

『狐蝠』臨門～校園棲地再造

摘要

本研究是以臺灣狐蝠為主題，結合六下自然課本「生物與環境」的課程內容，進行一系列的研究。從狐蝠的相關文獻資料出發，了解目前研究人員對於狐蝠的相關研究資料，進行初步的認識，再訪談專家學者來深入了解狐蝠的習性及現況狀況，並進行實地調查來了解狐蝠的生活環境，另外也利用官方資料及科技儀器來探究狐蝠的生物環境及非生物環境因素，彙整與分析相關研究資料，最後探索校園環境，評估適合校園棲地再造的地點，進行棲地再造。期待透過校園棲地再造，衍伸出生態校園的概念，讓我們與自然共存共榮，建造永續發展的概念。

【關鍵詞】：臺灣狐蝠、生態校園、棲地再造

研究主題：『狐蝠』臨門～校園棲地再造（國小 生物組）

內 文：

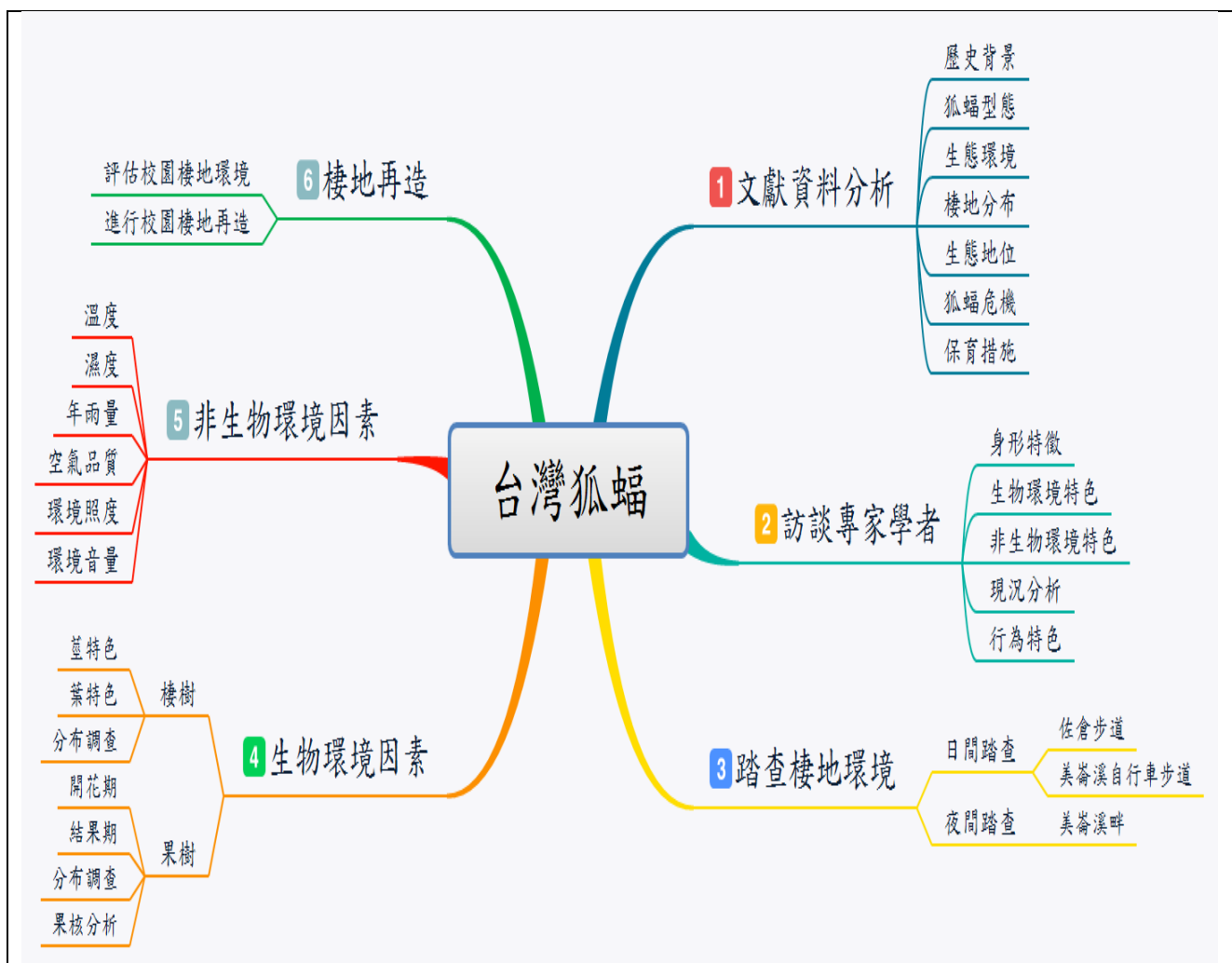
壹、研究動機

幾年前，學校裡曾出現過臺灣狐蝠在麵包樹上休息的蹤影，當時年幼的我們還參加夜間踏查的活動，去尋訪臺灣狐蝠的蹤跡。開學之初，在麵包樹下寫生的我們，突然想起有這麼一位神秘客曾造訪過校園，加上在偶然的機會下，看到《我們的島》的節目為臺灣狐蝠拍攝的專題，不禁試想牠們還會再來嗎？

而在六年級的自然課本中提到，人類的迫害導致自然環境遭受到破壞，許多動植物成了極度瀕臨絕種的生物，我們秉持著自然生態保育的精神，希望讓臺灣狐蝠離開瀕臨絕種的名單內。因此我們決定將這神秘客作為研究主題，進而建造校園棲地環境，透過自己一份心力，希望牠們可以再次造訪我們學校，也讓臺灣狐蝠能夠有更多的環境可以居住。

貳、研究目的

一、研究概念圖



二、研究目的

- (一)分析臺灣狐蝠相關文獻資料
- (二)訪談專家了解狐蝠習性、棲地環境及分布現況
- (三)踏查狐蝠棲地環境
- (四)探究狐蝠棲地生物環境因素的植物
- (五)探究狐蝠棲地非生物環境因素
- (六)營造校園棲地環境

三、研究進度甘特圖

9月	■	■						
10月	■	■	■					
11月	■		■	■				
12月	■			■	■			
1月	■				■			
2月	■				■			
3月	■				■	■		
4月	■				■	■		
5月	■						■	■
工作項目	蒐集資料	發現問題	確認主題	研究設計	研究實作	撰寫論文	論文發表	論文修正

參、研究歷程

研究一、分析臺灣狐蝠相關文獻資料

(一)研究器材：

電腦、紙、筆、相關文獻資料

(二)研究方法：

- 1.閱讀相關文獻資料(《臺灣狐蝠在臺灣的故事》、《臺灣狐蝠現況調查紀實》、《台灣狐蝠再現！曾以為絕跡本島，重磅調查確認花蓮市就有》、《【台灣紅皮書】即將消失的飛行哺乳類—台灣狐蝠》、《臺灣狐蝠的分布現況》)等五篇期刊及報導。
- 2.彙整與分析相關文獻資料。

(三)研究結果：

研究者將上述文獻資料彙製成表 1，如下所示。

表 1 狐蝠文獻分析資料彙整

界	動物界	門	脊索動物門
綱	哺乳綱	目	翼手目
科	大蝙蝠科	屬	狐蝠屬
科名	台灣狐蝠科	學名	Pteropus dasymallus
英名	Formosan flying fox	瀕絕等級	NCR
文獻資料分析彙整			
主題	項目	內容	
歷史背景	緣起	狐蝠最初被發現於綠島一帶，生態資源豐富，初期少人為開發。	
	發展	族群日漸龐大(約莫 2000 隻)，而環境資源有限，導致年輕的狐蝠向外遷徙，因而來到台灣本島。(鄭錫奇等，2019)	
	現況	因人類開發綠島及大量捕捉導致狐蝠個體數量快速銳減。	

狐蝠形態	體重	約莫 600~800g。(鄭錫奇，2018)
	體型	頭長 20cm，臂長 12~14cm，展翼可達 1m，前肢有五個指頭，後肢退化無法站立，沒有尾巴，雙腿間缺乏股間膜。(鄭錫奇等，2019)
	特徵	頸肩部有環繞的金黃或乳白色短毛，背部及腹部毛色為暗褐色，吻端突出似犬類狐的鼻子，看似狗或狐狸的樣貌。(鄭錫奇等，2019)
生態習性	行為特性	狐蝠不同於一般蝙蝠，是以視、嗅覺為主，不以超音波或回聲定位行動會於清晨和傍晚最活躍，屬於夜行性動物。
	棲地特性	狐蝠為樹棲型蝙蝠，喜歡棲息於闊葉林地、棕櫚科及喬木類植物。
	覓食特性	以植物的花蜜、果實等為主食，被稱為果蝠。
		狐蝠喜歡以桑科榕屬的果實。其中最喜歡稜果榕。
		牠會將部分較軟的果肉吞嚥消化，將剩下的纖維吐出而形成食渣。
狐蝠會因季節性的植物，而有不同的飲食習慣，如： <u>花蓮</u> 的狐蝠在冬季時有取食王棕(大王椰子)的花穗紀錄。(鄭錫奇等，2021)		
棲地分布	分布範圍	從平地到海拔 3000 公尺都有狐蝠出沒蹤跡。(鄭錫奇，2018)
		台灣地區曾有 15 個縣市有台灣狐蝠的出沒紀錄。(鄭錫奇等，2020)
	現今分布	<u>宜蘭-龜山島</u> 數量有目前約莫 40~128 隻。(鄭錫奇等，2021)
		<u>台東-綠島</u> 目前有小族群，約莫 10-31 隻。(鄭錫奇等，2021)
		<u>花蓮市區-美崙溪</u> 畔有穩定的族群，約莫 29~52 隻。(鄭錫奇等，2021)會隱棲在周邊山區，入夜後才到市區覓食。
生態地位	重要性	因有長距離飛行能力，所以對植物的授粉與種子的傳播有其重要性。
		被排出的種籽，發芽率顯著提高、發芽時間相對縮短。
		被視為熱帶與亞熱帶地區維持與拓殖森林生態系的重要角色。
狐蝠危機	生物環境	人為開發與獵捕行為是導致狐蝠族群數量急劇下降的主因。
	非生物環境	觀光干擾、社會保育共識不足、保育資源有限，是現今狐蝠的危機。
保育措施	政府與民間團體	組成保育策略擬定與推動小組，推動保育行動計畫。(鄭錫奇，2018)
		推動國土生態保育綠色網絡建置計畫，規劃瀕危野生動物保育優先性評估、行動計畫與推動。(鄭錫奇，2018)
		建議種植原生樹種、擴大棲息覓食面積、 <u>龜山島</u> 下午三點後淨空遊客、研究團隊建議 <u>綠島</u> 不開放觀光。(廖靜蕙，2020)
		
