitatus</i>	☆	◎	有	無	明顯	有	綠	無	明顯	無	春夏秋
10	橙腹樹蟾 <i>Rhacophorus aurantiiventris</i>	☆	◎	有	無	明顯	有	綠	無	明顯	無	春夏秋
11	諸羅樹蟾 <i>Rhacophorus arvalis</i>	☆		有	無	明顯	有	綠	無	明顯	無	夏秋
12	莫氏樹蟾 <i>Rhacophorus taipeianus</i>	☆		有	無	明顯	有	綠	無	明顯	無	春夏秋冬
13	台北樹蟾 <i>Rhacophorus taipeianus</i>	☆	◎	有	無	明顯	有	綠	無	明顯	無	秋冬春
14	艾氏樹蟾 <i>Kuixalus eiffingeri</i>			有	無	明顯	有	褐	無	明顯	無	春夏
15	面天樹蟾 <i>Kuixalus didocotus</i>	☆		有	無	明顯	有	褐	無	明顯	無	春夏秋
16	日本樹蟾 <i>Buaxenia japonica</i>			有	無	明顯	有	褐	無	明顯	無	春夏秋冬
17	白額樹蟾 <i>Polypedates megacephalus</i>			有	無	明顯	有	褐	無	明顯	無	春夏秋
18	褐樹蟾 <i>Buaxenia robusta</i>	☆		有	無	明顯	有	褐	無	明顯	無	春夏秋
19	台北赤蛙 <i>Rana taipehensis</i>	◎		有	無	明顯	無	褐	無	明顯	有	春夏
20	金線蛙 <i>Rana planoyi</i>	◎		有	無	明顯	無	褐	無	明顯	有	春夏
21	核德氏赤蛙 <i>Pseudoeccoptops sauteri</i>			有	無	明顯	有	褐	無	明顯	有	秋冬
22	長脚赤蛙 <i>Rana longioris</i>			有	無	明顯	無	褐	無	明顯	有	冬春
23	貢德氏赤蛙 <i>Rana guentheri</i>			有	無	明顯	無	褐	無	明顯	有	夏秋
24	腹斑蛙 <i>Rana adenopleura</i>			有	無	明顯	無	褐	無	明顯	有	春夏
25	響琴蛙 <i>Rana psaltes</i>	◎		有	無	明顯	無	褐	無	明顯	有	春夏
26	拉都希氏赤蛙 <i>Rana latouchii</i>			有	無	明顯	無	褐	無	明顯	有	春夏秋冬
27	斯文豪氏赤蛙 <i>Rana swinhoensis</i>			有	無	明顯	有	黑、綠、褐	無	明顯	無	春夏秋冬
28	古氏赤蛙 <i>Limnonectes kuhlii</i>			有	無	明顯	無	褐	無	不明顯	無	春夏秋
29	牛蛙 <i>Rana catesbeiana</i>			有	無	明顯	無	黑、綠、褐	無	明顯	無	春夏
30	澤蛙 <i>Fejervarya limnocolais</i>			有	無	明顯	無	褐	無	明顯	無	春夏秋
31	虎皮蛙 <i>Hoplobatrachus rugulosus</i>			有	無	明顯	無	黑、褐	無	明顯	無	春夏
32	海蛙 <i>Fejervarya cancrivora</i>			有	無	明顯	無	花紋複雜	無	明顯	無	春夏
33	斑腿樹蟾 <i>Polypedates megacephalus</i>			有	無	明顯	有	褐	無	明顯	無	春夏

