

作品名稱：中形銀腹蜘蛛的結網行爲與生態適應之探討

高中組 生物科 第二名

縣市：花蓮市

作者： 陳建勳 白鎮豪

楊鈞豪 石聿恆

校名：國立花蓮高級中學

指導老師： 廖美菊

關鍵詞：中形銀腹蜘蛛、結網行爲、生態適應、結網性蜘蛛
空心圓網



壹、研究動機

蜘蛛，是一種非常古老的動物，由化石研究指出蜘蛛在四億年前的泥盆紀就有牠的蹤跡。目前在全世界有 37000 多種，而在台灣紀錄的有 300 餘種。由於一般人對蜘蛛的印象不好，所以我們對蜘蛛了解不多；再加上我們從網際網路和書店所找到的參考文獻大部分都只介紹蜘蛛的分類，紀錄蜘蛛習性、行爲的文獻則是非常少，所以我們決定先去花連高中附近的美崙山觀察現象，再從其中討論變因及實驗。

在美崙山我們看到二十幾種結網性蜘蛛及十幾種游走性蜘蛛，發現游走性蜘蛛行動力較高；而結網性蜘蛛比較不喜歡動，等待獵物撞進網才會去捕食獵物。討論後，我們認為結網性蜘蛛比較容易尋找，而且行動比較緩慢，易於觀察，故我們從結網性蜘蛛開始研究。

當我們在採集各種結網性蜘蛛，發現兩旁雪茄花上面一整片大多是同一種蜘蛛，牠們的腹部背面是銀色的，而且頭、胸部呈翠綠色，看起來像一塊寶玉掛在網上。後來查出牠的名字是“中形銀腹蜘蛛”，這種蜘蛛在美崙山是屬於優勢蜘蛛，因此我們把題目方向轉到對中形銀腹蜘蛛的研究，又因牠的數量很多，我們不僅方便探討蜘蛛的行爲，也可以較輕易地研究牠們對生態環境的適應現象，我們也希望能藉由這次科展，能讓大家更了解這種美麗獨特又易被誤解的動物。

貳、研究目的

- 一、觀察中形銀腹蜘蛛的型態特徵與構造功能
- 二、探討中形銀腹蜘蛛與網的關係
- 三、探討中形銀腹蜘蛛與環境的交互作用
- 四、中形銀腹蜘蛛與同種和不同種平面網蜘蛛之間的競爭

參、實驗器材

底片盒、紗網、角鋼、養殖箱、補蟲網、修枝剪、剪刀、長尾夾、線香、燈泡、電風扇、燒杯、絲襪、長尺、量角器、捲尺

肆、研究方法與結果

一、觀察中形銀腹蜘蛛的型態特徵與構造功能

1. 探討中形銀腹蜘蛛的形態

研究方法： 在美崙山找較大隻的中形銀腹蜘蛛，仔細觀察並記錄其的形態特徵
結果：

中形銀腹蜘蛛 (*Leucauge blanda*) 是長腳蜘蛛科中，最亮麗迷人的，在動物分類上，屬於節肢動物門 (*Arthropoda*) - 蛛形綱 (*Arachnida*) - 蜘蛛目 (*Aranese*) - 長腳蜘蛛科 (*Tetragnathidae*) - 銀腹蜘蛛屬 (*Leucauge White*) - 中形銀腹蜘蛛種 (*Leucauge blanda*)，是結網性蜘蛛，所結的網為完全圓網的一種—空心圓網。【雌的成體長約 0.9~1.3cm、雄的成體長約 0.6cm】



