

中華民國第 62 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組 生物科

佳作

030308

橫帶人面蜘蛛空間分布之探究

學校名稱：幼華學校財團法人臺北市幼華高級中等學
校

作者： 國二 林芸熙 國二 陳宣羽	指導老師： 張永浩
-------------------------	--------------

關鍵詞：橫帶人面蜘蛛、群聚結網、捕蟲率

摘要

橫帶人面蜘蛛於野外可同時看到單獨結網及群聚結網之空間分布方式，依野外調查及室內實驗發現，不論是單獨結網及群聚結網，均以腹面朝向光源，且群聚結網者腹面與背面之光照度差明顯較大，即光對比度較高，捕蟲率實驗結果顯示，蜘蛛本身的存在會增加網上捕蟲率，且群聚結網者明顯高於單獨結網者，推測應該是蜘蛛身上特定色斑會吸引獵物，而在群聚結網環境下，因為光對比度大所以色斑更明顯，更容易吸引獵物，所以較陰暗環境下，蜘蛛容易形成群聚結網；但根據光譜分析，蜘蛛背面反射率更高，推測蜘蛛不以背面朝向光源，是因為雖能吸引更多獵物但也更容易吸引捕食者，故蜘蛛才以腹面朝向光源，而在背面再加上裝飾物，以氣味來吸引獵物。

壹、前言

一、研究動機

動物的世界中有些種類會進行群居生活，這種群居生活被認為有利於捕食、生殖而且可以減少被捕食機率，但相對也有缺點，例如，增加被捕食者發現機率、增加食物及生存空間的競爭壓力，另外也增加了疾病傳播的機率，群居生活最有名的就是社會性昆蟲，螞蟻、蜜蜂及白蟻。

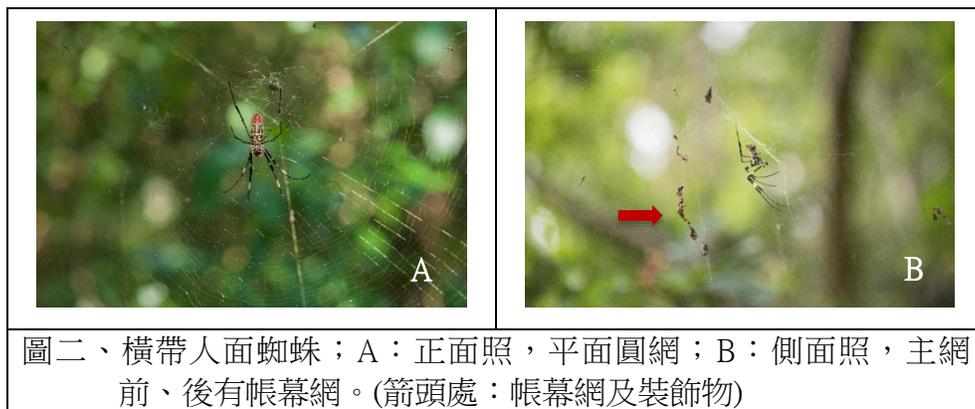
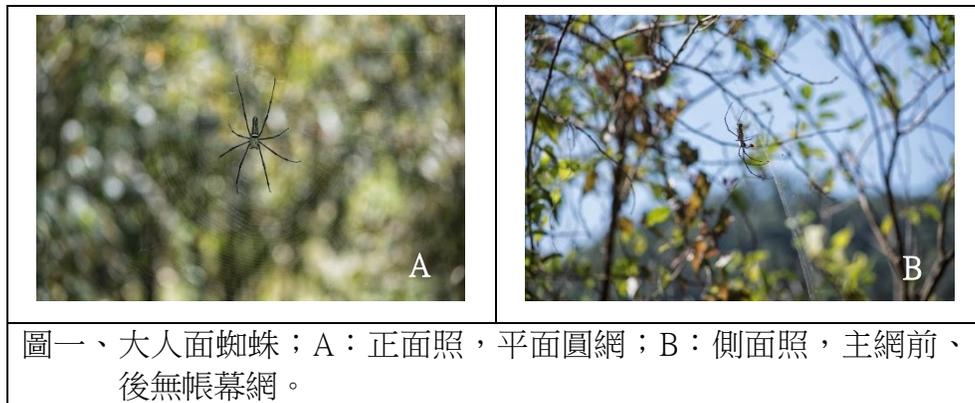
在全世界約四萬種已知的蜘蛛中，大多數的蜘蛛都是獨居，且對其他個體通常會有攻擊性，甚至會吃掉對方，目前已知大概只有約 25 種蜘蛛具有社會性的群體生活，分屬於 6 個科、9 個屬之中，這些蜘蛛通常形成一個社會群體，共同結網生活在一起，其所產下的子代會跟著一起加入大群體中，共同捕食及照顧幼體，其中最著名的就是一種姬蜘蛛科蜘蛛，*Anelosimus studiosus*，雌蛛間會共同結網，並分擔網的維護和照顧子代的任務(陸子鈞，2011)。

在台灣橫帶人面蜘蛛一直被認為會有類似群居行為，有些人觀察橫帶人面蜘蛛間似乎會有共用框架網的情況，但就我們的野外觀察，橫帶人面蜘蛛雖然會群聚在一起，但並非像真正社會性蜘蛛是共同結網，更不會有共同照顧子代的行為。

先前橫帶人面蜘蛛在分類上屬於金蛛科 (Araneidae)，絡新婦蛛屬 (*Nephila*)，當時此屬在台灣有 2 種，即橫帶人面蜘蛛及大人面蜘蛛 (*Nephila pilipes*)，但橫帶人面蜘蛛近期經 DNA 親緣鑑定後，被移至金蛛科的另一個屬，*Trichonephila*，所以目前有效學名為 *Trichonephila clavata*；此 2 種人面蜘蛛早期會被歸在同一屬除外部型態類似外，行為上也很類似，例如，兩者均有明顯雌

雄二型性，雌性個體體型極大，橫帶人面蜘蛛雌性成年個體體長約 30 mm，大人面蜘蛛體長更可達 50 mm，但兩者雄性成年個體體長均僅約 10 mm 左右；在行為上，兩者均結大型垂直平面圓網，但大人面蜘蛛以結完整平面圓網為主，除前幾齡幼體之外，接近成體後在平面圓網前後極少有帳幕網 (圖一、A & B)，但橫帶人面蜘蛛除中央結一個平面圓網之外，會在主網前後拉出不規則的帳幕網，且在帳幕網上常置放食繭、落葉等裝飾物 (圖二、A & B)。

根據野外觀察，大人面蜘蛛與橫帶人面蜘蛛雖然在外部型態及行為上多所類似，但大人面蜘蛛均為單獨結網，個體間距離大都拉的很遠，但橫帶人面蜘蛛則可觀察到單獨結網及群聚結網兩種情況，本研究即想要探討橫帶人面蜘蛛在野外這兩種結網狀況下有何環境因子差異，而橫帶人面蜘蛛表現這兩種不同空間分布差異有何生態上的意義；另外大人面蜘蛛結的蛛網上較乾淨，蜘蛛不會特別將落葉或食繭累積在網上，但橫帶人面蜘蛛會將落葉、食繭等雜物刻意置放在網上，這些物質必定對橫帶人面蜘蛛有特殊意義，故本研究設計了後續幾項實驗試著解釋這些特殊現象。



二、研究目的

(一)、野外觀察記錄橫帶人面蜘蛛結網相關資料

- (二)、探討光源方向對橫帶人面蜘蛛結網方向之影響
- (三)、探討橫帶人面蜘蛛於不同空間分布時，各種處理之捕蟲率差異
 - (三之一) 單獨結網及群聚結網之棲地間獵物數量差異
 - (三之二) 蜘蛛網在單獨結網及群聚結網之環境下對捕蟲率之影響
 - (三之三) 網上蜘蛛在單獨結網及群聚結網之環境下對捕蟲率之影響
 - (三之四) 網上裝飾物在單獨結網及群聚結網之環境下對捕蟲率之影響
- (四)、分析橫帶人面蜘蛛身上不同色斑的光譜反射率
- (五)、探討橫帶人面蜘蛛背、腹面對獵物的吸引力是否有差異
- (六)、探討橫帶人面蜘蛛背、腹面對捕食者的吸引力是否有差異

貳、研究設備及器材

一、研究物種：

(一) 橫帶人面蜘蛛 (*Trichonephila clavata*)

二、研究設備及器材：

(一)、野外橫帶人面蜘蛛結網相關資料觀察記錄

編號	器材名稱簡介	用途
1	自行改造量取蜘蛛結網角度工具： 以購買之分度規黏上水平儀	測量蜘蛛結網角度
2	皮尺	測量蜘蛛結網面積及結網高度
3	游標尺	測量蜘蛛體長
4	手機指南針軟體	測量蜘蛛結網方位
5	照度計	測量蜘蛛所處環境光照度

(二)、光源方向影響橫帶人面蜘蛛結網方向實驗

編號	器材名稱簡介	用途
6	BugDorm-2400 標準型養蟲帳蓬 (75 x 75 x 115cm)	飼養蜘蛛
7	黑色不透光垃圾袋	遮蔽光線

(三)、橫帶人面蜘蛛於不同空間分布時，各種處理之捕蟲率差異實驗

編號	器材名稱簡介	用途
8	標準型萬向馬式網： 架設後高度約 110 公分，四面八方皆可採 集，無方向限制	採集棲地獵物
9	鑷子	收集蜘蛛網上獵物

10	採集瓶	保存獵物標本
11	75% 酒精	保存獵物標本
12	解剖顯微鏡	鑑定獵物標本種類

(四)、橫帶人面蜘蛛身上不同色斑的光譜反射率測量分析實驗

編號	器材名稱簡介	用途
13	Flame-XR1-ES 光譜儀	測量蜘蛛身上不同色斑光譜反射率

(五)、橫帶人面蜘蛛背、腹面對獵物及捕食者吸引力實驗

編號	器材名稱簡介	用途
14	假蜘蛛： 將蜘蛛背面及腹面照片黏貼於捏成蜘蛛形狀的黏土上	模擬蜘蛛背面及腹面來吸引獵物及捕食者
15	黑色卡紙	模擬蜘蛛網捕捉區攔截獵物
16	尚蓋黏 - 無色無味捕蟲黏膠	噴於黑色卡紙上黏取獵物

參、研究過程或方法

實驗一、野外觀察記錄橫帶人面蜘蛛結網相關資料

實驗目標：本實驗目的為針對橫帶人面蜘蛛野外族群結網時的各種因子進行測量、記錄，希望能比較出橫帶人面蜘蛛單獨結網與群聚結網間有何環境因子具有差異。

實驗流程：

(一) 本實驗之野外調查地點為新北市土城區太極嶺 (24° 57' 15.6" N , 121° 27' 48.6" E) , 沿步道尋找單獨結網及群聚結網之橫帶人面蜘蛛。

(二) 實驗期間分別於 2021 年 8 月 29 日、 10 月 2 日、 10 月 3 日、 11 月 7 日、 12 月 5 日、 12 月 19 日，進行 6 次野外調查。

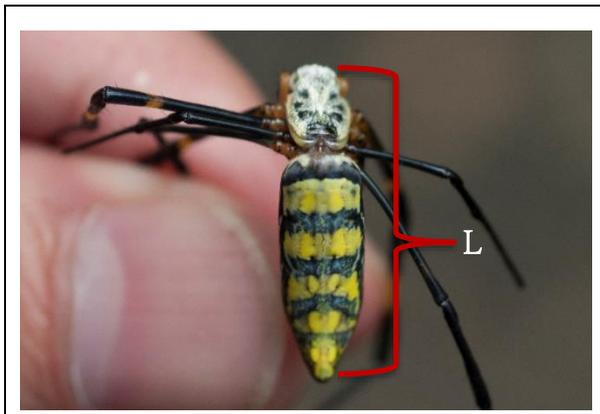
(三) 發現目標蜘蛛時，分別測量、記錄以下相關因子：

1. 單獨結網或群聚結網：我們以蜘蛛網最邊緣 1 公尺內無其他橫帶人面蜘蛛結網者為單獨結網，若一群橫帶人面蜘蛛緊鄰結網，且各個體間蜘蛛網最邊緣之間距離不超過 1 公尺，定義為同一群之群聚族群。
2. 蜘蛛體長：以游標尺測量蜘蛛體長，體長定義由頭胸部前緣至腹部末端 (圖三)。
3. 結網面積：以皮尺測量橫帶人面蜘蛛蛛網捕捉區之水平方向直徑 A (cm) 及垂直方向直徑 B (cm)，將 A 與 B 相加除以 2，求得平均直徑，再將此平均直徑除以 2，求得平均半徑，即可以此平均半徑利用圓面積公式求得蜘蛛網捕捉區面積。

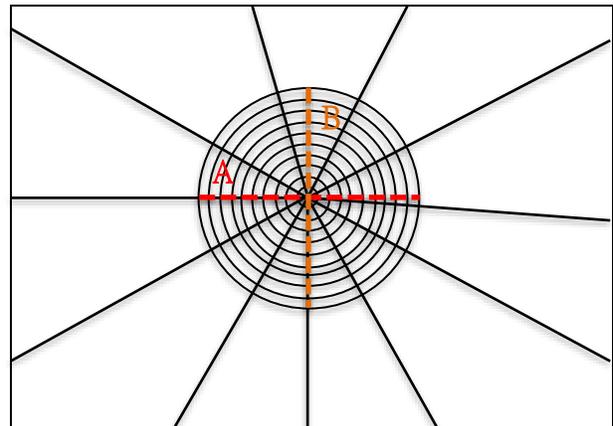
即蜘蛛網捕捉區面積 $C (\text{cm}^2) = 3.14 * \{ [(A+B) / 2] / 2 \}^2$ (圖四)。

4. 結網高度：以皮尺測量蜘蛛結網高度，結網高度定義為從地面量至蜘蛛網捕捉區中心位置 (圖五)。
5. 結網角度：以自行改造裝有水平儀的分度規量取橫帶人面蜘蛛的結網角度 (圖六)。
6. 結網方位：以手機中指南針軟體測量蜘蛛結網方位，結網方位定義為腹面指向的方向 (圖七)。
7. 蜘蛛腹面及背面光照度：以照度計分別測量橫帶人面蜘蛛腹面及背面所受的光照度 (圖八)。

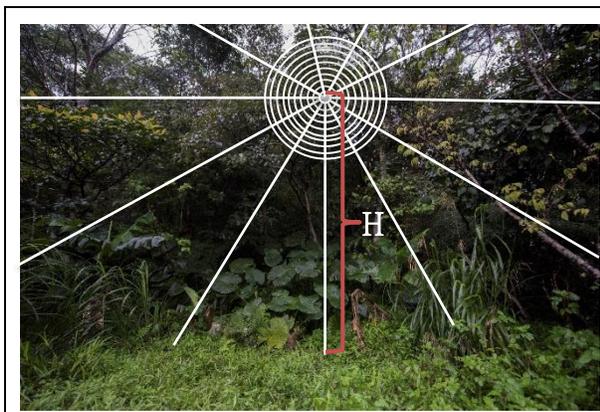
(四) 利用 excel 軟體進行數據分析，檢視各種相關因子，比較橫帶人面蜘蛛單獨結網與群聚結網上述因子有何差異。



圖三、蜘蛛體長 (L) 量測；從頭胸部前緣量至腹部末端



圖四、蜘蛛網面積 C 之測量；A：捕捉區水平直徑；B：捕捉區垂直直徑



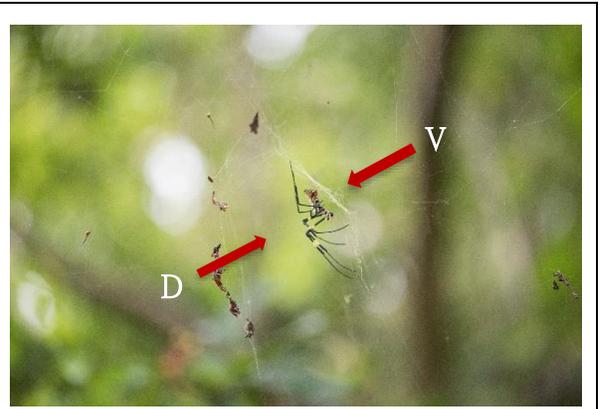
圖五、蜘蛛結網高度 (H) 量測；從地面量測至捕捉區中心



圖六、以改裝之分度規量取蜘蛛結網角度 (A)



