

中華民國第 63 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 生物科

080310

豔麗的編織者—棒絡新婦

學校名稱：嘉義縣竹崎鄉中和國民小學

作者： 小四 劉恒誌 小四 陳子霖 小四 葉馨 小四 許少齊	指導老師： 王秀琪
--	------------------

關鍵詞：棒絡新婦、蜘蛛網

艷麗的編織者——棒絡新婦

摘要

棒絡新婦是我們校園中常見的蜘蛛，雌蛛的身體背面黃黑交錯，腹面還有一大片紅色斑紋，非常艷麗。我們透過高度角觀測器和指北針，調查出棒絡新婦所結的網，高度大多落在1.0公尺到3.0公尺之間，傾斜方向則是以東高西低的比例最高。此外，有將近一半的棒絡新婦會群聚結網，但佔網機率非常低，幾乎不會互相拜訪。從攝影畫面中發現，棒絡新婦在織網時，會先吐出不具黏性的支撐絲、框絲、軸絲和踏腳絲，最後再由外往內以螺旋方式繞上具有黏性的橫絲，整個蜘蛛網就大功告成了！

壹、研究動機

我們的校園還有住家附近，只要走到戶外抬頭看，常常可看到一種蜘蛛，身體有黃有黑又有紅，非常鮮艷美麗，不像大部分的蜘蛛喜歡躲在陰暗的角落，牠們總是把網高高懸掛在空中，又大又複雜，像一層層堅固又耐久的防護罩，即使風吹日曬雨淋，也都不會壞掉。牠的外型和牠所結的網子，都令我們感到非常好奇，因此我們想要透過觀察來更認識牠。

貳、研究目的

一、調查校園中棒絡新婦結網的情形。

(一) 單獨結網或群聚結網

(二) 蜘蛛網的傾斜方向

(三) 蜘蛛網的高度

二、觀察棒絡新婦的生態

(一) 外形特徵









(二) 蜘蛛網的編織方式

三、觀察棒絡新婦的佔網行為

(一) 沒有蜘蛛的網（空網）

(二) 還有蜘蛛的網（有主人）

參、研究設備及器材

			
1 公尺長竹子	指北針	捲尺	自製高度角觀測器
			
透明飼養箱	平板	自製棚架	攝影鏡頭

肆、研究過程或方法

一、調查校園中棒絡新婦結網的情形

(一) 單獨結網或群聚結網

我們發現棒絡新婦跟人一樣，有些喜歡獨自生活，有些則喜歡群聚在一起，牠們雖然有各自的圓形網，但網和網之間有支撐絲相連，就好像飯店一樣，有很多房間聚在一起。

因此，我們將竹子裁成 1 公尺長，以此距離當標準來做測量。相鄰兩面蜘蛛網，如果距離 1 公尺以內，當作群聚結網（圖一），否則，當作單獨結網（圖二）。



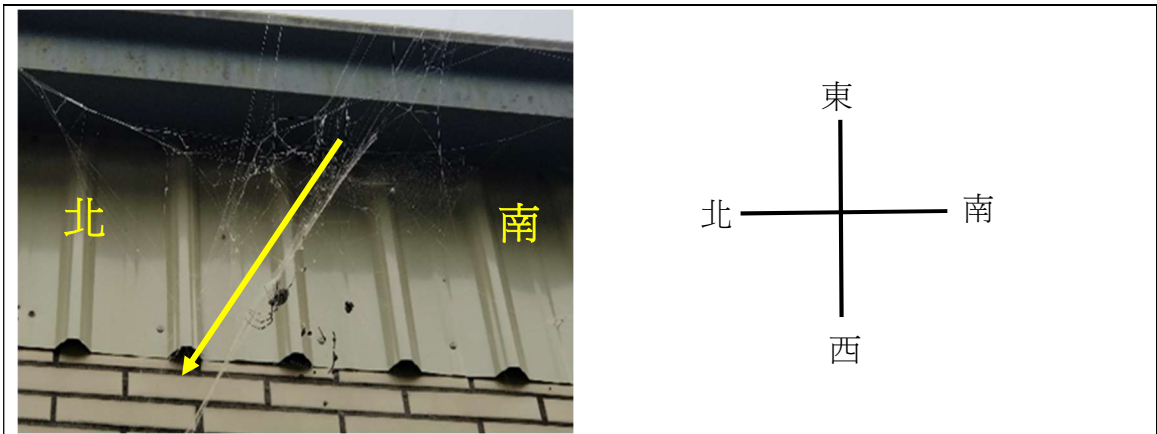
圖一、群聚結網

圖二、單獨結網

(二) 蜘蛛網的傾斜方向

我們發現棒絡新婦的蜘蛛網沒有與地面垂直，而是傾斜的。

因此，我們把蜘蛛網的傾斜方向定義為由高到低（圖三），並用指北針測量蜘蛛網的傾斜方向。



圖三、傾斜方向定義為由高到低（此圖為南高北低）

(三) 蜘蛛網的高度

我們發現棒絡新婦的蛛網有些高有些低，想知道棒絡新婦大概都在什麼樣的高度結網，於是就先用捲尺測量從地面到蜘蛛網中心的高度（圖四），但發現大部分的蜘蛛網都很高，捲尺拉太長會無法撐直，必須換個方式測量。

後來，我們想起自然課用來觀測月亮高度的高度角觀測器，老師也介紹我們一個可以將角度換算成高度的公式， $\tan \theta = \frac{b}{a}$ ，只要知道角度 θ 和分母 a 的長度，就可以算出我們要的高度 b 了， $b = a \times \tan \theta$ 。

因此，我們參考自然課本觀測月亮的方法，用粗吸管、尼龍繩、螺帽和量角器，自製高度角觀測器，站在蜘蛛網垂直落到地面往外 1 公尺處（也就是 $a=1$ ），測量蜘蛛網的高度角 θ （圖五），接著用平板上的科學計算機，換算出 $\tan \theta$ 的數字，也就是從眼睛平視到蜘蛛網中心的高度（ b ），最後把這個高度（ b ）再加上眼睛到地面的距離（ c ），就是蜘蛛網高度 H ， $H = b + c = \tan \theta + c$ 。



二、觀察棒絡新婦的生態

(一) 外形特徵

我們為了近距離觀察棒絡新婦，除了鼓起勇氣靠近，甚至嘗試將牠輕輕從蛛網上移到透明飼養箱中，再用平板拍照記錄。

(一) 蜘蛛網的編織方式

我們發現棒絡新婦的蛛網幾乎都懸掛在兩棵樹之間，很好奇牠們是怎麼爬到另一端的？但蛛網太高，不易觀察到正在結網的棒絡新婦，因此，我們想要透過飼養的方式，再架設攝影鏡頭觀察。

