

中華民國第 54 屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

高中組 生物（生命科學）科

最佳團隊合作獎

040706

日落而作，日出而息

學校名稱：國立花蓮高級中學

作者：  高一 唐禎祥  高一 孫銘彥  高一 許家維	指導老師：  張端雅
---	------------------

關鍵詞：蜘蛛、美崙溪、人造照明設備

# 日落而作·日出而息

## 摘要

在傍晚六點前後，中正橋上的蜘蛛會開始結網及覓食。美崙溪下游的曙光橋、中山橋、中正橋及尚志橋欄杆上的蜘蛛分佈有很大的不同，我們進行戶外調查共 165 小時，總紀錄兩種蜘蛛（大長腳蛛、黃姬鬼蛛）共 1065 隻次。其中以中正橋上蜘蛛總數最多，且大長腳蛛的數量大於黃姬鬼蛛，多分佈在橋上的燈條下方。根據實驗數據，夜晚有燈條光照環境的蜘蛛結網率大於無燈條光照環境，推測是因為蟲具有趨光性，被燈光吸引，使蜘蛛結網於燈條下能增加其捕食成功率，進一步推測各橋環境的食物量和橋邊燈條的分布，會影響蜘蛛的結網位置。為此針對中正橋兩岸護欄及橋下環境進行調查。本研究也讓我們團隊對於橋上照明設備對黃姬鬼蛛、大長腳蛛的影響有了基礎的調查資料。

## 壹、研究動機

華燈初上，放學後的我們騎著腳踏車，想趁著晚上好好地休息一番。當內心在想著科展題目時，突然瞥見了橋上的欄杆燈下分布了許多的蜘蛛網，基於對科學的好奇心，我們立刻停下了單車，開始進行觀察。經過一段時間後發現，原本在白天見不到的蜘蛛，在欄杆燈亮後紛紛出現並開始結網；於是我們開始探討為什麼這些蜘蛛會有「日落而作·日出而息。」的行為呢？是否是因為這些欄杆上的燈光所導致？又或者有其他因素呢？因此我們針對不同座橋上的光照環境、橋上蜘蛛種類、數量、分布的位置，甚至是橋的正下方環境，進行紀錄、分析及討論。

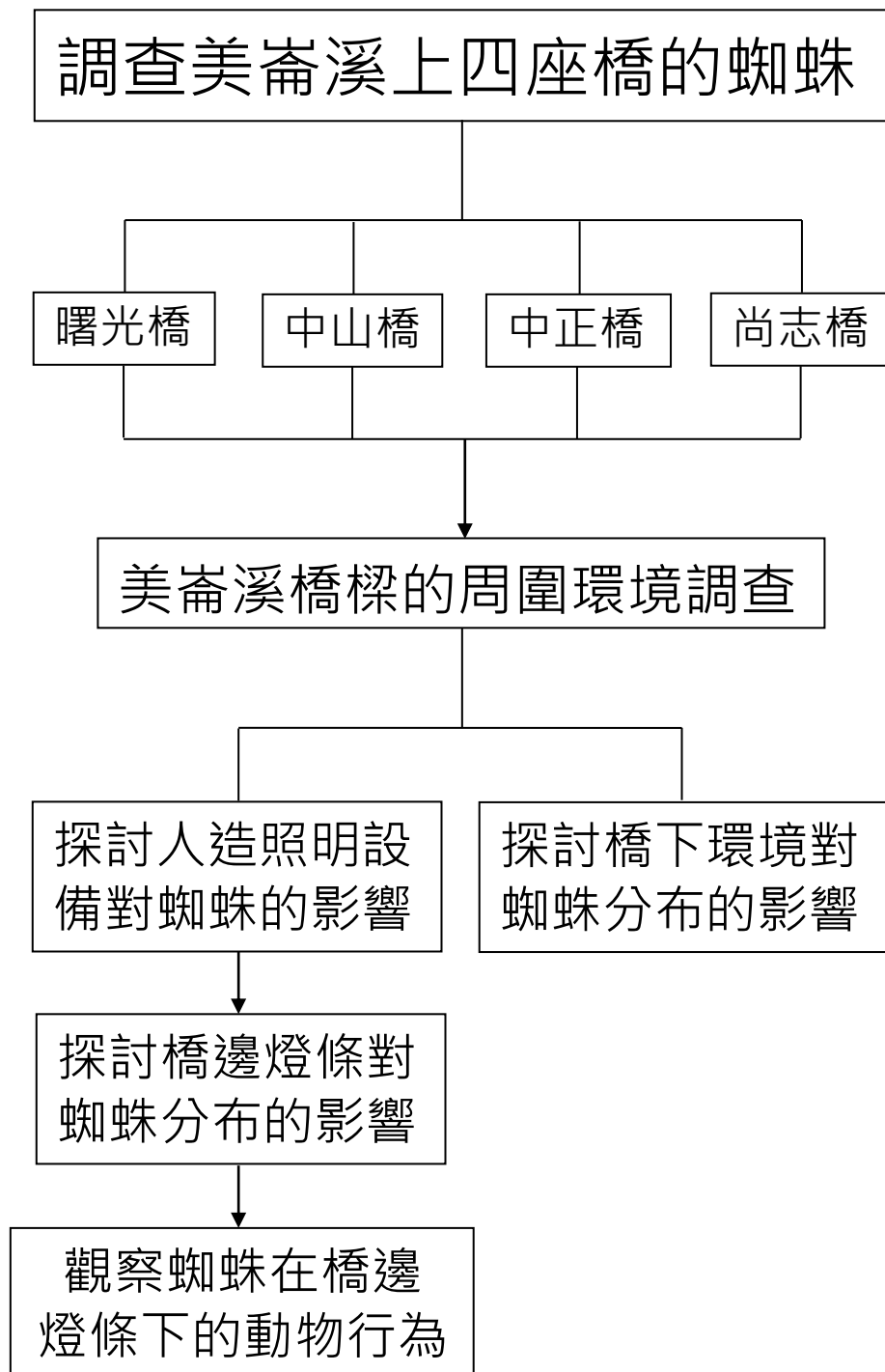
## 貳、研究目的

- 一、調查美崙溪下游橋樑上方的蜘蛛
- 二、調查美崙溪下游橋樑的人造照明設備
- 三、探討橋邊燈條對橋上蜘蛛分布的影響
- 四、探討橋下環境與橋上蜘蛛分布的關係
- 五、觀察蜘蛛在燈條下的動物行為

## 參、研究設備及器材

- 一、A4 紙
- 二、鉛筆
- 三、Canon EOS 7D 單眼相機
- 四、Sigma 150 mm 微距鏡頭
- 五、數位相機
- 六、筆記型電腦
- 七、Microsoft Office Word 軟體
- 八、Microsoft Office Excel 軟體
- 九、Google Earth 軟體

#### 肆、 研究過程或方法



圖一、美崙溪上四座橋的調查流程圖

##### 一、調查美崙溪下游橋樑上方的蜘蛛

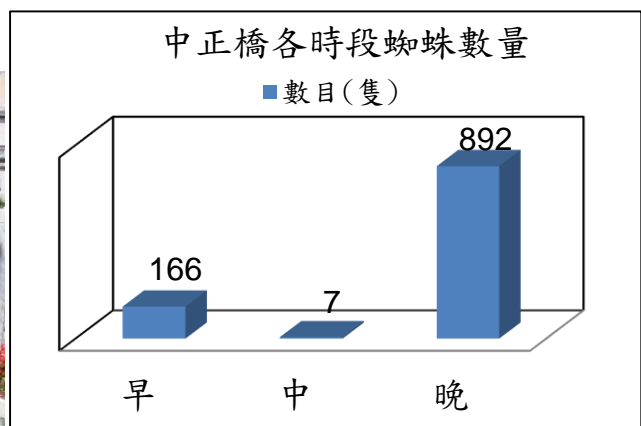
(一) 我們以河口為起始點，沿著美崙溪河口往上游至美崙山，分別調查下游四座橋：曙光橋、中山橋、中正橋、尚志橋。(如圖二)