圖七、蜘蛛結網方位量測；結網方位 (D) 為蜘蛛腹部指向方向



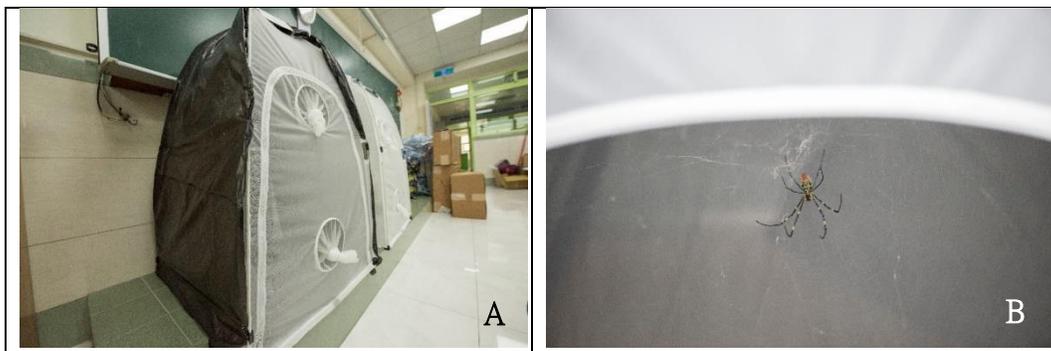
圖八、光照度測量；V：腹面方向光照度，D：背面方向光照度

實驗二、探討光源方向對橫帶人面蜘蛛結網方向之影響

實驗目標：本實驗想探討橫帶人面蜘蛛是否會針對光源方向進行結網方位的改變。

實驗流程：

- (一) 實驗期間從 2021 年 12 月 8 日至 2022 年 1 月 12 日。
- (二) 將養蟲帳篷三面以黑色不透光垃圾袋覆蓋，只留一面受光 (圖九、A)。
- (三) 將從野外帶回的橫帶人面蜘蛛飼養於上述養蟲帳篷中，每次放入 1 隻橫帶人面蜘蛛。
- (四) 受光面從朝東方開始，每進行下一隻、次結網實驗將受光面換一個方向，依序為東、南、西、北。
- (五) 進行下一隻、次實驗前須將帳篷內前一次節的蜘蛛網清除乾淨，以免影響蜘蛛結網。
- (六) 每隻蜘蛛只要一天內沒結網即換成下一隻。
- (七) 待橫帶人面蜘蛛結好完整蛛網，即記錄蜘蛛腹面朝向的方位 (圖九、B)。



圖九、橫帶人面蜘蛛結網方向實驗；A：養蟲帳篷三面遮光，一面受光，B：蜘蛛結網後，記錄蜘蛛腹面朝向方向。

實驗三、探討橫帶人面蜘蛛於不同空間分布時，各種處理之捕蟲率差異

實驗目標：本組實驗目的為探討橫帶人面蜘蛛單獨結網與群聚結網不同處理間捕蟲率是否具有差異。

實驗三之一、單獨結網及群聚結網之棲地間獵物數量差異

實驗流程：

- (一) 本實驗時段分別為 2021 年 12 月 11 日的 10:00 - 12:00 及 2021 年 12 月 12 日、12 月 18 日、12 月 26 日、2022 年 1 月 1 日、1 月 2 日的 9:00 - 17:00。
- (二) 實驗期間於新北市土城區太極嶺樣區內分別於蜘蛛單獨結網與群聚結網的棲地各設置 1 組萬向馬氏網 (圖十、A & B)。
- (三) 各時段實驗結束時將 2 組馬氏網收集到的獵物帶回實驗室鑒定種類並記錄數量，以 excel 分析兩種棲地之獵物數量是否具有差異。

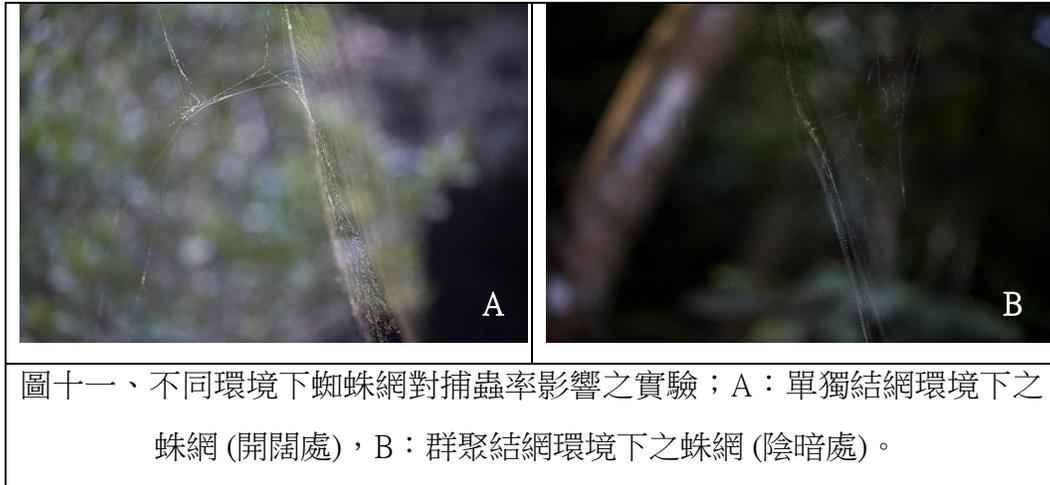


實驗三之二、蜘蛛網在單獨結網及群聚結網之環境下對捕蟲率之影響

實驗流程：

- (一) 本實驗時段分別為 2021 年 12 月 12 日、12 月 18 日的 9:00 - 17:00。
- (二) 實驗期間於新北市土城區太極嶺樣區內分別標記單獨結網與群聚結網的蜘蛛網各 1 個 (圖十一、A&B)，將網上的蜘蛛及裝飾物皆移除。
- (三) 收集蜘蛛網上的獵物，保存於 75% 酒精瓶內，每小時收集 1 次，每次收集後要確認網上沒有獵物留在網上。
- (四) 將獵物帶回實驗室鑒定種類、數量，以 excel 分析兩種棲地蜘蛛網上之獵物數量是否具

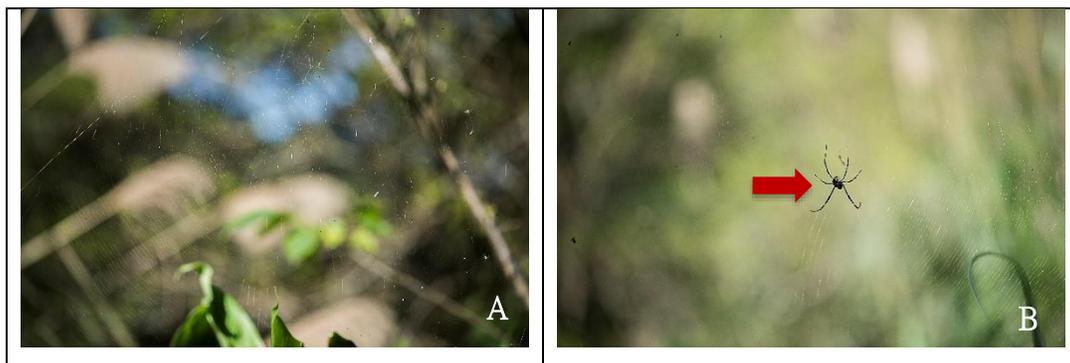
有差異。



實驗三之三、網上蜘蛛在單獨結網及群聚結網之環境下對捕蟲率之影響

實驗流程：

- (一) 本實驗時段分別為 2021 年 12 月 26 日及 2022 年 1 月 1 日的 9:00 - 17:00。
- (二) 實驗期間於新北市土城區太極嶺樣區內分別標記單獨結網與群聚結網的蜘蛛網各 2 個，共 4 個；單獨結網型態的其中 1 個網將網上的蜘蛛及裝飾物皆移除 (圖十二、A)，另 1 個網將網上的裝飾物移除，但保留蜘蛛 (圖十二、B)，群聚結網型態的其中 1 個網將網上的蜘蛛及裝飾物皆移除 (圖十二、C)，另 1 個網將網上的裝飾物移除，但保留蜘蛛 (圖十二、D)。
- (三) 收集蜘蛛網上的獵物，保存於 75% 酒精瓶內，每小時收集 1 次，每次收集後要確認網上沒有獵物留在網上。
- (四) 將獵物帶回實驗室鑒定種類、數量，以 excel 分析兩種棲地蜘蛛網上之獵物數量是否具有差異。





圖十二、不同空間分布型態，蜘蛛存在與否對捕蟲率影響之實驗；A：單獨結網型態者將網上的蜘蛛及裝飾物皆移除，B：單獨結網型態者將網上的裝飾物移除，但保留蜘蛛，C：群聚結網型態者將網上的蜘蛛及裝飾物皆移除，D：群聚結網型態者將網上的裝飾物移除，但保留蜘蛛。(箭頭處為蜘蛛)

實驗三之四、網上裝飾物在單獨結網及群聚結網之環境下對捕蟲率之影響

實驗流程：

- (一) 本實驗時段分別為 2022 年 1 月 2 日、1 月 15 日的 9:00 - 17:00。
- (二) 實驗期間於新北市土城區太極嶺樣區內分別標記單獨結網與群聚結網的蜘蛛網各 2 個，共 4 個；單獨結網型態的其中 1 個網將網上的蜘蛛及裝飾物皆移除 (圖十三、A)，另 1 個網將網上的蜘蛛移除，但保留裝飾物 (圖十三、B)，群聚結網型態的其中 1 個網將網上的蜘蛛及裝飾物皆移除 (圖十三、C)，另 1 個網將網上的蜘蛛移除，但保留裝飾物 (圖十三、D)
- (三) 收集蜘蛛網上的獵物，保存於 75% 酒精瓶內，每小時收集 1 次，每次收集後要確認網上沒有獵物留在網上。
- (四) 將獵物帶回實驗室鑒定種類、數量，以 excel 分析兩種棲地蜘蛛網上之獵物數量是否具有差異。





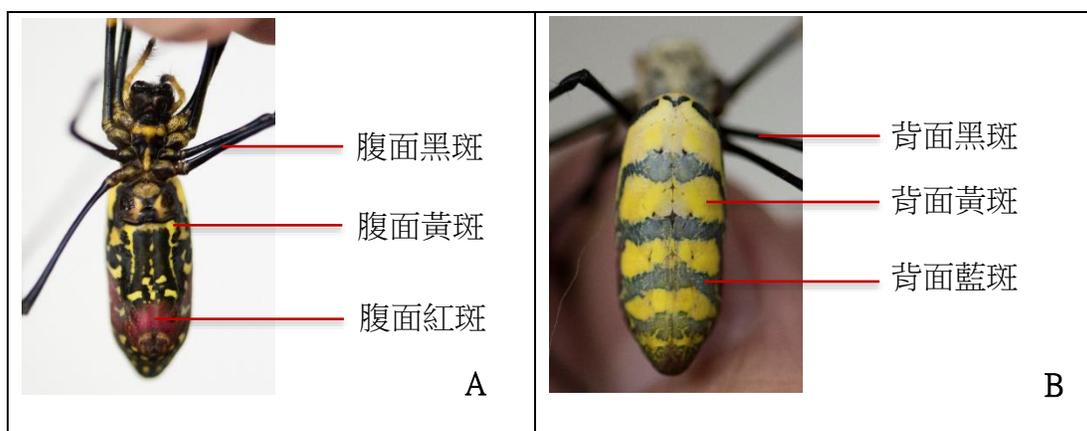
圖十三、不同空間分布型態，裝飾物存在與否對捕蟲率影響之實驗；A：單獨結網型態者將網上的蜘蛛及裝飾物皆移除，B：單獨結網型態者將網上的蜘蛛移除，但保留裝飾物，C：群聚結網型態者將網上的蜘蛛及裝飾物皆移除，D：群聚結網型態者將網上的蜘蛛移除，但保留裝飾物。(箭頭處為裝飾物)

實驗四、分析橫帶人面蜘蛛身上不同色斑的光譜反射率

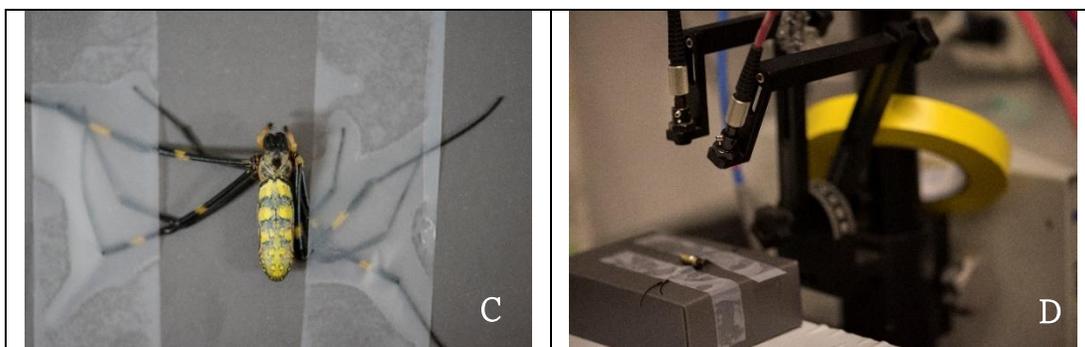
實驗目標：本實驗目的想探討不同部位、不同顏色斑塊是否在反射率上有所差異。

實驗流程：

- (一) 選擇橫帶人面蜘蛛腹面及背面主要的顏色斑塊，分別為腹面黃斑、腹面紅斑、腹面黑斑、背面藍斑、背面黃斑、背面黑斑 (圖十四、A & B)。
- (二) 將蜘蛛以無痕膠帶固定 (圖十四、C)，利用光譜儀測量不同部位個顏色斑塊之顏色光譜及光譜反射率 (圖十四、D)。
- (三) 將測得各色斑塊的光譜反射率數據利用 excel 軟體分析作圖。



圖十四、橫帶人面蜘蛛各部位色斑光譜反射率測量實驗；A：腹面測量色斑，B：背面測量色斑。



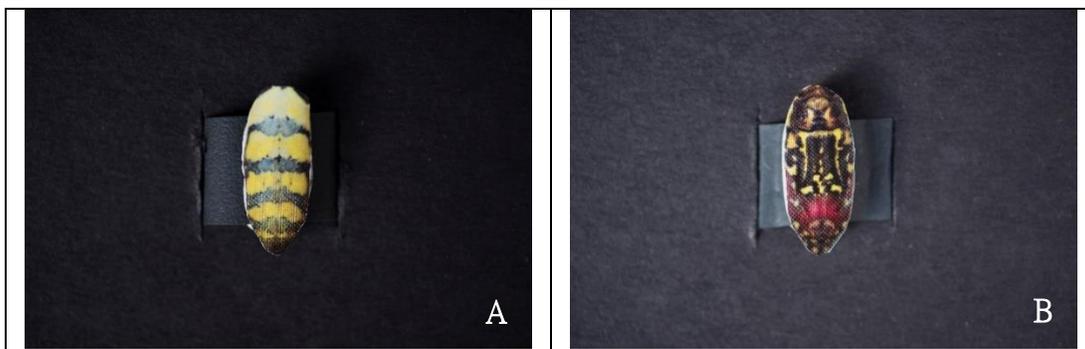
圖十四、橫帶人面蜘蛛各部位色斑光譜反射率測量實驗； C：蜘蛛以無痕膠帶固定於載物檯，D：光譜反射率測量裝置。

實驗五、探討橫帶人面蜘蛛背、腹面對獵物的吸引力是否有差異

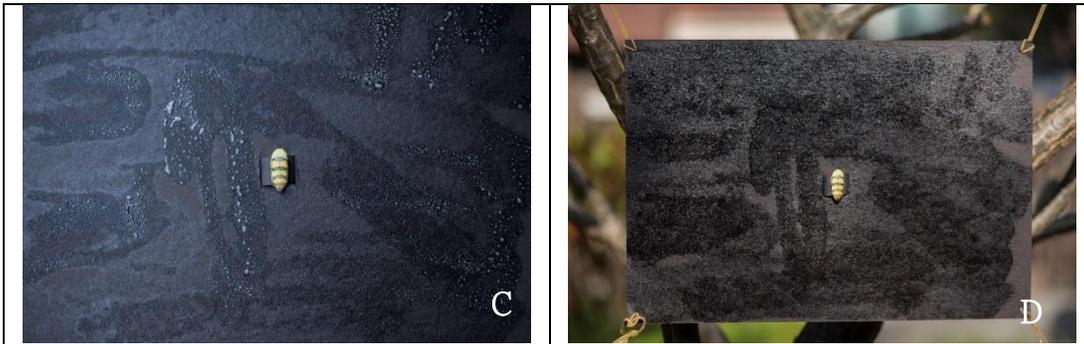
實驗目標：本實驗目的為想了解橫帶人面蜘蛛背面與腹面色斑對蜘蛛獵物的吸引力是否有差異。