我們試過用飼養箱來養蜘蛛，但是以失敗告終。後來，又用竹子、樹枝和束帶搭一個棚架，將棒絡新婦移到自製棚架上，經過幾次試驗，終於成功讓棒絡新婦在上面結網。

三、觀察棒絡新婦的佔網行為

我們發現約有將近一半的棒絡新婦會群聚結網，而且主要的捕食網和捕食網之間都有蛛絲相連著，很像有通道連接，那牠們會到別人家拜訪嗎？因此，我們決定觀察棒絡

新婦的佔網行為。

(一) 沒有蜘蛛的網（空網）

我們採集 10 隻棒絡新婦，依序編號為甲、乙、丙、丁、戊、己、庚、辛、壬、癸，分別將他們輕輕放到已經沒有蜘蛛的空網邊緣，觀察並紀錄棒絡新婦的反應。

(二) 還有蜘蛛的網（有主人）

我們採集 10 隻棒絡新婦，依序編號為甲、乙、丙、丁、戊、己、庚、辛、壬、癸，分別將他們輕輕放到已經有蜘蛛的網邊緣，觀察並紀錄棒絡新婦的反應。

伍、研究結果

一、調查校園中棒絡新婦結網的情形

我們觀察發現，棒絡新婦的蜘蛛網幾乎都懸掛在半空中、陽光照射得到的地方（圖六）。而且，棒絡新婦編織的蜘蛛網很複雜，除了主要的捕食網，旁邊還會有很多條蜘蛛絲互相交錯，像是層層防護罩（圖七）。



圖六、棒絡新婦的網幾乎都懸掛在半空中，陽光照射得到的地方



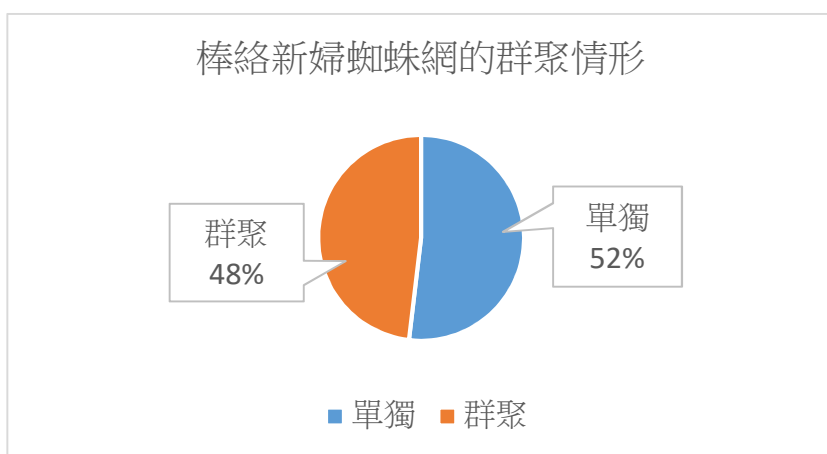
圖七、除了主要的捕食網，旁邊還有很多條蜘蛛絲互相交錯，像層層防護罩

(一) 單獨結網或群聚結網

我們在校園中調查，總共記錄到 79 隻棒絡新婦。其中，群聚結網的有 14 群（A~N）共 38 隻，占全部的 48%，每群數量最少 2 隻，最多 4 隻；單獨結網的則有 41

隻，占全部的 52%。調查結果顯示單獨結網比群聚結網稍微多一些。

	群聚結網														單獨結網
編號(群)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	
數量(隻)	2	2	3	4	3	2	4	2	3	2	3	4	2	2	
合計(隻)	38														41
比例	48%														52%



(二) 蜘蛛網的傾斜方向

我們記錄到 79 個棒絡新婦所結的蜘蛛網，傾斜方向出現最多次的是東高西低，有 24 次，佔全部的 30%；出現最少次的是西北高東南低，有 5 次，佔全部的 6%。調查結果顯示傾斜方向以東西方最多，我們推測是和太陽照射方向有關。

傾斜方向	東 西	西 東	南 北	北 南	東南 西北	東北 西南	西南 東北	西北 東南	合計
數量(隻)	24	9	7	11	6	8	9	5	79
比例	30%	11%	9%	14%	8%	10%	11%	6%	100%