圖二、美崙溪下游的各橋樑分佈



圖三、橋上欄位與格位



圖四、中正橋各時段蜘蛛數

(二) 從橋北向橋南開始記錄橋之東、西兩側欄杆的蜘蛛基本資料。

1. 拍攝各種蜘蛛，利用蜘蛛體徵進行蜘蛛辨識。
2. 記錄欄杆上分布的蜘蛛種類、數量及分布位置。
3. 量測個別蜘蛛的體長。
4. 記錄蜘蛛的動物行為。

(三) 調查時間 103 年 3 月 22 日~4 月 6 日晚上 (18:30~21:30)，總小時數 135 小時。

## 二、調查美崙溪下游橋樑的人造照明設備

(一) 人造照明設備的分類。(如表二)

(二) 人造照明設備的狀態比較。(如表三)

(三) 比較曙光橋、中正橋燈條下與非燈條下的蜘蛛數量。(如圖五)

## 三、探討中正橋欄杆照明燈條與蜘蛛分佈及網上食物量的關係

(一) 選定中正橋兩側欄杆為樣區

(二) 計數中正橋兩側欄杆的欄位數量，再計算每一欄位所區隔出的格位數量。將每一格位進行編號。欄杆下方照明燈條位置橫跨第 4~8 格位。

※橋上每 1 欄有 11 個格位，橋的東側有 29 個欄位；西側有 33 個欄位。(如圖三)

- (三) 記錄每一格位所分佈的黃姬鬼蛛、大長腳蛛的數量，並記錄每一格位的蜘蛛網上所黏附的食物數量。
- (四) 調查時間：103 年 4 月 13 日~4 月 19 日  
每日 5：30~6：30、12：30~13：10、18：30~20：00。總小時數 30 小時。
- (五) 將調查結果製表進行分析。

#### 四、探討中正橋下環境是否影響蜘蛛的分布

- (一) 探討中正橋正下方的環境狀態
  - 1. 將橋下環境狀態分為水泥建築物、草叢、河。
  - 2. 將三種環境狀態分別對應至中正橋欄杆欄位：
    - 水泥建物→ 1~9 欄（東側）／1~14 欄(西側)
    - 草叢 → 10~14、21~29 欄（東側）／15~18、31~33 欄(西側)
    - 河面 → 15~20 欄（東側）／19~30 欄（西側）
- (二) 記錄三種環境狀態所對應的欄位上，分布的黃姬鬼蛛及大長腳蛛的數量。
- (三) 記錄每一格位蜘蛛網上所黏附的食物數量。
- (四) 調查時間：103 年 4 月 13 日~4 月 19 日  
每日 5：30~6：30、12：30~13：10、18：30~20：00。總小時數 30 小時。
- (五) 將調查結果製表進行分析。

#### 五、觀察蜘蛛在中正橋欄杆照明燈條下的動物行為

- (一) 利用攝影機、相機拍攝紀錄蜘蛛的動物行為。

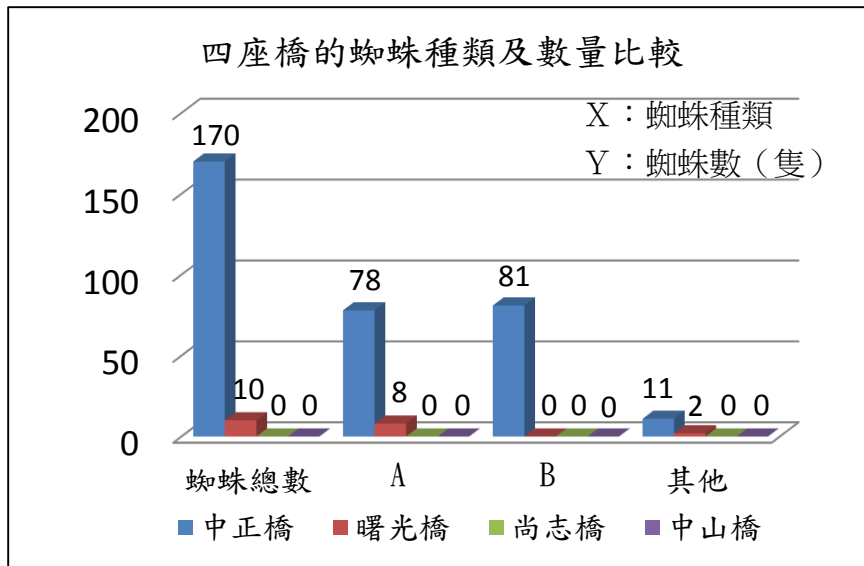
## 伍、研究結果

### 一、美崙溪橋樑上方的蜘蛛調查

- (一) 四座橋上的蜘蛛數量（隻）（如圖五）

名稱	黃姬鬼蛛 (A)	大長腳蛛 (B)
網型	圓網	圓網
織網位置	橋邊欄杆下， 不利用殘網。	橋邊欄杆下， 部分會有拆網行為。
白天位置	會在燈條後方空隙中，織一 細密的網並棲息於其中。	躲藏在燈條後方。
晚上位置	位於網中心	位於網中心
圖例	圖六	圖七

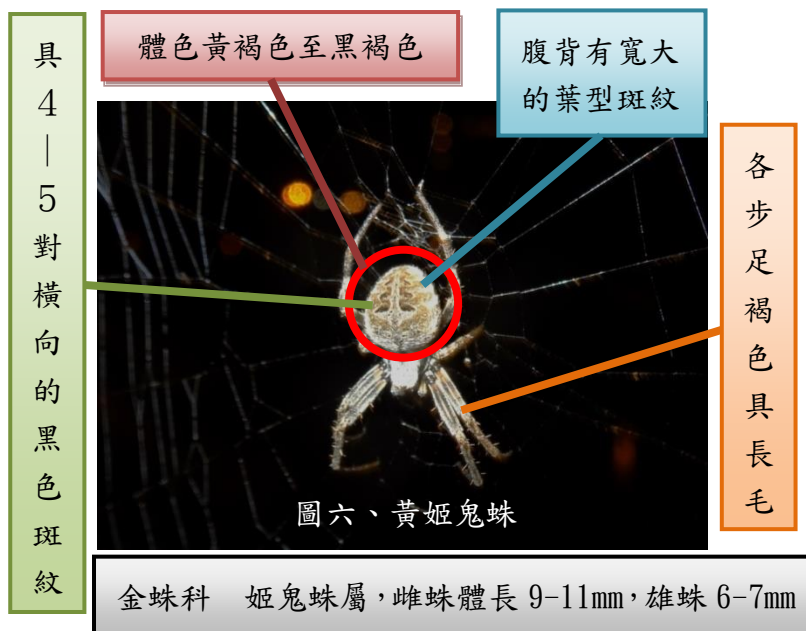
表一、觀察結果



圖五、四座橋的蜘蛛種類及數量比較

$$\left( \frac{\text{調查天數之所有蜘蛛總數（隻）}}{\text{調查天數（天）}} \right)$$

結果：在美崙溪下游的四座橋中，中正橋具有最多的蜘蛛，因此以下調查皆以中正橋為樣區進行。



黃姬鬼蛛（線紋姬鬼蛛）（*Neoscona doenitzi*）

金蛛科 姬鬼蛛屬，雌蛛體長 9-11mm，雄蛛 6-7mm，體色黃褐色至黑褐色，腹背近基部中央有一枚黑色三角斑，腹背有寬大的葉型斑紋，內具 4-5 對橫向的黑色斑紋，斑紋周圍毛叢濃密，暗黑色，有些黑色橫斑邊緣鑲白色細紋，各步足褐色具長毛，腹面絲疣處有一塊黑色的大斑。普遍分布於低海拔山區，常見於陰暗的草叢間結圓網，白天收網棲息於附近葉背。



大長腳蛛 (*Tetragnatha mandibulata*)

