

中華民國 第 50 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

040719

難道你什麼都不想要-二角塵蛛網上異物選汰行
為與隱帶形成之探討

學校名稱：國立花蓮高級中學

作者： 高一 梁信弘 高一 徐振益 高一 江英吉 高一 許晉維	指導老師： 吳復中
---------------------------------------------	--------------

關鍵詞：二角塵蛛、選汰

摘要

二角塵蛛近年來常被作為研究對象，但關於其選汰行為的研究卻不多，透過本研究我們想知道二角塵蛛如何選汰利用網上異物，並探討其如何影響隱帶的形成的，以達到生態上適存的目的。

本研究歸納出四類選汰之行為模式：靜態偵測模式、動態偵測模式、選汰行為模式及返回行為模式。其中動態偵測模式的「震動偵測」更決定是否蜘蛛進行捕食或異物選汰行為。隱帶旁無橫絲亦會影響蜘蛛對震動之反應速率，更可幫助蜘蛛分辨網上異物來源。

此外，我們亦發現影響二角塵蛛選汰隱帶材料因素中，重量所造成的張力影響最重要，視覺因素影響最少。其非常偏好用卵囊作為隱帶，其次為食渣，但不會將隱帶上的食繭替換成卵囊，且蜘蛛網上卵囊之有無會影響隱帶顆粒形狀。

壹、研究動機

蜘蛛網的功能在於捕食獵物，若網上因佈滿灰塵和碎屑而變得明顯，將導致獵物捕獲率降低，甚至提高被捕食率，故蜘蛛會清網以維持清潔。在偶然的機會中，我們邂逅了校園中的一種蜘蛛，網上卻有明顯的碎屑。閱讀相關文獻後，我們知道這種特別的蜘蛛為二角塵蛛，网上的顆粒為隱帶，是為了欺敵而刻意製作的，像課本提到動物的行為如昆蟲的擬態，都有演化適應上的意義。

為了達到生存之目的，二角塵蛛對異物的選汰應有一套特殊的標準及方法，牠要如何有效辨別落到网上的異物，並進一步選擇材料來製作隱帶？文獻中，雖有介紹隱帶功能及形成過程，但關於異物選汰的資料卻很少，因此我們想以二角塵蛛為對象，對其网上的選汰行為及隱帶形成作進一步的探討。

貳、研究目的

- 一、觀察二角塵蛛蜘蛛網上異物選汰之行為模式
- 二、二角塵蛛網上異物選汰偏好之分析
- 三、網上不同處理的真假卵囊對二角塵蛛選汰之影響
- 四、二角塵蛛网上的卵囊對隱帶形成之影響
- 五、蜘蛛網上橫絲、縱絲及隱帶顆粒對選汰效率之影響