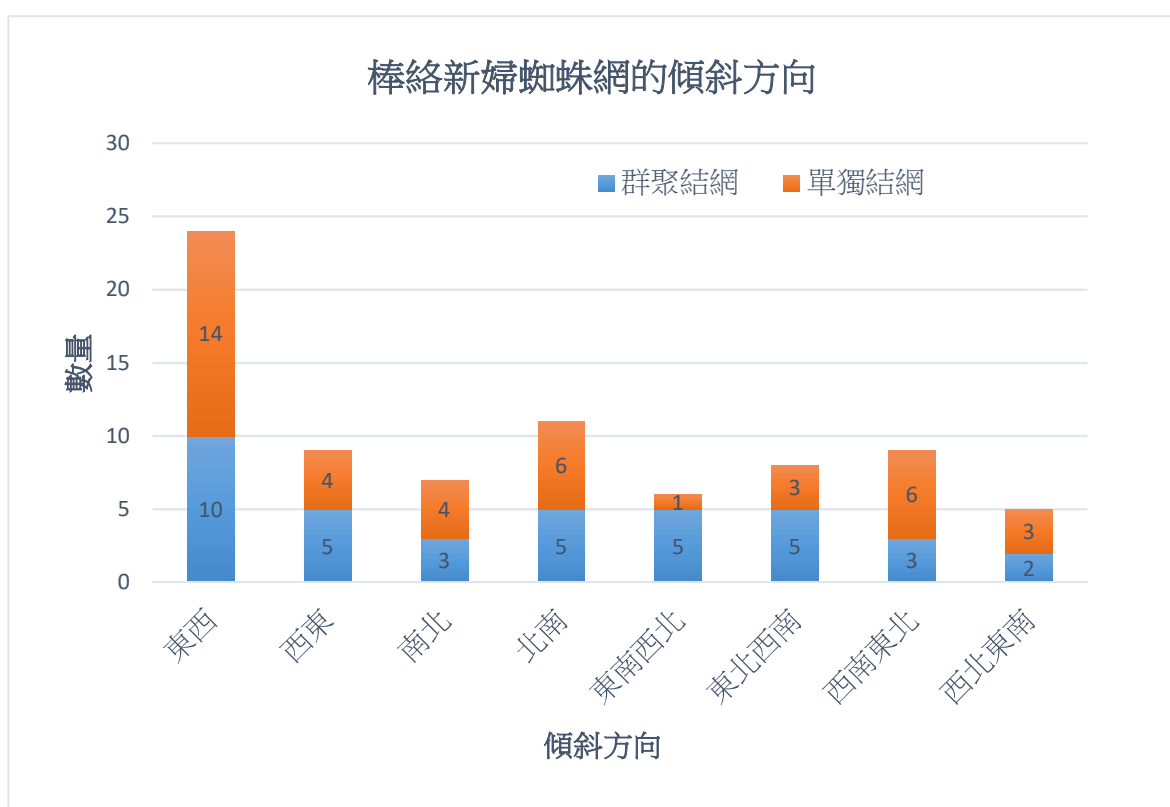
我們也將群聚結網和單獨結網分開紀錄。

群聚結網中，傾斜方向出現最多次的是東高西低，有 10 次，佔全部的 26%，出現最少次的是西北高東南低，有 2 次，佔全部的 5%，傾斜方向一樣以東西方最多。

單獨結網中，傾斜方向出現最多次的是東高西低，有 14 次，佔全部的 34%，出現最少次的是東南高西北低，有 1 次，佔全部的 2%，傾斜方向同樣以東西方最多。

群聚結網									
傾斜方向	東 西	西 東	南 北	北 南	東南 西北	東北 西南	西南 東北	西北 東南	合計
數量(隻)	10	5	3	5	5	5	3	2	38
比例	26%	13%	8%	13%	13%	13%	8%	5%	100%

單獨結網									
傾斜方向	東 西	西 東	南 北	北 南	東南 西北	東北 西南	西南 東北	西北 東南	合計
數量(隻)	14	4	4	6	1	3	6	3	41
比例	34%	10%	10%	15%	2%	7%	15%	7%	100%



(三) 蜘蛛網的高度

我們記錄到 79 個棒絡新婦所結的蜘蛛網，平均高度是 2.50 公尺。其中，最高的是 7.07 公尺，最低的是 1.1 公尺。最常出現的高度範圍是 2.0 公尺到 2.99 公尺之間，有 33 個，佔全部的 42%。調查結果顯示，棒絡新婦的結網高度有七成以上都落在 1.0 公尺到 3.0 公尺之間。

高度	0m~ 0.99m	1.0m~ 1.99m	2.0m~ 2.99m	3.0m~ 3.99m	4.0m~ 4.99m	5.0m~ 5.99m	6.0m~ 6.99m	7.0m~ 7.99m	合計
數量(隻)	0	27	33	14	3	1	0	1	79
比例	0%	34%	42%	18%	4%	1%	0%	1%	100%

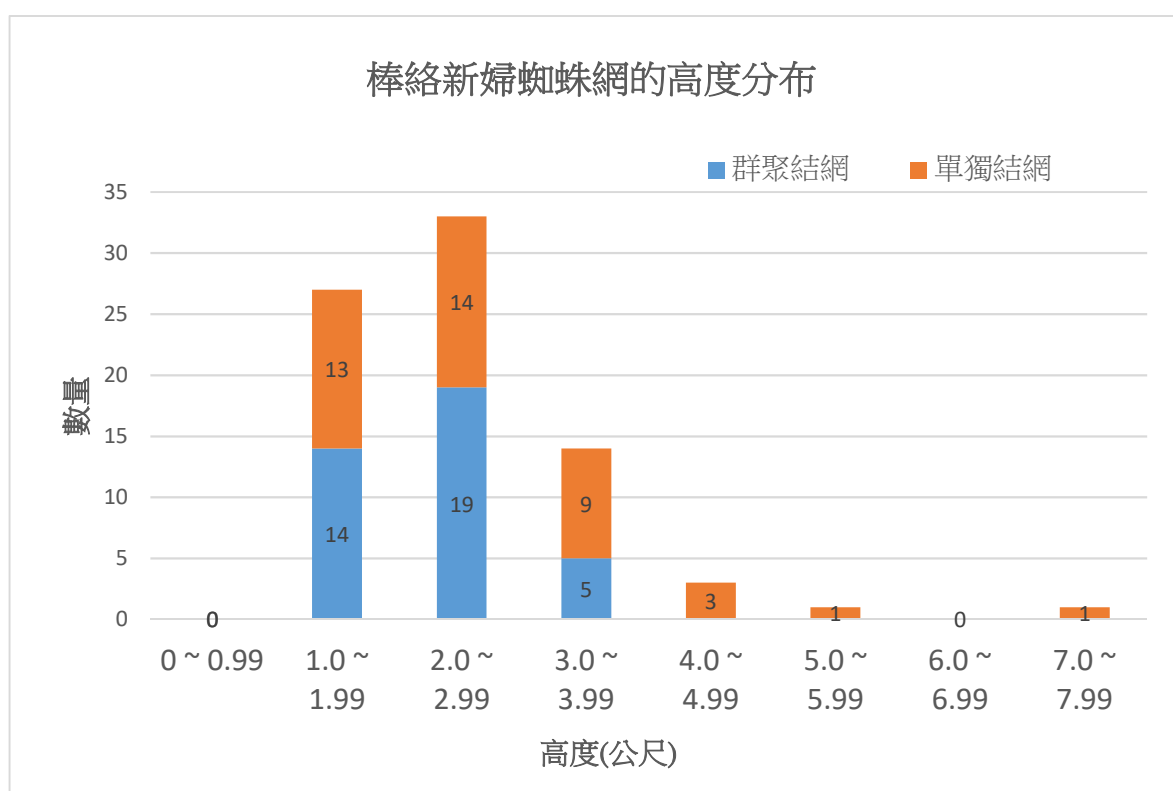
我們也將群聚結網和單獨結網分開紀錄。

群聚結網中，棒絡新婦的結網高度分布較集中，最高的是 3.54 公尺，最低的是 1.1 公尺，平均高度是 2.31 公尺。其中，有八成以上都落在 1.0 公尺到 3.0 公尺之間，最常出現的高度範圍是 2.0 公尺到 2.99 公尺之間，有 19 個，佔全部的 50%。

單獨結網中，棒絡新婦的結網高度分布較廣，最高的是 7.07 公尺，最低的是 1.2 公尺，平均高度是 2.67 公尺。其中，有六成以上都落在 1.0 公尺到 3.0 公尺之間，最常出現的高度範圍是 2.0 公尺到 2.99 公尺之間，有 14 個，佔全部的 34%。

群聚結網									
高度	0m~ 0.99m	1.0m~ 1.99m	2.0m~ 2.99m	3.0m~ 3.99m	4.0m~ 4.99m	5.0m~ 5.99m	6.0m~ 6.99m	7.0m~ 7.99m	合計
數量(隻)	0	14	19	5	0	0	0	0	38
比例	0%	37%	50%	13%	0%	0%	0%	0%	100%

