

花蓮縣第59屆國民中小學科學展覽會  
作品說明書



科 別：生物科

組 別：國小組

作品名稱：城市綠肺 - 生態校園設計

關 鍵 詞：生態校園、棲地保育、食物鏈

編 號：

# 城市綠肺 - 生態校園設計

## 摘 要

校舍重建後，校園待整理，加上調查校園生物時，聽老師聊曾有領角鴉飛來麵包樹定居，這燃起我們設計生態校園的信心。恰巧在自然課學到「生物與環境」，於是想動手規劃生態校園。如果每個學校都變成生態校園，加上馬路行道樹和綠島的生態設計，建立讓動物安全移動的網路，靠著這一個又一個的綠肺，會實現花園城市的夢想。

為了了解和學校一樣低海拔地區的動植物生態，我們先調查較原始生態的美崙山、佐倉、嶺頂、鯉魚潭和白鮑溪，以調查結果來設計校園。在水池放置水生植物、養魚蝦蝌蚪、漂浮共生浮島。為了昆蟲，種植食草和蜜源植物外，在樹下輪流施作落葉堆肥。調查鳥類喜歡棲息的樹種，考量自製鳥屋等。以上種種只是開始，期待學弟妹們持續發展。

**【關鍵詞】：**生態校園、棲地保育、食物鏈

研究主題：城市綠肺－生態校園設計（國小組 生物科）

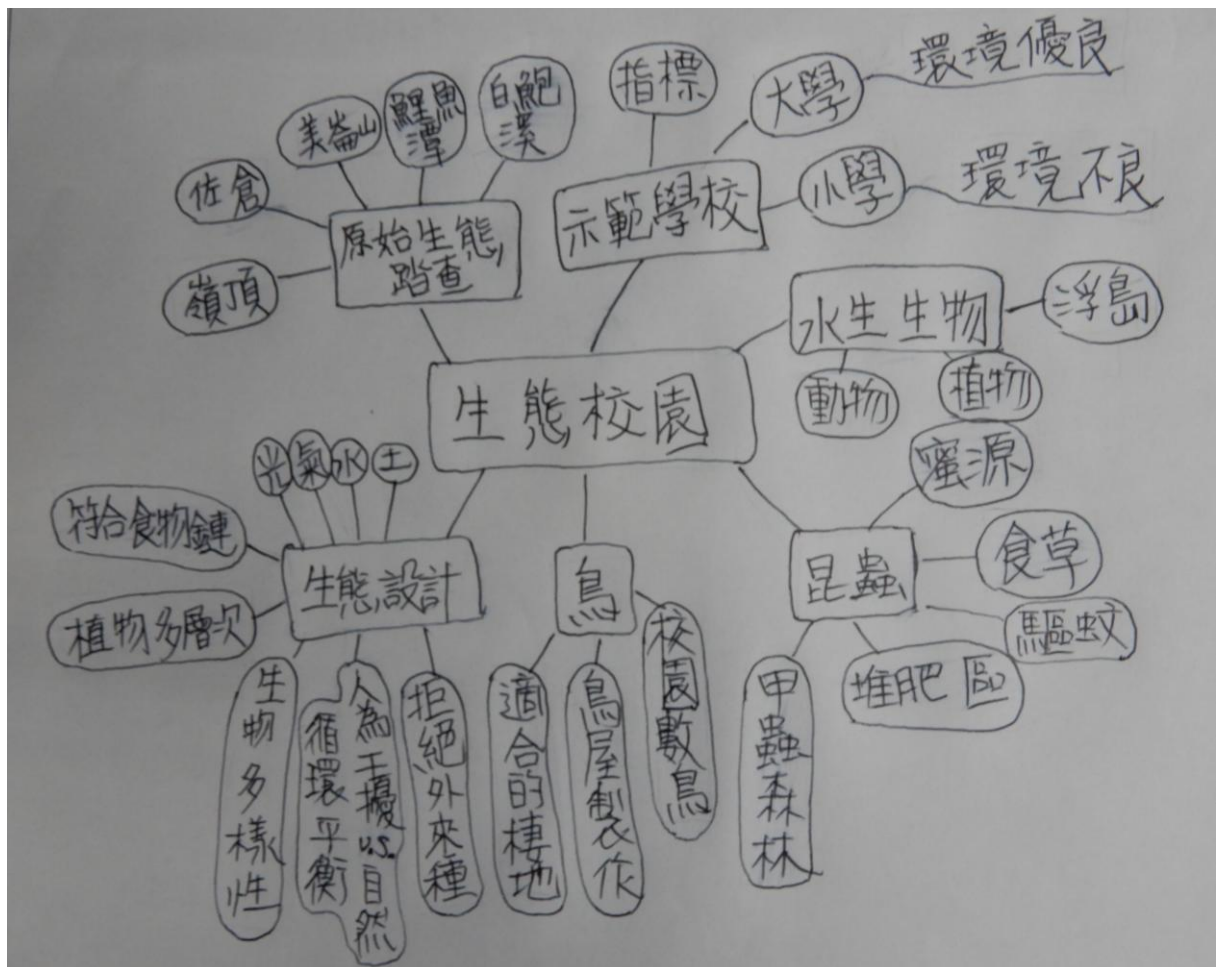
內 文：

## 壹、研究動機

學校某棟大樓因為屋齡超過三十年而拆除重建，前庭花園跟著一起翻修，經過兩三年的工地歲月後，校舍落成，但如果想要前庭花園恢復花草樹木欣欣向榮的樣子，仍需我們費心整理。就在調查校園生物時，聽老師聊起那棵死去的麵包樹，曾有貓頭鷹領角鴉飛來定居，這點燃我們將學校設計成生態校園的信心與熱情，而開始一連串生態研究。恰巧六年級自然與生活科技領域課程中，學到「食物鏈」和「生態平衡」的道理，使我們想動手建立生態校園，相信若每個學校都建立生態校園，加上馬路行道樹和綠島生態設計，建立讓動物安全移動的生態網路，靠著這一個又一個的城市綠肺，會完成花園城市的夢想。

