

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

040717

我要活下去

— 赤腹寄居姬蜘蛛最佳攝食策略之探究

學校名稱：臺北市私立華興中學

作者： 高二 林偉華 高二 李日弘 高二 丁濟佑	指導老師： 張永浩
---	------------------

關鍵詞：赤腹寄居姬蜘蛛、利他主義、賽局理論

我要活下去—赤腹寄居姬蜘蛛最佳攝食策略之探究

摘要

本實驗針對赤腹寄居姬蜘蛛自行結網捕食、攝食宿主的蛛網、竊取宿主網上未消化食繭及與宿主共享已消化獵物等可能攝食方式進行驗證，欲找出最佳攝食方式，另外比較親緣關係有無對合作攝食族群大小之影響。

我們得到以下結論：1) 自行結網捕食及攝食宿主的蛛網均無法讓赤腹寄居姬蜘蛛完成其生活史；2) 攝食已消化獵物或攝食未消化獵物均能達到性成熟，但攝食已消化獵物之個體達到性成熟時間明顯短於攝食未消化獵物之個體；3) 宿主網上赤腹寄居姬蜘蛛數量少時，主要以攝食未消化獵物為主，但赤腹寄居姬蜘蛛數量多時，主要以合作攝食與宿主共享已消化獵物為主；4) 赤腹寄居姬蜘蛛合作攝食族群數以 4 隻為最佳，且親緣關係並不會影響赤腹寄居姬蜘蛛最佳合作攝食族群數。

壹、研究動機

校園中我們常常可以在人面蜘蛛的網上觀察到紅色小蜘蛛，經詢問生物老師得知此小型紅色蜘蛛為寄生在其他蜘蛛網上的赤腹寄居姬蜘蛛；於是這引起我們的興趣，到底它們在他種蜘蛛網上活動的目的為何？以及如何存活下來？

經上網搜尋資料發現，赤腹寄居姬蜘蛛 (*Argyrodes miniaceus*) 屬於節肢動物門、蛛形綱、蜘蛛目、姬蜘蛛科、寄居姬蜘蛛屬之蜘蛛；雌蛛體長約 4~5 mm (圖一)，雄蛛體長約 3~4 mm (圖二)，通常寄居在人面蜘蛛屬、金蜘蛛屬、雲斑蜘蛛屬等大型結網蜘蛛之網上，幼蛛從卵繭孵化之後不久即四散尋找適合的宿主網寄居，幾乎所有生活史階段均在宿主網上完成，包括攝食、交配 (圖三)、結卵繭 (圖四)等。

此屬蜘蛛少數種類行獨立生活，即可自行結簡單條網捕食維生，例如蚓腹蜘蛛 (圖五)，但大部分種類則寄居在其他大型結網蜘蛛之網上，並以下列攝食方式維生：(1) 攝食宿主的蛛網 (Vollrath, 1987; Shinkai, 1988; Koh & Li, 2002) (圖六)；(2) 竊取宿主網上被忽略的小型獵物或宿主遺留的未消化食繭 (Vollrath, 1979; Whitehouse, 1986; Koh & Li, 2002) (圖七)；(3) 與宿主共同分享已消化獵物 (Vollrath, 1979; Whitehouse, 1997; Koh & Li, 2003) (圖八)。

然而在我們野外實際觀察中，上述幾種攝食方式中還是以竊取宿主網上被忽略的小型獵物以及與宿主共同分享已消化獵物兩種攝食方式較常見。

在高一基礎生物下冊第六章中提到生物間會利用不同交互作用關係，以達到最佳的生存策略；本實驗即針對赤腹寄居姬蜘蛛在宿主網上的各種攝食方式進行研究，以了解不同攝食方式對赤腹寄居姬蜘蛛生活史之影響，以及何種攝食方式才是其最佳生存策略，並探討其原因。