單獨結網									
高度	0m~ 0.99m	1.0m~ 1.99m	2.0m~ 2.99m	3.0m~ 3.99m	4.0m~ 4.99m	5.0m~ 5.99m	6.0m~ 6.99m	7.0m~ 7.99m	合計
數量(隻)	0	13	14	9	3	1	0	1	41
比例	0%	32%	34%	22%	7%	2%	0%	2%	100%



二、觀察棒絡新婦的生態

(一) 外形特徵

我們觀察發現棒絡新婦的雄蛛和雌蛛外形差異很大。

雌蛛體型較大，黃黑相間，非常豔麗（圖八），體長（不含腳）約 1.8 公分~2.5 公分。身體分為頭胸部和腹部，頭胸部較小，約 0.4 公分~0.6 公分，前方有一對觸鬚，背面灰白色，有黑色紋路（圖九）；腹部圓鼓鼓的（圖十），約 1.4 公分~2.0 公分，背面是黃綠色，有 5 條黑色橫條紋（圖十一），腹面也是黃綠色，顏色較淡，黑色條

紋則較不規則，絲疣在腹面末端，周圍有一大片鮮紅色斑紋（圖十二）。腳有四對，每隻腳上有3節，黑色底配上黃色輪紋，腳上有很多黑色細毛，末端細毛較少，其中第一、二、四對的腳長都超過體長，只有第三對腳的長度特別短（圖十三）。



圖八、雌蛛黃黑相間，非常豔麗



圖九、頭胸部前方有一對觸鬚，背面灰白色，有黑色紋路



圖十、腹部圓鼓鼓的



圖十一、背面黃綠色，有5條黑色橫條紋



圖十二、絲疣在腹面末端，周圍有一大片鮮紅色斑紋



圖十三、第一、二、四對腳長都超過體長，只有第三對腳長特別短

雄蛛體型較小，體長約 0.4 公分~1 公分，頭胸部草綠色，中間有一黑色直條紋；腹部背面淺綠色，左右各有一條黑色直條紋，中間有樹枝狀斑紋（圖十四），與雌蛛的橫條紋截然不同；腹部腹面黑色，有二條淺綠色直條紋（圖十五）；腳和頭胸部一樣草綠色，腳上的細毛比雌蛛來得明顯。

另外，我們也發現，棒絡新婦的雌蛛通常慢慢爬行，但雄蛛很容易受驚嚇，只要稍微靠近，牠就會快速跑走，較不易觀察。



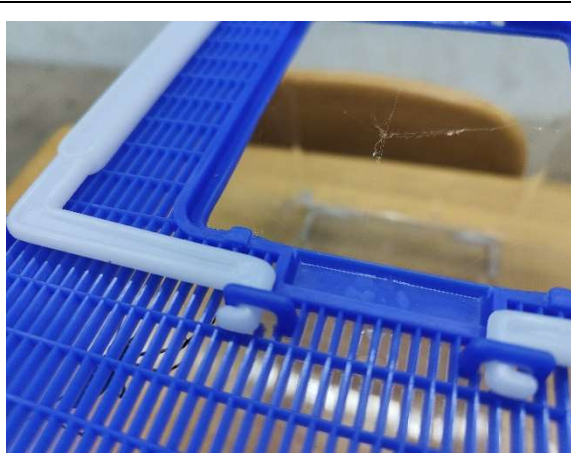
圖十四、雄蛛腹部背面淺綠色，左右各有一條黑色直條紋，中間有樹枝狀斑紋



圖十五、腹部腹面黑色，有二條淺綠色直條紋

(二) 蜘蛛網的編織方式

這是整個研究最困難的部份，我們本來以為只要用飼養箱，等棒絡新婦在裡面結網後，我們再抓飛蛾或昆蟲讓牠吃，就可以進行飼養觀察。但是，飼養箱裡的棒絡新婦雖然有吐絲，卻沒有編織成網（圖十六），即使我們放了食物進去，牠也好像沒看到一樣，連靠近都沒有，我們重複了好幾次嘗試飼養棒絡新婦，都宣告失敗（圖十七）。



圖十六、飼養箱裡的棒絡新婦有吐絲卻沒有編織成網



圖十七、嘗試飼養棒絡新婦，都宣告失敗

我們想起棒絡新婦的網子都在陽光下，是不是因為缺少陽光所以牠不結網？因此我們把飼養箱放在戶外，但仍然不成功。後來，我們又試著仿照牠的生活環境，改用竹子、樹枝和束帶搭一個棚架（圖十八），將棒絡新婦移到自製棚架上，前面幾次，棒絡新婦都吐了幾條絲就逃跑，甚至跑到司令台遮雨的塑膠帆布上（圖十九），後來才成功在棚架上面編出完整的圓網，不知道是不是因為棚架上面的蜘蛛絲累積比較多了，牠比較有安全感？



圖十八、用竹子、樹枝和束帶搭一個棚架



圖十九、棒絡新婦逃跑到司令台遮雨的塑膠帆布上

我們蒐集到的資料顯示，蜘蛛會先在樹枝上，從絲疣吐出蜘蛛絲，然後讓蜘蛛絲隨著風飄出去，等蜘蛛絲黏上另一端的樹枝，就形成一條穩固的「橋絲」。可是我們觀察到的不太一樣，棒絡新婦一樣從絲疣吐出絲，但是會先將絲黏在一端，接著自己

邊吐絲邊移動，直到另一端，將絲黏好後，再沿著這條絲線邊吐絲邊往回走(圖二十)，不停來來回回，有時會把很多條蜘蛛絲纏繞在一起，像棉繩一樣，變成一條較粗的支撐絲(圖二十一)，有時會是一條一條並列，用短絲彼此相連(圖二十二)，兩種方法都能形成穩固的「支撐絲」。

支撐絲比較強韌，但沒有黏性，我們常常會看到支撐絲的兩端有分支，感覺更加堅固(圖二十三)，每個蜘蛛網的支撐絲數量不一定，通常捕食網越大，或是距離物體越遠，支撐絲就越多，當棒絡新婦想要把支撐絲固定時，牠會把絲疣往物體一碰，絲就會黏住了，非常有趣！