貝科

體型大小 (雄)	體型大小 (雌)	快速鑑定特徵	圖片連結	叫聲樣本連結	鰓裂顏色	出水口位置	鰓裂有無毒
中大型 5.2-8.6cm	中大型 6-10cm	眼眶黑色、趾端黑色 (擦黑指甲油)	黑眶蟾蜍	黑眶蟾蜍	褐、黑	腹部左側	有
大型 5.9-9.2cm	大型 6-16cm	耳後腺突出、皮膚粗糙佈滿疣粒	盤古蟾蜍	盤古蟾蜍	黑	腹部左側	有
大型 6.7-8cm	大型 7-9cm	背部有深棕色像花瓶的三角形斑	花狹口蛙	花狹口蛙	褐	腹部中央	無
小型 2.5-2.65cm	小型 2.6-2.8cm	皮膚粗糙有疣粒、背部有深色鑲邊色邊紋	巴氏小雨蛙	巴氏小雨蛙	綠、褐	腹部中央	無
小型 2.3-2.5cm	小型 2.6-2.8cm	背中央有黑色 () 紋、兩側有過眼黑色狹長斑紋 (蒙面客)	黑蒙西氏小雨蛙	黑蒙西氏小雨蛙	半透明	腹部中央	無
小型 2.2-4cm	小型 4.2-2.8cm	背中央有深色對稱塔狀紋	小雨蛙	小雨蛙	半透明	腹部中央	無
小型 2.2-2.4cm	小型 2.6-2.8cm	上臂背面橘紅色、背部有暗褐色斑點	史丹吉氏小雨蛙	史丹吉氏小雨蛙	半透明	腹部中央	無
小型 2.5-3.5cm	小型 3.6-4.1cm	頭部有深棕色眼罩 (像小偷)	中國樹蟾	中國樹蟾	褐	腹部左側	無
中大型 4.8-6.3cm	中大型 6.5-7.7cm	眼鼻線及顴骨黃色、體側及四肢有許多黑斑	翡翠樹蟾	翡翠樹蟾	灰黑	腹部左側	無
中型 5.1-6.3cm	中型 6.3-7.1cm	腹部橙紅色、沒有斑點	橙腹樹蟾	橙腹樹蟾	黑褐	腹部左側	無
中型 4.5-2cm	中型 5.6-7cm	從吻端至體側有一白線、腹部或體側沒有斑點	諸羅樹蟾	諸羅樹蟾	褐	腹部左側	無
中型 2.4-9.9cm	中型 4.9-5.7cm	大腿內側橘紅色、體側及四肢有黑斑	莫氏樹蟾	莫氏樹蟾	深褐	腹部左側	無
中型 3.5-4.5cm	中型 4.5-5.5cm	眼睛虹膜及腹部黃色、大腿內側有明顯凸起顆粒	台北樹蟾	台北樹蟾	綠、褐	腹部左側	無
小型 2.6-4.1cm	小型 3.5-4.5cm	四肢外側有白色顆粒狀突起、皮膚粗糙有深色斑	艾氏樹蟾	艾氏樹蟾	褐	腹部左側	無
小型 2.7-3.1cm	小型 4cm	背部有X或Y深色斑、全身有小肉疣	面天樹蟾	面天樹蟾	黃褐	腹部左側	無
小型 2.6-3.1cm	小型 3.3-3.5cm	背中央肩胛處有一對短棒狀突起	日本樹蟾	日本樹蟾	褐	腹部左側	無
中大型 4.7-6.5cm	中大型 6.7-7.8cm	背部有深褐色條紋、大腿內側有黑色網紋	白額樹蟾	白額樹蟾	黑褐	腹部左側	無
中大型 4.4-5.5cm	中大型 7.3-8.2cm	兩眼到吻端有一淡黃色三角形斑	澤蛙	澤蛙	褐	腹部左側	無
小型 2.7-3.1cm 以	小型 4cm	背側褶白色	台北赤蛙	台北赤蛙	褐	腹部左側	無
中大型 5-7cm	中大型 6-9cm	背中央及體側綠色、褐色背側褶粗	金線蛙	金線蛙	綠、褐	腹部左側	無
中大型 4-5cm	中大型 5.2-6cm	背部有八字黑斑、趾端有小吸盤	核德氏赤蛙	核德氏赤蛙	褐	腹部左側	無
大型 4.2-5.6cm	中大型 5.8-6.5cm	鼓膜周圍有菱形斑、背部有八字黑斑、有背側褶	長脚赤蛙	長脚赤蛙	褐	腹部左側	無
中大型 6-8.5cm	大型 8-10cm	鼓膜周圍白色、腹部純白	貢德氏赤蛙	貢德氏赤蛙	黃褐	腹部左側	無
中大型 4.9-6.2cm	中大型 5.3-6.2cm	鼓膜周圍有黑色菱形斑、有背中央和背側褶	腹斑蛙	腹斑蛙	褐	腹部左側	無
中大型 3.6cm	中大型 3.9cm	淺色背中央直達吻端、有背側褶	響琴蛙	響琴蛙	褐	腹部左側	無
中大型 3.9-5cm	中大型 5.5-6.1cm	背側褶粗大明顯、皮膚粗糙	拉都希氏赤蛙	拉都希氏赤蛙	褐	腹部左側	無
大型 5.3-7.6cm	大型 7.5-9cm	褐色交雜的斑紋、趾端膨大有吸盤	斯文豪氏赤蛙	斯文豪氏赤蛙	褐	腹部左側	無
中大型 5.5-7cm	中大型 5.5-7cm	大頭顴肌發達、瞳孔菱形紅色、皮膚短棒狀突起	古氏赤蛙	古氏赤蛙	褐	腹部左側	無
大型 12-16cm	大型 13-20cm	鼓膜及顴骨明顯背側綠色有黑色斑點	牛蛙	牛蛙	褐	腹部左側	無
中大型 5.5-5.2cm	中大型 4.9-6.1cm	背部有不規則棒狀褶、吻部有迷彩線斑 (老婆婆)	澤蛙	澤蛙	褐	腹部左側	無
大型 8-9cm	大型 9-12cm	背部有整齊棒狀褶、吻端尖圓而長、鼓膜明顯	虎皮蛙	虎皮蛙	褐	腹部左側	無
中大型 5.5-6cm	中大型 5.8-11.2cm	背部褶排列整齊、兩側各有一條縱行不連續的褶	海蛙	海蛙	淺褐	腹部左側	無
中大型 5-6cm	中大型 6-8cm	吻較白額樹蟾尖 通常背部有深褐色斑紋 大腿內側網紋不明顯	斑腿樹蟾	斑腿樹蟾	無資料	腹部左側	無

3. 使用『Excel 蛙影檢核表』來辨識未知青蛙

- (1) 假設 11 月 18 日我們在烏松濕地看到一未知蛙 A，發現他的最大特徵是**指端有吸盤、鼓膜不明顯**和顏色為**黑褐色**，因此按照以下步驟即可得知他是俗稱亞洲錦蛙的花狹口蛙喔！



步驟 1：按下篩選鍵

步驟 2：在吸盤選單中選擇有後按確定

青蛙種類	台灣特有種	保育類	有無趾	耳後腺	舌端釘	吸盤	背部顏色	眼眶黑色稜	鼓膜	背側褶	繁殖季節	體型大小 (雄)
黑腹蟾蜍 Bufo melanostictus			無	有	有	無	褐	有	明顯	無	春夏	中大型 5-6cm
盤古蟾蜍 Bufo bankensensis	☆		無	有	有	無	褐	無	不明顯	無	秋冬	大型 6-10cm
花狹口蛙 Kaloula pulchra			無	無	不明顯	有	黑褐	無	不明顯	無	明顯	大型 6.6-6.8cm
巴氏小雨蛙 Microhyla butleri			無	無	不明顯	有	褐	無	不明顯	無	春夏	小型 2cm
黑蒙西氏小雨蛙 Microhyla heymonsi			無	無	不明顯	有	褐	無	不明顯	無	春夏	小型 2cm
小雨蛙 Microhyla ornata			無	無	不明顯	有	褐	無	不明顯	無	春夏	小型 2.5cm
史丹青氏小雨蛙 Micryletta inornata			無	無	不明顯	有	褐	無	不明顯	無	夏	小型 纖細 2.3cm
中國樹蟾 Hyla chinensis			有	無	不明顯	有	綠	無	明顯	無	春夏	小型 2.5-3cm
翡翠樹蛙 Rhacophorus prasinitus	☆		有	無	明顯	有	綠	無	明顯	無	春夏秋	中大型 5-6cm
橙腹樹蛙 Rhacophorus aurantiventris	☆		有	無	明顯	有	綠	無	明顯	無	春夏秋	中型 5cm
諸羅樹蛙 Rhacophorus arvalis	☆		有	無	明顯	有	綠	無	明顯	無	夏秋	中型 4-5cm
莫氏樹蛙 Rhacophorus molreichti	☆		有	無	明顯	有	綠	無	明顯	無	春夏秋冬	中型 4-5cm
台北樹蛙 Rhacophorus taipeianus	☆		有	無	明顯	有	綠	無	明顯	無	秋冬春	中型 4-5cm
艾氏樹蛙 Kurixalus eiffingeri			有	無	明顯	有	褐	無	明顯	無	春夏	小型 3-4cm
面天樹蛙 Kurixalus idiootocus	☆		有	無	明顯	有	褐	無	明顯	無	春夏秋	小型 2-3cm
日本樹蛙 Buergeria japonica			有	無	明顯	有	褐	無	明顯	無	春夏秋冬	小型 2.5-3cm
白額樹蛙 Polypedates megacephalus			有	無	明顯	有	褐	無	明顯	無	春夏秋	中大型 5-6cm
褐樹蛙 Buergeria robusta	☆		有	無	明顯	有	褐	無	明顯	無	春夏秋	中大型 4-5cm
台北赤蛙 Rana taipehensis			有	無	明顯	無	褐	無	有	有	春夏	小型 纖細 3cm 以下
金線蛙 Rana plancyi			有	無	明顯	有	褐	無	明顯	有	春夏	中大型 頭 5-7cm
梭德氏赤蛙 Pseudiscoloplos sauteri			有	無	明顯	有	褐	無	明顯	有	秋冬	中大型 4-4.5cm