長腳蛛科 長腳蛛屬，長 15-18mm，頭胸部黃褐色至灰褐色，眼上下列側眼分離，眼後方至後緣有一條黑褐色的縱帶及中渦放射紋，腹部長型，腹背長條波狀達腹端，前 2 個弧狀紋較大，後 4 個較窄，近基部有 2 條縱斑，近腹端有 3-4 枚黑色的側斑相連或分離，中央具不明顯的縱紋，內有八字紋或無，雄蛛腹部瘦長，黃褐色或橙黃色，腹背近基部中央有淺褐色的縱紋，具不明顯的橫斑或八字紋，腹面近腹端無斑點，但個體間斑紋變異大。分布於低海拔山區，棲息靜水池塘上方或較高的樹上，體型較大。

二、調查美崙溪下游橋樑的人造照明設備

(一) 人造照明設備的分類

我們將各橋橋上的人造照明設備進行分類，如表二：

橋邊路燈	橋上的燈	橋邊燈條
高度最高，為黃光	高度次之，為白光 (曙光橋所獨有)	固定於橋邊，高度最低， 黃光，光較集中
		

表二、人造照明設備的分類

(二) 人造照明設備的狀態比較

我們調查美崙溪下游各橋人造照明設備並記錄成表三：

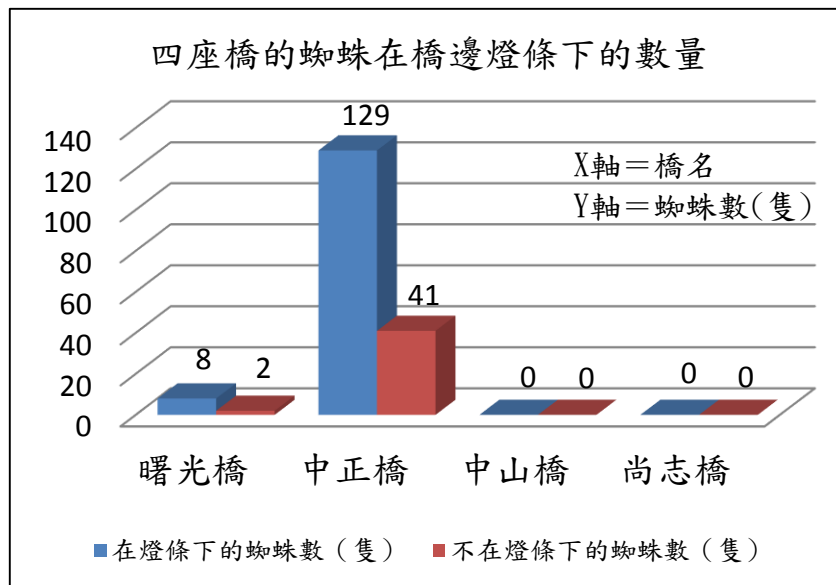
	橋邊路燈	橋上路燈	橋邊燈條
曙光橋	X	○	○
中山橋	○	X	X
中正橋	X	X	○
尚志橋	○	X	X

表三、四座橋與各種人造照明設備的狀態

結果：調查美崙溪下游各橋人造照明設備種類發現僅中正橋及曙光橋具有「橋邊燈條的分布」，其餘各橋則無。

(三) 比較曙光橋、中正橋燈條下與非燈條下的蜘蛛數量

我們統計每日各橋於(非)橋邊燈條下的總蜘蛛數，並除以調查天數，得下圖八：



圖八、四座橋的蜘蛛在橋邊燈條下的數量

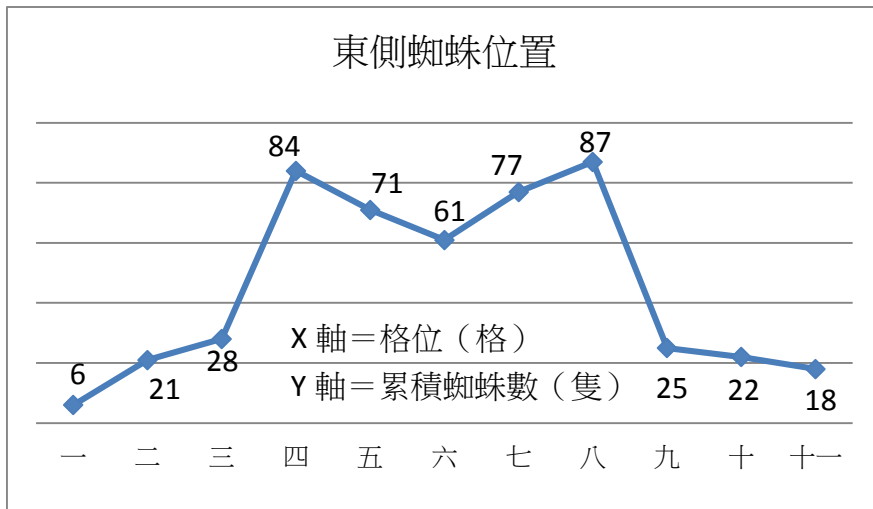
結果：蜘蛛在橋上多分布於燈條下，數量可為在非燈條下數量的三倍。

三、探討中正橋欄杆照明燈條與蜘蛛分佈及網上食物量的關係

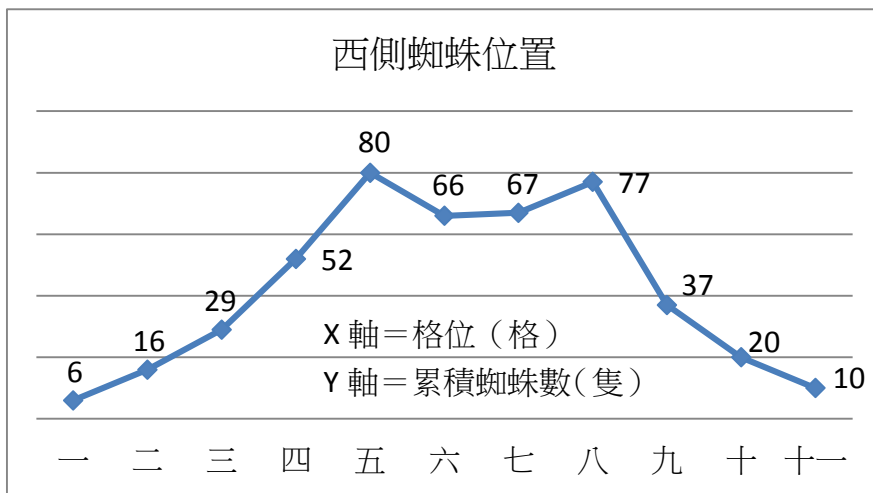
(一) 針對中正橋東西兩側的蜘蛛分佈與燈條之關係：

我們統計每天橋上各欄每小格中的蜘蛛數結果(如圖九、十)