照片一.1-1：中形銀腹蜘蛛背面圖



照片一.1-2：中型銀腹蜘蛛腹面圖

二、中形銀腹蜘蛛與網的關係

1.1 中形銀腹蜘蛛網的構造與功能

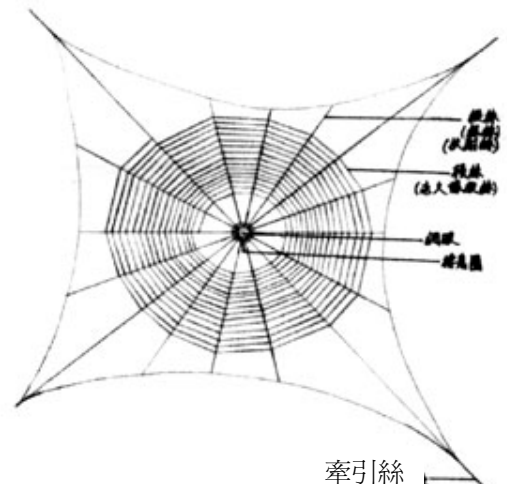
研究方法：

- (1) 在美崙山找一塊有中形銀腹蜘蛛的地方
- (2) 準備放大鏡，仔細觀察並記錄中型銀腹蜘蛛網的構造

結果：

蜘蛛網分為牽引絲、縱絲(經線)、棲息圈、橫絲(永久螺旋絲)、網眼五個區域

1. 牽引絲：為蜘蛛網與架網物體間連接用的絲，是蜘蛛結網時，最先做的絲。牽引絲的功能主要是構成蜘蛛網的主架構，為最堅韌的絲
2. 縱絲：為蜘蛛網的主幹，無黏性，結縱絲是結橫絲前的必要準備工作。縱絲的功能為支持網子的大部分重量，亦可幫助維持蜘蛛網的穩定
3. 棲息圈：位於網眼外的螺旋絲，無黏性，是中形銀腹蜘蛛棲息和進食的地方，蜘蛛常將第三、第四步足放在其上休息
4. 橫絲：為蜘蛛網的最主要架構，此絲具有黏性可捕捉昆蟲，是結網性蜘蛛捕食的利器
5. 網眼：為平面蜘蛛網的中心，無黏性，為空心的一圈



