

霧中精靈—莫氏樹蛙

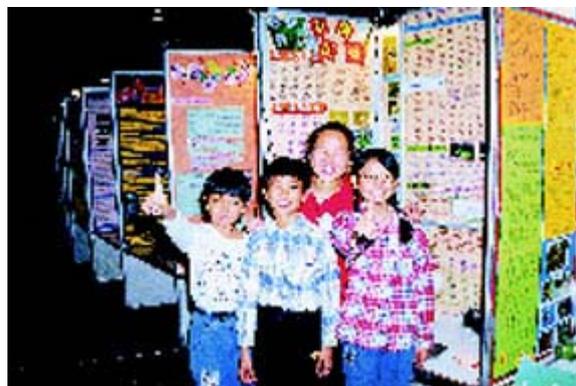
初小組 第一名

縣市：高雄縣

校名：瑞興國小

作者：邱稜翔、簡弘勛、何冠霖、陳雯琳

指導教師：簡仲信、施昭眠



邱稜翔，民國七十六年九月十三日生，台灣省高雄縣人，現就讀於高雄縣鳳山市瑞興國民小學六年級從小就學習鋼琴、繪畫，但繪畫還是我的最愛，接觸科展是從四年級暑假開始，隨著顧老師探訪大自然，尋找所須的題材，真是刺激，也是讓我無法忘懷的回憶。

大家好，我是就讀瑞興國小六年級的簡弘勛，興趣是喜歡在大自然散步，由於我們都喜歡做實驗，所以常常和顧錦濤老師一起出去野外尋找合適的題材。我們幾乎全省走透透，荒山遍野都有我們足跡。

嗨！大家好，我的名字何冠霖，大家叫我「冠頭」，就讀高雄縣鳳山市瑞興國民小學五年級，興趣是PLAY COMPUTER GAME、做自然實驗，並且有著偉大的理想，那就是——「秘密」哈！哈！哈！，有史以來最好的老師是——「顧錦濤老師」，在此再一次感謝老師，謝謝「你們」。

我的名字叫陳雯琳，是一位girl！我目前就讀瑞興國小五年級。我從小的志向就是長大後當一位老師，而且我自小就很喜歡冒險、旅遊；這次我參加科展生物組就很符合我興

趣，除了可以出去採集研究外，更可深入了解許多生物百態，實在太棒了！。

關鍵詞：莫氏樹蛙、生活史、兩棲類

壹：研究動機

本校進行兩棲類的研究觀察已經邁入第三年了，每一種蛙類都深具特色，都令人著迷，但因為我們位處南部，所以對於莫氏樹蛙非常的熟悉，幾乎每隔幾個星期就要去探訪一下每一個地點的莫氏樹蛙。因此這一次科學展覽的主題，就挑定以莫氏樹蛙為主角，進行一系列有系統性的研究觀察，希望能夠揭開山林霧中神秘叫聲主人的生態習性，更希望這些資料與相關研究能夠幫助我們成功延續這已經被農委會列入特稀有保育類生物的生命活力，並吸引更多的人投入自然生態的觀察研究中。

貳：研究目的

- (一)莫氏樹蛙的生理結構
- (二)何處才能找到莫氏樹蛙的芳蹤
- (三)如何判斷莫氏樹蛙的雌與雄
- (四)莫氏樹蛙生活史的介紹
- (五)莫氏樹蛙奇特鳴叫聲的分析
 - 一、莫氏樹蛙求偶鳴叫聲的研究
 - 二、莫氏樹蛙地盤爭執時鳴叫聲的研究
 - 三、莫氏樹蛙交配時鳴叫聲的研究
- (六)莫氏樹蛙的社會地域行爲
- (七)馬武窟溪會不會形成變種的莫氏樹蛙
- (八)莫氏樹蛙保護色的研究

參：研究設備

電腦影像輸入與儲存設備、聲音頻率錄製與分析軟體、錄音機、照相機、測量工具、日本兩棲類飼育設備。

肆：研究過程

- (一)莫氏樹蛙的生理結構：研究樹蛙的特殊生理結構，最簡單的方法就是直接的飼養觀察，並和其他蛙種比較，以找出牠的特殊點，以作為日後採集時的參考與比較依據；這一部份的實驗比較在於探討莫氏樹蛙頭部、四肢、吸盤、身體斑點的特殊點：
- (二)何處找尋莫氏樹蛙的芳蹤：這一部份的實驗，分成三個領域來探討：季節、地區與環境地點。