圖九、中正橋東側每一格位累積蜘蛛數

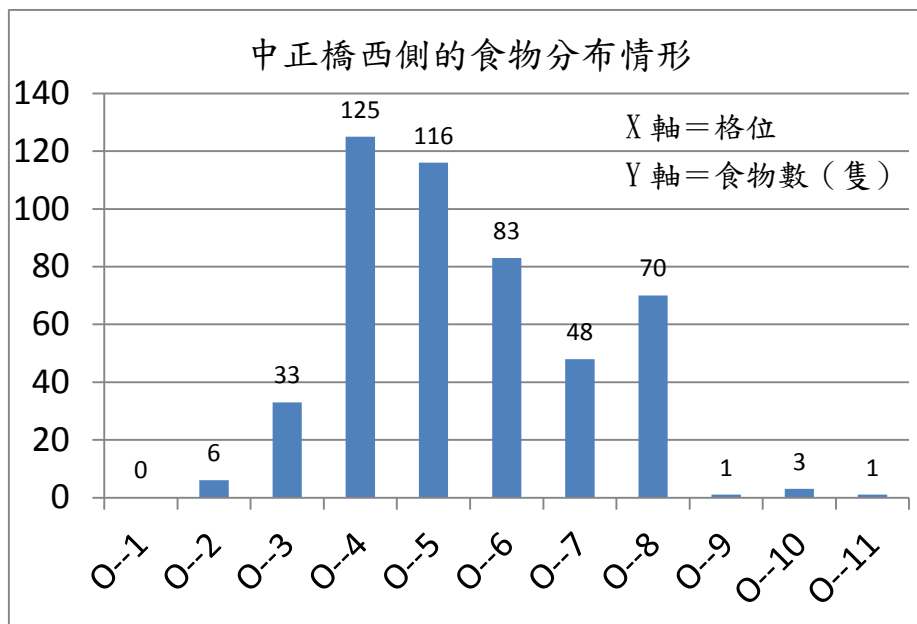


圖十、中正橋西側每一格位累積蜘蛛數

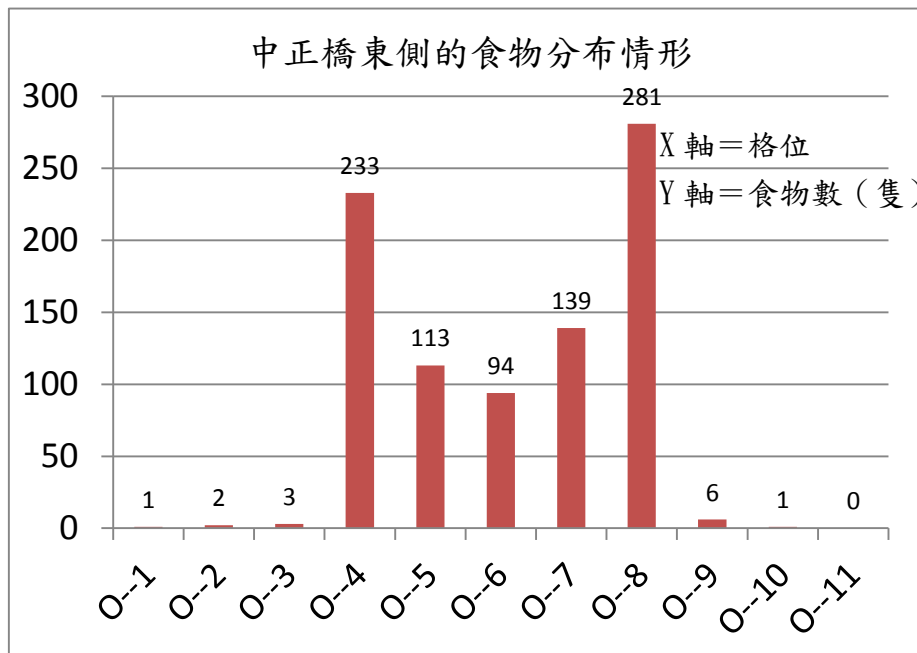
結果：中正橋的每欄中的第四到第八格位為上方有橋邊燈條照射的地方，而由圖九、十可得蜘蛛分布於有燈條的格位中的數量明顯多於兩側格位。

(二) 調查中正側各欄各格累積食物數：

我們統計每日各欄每格位中種網的食物量，統計結果如下：



圖十一、中正橋西側每一格位累積食物數



圖十二、中正橋東側每一格位累積食物數

結果：由圖十一、十二兩圖可得在第四到第八格位中的食物量明顯偏多。

### (三) 蜘蛛結網率

我們將(非)燈條下的蜘蛛數加總除以(非)燈條下的總格位數得下表：

地點	燈條下	非燈條下	$\text{蜘蛛結網率} = \frac{\text{(非)燈條下蜘蛛網總數}}{\text{(非)燈條下總格位數}}$
中正橋西側	38.4%	9.17%	
中正橋東側	45.38%	13.45%	

表四、中正橋兩側光照對蜘蛛結網率的比較

#### 四、探討中正橋下環境是否影響蜘蛛的分布

(一) 分別針對中正橋的兩側進行環境調查及分析，並找出各欄位對應的環境狀態

東側				西側			
欄位	1~9	10~14 21~29	15~20	欄位	1~14	15~18 31~35	19~30
環境	水泥建物	草叢	河	環境	水泥建物	草叢	河