## 貳、研究目的

### 一、 研究架構概念圖



## 二、研究問題與分項研究目的

- (一) 戶外調查在花蓮市附近、動植物生態豐富的陸域及水域景點。
- (二) 怎樣的校園才是生態校園？
- (三) 研究校內水生生物生長及分布情形。
- (四) 研究校內蟲類生長及分布情形。
- (五) 研究校內鳥類生長及分布情形。
- (六) 設計我校成為生態校園。

## 參、研究設備及器材

### 一、研究器具：

照相機、電腦。

### 二、研究材料：

地圖、圖鑑、紙、筆。

## 肆、研究歷程：含研究方法、結果及討論

希望我們設計出來的生態校園，能符合花蓮市原始生態環境，所以走向花蓮市近郊的山林、湖泊和溪流，先旁敲側擊的了解花蓮市還沒開發時、原有的動植物生態環境。接著調查研究校內動植物的分布情形，才能設計出適合動植物生長的生態校園。

### 研究一、戶外調查在花蓮市附近、動植物生態豐富的陸域及水域景點。

#### (一) 研究方法：

1. 利用星期三下午不上課的時間，搭校車前往花蓮市郊區景點，進行戶外調查。
2. 選擇調查生態豐富的低海拔山區和水域：美崙山、佐倉、嶺頂、鯉魚潭、白鮑溪。
3. 戶外調查時，一邊觀察拍照，一邊手寫記錄。
4. 回校整理調查記錄，加上討論分析。

#### (二) 研究結果：

##### 1. 美崙山昆蟲生態館步道：

是市民下班時或假日爬山健行的好地方，我們想藉此了解城市中的淺山森林。

景點介紹	是古代 <u>花蓮</u> 的八景之一：八螺疊翠，海拔高度 108 公尺，是米崙斷層旁隆起的小丘陵，東坡面向太平洋，西坡旁邊是美崙溪。
生物環境調查	微生物：樹根上的白菇、倒木上的靈芝。 植物：相思樹、血桐、構樹、樟樹、榕樹、藤蔓、蕨類 動物：柏油路上 - 人、狗、蚊子 水溝 - 青蛙(蟾蜍) 花叢 - 蝴蝶(小灰蝶、粉蝶、蛺蝶、鳳蝶)、蜜蜂 草叢 - 蟋蟀、螽斯、蝗蟲(蚱蜢)、蚊子 土裡 - 甲蟲幼蟲、螢火蟲幼蟲、熊蟬若蟲、叩頭蟲 石頭 - 攀木蜥蜴 樹上 - 綠繡眼、烏頭翁、綠鳩、赤腹松鼠
非生物環境調查	山的西側比東側陰涼潮溼，樹下出現比較多的藤蔓和蕨類植物。 山的東側比西側多風，影響植物生長方向。
生態特色	多層次的花草叢生處，有蝴蝶、蜜蜂及其他昆蟲飛行採蜜。 低於 25 公分的雜草地，有蝗蟲、蟋蟀、叩頭蟲等草地昆蟲。 馬路旁的山溝有青蛙，訪問登山客，發現曾有蛇類出現。 血桐、構樹和榕樹等喬木樹冠層，有許多鳥類家族跳躍活動。 訪問昆蟲生態館管理員，提到夜晚有螢火蟲和獨角仙出現。

		
<p>生態豐富的秘密基地</p>	<p>充滿氧氣的森林深處</p>	<p>登山步道</p>
		
<p>原始林 - 筆筒樹</p>	<p>復育臺灣百合</p>	<p>曬翅膀的小灰蝶</p>
		
<p>美崙山森林的天空</p>		

2. 佐倉登山步道：

這是學校昆蟲社老師推薦的昆蟲棲地，入夜後會有許多夜行性動物出現，例如飛蛾、蠃斯、竹節蟲、螳螂、青蛙，可惜我們只能白天來觀察這條步道。

<p>景點介紹</p>	<p>位於砂婆礑山，原是臺灣水泥公司的礦山，而開闢了貨車專用的產業道路，後來變成佐倉步道。步道旁邊有佐倉瀑布和無名溪。</p>
<p>生物環境調查</p>	<p>植物：遠處有筆筒樹、步道旁有血桐、構樹、梭果榕、桑樹、咬人狗，和芒草、裡白芋麻、長梗紫芋麻、水鴨腳秋海棠、蕨類等濕生植物。 動物：蝴蝶(曙鳳蝶、三線蝶、石牆蝶、紫斑蝶)、柑橘鳳蝶幼蟲、蜻蜓、長腳蚊、蜜蜂、金花蟲、沫蟬、尺蠖蛾幼蟲、人面蜘蛛、烏頭翁、鳩鵲科鳥類、大冠鷲、臺灣獼猴、松鼠。 訪問昆蟲社老師：夜間會出現青蛙(盤古蟾蜍、莫氏樹蛙…)、蛇、竹節蟲、螳螂、貓頭鷹和飛鼠。</p>
<p>非生物環境調查</p>	<p>有溪流經過，步道右側較多蕨類和濕生植物。 登山步道在砂婆礑山東坡，面向太陽，所以大樹高壯、枝繁葉茂。</p>
<p>生態特色</p>	<p>步道坡面向東，喜歡陽光的植物，生長茂盛。 旁邊有瀑布和溪流，提供濕生和水生生物棲息。 森林比較原始，高高低低的多層次，枝條上有許多附生植物-藤蔓和蕨類，連藻菌共生的灰綠色地衣也出現了。</p>



佐倉步道登山口



步道解說牌



步道解說牌

		
裡白芋麻(濕生植物)	長梗紫芋麻(濕生植物)	水鴨腳秋海棠(濕生植物)
		
稜果榕(鳥食)	小葉桑(鳥食)	蟻窩與血桐(鳥食)
		