圖二十、將絲黏好後，再沿著這條絲線邊吐絲邊往回走



圖二十一、很多條蜘蛛絲纏繞在一起，像棉繩一樣，變成一條較粗的支撐絲



圖二十二、支撐絲一條一條並列，用短絲彼此相連



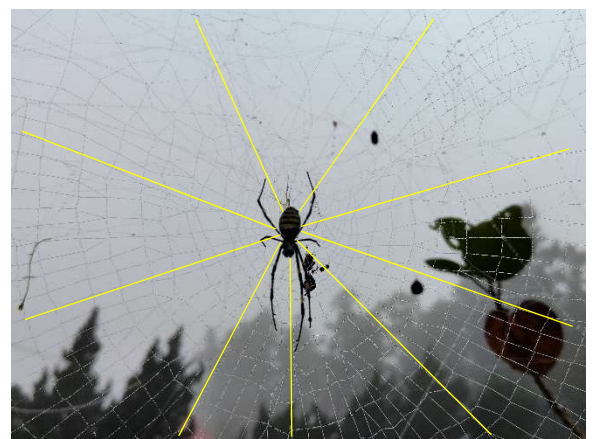
圖二十三、支撐絲的兩端有分支，感覺更加堅固

架好支撐絲後，棒絡新婦會走到支撐絲中間，利用身體的重量，一邊吐絲一邊慢慢下降，形成一個 Y 字型，接著陸續拉出外圍的「框絲」(圖二十四)和放射狀的「軸絲」(圖二十五)，就像蓋房子時的鋼筋，是很重要的骨架。這些絲一樣沒有黏性，蜘蛛

蛛可以在上面爬行不會被黏住。



圖二十四、外圍的「框絲」



圖二十五、放射狀的「軸絲」

框絲和軸絲完成後，開始從中心點往外繞，編織出螺旋狀的「踏腳絲」，踏腳絲沒有黏性，間隔較大，而且只是暫時性的，就像建築工人蓋房子時搭來方便工作的鷹架，最後會被拆掉。

鷹架搭好了，棒絡新婦再用絲疣吐出具有黏性的「橫絲」(圖二十六)，再用第四對腳將橫絲穩穩地固定在軸絲上，由外往內，一邊編織著橫絲，一邊拆掉已經沒用的踏腳絲，一圈一圈編織出美麗的捕食網(圖二十七)。

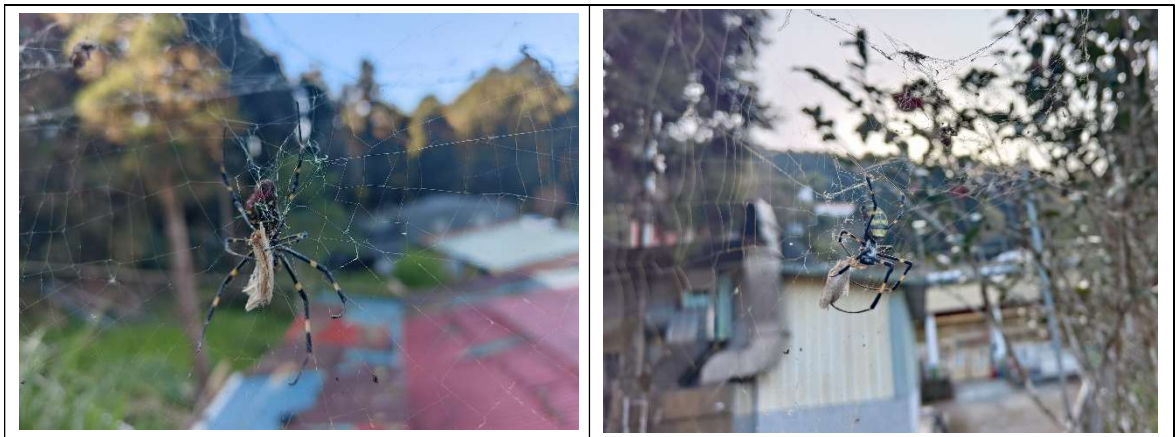


圖二十六、具有黏性的「橫絲」



圖二十七、一圈一圈編織出美麗的捕食網

橫絲一節一節短短的，上面有一顆顆的黏球，當獵物不小心自投羅網時，就會被這些橫絲給黏住，獵物掙扎會引起蜘蛛網的震動，棒絡新婦感受到了，就會過去將獵物慢慢吸乾(圖二十八)。



圖二十八、棒絡新婦感受到了獵物掙扎時的震動，就會過去將獵物慢慢吸乾

我們透過攝影鏡頭錄影，發現棒絡新婦大多選在半夜 1 點到 5 點這段時間編織新網或修補原本的網，因為已經織好的網，可能會因為老舊、獵物掙扎、氣候、人為等因素而受損。

另外，我們也觀察到，如果下雨或起霧，水滴會附著在棒絡新婦的身上和蜘蛛網上，看起來很漂亮（圖二十八），可是也會讓蜘蛛網變得很明顯（圖二十九），容易被昆蟲發現而抓不到獵物，所以牠們會用腳把身體和蜘蛛网上的水珠搓掉。



圖二十八、水滴會附著在棒絡新婦的身上，看起來很漂亮



圖二十九、水滴附著會讓蜘蛛網變得很明顯

三、觀察棒絡新婦的佔網行為

(一) 沒有蜘蛛的網（空網）

我們採集了 10 隻棒絡新婦來做實驗，發現到當牠們被放到已經沒有蜘蛛的空網邊緣後，只有 3 隻會進入到捕食網，其他 7 隻則是選擇離開。顯示棒絡新婦的佔網

機率很低，而且即使進入到捕食網，也不會一直佔據，待不到幾天就會離開。

編號	棒絡新婦被放到空網後的反應	
甲	一開始停在網邊，後來邊吐絲邊離開。	離開
乙	先沿著網邊爬行，發現甲離開的絲後，馬上跟著爬過去。 (圖三十)	離開
丙	一開始停在網邊，感受到震動就爬進網子裡，但隔天就不見了。	先佔網再離開
丁	一開始跟乙一樣，從甲的絲離開，但晚上七點多發現牠又爬回來了。	先離開再佔網
戊	先沿著網邊爬行，發現甲離開的絲後，馬上跟著爬過去。	離開
己	先沿著網邊爬行，再從支撐絲離開。	離開
庚	先沿著網邊爬行，接著停留一陣子，再從支撐絲離開。	離開
辛	先著網邊爬行，之後進入網中央停留，但第三天就不見了。	先佔網再離開
壬	先停在網邊，之後沿著網邊爬行，再從支撐絲離開。	離開
癸	先沿著網邊爬行，再從支撐絲離開。	離開

(二) 還有蜘蛛的網 (有主人)

我們採集了 10 隻棒絡新婦來做實驗，發現到當牠們被放到還有蜘蛛的網邊緣後，全部都不會進入捕食網，而是像逃難般，快速沿著框絲爬行，再從支撐絲離開 (圖三十一)，顯示棒絡新婦雖然會群聚結網，但並不喜歡到別人家拜訪。