1.3 中形銀腹蜘蛛的補網行為

研究方法：

- (1) 找一個完整的蜘蛛網，用線香破壞蜘蛛網的結構，做了下列處理
 - a. 用線香破壞蜘蛛網的結構，只留最外圍的牽引絲(破壞程度嚴重)，重複五次

b.灑灰塵使蜘蛛網失去功能，觀察蜘蛛如何補網，重複五次

(2) 仔細觀察蜘蛛的補網行為

結果：

實驗 a. 蜘蛛的補網過程與結網過程相同，只是略過拉牽引絲的步驟

實驗 b. 蜘蛛會從網眼拉新的縱絲(與結網過程同)，同時，蜘蛛會邊拉邊吃原本舊的縱絲

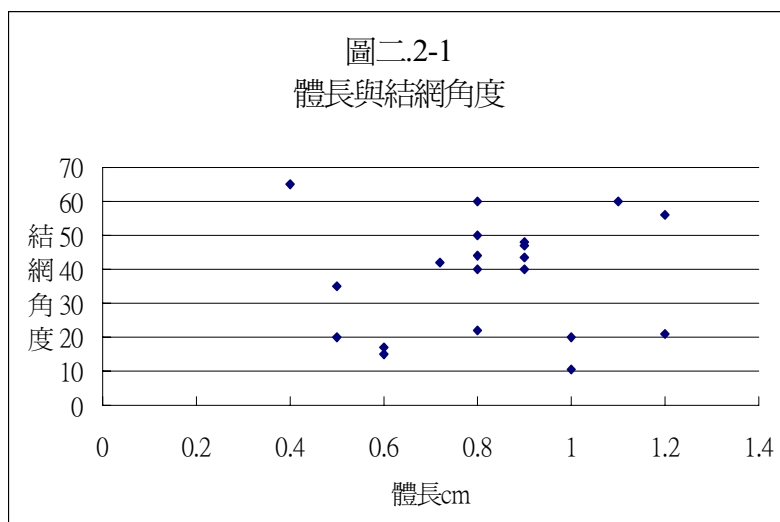
2. 中形銀腹蜘蛛大小與網的關係

研究方法：

(1) 出野外觀察，利用尺測量蜘蛛頭胸腹長(體長)、全長、網眼直徑長、網半徑長與網格間距寬

(2) 利用量角器與鉛直線測量結網角度

結果：



3. 外界干擾蜘蛛結網，觀察蜘蛛的反應

3.1 將蜘蛛網網眼的空洞補滿，觀察蜘蛛會如何應變

研究方法：

• 因為蜘蛛平常時都在網眼棲息，於是利用此實驗觀察蜘蛛會如何應變

(1) 找尋一隻結完網的蜘蛛

(2) 趕走蜘蛛至牽引絲旁

(3) 同時剪一塊與網眼大小相似的紗網，並將其放在網眼上

(4) 持續在網邊等待，並作觀察紀錄，並重複五次

結果： 蜘蛛皆會在 15 分鐘內拆除干擾物

3.2 於蜘蛛結網時，中途碰觸蜘蛛，觀察蜘蛛有何反應

研究方法：

• 為了 4.1 及 4.2 的實驗，必須先做證明，證明蜘蛛能感覺到我們對它所做的改變，方可繼續實驗

(1) 找尋一隻正在結網的蜘蛛

- (2) 持續等待蜘蛛結好一些橫絲，以確保實驗時能維持網的基本架構
- (3) 於蜘蛛結橫絲時，趕走蜘蛛至牽引絲旁，同時去除網眼
- (4) 持續在網邊等待，並作觀察紀錄

結果： 蜘蛛皆會在 15 分鐘內拆除干擾物

3.3 於蜘蛛結網時，將正在結網的蜘蛛，抓起後再放入，觀察其是否繼續織網

研究方法：

- (1) 找尋一隻正在結網的蜘蛛
- (2) 持續等待蜘蛛結完一些橫絲，以確保實驗時能維持網的基本架構
- (3) 中途將蜘蛛抓起，將生命線拉斷，一段時間後再放入，觀察蜘蛛會不會繼續織網，重複五次

結果： 半小時內皆繼續結網，且所結橫絲的位置皆與之前結橫絲的地方沒有吻合

4. 探討 3.3 實驗中蜘蛛為什麼會繼續織網的原因

4.1 於蜘蛛結網時，趕走蜘蛛至牽引絲旁，拆除特定的結構，觀察蜘蛛會不會繼續織網

研究方法：

- 由三、3.2 的實驗可知，蜘蛛受到干擾最終必定會回到網中心，所以我們對蜘蛛做的一切改變，蜘蛛均可在回到網中心的過程中憑觸覺得知

- (1) 找尋一隻正在結網的蜘蛛
- (2) 持續等待蜘蛛結完一些橫絲，以確保實驗時能維持網的基本架構，並做下列處理
 - a. 挖空網眼，觀察蜘蛛會不會繼續織網
 - b. 拆除暫時螺旋絲，觀察蜘蛛會不會繼續織網
 - c. 蜘蛛結網時，趕走蜘蛛至牽引絲旁，及同時拆除網眼和暫時螺旋絲，觀察蜘蛛會不會繼續織網

- 爲了避免蜘蛛因爲無網眼而有暫時螺旋絲，或無暫時螺旋絲而有網眼，會影響實驗結果，於是再做了實驗 c 來確認，重複五次

結果：

- 實驗 a. 蜘蛛會繼續織網，但會有吃掉網眼的多餘動作
實驗 b. 蜘蛛會繼續織網，會有吃掉網眼的多餘動作
實驗 c. 30 分鐘後繼續織網，也會有吃掉網眼的多餘動作