圖一、赤腹寄居姬蜘蛛：雌蛛



圖二、赤腹寄居姬蜘蛛：雄蛛



圖三、赤腹寄居姬蜘蛛：於宿主網上交配



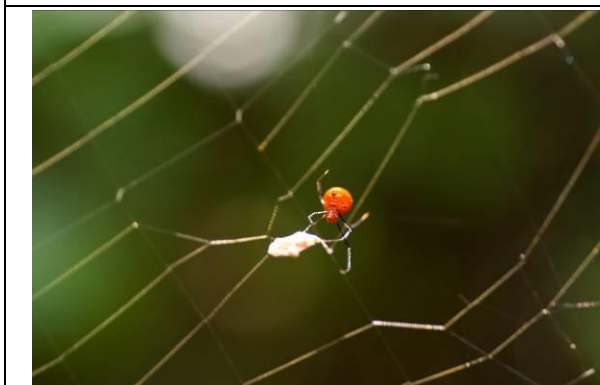
圖四、赤腹寄居姬蜘蛛：卵繭



圖五、蚓腹蜘蛛：自行結網捕食種類



圖六、赤腹寄居姬蜘蛛：攝食宿主的蛛網



圖七、赤腹寄居姬蜘蛛：竊取宿主網上未消化食繭



圖八、赤腹寄居姬蜘蛛：與宿主共同分享已消化獵物

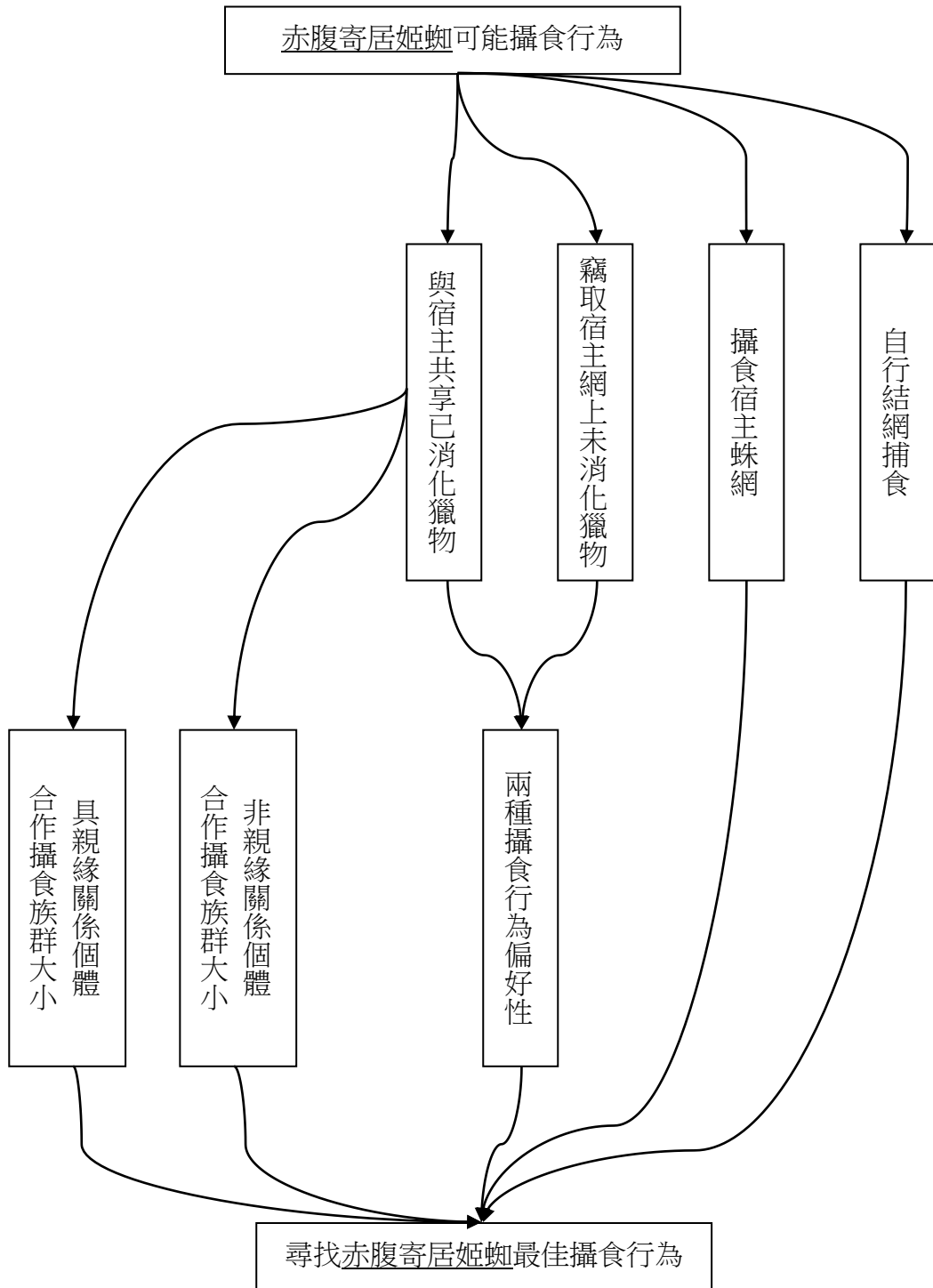
貳、研究目的

- 一、自行結網捕食對赤腹寄居姬蜘蛛生活史長度影響
- 二、攝食宿主蛛網對赤腹寄居姬蜘蛛生活史長度影響
- 三、竊取宿主網上未消化獵物對赤腹寄居姬蜘蛛生活史長度影響
- 四、與宿主共享已消化獵物
 - (一) 攝食已消化獵物對赤腹寄居姬蜘蛛生活史長度影響
 - (二) 非親緣關係個體，合作攝食族群大小之探究
 - (三) 具親緣關係個體，合作攝食族群大小之探究
- 五、竊取宿主網上未消化獵物及與宿主共享已消化獵物兩種攝食行為偏好性探究
 - (一) 宿主存在情況
 - (二) 宿主不存在情況

參、研究設備及器材

編號	實驗器材	目的
1	數位相機、腳架	拍攝蜘蛛照片及影片
2	電腦	文書處理及實驗數據統計
3	麵包蟲	餵食蜘蛛
4	鑷子	夾取食餌
5	透明飲料杯	飼養實驗用蜘蛛
6	飼養箱	飼養實驗用蜘蛛
7	計時器	計算蜘蛛攝食時間
8	試管	飼養果蠅
9	糙米粉	製作果蠅培養基
10	酵母粉	製作果蠅培養基
11	乙醚	麻醉果蠅

肆、研究過程或方法



圖九、實驗架構示意圖

實驗一、自行結網捕食對赤腹寄居姬蜘蛛生活史長度影響

實驗目標：根據文獻資料，有些寄居姬蜘蛛屬 (Genus *Argyrodes*) 種類會自行結網，獨立捕食，但在我們野外觀察裡並未實際記錄到赤腹寄居姬蜘蛛自行結網捕食的現象，本實驗即在實驗室內以果蠅餵養赤腹寄居姬蜘蛛，以了解其是否能自行結網捕食，達到完整生活史。

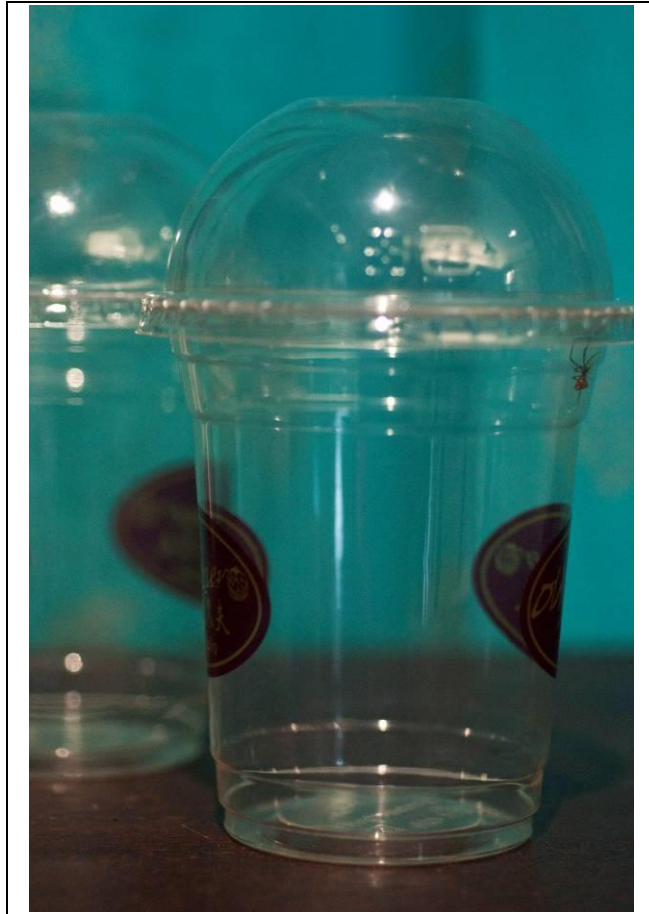
實驗流程：

(一) 果蠅培養

- 1、將糙米粉與酵母粉加熱水調至不會流動狀。
- 2、將其平均分到試管中。
- 3、均勻的撒上酵母粉，攪拌，靜置待其發酵。
- 4、放入紙絲或其他果蠅可攀爬之物。
- 5、放入種蟲約 20 隻，待其繁殖備用。

(二) 赤腹寄居姬蜘蛛飼養

- 1、分別從 4 個不同赤腹寄居姬蜘蛛卵繭中孵出之幼蜘蛛中各取 5 隻，共 20 隻。
- 2、將此 20 隻赤腹寄居姬蜘蛛幼蜘蛛分開個別飼養在透明飲料杯中 (圖十)。
- 3、待其結網，開始以果蠅餵食。
- 4、每次每杯中約放入 10 隻果蠅，待果蠅全數死亡，再放入新的一批果蠅。
- 5、觀察並記錄赤腹寄居姬蜘蛛捕食狀況及其成長狀況 (紀錄至個體死亡或最後一次蛻皮為止)。



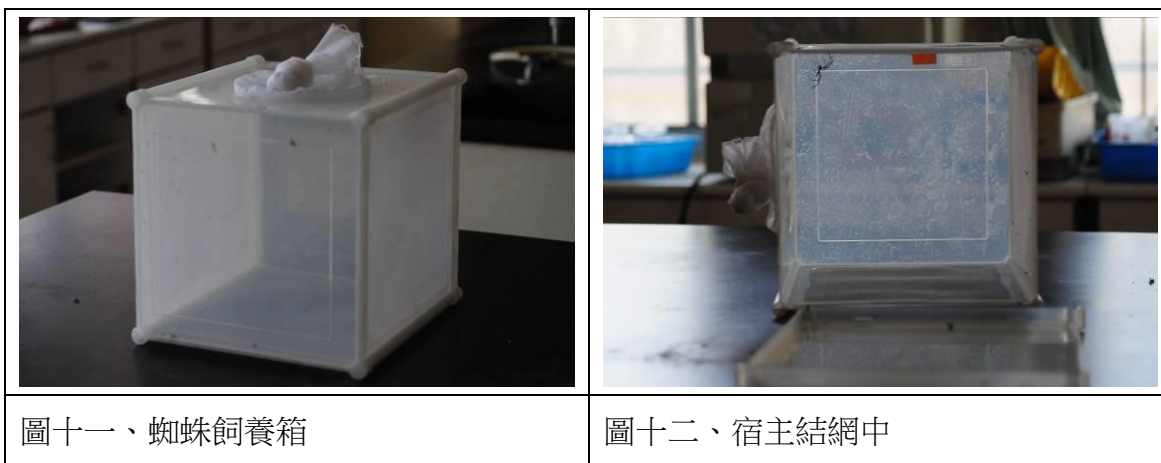
圖十、赤腹寄居姬蜘蛛單獨飼養於飲料杯中

實驗二、攝食宿主蛛網對赤腹寄居姬蜘蛛生活史長度影響

實驗目標：於實驗室內將赤腹寄居姬蜘蛛飼養於無獵物之宿主網上，以了解赤腹寄居姬蜘蛛僅攝食宿主網對其生活史長短之影響。

實驗流程：

- 1、將人面蜘蛛飼養於飼養箱中 (圖十一)。
- 2、待其結網，將人面蜘蛛移除 (圖十二)。
- 3、分別從 4 個不同赤腹寄居姬蜘蛛卵繭孵出之幼蛛各 5 隻，共 20 隻，置入人面蜘蛛網上。
- 4、觀察並記錄赤腹寄居姬蜘蛛成長狀況 (紀錄至個體死亡或最後一次蛻皮為止)。