實驗流程：

- (一) 本實驗時間從 2022 年 2 月 19 日至 2022 年 2 月 28 日。
- (二) 將經過校色之橫帶人面蜘蛛背面及腹面照片黏貼於黏土上 (圖十五、A & B)。
- (三) 將此黏上蜘蛛背面照片及腹面照片之黏土分別固定於黑色卡紙中央，並在黑色卡紙噴上無色無味黏蟲膠 (圖十五、C)。
- (四) 將分別黏上蜘蛛背面照片及腹面照片之黏土的 2 張黑色卡紙以橡皮筋綁在室外 (圖十五、D)，每組黑色卡紙放置時間為每日 6:00 - 20:00，每日記錄各組黑色卡紙上獵物種類及數量，並換新的黑色卡紙重複上述實驗。
- (五) 將各組獵物數量紀錄以 excel 統計分析是否具有差異。



圖十五、橫帶人面蜘蛛背面及腹面對獵物吸引力實驗； A：假蜘蛛背面觀，B：假蜘蛛腹面觀。



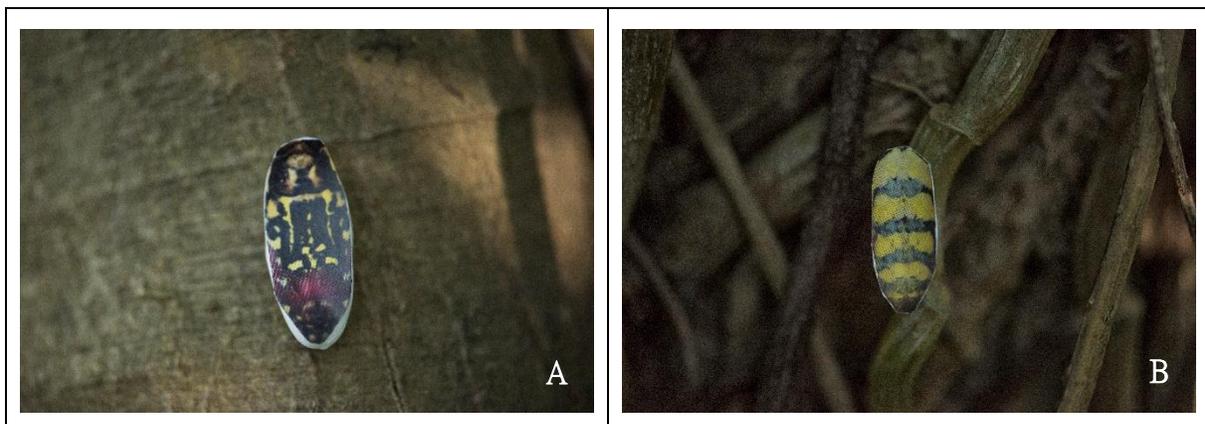
圖十五、橫帶人面蜘蛛背面及腹面對獵物吸引力實驗； C：黏上蜘蛛照片之黏土固定於黑色卡紙中央，D：將黏上假蜘蛛之黑色卡紙架於野外。

實驗六、探討橫帶人面蜘蛛背、腹面對捕食者的吸引力是否有差異

實驗目標：本實驗目的為想了解橫帶人面蜘蛛背面與腹面色斑對蜘蛛捕食者的吸引力是否有差異。

實驗流程：

- (一) 本實驗時間從 2022 年 2 月 19 日至 2022 年 2 月 28 日，及 2022 年 5 月 14 日至 2022 年 5 月 28 日
- (二) 兩次實驗期間分別將經過校色之橫帶人面蜘蛛背面及腹面照片各 15 隻黏貼於軟黏土上，製作成假蜘蛛，共 60 隻。
- (三) 將此 60 隻假蜘蛛隨機固定於樹幹上 (圖十六、A & B)。
- (四) 分別於放置 10 或 14 天後，觀察紀錄假蜘蛛是否受到攻擊，進行卡方獨立性檢定分析兩組假蜘蛛被攻擊機率是否有明顯差異。



圖十六、橫帶人面蜘蛛背面及腹面對捕食者吸引力實驗； A：腹面觀假蜘蛛固定於樹幹，B：背面觀假蜘蛛固定於樹幹。

肆、研究結果

一、野外觀察記錄橫帶人面蜘蛛結網相關資料

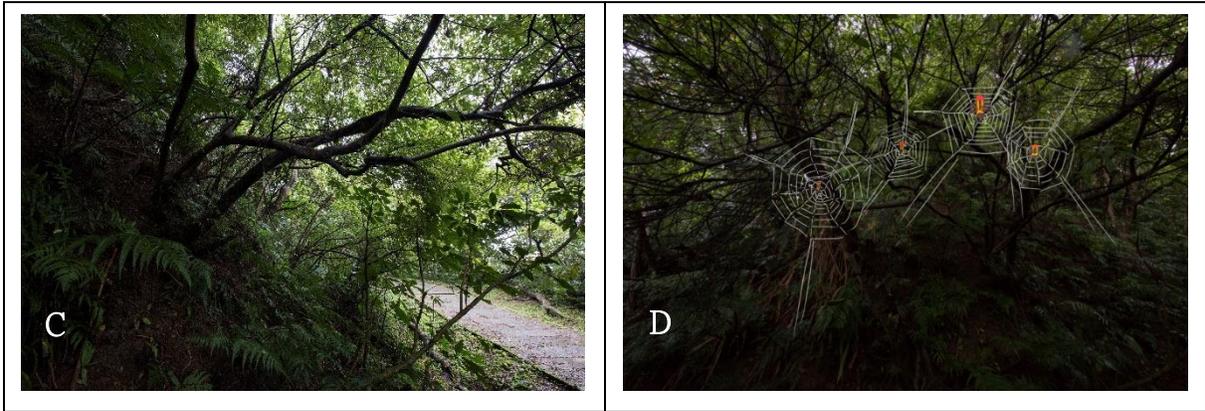
6 次野外調查共記錄了 186 隻橫帶人面蜘蛛，其中群聚結網的共有 33 群 139 隻 (每群 2 - 6 隻)，獨居的共有 47 隻 (表一)。

單獨結網之蜘蛛主要分布在步道沿線樹冠層較開闊處，整體光照度較強 (圖十七、A & B)，群聚結網之蜘蛛主要分布在樹冠層較密，較陰暗處，通常位於步道靠山壁側或林木較密處，整體光照度相對較弱 (圖十七、C & D)。

表一、橫帶人面蜘蛛野外採集紀錄

		橫帶人面蜘蛛數量紀錄		
調查回數	調查日期	單獨結網	群聚結網	
		隻數	群數	隻數
第一次	2021/8/29	6	4	13
第二次	2021/10/2	5	1	6
第三次	2021/10/3	5	4	19
第四次	2021/11/7	4	7	29
第五次	2021/12/5	11	6	32
第六次	2021/12/19	16	11	40



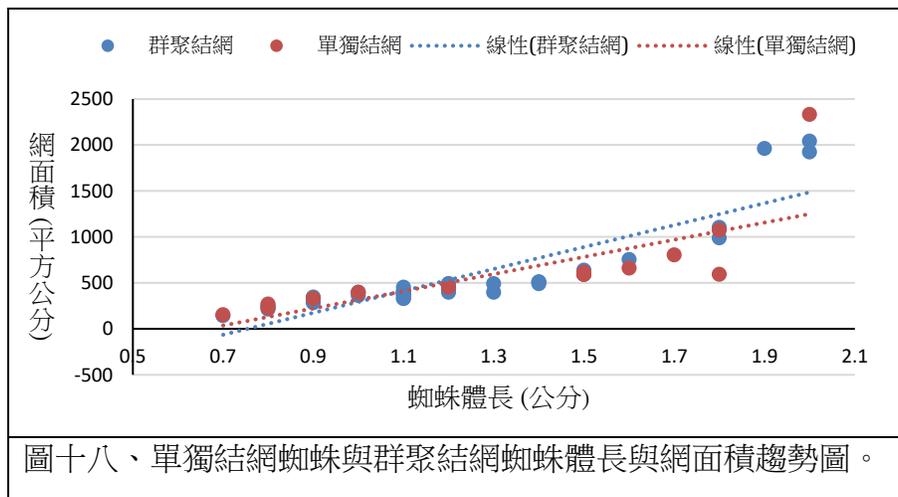


圖十七、橫帶人面蜘蛛不同空間分布型態之環境；A & B：單獨結網蜘蛛之棲地，較開闊處 (A：蛛網側面照，B：蛛網正面照)，C & D：群聚結網蜘蛛之棲地，較陰暗處 (C：蛛網側面照，D：蛛網正面照)。

本研究期間樣區內，單獨結網與群聚結網族群間，各類調查因子比較結果如下：

(一) 單獨結網與群聚結網在網面積上的差異

本研究前 3 次野外調查共記錄單獨結網之蜘蛛共 15 隻，體長從 0.7 - 2.0 公分，網面積從 153.86 - 2331.65 平方公分，群聚結網之蜘蛛共 37 隻，體長從 0.7 - 2.0 公分，網面積從 143.07 - 2041.79 平方公分，兩者體長與網面積相關圖之趨勢線幾乎重疊 (圖十八)，即單獨結網者與群聚結網者在網面積上無明顯差異。

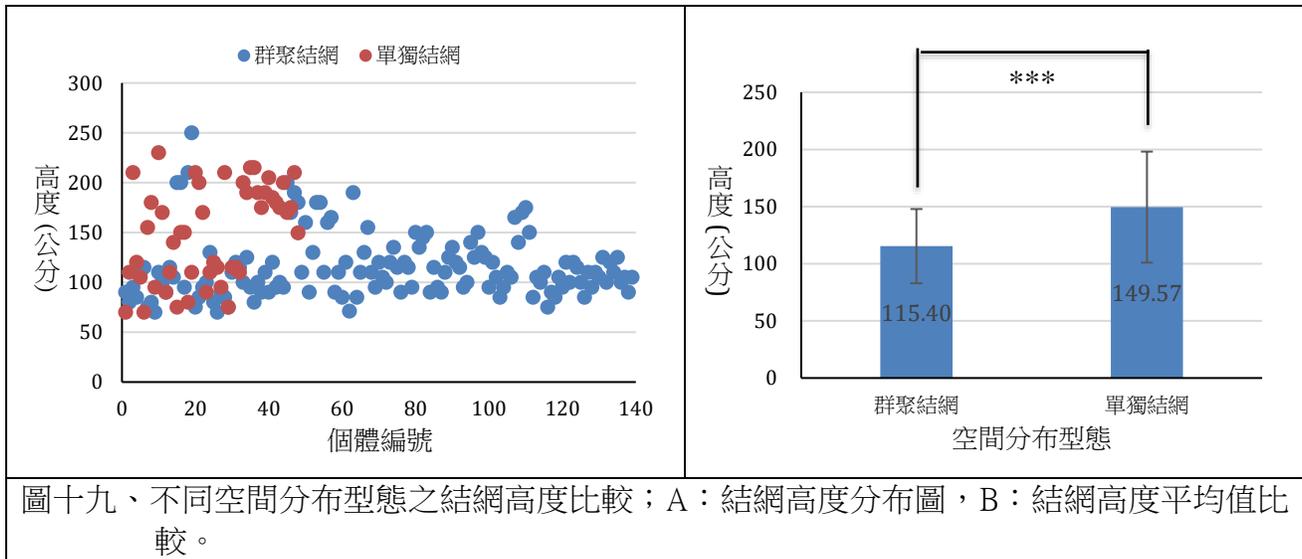


圖十八、單獨結網蜘蛛與群聚結網蜘蛛體長與網面積趨勢圖。

(二) 單獨結網與群聚結網在結網高度上的差異

本研究 6 次樣區內野外調查紀錄顯示，單獨結網者結網高度從 70 - 230 公分，平均值為 149.57 ± 48.56 ($n = 47$)，群聚結網者結網高度從 70 - 250 公分，平均值為 115.40 ± 32.48 公分 ($n = 139$)；經 Z- 檢定， p 值為 $6.93 \text{ E-}06$ ，遠小於 0.05，即兩者結網高度平均值有明顯差異，單獨結

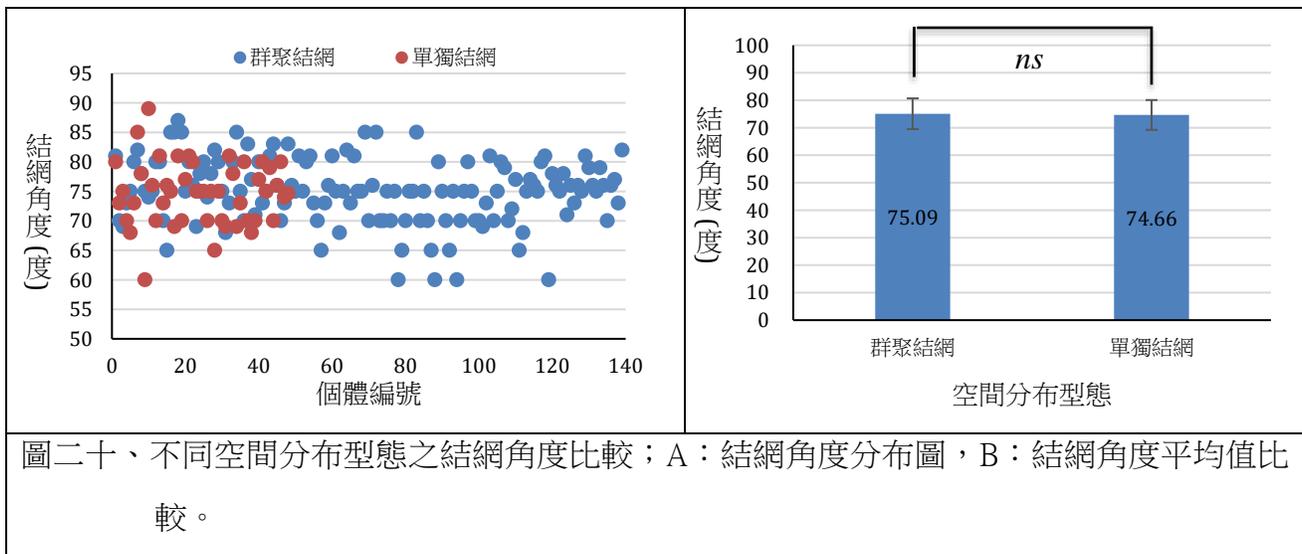
網者結網高度平均值高於群聚結網者 (圖十九、A & B)。



圖十九、不同空間分布型態之結網高度比較；A：結網高度分布圖，B：結網高度平均值比較。

(三) 單獨結網與群聚結網在結網角度上的差異

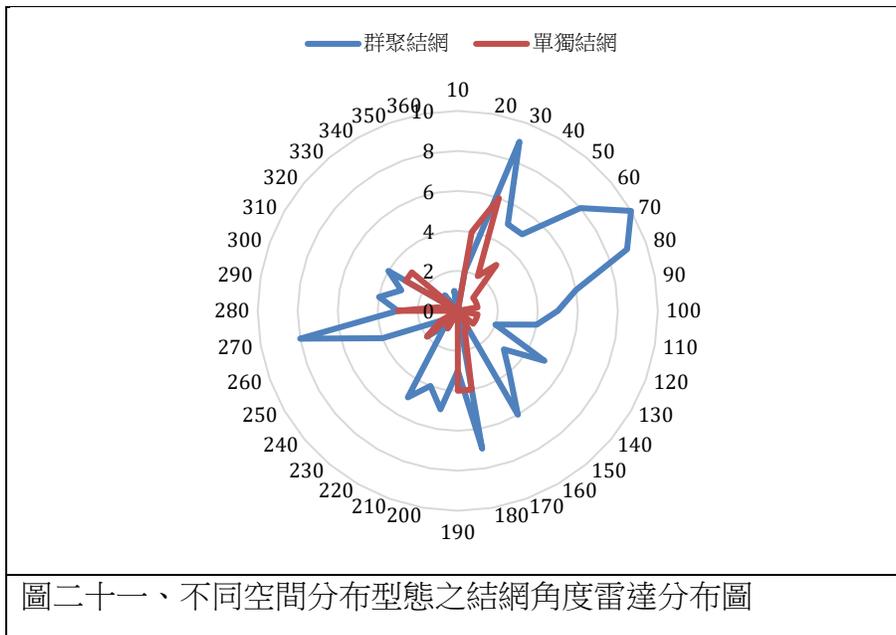
本研究 6 次樣區內野外調查紀錄顯示，單獨結網者結網角度從 60 - 89 度，平均值為 74.66 ± 5.42 ($n = 47$)，群聚結網者結網角度從 60 - 87 度，平均值為 75.09 ± 5.59 度 ($n = 139$)；經 Z 檢定， p 值為 0.64，遠大於 0.05，即單獨結網者結網角度與群聚結網者結網角度無明顯差異，(圖二十、A & B)。