從剩下 16 種再第二次篩選

步驟 3：在鼓膜選單中選擇不明顯後按確定

編號	青蛙種類	台灣特有種	保育類	有無趾	耳後腺	舌端釘	吸盤	背部顏色	眼眶黑色稜	鼓膜	背側褶	繁殖季節	體型大小 (雄)
3	花狹口蛙 Kaloula pulchra			無	無	不明顯	有	黑褐	無	不明顯	無	明顯	大型 6.6-6.8cm
4	巴氏小雨蛙 Microhyla butleri			無	無	不明顯	有	褐	無	不明顯	無	春夏	小型 2cm
5	黑蒙西氏小雨蛙 Microhyla heymonsi			無	無	不明顯	有	褐	無	不明顯	無	春夏	小型 2cm
8	中國樹蟾 Hyla chinensis			有	無	不明顯	有	綠	無	不明顯	無	春夏	小型 2.5-3cm
9	翡翠樹蛙 Rhacophorus prasinitus	☆		有	無	明顯	有	綠	無	不明顯	無	春夏秋	中大型 5-6cm
10	橙腹樹蛙 Rhacophorus aurantiventris	☆		有	無	明顯	有	綠	無	不明顯	無	春夏秋	中型 5cm
11	諸羅樹蛙 Rhacophorus arvalis	☆		有	無	明顯	有	綠	無	不明顯	無	夏秋	中型 4-5cm
12	莫氏樹蛙 Rhacophorus molreichti	☆		有	無	明顯	有	綠	無	不明顯	無	春夏秋冬	中型 4-5cm
13	台北樹蛙 Rhacophorus taipeianus	☆		有	無	明顯	有	綠	無	不明顯	無	秋冬春	中型 4-5cm
14	艾氏樹蛙 Kurixalus eiffingeri			有	無	明顯	有	褐	無	不明顯	無	春夏	小型 3-4cm
15	面天樹蛙 Kurixalus idiootocus	☆		有	無	明顯	有	褐	無	不明顯	無	春夏秋	小型 2-3cm
16	日本樹蛙 Buergeria japonica			有	無	明顯	有	褐	無	不明顯	無	春夏秋冬	小型 2.5-3cm
17	白額樹蛙 Polypedates megacephalus			有	無	明顯	有	褐	無	不明顯	無	春夏秋	中大型 5-6cm
18	褐樹蛙 Buergeria robusta	☆		有	無	明顯	有	褐	無	不明顯	無	春夏秋	中大型 4-5cm
21	梭德氏赤蛙 Pseudiscoloplos sauteri			有	無	明顯	有	褐	無	不明顯	有	秋冬	中大型 4-4.5cm
27	斯			有	無	不明顯	有	褐	無	不明顯	無	春夏秋冬	大型 體長 6cm

從剩下 3 種再第三次篩選

步驟 4：在背部顏色選單中選擇黑褐色後按確定

編號	青蛙種類	台灣特有種	保育類	有無趾	耳後腺	舌端釘	吸盤	背部顏色	眼眶黑色稜	鼓膜	背側褶	繁殖季節	體型大小 (雄)
3	花狹口蛙 Kaloula pulchra			無	無	不明顯	有	黑褐	無	不明顯	無	明顯	大型 6.6-6.8cm
4	巴氏小雨蛙 Microhyla butleri			無	無	不明顯	有	褐	無	不明顯	無	春夏	小型 2cm
5	黑蒙西氏小雨蛙 Microhyla heymonsi			無	無	不明顯	有	褐	無	不明顯	無	春夏	小型 2cm

成功篩選出花狹口蛙！此時只需按下圖片連結和叫聲樣本連結即可得知該蛙的訊息！

編號	青蛙種類	台灣特有種	保育類	有無趾	耳後腺	舌端釘	吸盤	背部顏色	眼眶黑色稜	鼓膜	背側褶	繁殖季節	體型大小 (雄)
3	花狹口蛙 Kaloula pulchra			無	無	不明顯	有	黑褐	無	不明顯	無	明顯	大型 6.6-6.8cm

(2)再找美濃賞蛙時看到的另一未知蛙 B 試試看，我們發現未知蛙 B 有一明顯的背側褶，因此我們按下有背側褶的篩選鍵後只剩下 8 種，再做其他篩選選擇無吸盤、中型蛙剩下 5 種，但剩下的五種赤蛙科的成員剩下項目幾乎一樣，此時即可由快速鑑定特徵欄位尋找符合的特徵，背側褶粗大明顯、皮膚粗糙篩選出拉都希氏赤蛙囉!如果不肯太肯定可以按下圖片連結與叫聲樣本連結作進一步的確認喔!



背側褶選擇有

編號	青蛙種類	台灣特有種	保育	有無	耳後	舌端	吸盤	背部顏色	眼眶黑色	鼓膜	背側	繁殖季	體型大小(雄)	體型大小(雌)	快速鑑定特徵
19	台北赤蛙	<i>Rana taipehensis</i>	◎	有	無	明顯	無	褐	無	明顯	有	春夏	小型體長3cm以下	小型體長4cm	背側褶白色
20	金線蛙	<i>Rana plancyi</i>	◎	有	無	明顯	無	褐	無	明顯	有	春夏	中大型體長6-7cm	中大型體長6-8cm	背中線及體側棕色、褐色背側褶粗
21	拉都希氏赤蛙	<i>Pseudomolops sauteri</i>		有	無	明顯	有	褐	無	明顯	有	秋冬	中型4-4.5cm	中型5-6cm	背部有八字黑色斑、趾端有小吸盤
22	鼻胡赤蛙	<i>Rana longirostris</i>		有	無	明顯	無	褐	無	明顯	有	冬季	中型體長4-5cm	中型5-6cm	鼓膜周圍有菱形斑、背部有八字黑斑、有背側褶
23	貢德氏赤蛙	<i>Rana guentheri</i>		有	無	明顯	無	褐	無	明顯	有	夏秋	大型6-7.5cm	大型6-8cm	鼓膜周圍有菱形斑、有背中線和背側褶
24	腹斑蛙	<i>Rana adenopleura</i>		有	無	明顯	無	褐	無	明顯	有	春夏	中型6-7cm	中型6-7cm	鼓膜周圍有黑色菱形斑、有背中線和背側褶
25	響響蛙	<i>Rana psaltes</i>	◎	有	無	明顯	無	褐	無	明顯	有	春夏	中型4cm	中型4-4.8cm	淺色背中線直達吻端、有背側褶
26	拉都希氏赤蛙	<i>Rana latouchii</i>		有	無	明顯	無	褐	無	明顯	有	春夏秋多	中型3.5cm	中型4-6cm	背側褶粗大明顯、皮膚粗糙