實驗三、竊取宿主網上未消化獵物對赤腹寄居姬蜘蛛生活史長度影響

實驗目標：於實驗室內將赤腹寄居姬蜘蛛飼養於有未消化獵物之宿主網上，以了解赤腹寄居姬蜘蛛僅攝食未消化獵物對其生活史長短之影響。

實驗流程：

- 1、分別從 4 個不同赤腹寄居姬蜘蛛卵繭中孵出之幼蛛各取 5 隻，共 20 隻。
- 2、將此 20 隻赤腹寄居姬蜘蛛幼蜘蛛分開，個別飼養在透明飲料杯中。
- 3、將麵包蟲切開置放於無人面蜘蛛之網上 (圖十三)。
- 4、將赤腹寄居姬蜘蛛置放於此麵包蟲邊，使其取食此麵包蟲 (圖十四)，每隻每天餵食十分鐘。
- 5、觀察並記錄赤腹寄居姬蜘蛛成長狀況 (紀錄至個體死亡或最後一次蛻皮為止)。



實驗四、與宿主共享已消化獵物

實驗四之一、攝食已消化獵物對赤腹寄居姬蜘蛛生活史長度影響

實驗目標：於實驗室內將赤腹寄居姬蜘蛛飼養於有已消化獵物之宿主網上，以了解赤腹寄居姬蜘蛛僅攝食已消化獵物對其生活史長短之影響。

實驗流程：

- 1、分別從 4 個不同赤腹寄居姬蜘蛛卵繭中孵出之幼蜘蛛各取 5 隻，共 20 隻。
- 2、將此 20 隻赤腹寄居姬蜘蛛幼蜘蛛分開，個別飼養在透明飲料杯中。
- 3、將麵包蟲置放於人面蜘蛛之網上，待其消化（圖十五）。
- 4、將人面蜘蛛移除。
- 5、將赤腹寄居姬蜘蛛置放於此麵包蟲邊，使其取食麵包蟲（圖十六），每隻每天餵食十分鐘。
- 6、觀察並記錄赤腹寄居姬蜘蛛成長狀況（紀錄至個體死亡或最後一次蛻皮為止）。

	
圖十五、人面蜘蛛正在消化麵包蟲	圖十六、赤腹寄居蜘蛛攝食已消化麵包蟲

實驗四之二、非親緣關係個體，合作攝食族群大小之探究

實驗目標：於野外實際觀察時，發現赤腹寄居姬蜘蛛常以集體合作的方式與宿主共享已消化獵物，本實驗即想了解赤腹寄居姬蜘蛛合作攝食最適合的族群大小。

實驗流程：

- 1、於野外不同地點採 10 隻赤腹寄居姬蜘蛛（無親緣關係）。
- 2、將麵包蟲置放於人面蜘蛛之網上，待其消化。
- 3、將此 10 隻赤腹寄居姬蜘蛛同時置放於宿主網上（圖十七）。
- 4、觀察並紀錄同時合作攝食之赤腹寄居姬蜘蛛數量。



圖十七、赤腹寄居姬蜘蛛合作攝食已消化獵物

實驗四之三、具親緣關係個體，合作攝食族群大小之探究

實驗目標：本實驗欲證明具親緣關係之個體是否具有較強合作意願，而有較大的合作攝食族群。

實驗流程：

- 1、取 10 隻從同一卵繭孵化之赤腹寄居姬蜘蛛（具親緣關係）。
- 2、將麵包蟲置放於人面蜘蛛之網上，待其消化。
- 3、將此 10 隻赤腹寄居姬蜘蛛同時置放於宿主網上。
- 4、觀察並紀錄同時合作攝食之赤腹寄居姬蜘蛛數量。

實驗五、竊取宿主網上未消化獵物及與宿主共享已消化獵物兩種攝食行為偏好性探究

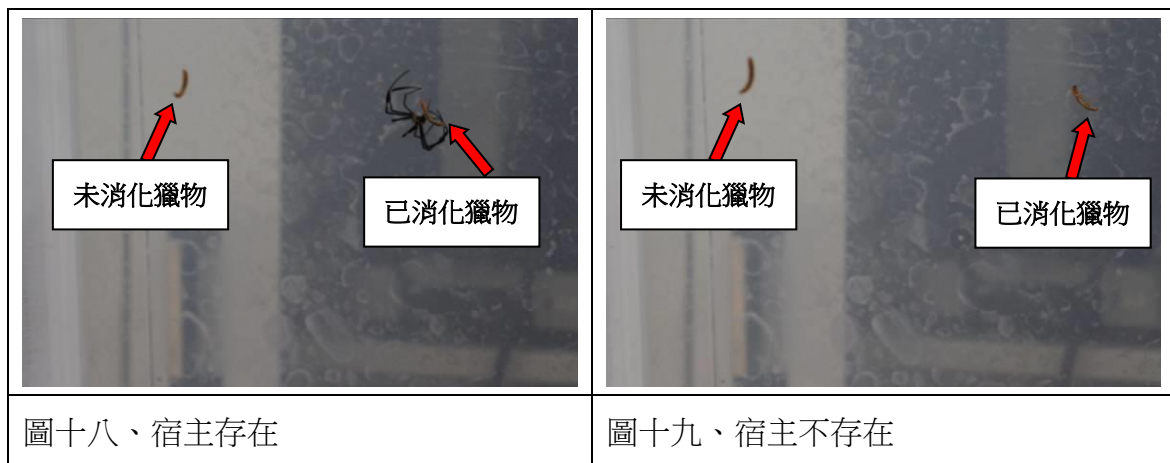
實驗目標：於野外觀察中發現，赤腹寄居姬蜘蛛較常以竊取宿主網上未消化獵物及與宿主共享已消化獵物兩種攝食行為為主，本實驗即在證明赤腹寄居姬蜘蛛對此兩種攝食方式有無偏好性，並推測赤腹寄居姬蜘蛛辨認已消化及未消化獵物的方法。

實驗流程：(一) 宿主存在情況

- 1、將人面蜘蛛飼養於飼養箱中，使其結網。
- 2、以麵包蟲餵食，待麵包蟲消化，於同一網上放上切開未消化之麵包蟲(圖十八)。
- 3、將1隻赤腹寄居姬蜘蛛放於此網上。
- 4、觀察並紀錄赤腹寄居姬蜘蛛對獵物之選擇性。

(二) 宿主不存在情況

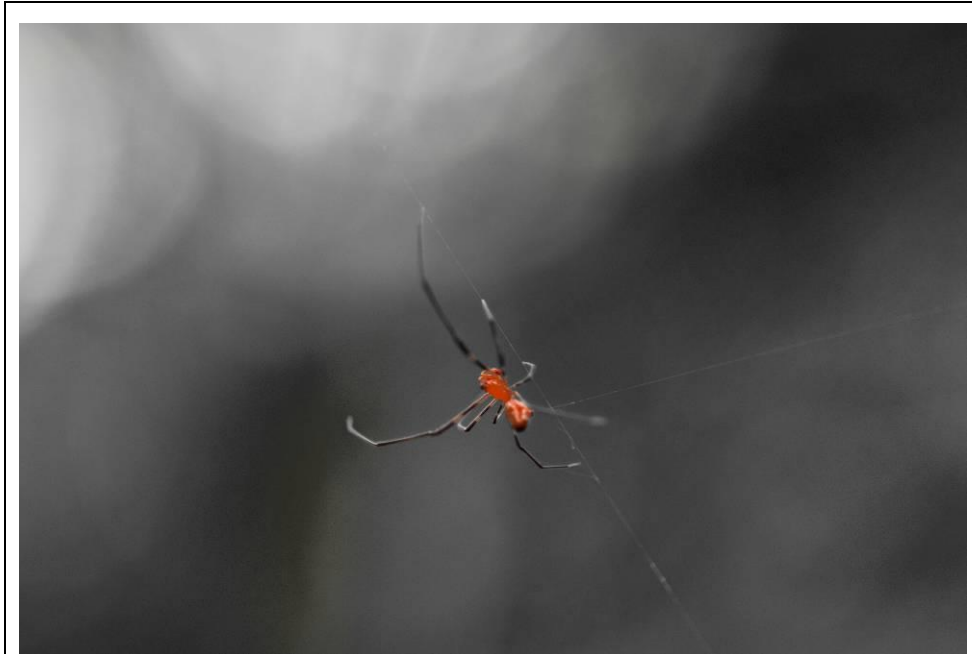
- 1、將人面蜘蛛飼養於飼養箱中，使其結網。
- 2、以麵包蟲餵食，待麵包蟲消化，將人面蜘蛛移除，並於同一網上放上切開未消化之麵包蟲(圖十九)。
- 3、將1隻赤腹寄居姬蜘蛛放於此網上。
- 4、觀察並紀錄赤腹寄居姬蜘蛛對獵物之選擇性。