(三)如何判斷莫氏樹蛙的雌雄：根據我們的觀察研究，發現莫氏樹蛙的性別不是那麼容易的辨別，但是有一個方法永遠不會錯，就是交配時雌蛙一定在下層、雄蛙在上。

(四)莫氏樹蛙的生活史介紹：我們將莫氏樹蛙的生活史分成四個階段，除了基本描述之外，還加上我們的採集與飼育經驗，並且將復育成功的小蛙給帶回原生地，好讓牠們繼續的為大自然提供美妙的歌聲。

(五)莫氏樹蛙奇特鳴叫聲的分析：蛙類以鳴聲來相互溝通，我們尋找蛙跡也是透過牠的鳴叫聲。

一、莫氏樹蛙的求偶叫聲研究：利用34屆全國科展物理初小組使用電腦來分析燒杯聲音頻率的方法，將樹蛙的聲音錄起來，然後進行聲音型態和頻率的分析。

二、莫氏樹蛙的地盤警告聲研究：當一個水族箱中飼養幾隻雄蛙的時候，就會常常聽到這種聲音，在野外的採集紀錄中，是沒有聽過類似的聲音，因為水族箱中的沉木下如果聚集幾隻雄蛙的時候，則可聽到有些和求偶聲明顯不一樣的聲音。

三、莫氏樹蛙交配時鳴聲研究：莫氏樹蛙在假交配時會出現第三種不同的聲音，但據我們的觀察這仍是雄蛙的鳴聲，雌蛙幾乎都不動聲色，只負責踢出卵泡，這種交配時的鳴聲並不很規律，但是和爭地盤的鳴聲仍可分辨出其中的差異。

(六)莫氏樹蛙的社會地域行爲：

一、為什麼最後只剩下一隻雄蛙在叫呢？

不管哪一次採集後，進行飼育工作時，剛開始時總會聽到許多雄蛙百家爭鳴，最後只剩下其中一隻在叫，也只有這知鳴叫的青蛙能夠得到雌蛙的青睞1 以寶山莫氏樹蛙為研究對象，兩個月為期。2 挑選四卷時間前後不同的錄音帶。3 紀錄帶中雄蛙鳴叫聲音的次數與長短變化，並從中來找出彼此的關係。

二、莫氏樹蛙的勢力範圍多大呢？

我們以莫氏樹蛙族群最多的四個地點作為天然的情境調查，因為這些地點莫氏樹蛙最多。1地點以寶山、東河、瑞穗、恆春為實驗目標。2 錄音帶誘導或者讓雄蛙自己去發出求偶鳴聲。3 根據採集的聽聲辨位經驗來測量雄蛙與雄蛙之間的最短距離。

(七)馬武窟溪會不會是變種莫氏樹蛙的發源地：馬武窟溪位於台東的東河，發源自海岸山脈，這部分的實驗是在寒假期間拜訪東河國小時所進行的觀察研究：

一、求偶叫聲的不同

1.以台東東河與屏東恆春的莫氏樹蛙作為研究對象。

2.各自錄下求偶的鳴叫聲。

3.比較這兩地樹蛙鳴叫聲的整體差異、各部頻率的不同。

二、眼睛虹膜的顏色

當我們帶著西部莫氏樹蛙的照片前往馬武窟溪時，一眼就發現當地的莫氏樹蛙眼睛怎麼怪怪的，而且帶回西部進行飼育觀察時，更可發現眼睛的大大不同，原來以前所採集拍

攝的莫氏樹蛙眼睛都偏向紅色，而馬武窟的莫氏樹蛙都是呈現黃土色。

三、體型的差異

- 1.針對海岸山脈馬武窟溪附近的莫氏樹蛙為測量對象。
- 2.這些蛙類的體長(吻端到肛門的直線長度)。
- 3.並和西部莫氏樹蛙族群的代表(以寶山族群、恆春族群為主)來進行比較。