表五、中正橋下環境與橋上欄位的對應

環境照：1.水泥



圖十三、橋邊環境——水泥建物

2.草叢



圖十四、橋邊環境——草叢

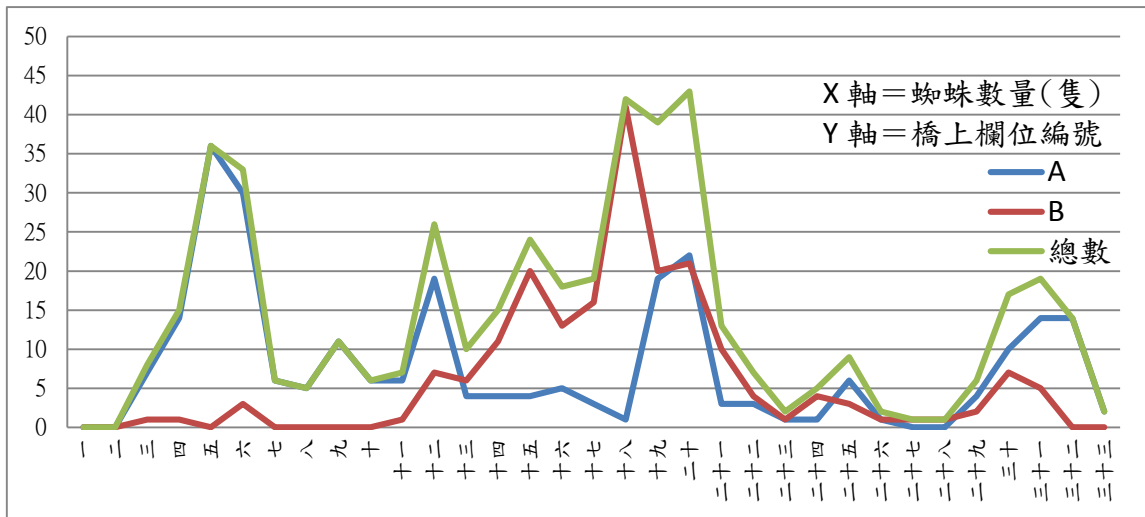
### 3.河



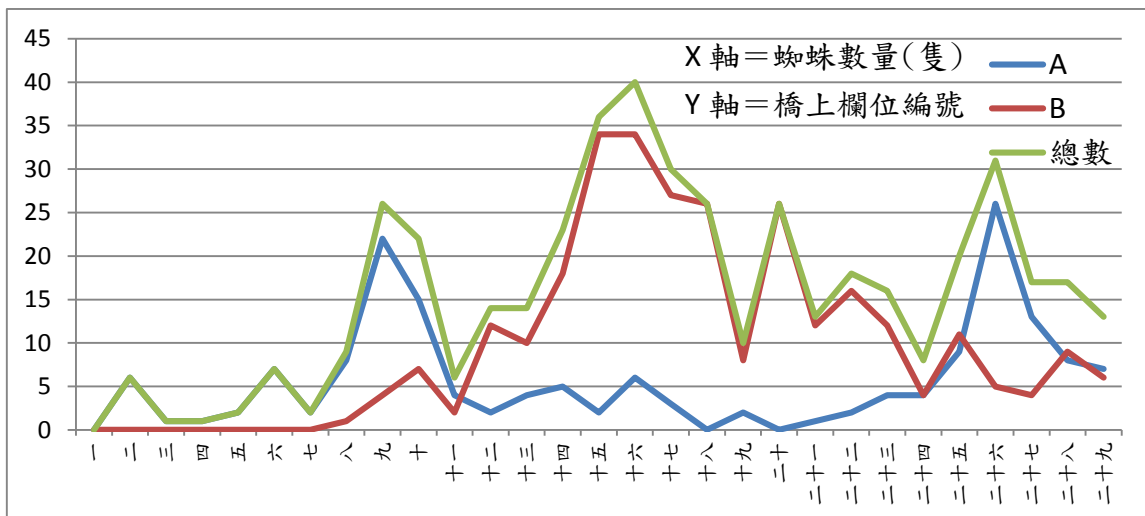
圖十五、橋邊環境——河

(二) 中正橋各欄累積蜘蛛數：

我們將每欄每日的蜘蛛數分別加總，得下兩表：



圖十六、中正橋西側蜘蛛分佈位置

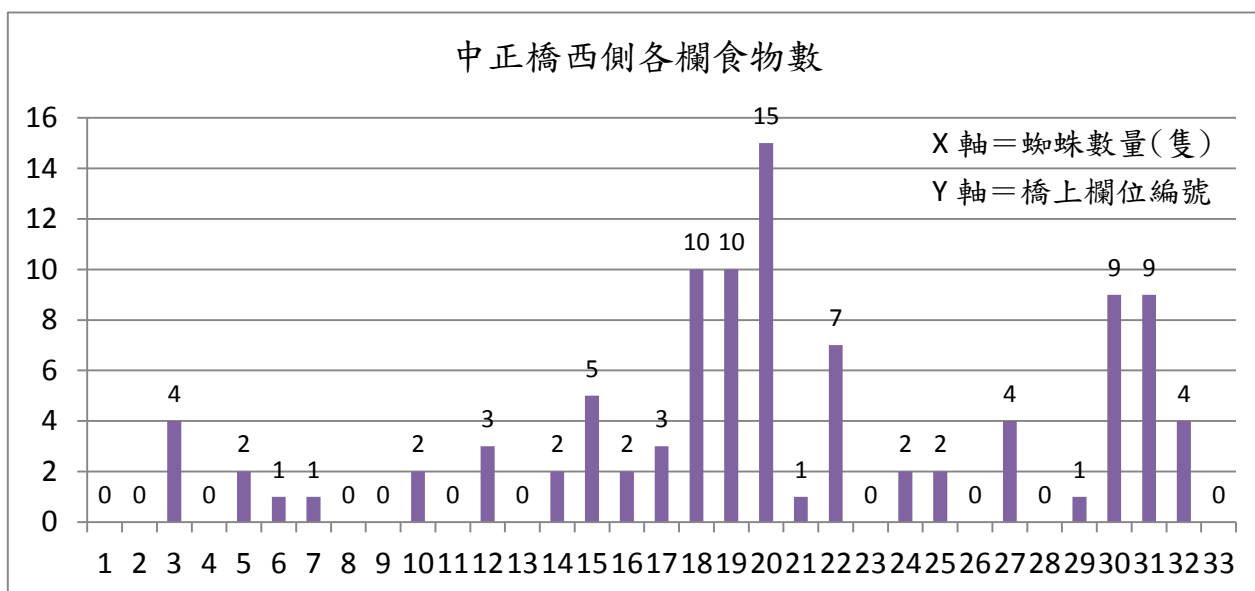


圖十七、中正橋東側蜘蛛分佈位置

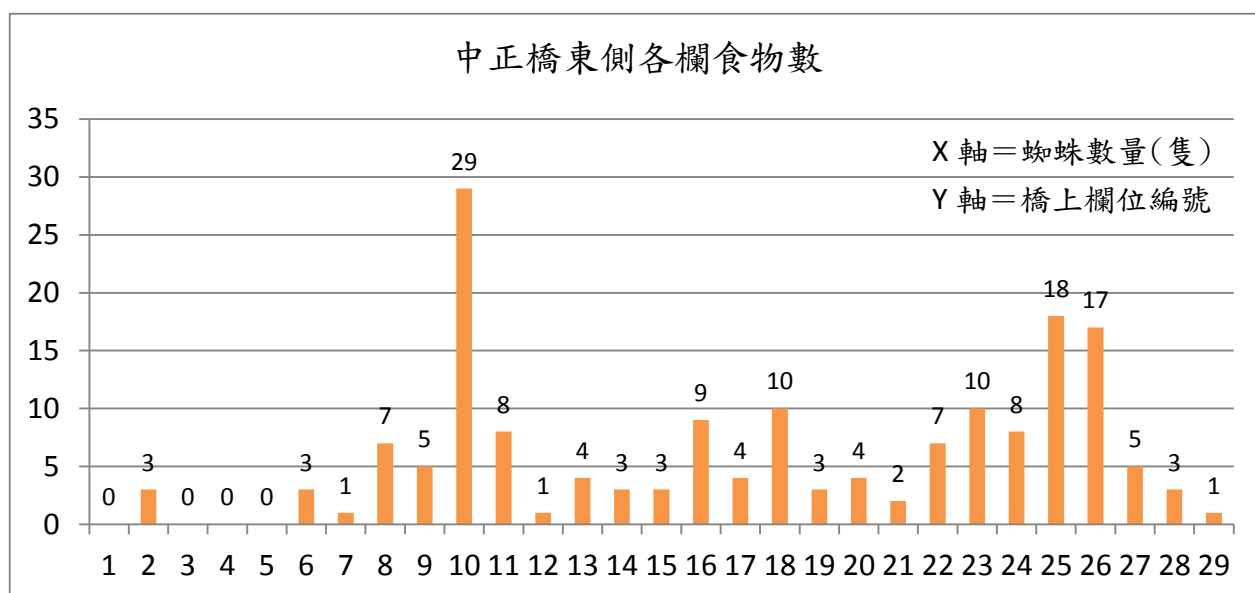
結果：由兩折線圖可知大長腳蛛和黃姬鬼蛛在橋上的分布位置是有差異的，大長腳蛛在橋下為河面的欄位分布數量較其他環境多，而黃姬鬼蛛則在背景環境為草叢或水泥建物的欄位分布數量較其他環境多。