▲狐蝠在麵包樹上休息		▲狐蝠食用後的果核

(四)討論發現

1. 狐蝠於綠島曾有龐大族群，由於**人類干擾**和生態環境氣候變化等因素，導致數量急速下降，被政府**列為瀕臨絕種動物**。
2. 狐蝠是大型的夜行性蝙蝠，不以超音波回聲定位覓食與飛行，而是以視覺及嗅覺尋找食物與飛行。
3. 狐蝠**棲息於喬木類植物及棕櫚科植物**，喜好取食**桑科榕屬植物**的果實與花粉等部位，是森林中的素食性動物。
4. 狐蝠是重要的種子傳播者，在自然界中有授粉和傳播種子的生態地位。
5. 台灣政府與民間團體現今正積極的規劃及推動狐蝠保育工作。
6. 最初於 2017 年 3 月 26 日在校園內發現台灣狐蝠(封面照)時，狐蝠倒掛在校內的麵包樹上休息，而文獻資料中並沒有狐蝠在麵包樹休息的紀錄，因此本研究會將麵包樹納入【研究四-生物環境因素】進行探討。

研究二、訪談專家了解狐蝠習性、棲地環境及分布現況

(一)研究器材：

紙、筆、錄音機、相機。

(二)研究方法：

- 1.準備訪談大綱。
- 2.運用週四下午的彈性課程，訪問花蓮在地長期研究之專家學者。
- 3.以半結構式的訪談法，進行深度訪談。
- 4.手寫紀錄，並徵詢老師同意錄音存檔。
- 5.回校整理手稿筆記，進行資料分析與討論。

(三)研究結果：訪談紀錄表

日期	2021-12-30		地點	花蓮 228 和平廣場	
受訪者	花蓮狐蝠研究專家-簡任廷		訪談者	六年級學生	
訪談資料彙整					
主題	項目	Q & A			
特徵	身形	Q1：狐蝠的身形有何特色? A1：狐蝠屬於大型蝙蝠，胸前具有黃色的頸圈是牠的特色。			
	性別	Q1：怎麼分辨狐蝠的公母? A1：在觀測時可以注意牠們的身型來辨別，公蝠翼展約 1m，母蝠約 70-80 cm			
生物環境因素	植物	Q1：狐蝠喜歡棲息在哪一類型的樹木? A1：大多是喬木類的植物，如榕樹、王棕等葉子較茂密的植物。			
		Q2：狐蝠與植物有什麼關聯性? A2：有些植物需要狐蝠授粉(如：榴槤、龍舌蘭)，經研究當植物種子被狐蝠吃過，再經消化後排出，會提高種子的發芽率。			
	動物	Q1：狐蝠與其他動物有什麼關聯性? A1：在美崙溪畔，白鼻心、赤腹松鼠與狐蝠是屬於共域競爭的關係。			
非生物因素	風力	Q1：風力的大小對狐蝠有影響嗎? A1：風過大時(如，颱風、東北季風)，狐蝠較不喜歡飛行只會掛在樹上。			
	雨	Q1：雨天對狐蝠有影響嗎? A1：狐蝠不喜歡太潮濕的環境，所以雨天不喜歡飛行，因為還要整理翅膜，所以飛行頻度會降低。陰天與晴天較不影響狐蝠飛行狀況。			
	溫度	Q1：溫度對狐蝠有影響嗎? A1：當氣溫過於寒冷(如:寒流)或極端的天氣下，才會降低狐蝠的活動力。			
	光線	Q1：光線的強弱對狐蝠有影響嗎? A1：曾在路燈旁發現狐蝠蹤跡，所以穩定的光源影響不大，但狐蝠無法接受突然的強光照射。			
	聲音	Q1：聲音會對狐蝠有影響嗎? A1：一般常態性的聲音，狐蝠都還可以接受(如：垃圾車在 15 公尺遠，經過的音量大小)，但是突然的聲音會驚擾狐蝠。			
現今狀況	分布	Q1：狐蝠現今分布狀況? A1：全台約莫 200 隻，龜山島為多數， <u>花蓮</u> 約莫 50 隻， <u>綠島</u> 也有少部分族群。而 <u>花蓮</u> 市區有穩定的族群出沒。			
	天敵	Q1：狐蝠是否有天敵? A1：過去最大的天敵是人類；而現今有法律規範，最大的天敵是大型猛禽類			

主題	項目	Q & A
行為特色	飛行方式	Q1：狐蝠怎麼飛行？ A1：起飛時需要一定的高度從枝椏上跳下，下墜過程中張開翼膜進行飛行。
	覓食行為	Q1：狐蝠每天都會進食嗎？ A1：幾乎每天都會有進食的行為。
		Q2：牠吃什麼食物？ A2：狐蝠會吃約莫 30 多種植物的果實，會因為食物花期與果期的不同而有不同的愛好。
		Q3：狐蝠有喜歡吃的食物嗎？ A3：從食渣來判斷，牠主要吃稜果榕、大葉欖仁、欖仁、瓊崖海棠等植物。
	食渣 & 排遺	Q1：狐蝠為什麼會吐食渣？ A1：有些植物纖維較粗，狐蝠咬不斷就會吐出來。
		Q2：食渣是什麼樣子？ A2：食渣像是檳榔渣，經過狐蝠的啃食後咬痕較亂。
		Q3：狐蝠的食渣，會因為食物而改變嗎？ A3：會，因為果實的顏色不同而有所改變。
		Q4：如何分辨食渣是狐蝠所留下的呢？ A4：食渣約有一元~五元的大小，呈現巧克力脆片樣，且種子含量比較少，咬痕似蝴蝶狀，有兩排凸起的痕跡。
		Q5：狐蝠吐食渣的頻率？ A5：狐蝠每吃一個果實不一定會吐食渣，可能會一次吃完就吐，也有可能吃幾顆後才吐。
		Q6：狐蝠吃完的果核，會呈現什麼樣子？ A6：吃完的果實是沒有外殼、只剩下果核，周圍帶有一點點纖維。
		Q7：排遺是什麼樣子？ A7：而排遺會呈現條狀(約 2~5 公分)或 L 型。
		Q8：狐蝠排泄的頻率？ A8：狐蝠進食完會到附近的樹上休息一下再排泄。
		Q9：狐蝠是怎麼大便的呢？ A9：狐蝠大便時把倒掛在樹梢的身體，轉為站立在樹梢的姿態。
	繁殖	Q1：狐蝠的繁殖期與育幼期大概是什麼時候呢？ A1：8-11 月狐蝠繁殖期，3-7 月育幼期。
		Q2：狐蝠生育率如何？ A2：一年生一胎，一胎生 1~2 隻。
	育幼行為	Q1：狐蝠有育幼行為嗎？ A1：有，由母蝠照顧幼蝠，且狐蝠不群居，交配完就分開。
		Q2：母蝠會照顧幼蝠到什麼時候？ A2：會等到幼蝠可以獨立飛行一段時間後才會分開行動。
	其他	Q1：狐蝠間會怎麼交流？ A1：會發出叫聲做為交流方式。

※食渣：即食物殘渣，本研究意指是經狐蝠咀嚼後剩餘不要的渣滓。

※果核：果實中包裹種子的硬殼部分(教育百科)。

※排遺：特指生物把體內不能利用或未消化的物質排出(教育百科)。

(四)討論發現

- 1.狐蝠會有體型上的差異，可藉由體型大小來分辨公蝠或母蝠。
- 2.飛行時需要一定的高度，因此常棲息於喬木類的植物。
- 3.穩定的非生物環境因素(溫度、風、光線、音量)對狐蝠沒有特別的影響，但若是雨天、極端的天氣狀況及突然的干擾情形，都會降低狐蝠出沒意願。
- 4.狐蝠在台灣相當罕見，數量稀少，多出現於東部地區。
- 5.狐蝠可食用食物多樣，會因個體愛好而有所不同排序，但偏好漿果類植物。
- 6.狐蝠覓食後都會留下蹤跡，可從食渣、果核、排遺等痕跡的新鮮度，來確認狐蝠的蹤跡與推估出沒的時間。而在排泄的時候會是站立的狀態。
- 7.狐蝠具有育幼行為，但不群居，雄蝠與雌蝠交配完後就分開。

研究三、踏查狐蝠棲地環境

(一)研究目的：為了解狐蝠棲地環境，進行日間與夜間踏查研究。

(二)研究器材：紙、筆、步道導覽圖、水桶、手套、分貝機、照度計、測溫濕度儀器。

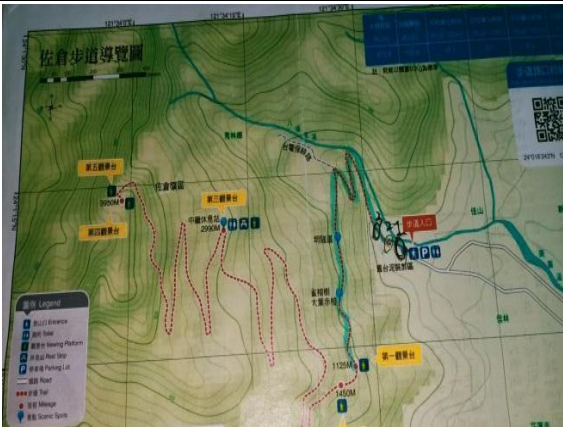
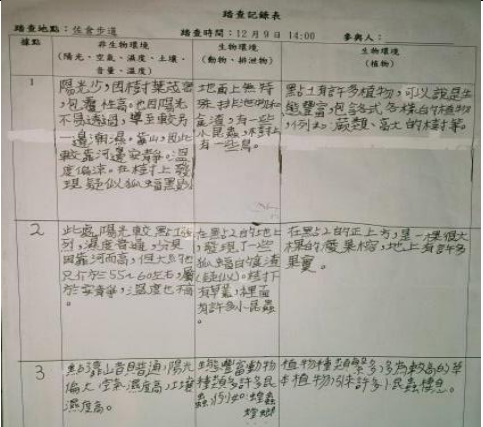
(三)研究方法：

- 1.週四下午彈性課程時間，踏查曾被目擊狐蝠的棲地環境(花蓮-佐倉步道)進行調查。
- 2.週五晚上，專家帶領夜間踏查活動，搜尋狐蝠蹤跡與探究棲地環境(花蓮-美崙溪畔)。
- 3.於週五放學後的時間，針對花蓮美崙溪自行車道(228 和平廣場-美崙招呼站)進行日間踏查活動，探究狐蝠的棲地環境。