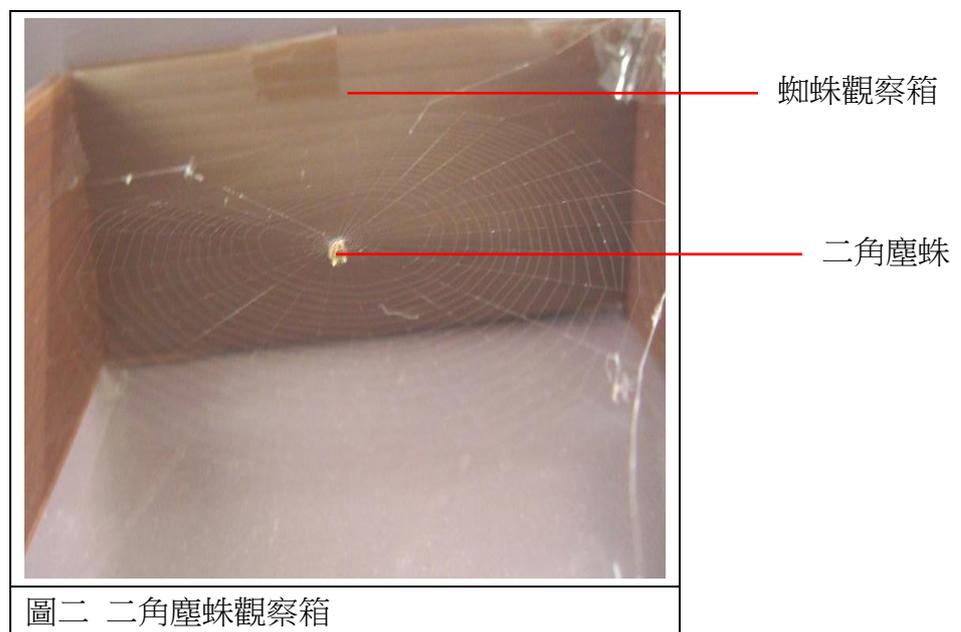
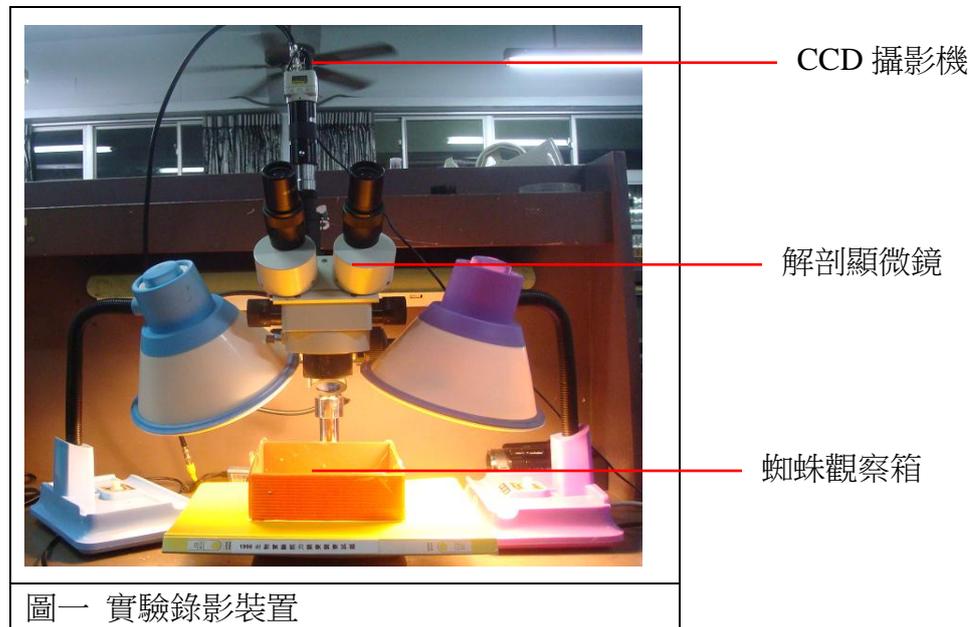
參、研究器材

一、檯燈	2 台	六、保麗龍膠	2 瓶	十一、食物殘渣(簡稱食渣)	
二、解剖顯微鏡	1 台	七、乙酸	1 瓶		數個
三、數位攝錄影器材	1 組	八、毛線	1 捲	十二、鑷子	數支
四、塑膠瓦楞紙	50 片	九、保麗龍球	多顆		
五、葉子碎片	適量	十、二角塵蛛卵囊	數個		