圖二十、不同空間分布型態之結網角度比較；A：結網角度分布圖，B：結網角度平均值比較。

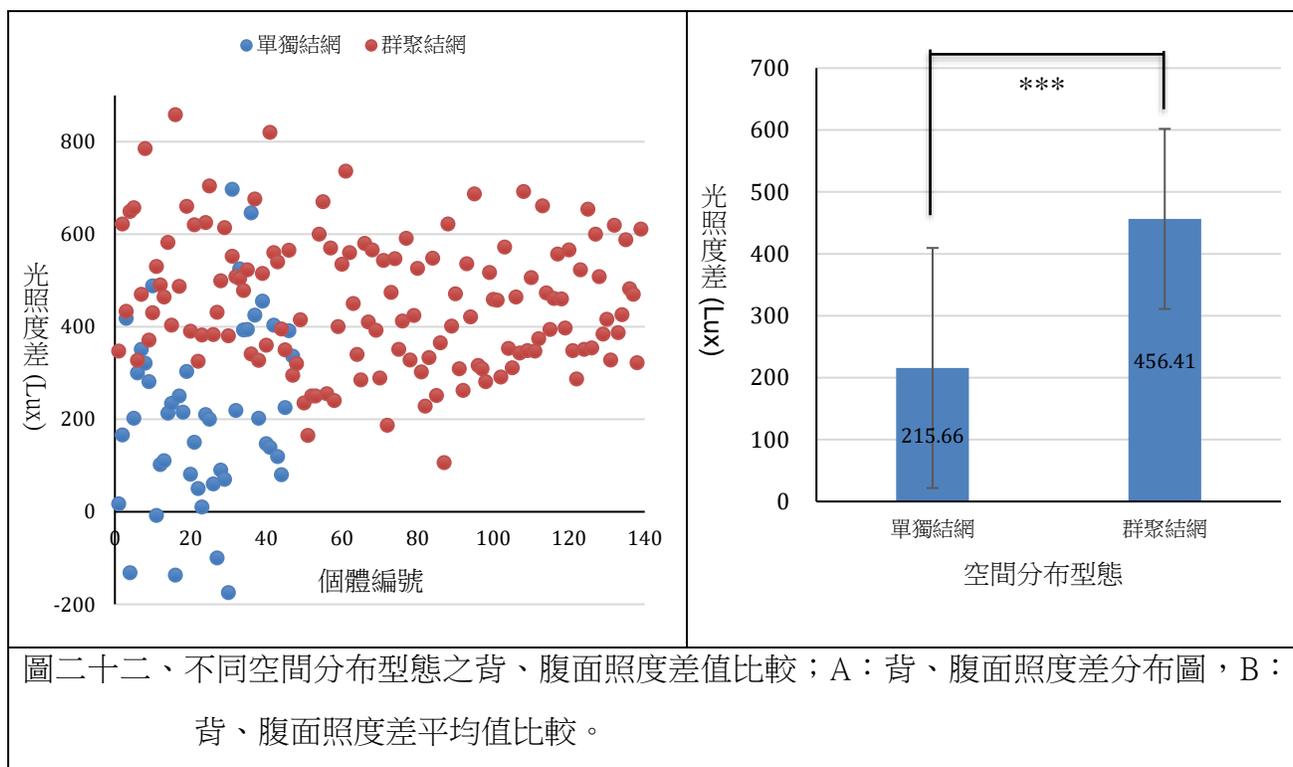
(四) 單獨結網與群聚結網在結網方位上的差異

本研究 6 次樣區內野外調查紀錄顯示，單獨結網者結網方位從 15 - 320 度 ($n = 47$)，群聚結網者結網方位從 17 - 360 度 ($n = 139$)，兩者結網方位均非常多變 (圖二十一)。



(五) 單獨結網與群聚結網在腹面及背面光照度上的差異

本研究 6 次樣區內蜘蛛背、腹面光照度測量結果顯示，蜘蛛腹面照度幾乎都高於背面照度，即蜘蛛都是以腹面朝向環境較亮處，且經計算背、腹面所受光照度差值發現，單獨結網者背、腹面照度差平均值為 215.66 ± 193.84 ($n = 47$)，群聚結網者背、腹面照度差平均值為 456.41 ± 145.46 ($n = 139$)，經 Z -檢定， p 值為 $1.33 \text{ E-}15$ ，遠小於 0.05 ，兩者背、腹面照度差平均值有明顯差異 (圖二十二、A & B)，群聚結網者背、腹面照度遠大於單獨結網者之背、腹面照度差，即群聚結網者背、腹面光照度對比較大。



圖二十二、不同空間分布型態之背、腹面照度差值比較；A：背、腹面照度差分布圖，B：背、腹面照度差平均值比較。

實驗二、探討光源方向對橫帶人面蜘蛛結網方向之影響

本實驗從 2021 年 12 月 8 日至 2022 年 1 月 12 日共計 36 天，總共使用 7 隻橫帶人面蜘蛛，飼養於養蟲帳篷內，光源開口方向從東方開始依序為東、南、西、北，重複 6 次，共記錄了 24 次結網行為 (表二)，蜘蛛放入後可在 1 天內結好網，若無法在 1 天內結好網，就更換另一隻新的蜘蛛，每次實驗前需將前次蜘蛛所結之網清理乾淨，觀察紀錄顯示，24 次蜘蛛結網行為均呈現蜘蛛將其腹面朝向養蟲帳篷開口，即蜘蛛結網時均是以腹面朝向光源方向。

表二、室內飼養帳篷內橫帶人面蜘蛛結網方向與光源方向關係

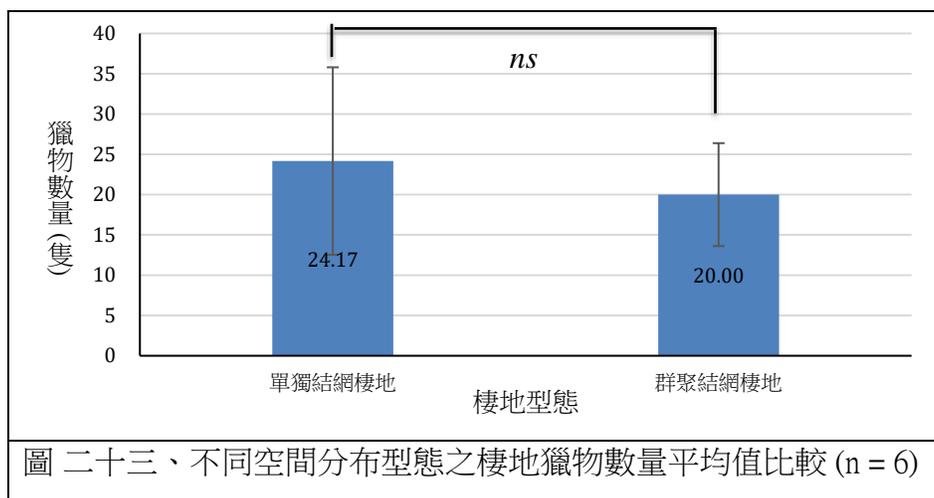
蜘蛛結網日期	蜘蛛編號	飼養帳篷開口方向 (光源方向)	蜘蛛結網後腹部朝向的方向
2021-12-8	No.1	東	東
2021-12-9	No.1	南	南
2021/12/10	No.1	西	西
2021/12/14	No.2	北	北

2021/12/15	No.2	東	東
2021/12/16	No.2	南	南
2021/12/17	No.2	西	西
2021-12-20	No.3	北	北
2021-12-21	No.3	東	東
2021/12/23	No.4	南	南
2021/12/24	No.4	西	西
2021/12/25	No.4	北	北
2021/12/26	No.4	東	東
2021/12/28	No.5	南	南
2021/12/29	No.5	西	西
2021/12/30	No.5	北	北
2022/1/3	No.6	東	東
2022/1/4	No.6	南	南
2022/1/5	No.6	西	西
2022/1/6	No.6	北	北
2022/1/9	No.7	東	東
2022/1/10	No.7	南	南
2022/1/11	No.7	西	西
2022/1/12	N0.7	北	北

實驗三、探討橫帶人面蜘蛛於不同空間分布時，各種處理之捕蟲率差異

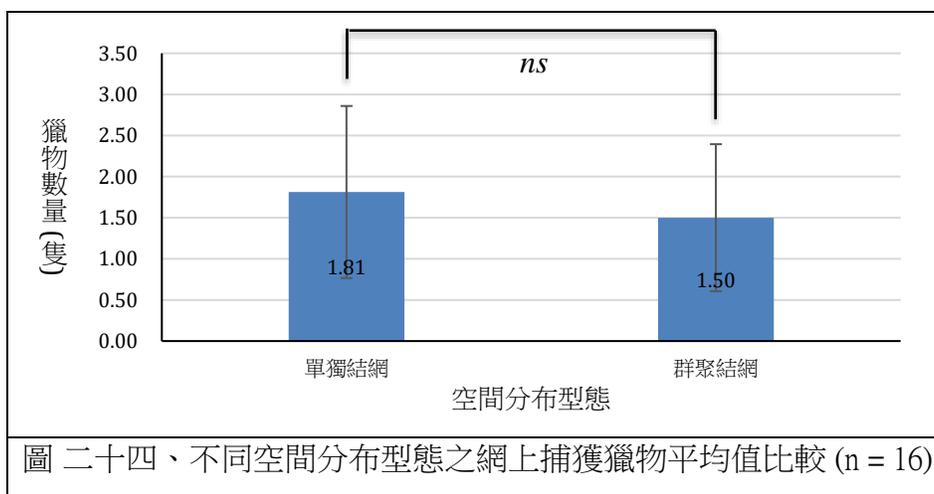
實驗三之一、單獨結網及群聚結網之棲地間獵物數量差異

本研究 6 次馬氏網調查結果顯示，兩種棲地捕獲獵物組成差異不大，均以雙翅目占最多，分別為 41% (單獨結網棲地)，及 51% (群聚結網棲地)，單獨結網的棲地捕獲獵物共 145 隻，平均值為 24.17 ± 11.63 ($n = 6$)，群聚結網的棲地捕獲獵物共 120 隻，平均值為 20 ± 6.39 ($n = 6$)，經 t-檢定， p 值為 0.46，遠大於 0.05，即兩種棲地捕獲獵物數量平均值無明顯差異 (圖二十三)。



實驗三之二、蜘蛛網在單獨結網及群聚結網之環境下對捕蟲率之影響

本研究 2 天的調查，從 9:00 至 17:00，每小時記錄 1 次網上捕獲獵物數量，各記錄 16 筆，結果顯示，兩種空間分布型態的蜘蛛網上捕獲獵物組成相似，均以雙翅目為最多，分別為 48% (單獨結網棲地)，及 71% (群聚結網棲地)，單獨結網的網上捕獲獵物共 29 隻，平均值為 1.81 ± 1.05 (n = 16)，群聚結網的網上捕獲獵物共 24 隻，平均值為 1.50 ± 0.89 (n = 16)，經 t-檢定，p 值為 0.37，遠大於 0.05，即兩種空間分布之網上捕獲獵物數量平均值無明顯差異 (圖二十四)。

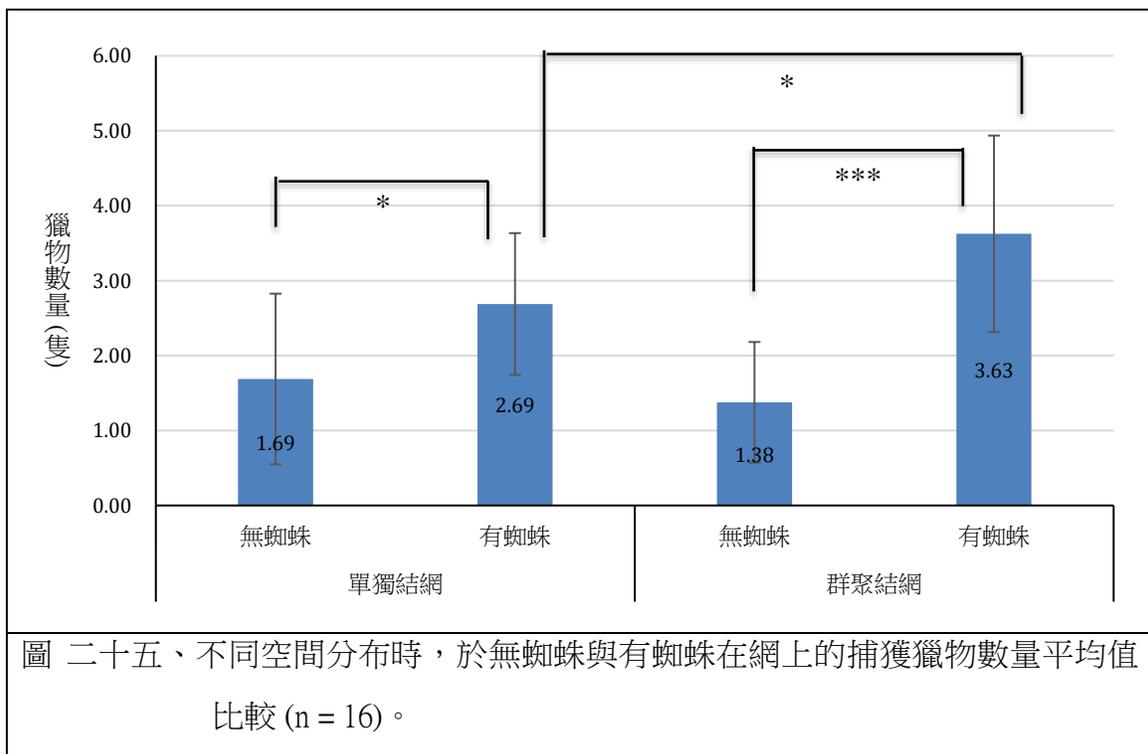


實驗三之三、網上蜘蛛在單獨結網及群聚結網之環境下對捕蟲率之影響

本研究 2 天的調查，從 9:00 至 17:00，每小時記錄 1 次網上捕獲獵物數量，各記錄 16 筆，結果顯示，兩種空間分布型態的 4 個蜘蛛網上捕獲獵物組成相似，均以雙翅目為最多，分別為 67% (單獨結網之網上無蜘蛛)、67% (單獨結網之網上有蜘蛛)、50% (群聚結網之網上無蜘蛛)，及 58% (群聚結網之網上有蜘蛛)；單獨結網之網上無蜘蛛之捕獲獵物共 27 隻，平均值為 1.69 ± 1.14 (n = 16)，單獨結網之網上有蜘蛛之捕獲獵物共 43 隻，平均值為 2.69 ± 0.95 (n = 16)，群聚結

網之網上無蜘蛛之捕獲獵物共 22 隻，平均值為 1.38 ± 0.81 ($n = 16$)，群聚結網之網上有蜘蛛之捕獲獵物共 58 隻，平均值為 3.63 ± 1.31 ($n = 16$)。

利用 t-檢定檢驗各組捕獲獵物平均值比較，(a) 單獨結網與群聚結網在網上無蜘蛛時， p 值為 0.38，遠大於 0.05，即兩種空間分布之網上無蜘蛛時捕獲獵物數量平均值無明顯差異；(b) 單獨結網與群聚結網在網上有蜘蛛時， p 值為 0.03，小於 0.05，即兩種空間分布之網上有蜘蛛時捕獲獵物數量平均值具有明顯差異；(c) 單獨結網時，無蜘蛛與有蜘蛛在網上捕獲獵物平均值之比較， p 值為 0.01，小於 0.05，即單獨結網時，有蜘蛛在網上時捕獲獵物平均值大於無蜘蛛時之平均值；(d) 群聚結網時，無蜘蛛與有蜘蛛在網上捕獲獵物平均值之比較， p 值為 2.12×10^{-6} ，遠小於 0.05，即群聚結網時，有蜘蛛在網上時捕獲獵物平均值遠大於無蜘蛛時之平均值 (圖二十五)。