(四)研究結果：

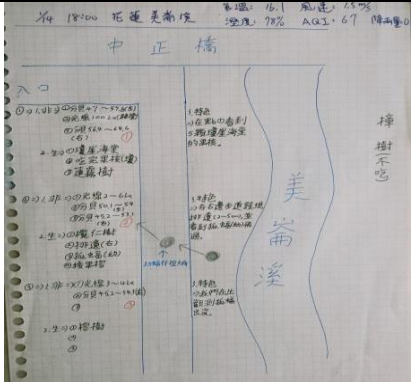
1.日間踏查佐倉步道

研究設計	(1)運用穿越線調查法，觀察、記錄與拍照。 (2)採集狐蝠的糞便、食渣及果實。 (3)回校整理調查紀錄，並加以分析與討論。
地點介紹	<u>佐倉步道</u> 在資料上，曾有目擊出現狐蝠的紀錄，海拔高度約 70~495 m，明顯感覺涼爽、陰暗、潮濕。是個生態豐富的地方，很適合狐蝠居住。
非生物環境	登山步道旁有溪流較為潮濕，且當天陰天，沒有太陽，明顯感到寒冷且溼氣重。音量介於 45~55 db 之間。樹種高大枝繁葉茂，適合狐蝠居住。
生物環境	(1)植物：筆筒樹、血桐、構樹、咬人狗和芒草，多棵稜果榕、榕樹。路上有許多掉落的稜果榕果實。 (2)動物：蝗蟲、毛毛蟲(蝴蝶)、橘肚鳥、寬腹螳螂、蜘蛛、蟋蟀、蚱蜢等。
踏查紀錄	在步道入口約莫 10 m 處左側的血桐樹，發現疑似狐蝠的身影，看起來像倒吊在樹上進行休憩，由於位置較為隱蔽，所以無法確認。而在稜果榕樹旁也找到疑似稜果榕的食渣與糞便。
討論發現	(1)佐倉步道有多棵稜果榕和榕科植物，可提供狐蝠有穩定的食物來源。 (2) <u>靠山側較陰暗潮濕、涼爽、靜謐，樹種繁多、高大。</u> (3)有發現疑似狐蝠的糞便及食渣。 (4)佐倉步道的 <u>生態豐富</u> 。
研究誤差	(1)觀測儀器不足，導致無法準確測量環境溫度與溼度。 (2)經驗不足，無法判斷是否為狐蝠的糞便和食渣。 (3)時間不足無法深入踏查整段步道。

照片 紀錄		
	▲穿越線踏查標示	▲穿越線踏查手稿紀錄
		
	▲疑似食渣	▲疑似狐蝠在樹上休息

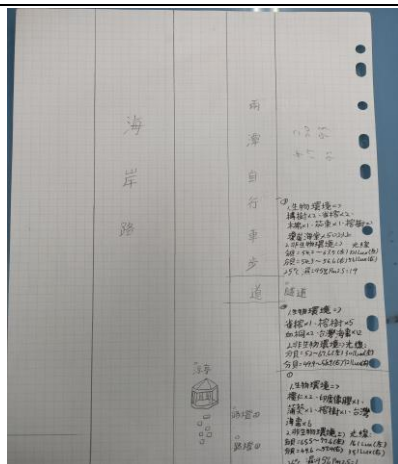
2.夜間花蓮美崙溪畔

研究設計	(1)運用穿越線調查法，觀察、記錄與拍照。 (2)沿途採集糞便、食渣及果核，並抬頭注意狐蝠出沒狀況。 (3)回校整理調查紀錄，並加以分析與討論。
地點介紹	主流發源於七腳川山，河流全長 15.4 km，流域面積 76.4 平方公里;河畔可看見構樹、雀榕、榕樹、瓊崖海棠等樹木。
非生物環境	美崙溪的步道鄰近溪流，環境較為潮濕。踏查當日天氣狀況良好，氣溫：16.1℃，濕度：78%，空氣品質指標值(AQI)：67。 (1)第 1 觀測點在樹下分貝約 47~57.8 db，路燈下光線約 100 Lux。 (2)第 2 觀測點在樹下分貝為 50.1~54 db，樹下的光線約 2-6 Lux。 (3)第 3 觀測點樹下的光線為 3~4 Lux。 美崙溪畔光線昏暗，並沒有強光干擾，步道人煙稀少，是個幽靜的區域。
生物環境	步道進來有瓊崖海棠 3~4 棵、再往前約莫 5m 處有蓮霧樹、稜果榕，樹下可發現許多稜果榕果實，再往前 3m 可看見小葉欖仁、茂密的大榕樹及雀榕。而在對岸有多棵高大茂密樟樹。 (1)在第 1 觀測點發現 5 顆狐蝠吃完後掉落的果核(瓊崖海棠)。 (2)在第 2 觀測點發現狐蝠的排遺痕跡、觀測時有狐蝠飛過。 (3)在第 1、2、3 觀測點發現瓊崖海棠、蓮霧、欖仁、稜果榕及榕樹等植物。 (4)河道附近有聽到環頸雉雞的叫聲。 美崙溪畔有些許民眾會到此健走運動(約 30 分鐘 3~5 位)，也有流浪狗、還有雉雞等生物活動。

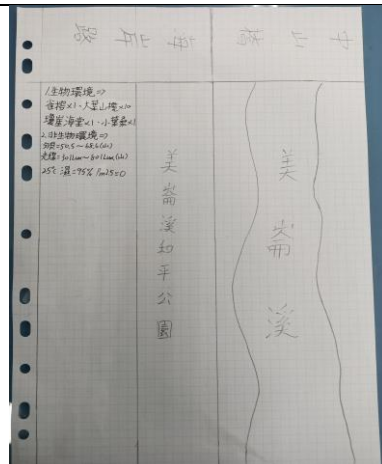
踏查紀錄	在步道起點附近有發現 4 顆狐蝠吃剩的乾果核(約莫有 2~3 天前)、1 顆濕的果核(約莫 2~3 小時前)，也在稜果榕樹附近看見乾掉的排遺(呈現咖啡色)。 在觀測當天有發現兩隻狐蝠活動蹤跡，其一在第 2 觀測點的位置有一隻約 50~60 公分的幼蝠飛過；在地 1 觀測點的位置有看見一隻疑似狐蝠黑影飛過，由於過於快速，無法準確認定。 位於美崙溪旁的自行車步道時常會有垃圾車經過，狐蝠可能已經習慣了垃圾車製造出來的噪音。	
討論發現	(1)在踏查過程中有狐蝠飛過，可確定在美崙溪畔有狐蝠的蹤跡。 (2)透過狐蝠所留下的果核可以推斷其出沒時間。 (3)美崙溪畔鄰近市區偶有垃圾車、狗叫的聲音，可推知狐蝠對於 45~60 db 的分貝量是可以接受的範圍。 (4)溪畔的樹下光線介於 2~6 Lux 之間，在路燈下約 100 Lux，表示狐蝠不喜歡光線太強的地方。 (5)有許多桑科榕屬的植物，適合牠覓食、棲息、居住。	
研究誤差	(1)由於昨日下雨，所以無法用食渣或果核的乾濕程度來判斷出沒的正確時間。 (2)經專家說明，早上狐蝠協會的研究員有去美崙溪撿果核、食渣，所以我們無法準確利用果核及食渣的數量來判斷狐蝠的數量及蹤跡出現的頻率。 (3)因為第一次夜間觀測經驗不足，所以警覺性不高，導致有人沒有看到狐蝠。	
照片紀錄		
	▲穿越線踏查手稿紀錄	▲觀測仰角 45° 的天空
		
	▲發現狐蝠果核	▲發現狐蝠排遺

3.日間花蓮 美崙溪自行車步道(228 和平廣場-美崙招呼站)

研究設計	(1)運用穿越線調查法，觀察、記錄與拍照。 (2)沿途記錄狐蝠所利用的植物樹種分布狀況與樹種數量。 (4)回校整理調查紀錄，並加以分析與討論。
地點介紹	而 228 和平廣場到美崙招呼站位於 <u>花蓮溪</u> 河畔出海口，鄰近 <u>花蓮港務局</u> 附近，長度約 1.3km，步道兩側植物生態豐富，樹種高大茂密，有狐蝠出沒紀錄。
非生物環境	踏查地點位於出海口，可以明顯感受到海風的吹拂，踏查當日天氣狀況良好，氣溫：26℃，濕度：95%，空氣品質指標(AQI)：30。 (1)第 1 觀測點位於 228 和平廣場入口處，在印度橡膠樹下分貝約 47~57.8 db，光線約 60 Lux。 (2)第 2 觀測點靠近港務局的隧道口，分貝約 49.7~66.3 db，在台灣海棗樹下光線約 30~40 Lux。 (3)第 3 觀測點位於隧道後約 150m 處，分貝約 54.3~56.6 db，在瓊崖海棠樹下光線約 34~36 Lux。 (4)第 4 觀測點位於中山橋(車流量多)至<u>菁華橋</u>段，分貝約 50.5~68.6 db，在大葉山欖樹下，光線約莫 32~35 Lux。 228 和平公園廣場步道離車道約莫 10m 的距離，因此周圍噪音稍多，分貝約 45~70 db 間，而在樹下的光線介於 45~60 Lux 之間。
生物環境	(1)在第 1 觀測站步道起始處有印度橡膠樹，左右側各有一棵欖仁樹，地上有少許的落果，且路旁有許多茂密的榕科植物，如構樹、榕樹、血桐等植物。 (2)在第 2 觀測站附近的植物有、榕樹、雀榕、血桐、蒲葵數棵；右側有一排台灣海棗約莫 16 棵。 (3)在第 3 觀測點的步道，有桑樹、構樹、雀榕、茄苳樹、右側有一整排的瓊崖海棠(約 50 棵以上)，在靠海邊的地方有棵木棉樹。 (4)在第 4 觀測站位於馬路的另一側為美崙溪河濱公園出海口，有雀榕、樟樹、大葉山欖(約 10 棵以上)、瓊崖海棠、桑樹、稜果榕(在美崙溪的另一邊)。 在踏查當日，步道有很多在地民眾來此運動、散步、遛狗等活動，步道鄰近馬路，所以許多車輛往來。
踏查紀錄	(1)在踏查至約莫 400m 左右就下起了大雨，隨即折返躲雨。 (2)步道在地居民多，觀測時間剛好是民眾下班休憩的時間，加上天氣良好，所以有許多民眾外出運動。 (3)植物生態物種豐富，路旁的樹是由政府人工種植，因此物種生態可明顯看出較有規劃。
討論發現	(1)美崙溪物種豐富，提供給狐蝠許多食物來源，給予狐蝠生存空間，加上政府規畫狐蝠保育計畫設置保護區，在區域內種植多棵稜果榕，提供狐蝠更多食物。 (2)美崙溪畔位於中山橋與海岸路旁，車流量偏多，有許多大卡車經過，對狐蝠來說有干擾的可能性，推估在<u>花蓮</u>生存的狐蝠族群，已習慣此區的環境。 (3)美崙溪畔有許多高大的喬木類植物，可供狐蝠休憩，雖然有不少民眾會經過，但是對狐蝠並沒有造成太大的影響。
研究誤差	(1)步道旁樹種繁多，經驗不足，無法明確樹木種類。 (2)整條步道較長，僅以 228 和平廣場-美崙招呼站地段為取樣代表，也因時間關係沒有踏查整條美崙溪河畔。