4.2 於蜘蛛結網時，中途置換另一隻蜘蛛，觀察新蜘蛛會不會繼續織網

研究方法：

- (1) 找尋一隻正在結網的蜘蛛
- (2) 持續等待蜘蛛結完一些橫絲，以確保實驗時能維持網的基本架構，實驗重複五次
 - a. 中途置換成沒有正在結網的蜘蛛，觀察新蜘蛛會不會繼續織網
 - b. 中途換成在織網的蜘蛛，但結網程序不一樣，觀察新蜘蛛會不會繼續織網

結果：

- 實驗 a. 蜘蛛會一直留在網眼，不會織網

實驗 b. 結網程序至較晚階段的蜘蛛會替結網程序至較早階段的蜘蛛結網，反之，結網程序至較早階段的蜘蛛不會替結網程序至較晚階段的蜘蛛結網

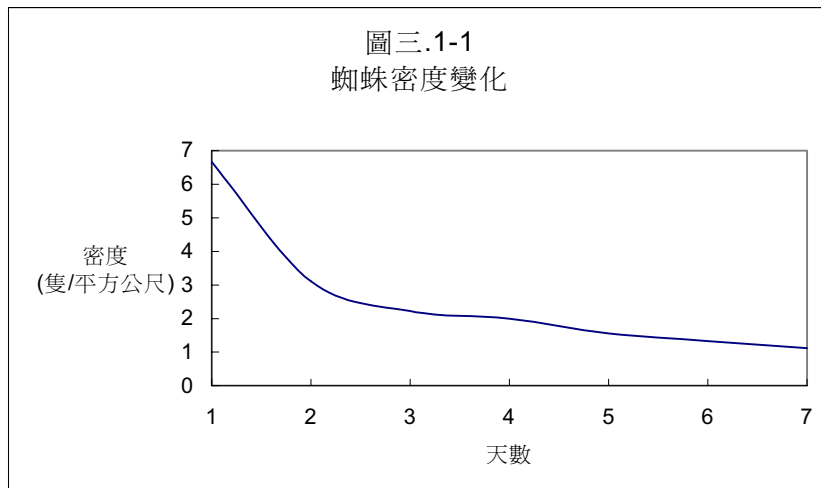
三、探討中形銀腹蜘蛛與環境的交互作用

1. 中形銀腹蜘蛛的遷移率

研究方法：

- (1) 選定四個樣區,原本有中形銀腹蜘蛛棲息的樣區兩個,原本無中形銀腹蜘蛛棲息的樣區兩個
- (2) 放入蜘蛛使樣區的蜘蛛密度增高
- (3) 藉由蜘蛛密度的改變來探討遷移率

結果：



四、研究中形銀腹蜘蛛與同種及不同種平面網蜘蛛間的競爭

1. 中形銀腹蜘蛛的佔網行為

1.1 同種間的佔網行為

研究方法：

• 因為我們在養殖蜘蛛時，有一次發現一隻蜘蛛佔領另一隻蜘蛛的網子，所以我們想要實驗中形銀腹蜘蛛是否會利用別隻的網

- (1) 選一個已經結好的網子，而且有中形銀腹蜘蛛在上面
- (2) 將網上的網主趕走，再將別處抓來的中形銀腹蜘蛛放到網旁
- (3) 觀察這隻中型銀腹蜘蛛是否會佔領此網
- (4) 若此蜘蛛佔領了別隻的網：把昆蟲放到網上，觀察此蜘蛛的反應

結果：中形銀腹蜘蛛會去佔領網子，後來我們將昆蟲丟到網上，此蜘蛛可感知並去捕食牠

1.2 中形銀腹蜘蛛是否會佔領別種平面網蜘蛛的網

研究方法：

- (1) 選一個已經結好的網子，而且有別種平面網蜘蛛在上面
- (2) 將網上的網主趕走，再將別處抓來的中形銀腹蜘蛛放到網旁
- (3) 觀察這隻中形銀腹蜘蛛是否會佔領此網
- (4) 若此蜘蛛佔領了別隻的網：將昆蟲放到網上，觀察此蜘蛛的反應