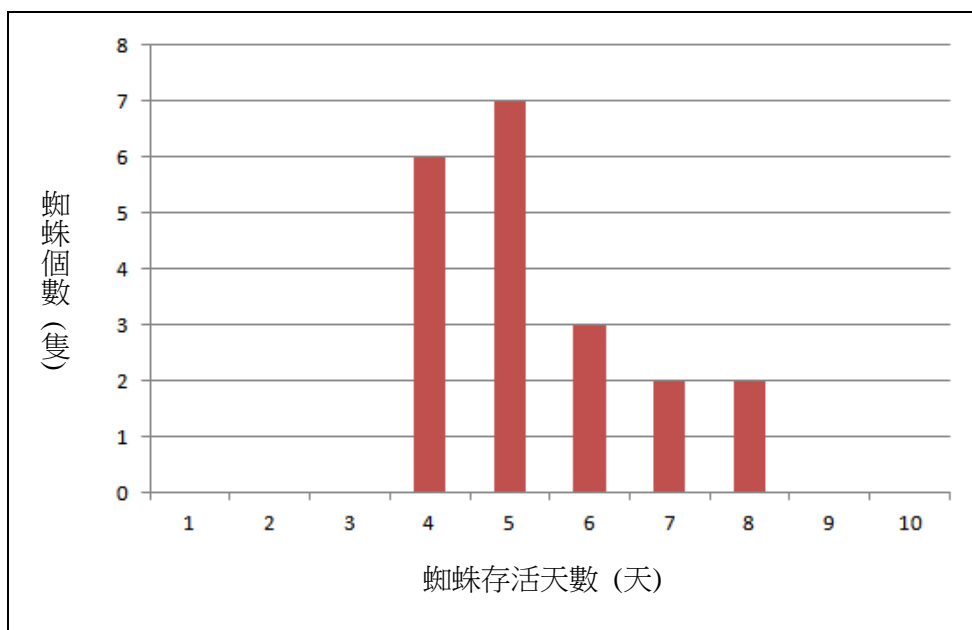
伍、研究結果

實驗一、自行結網捕食對赤腹寄居姬蜘蛛生活史長度影響

本實驗分別從四個不同卵繭中孵化之蜘蛛中各取 5 隻，共 20 隻，個別飼養於飲料杯中，任其自行結網，每隻均能順利結簡單條網（圖二十），但所有蜘蛛均無法成功捕食到果蠅，因此存活天數只有 4~8 天，平均約 5.35 天（圖二十一），且此 20 隻蜘蛛均無法完成第一次蛻皮。



圖二十、赤腹寄居姬蜘蛛自行結簡單條網



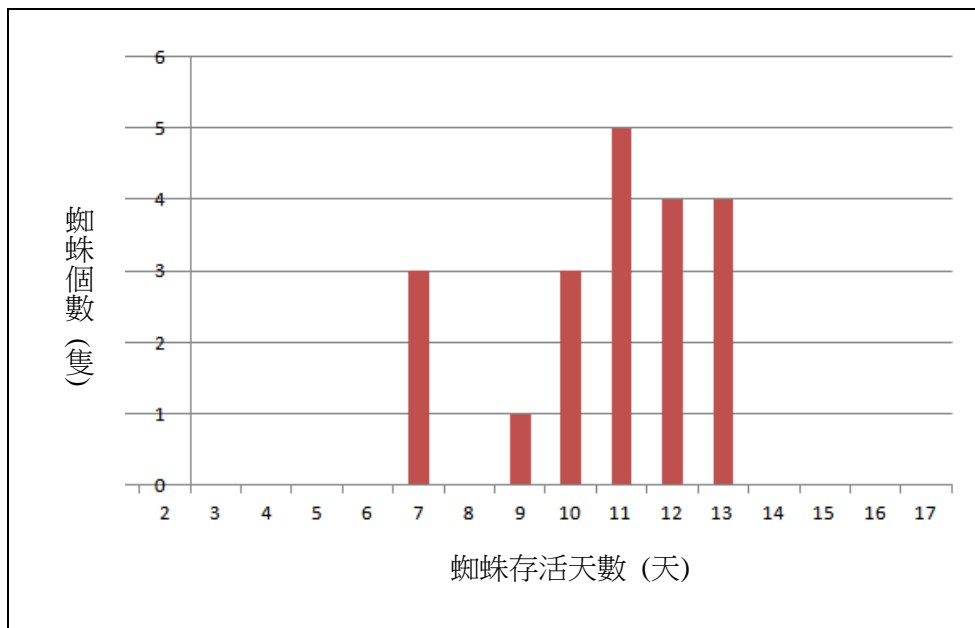
圖二十一、赤腹寄居姬蜘蛛僅自行結網捕食存活天數

實驗二、攝食宿主蛛網對赤腹寄居姬蜘蛛生活史長度影響

本實驗分別從四個不同卵繭中孵化之蜘蛛中各取 5 隻，共 20 隻，將其置放於無宿主之人面蜘蛛網上，使其僅能攝食宿主網 (圖二十二)，實驗結果顯示，蜘蛛存活天數約 7~13 天，平均 11 天 (圖二十三)，20 隻蜘蛛中有 12 隻可以達到第一次蛻皮。