▲228 和平廣場穿越線調查法手稿紀錄



▲美崙溪畔穿越線調查法手稿紀錄



▲228 和平廣場-美崙呼站圖



▲228 和平廣場



▲記錄植物分布



▲記錄非生物環境資料

研究四、探究臺灣狐蝠生物環境的植物

(一)研究目的：了解狐蝠生物環境中的植物

(二)研究器材：電腦、相機、紙、筆

(三)研究方法：

- 1.查詢狐蝠的棲樹特色：根據文獻資料(在臺灣的故事-臺灣狐蝠，2021)台灣狐蝠利用植物資源名錄，所提供的植物資料進行查詢。
- 2.查詢相關政府公開的資料網站，彙整植物資料，整理如下表 4-1(棲樹特色資料)、表 4-2~表 4-4(植物花期與果期)。
- 3.踏查美崙溪畔、228 和平廣場與校園中的棲樹與果樹分布狀況，繪製成植物分布圖。
- 4.撿拾冬季與春季的狐蝠吃剩瓊崖海棠果核進行分析與比較。

(四)研究結果：

1.棲樹資料彙整

表 4-1 臺灣狐蝠利用的棲樹特色資料彙整

臺灣狐蝠利用的棲樹特色資料彙整					
植物	科名	莖	葉	美崙溪 樹種	校園 樹種
欖仁	使君子科	落葉喬木，樹皮灰色平滑。	倒卵形葉長 3~6cm、寬 1~2cm，冬季葉片黃化，葉片上有乳白斑紋。	●	●
王棕	棕櫚科	莖單生，高 10~20 m，徑粗 50~80 cm。	葉長 70~100 cm，寬 3.5~4.5 cm；大葉則為叢生。	●	●
台灣海棗	棕櫚科	常綠分枝灌木或小喬木。	葉簇生於枝頂，三行緊密螺旋狀排列，條形，長達 80 cm，寬 4 cm。	●	
正榕	桑科	大喬木，高可達 20 m 以上，徑 60 cm 以上，莖幹粗實。	單葉，互生，葉柄，柄長 0.5~1.5cm 葉片長 6~12cm，寬 3~6 cm。	●	
椶果榕	桑科	喬木，高可達 15 m，徑 30~40 cm。	卵形、卵狀長橢圓形至長橢圓形，大型葉長約 15~25 cm，寬 10~15 cm。	●	●
麵包樹	桑科	常綠大喬木，株高可達 30 m。	單葉，互生，具葉柄，柄長 7~12 m；葉片長 20~60 cm，寬 15~45 cm。		●
火焰木	紫葳科	常綠喬木，高可達 20 m 或更高。	對生，連葉柄長達 45 cm；小葉 9~19 枚，橢圓形，葉長 5~10 cm，寬 3~5 cm。		
福木	藤黃科	常綠的中喬木，高可達 20 m，徑 20~30 cm。	葉對生，長橢圓形或橢圓形長約 10~14 cm 寬 5~8 cm。		●
木棉樹	錦葵科	落葉大喬木，高可達 30 m，徑 20~50 cm 樹幹通直。	葉互生，長橢圓至卵狀長橢圓形，長 10~20cm，寬 4~6cm，葉柄長 14~18cm。		

資料來源：由研究者自行整理

2.果樹花期與果期資料彙整

表 4-2 臺灣狐蝠利用的果樹花期與果期資料彙整

臺灣狐蝠利用的果樹花期與果期資料彙整					
植物	科名	花期	果期	美崙溪 畔樹種	校內 樹種
小葉欖仁	使君子科	4 月	5-7 月		●
欖仁	使君子科	3-7 月	7-9 月	●	●
王棕	棕櫚科	3-4 月	10 月		●
蒲葵	棕櫚科	3-5 月	9-10 月	●	
黃心柿	柿樹科	5-10 月	9-11 月		
山紅柿	柿樹科	5-6 月	8 月		
構樹	桑科	3-4 月	7-9 月	●	●
水同木	桑科	3-8 月	3-8 月		
榕樹	桑科	5-6 月	9-10 月	●	
椶果榕	桑科	3-4 月	1-12 月	●	●
烏榕	桑科	3-5 月	1-12 月	●	
菲律賓榕	桑科	5-9 月	10-12 月		
正榕	桑科	3-5 月	12-隔年 2 月	●	
小葉桑	桑科	3-5 月	5-8 月	●	
島榕	桑科	5-7 月	1-12 月	●	
火焰木	紫葳科	2-4 月	2-4 月		
樟樹	樟科	4-7 月	1-4 月	●	●
瓊崖海棠	胡桐科	7-8 月	9 月	●	●
福木	藤黃科	4-5 月	8-9 月		●
大葉山欖	山欖科	11-1 月。	7-8 月	●	●
芒果	漆樹科	1-4 月	5-9 月		
蕃木瓜	番木瓜科	1-12 月	8-10 月		●
木麻黃	木麻黃科	4-6 月	7-11 月		●
大葉越橘	芸香科	5-10 月	10-2 月		
日本柃木	五列木科	1-4 月	9-10 月		
木棉樹	錦葵科	3-5 月	5-6 月		
樹杞	紫金牛科	2-4 月	1-3 月		
番石榴	桃金娘科	4-7 月	6-9 月		
蓮霧	桃金娘科	3-4 月	3-4 月	●	
三葉山香圓	省沽油科	3-4 月	7-9 月		
林投	露兜樹科	4-6 月	4-6 月		
備註	『●』表示該區域所出現的樹種。				

資料來源：由研究者自行整理

表 4-3 臺灣狐蝠利用的果樹花期資料一覽表

臺灣狐蝠利用的果樹花期資料一覽表												
月份 植物	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
小葉欖仁				●								
欖仁			●	●	●	●	●					
王棕			●	●								
蒲葵			●	●	●							
黃心柿					●	●	●	●	●	●		
山紅柿					●	●						
構樹			●	●								
水同木			●	●	●	●	●	●				
榕樹					●	●						
稜果榕			●	●								
烏榕			●	●	●							
菲律賓榕					●	●	●	●	●			
正榕			●	●	●							
小葉桑			●	●	●							
島榕					●	●	●					
火焰木		●	●	●								
樟樹				●	●	●	●					
瓊崖海棠			●	●	●	●	●	●				
福木				●	●							
大葉山欖	●										●	●
芒果	●	●	●	●								
蕃木瓜	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
木麻黃				●	●	●						
大葉越橘					●	●	●	●	●	●		
日本柃木	●	●	●	●								
木棉樹			●	●	●							
樹杞		●	●	●								
番石榴				●	●	●	●					
蓮霧			●	●								
三葉 山香圓			●	●								
林投				●	●	●						

資料來源：由研究者自行整理

表 4-4 臺灣狐蝠利用的果樹果期資料一覽表

臺灣狐蝠利用的果樹果期資料一覽表												
月份 植物	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
小葉欖仁					●	●	●					
欖仁							●	●	●			
王棕										●		
蒲葵									●	●		
黃心柿									●	●	●	
山紅柿								●				
構樹							●	●	●			
水同木			●	●	●	●	●	●				
榕樹									●	●		
稜果榕	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
鳥榕	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
菲律賓榕										●	●	●
正榕	●	●										●
小葉桑					●	●	●	●				
島榕	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
火焰木		●	●	●								
樟樹	●	●	●	●								
瓊崖海棠	●	●							●	●	●	●
福木								●	●			
大葉山欖							●	●				
芒果					●	●	●	●	●			
蕃木瓜								●	●	●		
木麻黃							●	●	●	●	●	
大葉越橘	●	●								●	●	●
日本鈴木									●	●		
木棉樹					●	●						
樹杞	●	●	●									
番石榴						●	●	●	●			
蓮霧			●	●								
三葉 山香圓							●	●	●	●		
林投				●	●	●						