從剩餘的 8 種再篩選

選擇無吸盤和中型蛙

編號	青蛙種類	台灣特有種	保育	有無	耳後	舌端	吸盤	背部顏色	眼眶黑色	鼓膜	背側	繁殖季	體型大小(雄)	體型大小(雌)	快速鑑定特徵
20	金線蛙	<i>Rana plancyi</i>	◎	有	無	明顯	無	褐	無	明顯	有	春夏	中大型體長5-7cm	中大型體長6-8cm	背中線及體側棕色、褐色背側褶粗
22	鼻胡赤蛙	<i>Rana longirostris</i>		有	無	明顯	無	褐	無	明顯	有	冬季	中型體長4-5cm	中型5-6cm	鼓膜周圍有菱形斑、背部有八字黑斑、有背側褶
24	腹斑蛙	<i>Rana adenopleura</i>		有	無	明顯	無	褐	無	明顯	有	春夏	中型6-7cm	中型6-7cm	鼓膜周圍有黑色菱形斑、有背中線和背側褶
25	響響蛙	<i>Rana psaltes</i>	◎	有	無	明顯	無	褐	無	明顯	有	春夏	中型4cm	中型4-4.8cm	淺色背中線直達吻端、有背側褶
26	拉都希氏赤蛙	<i>Rana latouchii</i>		有	無	明顯	無	褐	無	明顯	有	春夏秋多	中型3-3.5cm	中型4-6cm	背側褶粗大明顯、皮膚粗糙

從剩餘的 5 種再篩選

快速鑑定特徵

耳後	舌端	吸盤	背部顏色	眼眶黑色	鼓膜	背側	繁殖季	體型大小(雄)	體型大小(雌)	快速鑑定特徵	圖片連結	叫聲樣本連結	叫聲平均週期
無	明顯	無	褐	無	明顯	有	春夏秋多	中型3-3.5cm	中型4-6cm	背側褶粗大明顯、皮膚粗糙	拉都希氏赤	拉都希氏赤	聲音分開

可連結到 青蛙介紹 頁面

可按 圖片連結 或 叫聲連結 再做確認!

名稱：拉都希氏赤蛙

學名：*Rana guentheri*

科別：赤蛙科 Ranidae

叫聲平均週期(秒/循環)：聲音分開

叫聲平均週期(秒/一聲)：2.014

繁殖季節：春夏秋冬

體型大小(雄)：中型 3-3.5cm

體型大小(雌)：中型 4-6cm

顏色：褐

吸盤：無

耳後腺：無

鼓膜：明顯

背側褶：有

快速鑑定特徵：背側褶粗大明顯、皮膚粗糙

名稱：花狹口蛙(又稱亞洲錦蛙)

學名：*Kaloula pulchra*

科別：狹口蛙科 Microhylidae

叫聲平均週期(秒/循環)：

叫聲平均週期(秒/一聲)：

繁殖季節：

體型大小(雄)：大型 6.6-6.8cm

體型大小(雌)：大型 6.8-7.5cm

顏色：黑褐

吸盤：有

耳後腺：無

鼓膜：不明顯

背側褶：無

快速鑑定特徵：背部有深棕色像花瓶的三角形斑

● 亞洲錦蛙 ♂ 6.6-6.8 cm ♀ 6.8-7.5 cm

三、 研究與辨識蛙類的叫聲

接下來要解決”只聞蛙聲響，不見蛙影”的問題：

1. 人工比對：

1. 只聽到蛙聲一

那麼就只好將各種蛙的叫聲逐一播放，再憑印象和記憶逐一聽看看可能是什麼蛙種囉！

2. 有錄到蛙聲一

(1) 聲音視圖比對法:

可以將聲音轉變成未知蛙的**聲音視圖**，然後再和所有蛙類的聲音視圖一起比對，例如：

十月份約下午四點多時時鳥松濕地前的小水池內躲著一隻未知蛙 C，可是都不見蛙出現，因此錄下他的蛙鳴聲，並用 Adobe Audition 軟體將之轉變成**未知蛙 C** 的聲音視圖如下：



圖 22 發現未知蛙 C 的環境



圖 23 未知蛙 C 的聲音視圖

還有我家後院經常有蛙在鳴叫，我們曾經在白天和晚上試著找尋他的蹤影，但是**未知蛙 D** 總是隱藏的很好，常常只能錄到聲音而未能拍下蛙影，因此我們把牠白天和晚上的叫聲錄下後轉成聲音視圖(長度都控制 10 秒)如下:

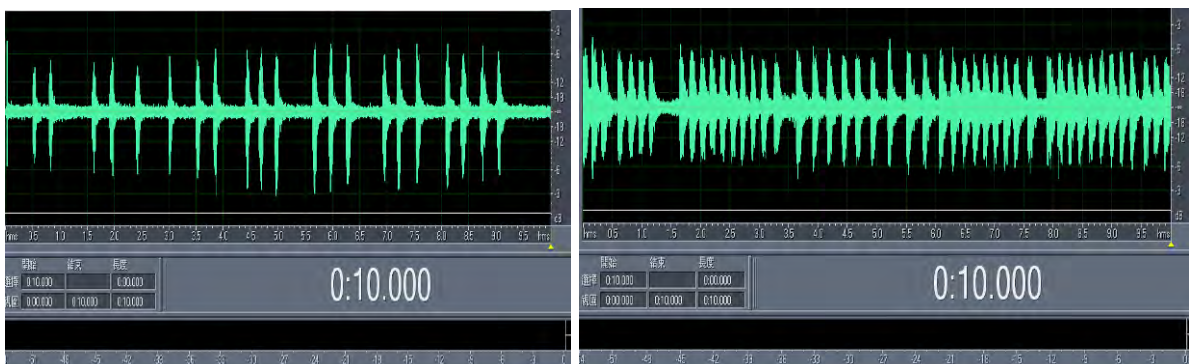


圖 24 未知蛙 D 白天(左)和晚上(右)的聲音視圖

接下來就我們將收集到的台灣 32 種蛙聲聲音也轉變成以下的聲音視圖，做為我們比對的資料庫:

01.黑眶蟾蜍



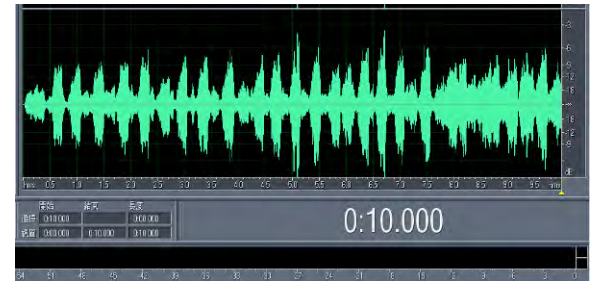
02.盤古蟾蜍



03.花狹口蛙



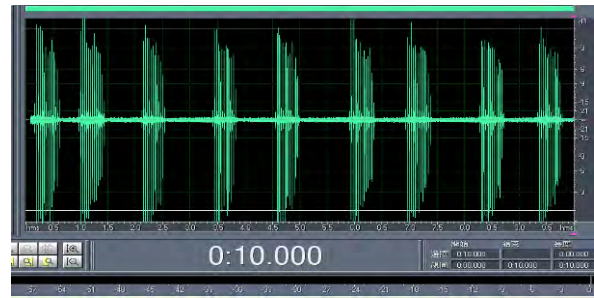
04.巴氏小雨蛙



05.黑蒙西氏小雨蛙



06.小雨蛙



07.史丹吉氏小雨蛙



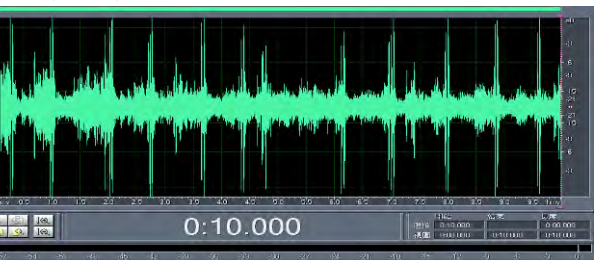
08.中國樹蟾



09.翡翠樹蛙



10.橙腹樹蛙



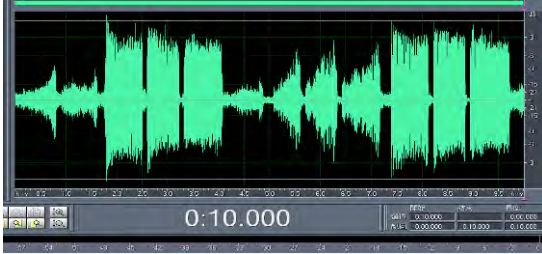
11.諸羅樹蛙



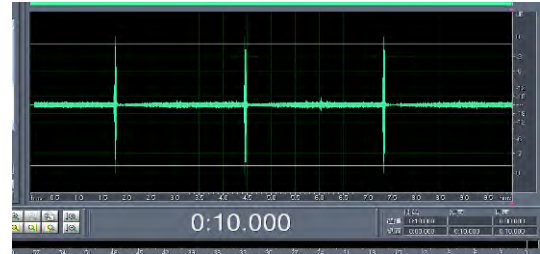
12.莫氏樹蛙



13 台北樹蛙



14 艾氏樹蛙



15 面天樹蛙



16 日本樹蛙



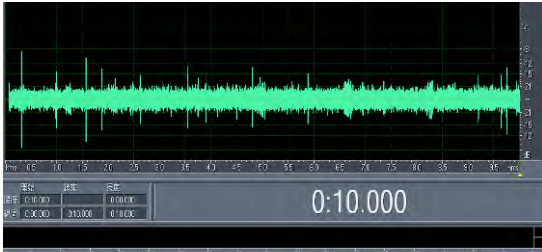
17 白領樹蛙



18 褐樹蛙



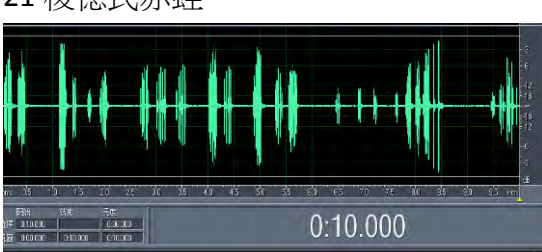
19 台北赤蛙



20 金線蛙



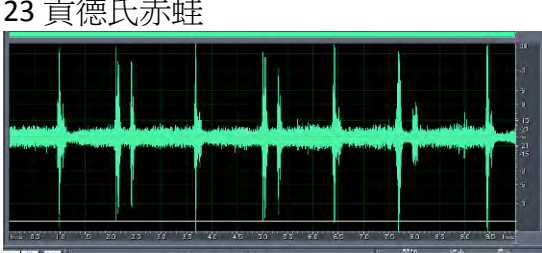
21 梭德氏赤蛙



22 長腳赤蛙



23 貢德氏赤蛙



24 腹斑蛙



25 豎琴蛙



26 拉都希氏赤蛙



27 斯文豪氏赤蛙



28 古氏赤蛙



29 牛蛙



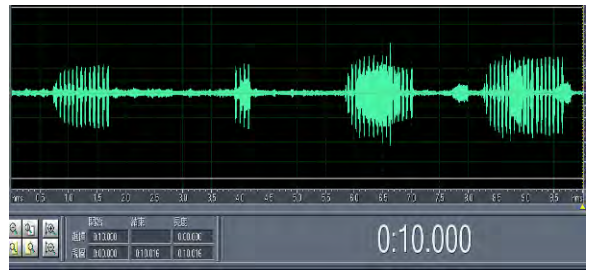
30 澤蛙



31 虎皮蛙



32 海蛙



33 班腿樹蛙



圖 25 台灣 33 蛙類的聲音視圖
 (聲音來源:賞蛙呱呱叫一書所附贈
 光碟和蛙蛙世界學習網)

發現了嗎?! 我們這時候就可以找到幾組和未知蛙較相近的聲音視圖:

未知蛙 C 的聲音視圖比對結果, 較可能是: 貢德氏赤蛙、斯文豪氏赤蛙、艾氏樹蛙

未知蛙 D 的聲音視圖比對結果, 較可能是: 巴氏小雨蛙、腹斑蛙、澤蛙、虎皮蛙

但是逐一比對聲音視圖只能找到幾種可能蛙種, 於是我們再度利用 Excel 軟體來協助我們比對蛙種。

(2) 『Excel 蛙聲檢核表』 ；

首先我們將所有蛙聲利用 Adobe Audition 軟體播放並取 5 次蛙鳴聲的鳴聲長、鳴聲間隔和主頻率並輸入 Excel 軟體求平均值後，建立蛙聲數據資料庫，再以同法取得未知蛙 C 和 D 的聲音數據，接下來利用 Excel 軟體的排序功能比對--

我們發現同種蛙的鳴聲長和鳴聲間隔隨時間和行為變動較大，而同種蛙的鳴叫聲主頻率是較為穩定的聲音特性。因此，以未知蛙 C 和 D 為例，依據主頻率排序檢核結果如表三，再經播放聲音確認後分別鑑定為貢德氏赤蛙和澤蛙!