柑橘鳳蝶幼蟲	尺蠖蛾的幼蟲	曙鳳蝶
		
向陽山坡有高大的樹	地衣(藻菌共生)	動物排遺與昆蟲
		
飛鼠與貓頭鷹的家	青蛙與蛇的家	在左倉眺望我們的家



### 3. 嶺頂：東方明珠公園山嶺福德廟前方步道

選擇到嶺頂進行戶外調查，是想了解花蓮的海岸山脈，遠望花蓮溪出海口。

景 點 介 紹	海岸山脈最北端的山頭，北方是花蓮溪出海口，東面是太平洋。
生 物 環 境 調 查	植物：楓香、傾斜的榕樹(風剪樹)、羊奶頭(臺灣天仙果)、海岸林、大花咸豐草、蛇莓、芒草。 動物：瓢蟲、金花蟲、螽斯、沫蟬、臺灣山豬的巢穴。 花蓮溪出海口附近有許多水鳥經過。 訪問昆蟲社老師：夜間會有蛾、螳螂和獨角仙出現。
非生物環境調查	嶺頂的山形陡峭，面海山坡很像斷崖。 海岸山脈是海底火山地質，土層比較薄。 有海風、感覺涼爽。
生 態 特 色	海風很強，吹走熱氣，使嶺頂的氣溫不會太高，維持涼爽舒適。 會吸引喜歡陰涼環境的動物棲息。 地質是火山噴發的火山灰凝結成岩，大風吹來時，揚塵不多。 可遠觀花蓮溪出海口和太平洋交界的洄瀾，以及路過花蓮溪口的水鳥。

		
在嶺頂的調查路線	路過花叢找昆蟲	站在海岸山脈的第一座山頭
		
走入森林	走入另一座森林	穿過森林，走進祕境。

		
<p>藍色無名花 (防紫外線?)</p>	<p>藍色堇菜 (防紫外線?)</p>	<p>鼠麴草 (有絨毛防蒸散)</p>
		
<p>紫斑蝶</p>	<p>蟲蛻留下的蟲殼</p>	<p>祕境的盡頭是藤蔓網</p>
		
<p>發現山豬的窩</p>	<p>發現山豬的窩</p>	<p>發現山豬的窩</p>

### 3. 鯉魚潭的潭北步道

選擇到鯉魚潭進行戶外觀察，是為了了解湖泊生態。

景 點 介 紹	中央山脈水系形成的湖泊，湖水來自地底湧泉。
生 物 環 境 調 查	植物：桑、榕、山漆、青楓、落羽松、筆筒樹、蕨類、大花咸豐草、紫花藿香薊、酢漿草、芒、睡蓮、莎草、沉水性水草。 動物：蝴蝶(曙鳳蝶、青帶鳳蝶、黃粉蝶、石牆蝶)、福壽螺、青蛙蝌蚪、水黽、牛蟻、水蠶、魚、蝦、小鵬鵬、水鴨、鵝(腳印)、白鷺鷥、夜鷺、鵝鶖、螢火蟲、獨角仙、鉞形蟲、花螳螂、蚊子、人面蜘蛛。
非生物環境調查	濕氣重，而有很多蕨類植物和濕生植物。 常常一到下午兩三點就下陣雨，水資源豐富。 土質比較黑、有黏性，有豐富的腐植土。
生 態 特 色	黑土鬆軟，表示土中腐植質豐富，且有動物棲息，土中養分較多。 有水潭區，且常常下雨，水資源豐富，是湖泊濕地生態。 是適合蝴蝶和螢火蟲的棲息地。

		
巧遇梅園正在結果實	地圖與行走路線	五節芒
		
水鳥腳印(前後長約 10 公分)	腳印旁的積水有福壽螺	積水區有許多灰色蝌蚪
		
大螞蟻(體長超過 1 公分)	大螞蟻會游泳	水荳花

		
紋白蝶與大花咸豐草	鳳蝶與大花咸豐草	青帶鳳蝶與大花咸豐草
		
紫斑蝶	鯉魚潭的蜜源植物多	蟲多，蜘蛛忙著結網
		
花樹 - 梅花 (人為種植)	花樹 - 山櫻 (人為種植)	花樹 - 桃花 (人為種植)
		
登山步道	林中步道	秘密小溪

4. 重光社區附近的白鮑河流域：

選擇到白鮑溪進行戶外觀察，是為了了解溪流生態。

景 點 介 紹	中央山脈溪流。
生 物 環 境 調 查	植物：榕樹、芒草、沉水性水草 動物：苦花(臺灣鏟頰魚)、拉氏清溪蟹、大和沼蝦、鉛色水鵝、白鷺鷥、紅蜻蜓、青蛙、水蠶、蝌蚪。
非生物環境調查	水淺，但水流很急，可增加溶氧量。 河水沖刷沿岸石頭，而在搬運物中有玉石出現。
生 態 特 色	水的快速流動，使水中溶氧量高。 有溯溪小魚出現。 支流的慢水區有蝦子、蝌蚪和水蠶出現。 河中石頭常站立水鳥，在觀察水中魚類。 是適合溪流魚類的棲地。

		
下雨天，遠望溪流	白鮑溪的河道有階梯感 (校工說有苦花魚)	白鮑溪的小支流 (有蝦子、蝌蚪、水蠶)
		
蜻蜓晾乾淋濕的翅膀	攀木蜥蜴	躲在腐木裡的生物

(三) 討論發現：

1. 昆蟲喜歡種類多樣性且高低起伏多層次分布的雜草叢生，方便牠們覓食和避敵。
2. 完整的昆蟲生態系，不只有吃葉子的素食昆蟲，還會出現捕食動物的獵人昆蟲。
3. 鳥類喜歡站立在樹冠層或枝條高處，方便牠們眺望四面八方和地面。
4. 水生動物喜歡有可以躲藏的角落，避免自己被天敵發現。

(四) 誤差分析：

1. 並非一年 365 天每天都來觀察這五個景點，我們只觀察春季，看到的生物種類較少。
2. 考慮安全，不在晚間進行戶外踏查，而缺乏夜間觀察記錄。

## 研究二、怎樣的校園才是生態校園？

### (一) 研究方法：

1. 依據研究一踏查五個地點發現的原始生態，我們設計了十項生態校園指標，包括「生物指標」五項-花草、樹木、昆蟲、鳥、水生生物，和「非生物指標」四項-光、氣、水、土，以及「減少人為干擾」一項。
2. 依照我們設計的生態校園指標來評估臺灣東部大學 A 校的各项生態狀態，越接近原始生態，得分越接近十分，評比得幾分，並說明觀察細節。
3. 依照我們設計的生態指標來評估我們就讀的東部小學 B 校的各项生態狀態，越接近原始生態，得分越接近十分，評比得幾分，並說明觀察細節。