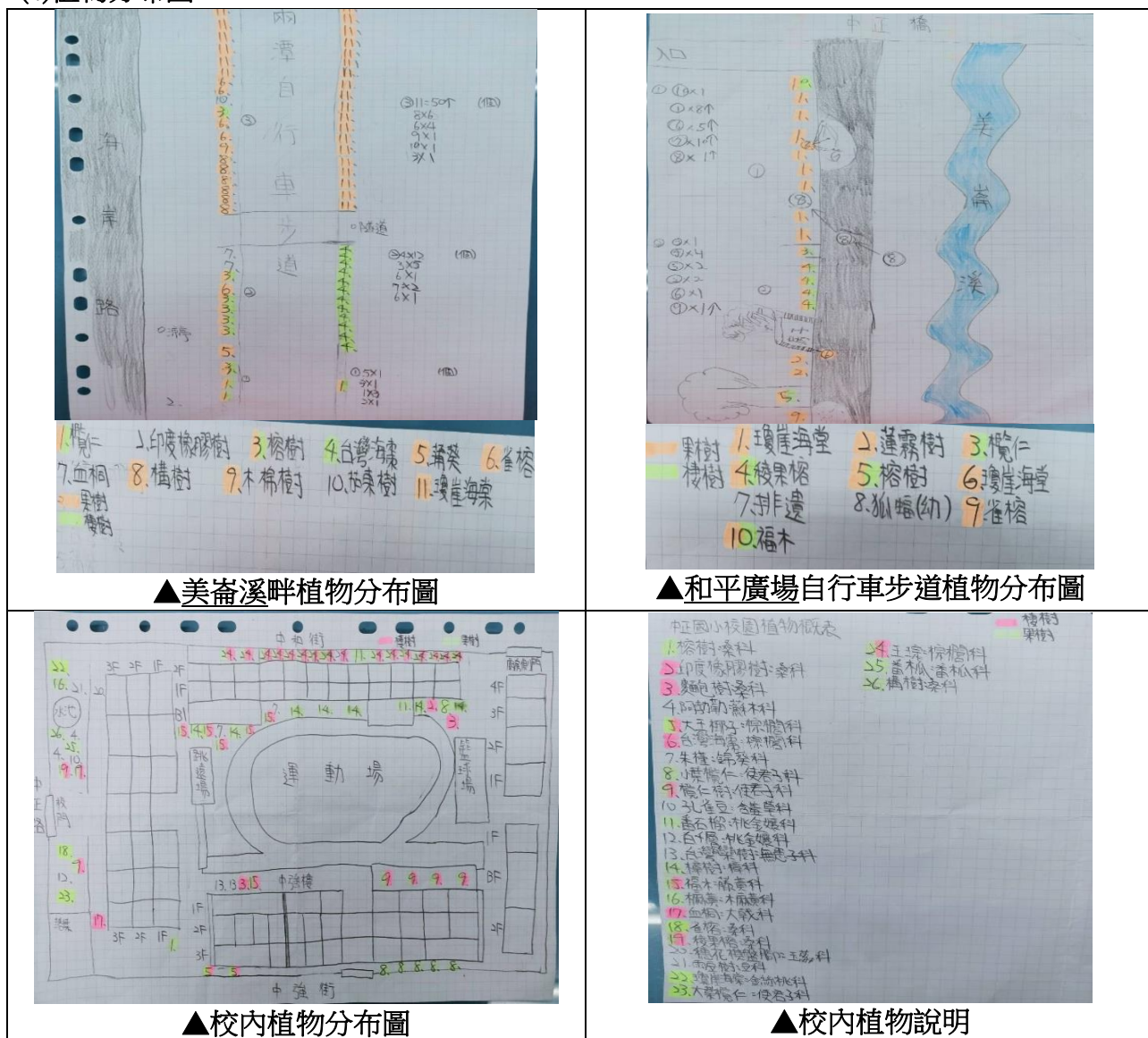
資料來源：由研究者自行整理

3.果核：

表 4-5 冬、春季瓊崖海棠比較表

果核 項目	冬季-瓊崖海棠	春季-瓊崖海棠
重量(g)	3.5	4.2
長*寬*高 (cm)	1.3 × 1.5 × 2	2 × 2 × 2
顏色	深褐色	棕色
味道	無特殊氣味	無特殊氣味
外觀	稀疏的纖維	較多纖維
果核照片	 ▲冬季-瓊崖海棠果核	 ▲春季-瓊崖海棠果核

(4)植物分布圖



(四)討論發現

- 1.由資料可知。狐蝠所利用的棲樹及果樹多為喬木類植物，表示狐蝠較喜歡居住在離地面高一點的地方，可遠離人為干擾，高大的樹木也可提供狐蝠飛行空間。
- 2.棲樹的葉片較大，包覆性足夠，推測狐蝠喜歡包覆性高，不易被發現，也能提供較安靜休憩的環境，不被外在環境打擾。
- 3.果實多為漿果類植物，狐蝠喜愛多汁有纖維的果實。
- 4.狐蝠食用的果實種類多，一年四季都有狐蝠適合的食物可供食用。
- 5.狐蝠吐出的果核，會留下些許纖維，而春季與冬季的瓊崖海棠果核顏色不同，冬季較深，春季較淺。

(五)研究誤差

- 1.花期與果期會因氣候或溫度變化而有所改變。
- 2.網路資料不一定準確，須以政府公開相關資料為主。
- 3.僅取瓊崖海棠果核進行分析，較缺乏實驗的客觀性。

研究五、調查狐蝠棲地非生物環境因素

(一)研究目的：為了解狐蝠棲地環境，調查非生物環境因素。

(二)研究器材：電腦、分貝機、照度計、空氣品質偵測器

(三)研究方法：

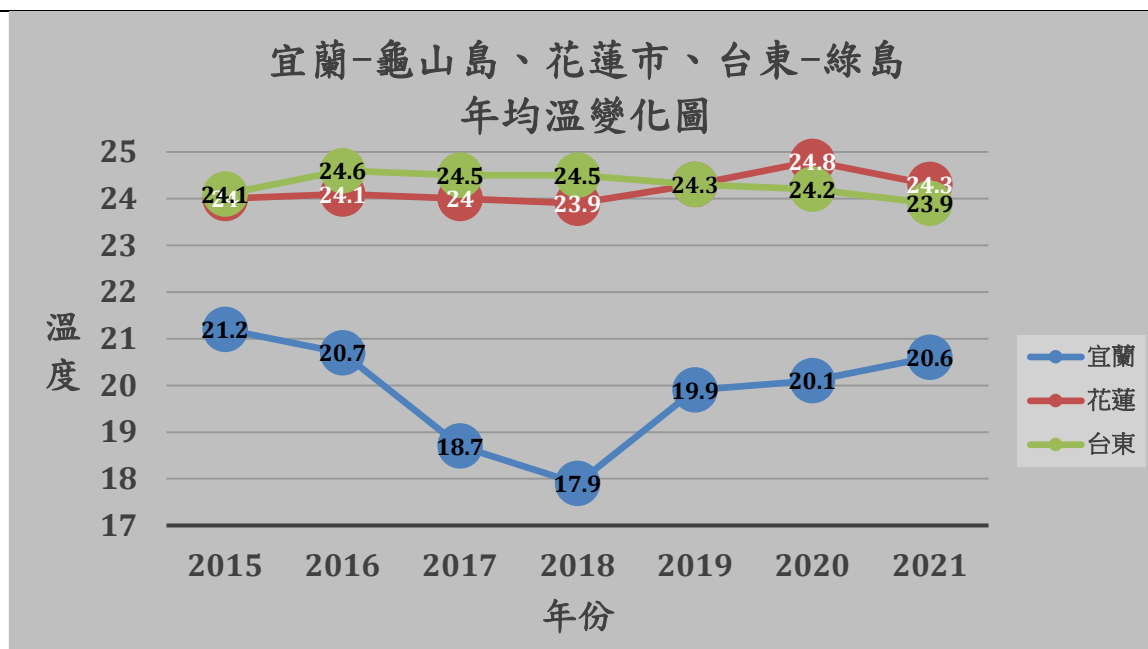
- 1.針對文獻資料中狐蝠現有穩定族群的棲地環境，進行非生物資料蒐集。
- 2.利用環保署網站蒐集宜蘭-龜山島、花蓮市、台東-綠島三地區的溫度、濕度、年雨量、空氣品質等政府公開資料。
- 3.將資料彙整再進行分析。
- 4.利用 2~3 月週末時間調查與記錄佐倉步道、美崙溪畔、228 和平廣場非生物環境資料(溫度、濕度、pm2.5、光線、音量)。(調查記錄詳見附錄二)

(四)研究結果：

1. 溫度

表 5-1 龜山島、花蓮市、綠島溫度統計表

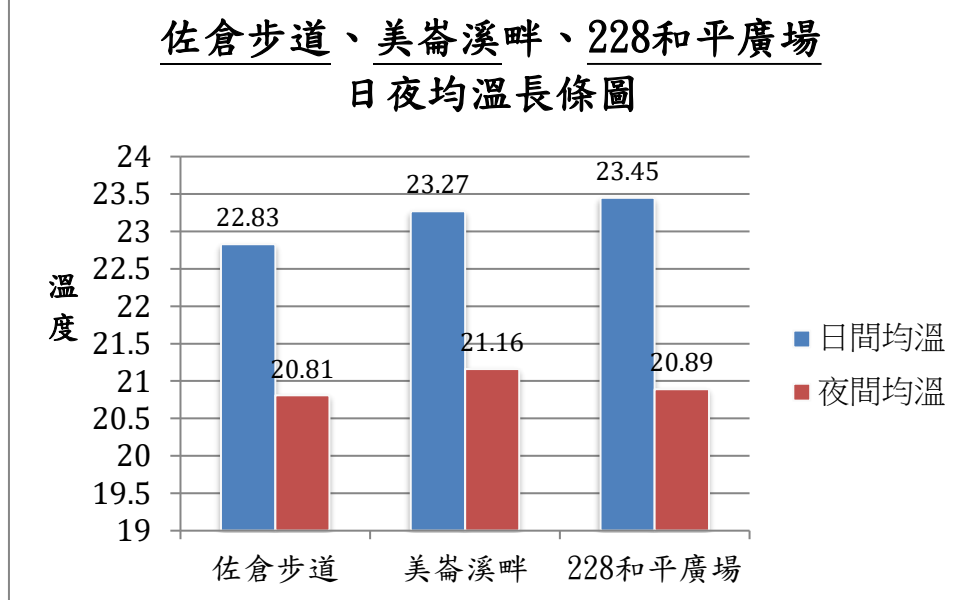
宜蘭 — 龜山島	項目 年分	年均溫(°C)	最高溫(°C)	最低溫(°C)	溫度差(°C)
	2015	21.2	35.4	7	28.4
花 蓮 市	2016	20.7	35.7	1.0	34.7
	2017	18.7	36.8	2	34.8
	2018	17.9	32.2	9.1	23.1
	2019	19.9	31.7	9.1	22.6
	2020	20.1	33.3	5.0	28.3
	2021	20.6	33.5	4.2	29.3
台 東 — 綠島	項目 年分	年均溫(°C)	最高溫(°C)	最低溫(°C)	溫度差(°C)
	2015	24	34.6	11.5	23.1
	2016	24.1	29.2	17.8	11.4
	2017	24	29.4	18.6	10.8
	2018	23.9	28.8	17.6	11.2
	2019	24.3	29.3	20	9.3
	2020	24.8	29.9	18.6	11.3
	2021	24.3	28.7	19.2	9.5
	項目 年分	年均溫(°C)	最高溫(°C)	最低溫(°C)	溫度差(°C)
	2015	24.1	34.6	13.4	21.2
	2016	24.6	37.2	9.8	27.4
	2017	24.5	34.9	12.2	22.7
	2018	24.5	34.9	12.4	22.5
	2019	24.3	33.8	15.5	18.3
	2020	24.2	34.4	12.2	22.2
	2021	23.9	33.9	11.3	22.6