(八)莫氏樹蛙的保護色研究：

體色綠色的樹蛙在天然環境中只出現於綠色的枝葉之中，但是雖然如此，我們還是以莫氏樹蛙為主角進行一系列體色變色的實驗。

伍：實驗結果與討論

(一)莫氏樹蛙的生理結構：

- 1.頭部：鳴囊為單鳴囊、瞳孔成水平狀、眼睛突起；頭部較圓鈍，台灣產的樹蛙以白頷樹蛙的頭部最為尖銳。
- 2.四肢：前肢四趾、後肢五趾，均帶有吸盤，前肢吸盤約大於後肢吸盤半倍左右，前肢趾間無蹼、後趾間具有明顯的蹼。
- 3.身體斑點：身體側帶具有明顯的斑點，後肢間常常會呈現明顯的紅色。

(二)何處找尋莫氏樹蛙的芳蹤：

- 1.季節：根據研究兩棲類的專家學者說，莫氏樹蛙屬於冬季蛙種，但是我們的研究觀察中發現，幾乎一年四季都可在野外聽到莫氏樹蛙的求偶鳴聲；而且卵泡也是恆年不斷。
- 2.地區：莫氏樹蛙分布的範圍除北台灣(出現的綠色蛙種以中國樹蟾為最多，採集紀錄中並未在北台灣或宜蘭等地發現莫氏樹蛙的叫聲)以外，幾乎都有分布。目前我們已有的採集紀錄由緯度北向南計有花蓮太魯閣、台東海岸山脈、溪頭與杉林溪、曾文水庫、南橫天池、藤枝扇平，直到台灣最南端的恆春，可見得莫氏樹蛙應以南台灣分布較多。
- 3.環境地點：我們將採集的環境地點分為三種：沼地、溪流、靜水塘，而莫氏樹蛙只出現於靜水塘區，其中以山區的果園蓄水池、山邊的水溝、山區建築物或學校邊緣的水溝，都可以發現莫氏樹蛙的叫聲與蝌蚪。

(三)如何判斷莫氏樹蛙的雌雄：

結果

莫氏樹蛙雌雄差異比較表

| | |
|------|----------------------------|
| 差異部份 | 主要地點 |
| 體型 | 交配季節時，雌蛙約為雄蛙大上半倍(6.3：4.2)。 |
| 腹部 | 雄蛙腹部會帶有黑紋或斑點，雌蛙則為白嫩嫩的一片。 |
| 後肢 | 雄蛙後肢股間常為鮮紅色、雌蛙則為淡紅色。 |
| 體色 | 雄蛙通常為青綠或翠綠色，而雌蛙則為深綠色。 |
| 體態 | 靜止時，雄蛙通常呈現匍伏狀態，雌蛙則為挺立。 |

(四)莫氏樹蛙的生活史介紹：

生活史說明

當雌蛙和雄蛙在進行交配工作時，雄蛙會跳到雌蛙的背上，然後再將前腳插入雌蛙的腹部，進行交配。之後雌蛙會產下卵泡，卵泡是白色的，而且裡面有一顆顆淡黃色的卵。雌蛙一次產下的卵，大約有幾百顆。莫氏樹蛙大多數都把卵產在池邊，所以我們常常在池邊發現莫氏樹蛙的蝌蚪。

莫氏樹蛙所產下的卵，大約一、兩個禮拜就能孵化成蝌蚪。蝌蚪們會順著水，流到較寬大的水域過生活，而且從卵變成的蝌蚪都是自己去覓食，可是牠們的生活卻是到處暗藏危機，所以能順利存活的蝌蚪是寥寥無幾呢！