### (二) 研究結果：

生態指標（原始動植物生態為 10 分，估算生態校園和它有幾分相似）

A 校大學：參觀我們欣賞的大學

生態學校指標	評比	觀察說明
01 花草 多層次雜生	6 分 →多層次雜生 ★★★★★☆☆☆☆☆	學校周圍有花草雜生，但學校內部把草皮割得很短，減少蝴蝶出現的機會。
02 樹木 形成雜木林	8 分 →形成雜木林 ★★★★★★★★☆☆	學校的草皮雖短，但樹木卻很多樣，而且有的已經成為樹林，適合鳥類居住。
03 昆蟲 捕食性昆蟲	5 分 →出現捕食性昆蟲 ★★★★★☆☆☆☆☆	缺乏比較高的草叢可以躲藏，捕食性昆蟲容易被鳥類發現而死亡。
04 鳥 出現鳥類家族	8 分 →出現鳥類家族 ★★★★★★★★☆☆	因樹木多，所以棲息樹上的鳥類也多。
05 水生 捕食性動物	8 分 →出現捕食性動物 ★★★★★★★★☆☆	校湖水域廣大，容易出現蛙類。
06 光線 光線充足	8 分 →光線充足 ★★★★★★★★☆☆	校地寬廣，建築物不易擋住陽光。
07 空氣 空氣清新	8 分 →空氣清新 ★★★★★★★★☆☆	樹木多，吸收污染物、製造氧氣。
08 水 水源豐富	6 分 →水源豐富 ★★★★★☆☆☆☆☆	雖有護城河設計，但河水接近乾涸。
09 土壤 土中養分充足	8 分 →土壤肥沃 ★★★★★★★★☆☆	土壤都被植物蓋住，不但可預防土石流，還可增加土中養分。
10 減少人為干 擾、破壞生態	9 分 →減少人為干擾 ★★★★★★★★☆☆	觀察大學生，發現他們很愛護環境，行走在石磚步道上，不踐踏草皮。



## B 校小學：反省我們就讀的學校

生態學校指標	評比	觀察說明
01 花草 多層次雜生	7 分 →多層次雜生 ★★★★★★☆☆	為了蝴蝶校園的美夢，學校種植很多蝴蝶食草和蜜源植物，高低多層次的雜生。
02 樹木 形成雜木林	5 分 →形成雜木林 ★★★★☆☆☆☆	因校地有限，學校的樹木種得比較少，但仍堅持樹種多樣化。
03 昆蟲 捕食性昆蟲	3 分 →出現捕食性昆蟲 ★★★☆☆☆☆	缺乏比較高的草叢可以躲藏，所以比較缺少捕食性昆蟲。
04 鳥 出現鳥類家族	6 分 →出現鳥類家族 ★★★★★★☆☆	校樹不多，但會提供鳥食，例如苦楝、春不老等，所以會出現鳥類家族。
05 水生 捕食性動物	7 分 →出現捕食性動物 ★★★★★★☆☆	已經放養孔雀魚來捕食蚊子幼蟲，但水生池剛完工，尚未出現水蠶和蝌蚪。
06 光線 光線充足	7 分 →光線充足 ★★★★★★☆☆	建築物的東西南北方都有花草樹木，充分捕捉從上午到下午的陽光。
07 空氣 空氣清新	7 分 →空氣清新 ★★★★★★☆☆	因為花草樹木多，校內空氣清新，但是校門外是車流量很大的馬路，有空污問題。
08 水 水源豐富	8 分 →水源豐富 ★★★★★★☆☆	因校地不大，用水有限，所以不缺水資源。
09 土壤 土中養分充足	6 分 →土壤肥沃 ★★★★★★☆☆	運動場周圍樹木的泥土裸露，較缺養分。前庭花園泥土有草地覆蓋，養分較足。
10 減少人為干擾、破壞生態	3 分 →減少人為干擾 ★★★☆☆☆☆	二三年級學生有摘花吸食花蜜的壞習慣，甚至會亂抓動物，需要宣導怎樣愛護環境。

### (三) 討論發現：

1. 植物種植要多樣化，讓花草高高低低多層次叢生，比較有利於昆蟲多樣性。
2. 考慮動物習性來安排植物分布，才能吸引動物，製造出鳥語花香有蝴蝶飛的校園。
3. 生態校園不能只考慮生物條件，還要思考光、氣、水、土等非生物條件是否足夠。

### (四) 誤差分析：

1. 是春天三月觀察那所大學，而非監測一年，形成季節性的誤差。

### 研究三、研究校內水生生物生長及分布情形。

#### (一) 研究方法：

1. 在水生池放置沉水植物如金魚藻、水蘊草，再放置漂浮植物大萍、浮萍等萍類，另有挺水植物莎草和浮葉植物睡蓮。
2. 回收同學慶生後留下的保麗龍蛋糕盒，在圓柱體底面圓心和附近打了七個洞，洞口直徑約 2 公分。
3. 取 7 個三吋花盆，在盆底六個排水孔，穿過幾條拖把棉線，讓花盆掛上棉線後，各放上培養土半杯，種植香草植物貓薄荷，在實驗室水槽測試漂浮情形，重力與浮力平衡後，蛋糕盒會淹水約 1 公分。
4. 將種植薄荷的蛋糕盒放在水生池漂流，製作成有魚菜共生概念的浮島，然後定期觀察浮島植物和浮島下方水生動物分布情形。

#### (二) 研究結果：

共生浮島的動植物觀察紀錄

天氣	天空雲量	氣溫	貓薄荷	孔雀魚	其它發現
晴天	30%	28 - 30°C	植物葉子上揚	約 50 隻躲到浮島下方。	成魚和幼魚混合，躲藏浮島下方，避開強烈日照。
陰天	90%	25 - 27 °C	植物葉子平舉	約 20 隻躲到浮島下方。	躲藏的魚以幼魚為主。
雨天	100%	20 - 23°C	枝葉微微下垂	約 30 隻躲到浮島下方。	躲藏的魚有成魚和幼魚，但幼魚比較多。

#### (三) 討論發現：

1. 池中養孔雀魚，會捕食蚊子幼蟲孑孓，放置魚菜共生浮島，發現牠們喜歡躲藏在浮島下方，以避開天敵和強日照。
2. 池中水有藻類植物孢子，容易在曬太陽後，長出大量絲狀藻類，可考慮養蝦。
3. 因青苔和藻類的出現，容易有小黑蚊出現，蜻蜓和青蛙會捕食小黑蚊，而想在池中放養臺灣原生種的蜻蜓若蟲(水蠶)和青蛙蝌蚪。