(三) 中正橋各欄累積食物數：

我們將每欄每日的中網食物數分別加總，得下兩表：



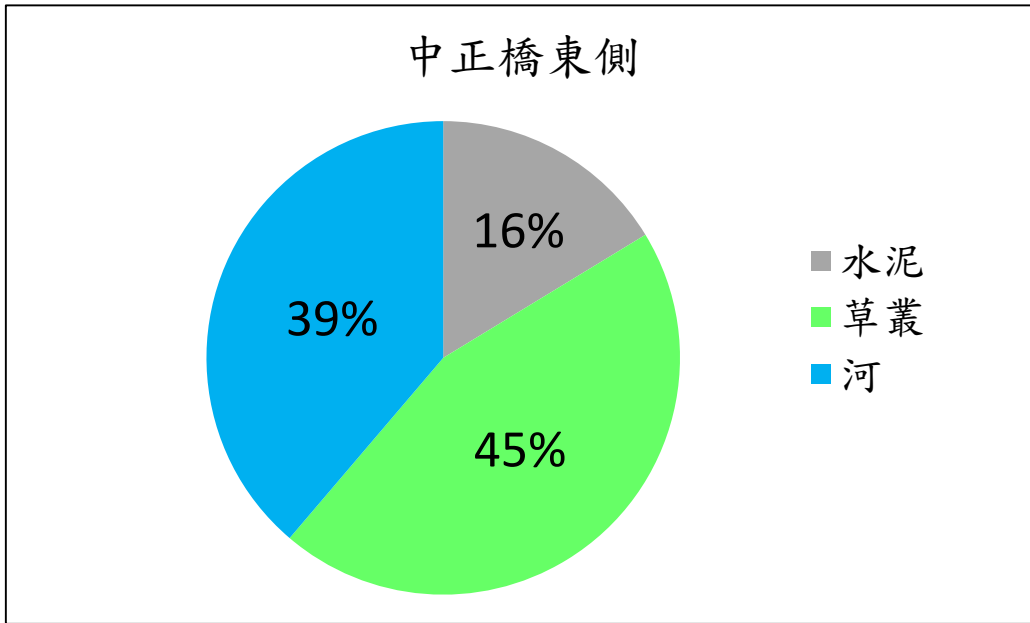
圖十八、中正橋西側食物數



圖十九、中正橋東側食物數

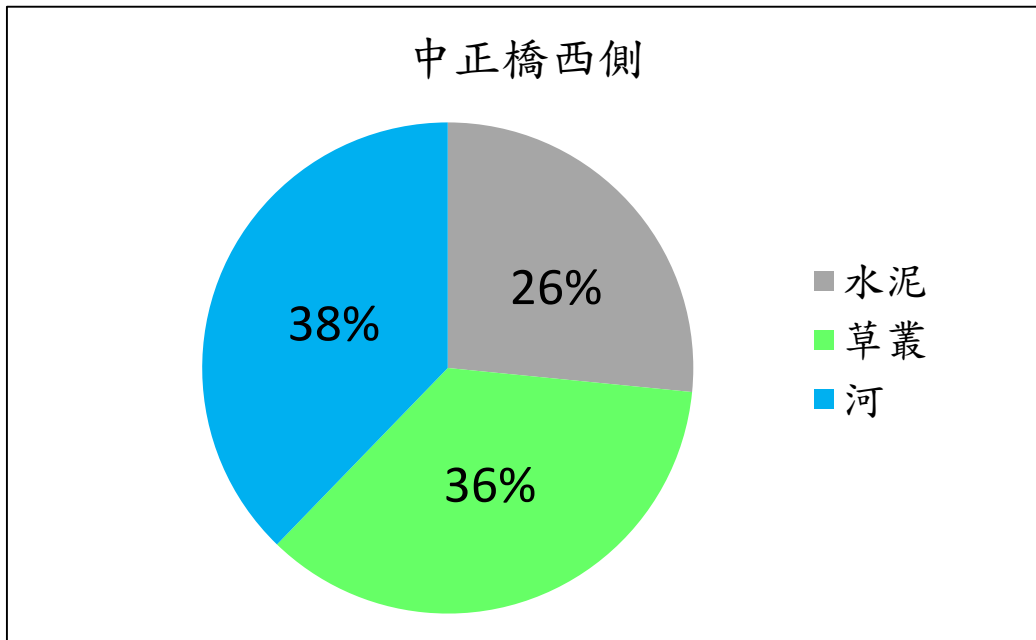
結果：由兩長條圖可得在背景環境為草叢的欄位中網食物數量較多。

(四) 分析蜘蛛於不同環境的分佈比例：



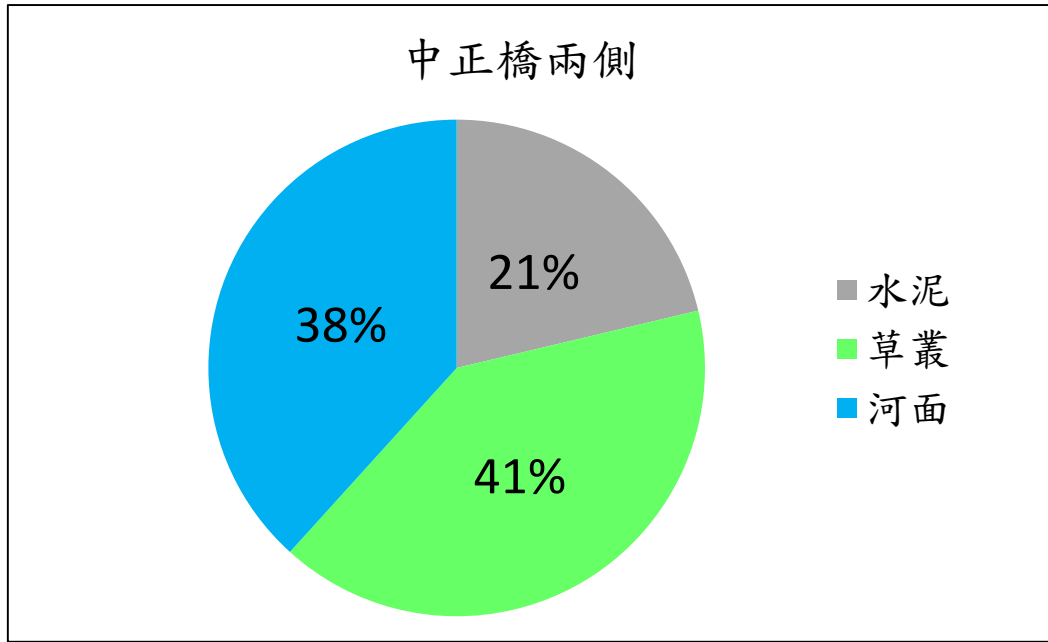
圖二十、中正橋東側蜘蛛於各環境分布之比例

$$\text{東側蜘蛛於各環境分布比例} = \frac{\text{東側該環境蜘蛛數 (隻)}}{\text{東側蜘蛛總數 (隻)}} \times 100\%$$



圖二十一、中正橋西側蜘蛛於各環境分布之比例

$$\text{西側蜘蛛於各環境分布比例} = \frac{\text{西側該環境蜘蛛數 (隻)}}{\text{西側蜘蛛總數 (隻)}} \times 100\%$$

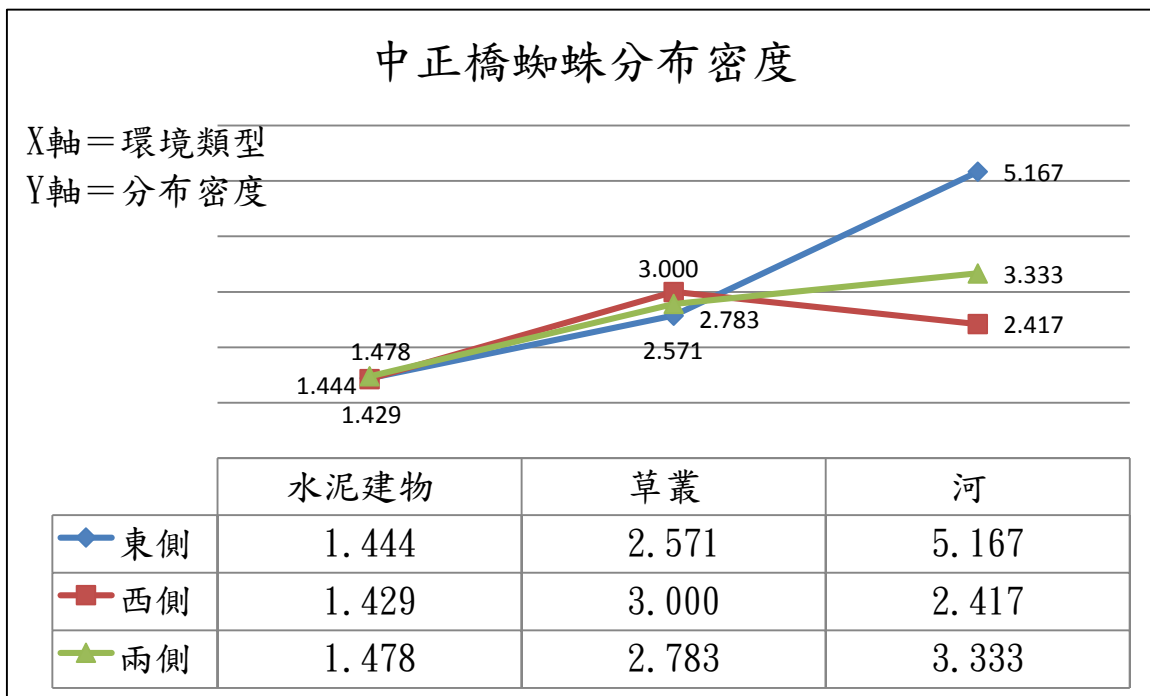


圖二十二、中正橋兩側蜘蛛於各環境分布之比例

$$\text{兩側蜘蛛於各環境分布比例} = \frac{\text{兩側該環境蜘蛛數 (隻)}}{\text{兩側蜘蛛總數 (隻)}} \times 100\%$$

結果：蜘蛛在背景環境為草叢及河面的欄位分布比例均較高。

(五) 蜘蛛於各環境的分布密度：



圖二十三、中正橋蜘蛛分布密度

$$\text{蜘蛛分布密度} = \frac{\text{該背景環境總蜘蛛數 (隻)}}{\text{該背景環境總欄位數 (欄)}} \times 100\%$$