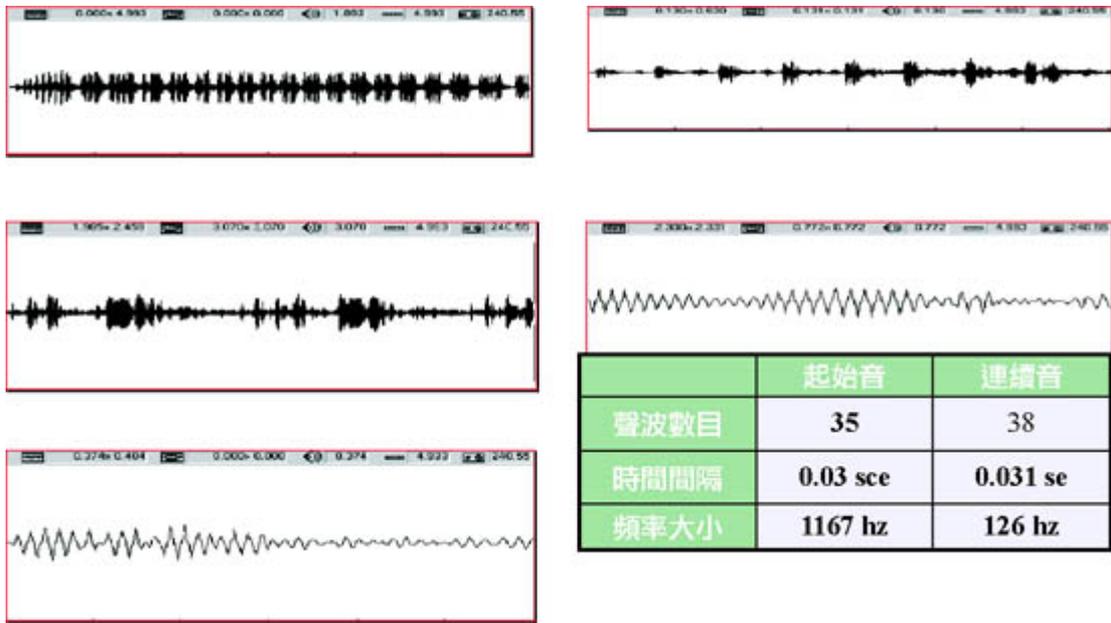
接著，僥倖存活下來的蝌蚪，經兩、三個禮拜後，會先長出後腳，接著長出前腳，身體顏色慢慢出現樹蛙的翠綠色，尾巴愈變愈短，漸漸的往岸上棲息，開始會跳動，大約再過幾天後，就會變成一隻成蛙。

小樹蛙終於離開水面，從剛出生的小蝌蚪，到現在的樹蛙，經歷了層層艱苦的考驗。而現在，離開水面，可以安心的在叢林裡作自己的事情。因為人類的破壞，只能在深山裡，才能發現莫氏樹蛙的蹤跡。

(五)莫氏樹蛙奇特鳴叫聲的分析：

實驗結果

莫氏樹蛙求偶聲的分析



推論與探討

1. 整段鳴叫聲的聲音波形，由人類的耳朵來聽，會發現莫氏樹蛙的求偶聲具有兩種不同的聲音，以圖一來看，前面箭號的為第一段，其餘的17個波形為第二段的連續音，所以這兩段的獨特音是莫氏樹蛙求偶的特殊訊號。