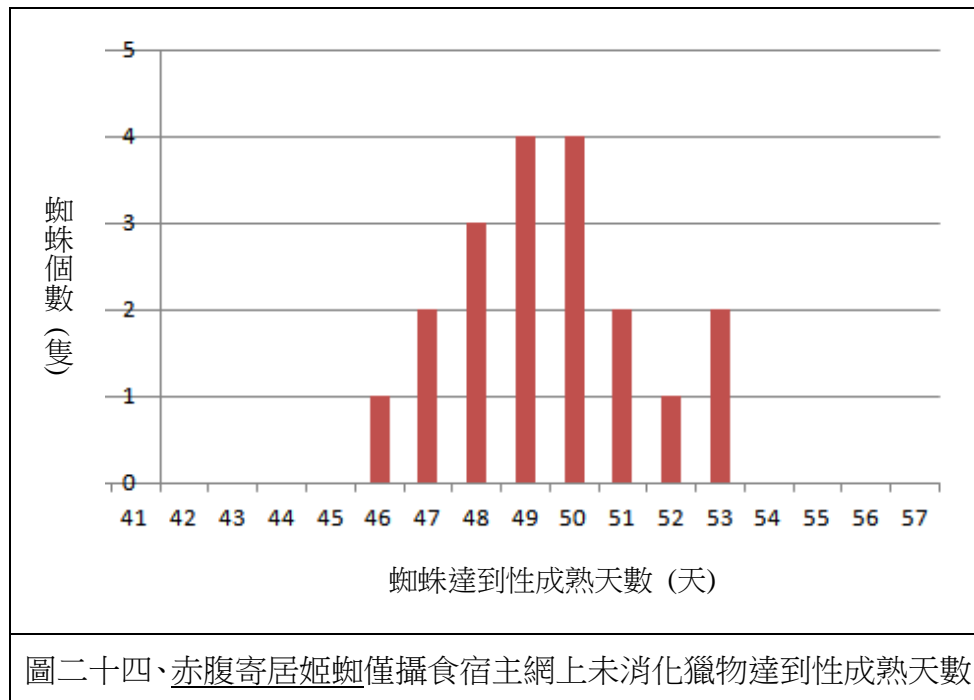
圖二十二、赤腹寄居姬蜘蛛攝食宿主網為食



圖二十三、赤腹寄居姬蜘蛛僅攝食宿主網存活天數

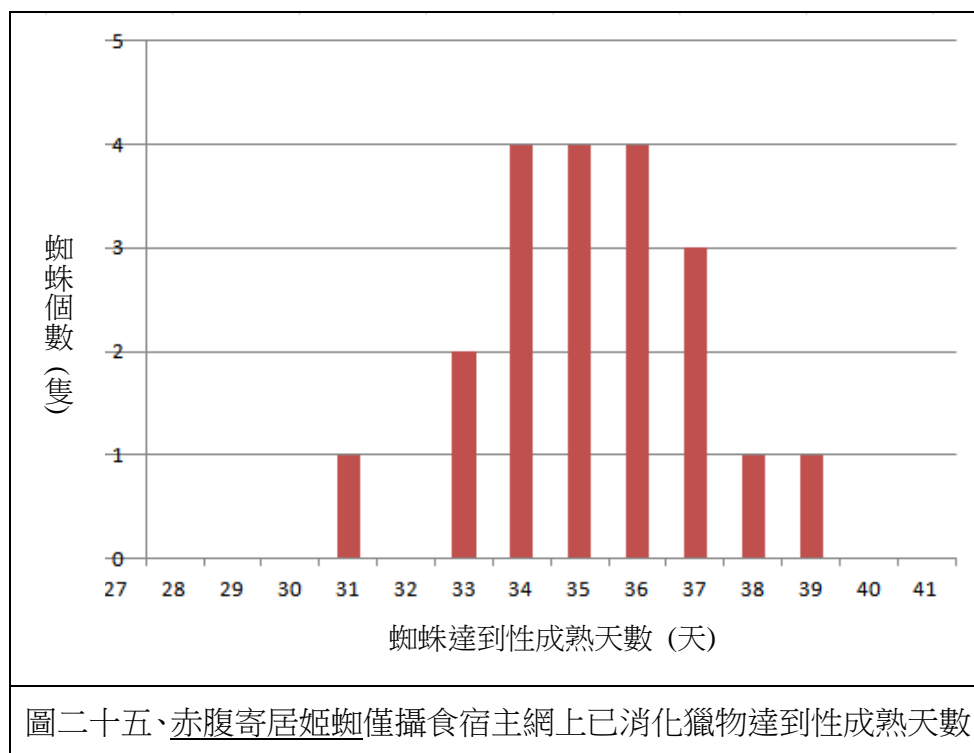
實驗三、竊取宿主網上未消化獵物對赤腹寄居姬蜘蛛生活史長度影響

本實驗分別從四個不同卵繭中孵化之蜘蛛中各取 5 隻，共 20 隻，將其置放於無宿主之人面蜘蛛網上，網上有未消化獵物，使其僅能攝食此獵物，其中 1 隻於第 19 天時不明原因死亡；實驗結果顯示，其餘 19 隻均能完成五次蛻皮，達到性成熟，此 19 隻蜘蛛達到性成熟天數約 46~53 天，平均 49.43 天 (圖二十四)。



實驗四之一、攝食已消化獵物對赤腹寄居姬蜘蛛生活史長度影響

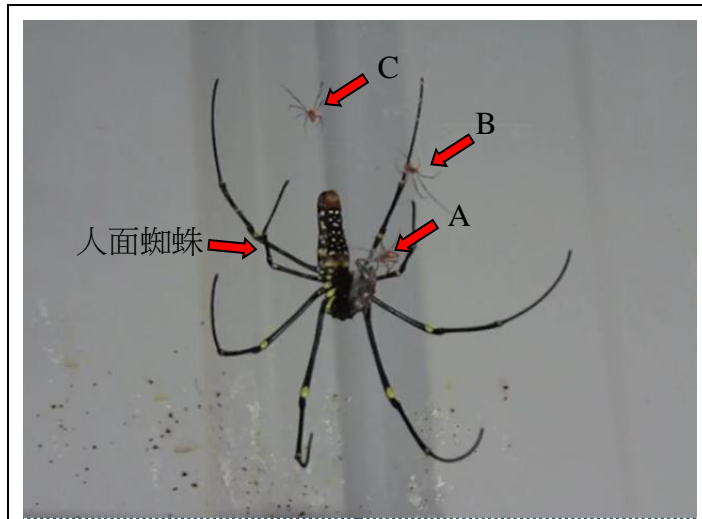
本實驗分別從四個不同卵繭中孵化之蜘蛛中各取 5 隻，共 20 隻，將其置放於無宿主之人面蜘蛛網上，網上有已消化獵物，使其僅能攝食此獵物，實驗結果顯示，此 20 隻蜘蛛均能完成五次蛻皮，達到性成熟，此 20 隻蜘蛛達到性成熟天數約 31~39 天，平均 35.25 天 (圖二十五)。



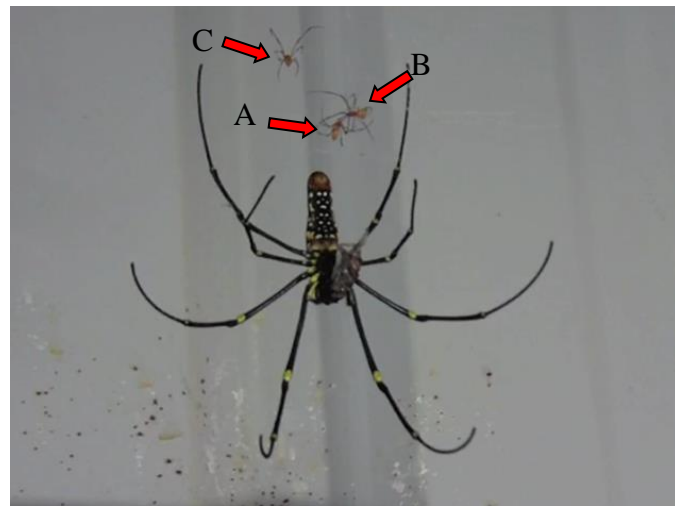
實驗四之二、非親緣關係個體，合作攝食族群大小之探究

實驗中可觀察到，為了與宿主共享已消化獵物而不被驅趕，當一赤腹寄居姬蜘蛛攝食時，其餘赤腹寄居姬蜘蛛會以第一對步足碰觸人面蜘蛛，藉以干擾使宿主分心，減少攝食中的赤腹寄居姬蜘蛛被驅趕的機會 (圖二十六~圖二十八)。

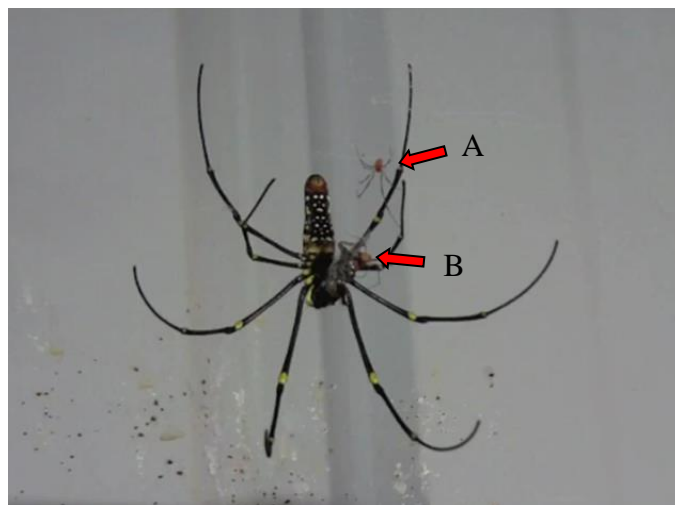
在 20 次實驗中，無親緣關係的赤腹寄居姬蜘蛛個體間合作攝食的數量為 2 ~ 7 隻，以 3 隻或 4 隻合作攝食為最常見，平均約 4 隻 (圖二十九)。