#### (四) 誤差分析：

1. 魚群移動快速，不易精確計數，而採用手掌面積估計法。





## 研究四、研究校內蟲類生長及分布情形。

### (一) 研究方法：

1. 在三月植樹節時，種植許多正在開花的草花植物，並插枝種植蝴蝶食草馬利筋。
2. 製作動物生態觀察紀錄表，如附件一。
3. 以 A4 夾板夾住紀錄表，在每節下課時間巡視校園，記錄昆蟲出現位置和生態行為。
4. 討論分析校園內昆蟲分布情形。

### (三) 研究結果：

#### 校園昆蟲生態調查紀錄

調查時間	動物名稱	隻數	地點	天氣	動物行為
08:00	蛾	2	苦楝	晴	吸食花蜜
08:05	曙鳳蝶	1	苦楝	晴	吸食花蜜
08:10	蜂	3	苦楝	晴	吸食花蜜
09:20	樺斑蝶	1	馬利筋	晴	吸食花蜜或產卵
10:00	紋白蝶	3	小白菜	晴	產卵
10:10	金龜子	1	仙丹花	晴	飛行
11:10	雞母蟲	5	堆肥土	晴	睡眠
11:20	蜻蜓	2	水池	晴	追逐

#### 堆肥區昆蟲調查

落葉堆肥輪作	堆肥時間	堆肥顏色	出現生物	其他發現
第一區	已滿 8 週	淺咖啡色	馬陸、蚯蚓、雞母蟲、土蜂	藍白布覆蓋
第二區	已滿 6 週	黑色	馬陸、蚯蚓、雞母蟲、土蜂	黑布覆蓋
第三區	已滿 4 週	深咖啡色	蚯蚓	黑布覆蓋
第四區	已滿 2 週	咖啡色	蚯蚓	黑布覆蓋

### (三) 討論發現：

1. 學校裡的花叢裡，出現比較多的飛行性昆蟲，所以要多種開花植物。
2. 考慮種植適合本校的幼蟲食草和甲蟲樹木，來吸引昆蟲住在校園。
3. 以藍白布覆蓋落葉堆肥，堆肥物較容易吸收到陽光，顏色是淺咖啡。以黑布覆蓋堆肥，較容易隔開陽光，顏色深咖啡色，腐植較快。但實驗室花圃的堆肥，採用不覆蓋方式，而是直接將堆肥物理入土中，引來許多蚯蚓和雞母蟲，腐植速度也很快，且土質鬆軟。
4. 堆肥材料使用生廚餘而非熟廚餘，會更吸引土中生物棲息。

### (四) 誤差分析：缺錄影機長期監視花草樹木，只以下課時間調查，觀察得很有有限。



學校有四塊落葉堆肥區



聆聽組長老師說明學校怎樣進行落葉堆肥



第一期堆肥 (已堆肥 8 週)



第二期堆肥 (已堆肥 6 週, 加了香蕉果皮)



第三期堆肥 (已堆肥 4 週)



第三期堆肥 (已堆肥 4 週)



第四期堆肥 (已堆肥 2 週)



第四期堆肥 (已堆肥 2 週)

## 研究五、 研究校內鳥類生長及分布情形。

### (一) 研究方法：

1. 平時在學校一至四個樓層，分層觀察大樹的鳥類分布情形和生態行為。並在頂樓眺望飛行中的鳥類。
2. 製作動物生態觀察紀錄表，如附件一。
3. 以 A4 夾板夾住紀錄表，在每節下課時間巡視校園，記錄鳥類出現位置和生態行為。
4. 討論分析校園內鳥類分布情形。

### (二) 研究結果：

#### 校園鳥類生態調查紀錄

調查時間	動物名稱	隻數	地點	天氣	動物行為
07:50	烏頭翁	3	苦楝	陰	吃果子
12:30	烏頭翁	5	苦楝	雨	躲雨休息
08:10	綠繡眼	2	小葉欖仁	晴	飛行追逐
11:20	綠繡眼	2	小葉欖仁	陰	(幼鳥)練習飛行
14:30	麻雀	5	草叢	晴	覓食
17:30	燕子	3	電線上	陰	捕食蚊子
15:05	白鵲鴿	1	操場上	雨	飛航路線經過本校，中場休息，降落行走。
18:00	白鷺鷥	1	水生池	雨	飛航路線經過本校，站立觀察水池，捕捉小魚。
07:50	翠鳥	1	小葉欖仁	雨	飛航路線經過本校，飛行時撞窗昏迷，後來死亡。
08:00	紅嘴黑鵯	4	苦楝	晴	鳴叫

### (三) 討論發現：

1. 苦楝果實是鳥類愛吃的食物，苦楝在三月開花結果時，會飄來陣陣香風，吸引昆蟲採蜜，也吸引鳥類來吃果實，尤其是東臺灣特有種鳥類-烏頭翁。
2. 小葉欖仁樹和福木等枝葉光華堅硬的植物，會吸引綠繡眼親鳥來築巢，春天是親鳥孵蛋、育兒並教導幼鳥飛行的季節。
3. 因為學校附近有溪流，加上校內有水生池，所以偶爾有水鳥路過，白鷺鷥會站在水生池中，鵲鴿在下雨天路過會選擇在操場休息。有一回還遇到翠鳥母鳥撞窗昏迷，只因窗戶反射樹林模樣，原來氣密窗的強化玻璃擦太乾淨會「窗殺」飛行中的鳥類，所以我們選擇在三樓教室貼上窗花或拉窗簾。
4. 發現學校的鳥類會選擇在清晨和傍晚出現，多半為了覓食，是吃早餐和晚餐的動物。學校在下午四點後到傍晚，蚊子變多，會發現校門高掛天空的電線有燕子出現。