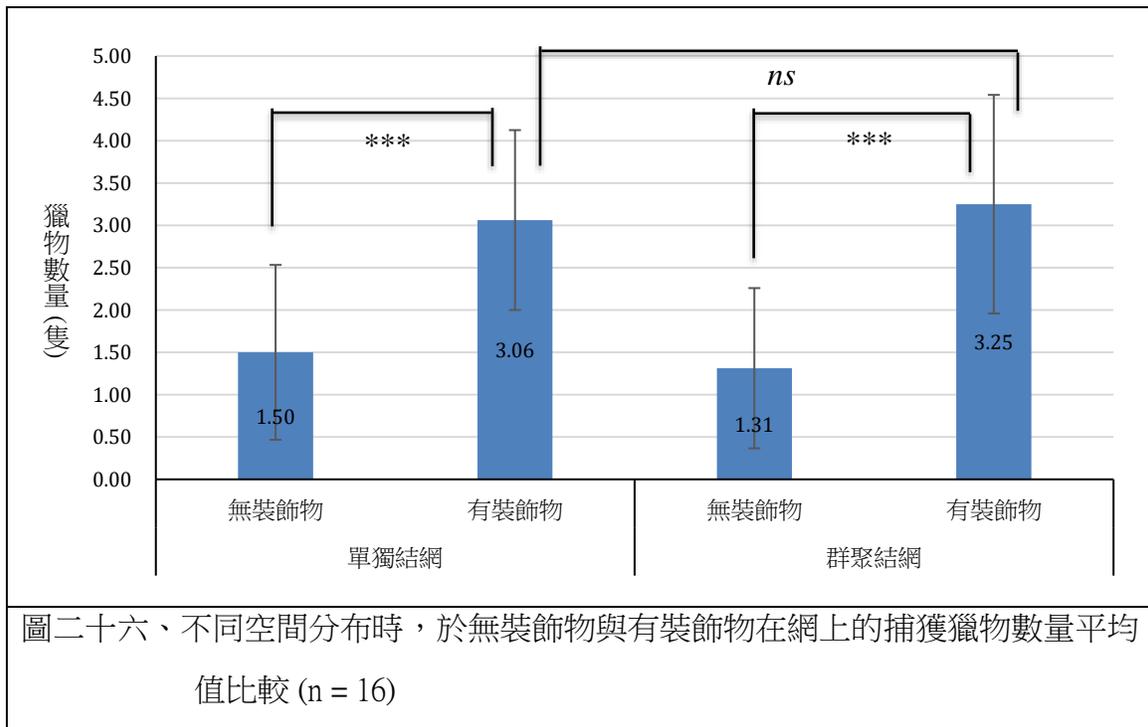


實驗三之四、網上裝飾物在單獨結網及群聚結網之環境下對捕蟲率之影響

本研究 2 天的調查，從 9:00 至 17:00，每小時記錄 1 次網上捕獲獵物數量，各記錄 16 筆，結果顯示，兩種空間分布型態的 4 個蜘蛛網上捕獲獵物組成相似，均以雙翅目為最多，分別為 58% (單獨結網之網上無裝飾物)、55% (單獨結網之網上有裝飾物)、43% (群聚結網之網上無裝飾物)，及 79% (群聚結網之網上有裝飾物)；單獨結網之網上無裝飾物之捕獲獵物共 24 隻，平均值為 1.50 ± 1.03 ($n = 16$)，單獨結網之網上有裝飾物之捕獲獵物共 49 隻，平均值為 3.06 ± 1.06 ($n = 16$)。

= 16)，群聚結網之網上無裝飾物之捕獲獵物共 21 隻，平均值為 1.31 ± 0.95 ($n = 16$)，群聚結網之網上有裝飾物之捕獲獵物共 52 隻，平均值為 3.25 ± 1.29 ($n = 16$)。

利用 t - 檢定檢驗各組捕獲獵物平均值比較，(a) 單獨結網與群聚結網在網上無裝飾物時， p 值為 0.60，遠大於 0.05，即兩種空間分布之網上無裝飾物時捕獲獵物數量平均值無明顯差異；(b) 單獨結網與群聚結網在網上有裝飾物時， p 值為 0.66，遠大於 0.05，即兩種空間分布之網上有裝飾物時捕獲獵物數量平均值無明顯差異；(c) 單獨結網時，無裝飾物與有裝飾物在網上捕獲獵物平均值之比較， p 值為 $2.0 \text{ E-}04$ ，遠小於 0.05，即單獨結網時，有裝飾物在網上時捕獲獵物平均值大於無裝飾物時之平均值；(d) 群聚結網時，無裝飾物與有裝飾物在網上捕獲獵物平均值之比較， p 值為 $3.64 \text{ E-}05$ ，遠小於 0.05，即群聚結網時，有裝飾物在網上時捕獲獵物平均值遠大於無裝飾物時之平均值 (圖二十六)。



實驗四、分析橫帶人面蜘蛛身上不同色斑的光譜反射率

橫帶人面蜘蛛身上各色斑光譜分析實驗中，本實驗針對蜘蛛背面及腹面選擇主要色斑，分別為背側黃斑、背側黑斑、背側藍斑、腹側黃斑、腹側黑斑及腹側紅斑，分析結果顯示：橫帶人面蜘蛛背側黃斑波長為 606.78 nm，背側藍斑波長為 493.88 nm，腹側黃斑波長為 607.78 nm，腹側紅斑波長為 642.51 (圖二十七)；各色斑光譜反射率測量重複數從 5 - 10 次不等，結果顯示，背側黃斑反射率約為 42.58 %、背側黑斑反射率約為 2 - 3 %、背側藍斑反射率約為 23.94 %、

腹側黃斑反射率約為 5.85 %、腹側黑斑反射率約為 2 - 3 %，腹側紅斑反射率約為 16.49 % (圖二十八)；背側以黃斑及藍斑反射率較高，腹側以黃斑及紅斑反射率較高，且背側黃斑及藍斑反射率均高於腹側黃斑及紅斑的反射率。

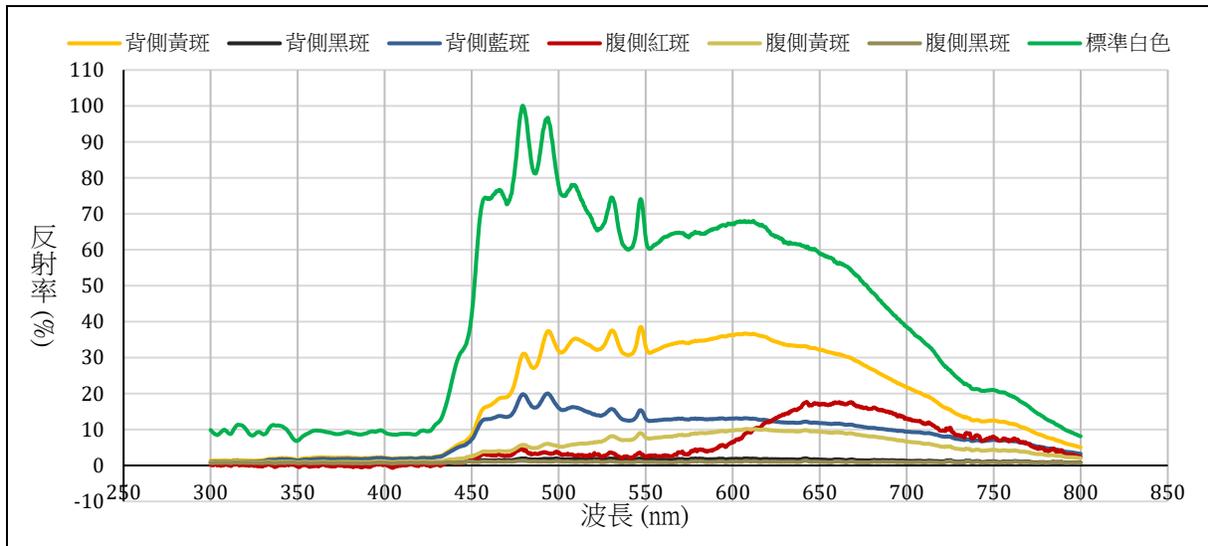


圖 二十七、橫帶人面蜘蛛身體各色斑顏色光譜圖

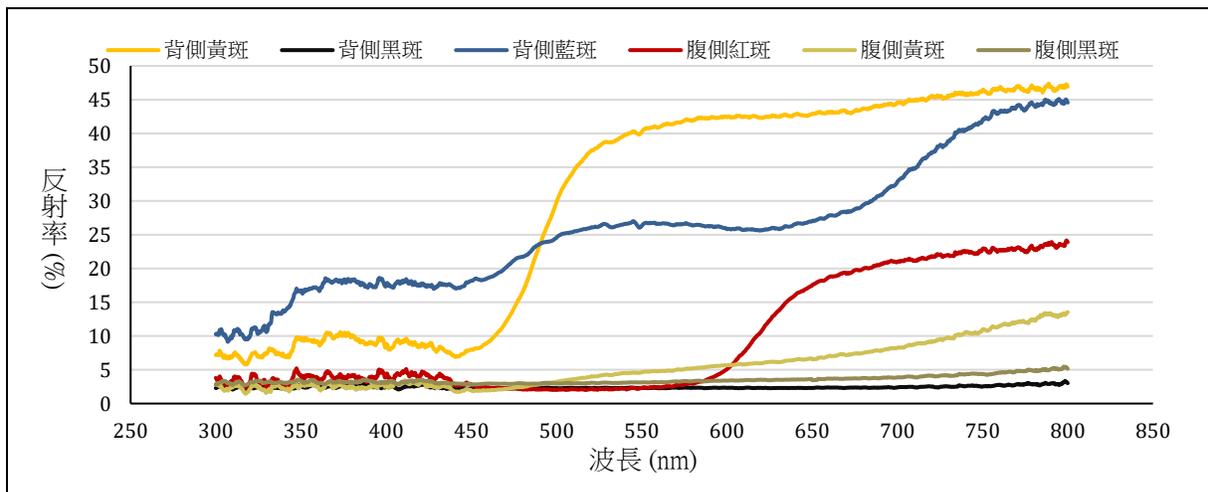
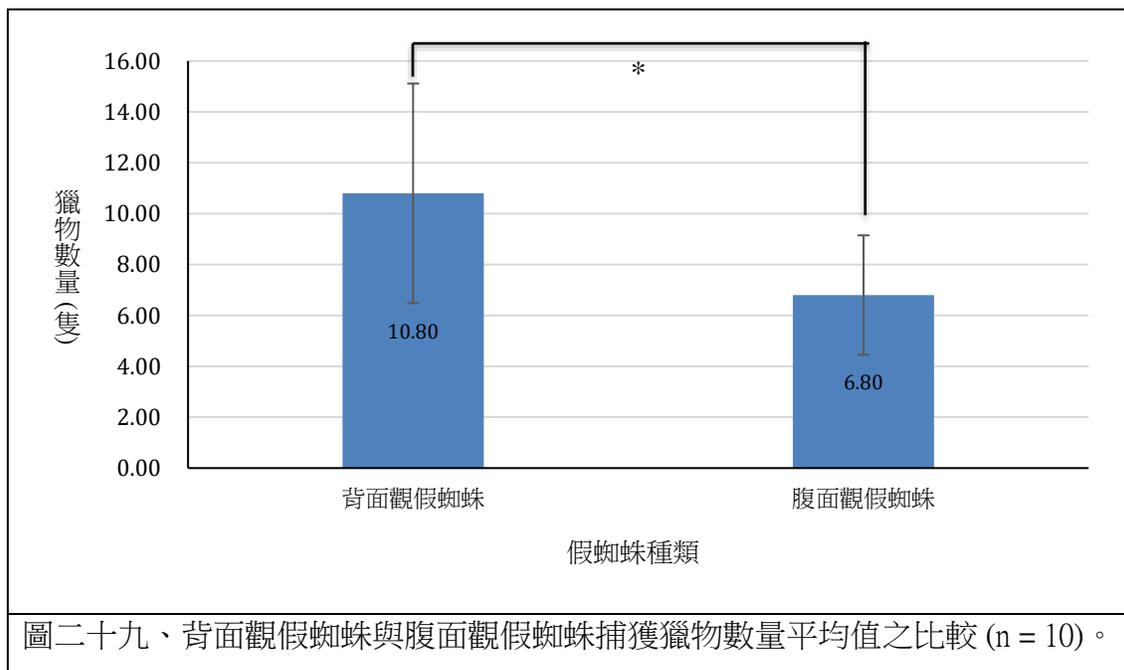


圖 二十八、橫帶人面蜘蛛身體各色斑光譜反射率

實驗五、探討橫帶人面蜘蛛背、腹面對獵物的吸引力是否有差異

本實驗於 2022 年 2 月 19 日至 2022 年 2 月 28 日進行，每天收集黑色卡紙上黏附的獵物，共收集背面觀假蜘蛛及腹面觀假蜘蛛兩組黑色卡紙上獵物各 10 筆，共 20 筆獵物數量；兩者捕獲獵物組成相似，均以雙翅目為主，分別為 79% (背面觀假蜘蛛) 及 81% (腹面觀假蜘蛛)，背面觀假蜘蛛的獵物捕獲總數為 108 隻，平均值為 10.80 ± 4.32 ($n = 10$)，腹面觀假蜘蛛的獵物捕獲總數為 68 隻，平均值為 6.8 ± 2.35 ($n = 10$)，經 t-檢定， p 值為 0.02，小於 0.05，即背面觀假蜘蛛捕

獲獵物數量平均值明顯高於腹面觀假蜘蛛所捕獲獵物數量之平均值 (圖二十九)。



實驗六、探討橫帶人面蜘蛛背、腹面對捕食者的吸引力是否有差異

本實驗於 2022 年 2 月 19 日將橫帶人面蜘蛛背面觀及腹面觀之假蜘蛛各 15 隻隨機黏於野外樹幹上，10 天後於 2022 年 2 月 28 日進行檢視，15 隻腹面觀假蜘蛛中僅有 1 隻被破壞，15 隻背面觀假蜘蛛有 2 隻被破壞，而 2022 年 5 月 14 日放置的橫帶人面蜘蛛背面觀及腹面觀之假蜘蛛各 15 隻，14 天後於 2022 年 5 月 28 日進行檢視，僅有 3 隻背面觀假蜘蛛被破壞，因捏製成假蜘蛛身體之黏土是以 2 根釘子固定於樹幹且黏性強，所以不會因下雨而變形，故只要黏土有移位，就判定為被攻擊 (圖三十、A & B)。

故兩次實驗 30 隻腹面觀假蜘蛛僅有 1 隻被攻擊，30 隻背面觀假蜘蛛共有 5 隻被攻擊，收集之數據以網站上之卡方獨立性檢定計算器計算，使用葉氏連續性校正之後的卡方檢定統計量 $\chi^2 = 2.963$ ， p 值 = 0.197，未達 $\alpha = 0.05$ 的顯著水準，因此無法拒絕虛無假設。表示「蜘蛛腹背面」的不同對「是否被攻擊」並沒有顯著的影響。



伍、討論

一、橫帶人面蜘蛛於不同空間分布型態時各類因子之間的差異

本研究首先針對野外橫帶人面蜘蛛單獨結網及群聚結網的數量進行調查記錄，並根據前人研究設定幾種可能影響蜘蛛結網的因子觀察記錄，如結網方向及結網角度可能會影響體溫調控、受風面積及捕蟲數量，結網高度也會影響捕蟲數，而結網面積也可能受到風速大小影響 (Biere & George, 1981; Hieber, 1984; 吳兆佳, 2012; 廖鎮磐, 2008); 故本實驗針對單獨結網者與群聚結網者所處環境檢視兩者結網面積、結網角度、結網高度是否有異同，而根據野外觀察，單獨結網者主要結網於較開闊處，而群聚結網者多棲息於林相較密處，故本實驗也針對不同方向照度進行測量，結果討論如下：

- (一) 研究期間於樣區內步道記錄之橫帶人面蜘蛛，群聚結網數量多於單獨結網數量，但生物聚集生活最大劣勢就是會增加競爭食物的壓力，因此我們朝向蜘蛛群聚結網的環境可能有較豐富的獵物。
- (二) 單獨結網者與群聚結網者生活的環境若獵物豐富度有差異，應該會改變網的大小來增加獵物攔截率，但調查記錄發現單獨結網與群聚結網者，其蜘蛛網捕捉區面積並無明顯差異，但單獨結網者因多在開闊環境結網，故其輻射狀絲須拉得較長 (圖三十一)，而群聚結網者多結網於林木密集處，輻射絲相對較短就可固定，因此這對單獨結網者來說，代表可能需要花較多能量來結網。