▲圖 5-1 宜蘭-龜山島、花蓮市、台東-綠島(2015-2021)年均溫變化圖

表 5-2 佐倉步道、美崙溪畔、228 和平廣場 (2~3 月) 日夜均溫統計表

項目 \ 地點	佐倉步道	美崙溪畔	228 和平廣場
日間均溫(°C)	22.83	23.27	23.45
夜間均溫(°C)	20.81	21.16	20.89

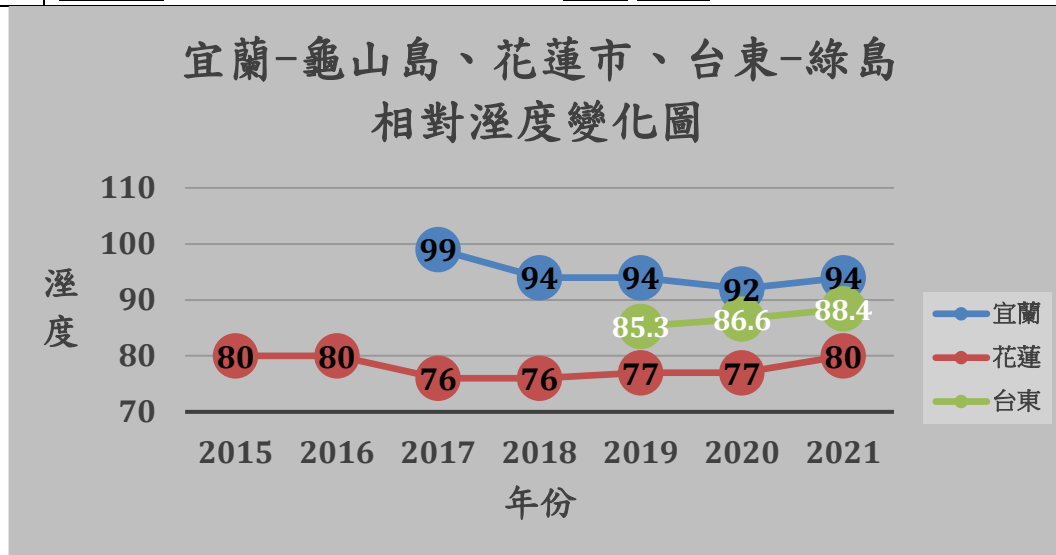


▲圖 5-2 佐倉步道、美崙溪畔、228 和平廣場(2~3 月)日夜均溫長條圖

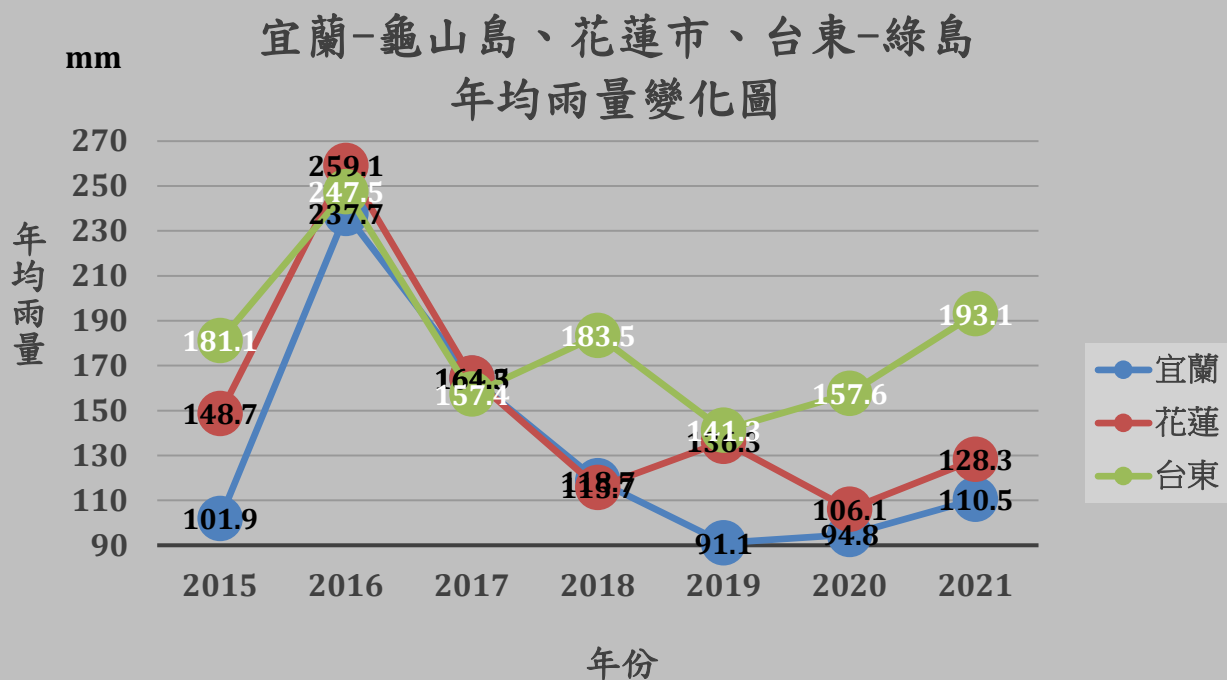
2、濕度&年均雨量

表 5-3 龜山島、花蓮市、綠島濕度與年均雨量統計表

宜蘭 — 龜山島	項目 年分	相對溼度(%)	年均雨量(mm)
	2015	查無資料	101.9
	2016	查無資料	237.7
	2017	99	164.3
	2018	94	118.7
	2019	94	91.1
	2020	92	94.8
	2021	94	110.5
花蓮市	項目 年分	相對溼度(%)	年均雨量(mm)
	2015	80	148.7
	2016	80	259.1
	2017	76	164.5
	2018	76	115.7
	2019	77	136.3
	2020	77	106.1
	2021	80	128.3
台東 — 綠島	項目 年分	相對溼度(%)	年均雨量(mm)
	2015	查無資料	181.1
	2016	查無資料	247.5
	2017	查無資料	157.4
	2018	查無資料	183.5
	2019	85.3	141.3
	2020	86.6	157.6
	2021	88.4	193.1
備註	龜山島 2015~2017 年查無官方資料。台東-綠島 2015~2018 年查無官方資料。		



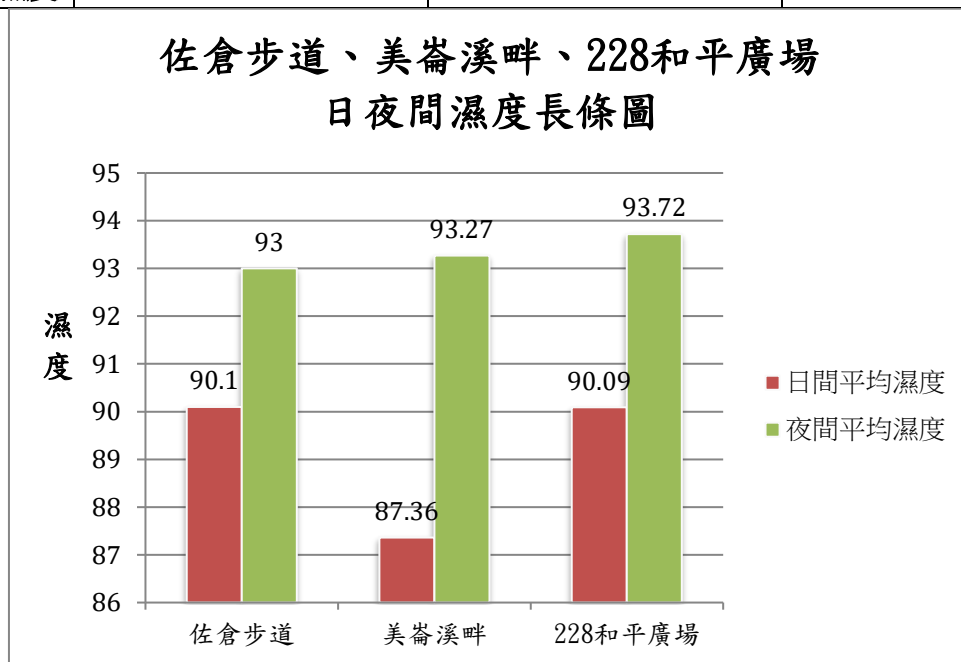
▲圖 5-3 宜蘭-龜山島、花蓮市、台東-綠島(2015-2021)相對溼度變化圖



▲圖 5-4 宜蘭-龜山島、花蓮市、台東-綠島(2015-2021)年均雨量變化圖

表 5-4 佐倉步道、美崙溪畔、228 和平廣場 (2~3 月)日夜濕度統計表

項目 \ 地點	佐倉步道	美崙溪畔	228 和平廣場
日間平均濕度	90.1	87.36	90.09
夜間平均濕度	93	93.27	93.72

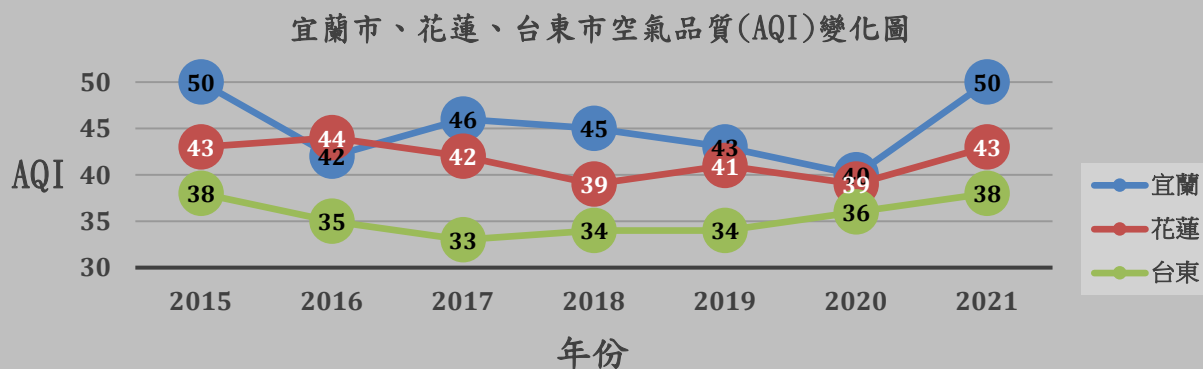


▲圖 5-5 佐倉步道、美崙溪畔、228 和平廣場(2~3 月)日夜間濕度長條圖

3. 空氣品質

表 5-6 宜蘭市、花蓮市、台東縣空氣品質統計表

宜蘭市	項目 年分	AQI (空氣品質指標)	PM2.5 (細懸浮 粒子)	PM10 (懸浮 微粒)	SO ₂ (ppb) (二氧化 化硫)	NO ₂ (ppb) (二氧化 化氮)	CO(ppm) (一氧化 化碳)	O ₃ (ppm) (臭氧)
	2015	50	14.6	37.4	2.16	8.1	0.32	31.23
	2016	42	10.5	33.4	2.12	8.1	0.29	27.13
	2017	46	12.3	33.1	1.91	7.5	0.27	30.4
	2018	45	11.3	31.1	1.93	6.5	0.27	30.87
	2019	43	10.6	25	1.77	6.1	0.27	30.47
	2020	40	9.4	20.9	1.78	4.93	0.25	28.88
	2021	50	14.6	37.4	2.16	4.41	0.32	31.23
花蓮市	項目 年分	AQI (空氣品質指標)	PM2.5 (細懸浮 粒子)	PM10 (懸浮 微粒)	SO ₂ (ppb) (二氧化 化硫)	NO ₂ (ppb) (二氧化 化氮)	CO(ppm) (一氧化 化碳)	O ₃ (ppm) (臭氧)
	2015	43	11.8	28.6	1.75	7.84	0.31	27.56
	2016	44	13	28.1	1.72	7.01	0.29	26.49
	2017	42	11.6	26.1	1.68	6.52	0.26	28.03
	2018	39	6.8	27.6	1.63	5.9	0.25	27.78
	2019	41	8.5	22.2	1.36	6.08	0.26	29.49
	2020	39	8.4	20.1	1.21	5.37	0.24	28.12
	2021	43	11.8	28.6	1.75	4.94	0.31	27.56
台東市	項目 年分	AQI (空氣品質指標)	PM2.5 (細懸浮 粒子)	PM10 (懸浮 微粒)	SO ₂ (ppb) (二氧化 化硫)	NO ₂ (ppb) (二氧化 化氮)	CO(ppm) (一氧化 化碳)	O ₃ (ppm) (臭氧)
	2015	38	9.7	24	1.25	7.84	0.34	28.25
	2016	35	8.9	25.4	1.29	7.01	0.32	23.99
	2017	33	8.8	27.6	1.23	6.52	0.3	24.26
	2018	34	8.6	25.9	1.22	5.90	0.29	24.52
	2019	34	8.5	20.3	1.23	6.08	0.3	26.08
	2020	36	6.8	17	1.16	5.37	0.28	29.32
	2021	38	9.7	24	1.25	3.97	0.34	28.25
備註		龜山島與綠島查無空氣品質相關資料，以鄰近的宜蘭市及台東市作為相對性指標。						