伍、討論

1. 蜘蛛網傾斜方向以東西方最多，我們猜測是和太陽照射方向有關，我們觀察到蜘蛛網上的獵物，大多是蛾類，不知道是不是和蛾的趨光性有關？
2. 結網高度有七成都落在 1.0 公尺到 3.0 公尺之間，我們猜測是太低較容易被人干擾，太高則不容易抓到獵物。
3. 除了草綠色的雄蛛，我們在附近還有看到特徵一樣，但體型較小且淺咖啡色的蜘蛛，我們猜測牠們可能是雄蛛小時候。
4. 棒絡新婦的網幾乎都比我們高，不容易觀察，所以我們花了很多時間在嘗試，一直想要把牠養在比較方便觀察的地方。雖然有幾次成功了，但並非每隻都願意留在自製棚架上，甚至逃跑的居多，導致我們的進度嚴重落後，希望以後可以找到更適合的方法來飼養。
5. 我們發現棒絡新婦的佔網機率很低，本來以為是因為蜘蛛網上有其他蜘蛛的味道，所以後來試著把蜘蛛放回牠原本的網子上，發現他們還是一樣會選擇離開，不知道原因究竟是什麼？
6. 參考資料說蜘蛛的視力不好，主要是靠偵測蜘蛛網的震動來知道有沒有獵物上門。我們發現，有風吹過時，或是我們故意輕輕觸碰蜘蛛網，蜘蛛網雖然都會震動，可是棒絡新婦卻沒有移動，究竟牠是怎麼分辨是不是獵物引起的震動呢？值得我們後續觀察研究。
7. 數個月觀察下來，我們發現棒絡新婦的數量減少許多，不只蜘蛛，其他昆蟲似乎也越來越

少，推測是因為一直沒下雨，缺水不只影響到人類的的生活，對生物的影響更是嚴重。

陸、結論

1. 調查校園中棒絡新婦結網的情形。

(1) 單獨結網或群聚結網

棒絡新婦單獨結網的比例比群聚結網稍微高一些，群聚結網占全部的 48%，單獨結網占全部的 52%。

(2) 蜘蛛網的傾斜方向

不論是單獨結網或群聚結網，蜘蛛網的傾斜方向都是以東高西低的比例最高。

(3) 蜘蛛網的高度

棒絡新婦所結的蜘蛛網，平均高度是 2.50 公尺，其中有七成以上都落在 1.0 公尺到 3.0 公尺之間。另外，相較於群聚結網，單獨結網的結網高度分布範圍較廣。

2. 觀察棒絡新婦的生態

(1) 外形特徵

棒絡新婦的雄蛛和雌蛛外形差異很大。雌蛛黃黑相間，非常豔麗，體長約 1.8 公分～2.5 公分。雄蛛淺綠色，體長約 0.4 公分～1 公分，腹部有直條紋，與雌蛛的橫條紋截然不同。

(2) 蜘蛛網的編織方式

首先，來回編織「支撐絲」，多條纏繞或並列，比較強韌，固定用。接著，編織外圍的「框絲」和放射狀的「軸絲」，當骨架支撐用。然後，由內向外，編織螺旋狀的「踏腳絲」，當鷹架用，以上的絲都不具黏性。

最後，由外向內，編織螺旋狀且具有黏性的「橫絲」，完成捕食網，捕捉獵物用。

3. 觀察棒絡新婦的佔網行為

(1) 沒有蜘蛛的網（空網）

棒絡新婦的佔網機率很低，即使進入到捕食網，也不會一直佔據，待不到幾天就會離開。

(2) 還有蜘蛛的網（有主人）

當棒絡新婦被放到還有蜘蛛的網邊緣後，全部都快速沿著框絲爬行，再從支撐絲離開，顯示棒絡新婦雖然會群聚結網，但並不喜歡到別人家拜訪。

柒、參考文獻資料及其他

中田兼介（2021）。蜘蛛的腳裡有大腦。臉譜出版。

奧本大三郎（2018）。法布爾老師的昆蟲教室-有趣的昆蟲實驗。遠見天下文化出版。

林芸熙、陳宣羽。橫帶人面蜘蛛空間分布之探究。中華民國第 62 屆中小學科學展覽會。

謝允中。天羅地網。中華民國第 50 屆中小學科學展覽會。

區誠樂。鬼斧神工的編織手。中華民國第 44 屆中小學科學展覽會。

葉維育、余玉男、田育生、汪元玉。壺腹蜘蛛的生態與結網環境的探討。中華民國第 43 屆中小學科學展覽會。

【評語】 080310

本研究作品目的在於探討棒絡新婦結網的特殊行為。主題清楚且聚焦，可用科學方法檢驗。研究主要調查校園中棒絡新婦結網的情形，包括是否單獨或群聚結網，蜘蛛網的傾斜方向和高度。同時，也觀察棒絡新婦的外形特徵和網的編織方式，以及其佔網行為，無論是空網或有蜘蛛的網。同學的觀察相當仔細，也把觀察行為的結果儘量用量化數據表示出來，值得鼓勵。

建議：

1. 有一些觀察，例如「觀察棒絡新婦的佔網行為」的分析也可以量化，但是沒有，有點可惜。
2. 是蜘蛛絲沒有黏性，還是蜘蛛形態上有特殊構造，因此不會被黏住？
3. 不佔巢的行為背後可能原因為何？
4. 基本上對於校園棒絡新婦的觀察很詳盡，但較缺乏現象的詮釋，建議後續能夠針對這些現象進一步設計實驗、操弄變因驗證，提供科學數據支持所提出對於現象的假設，會是很有趣的探究。

5. 棒絡新婦的編織方位是否受獵食昆蟲的動向及密度影響?是為了昆蟲變換織網位置，或者引誘昆蟲的方式進行。

作品海報

艷麗的編織者—
棒絡新婦



摘要

棒絡新婦是我們校園中常見的蜘蛛，雌蛛的身體背面黃黑交錯，腹面還有一大片紅色斑紋，非常豔麗。我們透過高度角觀測器和指北針，調查出棒絡新婦所結的網，高度大多落在1.0公尺到3.0公尺之間，傾斜方向則是以東高西低的比例最高。此外，有將近一半的棒絡新婦會群聚結網，但佔網機率非常低，幾乎不會互相拜訪。從攝影畫面中發現，棒絡新婦在織網時，會先吐出不具黏性的支撐絲、框絲、軸絲和踏腳絲，最後再由外往內以螺旋方式繞上具有黏性的橫絲，整個蜘蛛網就大功告成了！

壹、研究動機

我們的校園還有住家附近，只要走到戶外抬頭看，常常可看到一種蜘蛛，身體有黃有黑又有紅，非常鮮豔美麗，不像大部分的蜘蛛喜歡躲在陰暗的角落，牠們總是把網高高懸掛在空中，又大又複雜，像一層層堅固又耐久的防護罩，即使風吹日曬雨淋，也都不會壞掉。牠的外型和牠所結的網子，都令我們感到非常好奇，因此我們想要透過觀察來更認識牠。