### (五) 誤差分析：缺錄影機長期監視花草樹木，只以下課時間調查，觀察得很有限。



苦楝花吸引蟲，引鳥來吃蟲。



烏頭翁喜歡吃苦楝果實。



下雨天，棲息在楝花香風中。



下雨天，從巢中掉落地面的綠繡眼雙胞胎。



自然教室剛好有綠繡眼的鳥巢，可以安置牠們。



親鳥不斷呼喚，還下來示範怎樣飛，於是幼鳥努力飛上去。

## 研究六、設計我校成為生態校園。

### (一) 研究方法：

1. 調查了解花蓮市近郊低海拔原始生態，並觀察校內動物習性後，我們開始規畫設計生態校園。
2. 進行規劃會議，討論怎樣安排學校各區域的動植物分布，設計成生態校園。
3. 將設計理念畫成生態校園設計圖，並動手改良學校庭園生態化及空間綠美化。

### (二) 研究結果：

我們還畫了五張設計圖，詳見附件二。

校園角落	生態設計	注意事項
校門及通學步道	<ol style="list-style-type: none"><li>1.校門要有兩棵開滿花的大樹，吸引蝴蝶。</li><li>2.學生上學的通學步道，也就是學校圍牆要種植蝴蝶食草和蜜源植物。</li><li>3.為了避免學生走路被蚊子叮咬，可考慮種植驅蚊香草例如香茅、天竺葵或茶樹。或吊掛一些食蟲植物。</li></ol>	須注意蒼蠅、蚊蟲孳生的公共衛生問題。
前庭花園	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 種植花草成叢，不但可圍出學生步道或分區綠籬，還可吸引飛行性昆蟲。</li><li>2. 打造鳥類樂園，種植有鳥食果實的植物，例如榕樹、春不老、苦楝。</li><li>3. 營造甲蟲森林，種植光臘樹，來復育獨角仙和鍬形蟲，加上附近有落葉堆肥可養活幼蟲。</li><li>4. 在甲蟲森林和水生池中間，挖一條小溪流，種植濕生植物，養蝸牛和螢火蟲。</li><li>5. 水生池有沉水、浮水、挺水等多樣性水草，來養活魚、蝦、貝類和青蛙。</li></ol>	種植花草，採用高高低低多層次，不要整齊到同一個高度，這樣子比較能讓昆蟲躲藏，避開天敵的安全覓食。
運動場周圍	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 在日照強烈的日子，花蓮的紫外線指數往往是危險級，學生運動時容易中暑或中熱衰竭，所以運動場周圍種植樹蔭寬闊的大樹，例如麵包樹。</li><li>2. 學生運動流汗後很容易被蚊子叮咬，所以建議種植臺灣原生種驅蚊植物-樟樹。</li></ol>	運動場周圍在下午三點後，蚊子變多，須設法以生態方法來減少蚊蟲。
教室	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 教室陽台吊掛有香氣的驅蚊植物。</li><li>2. 教室內種植可淨化空氣的植物。</li></ol>	注意人為干擾，提醒同學愛護動植物。
廁所	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 流動窗旁邊種植香草植物，廁所內種植可淨化空氣的植物。</li><li>2. 可種植喜歡潮濕的食蟲植物。</li></ol>	注意空氣流通和味道天然清香。

垃圾處理區	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 落葉堆肥區設置在甲蟲森林旁邊。</li> <li>2. 垃圾處理區前方，設置花圃、綠籬或吊掛花牆，種植香草植物。</li> </ol>	注意植物花色美麗和味道清香。
-------	---	----------------

### (三) 討論發現：

1. 校園規劃要考慮經費問題，盡量自己動手做或運用現有的植物，來減少開銷。
2. 校園蚊蟲問題，以生態方法來處理，就是減少牠們的食物，或出現捕食牠們的動物，例如營造蜻蜓出現的環境，讓蜻蜓吃掉小黑蚊。
3. 地球生態環境的資源是循環利用的、不會產生垃圾，所以善用堆肥，不但能讓垃圾減量，還能製造出腐植土來養甲蟲和照顧植物。
4. 盡量讓校園內的動植物多樣化，甚至有食物鏈的關係，才能生態平衡。
5. 校園內的生態化是不夠的，請考慮在校門及校牆種植物，連結馬路的行道樹和綠島，會讓學校周圍都恢復生態環境。

## 伍、結論

### 一、研究發現：

在這超過一年的研究中，讓我們對生態校園有了初步的認識，並開始改造校園。以下是我們的研究發現：

- (一) 調查美崙山、佐倉、嶺頂、鯉魚潭、白鮑溪後，我們發現原始生態系的模樣，不但空氣清新、水流潔淨，還讓多樣化的動植物存在，這是我們發展生態校園的主軸。
- (二) 拿我們學校和我們喜歡的生態大學比較，發現樹林的重要，還有公德心要加強。
- (三) 水生生物的研究，讓我們知道給動物躲藏地點的重要，讓牠們安心住在我們學校。
- (四) 蟲的研究，讓我們了解植物的多樣性和多層次分布，會怎樣影響昆蟲的多樣性。
- (五) 鳥的研究，讓我們明白種樹成林的重要性，樹，提供了動物棲息地和食物。
- (六) 最後幫校園各個空間進行生態設計時，發現怎樣以動、植物生態原理，來讓我們的環境更清新衛生，有更多生物陪伴我們成長。

### 二、未來發展：

除了這六個研究，我們還有一些想法，想繼續努力：

- (一) 水生池目前是用雨水，水沒流動，想研究怎樣淨化排水給水生生物利用。
- (二) 校門外是大馬路，想探討怎樣用生態概念來處理馬路噪音和空氣污染問題。
- (三) 香草植物有療癒功能、讓人身心愉快舒適，想知道可以運用在哪些校園空間。
- (四) 地球生態原理是資源循環，想試試怎樣將一般垃圾堆肥成有營養的土。
- (五) 想規劃讓前庭花園變成有溪流的森林生態系。
- (六) 學校蚊蟲多，想以生態原理來完成蚊蟲防治工作，避免被蚊子和小黑蚊叮咬。

### 三、建議：

在此提供一些意見，給想進行生態校園設計的人 -

- (一) 以食物鏈概念來思考飼育的動物種類，讓學校生態平衡。
- (二) 創造動物可以躲藏的秘密基地，來當作牠們棲息地，讓他們安心的住在學校。
- (三) 注意非生物環境條件光、氣、水、土是否充足，讓動植物健康成長。
- (四) 移除外來種，以免傷害臺灣原生種動植物生態系。
- (五) 規劃人行步道，以免人類踐踏植物、干擾動物。
- (六) 種植植物要考慮多樣化、植物高度多層次。