▲圖 5-6 宜蘭市、花蓮、台東市(2015-2021)空氣品質(AQI)變化圖

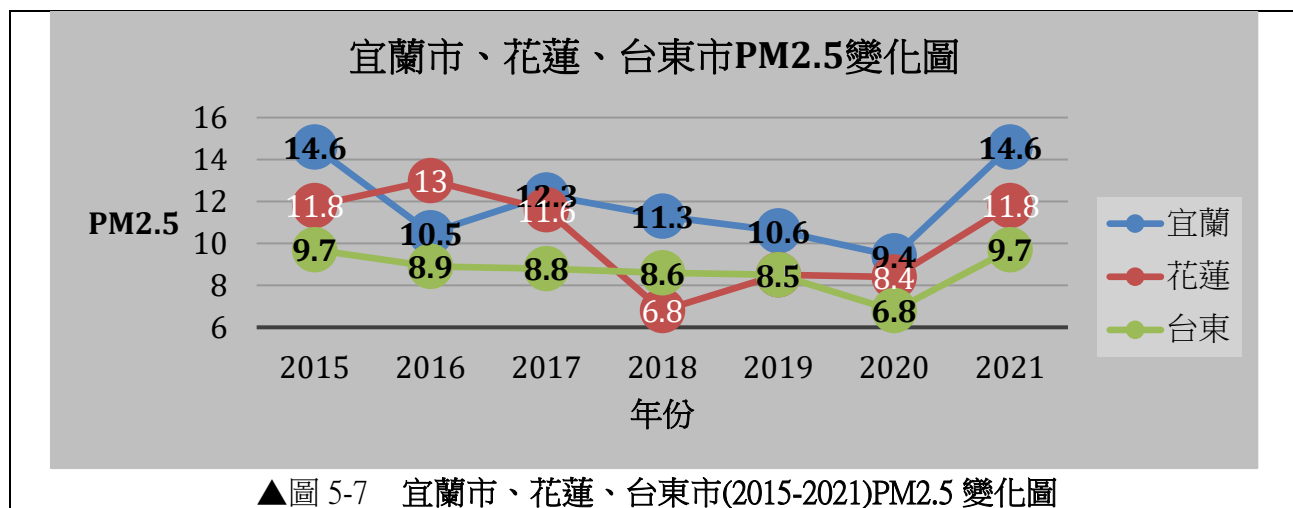
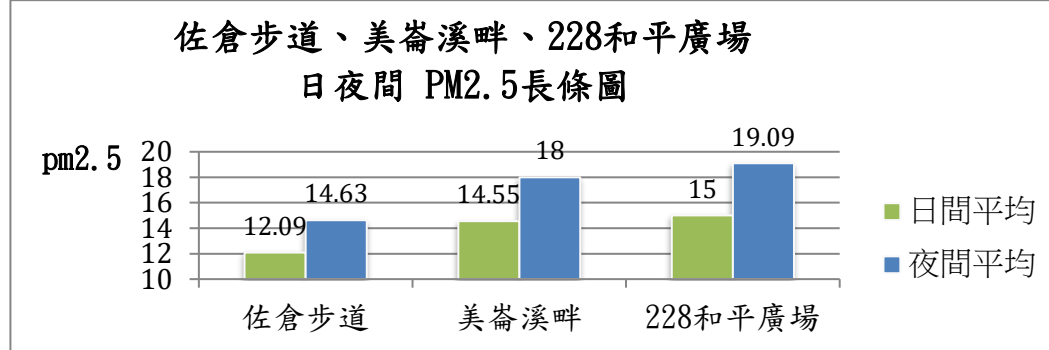


表-5-7 佐倉步道、美崙溪畔、228 和平廣場 (2~3 月)日夜間 PM2.5 統計表

地點	佐倉步道	美崙溪畔	228 和平廣場
日間平均	12.09	14.55	15
夜間平均	14.63	18	19.09

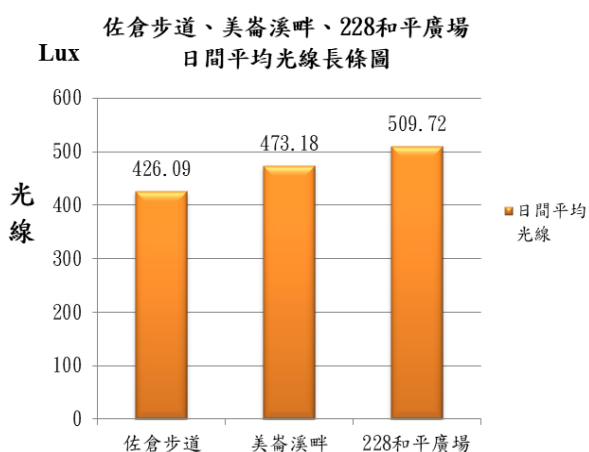


▲圖 5-8 佐倉步道、美崙溪畔、228 和平廣場(2~3 月)日夜間 PM2.5 長條圖

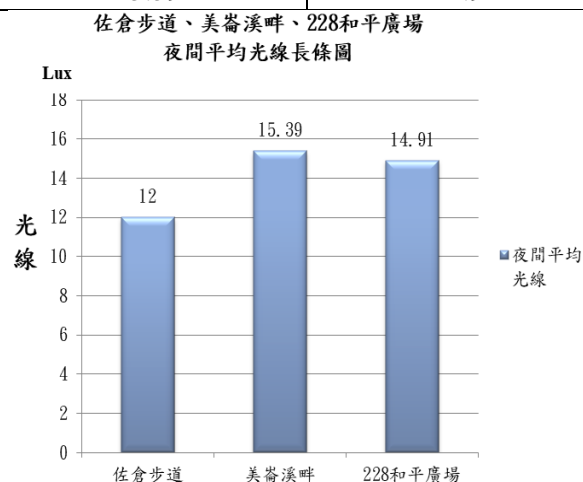
4.光線

表 5-8 佐倉步道、美崙溪畔、228 和平廣場(2~3 月)日夜間光線統計表

地點	佐倉步道	美崙溪畔	228 和平廣場
日間平均光線(Lux)	426.09	473.18	509.72
夜間平均光線(Lux)	12	15.39	14.91



▲圖 5-9 日間光線長條圖

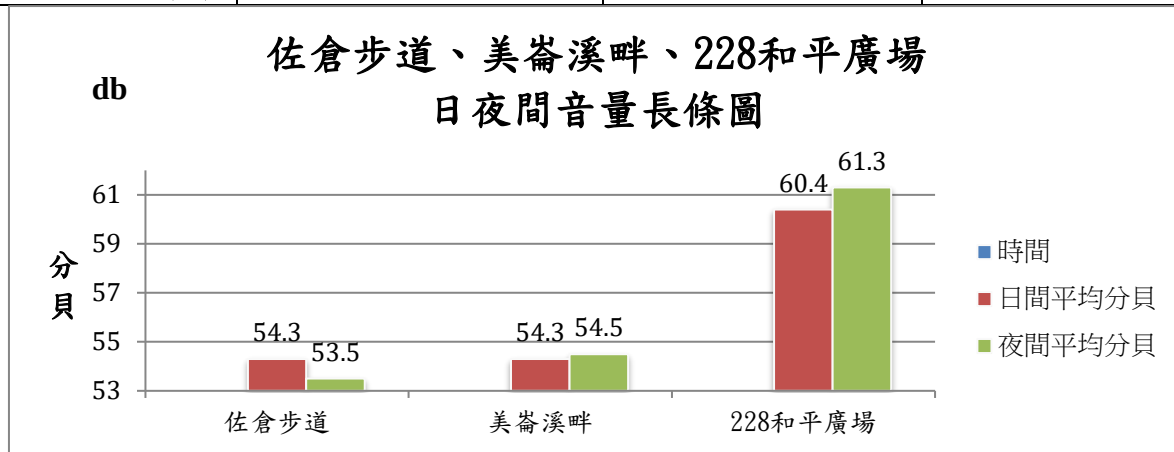


▲圖 5-10 夜間光線長條圖

5. 音量

表 5-9 佐倉步道、美崙溪畔、228 和平廣場(2~3 月) 日夜間音量統計表

時間 \ 地點	佐倉步道	美崙溪畔	228 和平廣場
日間平均音量(db)	54.3	54.3	60.4
夜間平均音量(db)	53.5	54.5	61.3



▲圖 5-11 佐倉步道、美崙溪畔、228 和平廣場(2~3 月)日夜間音量長條圖

(五)研究發現：

1. 宜蘭-龜山島、花蓮市、台東-綠島三處皆有穩定狐蝠族群的出現紀錄，年均溫大約介於 17.9~24.8℃；而花蓮三區域(佐倉步道、美崙溪畔、228 和平廣場)的平均溫度介於 20.81~23.45℃，可知狐蝠適合居住在 17~25℃的溫度下。
2. 宜蘭-龜山島、花蓮市、台東-綠島的年均雨量約 91.1~259.1 mm 之間；相對濕度約 76~99%之間。三處年雨量偏多，而花蓮三區域(佐倉步道、美崙溪畔、228 和平廣場)的溼度約 87~93%，由此可知狐蝠的棲地環境較為潮濕。
3. 宜蘭-龜山島、花蓮市、台東-綠島的 AQI 約 33~50 之間；由宜蘭市、台東市的空氣品質指標(AQI)均低於 50 屬於良好標準，且 PM2.5 均在 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下，相對而言離島的空氣品質更加良好。而花蓮三區域(佐倉步道、美崙溪畔、228 和平廣場)的 PM2.5 介於 12~19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，表示狐蝠生活的地區空氣品質良好且汙染物質較少。
4. 佐倉步道、美崙溪、228 和平廣場的日間平均 510 Lux 以下，而夜間光線約 15 Lux 以下，可見狐蝠喜歡隱密度高、照度低的地方。
5. 佐倉步道、美崙溪、228 和平廣場的音量約為 53~61 db 之間，其中以 228 和平廣場分貝最高，仍有狐蝠出沒的紀錄，可見狐蝠已漸漸習慣人類所帶來的干擾。