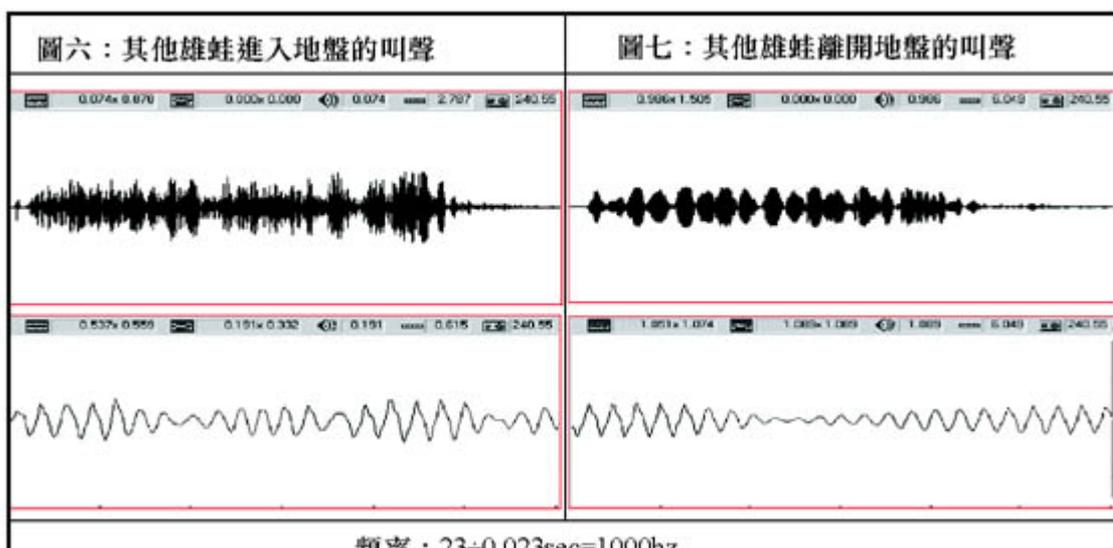
2. 偶聲的波形有兩種，比較圖二、圖三，可知這兩種聲音為什麼聽起來會這麼的不一樣，原來是音波的形狀本身就不一樣。根據放大聲波來計算頻率，得知起始音和連續音的頻率都約為每秒1200赫茲，而且由振幅來看，從圖一的波形外觀分析，前後段的高度都差不多，故振幅也都相似，可知莫氏樹蛙的聲音特色在於前後不一樣的聲音波形來決定。

二、莫氏樹蛙的地盤警告聲研究：

當一個水族箱中飼養幾隻雄蛙的時候，因為水族箱中的沉木下如果聚集幾隻雄蛙的時候，則可聽到有些和求偶聲明顯不一樣的聲音，當然這個現象發生後，會有兩種特別的聲音，以下是我們的分析：

實驗結果

莫氏樹蛙地盤爭執的聲音





圖八：雄蛙離開地盤時的叫聲

推論與探討

1.由上圖可知圖六(雄蛙進入地盤的叫聲)音波急促不停止且尖銳像噪音,而圖七、八(雄蛙離開地盤的叫聲)音波較緩和且看起來有規律,聽錄音帶時別的雄蛙進入地盤時叫聲會一直叫個不停,而離開時會有一兩聲的緩和聲。

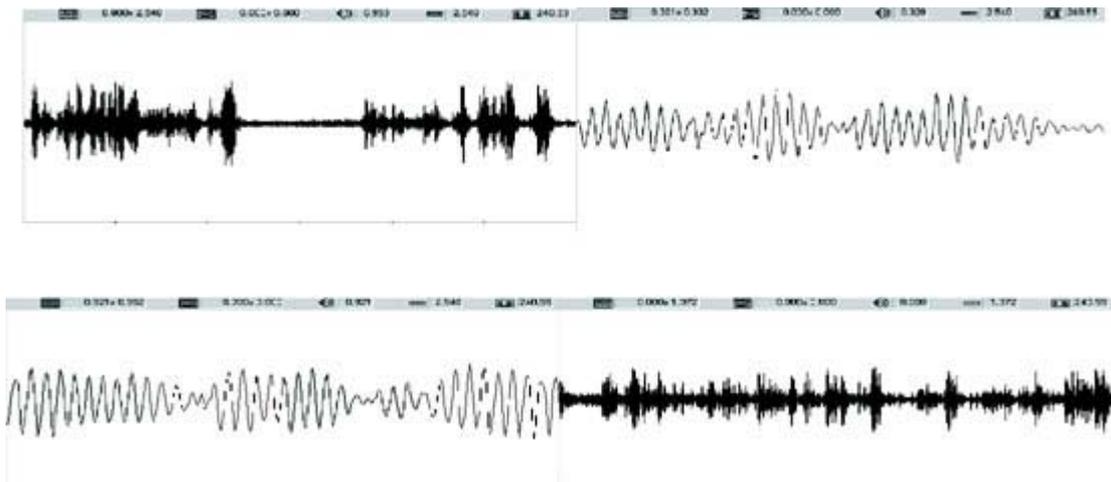
2.從頻率來看,兩個聲音好像頻率不同但其實它們的聲音頻率卻一樣,當我們用此軟體來看聲音的形狀時才知道它們聲音其實頻率一樣。