表三 『Excel 蛙聲檢核表』 檢核未知蛙 C 和 D 依主頻率排序結果

編號	青蛙種類	鳴聲長(秒)	鳴聲間隔(秒)	主頻率(Hz)	圖片連結	叫聲樣本連結
29	牛蛙	0.64	0.564	185.4	牛蛙.jpg	牛蛙.wma
18	褐樹蛙☆	3.886	0.56	241.6	褐樹蛙.jpg	褐樹蛙.wma
3	花狹口蛙	0.635	1.732	312.34	花狹口蛙	花狹口蛙.wma
23	貢德氏赤蛙	0.183	0.971	319.8	貢德氏赤蛙	貢德氏赤蛙.wma
?	未知蛙 C	0.122	7.27	338.9		未知蛙 C 聲音
28	古氏赤蛙	2.912	0.954	412.2	古氏赤蛙.jpg	古氏赤蛙.wma
17	白額樹蛙	0.355	1.321	506.4	白額樹蛙	白額樹蛙.wma
24	腹斑蛙	0.152	0.198	599	腹斑蛙.jpg	腹斑蛙.wma
31	虎皮蛙	0.137	0.12	607.2	虎皮蛙.jpg	虎皮蛙.wma
25	豎琴蛙◎	1.916	3.645	849	豎琴蛙.jpg	豎琴蛙.wma
2	盤古蟾蜍☆	0.057	0.204	1033.4	盤古蟾蜍.jpg	盤古蟾蜍.wma
22	長腳赤蛙	0.048	0.151	1182.2	長腳赤蛙.jpg	長腳赤蛙.wma
12	莫氏樹蛙☆	1.848	2.578	1307.25	莫氏樹蛙.jpg	莫氏樹蛙.wma
9	翡翠樹蛙☆◎	0.265	2.299	1328.6	翡翠樹蛙.jpg	翡翠樹蛙.wma
?	未知蛙 D	0.067	0.5	1417.7		未知蛙 D 聲音
30	澤蛙	0.088	0.315	1436.2	澤蛙.jpg	澤蛙.wma
26	拉都希氏赤蛙	0.39	3.699	1493.4	拉都希氏赤蛙	拉都希氏赤蛙
13	台北樹蛙☆◎	0.695	0.205	1516	台北樹蛙	台北樹蛙.wma
10	橙腹樹蛙☆◎	0.057	0.721	1530.2	橙腹樹蛙.jpg	橙腹樹蛙.wma
1	黑眶蟾蜍	0.126	0.071	1672.6	黑眶蟾蜍.jpg	黑眶蟾蜍.wma
27	斯文豪氏赤蛙	0.11	1.088	1787.8	斯文豪氏赤蛙	斯文豪氏赤蛙
20	金線蛙◎	0.07	3.247	1845.4	金線蛙.jpg	金線蛙
19	台北赤蛙◎	0.035	0.353	1855.8	台北赤蛙.jpg	台北赤蛙
21	梭德氏赤蛙	0.142	0.348	2000.4	梭德氏樹蛙.jpg	梭德氏赤蛙.wma
11	諸羅樹蛙☆◎	0.171	2.473	2347.4	諸羅樹蛙.jpg	諸羅樹蛙.wma
5	黑蒙西氏小雨蛙	0.475	0.461	2404.8	黑蒙西氏小雨蛙	黑蒙西氏小雨蛙
4	巴氏小雨蛙	0.23	0.369	2435.6	巴氏小雨蛙.jpg	巴氏小雨蛙.wma
6	小雨蛙	0.417	0.805	2542.8	小雨蛙.jpg	小雨蛙.wma
15	面天樹蛙☆	0.036	0.147	2608	面天樹蛙.jpg	面天樹蛙.wma
14	艾氏樹蛙	0.049	2.697	2649.4	艾氏樹蛙.jpg	艾氏樹蛙.wma
16	日本樹蛙	0.176	0.323	2992	日本樹蛙	日本樹蛙.wma
8	中國樹蟾	0.309	0.738	4025.6	中國樹蟾	中國樹蟾.wma
7	史丹吉氏小雨蛙	2.061	0.788	5515.6	史丹吉氏小雨蛙	史丹吉氏小雨蛙

2. 電腦自動比對程式之開發：

由於之前曾經學習過電腦程式設計 C 語言 (Microsoft Visual C# 2010 Express)，因此我自己試著寫程式讓電腦自動分析所錄到的蛙聲，程式設計時軟體顯現畫面如下圖所示：