### 陸、參考資料

- (一) 王美芬等 (2019)。自然與生活科技領域課本第八冊(六下)，生物與環境，Pp54~81。臺北市：康軒文教事業股份有限公司。
- (二) Cynthia Needham, Mahlon Hoagland, Kenneth McPherson, Bert Dodson 李千毅譯 (2005)。觀念生物學第一冊模式、能量、訊息。臺北市：天下遠見出版股份有限公司。
- (三) Cynthia Needham, Mahlon Hoagland, Kenneth McPherson, Bert Dodson 李千毅譯 (2005)。觀念生物學第二冊機制、回饋、群集、演化。臺北市：天下遠見出版股份有限公司。
- (四) Cynthia Needham, Mahlon Hoagland, Kenneth McPherson, Bert Dodson 李千毅譯 (2005)。觀念生物學第三冊循環、網絡、複雜。臺北市：天下遠見出版股份有限公司。
- (五) Cynthia Needham, Mahlon Hoagland, Kenneth McPherson, Bert Dodson 李千毅譯 (2005)。觀念生物學第四冊共生、平衡、互利。臺北市：天下遠見出版股份有限公司。
- (六) 臺灣野鳥資訊社、日本野鳥協會(1991)。臺灣野鳥圖鑑。臺北縣：亞舍圖書有限公司。
- (七) 張永仁(1998)。昆蟲入門。臺北市：遠流出版公司。
- (八) 張永仁(1998)。昆蟲圖鑑(第一集)。臺北市：遠流出版公司。
- (九) 張永仁(2001)。昆蟲圖鑑 2(第二集)。臺北市：遠流出版公司。

附錄一、校園動物生態調查表

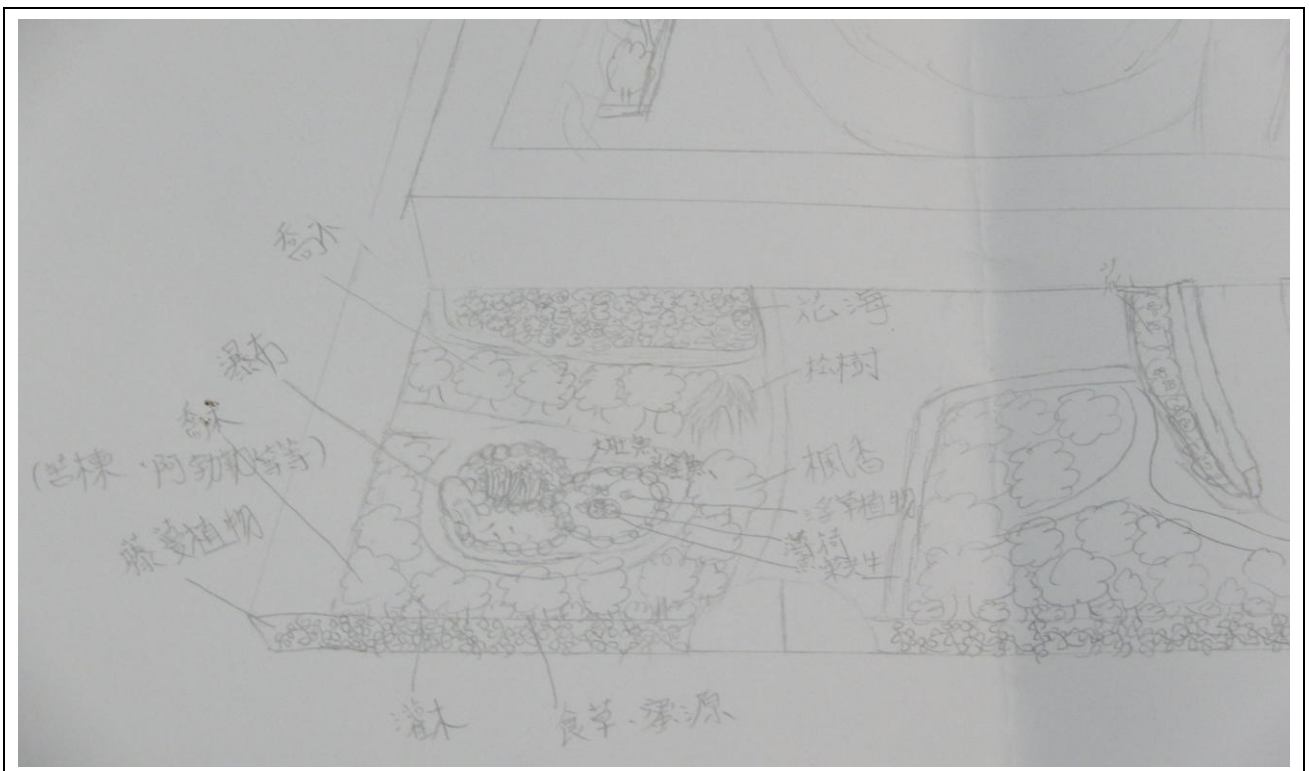
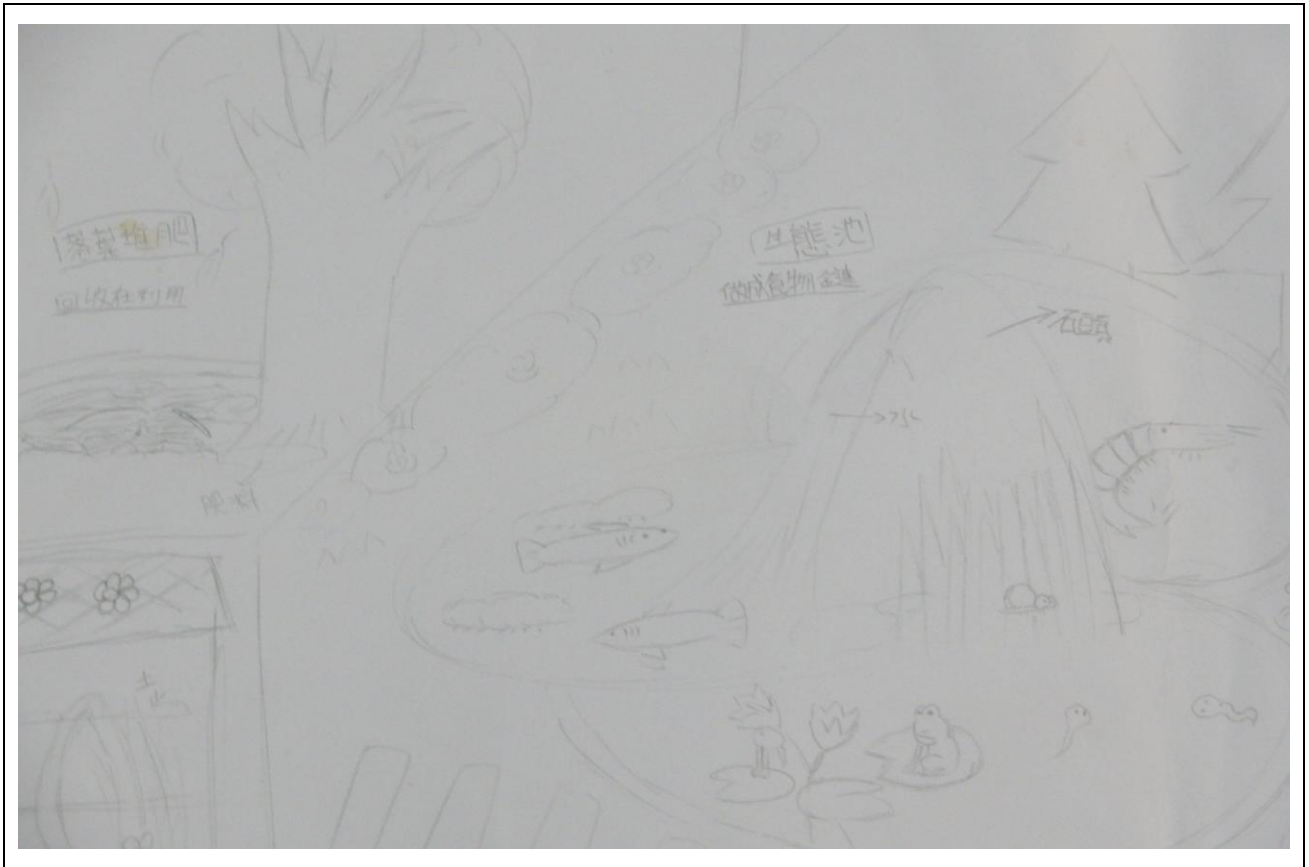
調查時間	動物名稱	隻數	地點	天氣 晴 陰 雨 — —°C	動物行為
				晴 陰 雨 — —°C	
				晴 陰 雨 — —°C	
				晴 陰 雨 — —°C	
				晴 陰 雨 — —°C	
				晴 陰 雨 — —°C	
				晴 陰 雨 — —°C	