三、莫氏樹蛙交配時鳴聲研究：

莫氏樹蛙在假交配時會出現第三種不同的聲音,但據我們的觀察這仍是雄蛙的鳴聲,雌蛙幾乎都不動聲色,只負責踢出卵泡,這種交配時的鳴聲並不很規律,但是和爭地盤的鳴聲仍可分辨出其中的差異。

實驗結果

莫氏樹蛙交配時鳴聲研究



推論

1.頻率分析計算得到的結果,不管是前段音或者後段音,都大約1,300Hz,而其中的差別在於聲音的振幅有些不一樣,前段音聽起來讓人覺得頻率較鬆散,而後段音聽起來會感覺頻率較為密緻;因此可以推論這兩段聲音的音形並不一樣。

2.莫氏樹蛙的雄蛙尋找雌蛙,絕對不是利用視覺,我們認為牠是利用嗅覺來感覺雌蛙的

接近，而趨前去進行交配，因為我們發現到莫氏樹蛙的雄蛙在水族箱的飼育過程中，竟然會和同箱的其他蛙種(亞洲鑽地蛙、澤蛙、褐樹蛙)發生交配行爲。

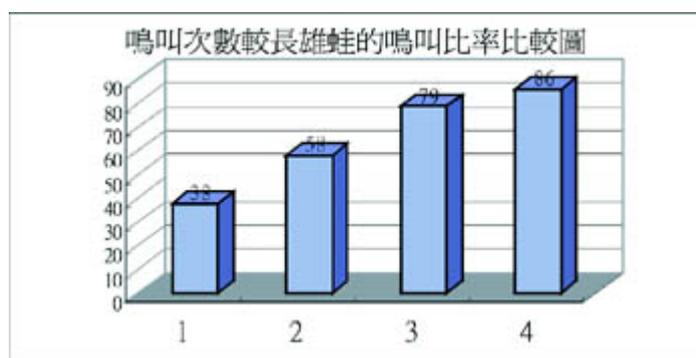
(六)莫氏樹蛙的社會地域行爲：

結果

寶山莫氏雄樹蛙在人工飼育下求偶聲鳴叫比較圖

| 時間 | 鳴叫次數 | 鳴叫比率 | 平均鳴叫長短 |
|----------|------|--------|--------|
| 88.09.27 | 長52 | 38%(1) | 18.76次 |
| | 中39 | 31% | 16.56次 |
| | 短28 | 29% | 9.36次 |
| 88.10.13 | 長56 | 58%(2) | 8.13次 |
| | 短53 | 41% | 5.98次 |
| 88.10.25 | 長310 | 79%(3) | 20.68次 |
| | 短118 | 19% | 13.07次 |
| 88.11.15 | 長56 | 86%(4) | 10.13次 |
| | 短14 | 14% | 6.57次 |

圖十三：共處時間愈久，鳴叫頻率的變化圖



推論與探討

- 1.水族箱中的莫氏樹蛙族群計有雄蛙四隻、雌蛙兩隻，由最後的棲息地只剩下叫聲較長的那隻雄蛙，可以得到母蛙的青睞(因為只有那個地方出現卵泡)。
- 2.剛開始的叫聲有許多種，就像二重奏一樣，後來漸漸的減少，最後只留下叫聲較長的

莫氏樹蛙。當在比賽時，母蛙也在選擇適合繁殖下一代的雄莫氏樹蛙。

結果

不同地點莫氏樹蛙族群中雄蛙之間最短棲息地點距離的比較

| 地點 | 高雄寶山 | 台東東河 | 花蓮瑞穗 | 屏東恆春 |
|------------------|------|------|------|------|
| 雄蛙棲息地 最短距離(m) | 15 | 6 | 8 | 10 |