結果：中正橋東側的分布密度以背景環境為河面的欄位最高，中正橋西側的分布密度為草叢為背景欄位最高。

(六) 食物中網率 (以網上食物計算：網上食物數 / 蜘蛛總數)

	水泥牆	草叢	河
中正橋東側	0.64	5.20	1.88
中正橋西側	6.11	6.00	1.20

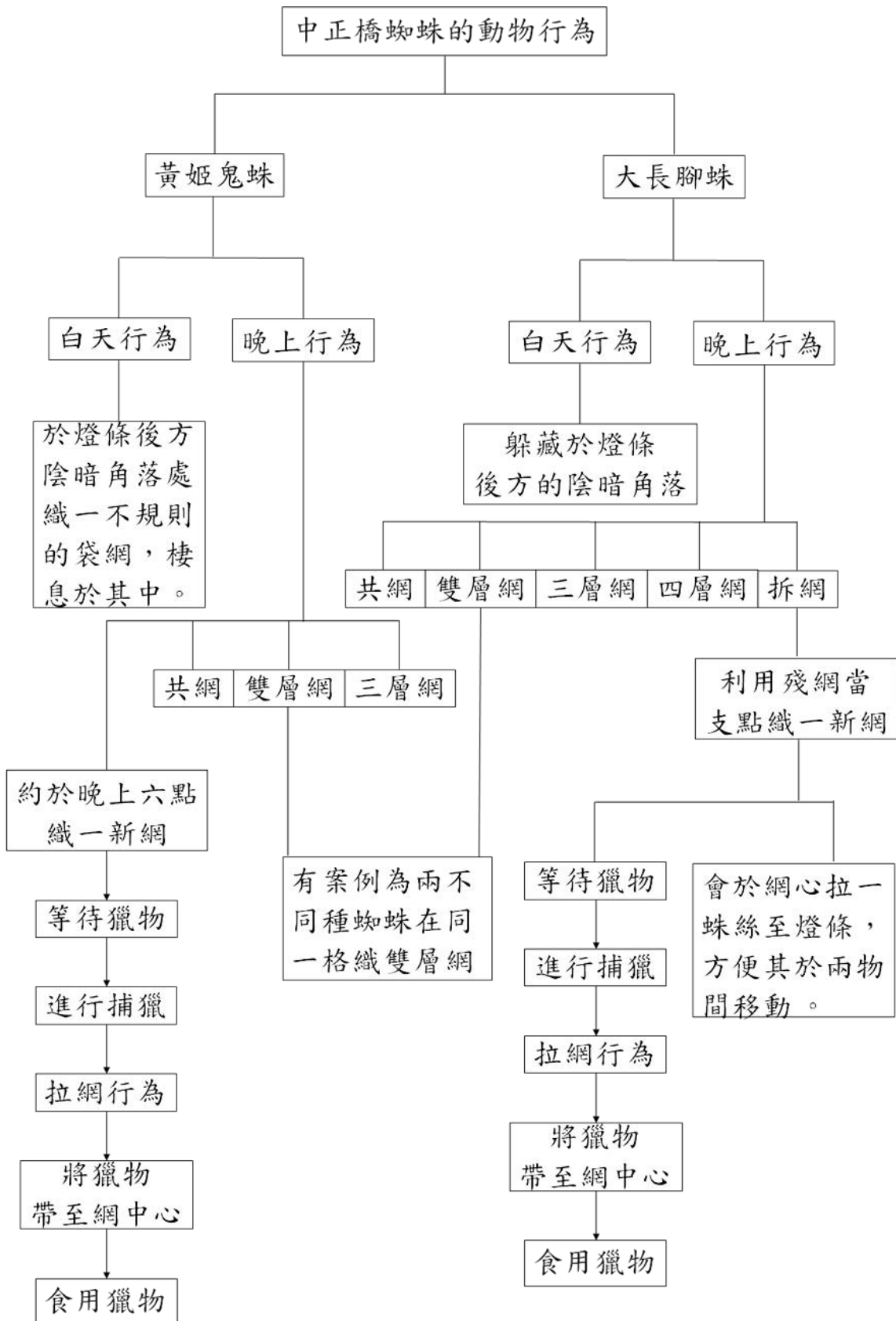
表六、中正橋兩側的食物中網率比較

結果：在草叢為背景環境的欄位中，平均一網中食物數較其他環境高。

#### 五、觀察蜘蛛在橋邊燈條下的動物行為

在中正橋上，我們發現蜘蛛在橋上會有許多動物行為，如：雙層網、三層網、四層網等現象及共網、拆網、收網等行為，於是我們開始針對這些現象和行為進行觀察、記錄及討論，以下是我們的觀察結果：

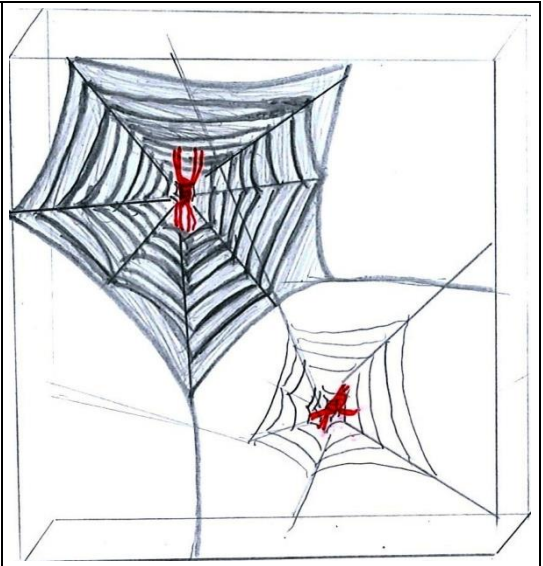




圖二十四、蜘蛛的動物行為示意圖



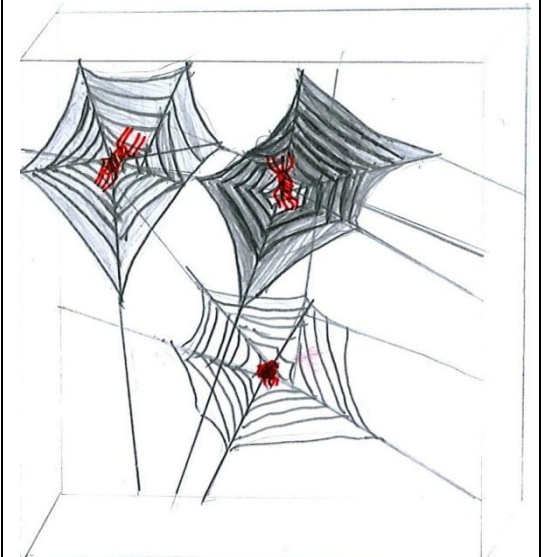
圖二十五、雙層網照片（黃姬鬼蛛x2）



圖二十六、雙層網示意圖



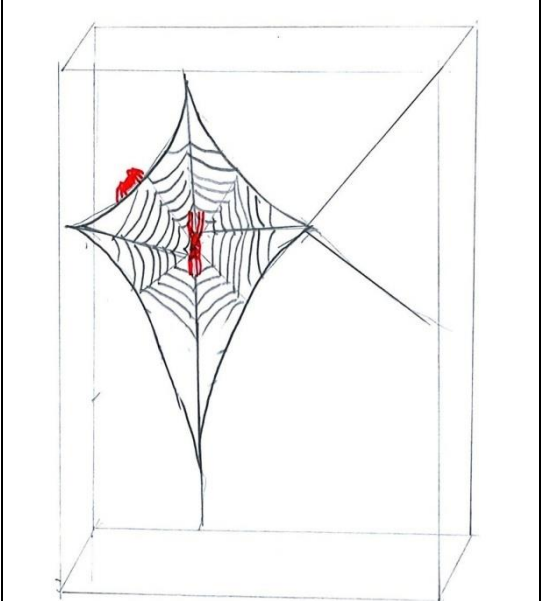
圖二十七、三層網照片（黃姬鬼蛛x3）



圖二十八、三層網示意圖



圖二十九、共網照片（大長腳蛛x2）



圖三十、共網行為示意圖

(一) 動物行為說明：

- 1.雙層網：兩隻蜘蛛在同一小格內織網，有可能為兩不同種的蜘蛛在同一小格織出雙層網，我們觀察發現中正橋一天約會有 30.92 個雙層網的案例發生，比例 1.5%（圖二十五、二十六）。
- 2.三層網：三隻蜘蛛在同一格內織網，平均約為一天 3 個案例，比例為 0.1%（圖二十七、二十八）。
- 3.四層網：四隻蜘蛛在同一格內織網，平均約為一天 0.23 個案例，比例為 0.01%。
- 4.共網行為：其為在一小格內有一蛛網，但棲息於網上的蜘蛛卻有兩隻，平均約為一天 0.23 個案例，比例為 0.01%（圖二十九、三十）。
- 5.收網：蜘蛛於清晨捕獵結束時，將蛛網吃掉，以回收養分。
- 6.拆網：蜘蛛將較髒的網線拆除後揉成團狀並丟棄。