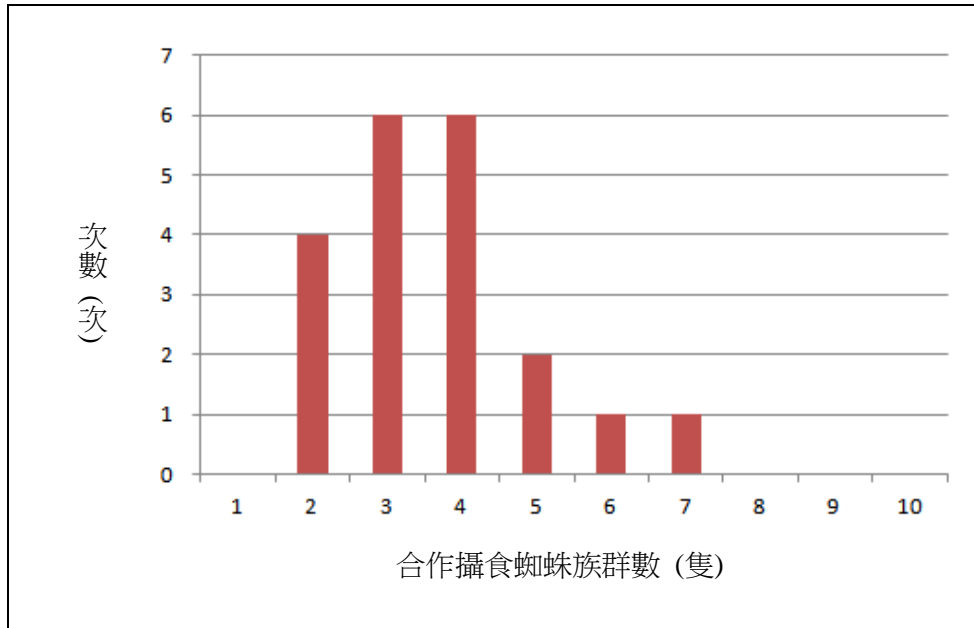
圖二十六、蜘蛛 B 干擾宿主，蜘蛛 A 攝食



圖二十七、蜘蛛 B 與 蜘蛛 A 交換中



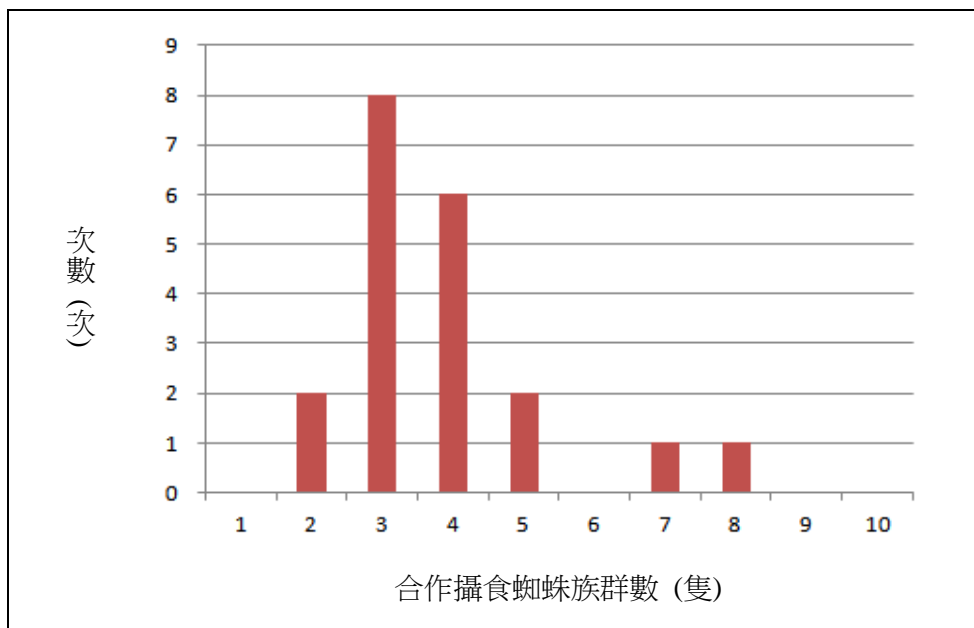
圖二十八、蜘蛛 A 干擾宿主，蜘蛛 B 攝食



圖二十九、非親緣關係赤腹寄居姬蜘蛛合作攝食族群數

實驗四之三、具親緣關係個體，合作攝食族群大小之探究

在 20 次實驗中，具親緣關係的赤腹寄居姬蜘蛛個體間合作攝食的數量為 2 ~ 8 隻，以 3 隻或 4 隻合作攝食為最常見，平均約 4 隻 (圖三十)。

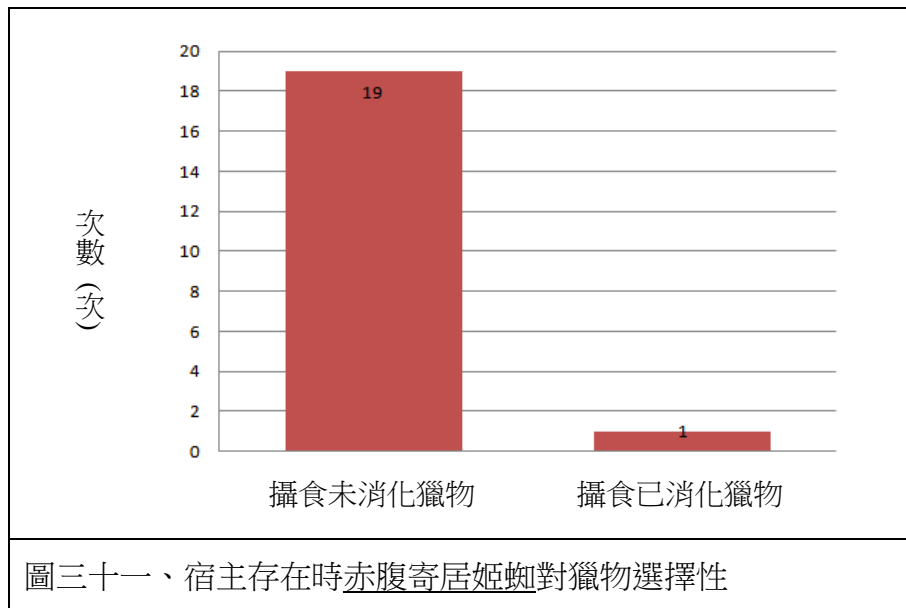


圖三十、具親緣關係赤腹寄居姬蜘蛛合作攝食族群數

實驗五、竊取宿主網上未消化獵物及與宿主共享已消化獵物兩種攝食行為偏好性探究

(一) 宿主存在情況

在宿主存在情況下，20 次實驗中，每隻赤腹寄居姬蜘蛛在放入宿主網中後，均先往宿主方向移動，但只有 1 次成功與宿主共享已消化獵物，其餘 19 次因宿主驅趕而離開，而後選擇未消化獵物 (圖三十一)。



針對兩組數據進行百分比差異檢定：

虛無假設 (H_0) : $P = 0.5$ (捕食未消化獵物機率为 50%)

信賴區間設為 95%

$$z = \frac{p' - p}{(pq/N)^{1/2}} ;$$

其中 $p' = f/N$

$$\text{故 } z = (19/20) - 0.5 / (0.5 \cdot 0.5 / 20)^{1/2} = 4.025$$

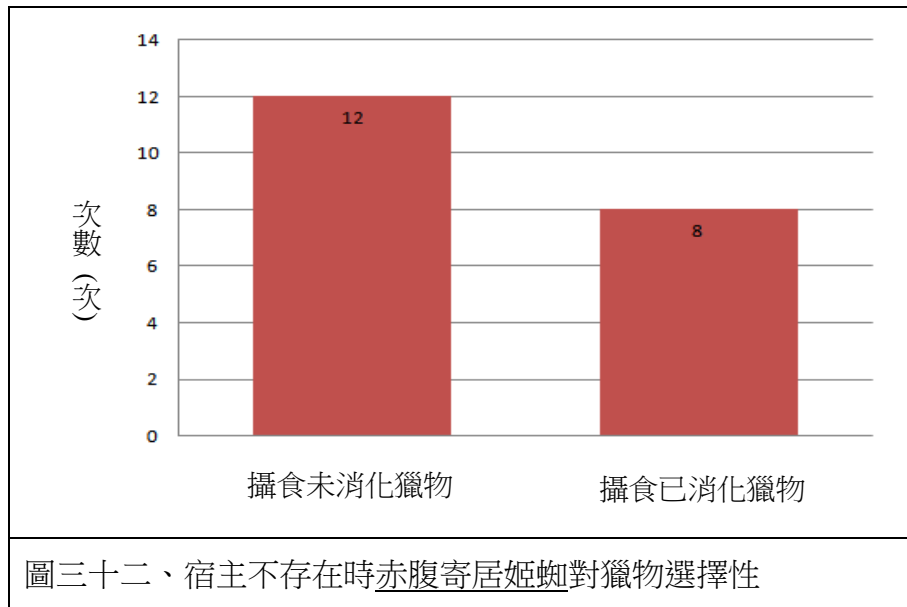
雙側考驗的臨界值為 $z_{.025} = -1.96$ 和 $z_{.925} = 1.96$ ，故拒絕 $H_0 : P = 0.5$