結果：中形銀腹蜘蛛只佔領與牠同屬的網，也就是大形銀腹蜘蛛的網

2. 中形銀腹蜘蛛同種之間的競爭

2.1 網主與入侵者的互動關係

研究方法：

- (1) 將一隻從別處抓來的中型銀腹蜘蛛放在網旁(牽引絲上)
- (2) 觀察網主與入侵者的反應

結果：體型比網主大的入侵者會將網主趕走；相反的體型比網主小的入侵者將被網主吃掉或趕走

2.2 新網主與入侵者的互動關係

研究方法：

- (1) 將網上的網主換為新網主
- (2) 將一隻從別處抓來的中形銀腹蜘蛛放在網旁(牽引絲上)
- (3) 觀察新網主與入侵者的反應

結果：體型比新網主大的入侵者會將新網主趕走；相反的體型比新網主小的入侵者將被新網主吃掉或趕走

2.3 主客易位

研究方法：

- (1) 將網上的網主換為新網主
- (2) 將原網主放在網旁(牽引絲上)
- (3) 觀察原網主與新網主的反應

結果：體型比新網主大的原網主會將新網主趕走；相反的體型比新網主小的原網主將被新網主吃掉或趕走

伍、討論

二、探討中形銀腹蜘蛛與網的關係

1.3 由結果 1-3 知道，蜘蛛的補網過程與結網過程相同，但可以略過織牽引絲的步驟而織網。

2. 由圖二.2-1 顯示，體長小的結網角度可結到 15 度，也可結到 65 度；體長大的可以結 10.5 度，也可結 60 度，由此推論體長和結網角度無關，而是和環境有關。圖中也表示出中形銀腹蜘蛛結網角度的範圍幾乎沒有限制，然而，其他種類平面網蜘蛛，大部分都有一定的結網角度，故由生態適應的觀點而言，中形銀腹蜘蛛可以捕獲到的獵物種類也較其他平面網蜘蛛廣。表示它有較多的食物來源，這也是中形銀腹蜘蛛成為美崙山優勢蜘蛛的主因之一。

- 3.1** 由結果 3-1 可以知道，將蜘蛛網中的網眼補滿，蜘蛛會在 15 分鐘內拆除干擾物，先將將周圍的絲咬斷後，並簡單的織了棲息圈，並用腳固定中心，並補作新的棲息圈，顯示棲息圈對蜘蛛是必須的。
- 3.2** 當蜘蛛受到刺激後會先往反刺激方向逃跑，但最後均會回到網中央。可以得知蜘蛛把網中央當成是牠的活動中心，並當作牠的棲息地，不論白天夜晚，只要不受干擾時，皆停留於此。
- 3.3** 由結果 3-3 得知，將蜘蛛抓起後，再將之放回蜘蛛，蜘蛛會繼續結網。這有三個可能，表示蜘蛛可能有記憶的能力，或蜘蛛是因為程序未完成而繼續織網，也可能是碰觸到了特定的結構例如暫時螺旋絲或網眼，引發結網反射而繼續結網。但實驗中發現蜘蛛在實驗前及實驗後所結的橫絲位置並不一樣，甚至連結絲方向也變了，因此可以做這樣的推測：蜘蛛沒有記憶的能力。因此推翻了第一個可能。
- 4.1** 由結果 4-1.a、4-2.b、4-3.c 表示蜘蛛並不會因為是否碰到特殊結構促使其停止結網，且蜘蛛網被我們挖掉網眼後，蜘蛛仍會自己再挖一次網眼，也表示蜘蛛只是依程序化的步驟所產生的固定行為模式。也推翻了 3.3 實驗中的第三個可能，即蜘蛛會繼續織網的原因是因為本能的程序未完成造成。
- 4.2** 由結果 4.2 得知蜘蛛結網時，中途置入一隻沒有正在結網的蜘蛛，新蜘蛛不會替原蜘蛛結網，顯示出已織完網的蜘蛛不會再繼續織網。如以程序化的觀點來講，表示程序已完成的蜘蛛，除了外界干擾，不會回到正在織網的程序。我們在實驗中，發現到正在結網的蜘蛛，其中一隻結到了棲息圈(步驟先)，另一隻結到了橫絲(步驟晚)。此時，將兩蜘蛛互換，發現原先結到了棲息圈的蜘蛛不結網，而結到了橫絲的蜘蛛繼續完成結網。意即蜘蛛可以略過步驟，但不可以回到先前的步驟。