圖三十一、單獨結網蜘蛛之棲地位於開闊處，輻射絲須拉得較長(紅色箭頭處)。

- (三) 有些蜘蛛會在降低結網角度減少受風面與增加結網角度以增加捕蟲率之間做結網角度之變化(林捷寧等, 2021), 但橫帶人面蜘蛛就算單獨結網與群聚結網時的結網環境有所差異, 兩者結網角度並無明顯差異, 且結網角度變化不大, 可見風對橫帶人面蜘蛛結網角度影響並不大。
- (四) 單獨結網者結網高度相對平均值高於群聚結網者, 推測可能是單獨結網者結網環境較開闊, 所以可以將網結的較高, 但群聚結網者多在林木較密處, 因此較難往上結網, 而將網結的較高是否有助單獨結網者增加捕蟲率則有待後續探討。
- (五) 由於單獨結網者結網環境比群聚結網者來的開闊, 故環境整體照度較明亮, 背、腹面照度測量結果顯示, 無論單獨結網或群聚結網, 蜘蛛均以腹面朝向較亮的方向, 即腹面照度較高, 背面照度較低, 從實驗室操控光源方向實驗也證實此現象, 而且群聚結網者, 其腹、背光照度差異明顯大於單獨結網者, 也就是說群聚結網者環境光對比度較大, 這可能可以讓網上物體在環境對比度大之下容易被獵物看見, 因而吸引獵物上網。

二、橫帶人面蜘蛛於不同空間分布型態時捕蟲率是否有差異

根據野外調查, 本研究推測群聚結網的環境應該有較豐富的獵物, 根據幾項實驗設計得到以下結果:

- (一) 本實驗原推測群聚結網者所處環境應該獵物較多, 所以才會造成蜘蛛群聚結網, 但根據馬氏網調查結果顯示, 單獨結網者與群聚結網者所處環境獵物組成及豐富度無明顯差異。

- (二) 本實驗原本推測蜘蛛網在不同環境，亮度不同，明顯程度不同會影響捕蟲率，但實驗結果顯示，無論是位在單獨結網的環境還是群聚結網的環境，蜘蛛網本身對捕蟲率並無差異。
- (三) 前人研究發現，大人面蜘蛛身上黃斑及姬鬼蜘蛛腹面兩白點可以吸引獵物 (Blamires, et al, 2011; Tso, et al, 2004)，本研究結果亦顯示，當有蜘蛛在網上時，捕蟲率的確高於無蜘蛛在網上時，而且在群聚結網得環境更明顯，故推測蜘蛛在高光照度對比下更能增加捕蟲率。
- (四) 前人研究顯示，塵蜘蛛網上食繭型裝飾物會增加捕蟲率 (Tan & Li, 2009; Tseng & Tso, 2009)，本研究顯示，橫帶人面蜘蛛網上具有食繭型裝飾物時捕蟲率高於無裝飾物者，而且在單獨結網及群聚結網環境下有裝飾物時，兩者捕蟲率無明顯差異，故推測無論環境照度是否有差異，裝飾物對捕蟲率結果無影響，即可能是裝飾物氣味吸引獵物。

三、橫帶人面蜘蛛背面與腹面對獵物及捕食者吸引力是否有差異

既然蜘蛛存在於網上會增加捕蟲率，而前人研究也指出蜘蛛身上色斑會吸引昆蟲，根據光譜分析結果，橫帶人面蜘蛛背面反射率最高的色斑為黃斑，其次是藍斑，而腹面反射率最高的色斑為紅斑，其次為黃斑，而蜘蛛背面無論是黃斑抑或藍斑，其反射率均高過腹面的紅斑及黃斑的反射率，依此推測蜘蛛背面色斑應該對獵物在視覺上更具吸引力，從野外不同面觀假蜘蛛捕蟲率實驗的確顯示，蜘蛛背面觀較蜘蛛腹面觀更容易吸引獵物上網。

但是為何野外橫帶人面蜘蛛不以具有較高反射率的背面色斑向著較亮處，並在較陰暗背景下 (群聚結網的環境)，使獵物從亮處往蜘蛛背面看時，形成高對比，獵物更容易被吸引，而是以反射率較差的腹面來向著光亮處，推測高反射率的背面色斑雖然可提高對獵物吸引力，但相對也會吸引捕食者，如鳥類，因為科學家在研究鳥類如何進行定向時發現，鳥兒在 433 nm 的藍光和 565 nm 的綠光下定向較準確 (光研院，2020)，而橫帶人面蜘蛛背面正好有明顯藍斑 (493.88 nm)，故橫帶人面蜘蛛以反射率相對較差且無藍斑的腹面向著亮處，使蜘蛛本身與環境背景照度形成高對比，增加可見度，而較高反射率的背面向著較暗處，獵物從蜘蛛背面看過去環境背景較亮，對比度較小狀況下，蜘蛛本身較不容易被捕食者發現，雖然獵物也不容易被蜘蛛吸引，但橫帶人面蜘蛛會在背面的帳幕網上置放食繭、落葉等裝飾物以氣味來輔助吸引獵物，並且可以遮住部分蜘蛛身體，讓蜘蛛本身更不容易被捕食者發現 (圖三十二)。



圖三十二、橫帶人面蜘蛛背面帳幕網上的食繭型裝飾物。

四、橫帶人面蜘蛛特定色斑對昆蟲的吸引力在田間害蟲誘捕上之應用

根據陳昇寬 2014 年研究發現在棚架內遮蔭環境下，以藍色黏紙對瓜實蠅的誘引效果明顯優於黃色黏紙，這與我們的實驗結果相符，依照我們野外不同面觀假蜘蛛捕蟲率實驗的確顯示，蜘蛛背面觀較蜘蛛腹面觀更容易吸引獵物上網，因橫帶人面蜘蛛背面正好有明顯的藍色橫帶，再從捕蟲率實驗可證明在背景較暗的環境下，對比度較高所以蜘蛛本身可以吸引更多獵物，且我們實驗中捕獲的昆蟲也是以雙翅目占大多數。

一般田間的誘蟲方式夜間主要以紫外燈誘捕具趨光性昆蟲，但白天可能效果較不明顯，所以根據我們的實驗結果也許可以提供一些田間害蟲誘捕改良方向，白天我們可以用藍色黏蟲紙加上費洛蒙，並且將此藍色黏蟲板貼在大於此藍色黏蟲板的黑色布景中，使藍色黏蟲板在昆蟲眼中更明顯，以增加昆蟲的誘捕效果。

但是不同昆蟲也許喜好顏色不同，所以未來我們想要針對橫帶人面蜘蛛身上幾種較明顯，且光譜反色率較高的顏色進行對不同種類昆蟲吸引力之實驗，也許可藉此針對不同昆蟲給予不同顏色的黏蟲板，但將這些不同顏色黏蟲板置於大面積黑色背景中可增加黏蟲率應該無庸置疑。

陸、結論

一、本研究野外調查資料顯示，樣區步道兩側橫帶人面蜘蛛群聚結網者多於單獨結網者，且從環境整體照度測量發現，單獨結網者主要位於較開闊處，所處微棲地照度較強，而群聚結網者主要位於較陰暗處，即環境光照度較單獨結網者所處的環境光照度來的弱；而相關因子統計發現：

- (一) 單獨結網與群聚結網者，其結網面積與結網角度無明顯差異。
- (二) 單獨結網者大都位於較開闊處，所以結網高度相對較高。
- (三) 無論單獨結網或群聚結網，橫帶人面蜘蛛均以腹面朝向較亮處 (光源方向)，且群聚結網者背面與腹面光照度差值明顯大於單獨結網者，因此從蜘蛛腹面看，群聚結網的蜘蛛因為與環境背景對比度較大，蜘蛛較明顯。

二、根據捕蟲率實驗，得到下列結果：

- (一) 單獨結網者與群聚結網者所在棲地的獵物組成及數量上無明顯差異。
- (二) 單純只有蜘蛛網時，無論是在單獨結網還是群聚結網的棲地，捕蟲率並無明顯差異，即蜘蛛網在兩種不同環境中對獵物在視覺上的吸引力沒有差異。
- (三) 無論是在單獨結網還是群聚結網的環境中，網上有裝飾物時的捕蟲率都高於網上無裝飾物時，而比較單獨結網與群聚結網環境中的網上均有裝飾物情況下，兩者捕蟲率亦無明顯差異，依此推測網上裝飾物在兩種環境中對獵物在視覺上的吸引力無差異，而是利用氣味來吸引獵物。
- (四) 無論是在單獨結網還是群聚結網的環境中，網上有蜘蛛時的捕蟲率都高於網上無蜘蛛時，而比較單獨結網與群聚結網環境中的網上均有蜘蛛情況下，群聚結網環境下網上的捕蟲率就明顯高於單獨結網環境下網上捕蟲率，依此推測橫帶人面蜘蛛本身在群聚結網的環境下真的較明顯，更容易吸引獵物上網。

三、根據光譜分析結果，橫帶人面蜘蛛背面反射率最高的色斑為黃斑，其次是藍斑，而腹面反射率最高的色斑為紅斑，其次為黃斑，而蜘蛛背面無論是黃斑抑或藍斑，其反射率均高過腹面的紅斑及黃斑的反射率，依此推測蜘蛛背面色斑應該對獵物在視覺上更具吸引力，從野外不同面觀假蜘蛛捕蟲率實驗的確顯示，蜘蛛背面觀較蜘蛛腹面觀更容易吸引獵物上網。

綜合以上實驗結果推論，野外樣區內的橫帶人面蜘蛛群聚結網主要分布在林木較密、較陰暗處是因為環境光對比度較大，蜘蛛身上特定色斑如黃斑會吸引較多獵物上網，所以較陰暗處，橫帶人面蜘蛛較容易形成群聚結網，但較開闊處，光對比度較小，網上蜘蛛身上色斑較不明顯，不容易吸引獵物，所以食物競爭壓力大，故蜘蛛不容易形成群聚。

橫帶人面蜘蛛不以反射率更高對獵物更具吸引力的背面向著亮處，來增加捕蟲率，推測是為了降低被捕食者發現之機率，然後以在蜘蛛背面帳幕網上增加食繭型裝飾物，以氣味來增加背面對獵物的吸引。

柒、未來展望

- 一、野外調查紀錄發現，單獨結網者結網高度相對高於群聚結網者，除了可能是群聚結網者所處環境通常位於林相較密處，限制了蜘蛛結網高度，而通常位於較開闊處的單獨結網者是否利用將網結的較高以增加捕蟲率，或高度上會影響獵物的組成，這是下階段需要加以證明的。
- 二、在探討橫帶人面蜘蛛背、腹面對捕食者的吸引力是否有差異的實驗中，可能因為假蜘蛛放置時間不夠長，導致不論是背面觀假蜘蛛抑或是腹面觀假蜘蛛被攻擊的樣本數太少，無法有效判斷蜘蛛背面與腹面對捕食者吸引力是否有差異，將來可能需要針對野外族群實際長時間拍攝來比較橫帶人面蜘蛛的腹面與背面對捕食者的吸引力是否有差異。

捌、參考文獻資料

- 一、Biere, J. M., & George W. U. (1981). Web Orientation in the Spider *Micrathena Gracilis* (Araneae: Araneidae). *Ecology*, 62(2), 336.
- 二、Blamires, S. J., Lai, C.-H., Cheng, R.-C., Liao, C.-P., Shen, P.-S., & Tso, I.-M. (2011). Body spot coloration of a nocturnal sit-and-wait predator visually lures prey. *Behavioral Ecology*, 23(1), 69 - 74.
- 三、Hieber, C. S. (1984). Orb-web Orientation and Modification by the Spiders *Araneus diadematus* and *Araneus gemmoides* (Araneae: Araneidae) in Response to Wind and Light. *Ethology*, 65(3), 250 - 260.

- 四、Tan, E. J. & Li, D. (2009). Detritus decorations of an orb-weaving spider, *Cyclosa mulmeinensis* (Thorell): for food or camouflage? *The Journal of Experimental Biology*, 212, 1832 - 1839.
- 五、Tseng, L., Tso, I-M. (2009). A risky defence by a spider using conspicuous decoys resembling itself in appearance. *Animal Behaviour*, 78, 1 - 7.
- 六、Tso, I-M., Lin, C.-W. & Yang, E.-C. (2004). Colourful orb-weaving spiders, *Nephila pilipes*, through a bee's eyes. *The Journal of Experimental Biology*, 207, 2631 - 2637.
- 七、光研院 (2020)。鳥類喜歡與不喜歡的波長【VITAGRI】。取自：
<https://taiwanltri.wordpress.com/2020/07/05/>
- 八、吳兆佳 (2012)。風干擾對二角塵蛛絲及黏滴特性之影響 (碩士論文)。國立中興大學，台中市。
- 九、林捷寧、李欣妮、陳亭葭 (2021)。西里銀腹蛛結網角度變異之功能性探討。中華民國第 61 屆中小學科學展覽會。
- 十、陸子鈞 (2011)。母愛的蜘蛛【泛科學】。取自：<https://pansci.asia/archives/2030>
- 十一、陳昇寬 (2014)。黃色黏紙及藍色黏紙對田間瓜實蠅 (*Bactrocera cucurbitae*) 之誘引效果比較。臺南區農業改良場研究彙報 65：29 - 37。
- 十二、廖鎮磐 (2008)。環境中強風干擾對於蜘蛛絲性質及蜘蛛網結構之影響 (碩士論文)。東海大學，台中市。

【評語】 030308

1. 發現蜘蛛身上特定色斑如黃斑會吸引較多獵物上網，建議針對不同蜘蛛色斑進行研究，並設計出不同色斑的模擬株當作誘餌，測試色斑對獵物捕捉的能力是否有所不同，也許可以開發出新的捕蟲誘餌。
2. 觀察細膩，依照其觀測結果進行假說建立與後續的實驗驗證，所得數據使用統計進行評論，符合科學探究精神。
3. 無論是在單獨結網還是群聚結網的環境中，網上有裝飾物時的捕蟲率都高於網上無裝飾物時，即推論為可能是氣味吸引獵物，此說法是否應該進一步驗證？
4. 廣蒐文獻，了解蜘蛛結網架構與其他環境因子（風力）的關係，此主題值得繼續研究。