即捕食未消化獵物的機率为非 50%；

也就是說赤腹寄居姬蜘蛛捕食到未消化獵物與捕食到已消化獵物之兩組數據有明顯差異，即非隨機。

(二) 宿主不存在情況

在宿主不存在狀況下，20 次實驗中，每隻赤腹寄居姬蜘蛛在放入宿主網中後，有 12 次選擇未消化獵物，而有 8 次選擇已消化獵物 (圖三十二)。



針對兩組數據進行百分比差異檢定：

虛無假設 (H_0) : $P = 0.5$ (捕食未消化獵物機率为 50%)

信賴區間設為 95%

$$z = \frac{p' - p}{(pq/N)^{1/2}} ;$$

其中 $p' = f/N$

$$\text{故 } z = \frac{(12/20) - 0.5}{(0.5 \cdot 0.5 / 20)^{1/2}} = 0.8945$$

雙側考驗的臨界值為 $z_{.025} = -1.96$ 和 $z_{.925} = 1.96$ ，故接受 $H_0 : P = 0.5$

即捕食未消化獵物的機率为 50%；

也就是說赤腹寄居姬蜘蛛捕食到未消化獵物與捕食到已消化獵物之兩組數據無明顯差異，即為隨機。

陸、討論

一、自行結網捕食對赤腹寄居姬蜘蛛生活史長度影響

根據**實驗一**，若讓赤腹寄居姬蜘蛛單獨生活，其亦能結網，但所結之網僅為簡單條網，並無法成功捕食到我們所餵食的果蠅，因此在未進食的情況下，其僅能靠孵化後所遺留之養分維持生命，存活天數僅有 4~8 天，平均約 5.35 天，可想而知赤腹寄居姬蜘蛛也無多餘能量可進行第一次蛻皮，更遑論達到性成熟。

在我們野外實際觀察中，的確從未發現過赤腹寄居姬蜘蛛單獨結網狀態，發現的赤腹寄居姬蜘蛛均寄生在他種結網蜘蛛的網上，偶而在宿主網上結簡單條網以利逃生之用。

二、攝食宿主蛛網對赤腹寄居姬蜘蛛生活史長度影響

在**實驗二**中，我們將赤腹寄居姬蜘蛛置於無宿主且無獵物之宿主網上，將宿主移除的目的是希望赤腹寄居姬蜘蛛能不受宿主干擾、驅離，而因宿主網上無獵物，故赤腹寄居姬蜘蛛僅能攝食宿主網維生；從文獻資料可知，蜘蛛網成分主要為蛋白質，蜘蛛在回收蛛網時亦會將蛛網吃掉以回收利用，因此在宿主網上無獵物或獵物不足情形下，赤腹寄居姬蜘蛛亦會輔以攝食宿主蛛網補充養分；在本實驗中，赤腹寄居姬蜘蛛僅攝食宿主網，其存活天數為 7~13 天，平均約 11 天，且僅有部分赤腹寄居姬蜘蛛可完成第一次蛻皮，推論原因可能是營養成分不足，且食物量也不夠，故無法使赤腹寄居姬蜘蛛生長至性成熟。

在野外宿主網上有宿主的情況下，赤腹寄居姬蜘蛛活動時會受到宿主的驅趕，要攝食到足夠的網更難，因此應該更難僅靠取食宿主網維生；另外赤腹寄居姬蜘蛛若將宿主網攝食破壞太嚴重，宿主會將網回收重新織網或棄網，則赤腹寄居姬蜘蛛就必須重新尋找宿主網，因此推測赤腹寄居姬蜘蛛偏向盡量不攝食宿主網，以免破壞寄生關係，危及自己的生存。

三、竊取宿主網上未消化獵物對赤腹寄居姬蜘蛛生活史長度影響

根據**實驗三**，赤腹寄居姬蜘蛛僅攝食未消化獵物情況下，除了 1 隻不明原因死亡之外，其餘 19 隻均能完成五次蛻皮，達到性成熟，而達到性成熟從 46~53 天不等，平均約 49.43 天。

此天數比起攝食已消化獵物的天數長，推測主要原因與蜘蛛攝食方式有關，蜘蛛攝食方

式為先將消化液注入獵物體內，待其消化分解成湯汁狀後再將此湯汁吸收，因此在攝食未消化獵物時，須先花一段時間等待獵物被分解，所以實際吸取養分時間比攝食已消化獵物來的短，每次得到養分自然比攝食已消化獵物來的少，生長時間因此拉長。

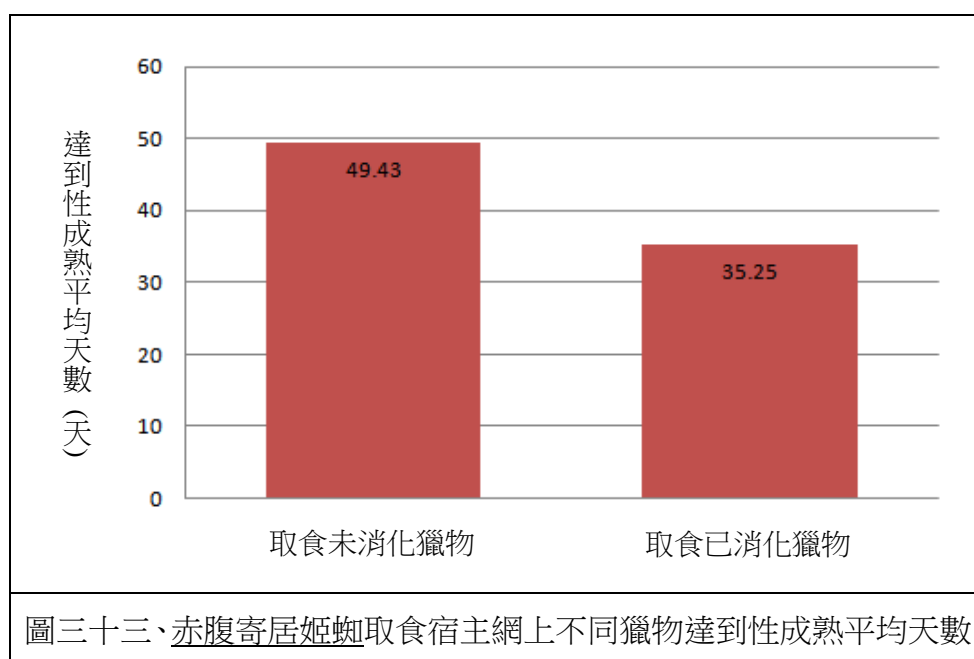
四、攝食已消化獵物對赤腹寄居姬蜘蛛生活史長度影響

根據實驗四之一，赤腹寄居姬蜘蛛在僅攝食已消化獵物情況下，所有蜘蛛均能完成五次蛻皮，達到性成熟，達到性成熟從 31~39 天不等，平均約 35.25 天。

比起僅攝食未消化獵物之蜘蛛，其成熟時間明顯較短，因為此獵物已被宿主之消化液分解成湯汁狀，故赤腹寄居姬蜘蛛不需再花時間等待獵物分解，每次實驗攝取到養分自然也較多，生長時間較僅攝食未消化獵物之蜘蛛縮短許多。

五、竊取宿主網上未消化獵物及與宿主共享已消化獵物兩種攝食行為偏好性探究

將實驗三與實驗四之一的數據以 Excel 統計軟體進行雙尾 T 檢定，比較其差異性，得到 p 值為 2.73581×10^{-14} ，遠小於 0.001，代表赤腹寄居姬蜘蛛取食未消化獵物與取食已消化獵物在達到性成熟所需天數上有明顯差異（圖三十三）。



圖三十三、赤腹寄居姬蜘蛛取食宿主網上不同獵物達到性成熟平均天數

因此根據上述實驗統計值，赤腹寄居姬蜘蛛理論上應該傾向以攝食已消化獵物為主，如此才能在最短時間內達到性成熟，繁衍後代。

但在我們實驗五中之數據顯示，當網上無宿主存在時，赤腹寄居姬蜘蛛對已消化及未消化獵物之選擇性經統計並無明顯差異 (8 次 : 12 次)，即可視為赤腹寄居姬蜘蛛對獵物之選擇為隨機；但在宿主存在情況下，赤腹寄居姬蜘蛛會先向宿主方向移動，欲與宿主共享已消化獵物，但宿主會表現出驅趕行為，因此 20 次實驗中只有 1 次成功與宿主共享已消化獵物，其餘 19 次被宿主驅趕後，開始在網週邊搜尋，最後均只能攝食宿主忽略之未消化獵物。