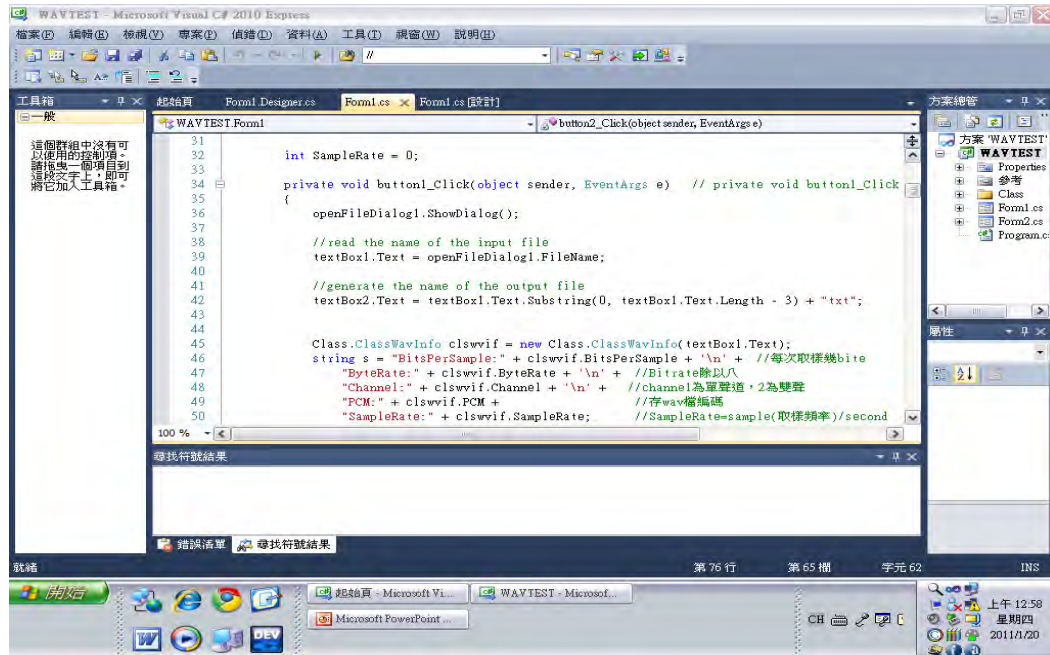


圖 26 以 Visual C# 2010 Express 寫程式時的顯示畫面

而程式執行的基本原理如下：

1. 依據振幅以 22050 次/秒取樣，繪製出波型圖。
2. 每 200 點平均振幅的最小者設定為背景（顯現黑色），比背景大 4 倍以上設定成鳴聲（顯現紅色）。
3. 以變色時間相加減，便可得知鳴聲與脈衝長。

以牛蛙的叫聲為例：所繪製出的波形圖紅色部分為每 50 點的平均振幅大於背景的四倍以上，並且由紅轉黑的點數減去黑轉紅的點數即為鳴聲長：

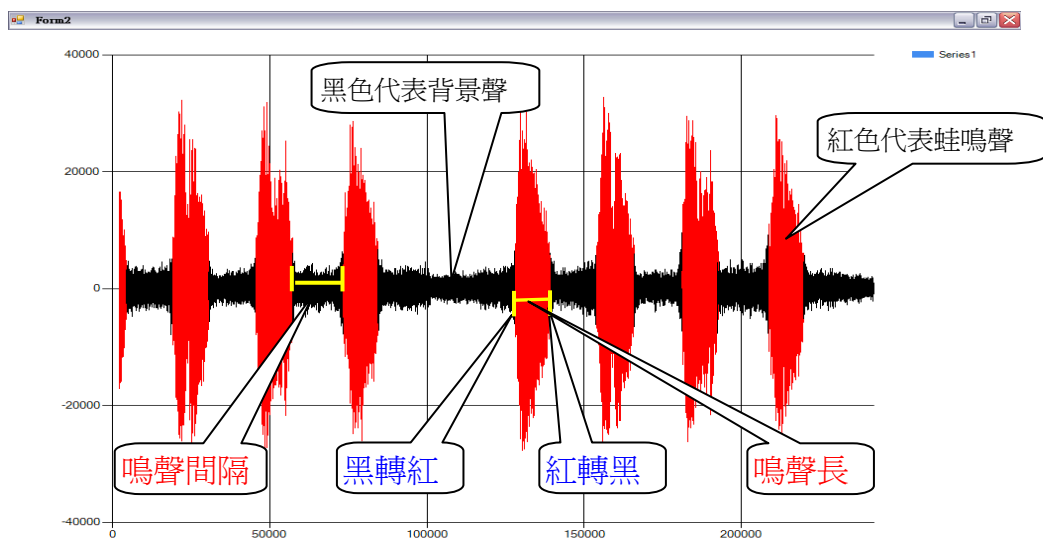


圖 27 程式中鳴聲長和鳴聲間隔的定義



圖 28 我們設計的程式會自動計算蛙聲的鳴聲長和鳴聲間隔

在經過努力之後，終於寫出可用的蛙聲自動分析程式，但是離自動比對蛙聲還是困難重重，因為**蛙聲分析遭遇很多問題**，包括：

- 野外錄到的背景如流水等背景聲和蛙鳴聲混雜在一起，與標準音比對時有困難。
- 有的蛙種主頻率似乎不只一個，每一次鳴叫的主頻率似乎不同。
- 同種蛙的鳴叫聲不同:求偶聲、釋放聲、領域聲、求救聲…都不同。
- 即使是同一隻青蛙似乎不同時候叫聲也不一樣?該怎麼比對?
- 自行設計的程式只適用某些蛙種…

再經過請教蛙類與電腦專家之後，我們發現以目前有限的的能力以及課業與研究時間的限制之下，要完成自動比對的理想還有一段不小的距離，不過未來我們會持續努力下去。

四、賞蛙密技之測試與推廣

(一)、我們以學校的同學和學區內國小做為『賞蛙密技測試與推廣』的對象:



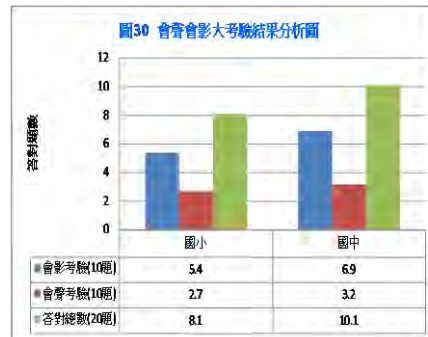
圖 29 到鄰近國小和本校進行賞蛙密技測試與推廣

● **測試流程**：

1. 先測試大家（國中 42 人、國小 29 人）對蛙類的認識。
2. 進行約 30 分鐘的台灣蛙類介紹教學
3. 緊接著進行『會聲會影大考驗』，分別測試同學們對 10 種未知蛙的影像和 10 種未知蛙的聲音，看看牠們在教學後能認識幾種蛙聲蛙影。
4. 讓同學隨機挑選未知蛙圖卡，使用我們開發的『Excel 會聲會影檢核表』檢核。

● **測試結果**：

1. 剛開始大家只會寫出 2~6 種蛙類的名稱，大多數的人寫得出牛蛙、蟾蜍、樹蛙、田雞等名詞，對蛙類的認知並不多。
2. 經過青蛙辨識教學之後，我們發現大家對青蛙影像的學習成果顯著，10 題平均可以答對 5~7 題，但是蛙聲辨識對大家而言好像蠻難的，平均只答對 2~3 題，國中生比國小學生辨識能力好一些。
3. 只要示範一次，八成以上的同學都能學會使用『Excel 會聲會影檢核表』，而且順利得知未知蛙的蛙種喔！



(二) 建立『會聲會影賞蛙密技』網頁分享研究過程和發現，如圖 31，希望大家能和我們一起賞蛙愛蛙；也將建立部落格和大家互動喔！

網頁網址：
 部落格(建立中):