作品簡報



蜘蛛人面之探究
橫帶人面蜘蛛
空間分布之探究

國中組
生物科

研究動機

- 蜘蛛大多數都是獨居且會互相捕食

- 但橫帶人面蜘蛛同時有單獨結網及群聚結網現象

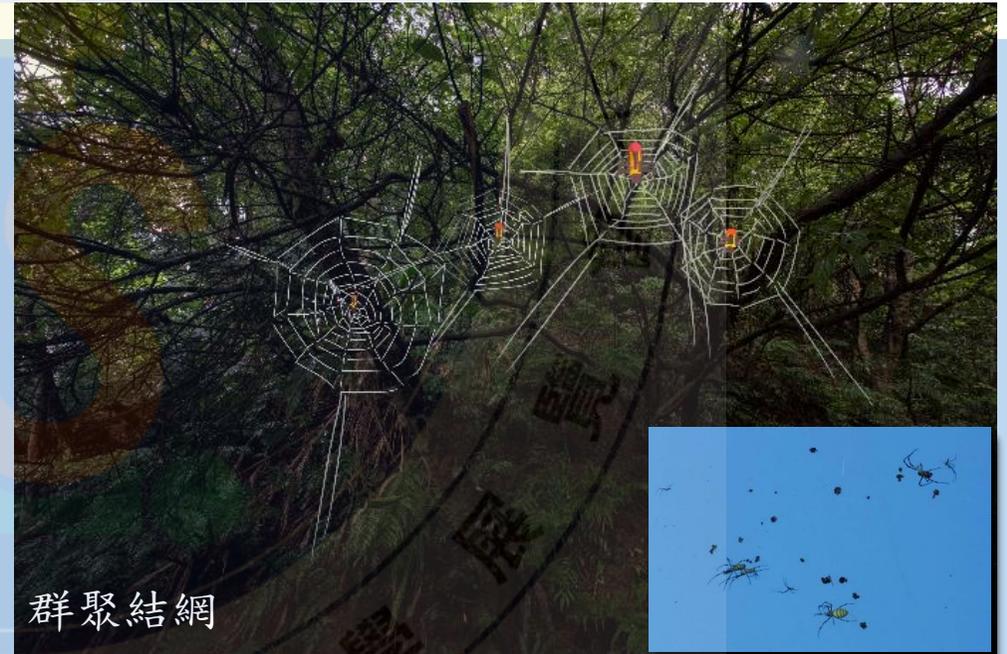


蜘蛛捕食蜘蛛

圖片來源：向高世



單獨結網



群聚結網

» 欲解決問題：什麼原因造成橫帶人面蜘蛛空間分布型態的差異？

蜘蛛結網相關因子比較

研究流程

野外測量記錄

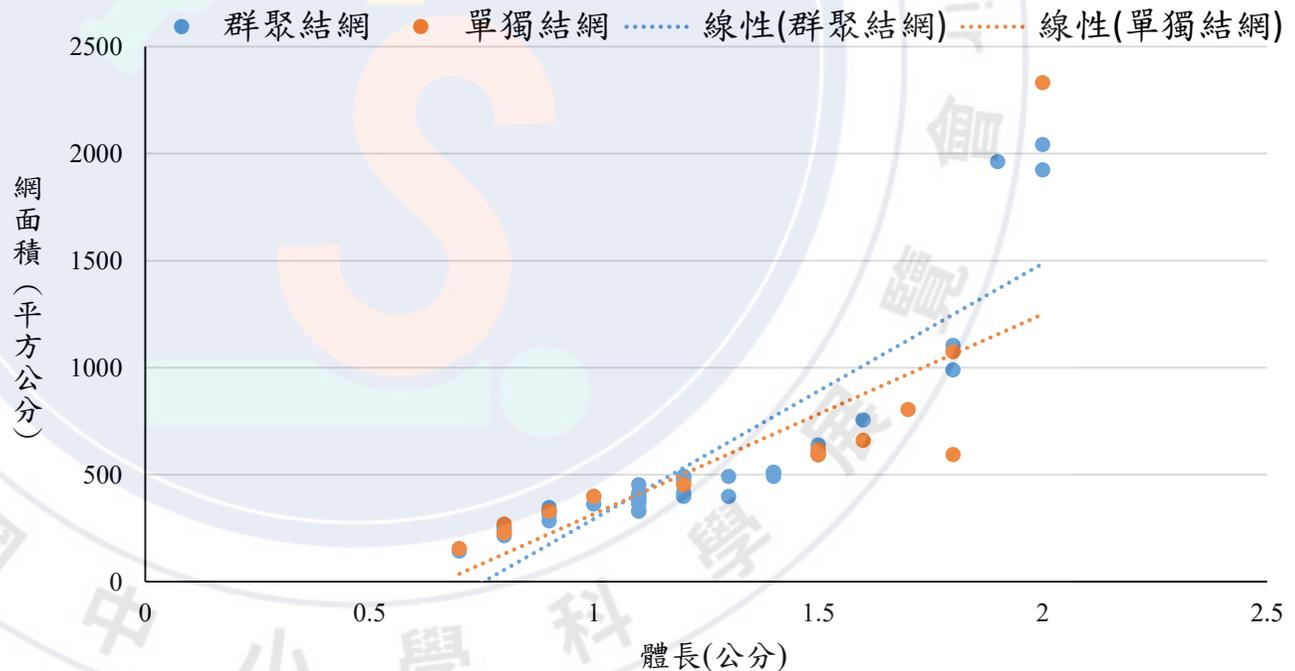


- 體長、結網面積
- 結網高度
- 結網角度
- 結網方位
- 腹、背面光照度



統計分析差異性

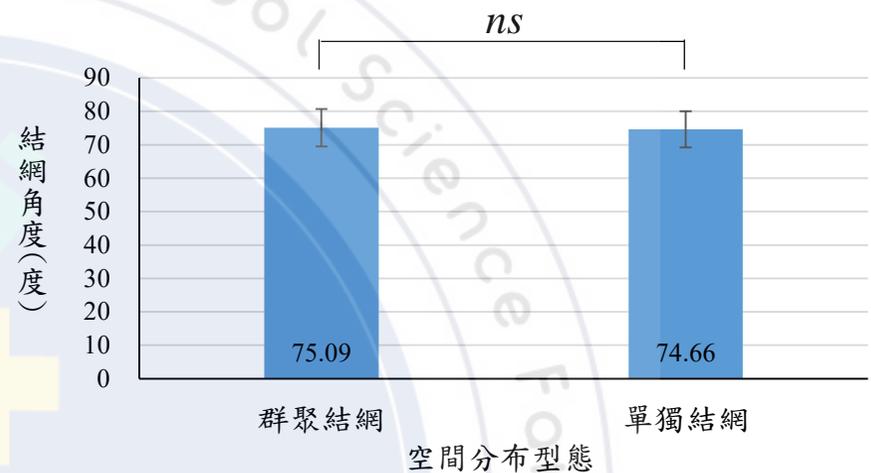
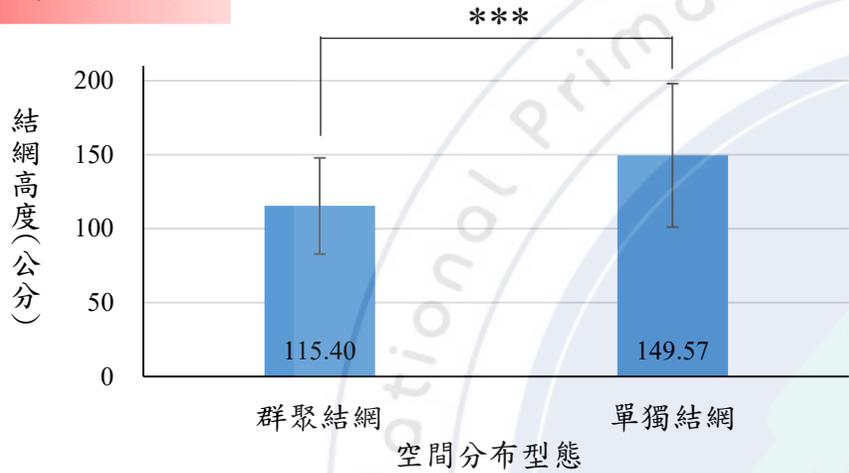
研究結果



不同空間分布型態蜘蛛在相同體長時網面積無太大差異

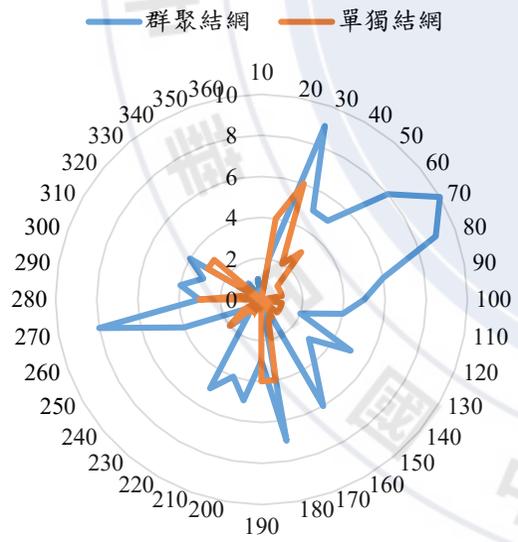
蜘蛛結網相關因子比較

研究結果

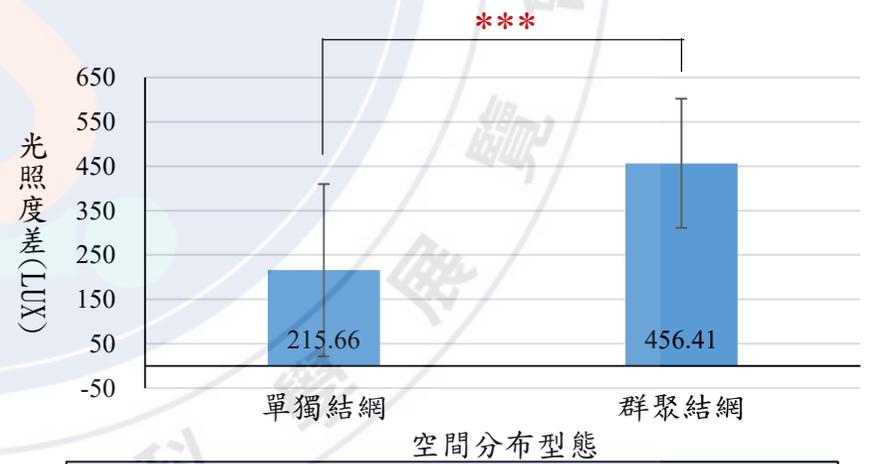


單獨結網蜘蛛之結網高度明顯較高

不同空間分布型態結網角度無明顯差異



不同空間分布型態結網方位無特定方向



群聚結網蜘蛛背、腹面光照差明顯較大

光源方向對蜘蛛結網方向之影響

研究流程



養蟲帳篷遮光
只留一面受光

放入1隻蜘蛛

記錄蜘蛛結網
腹面朝向方向

研究結果



光源方向

蜘蛛腹面

養蟲帳篷

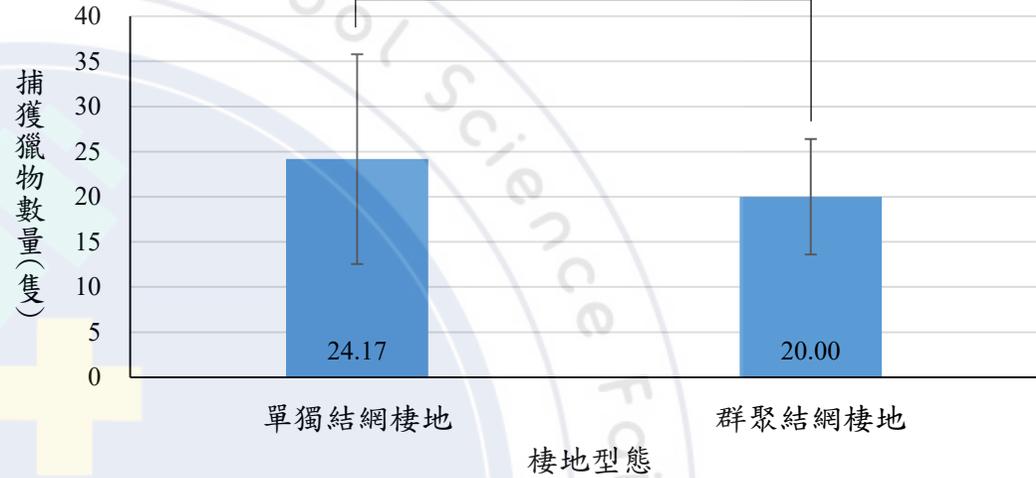
蜘蛛均以腹面朝向光源 (N=24)