行為代號：1. 飛翔 2. 跳躍 3. 游泳 4. 爬行 5. 行走 6. 覓食

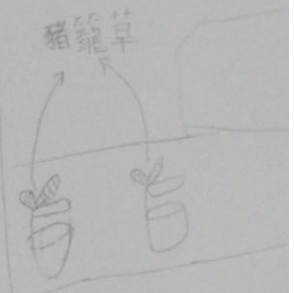
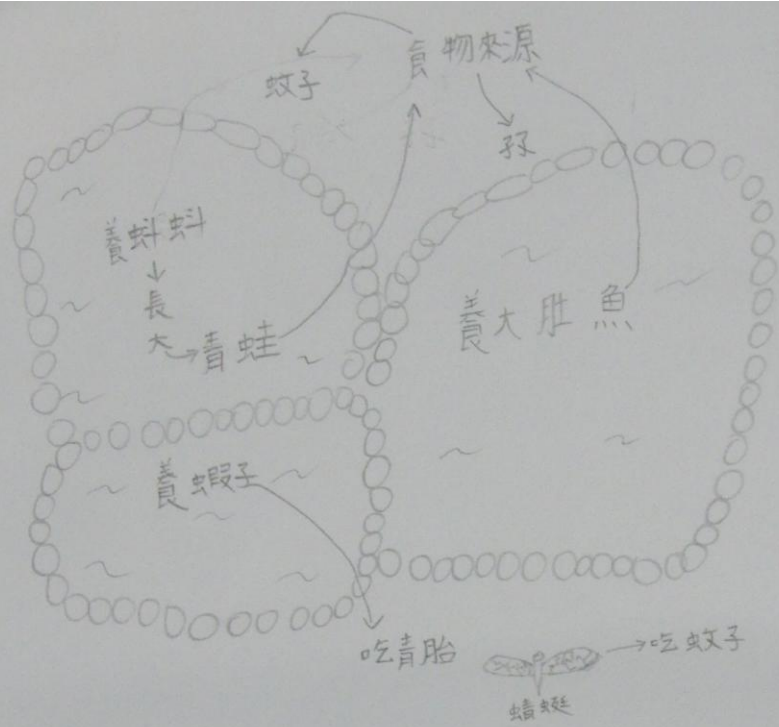
6. 鳴叫 8. 繁殖 9. 育兒 10. 避敵 11. 築巢 12. 其他



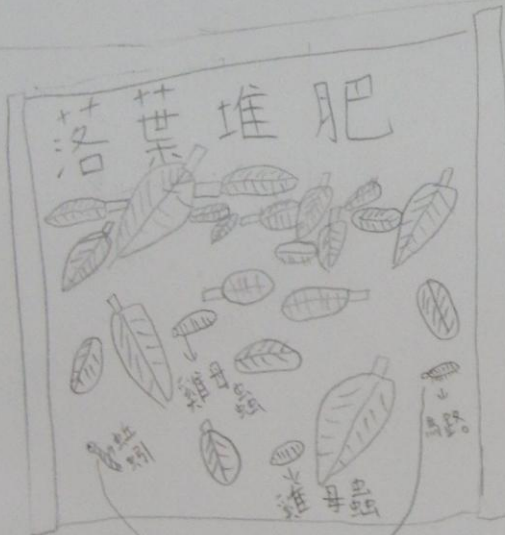
附件二、生態校園設計圖







生態池的改造



→ 加速腐爛