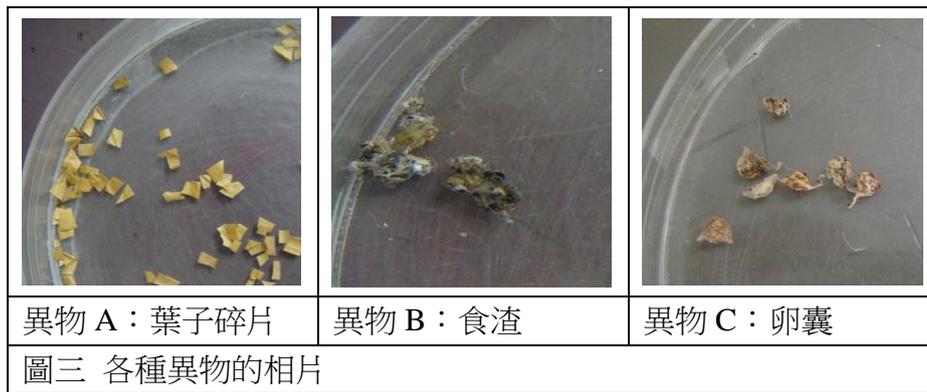
肆、研究方法

一、觀察二角塵蛛蜘蛛網上異物選汰之行為模式

透過單一來源及多向來源異物，探討其選汰行為模式，實驗裝置如下圖一及圖二。



實驗設計中，選用三種常出現在網上的物件當作異物，分別為葉子碎片、食渣及卵囊(圖三)。



(一)網上單一來源異物

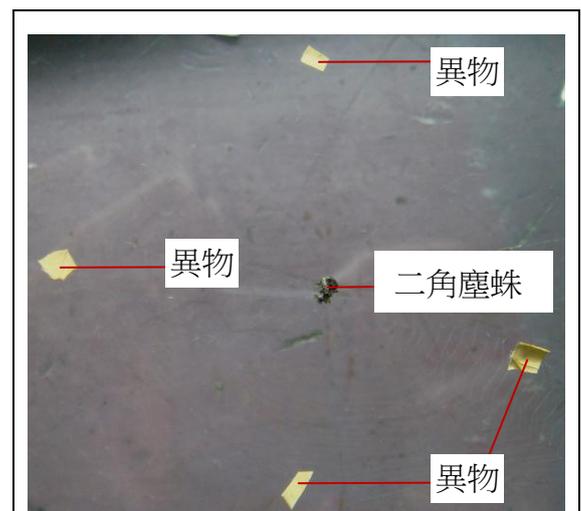
1. 利用葉子碎片、食渣及卵囊(5 mm²)代表掉落在網上的異物。
2. 在距離蜘蛛 3cm 處之網上，放入異物。
3. 對照組為不放置任何異物的蜘蛛網。
4. 實驗組分別設置為放入異物後靜置；及放入異物後吹動蜘蛛網的方式模擬自然情況下之風吹使之震動(圖四)。
5. 觀察並利用錄影機錄下其行為。
6. 重複步驟 3~5 二十次。