蜘蛛於不同空間分布型態，各種處理之捕蟲率差異

不同棲地型態獵物數量比較



馬氏網調查
棲地昆蟲相

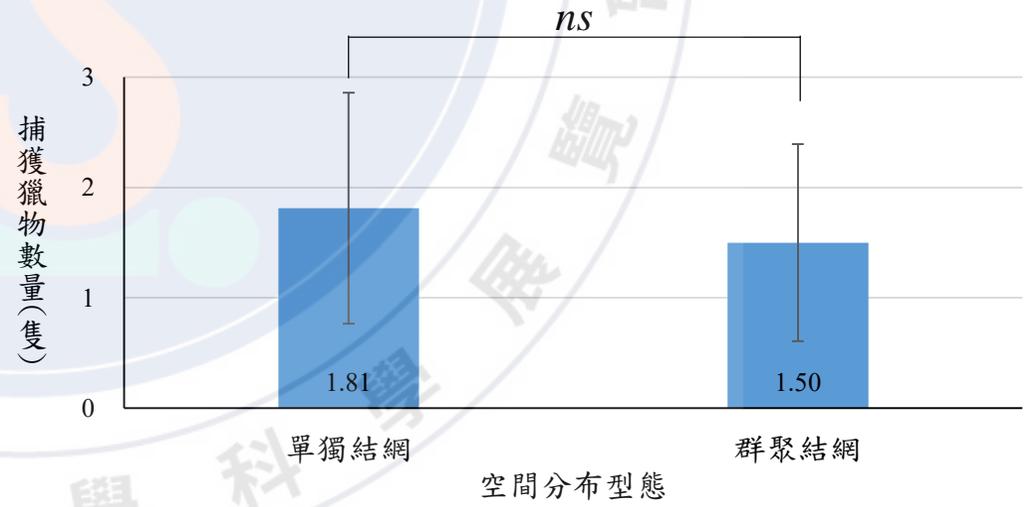


不同棲地獵物組成、數量無明顯差異

蜘蛛網對捕蟲率之影響



記錄網上
獵物數量



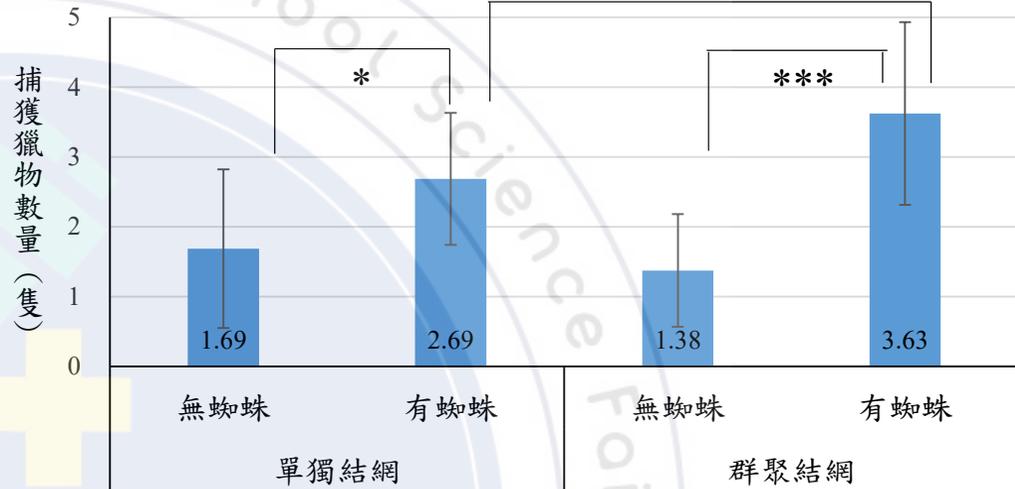
不同空間分布型態蜘蛛網對獵物捕獲率無差異

蜘蛛於不同空間分布型態，各種處理之捕蟲率差異

網上蜘蛛對捕蟲率之影響



記錄網上
獵物數量

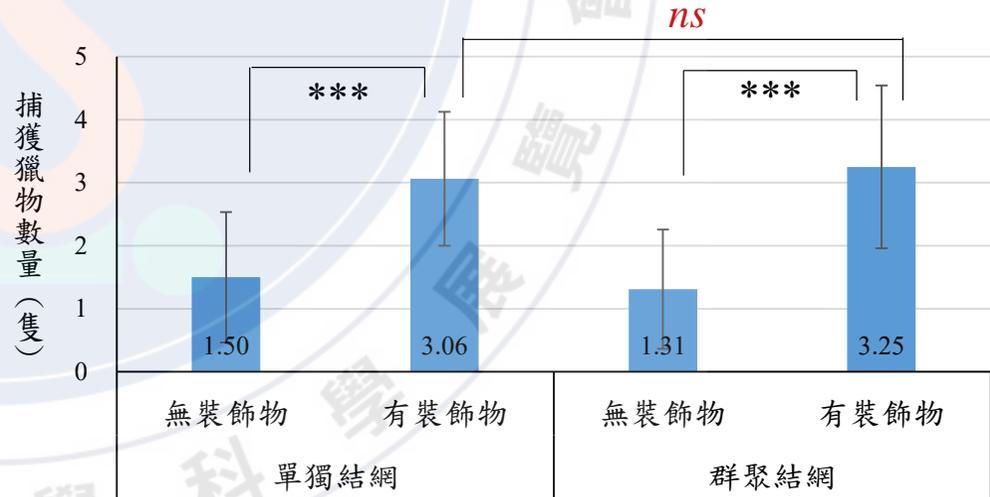


群聚結網型態網上蜘蛛較易吸引獵物

網上裝飾物對捕蟲率之影響



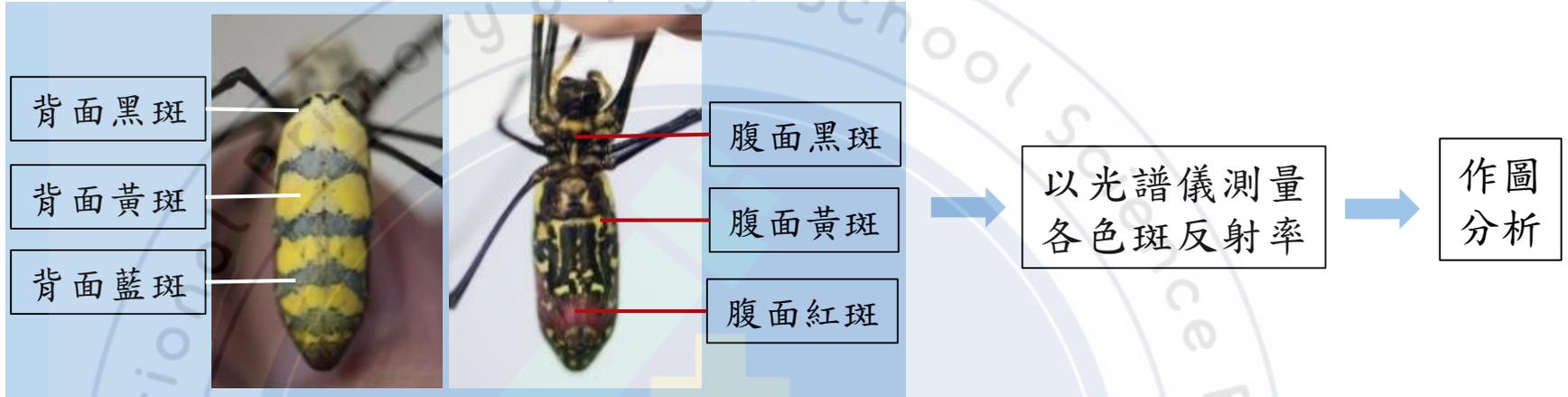
記錄網上
獵物數量



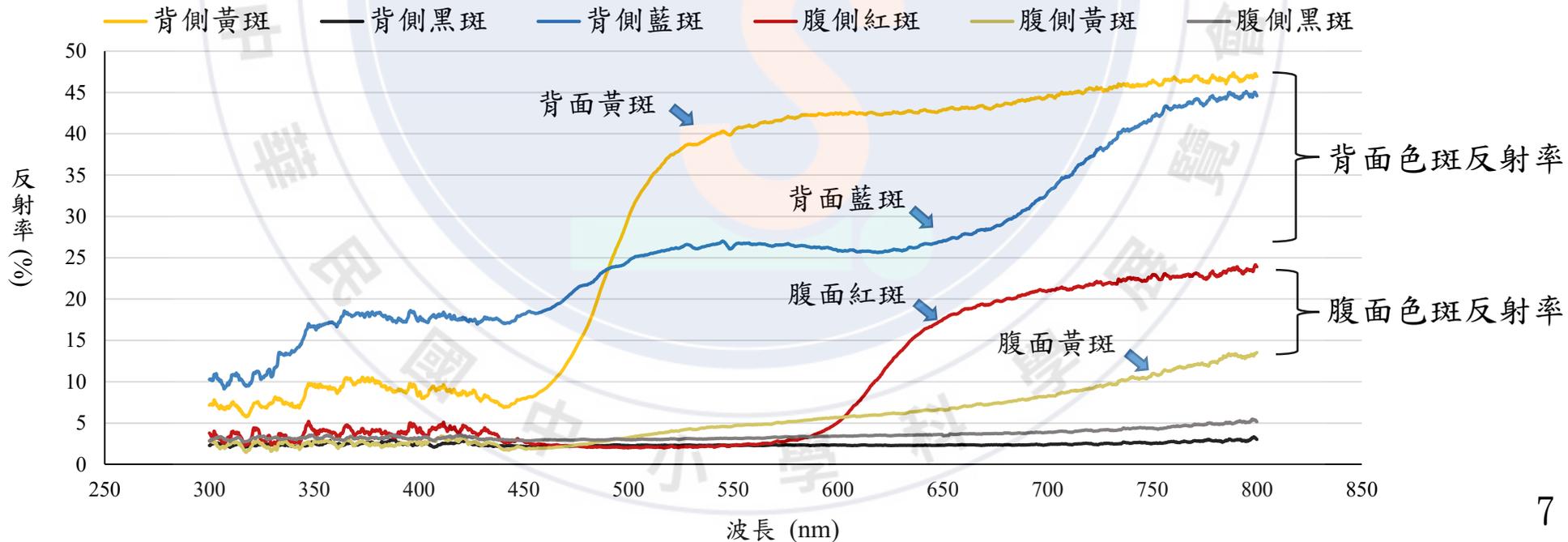
不同空間分布型態網上裝飾物對獵物捕獲率無影響

分析橫帶人面蜘蛛身上不同色斑的光譜反射率

研究流程



研究結果



探討橫帶人面蜘蛛背、腹面對獵物及捕食者的吸引力是否有差異

對獵物吸引力差異



蜘蛛背面

蜘蛛腹面



比較捕獲獵物數量

對捕食者吸引力差異



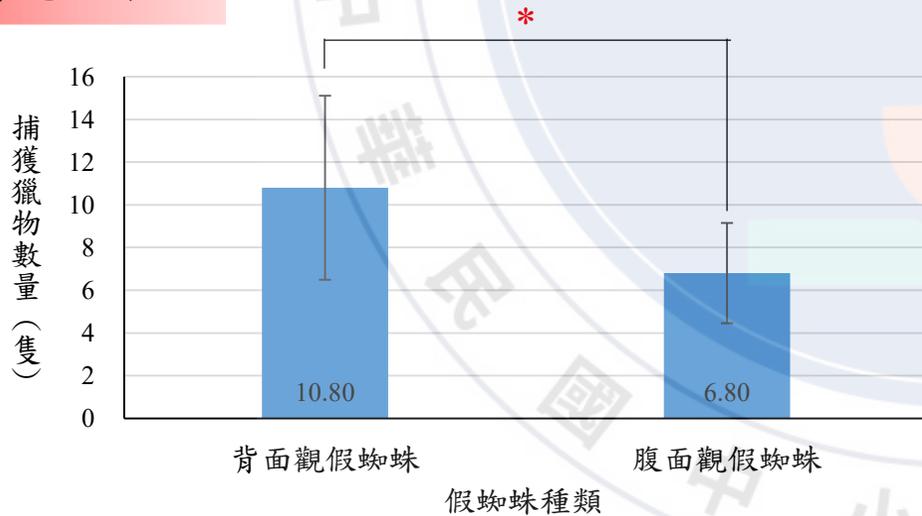
蜘蛛背面

蜘蛛腹面



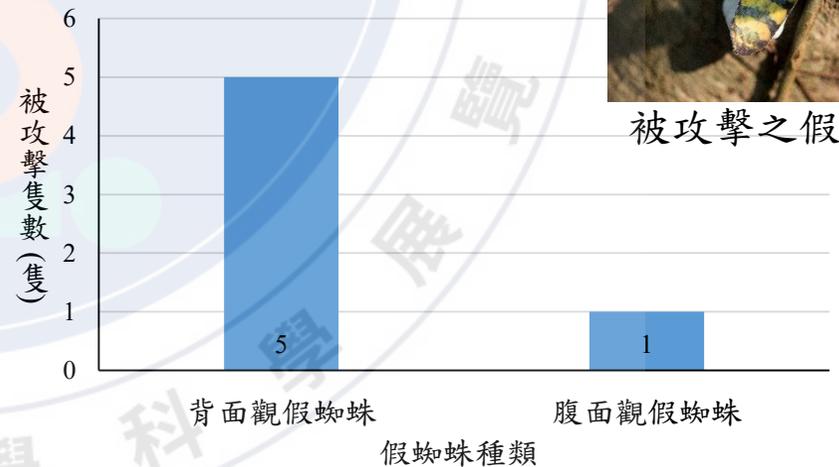
比較被攻擊隻數

研究結果



蜘蛛背面對獵物吸引力明顯較大

研究結果



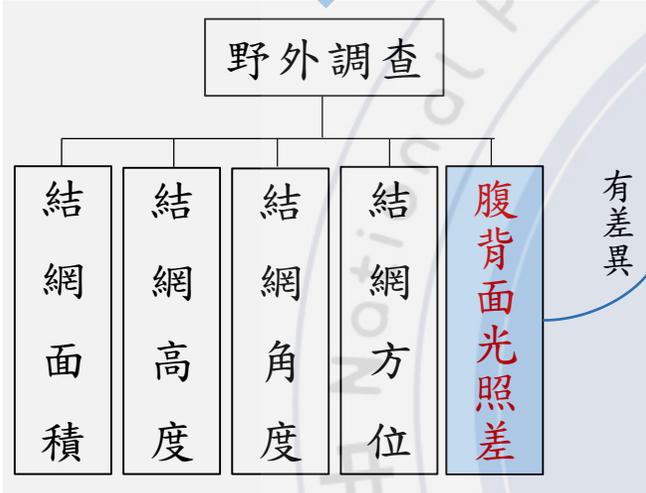
蜘蛛背面有較易受攻擊趨勢



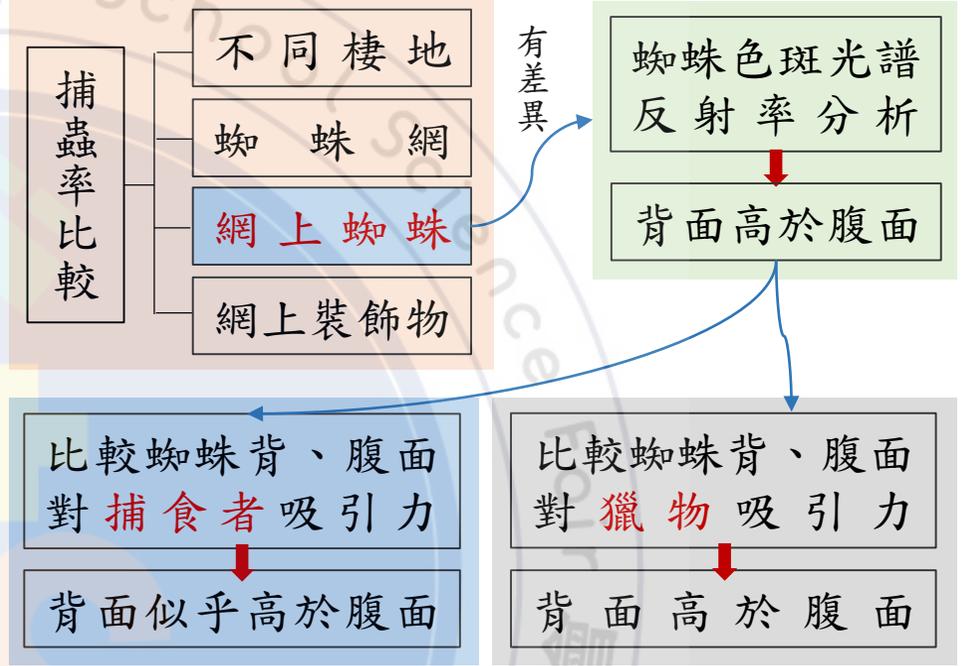
被攻擊之假蜘蛛

討論、為何橫帶人面蜘蛛在較陰暗處容易形成群聚結網

橫帶人面蜘蛛空間分布探究
單獨結網 VS 群聚結網



控光實驗確認均以腹面向亮處

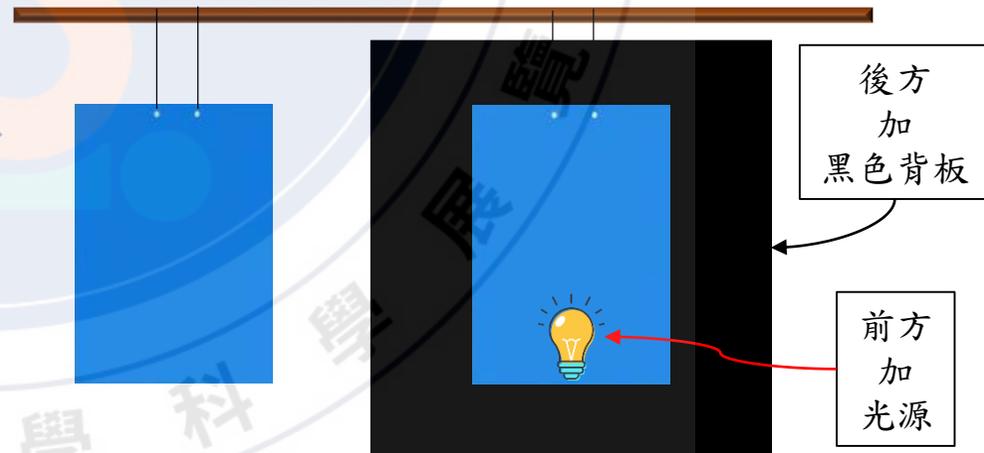


應用



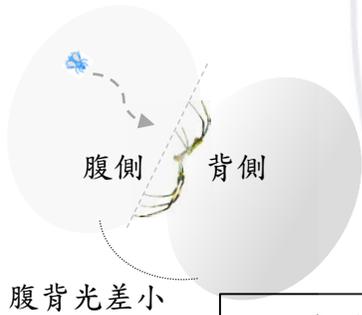
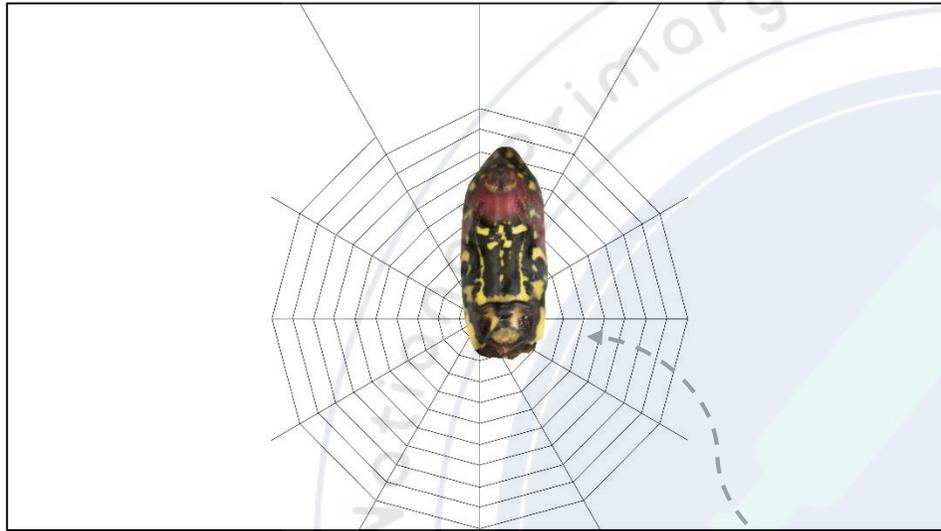
目前田間使用方式：直接掛於樹上

建議改良方式



黏蟲板貼於大型黑色背板上增加對比度

結論一、橫帶人面蜘蛛於較隱蔽環境捕蟲率較高，易形成群聚結網

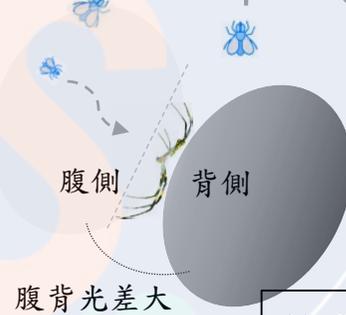


開闊環境

蜘蛛色斑與環境對比度小

吸引獵物較少，食物較不足

多為單獨結網



隱蔽環境

蜘蛛色斑與環境對比度大

吸引獵物較多，食物較豐富

多為群聚結網

結論二、橫帶人面蜘蛛背面對獵物及捕食者吸引力較高

■ 為何不以背面朝向亮處，更能吸引獵物？



參考文獻資料

- 一、Blamires, S. J., Lai, C.-H., Cheng, R.-C., Liao, C.-P., Shen, P.-S., & Tso, I.-M. (2011). Body spot coloration of a nocturnal sit-and-wait predator visually lures prey. *Behav. Ecol.*, 23(1), 69-74.
- 二、Tan, E. J. & Li, D. (2009). Detritus decorations of an orb-weaving spider, *Cyclosa mulmeinensis* (Thorell): for food or camouflage? *J. Exp. Biol.*, 212, 1832-1839.
- 三、Tso, I.-M., Lin, C.-W. & Yang, E.-C. (2004). Colourful orb-weaving spiders, *Nephila pilipes*, through a bee's eyes. *J. Exp. Biol.*, 207, 2631-2637.
- 四、林捷寧、李欣妮、陳亭葭 (2021)。西里銀腹蛛結網角度變異之功能性探討。中華民國第 61 屆中小學科學展覽會。 11