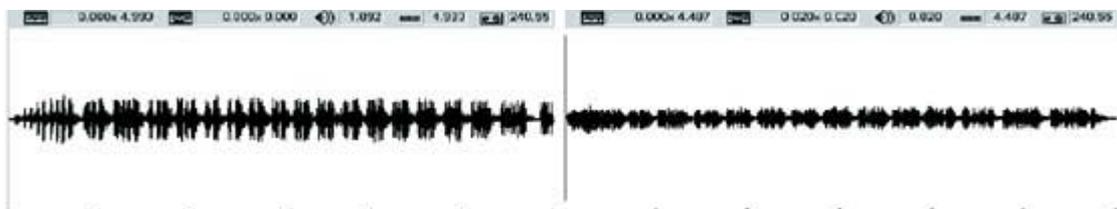
推論與探討

- 1.雄蛙的棲息地點一定要在水邊，這樣才有辦法讓卵泡能夠接觸到水而後在一天的時間內，變成蝌蚪進入附近的水域。
- 2.以區域族群最密集的東河海岸山脈中東河國小的果園蓄水池，其中有拉都希氏蛙、莫氏樹蛙、小雨蛙等三種幾乎常年出現的蛙種。

(七)馬武窟溪會不會是變種莫氏樹蛙的發源地：

結果與推論

東河、恆春莫氏樹蛙求偶鳴叫聲的差異比較



圖十四：恆春莫氏樹蛙求偶聲 mate-1

圖十五：東河莫氏樹蛙求偶聲 dongmate1

- 1.由聲音形狀來看，東河產的莫氏樹蛙，前段起始音與後兩小段的結尾音有明顯的增長趨勢，而由耳朵來聽的話，是可以稍微聽出結尾音的不同；我們計算前中後三部分的聲音頻率，並統計如下：

| 聲音頻率分析表(Hz) | 恆春地區 | 東河地區 |
|-------------|-------|-------|
| 前段起始音 | 1,333 | 2,317 |
| 中段連續音 | 1,136 | 1,254 |
| 尾段結束音 | 1,027 | 1,181 |

- 2.這兩卷帶子的頻率分析，都是前段起始音振動較快，然後是中段與尾段，而且經由聲音振幅放大的處理之後，可發現起始音的振幅較高、聲音較大聲。

3.而由前段音的頻率大小可以明顯的看出兩地青蛙的差異，就採集的紀錄和經驗來看，東河產的莫氏樹蛙一般而言，體型都比較小，前段音的頻率明顯的高於恆春莫氏樹蛙。

結果

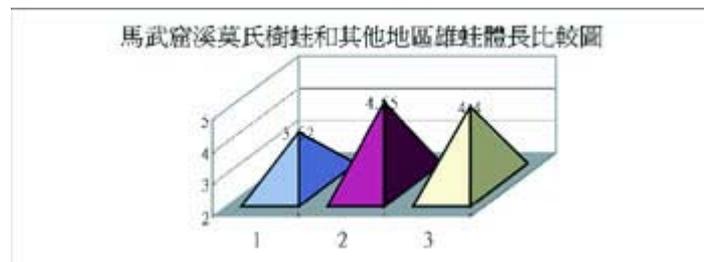
冬季馬武窟溪莫氏樹蛙族群與其他地區族群體長的比較(雄蛙)

| | | | |
|----------|---------|---------|---------|
| 地點 | 馬武窟溪(1) | 寶山族群(2) | 恆春族群(3) |
| 樣本統計隻數 | 6 | 11 | 4 |
| 莫氏樹蛙平均體長 | 3.62cm | 4.55cm | 4.40cm |

結果

冬季馬武窟溪莫氏樹蛙族群與其他地區族群體長的比較(雌蛙)

| | | | |
|----------|--------|--------|--------|
| 地點 | 馬武窟溪 | 寶山族群 | 恆春族群 |
| 樣本統計隻數 | 3 | 3 | 2 |
| 莫氏樹蛙平均體長 | 4.10cm | 6.40cm | 5.90cm |



圖十六：馬武窟溪莫氏樹蛙雄蛙與其他地區雄蛙體長的比較

推論：

- 1.不管什麼性別，馬武窟溪的莫氏樹蛙都比其他同季節的蛙類體型還要小隻。
- 2.針對雌蛙來探討，可以察覺西部雌蛙的體型要比馬武窟溪還要來得巨大。

(八)莫氏樹蛙的保護色研究：

結果與推論：

- 1.莫氏樹蛙只有一種保護色-綠色。
- 2.如果說莫氏樹蛙能夠變色的話，也只有綠色深淺的差異不同，可見得莫氏樹蛙也會受到環境的影響而改變自己原有的體色；在交配時也會產生體色的些微變化。