三、探討中形銀腹蜘蛛與環境的交互作用

- 1.** 從觀察上來看，蜘蛛找到足以棲息、可以結網的地點，就會定下來，依據圖 3.4-1、的密度變化，可以來看出蜘蛛在高密度的遷出速率。而曲線的斜率即可代表遷移速率，從表上一開始的斜率皆約 2.5 左右，意即每天遷出 2.5 隻，可以看出來蜘蛛所以有數量急遽下降的趨勢，我們推測蜘蛛太過擁擠造成蜘蛛因擴散出樣區使得密度下降，而不管原本有無蜘蛛的樣區，密度都會降到每平方公尺 2 隻左右而維持平衡，由此可以看出每平方公尺 2 隻是空間上中形銀腹蜘蛛的理論環境容忍量，致於原本基準密度低於 2 隻的原因應還包括其他的環境因素，例如天敵、氣候的影響、食物的不足、死亡、抑或是尚未遷移至此等原因。

四、中形銀腹蜘蛛與同種和不同種平面網蜘蛛之間的競爭

- 1.1** 由實驗知道，當我們換新的中形銀腹蜘蛛到網上，牠會去佔領此網，再由我們先前觀察到的現象，當蜘蛛感應到有獵物中網的時候，牠會再振一下網子，確定有無獵物，等到確定網上有獵物後，就會爬過去捕食此獵物，而新的中型銀腹蜘蛛有此動作，因此我們推論牠不只佔領了此網，還會利用此網。
- 1.2** 由實驗發現，與中形銀腹蜘蛛不同科、不同屬蜘蛛所結出的網，它並不會去佔領此網，但中形銀腹蜘蛛卻會去佔領與牠同屬不同種的大形銀腹蜘蛛的網，我們推

測：中形銀腹蜘蛛與大型銀腹蜘蛛的網結構相似，所以中形蜘蛛誤以為這大形銀腹蜘蛛的網是與牠們同種所結的，然後去佔領；而不同屬及不同科的蜘蛛網與中形銀腹蜘蛛網的結構相差較多，所以牠有可能不習慣這種網而放棄佔領此網。

2. 由實驗得知，原網主與新網主對入侵者的反應大致上是相同的，而新網主會表現出原網主的行為，且確定蜘蛛不會認自己的網。
3. 我們對中形銀腹蜘蛛如何判別網上的是食物還是同種蜘蛛提出各種推測。在各種觀察及實驗之後，我們發現中形銀腹蜘蛛是靠附肢來感覺網上振動的頻率大小來判斷是否有獵物上門。而在實驗四.2-1、2-2、2-3，通常小隻的網主遇到大隻的入侵者，都會逃離，那為何小網主卻會攻擊體積比他大的獵物？我們推測有可能是獵物因為被網所困住，就一直掙扎，而掙扎時使網振動的頻率對中型銀腹蜘蛛是一種訊息，這種訊息使中形銀腹蜘蛛有去捕食獵物的本能反應，所以當大獵物進網時，網主會去攻擊牠，但大蜘蛛進到這網時，並沒有引起昆蟲掙扎的振動頻率，卻有另一種特殊的振動，使小網主本能的對此感到陌生並逃離蜘蛛網。