由上述結果可知，赤腹寄居姬蜘蛛搜尋食物不是靠嗅覺，若是靠嗅覺，則在無宿主情況下，赤腹寄居姬蜘蛛每次實驗應該都會往已消化獵物方向移動，但實驗結果顯示並非如此。

而在有宿主情況下，因宿主在攝食時網會震動，故實驗中可觀察到赤腹寄居姬蜘蛛一開始都向宿主方向移動，故可推測赤腹寄居姬蜘蛛是靠震動來偵測食物方向，但因為宿主會驅趕，所以雖然赤腹寄居姬蜘蛛知道已消化獵物的方向，但實驗過程中只有 1 次成功與宿主共享已消化獵物，其餘 19 次只能在被驅趕後隨機在網上找到未消化獵物。

六、親緣關係對赤腹寄居姬蜘蛛合作攝食之影響

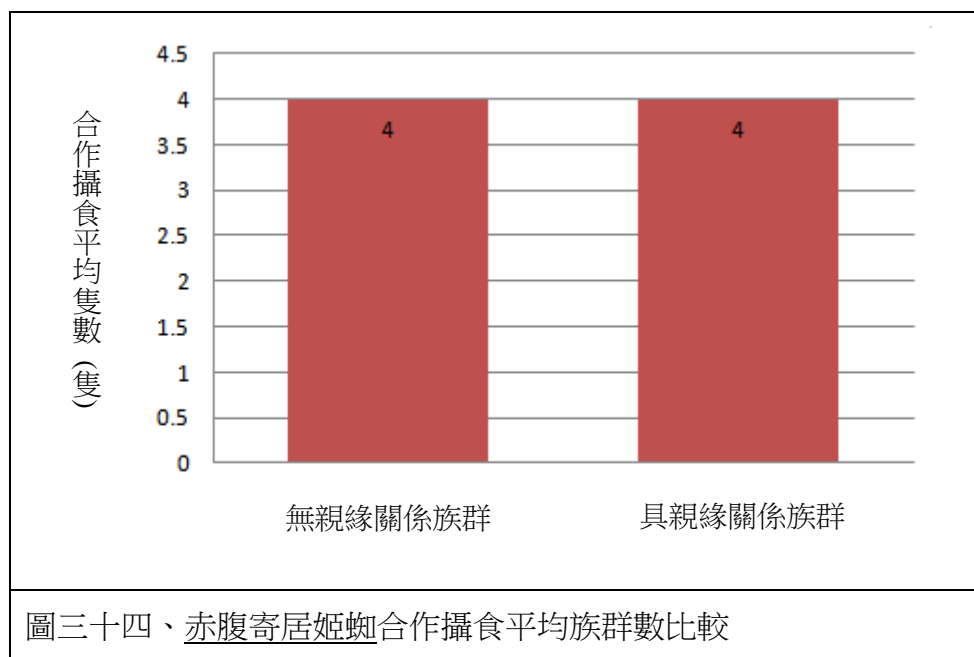
野外觀察發現，當宿主網上赤腹寄居姬蜘蛛只有 1 隻時，因為容易被宿主發現而驅趕，因此不易與宿主共享已消化獵物，但當赤腹寄居姬蜘蛛族群大時，蜘蛛會表現合作行為，當 1 隻在攝食時，其餘蜘蛛會以第一對步足干擾宿主，使其分心。

根據賽局理論，赤腹寄居姬蜘蛛必須合作以取得較大與宿主共享已消化獵物的機會，但又不希望合作族群太大，造成每隻個體攝食時間不足，影響其生長，因此實驗四之二即在找出赤腹寄居姬蜘蛛合作攝食最佳族群數；實驗結果顯示，合作攝食族群數平均約 4 隻，所以推測合作蜘蛛少於 4 隻不容易成功與宿主共享已消化獵物，而超過 4 隻則會減少每隻能夠得到的養分，影響生長。

有許多社會性昆蟲會表現利他行為，只要能將親屬的基因傳下去，犧牲本身生命也無所謂，實驗四之三即在驗證有親緣關係的赤腹寄居姬蜘蛛是否會增加合作攝食的族群數。

我們針對無親緣關係族群與具親緣關係族群兩組數據以 Excel 統計軟體進行雙尾 T 檢定，比較其差異性，得到 p 值為 0.32689，遠大於 0.05，即兩者間無明顯差異 (圖三十四)，

也就是說具親緣關係並不會增加合作攝食的族群數，合作攝食的族群數大小主要還是取決於能否讓每隻蜘蛛得到足夠養分。



柒、結論

根據上述討論結果我們歸納出以下幾點結論：

- 一、赤腹寄居姬蜘蛛會結簡單的蛛網，但無法當成捕食工具，故必須終生寄生在宿主網上才能存活。
- 二、赤腹寄居姬蜘蛛會取食宿主網為食，但無法維持其生存所需能量，因此不是其主要攝食策略。
- 三、赤腹寄居姬蜘蛛無論攝食已消化獵物或攝食未消化獵物均能達到性成熟。
- 四、攝食已消化獵物之赤腹寄居姬蜘蛛達到性成熟時間明顯短於攝食未消化獵物之個體。
- 五、赤腹寄居姬蜘蛛主要是靠蛛網之震動來發現獵物的存在，而非靠嗅覺。
- 六、宿主網上赤腹寄居姬蜘蛛數量少時，主要以攝食未消化獵物為主。
- 七、宿主網上赤腹寄居姬蜘蛛數量多時，主要以合作方法與宿主共享已消化獵物為主。
- 八、赤腹寄居姬蜘蛛合作攝食族群數以 4 隻為最佳。
- 九、親緣關係並不會影響赤腹寄居姬蜘蛛最佳合作攝食族群數。

捌、致謝

這個實驗能夠完成要感謝學校提供相關器材，指導老師在野外實驗及數據結果討論上的協助，另外感謝數學老師在實驗數據統計上的建議。

玖、參考資料

- 一、朱耀沂。(2003)。蜘蛛博物學。台北市：大樹文化。
- 二、李文貴。(2002)。自然觀察圖鑑 1 - 蜘蛛。台北市：親親文化事業有限公司。
- 三、施河等。(2012)。生物間的交互作用。載於高中基礎生物下冊第六章 (73-76 頁)。台南市：南一書局企業股份有限公司。
- 四、陳世煌。(2001)。台灣常見蜘蛛圖鑑。台北市：行政院農業委員會。
- 五、Foelix, R. F. (1996). *Biology of Spiders*. New York: Oxford University Press, Inc.
- 六、Koh, T. H. & Li, D. (2002). Population characteristics of a kleptoparasitic spider *Argyrodes flavescens* (Araneidae: Theridiidae) and its impact on a host spider *Nephila pilipes* (Araneae: Tetragnathidae) from Singapore. *Raffles Bull. Zool.* 50, 153-160.
- 七、Koh, T. H. & Li, D. (2003). State-dependent prey-type preferences of *Argyrodes flavescens*. *J. Zool. (Lond.)* 260, 227-233.
- 八、Shinkai, A. (1988). A note on the web silk theft by *Argyrodes cylindratus* (Araneae: Theridiidae). *Acta Arachnol.* 36, 115-119.
- 九、Vollrath, F. (1979). Behaviour of the Kleptoparasitic spider *Argyrodes elevatus* (Araneae, Theridiidae). *Anim. Behav.* 27, 515-521.
- 十、Vollrath, F. (1987). Kleptobiosis in spiders. In *Ecophysiology of spiders*: 274-286. Nentwig, W. (Ed.). Berlin: Springer-Verlag.
- 十一、Whitehouse, M. E. A. (1986). The foraging behaviors of *Argyrodes antipodiana* (Theridiidae), a kleptoparasitic spider from New Zealand. *N. Z. J. Zool.* 13, 151-168.
- 十二、Whitehouse, M. E. A. (1997). The benefits of stealing from a predator: foraging rates, predation risk, and intraspecific aggression in the kleptoparasitic spider *Argyrodes antipodiana*. *Behav. Ecol.* 8, 663-667.

【評語】 040717

觀察記錄赤腹寄居姬蛛取食之行為，以攝食在宿主網上之食物為主。雖採多方向觀察，可惜未提出重要或有趣之研究動機做為本研究之開端。