(六)研究誤差：

1. 測量器材並不是精密的儀器，在進行各項測量時會有些微地誤差。
2. 因研究時間有限，所以無法測完一年的資料。

研究六、營造校園狐蝠棲地環境

(一)研究器材：電腦、相機、紙、筆、測光機、分貝機、溫溼度計、PM2.5 監測器

(二)研究方法：

- 1.於寒假期間進行校園環境調查。
- 2.開學後(2/15~3/18)調查三個候選棲地的溫濕度、音量、光線、PM2.5 進行紀錄。(詳見附錄 3-校園棲地環境調查紀錄表)
- 3.彙整觀測資料(附錄 4-美崙溪畔及校園非生物環境資料統計表)，再以美崙溪畔為環境指標(詳見附錄 5-環境指標說明表)，針對三個候選棲地進行評估與棲地再造工程。

			
▲查訪校園植物	▲定時偵測與記錄候選地環境資料 (光線、空氣品質、溫溼度、音量、人為干擾)		
			
▲資料分析與比較	▲評估棲地環境	▲繪製棲地設計圖	▲打造棲地環境

(三)研究結果：

1.狐蝠棲地環境評估-以美崙溪畔為標準(滿分 10 分)

棲地營造指標	A 區域 (生態池)	B 區域 (堆肥區)	C 區域 (中強樓)	校園狐蝠棲地指標說明
1.棲樹豐富度	8	5	8	棲樹的種類越多，可供狐蝠多樣選擇。
2.棲樹數量	6	6	8	棲樹數量越多，包覆性越高，越方便狐蝠隱藏自己，不受到干擾。
3.果樹豐富度	9	5	7	果樹越多樣化，可供狐蝠在不同時期都有覓食的環境。
4.果樹數量	7	6	9	果樹數量越多，能提供狐蝠穩定的食物來源以及充足的食物。
5.溫度	10	10	10	氣溫過高或過低，都不適合狐蝠生存。
6.濕度	10	10	6	狐蝠喜愛海島環境，海島濕氣高，可見狐蝠適合濕氣高的地方。
7.PM2.5	10	10	10	狐蝠不喜歡空氣品質太差的環境。
8.日間光線	6	7	6	狐蝠白天休息，不喜歡太亮的光線。
9.夜間光線	10	10	10	狐蝠喜歡在黑夜活動，不喜歡強光。
10.音量	8	7	9	突然的音量、強大的音量或是人為干擾的狀況都會影響狐蝠的生態環境。
總分	84	76	83	

- (1)經評估校園棲地環境，將 A 區域-生態池，設定為果樹區，因為此區域相較於其他地區果樹豐富度與多樣性較高，適合打造成狐蝠的覓食區域。
- (2)經評估校園棲地環境，將 B 區域-堆肥區，設定為棲樹區，因為此區域多為大王椰子樹，樹木較為高大，且較少人為干擾，環境靜謐，適合為狐蝠提供日間休憩的場所。
- (3)經評估校園棲地環境，將 C 區域-中強樓，設定為果樹與棲樹混合區，因為該區域樹種豐富，不論是果樹或是棲樹都有滿高的分數。此區域有福木、大王椰子樹、麵包樹等高大喬木類植物，寬大的樹葉提供隱蔽的功能，高大的樹幹也能提供飛行與休憩，而該區域也有些大王椰子、小葉欖仁和福木植物等，可以提供狐蝠豐富的食物來源。

2.棲地環境再造

A 棲地-生態池

設計圖	
棲地環境說明	有稜果榕、番木瓜、欖仁等植物，果樹部分相較於其他地區較為豐富、多元，可提供狐蝠食用。夜間光線較低、濕度也適中、空氣品質良好。
環境缺點	1.棲樹種類較稀少，所以狐蝠較難有棲息的空間。 2.鄰近圍牆常有車子經過或學生下課遊玩，人為干擾因素高，音量也較大。
解決方式	1.利用閒置空間種植高大喬木類植物，如欖仁、麵包樹等。 2.設立告示牌或加強宣導。

B 棲地-堆肥區

設計圖	
棲地環境說明	多為大王椰子樹，樹種高大且人為干擾低，加上濕度高、空氣品質良好，可提供狐蝠棲息的空間。
環境缺點	1.果樹種類較為單一。 2.果樹數量不夠多。
解決方式	1.多種不同種類的果樹，如：瓊崖海棠、福木等。 2.利用閒置空間再多種些喬木類植物。

C 棲地-中強棲

設計圖	
棲地環境說明	在棲樹數量與豐富度均多，且果樹數量也不低，加上高大的樹木與茂密的葉子提供的隱藏的空間。
環境缺點	果樹的多樣性不夠豐富，會造成特定季節有食物短缺的現象。
解決方式	利用閒置空間再多種些稜果榕及不同種類的果樹。

(四)討論發現：

- 1.當果樹樹種較為單一、果樹數量少，會有斷糧狀況，而棲樹不夠多會導致狐蝠沒有足夠的空間休息，所以我們應多種植不同種類的樹種，提供狐蝠多樣的食物與生活空間。
- 2.校園裡並沒有太多的大型樹木，應可建議學校多種植一些高大樹木。
- 3.圍牆邊白天受干擾程度比校內低，晚上十分寧謐且黑暗。因此圍牆邊應多種點棲樹提供休憩空間，而校內可多種點果樹，作為覓食區域。

肆、結論

一、研究發現：

經過此研究讓我們更認識狐蝠，也開始規劃校園環境，我們的研究發現如下：

- (一) 透過文獻資料得知，狐蝠曾活躍於綠島，因氣候變遷與人為因素導致數量銳減，牠是以視、嗅覺來移動的大型夜行性蝙蝠，棲息於喬木類植物，喜好取食桑科榕屬植物，在生態中扮演授粉及播種的角色，近期政府與民間團體正致力於推動保育工作。
- (二) 透過專家訪談可知，狐蝠在台灣本島有穩定族群是相當罕見的。出沒時間是在晨昏時刻，且在極端天氣下出沒的機率低，牠們具有育幼行為；飛行時需要一定高度；也有站立在樹梢的時候；個體食物喜好各有不一，在觀測時另外可透過食渣、排遺等痕跡來判斷狐蝠蹤跡。
- (三) 經踏查發現，佐倉步道、美崙溪畔、228 和平廣場三地樹種豐富為狐蝠提供充足及多樣的食物。而在美崙溪畔有狐蝠的蹤跡，牠們已能與人類共存。
- (四) 在研究生物環境因素中，發現喬木類植物不僅可避開人為干擾，更可以提供狐蝠飛行空間，而葉片大的樹種包覆性足夠，有避光與隱蔽的功能，能提供狐蝠造就休息的環境。而狐蝠食用的果實多為漿果類植物，一年四季都有不同果實食用。
- (五) 經資料發現狐蝠屬於海島型生物，現有資料顯示牠們多分布於宜花東三處，喜歡溫暖潮濕、空氣品質良好的環境。而花蓮佐倉步道、美崙溪畔環境較為潮濕、光線昏暗、音量低、少干擾適合狐蝠居住
- (六) 經研究後，我們以花蓮美崙溪畔的環境為參考依據，評估校園環境，進而規劃與營造校園狐蝠棲地。在校內種植更多高大的棲樹與果樹，也種植更多樣化的樹種，可提供狐蝠棲息與覓食的空間。

二、未來發展

以下是我們一些未完成的想法，未來需要再努力的地方：

- (一) 後續可以再參考更多更新的文獻資料，讓我們對狐蝠有進一步的認識。
- (二) 由於踏查時間不足，導致無法走完全程，我們應該把踏查時間延長一點，或利用假日自行前往踏查，使資料更加完備。另外狐蝠觀測不易，可以架設攝影機，進行長時間觀測，也許會有新的發現。
- (三) 在訪談前，再蒐集多點資料，把問題稍做統整更能聚焦；而在提問的當下，若有新問題應再更深入的提問；另外訪談地點須找靜謐的場所，以免被周遭環境所影響。

- (四)花期與果期會因氣候或溫度變化而有不同，未來可以實際走訪生態環境進行長時間觀察與紀錄。另外後續可以長時間蒐集食渣或果核深入了解狐蝠對食物的喜好。
- (五)觀測儀器不是很精密且資料有限，導致判讀數據不夠精確，後續除了取得精密儀器外，為求精緻可多測量幾次，才能準確判讀數據。
- (六)花蓮的環境適合狐蝠居住，因此食物是否充足且多樣化是吸引定居的關鍵，後續可以思考如何在校園建設更適合狐蝠的生態環境。

三、建議

依據研究心得，供以下建議給想進行臺灣狐蝠生態校園棲地再造的人：

- (一)狐蝠數量稀少，可以向政府建議在校區內設立狐蝠保育區，讓狐蝠可以受到保護，也可以確保樹種不被任意砍伐。
- (二)評估棲地環境，須盡量選擇沒有噪音的地方以及較接近美崙溪環境生態的地方。
- (三)多種植不同種類的樹種，可降低狐蝠食物來源短缺的困境。

伍、參考資料

王美芬等(2022)。國民小學自然與生活科技課本第八冊(六下)。臺北市：康軒文教事業股份有限公司。

環境資訊教育中心(2018)。【台灣紅皮書】即將消失的飛行哺乳類—台灣狐蝠。2021年9月10日，取自 <https://e-info.org.tw/node/209717>

鄭錫奇、林清隆、林融、許家維、張簡琳玟(2021)。臺灣狐蝠在臺灣的故事。自然保育季刊，116(76)，76-85

鄭錫奇、林清隆、蕭淳任、張簡琳玟(2019)。臺灣狐蝠的分布現況。自然保育季刊，106(70)，70-77

鄭錫奇、林清隆、林融、張簡琳玟(2020)。臺灣狐蝠現況調查紀實，台灣林業，46(5)，57-66。

環境資訊教育中心(2020)。台灣狐蝠再現！曾以為絕跡本島，重磅調查確認花蓮市就有。

2021年9月10日，取自 <https://e-info.org.tw/node/222862>

行政院環境保護署(2022)。空氣品質監測網。2022年3月31日，取自 <https://airtw.epa.gov.tw/>

交通部中央氣象局(2022)。觀測資料查詢系統。2022年3月20日，取自 <https://reurl.cc/e6qegR>