陸、結論

1. 體長和結網角度並沒有關係，是和當地的環境有關。
2. 網眼對於蜘蛛是必需的，可以當作蜘蛛棲息的地方。
3. 蜘蛛離網再返回網中，會繼續織網的原因是因為蜘蛛只是依本能程序化的步驟所產生的固定行為模式。
4. (1)蜘蛛會因密度的擁擠而擴散遷移
(2)有適當的棲息空間時，蜘蛛除受到干擾外，不會遷移。
5. 中形銀腹蜘蛛能佔領並利用別隻中形銀腹蜘蛛的網捕食，甚至能利用同屬不同種的大型銀腹蜘蛛的網來捕食
6. 中形銀腹蜘蛛佔領別隻的網之後，能表現出原網主的行為，而原網主沒有護網驅敵的領域行為。
7. 中形銀腹蜘蛛能以附肢感應絲的振動來判斷同網中其他同種個體的體積大小，進而逃離或攻擊

柒、參考文獻

1. 生物學 CAMPBELL 上冊 CAMPBELL 偉明出版社 P.632~P.634
2. 生物學 STARR 下冊 STARR 藝軒出版社 P.664~P.666
3. 無脊椎動物學 下冊 任淑仙 淑馨出版社 P.114~P.132
4. 絢麗多彩的生命 林金盾·鄭湧涇 銀禾文化出版社 P.159~P.163
5. 大自然之謎 春田原 河洛圖書出版社 P.34 ~P.36
6. 趣問妙答生物學 林金盾·鄭湧涇 銀禾文化出版社 P.60~P.70
7. 自然圖鑑 豐鶴文化出版社 P.28~P.31
8. 台灣之蜘蛛 李長林 P.54~P.56
9. 原色日本之蜘蛛類圖鑑 八木沼健夫 保育社出版社 P.127~P.129
10. 美崙山結網性蜘蛛之初步研究 林晏韻 等 第三十六屆中小學科展作品說明書
11. 阿棟蜘蛛館 <http://member.giga.net.tw/UserData/185/sp168/yy/>

評語：

本作品針對中型銀腹蜘蛛的結網行為與生態適應性進行探討與了解。實驗觀察詳細，實驗設計合理有條理。尤其對於○蜘蛛的結網行為非常詳盡的描述，符合科學創作的精神，成果之記錄與整理皆能很有邏輯性的表現，為一件值得鼓勵的作品。

作者簡介

陳建勳

我,從小生長在純樸的花蓮,雖然與自然接觸的多,但是小時候在沒有競爭力的花蓮卻不知道外面世界的遼闊,也許是平凡的生活抑或是花蓮的山水,造就了帶點自命不凡的性格,不過,也希望維持著這一點點的自命不凡,還有那真誠的心,去探索未知的世界。

石聿恆

我現在是花蓮高中二年十一班的學生,我是台南人,很早以前就從台南搬到花蓮,此時我就受到花蓮美麗的風景的陶冶,看到生命的多采多姿,培養出我對生物的喜愛。我希望藉由這次科展的經驗,能將方法運用在求學知識上,使我們的讀書方法可以改善。

白鎮豪

我住在山明水秀的花蓮,是一個高二的學生—白鎮豪,自幼對自然生態就充滿濃厚的興趣,開始一連串的學習、探索,我發現生物不但可愛、美麗又神奇且極具多樣性,更激起了我想要研究生物的念頭,當然,要研究生物之前,要先懂得珍惜生命、愛護生物,讓地球上所有的生物都能生生不息。

楊鈞豪

我從小出生在花蓮,對於大自然的多采多姿,十分感到興趣。個性開朗、外向,最喜歡躺在一望無際的大草原中,看著天空白雲蒼狗的變化,迎著徐徐的微風,沉醉在這樣的世界。我非常希望未來的環境不會再持續惡化下去,讓青山常在、細水長流。