貳、研究目的

- 一、調查校園中棒絡新婦結網的情形 二、觀察棒絡新婦的生態 三、觀察棒絡新婦的佔網行為
- (一)單獨結網或群聚結網 (一)外形特徵 (一)沒有蜘蛛的網 (空網)
(二)蜘蛛網的傾斜方向 (二)蜘蛛網的編織方式 (二)還有蜘蛛的網 (有主人)
(三)蜘蛛網的高度

參、研究設備及器材

1公尺長竹子、指北針、捲尺、自製高度角觀測器、透明飼養箱、平板、自製棚架、攝影鏡頭。

肆、研究過程或方法

一、調查校園中棒絡新婦結網的情形

- (一)單獨結網或群聚結網
相鄰兩面蜘蛛網，如果距離1公尺以內，當作群聚結網，否則，當作單獨結網。
- (二)蜘蛛網的傾斜方向
蜘蛛網的傾斜方向定義為由高到低，並用指北針測量蜘蛛網的傾斜方向。



傾斜方向定義為由高到低 (此圖為南高北低)

(三)蜘蛛網的高度

參考自然課本觀測月亮的方法，用粗吸管、尼龍繩、螺帽和量角器，自製高度角觀測器，站在蜘蛛網垂直落到地面往外1公尺處 (也就是 $a=1$)，測量蜘蛛網的高度角 θ ，接著用平板上的科學計算機，換算出 $\tan\theta$ 的數字，也就是從眼睛平視到蜘蛛網中心的高度 (b)，最後把這個高度 (b) 再加上眼睛到地面的距離 (c)，就是蜘蛛網高度H， $H=b+c=\tan\theta+c$ 。



用高度角測量蜘蛛網的高度

二、觀察棒絡新婦的生態

- (一)外形特徵
將棒絡新婦輕輕從蛛網上移到透明飼養箱中，再用平板拍照記錄。
- (二)蜘蛛網的編織方式
試過用飼養箱來養蜘蛛，但是以失敗告終。後來，用竹子、樹枝和束帶搭一個棚架，經過幾次試驗，終於成功讓棒絡新婦在上面結網。

三、觀察棒絡新婦的佔網行為

- (一)沒有蜘蛛的網 (空網)
採集10隻棒絡新婦，分別將他們輕輕放到已經沒有蜘蛛的空網邊緣，觀察並記錄棒絡新婦的反應。
- (二)還有蜘蛛的網 (有主人)
採集10隻棒絡新婦，分別將他們輕輕放到已經有蜘蛛的網邊緣，觀察並記錄棒絡新婦的反應。

伍、研究結果

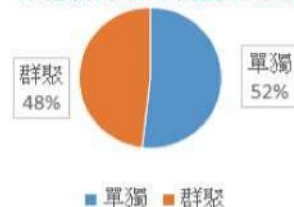
一、調查校園中棒絡新婦結網的情形

(一)單獨結網或群聚結網

在校園中總共記錄到79隻棒絡新婦。調查結果顯示單獨結網比群聚結網稍微多一些。

編號(群)	群聚結網														單獨結網
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	
數量(隻)	2	2	3	4	3	2	4	2	3	2	3	4	2	2	
合計(隻)	38														41
比例	48%														52%

棒絡新婦蜘蛛網的群聚情形



(二)蜘蛛網的傾斜方向

調查結果顯示傾斜方向以東西方最多，我們推測是和太陽照射方向有關。

傾斜方向	東西	西東	南北	北南	東南西北	東北西南	西南東北	西北東南	合計
數量(隻)	24	9	7	11	6	8	9	5	79
比例	30%	9%	11%	14%	8%	10%	11%	6%	100%

將群聚結網和單獨結網分開紀錄，兩者的傾斜方向同樣都是以東西方最多。

群聚結網

傾斜方向	東西	西東	南北	北南	東南西北	東北西南	西南東北	西北東南	合計
數量(隻)	10	5	3	5	5	5	3	2	38
比例	26%	13%	8%	13%	13%	13%	8%	5%	100%

單獨結網

傾斜方向	東西	西東	南北	北南	東南西北	東北西南	西南東北	西北東南	合計
數量(隻)	14	4	4	6	1	3	6	3	41
比例	34%	10%	10%	15%	2%	7%	15%	7%	100%

棒絡新婦蜘蛛網的傾斜方向



(三)蜘蛛網的高度

平均高度是2.50公尺。其中，最高的是7.07公尺，最低的是1.1公尺。結網高度有七成以上都落在1.0

高度	0m~0.99m	1.0m~1.99m	2.0m~2.99m	3.0m~3.99m	4.0m~4.99m	5.0m~5.99m	6.0m~6.99m	7.0m~7.99m	合計
數量(隻)	0	27	33	14	3	1	0	1	79
比例	0%	34%	42%	18%	4%	1%	0%	1%	100%

將群聚結網和單獨結網分開紀錄，群聚結網的結網高度分布較集中，單獨結網的結網高度分布較廣。兩者數量最多都是落在2.0公尺到2.99公尺。

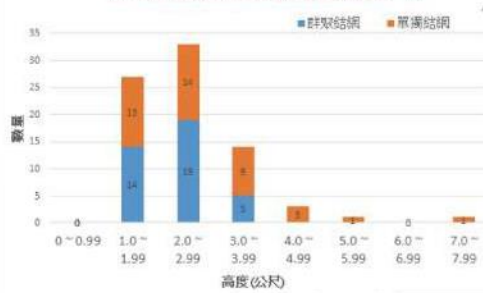
群聚結網

高度	0m~0.99m	1.0m~1.99m	2.0m~2.99m	3.0m~3.99m	4.0m~4.99m	5.0m~5.99m	6.0m~6.99m	7.0m~7.99m	合計
數量(隻)	0	14	19	5	0	0	0	0	38
比例	0%	37%	50%	13%	0%	0%	0%	0%	100%

單獨結網

高度	0m~0.99m	1.0m~1.99m	2.0m~2.99m	3.0m~3.99m	4.0m~4.99m	5.0m~5.99m	6.0m~6.99m	7.0m~7.99m	合計
數量(隻)	0	13	14	9	3	1	0	1	41
比例	0%	32%	34%	22%	7%	2%	0%	2%	100%