陸：結論

(一)台灣產的綠色樹蛙約有四種以上，可觀察到，莫氏樹蛙頭部寬小，眼膜呈紅色，背部是綠色，腹部是黃色或綠色，趾端有吸盤，虹膜及大腿內側橘紅色，體側及四肢內側有許多黑斑。

(二)我們分成三個領域來探討：季節、地區與環境地點。季節：從我們的研究中發現，幾乎一年四季都可在野外聽到莫氏樹蛙的鳴聲。地區：莫氏樹蛙分佈的範圍除了北台灣以外，其他地方幾乎都有分布。以南台灣分布較多。環境地點：我們將採集的環境地點分為三種：沼地、溪流、靜水塘，山區的蓄水池、山邊的水溝、山區建築物的水溝，都可以發現莫氏樹蛙的叫聲與蝌蚪。

(三)雄蛙和雌蛙有體型、腹部、後肢、體色、體態等地方不同，體型在交配季節時，雌蛙約為雄蛙大上半倍(6.3：4.2)，雄蛙腹部會帶有黑紋或斑點，雌蛙則為全白，雄蛙後肢常為鮮紅色、雌蛙則為淡紅色，雄蛙的體色通常為青綠或翠綠色，而雌蛙則為深綠色。

(四)莫氏樹蛙的生活史，一對樹蛙交配並產出卵泡，卵泡漸漸變成蝌蚪，蝌蚪慢慢的長出後腳，再長出前腳，然後變成成蛙，這樣一直循環著。

(五)蛙類以鳴聲來相互溝通，求偶叫聲是所有青蛙最常出現的聲音，莫氏樹蛙求偶聲的波形有兩種，頻率都約為每秒1200赫茲，振幅也都相似，可知莫氏樹蛙的聲音特色在於前後不一樣的聲音波形來決定。

雄蛙進入地盤時叫聲急促尖銳像噪音,雄蛙離開地盤時叫聲音波較緩和看起來有規律。莫氏樹蛙的雄蛙尋找雌蛙，絕對不是利用視覺，我們認為牠是利用嗅覺來感覺雌蛙的接近，而趨前去進行交配。

(六)由實驗得知我們知道莫氏樹蛙靠鳴聲來決定自己的地位。莫氏樹蛙可以相隔很遠，然後傳遞訊息，由我們的研究觀察，發現棲息地點的距離最少有六公尺。

(七)以前所採集拍攝的莫氏樹蛙眼睛都偏向紅色，而馬武窟溪的莫氏樹蛙都是呈現黃土色。不管什麼性別，馬武窟溪的莫氏樹蛙都比其他同季節的蛙類體型還要小。針對雌蛙來探討，可以察覺西部雌蛙的體型要比馬武窟溪還要來得巨大。

(八)樹蛙中，白領樹蛙堪稱樹蛙科的變色女王，反而綠色樹蛙的變色能力都非常薄弱，也因此體色綠色的樹蛙在天然環境中只出現於綠色的枝葉之中。莫氏樹蛙對於其他環境中的顏色，完全沒有變色，仍然維持原本的綠色。





柒：參考書目

- (一)楊懿如1998賞蛙圖鑑中華民國自然與生態攝影學會。
- (二)呂光洋1990台灣的两棲動物台灣省政府教育廳出版。
- (三)呂光洋1990台灣野生動物資源調查手冊(2)台灣兩棲爬蟲動物農委會。
- (四)楊懿如1994陽明山籟-蛙錄音帶陽明山國家公園管理處發行。
- (五)本校圖書館所有的百科全書。

評語

本作品利用電腦影像法分析莫氏樹蛙在求偶、交配或爭地盤時的鳴叫聲，該作品已統合生態學、電生理學以及判讀所得結果（圖形）並給行為學上之解釋，雖然本項作品僅限於一種樹蛙之分析，不過將來如果擴大其研究對象時本結果可以應用於系統學、演化學上。

對創造能力，科學態度及研究報告完整性，皆屬優等。

[回到目錄頁../Index.htm](#)