(三) **行動檢索**：

近來手機功能日新月異如圖 32，有些品牌的手機可以操作 office 軟體，那麼就方便在野外觀察或調查蛙類時隨身使用我們的『Excel 會聲會影檢核表』了！



圖 31 會聲會影賞蛙密技網頁畫面

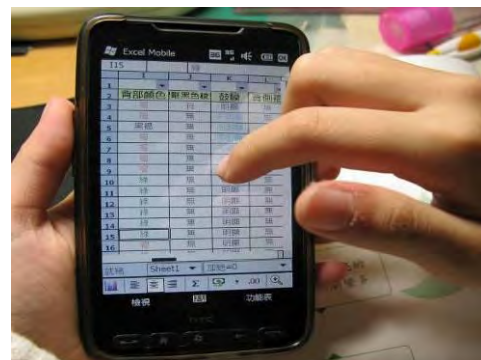


圖 32 以手機隨身行動檢索

伍、 討論與結論：

一、蛙類的觀察與飼養

(一) 卵的孵化：梭德氏赤蛙蛙卵外有黏液層，孵化率約 83.7%，在 25°C 時從卵發育成構造完整的蝌蚪大約需 7~8 天。

(二) 蝌蚪的飼養與觀察：

1. 蝌蚪的發育過程外觀變化不大，過程歷經身體變長→長後肢→長前肢→縮尾巴→身體挺立→幼蛙。
2. 由蝌蚪發育成幼蛙所需天數不相同，和種類、溫度、營養等都有相關，我們所觀察的黑眶蟾蜍約需 20 天、梭德氏赤蛙約需 29 天、澤蛙約需 34 天、莫氏樹蛙約需 45 天。
3. 天然落葉是飼養蝌蚪的較佳食物，也可以將地瓜葉或波菜煮爛後替代或到水族館購買冷凍紅蟲餵食。

(三) 澤蛙的飼養與行為觀察：

1. 愛吃活體生物，可餵食紅蟲，而被捕蚊拍電昏的蚊子和活米蟲是澤蛙的最愛。
2. 皮膚會隨著環境而變色，而且非常需要水分維持皮膚潮濕。
3. 有認識餵食工具、學習挖洞等學習行為，和固定的棲息地。
4. 遇危險會裝死、聽見同種蛙鳴也會跟著鼓起鳴囊鳴叫。
5. 經實驗測試澤蛙的視野範圍大約可以畫成一個不對稱、不規則的扇形，正前方約 30 度視野範圍最廣；正後方約 30 度則視野距離最短。

二、『Excel 會聲會影檢核表』的開發與使用

(一) 會影檢核表：

1. 我們利用耳後腺、吸盤、背部顏色、鼓膜、背側褶及快速辨識特徵等十二個特徵建立 Excel 會影檢核表，其中並包括有蝌蚪的分類。
2. 經過測試結果發現中小學生有八成以上可以快速學會青蛙檢核表的使用，並利用篩選功能順利檢核出未知蛙的蛙種。

(四) 會聲檢核表：

1. 利用 Adobe Audition 軟體將錄到的未知蛙聲和所有蛙類的聲音視圖一起比對，可解決只聽蛙聲不見蛙影的問題。
2. 利用鳴聲長、鳴聲間隔和主頻率的蛙聲數據資料庫建立 Excel 會聲檢核表，使用排序功能比對，發現以主頻率排序最易找出未知蛙種。
3. 經過飼養與蛙類聲音分析，發現蛙類鳴聲隨種類、個體、時間和行為而異，因此雖然自行開發的程式能自動計算鳴聲長和鳴聲間隔，但卻在自動比對階段遭遇難題。

(三) 測試與推廣

1. 中小學學生對青蛙影像的學習成果顯著，而蛙聲的辨識對一般人而言僅能記得約 2~3 成。
2. Excel 是非常普遍的軟體，因此會聲會影蛙類檢核表可透過網站建立推廣給大眾使用，引領大家一起賞蛙愛蛙！
3. Excel 檢核的概念可應用到其他生物，也可推廣到手機、PDA 等產品隨身檢核！

三、心得感想與未來展望

這次的研究不但讓我們觀察到澤蛙、黑眶蟾蜍、梭德氏赤蛙的一生，也讓我們更親近周遭環境中的蛙類，因為認識牠們所以在見到蛙蛙們時再也不會「視而不見、聽而不聞」，當你聽著蛙鳴聲，感覺牠們的喜怒哀樂那是多麼快樂得一件事啊！

而研究上遭遇的聲音分析難題，雖然現階段還沒有達成自動分析與比對的目標，但是科學探究的路是沒有止盡的，未來我們會繼續努力！而飼養蛙的過程中發現一些畸形發育的現象，雖然有可能是天生基因異常所致，但也可能是環境不佳所的影響，這點未來可再進一步探討。

最後要特別感謝 ██████████ 教授不僅在網路上為我們解惑，也在返鄉過年時抽空指導我們，另外也要感謝老師和爸媽們陪著我們一起觀察青蛙。我們現在透過網頁、教育推廣的方式將賞蛙密技和大家分享，也常常告訴朋友們不要捕捉或戲弄蛙類，鼓勵大家保存住家周圍的濕地、池塘綠地、不濫用農藥或殺蟲劑，以免威脅到蛙類的棲地和生存，希望大家一起來喜歡蛙類成為蛙類真正的好朋友！

陸、參考資料：

一、網站：

1. 楊懿如的青蛙小站 <http://www.froghome.idv.tw>
2. Adobe audition3 軟體下載 <http://www.hotdl.com/dl/showfile-id-2214.html>
3. 亞洲錦蛙通報網站 <http://apel.bio.ncku.edu.tw/earm/index.php>
4. 高縣新聞網 http://tnews.cc/07/newscon1_21153.htm
5. 蛙蛙世界學習網 <http://learning.froghome.org/D/index.html>
6. 蛙聲辨識網 http://call.froghome.org/call_demo/H/index.html
7. 南瀛蛙趣 <http://sjles.tnc.edu.tw/frog/home.htm>

二、書籍：

1. 賞蛙呱呱叫，楊懿如，2005年二刷，聯經出版社。
2. 台灣賞蛙記，潘智敏，2007年，天下文化出版。
3. 台灣32種蛙類圖鑑 陳王時（民95） 台北市野鳥學會。

柒、附錄：

- 養蛙記錄：（因頁數太多，詳見研究日誌）
- 蛙聲蛙影大考驗學習單和簡報（詳見研究日誌）

【評語】 030301

1. 實驗項目太多，讓本研究的主題呈現不出來，前半部的實驗似乎與作品題目主軸不相關。
2. 如果本研究重點在強調臺灣蛙類檢索表的改良，將是很有應用價值的研究。
3. 學生投入大量時間與精力，值得鼓勵。