棒絡新婦蜘蛛網的高度分布



二、觀察棒絡新婦的生態

(一)外形特徵

觀察發現棒絡新婦的雄蛛和雌蛛外形差異很大。



雌蛛黃黑相間，非常豔麗



頭胸部前方有一對觸鬚，背面灰白色，有黑色紋路



腹部圓鼓鼓的，絲疣在腹面末端，周圍有一大片鮮紅色斑紋



背面黃綠色，有五條黑色橫條紋，第一、二、四對腳長都超過體長，只有第三對腳長特別短



雄蛛腹部背面淺綠色，左右各有一條黑色直條紋，中間有樹枝狀斑紋



腹部腹面黑色，有二條淺綠色直條紋

(二)蜘蛛網的編織方式

支撐絲比較強韌，但沒有黏性，兩端有分支，感覺更加堅固。



將絲黏好後，再沿著這條絲緣邊吐絲邊往回走



很多條蜘蛛絲纏繞在一起，像棉繩一樣，變成一條較粗的支撐絲



支撐絲一條一條並列，用短絲彼此相連



支撐絲的兩端有分支，感覺更加堅固

「框絲」和「軸絲」，就像蓋房子時的鋼筋，是很重要的骨架。



外圍的「框絲」



放射狀的「軸絲」

螺旋狀的「踏腳絲」，只是暫時性的，就像建築工人蓋房子時搭來方便工作的鷹架，最後會被拆掉。

最後，用絲疣吐出具有黏性的「橫絲」，由外往內，一圈一圈編織出美麗的捕食網。橫絲一節一節短短的，上面有一顆顆的黏球，當獵物不小心自投羅網時，就會被這些橫絲給黏住。



具有黏性的「橫絲」



一圈一圈編織出美麗的捕食網



棒絡新婦感受到了獵物掙扎時的震動，就會過去將獵物慢慢吸乾

如果下雨或起霧，會讓蜘蛛網變得非常明显，容易被昆蟲發現而抓不到獵物，所以牠們會用腳把身體和蜘蛛網上的水珠搓掉。



水滴會附著在棒絡新婦的身上，看起來很漂亮



水滴附著會讓蜘蛛網變得非常明显

三、觀察棒絡新婦的佔網行為

(一)沒有蜘蛛的網（空網）

10隻棒絡新婦中，只有3隻會進入到捕食網，顯示棒絡新婦的佔網機率很低，而且即使進入到捕食網，也不會一直佔據，待不到幾天就會離開。

(二)還有蜘蛛的網（有主人）

10隻棒絡新婦中，全部都不會進入捕食網，而是快速沿著框絲爬行，再從支撐絲離開，顯示棒絡新婦雖然會群聚結網，但並不喜歡到別人家拜訪。



快速沿著框絲爬行，再從支撐絲離開

陸、討論

1. 蜘蛛網傾斜方向以東西方最多，我們猜測是和太陽照射方向有關，我們觀察到蜘蛛網上的獵物，大多是蛾類，不知道是不是和蛾的趨光性有關？
2. 結網高度有七成都落在1.0公尺到3.0公尺之間，我們猜測是太低較容易被人干擾，太高則不容易抓到獵物。
3. 棒絡新婦的網幾乎都比我們高，不容易觀察，所以我們花了很多時間在嘗試，一直想要把牠養在比較方便觀察的地方。雖然有幾次成功了，但並非每隻都願意留在自製棚架上，甚至逃跑的居多，導致我們的進度嚴重落後，希望以後可以找到更適合的方法來飼養。
4. 我們發現棒絡新婦的佔網機率很低，本來以為是因為蜘蛛網上有其他蜘蛛的味道，所以後來試著把蜘蛛放回牠原本的網子上，發現他們還是一樣會選擇離開，不知道原因究竟是什麼？
5. 參考資料說蜘蛛的視力不好，主要是靠偵測蜘蛛網的震動來知道有沒有獵物上門。我們發現，有風吹過時，或是我們故意輕輕觸碰蜘蛛網，蜘蛛網雖然都會震動，可是棒絡新婦卻沒有移動，究竟牠是怎麼分辨是不是獵物引起的震動呢？值得我們後續觀察研究。
6. 數個月觀察下來，我們發現棒絡新婦的數量減少許多，不只蜘蛛，其他昆蟲似乎也越來越少，推測是因為一直沒下雨，缺水不只影響到人類的生活，對生物的影響更是嚴重。

柒、結論

1.調查校園中棒絡新婦結網的情形。

(1)單獨結網或群聚結網

棒絡新婦單獨結網的比例比群聚結網稍微高一些，群聚結網占全部的48%，單獨結網占全部的52%。

(2)蜘蛛網的傾斜方向

不論是單獨結網或群聚結網，蜘蛛網的傾斜方向都是以東高西低的比例最高。

(3)蜘蛛網的高度

棒絡新婦所結的蜘蛛網，平均高度是2.50公尺，其中有七成以上都落在1.0公尺到3.0公尺之間。另外，相較於群聚結網，單獨結網的結網高度分布範圍較廣。

2.觀察棒絡新婦的生態

(1)外形特徵

棒絡新婦的雄蛛和雌蛛外形差異很大。雌蛛黃黑相間，非常豔麗，體長約1.8公分~2.5公分。雄蛛淺綠色，體長約0.4公分~1公分，腹部有直條紋，與雌蛛的橫條紋截然不同。

捌、參考文獻資料及其他

中田兼介（2021）。蜘蛛的腳裡有大腦。臉譜出版。

奧本大三郎（2018）。法布爾老師的昆蟲教室-有趣的昆蟲實驗。遠見天下文化出版。

林芸熙、陳宣羽。橫帶人面蜘蛛空間分布之探究。中華民國第62屆中小學科學展覽會。

謝允中。天羅地網。中華民國第50屆中小學科學展覽會。

區誠樂。鬼斧神工的編織手。中華民國第44屆中小學科學展覽會。

葉維育、余玉男、田育生、汪元玉。壺腹蜘蛛的生態與結網環境的探討。中華民國第43屆中小學科學展覽會。

(2)蜘蛛網的編織方式

首先，來回編織「支撐絲」，多條纏繞或並列，比較強韌，固定用。接著，編織外圍的「框絲」和放射狀的「軸絲」，當骨架支撐用。然後，由內向外，編織螺旋狀的「踏腳絲」，當鷹架用，以上的絲都不具黏性。

最後，由外向內，編織螺旋狀且具有黏性的「橫絲」，完成捕食網，捕捉獵物用。

3.觀察棒絡新婦的佔網行為

(1)沒有蜘蛛的網（空網）

棒絡新婦的佔網機率很低，即使進入到捕食網，也不會一直佔據，待不到幾天就會離開。

(2)還有蜘蛛的網（有主人）

當棒絡新婦被放到還有蜘蛛的網邊緣後，全部都快速沿著框絲爬行，再從支撐絲離開，顯示棒絡新婦雖然會群聚結網，但並不喜歡到別人家拜訪。