※比例算法：具有雙層網或三層網或四層網或共網的格子數目（格）／總小格數目（格）。

## 陸、討論

- 一、中正橋的蜘蛛種類主要有兩種（黃姬鬼蛛及大長腳蛛），曙光橋則主要只有一種蜘蛛（黃姬鬼蛛）（表一），推測是因為黃姬鬼蛛多在角落織一細密的網供白天棲息，而大長腳蛛多棲息於燈條後方，但曙光橋的燈條是與護欄齊平，無法提供白日棲息環境，因此無大長腳蛛分布。
- 二、根據圖四，在各時段的蜘蛛數量以晚上為最多（平均蜘蛛數為 178 隻），而中午最少（平均蜘蛛數為 1 隻），推測是因為夜晚橋邊燈條會發光，而某些具趨光性的昆蟲容易受燈光吸引而中網，因此蜘蛛選擇在燈條下方結網以增加捕食效率。
- 三、曙光橋、中山橋、中正橋、尚志橋皆在美崙河流域上，只有曙光橋及中正橋上有蜘蛛分布，推測是因為橋上有安裝燈條影響了蜘蛛的分布（如表二、表三、圖五）。因此我們以中正橋為樣區進行調查（圖五、圖六），發現晚上在燈條下方的蜘蛛數量最多（平均蜘蛛數 2.6 隻），不在燈條下的數量較少（平均蜘蛛數 0.8 隻），在燈條下蜘蛛的平均數目約為不在燈條下的三倍。推測是因為某些具趨光性的昆蟲晚上容易受燈光吸引而中網，因此蜘蛛選擇在燈條下方結網以增加捕食效率。
- 四、根據圖十六～十九顯示，於中正橋東側，大長腳蛛在河面上的數量較其於草叢、水泥上為多，而黃姬鬼蛛則於草叢上的數量分布最多；於中正橋西側，大長腳蛛在草叢上的數量較其於河面、水泥上為多，而黃姬鬼蛛在水泥上數量最多，河面上次之，而草叢上則分布數量最少。根據圖二十～二十二中顯示，中正橋東側蜘蛛分布密度與其對應環境以河上密度最高，西側則以草叢最高。
- 五、表四中顯示，中正橋東側的蜘蛛網上食物平均中網率以草叢最高（5.2 隻／天），中正橋西側則以水泥建物（6.11 隻／天）略高於草叢（6 隻／天），推測因草叢為昆蟲的棲地，因此食物量較多。
- 六、我們觀察發現大長腳蛛與黃姬鬼蛛具雙層網、三層網、四層網及共網的現象發生，可能原因如下：
  - （一）推測黃姬鬼蛛及大長腳蛛領域性不強，可以在同一網上共網及同一格內有雙層～四層網的現象，無觀察到競爭行為。

(二) 因為該環境具有較多的食物，所以蜘蛛聚集在容易捕食到較多獵物的環境會增加其捕食成功率。

## 柒、結論

- 一、針對美崙溪下游曙光橋、中山橋、中正橋、尚志橋等四座橋的研究結果發現，只有曙光橋及中正橋上有蜘蛛分布，且分布的蜘蛛種類有兩種，為黃姬鬼蛛及大長腳蛛。兩座橋的共通點為兩座橋皆有橋邊燈條，且橋下環境相近。根據文獻記載及觀察紀錄，黃姬鬼蛛會在晚上活動，而在白天時會收網，並且多在橋上欄杆燈條的縫隙角落織一細密的網供白天棲息；大長腳蛛卻缺乏相關文獻記載，但根據本次的研究結果，大長腳蛛皆在晚上活動，白天休息時多棲息於燈條後方，有時不會收網。
- 二、中正橋的調查結果發現，蜘蛛以晚上出現的數量最多（83.75%），早上次之（15.59%），中午最少（0.66%），總共紀錄黃姬鬼蛛 78 隻次，大長腳蛛 81 隻次，其他種類 11 隻次，共 170 隻次。
- 三、蜘蛛在中正橋燈條下的結網率（38.4%）最大可達在非燈條下（9.17%）的四倍。
- 四、由圖十六、十七可得，黃姬鬼蛛與大長腳蛛的分布有明顯的差異，大長腳蛛在橋下為河面的欄位分布數量較其他環境多，而黃姬鬼蛛則在背景環境為草叢或水泥建物的欄位分布數量較其他環境多。
- 五、中正橋的調查結果發現，黃姬鬼蛛在草叢對應欄位上的蜘蛛數量最多，大長腳蛛則在河面對應欄位上的蜘蛛數量最多。以分布密度而言，為河面上對應到的欄位蜘蛛密度（3.333 隻/欄）略大於草叢對應到欄位的蜘蛛密度（2.783 隻/欄）而遠大於水泥建物對應到欄位的蜘蛛密度（1.478 隻/欄）。
- 六、中正橋的調查結果發現，兩種蜘蛛皆偏好一格有一隻蜘蛛結網，但偶爾也會發現雙層網、三層網、四層網的現象及共網行為發生。

## 捌、未來展望

- 一、由以上的實驗結果可以知道在中正橋上的蜘蛛偏好結網於燈條下方，於是我們想了解是否燈條的照度、顏色以及發光方式會影響到蜘蛛所偏好結網的位置。
- 二、由以上實驗結果可知蜘蛛在燈條下會有多樣的動物行為，於是我們希望能找出蜘蛛會有如此多樣行為的原因以及此多樣行為會對蜘蛛造成什麼影響。
- 三、由以上實驗結果可知昆蟲於蛛網上的中網率會受到橋下環境的影響，而蜘蛛的分布也以相對食物數較多的地方較密集，但卻無法確定蜘蛛的分佈是確實受到食物影響的，因此想要進一步探討蜘蛛分布與食物數的關係。
- 四、由以上實驗結果可知在美崙溪的四座橋上只有中正橋具有較多的蜘蛛數，我們認為造成此現象的原因為橋邊燈條影響了蜘蛛的分佈，我們也推測造成蜘蛛的分布差異有其他次要的原因。

目前推測的原因有：(一) 橋上車流量的變化

(二) 食物的豐富度

(三) 各種人造照明設備對蜘蛛或對其食物有不同的吸引程度

(四) 蜘蛛對橋上的格位形狀有不同的偏好程度

(五) 橋樑所在位置離蜘蛛的原始棲地的遠近

## 玖、參考資料及其他

- 陳仁傑（2002） 台灣蜘蛛觀察入門 串門企業有限公司  
陳世煌（2001） 台灣常見蜘蛛圖鑑 行政院農業委員會  
嘎嘎昆蟲網 <https://www.gaga.biodiv.tw/9701bx/in5.html>

## 【評語】 040706

本研究探討美崙溪下游環光橋、中山橋、中正橋及尚志橋欄杆上蜘蛛的分布。其中，以中正橋每晚 170 隻最多；其中大長腳蛛每天 81 隻最多，黃姬鬼蛛每天 78 隻次之，並多分布在橋上燈條下方。有燈條光蜘蛛結網率 45.4%，大於無燈條光照環境為 9.17%與昆蟲有趨光性有關。