圖四 單一來源的異物

(二)網上多向來源異物

1. 利用葉子碎片(5mm²)代表掉落在網上的異物。
2. 在距離蜘蛛 3cm 處之網上，環繞放入 4 片葉子碎片(圖五)。
3. 同實驗(一)步驟 3~6。

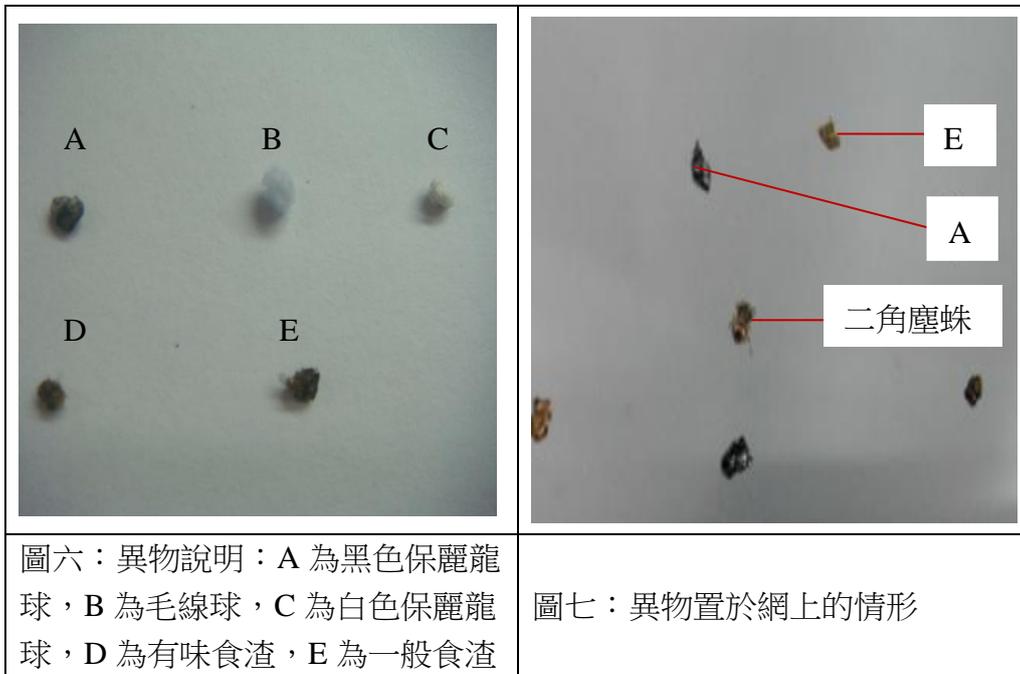


圖五 多向來源的異物

二、二角塵蛛網上異物選汰偏好之分析

文獻顯示二角塵蛛會利用網上的食渣、植物碎屑製成 4~5 個隱帶，我們想知道是利用何種感官來選汰不同的異物，故設計以下實驗。

- (一) 取多組網上無異物的蜘蛛
- (二) 對照組為網上不放入異物
- (三) 實驗組則在網放上與蜘蛛個體大小相近的異物(圖六、圖七)
 - 1.一般食渣
 - 2.有味食渣(利用乙酸處理)
 - 3.白色保麗龍球
 - 4.黑色保麗龍球(塗上墨汁的保麗龍球)
 - 5.毛線球
- (四) 觀察並記錄蜘蛛的選汰反應
- (五) 重複步驟 3~4 三十次



三、網上不同處理的真假卵囊對二角塵蛛選汰之影響

文獻亦指出，二角塵蛛也將卵囊製成隱帶，我們想比較不同材質、顏色與重量的真假卵囊之選汰，故設計以下實驗。

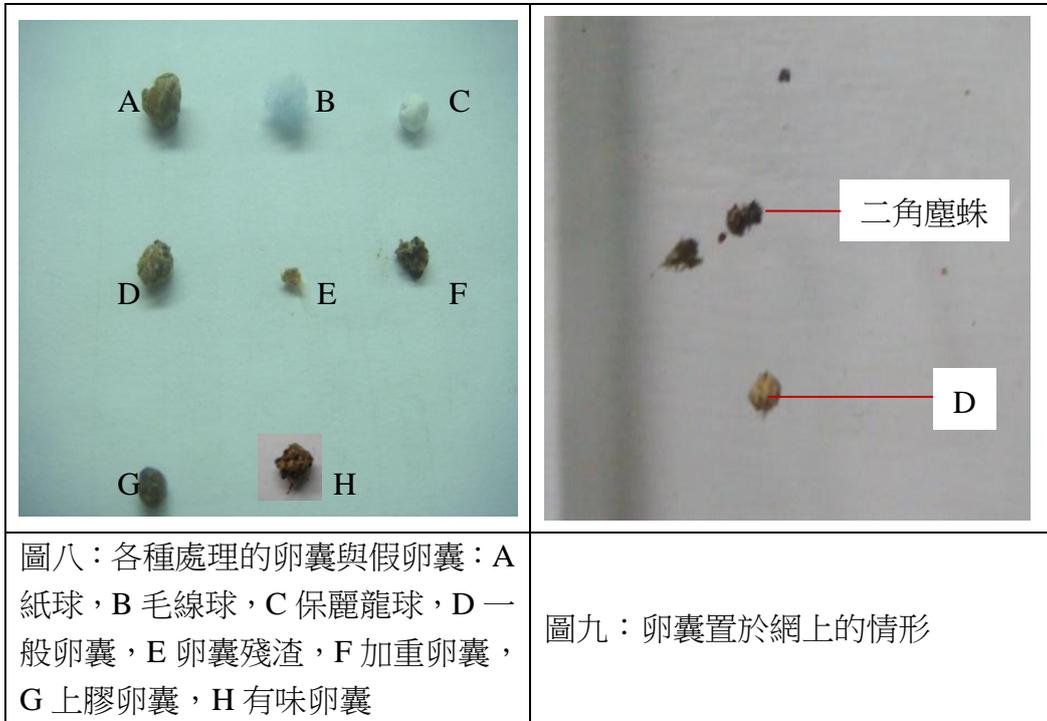
- (一) 取多組網上無異物的蜘蛛
- (二) 對照組為網上不放入異物
- (三) 實驗組則在網放上與蜘蛛個體大小相近的異物(圖八、圖九)
 - 1.一般卵囊
 - 2.加重卵囊(塞入沙礫)
 - 3.卵囊殘渣(撕開成兩份)
 - 4.上膠卵囊(塗上保麗龍膠)

5.有味卵囊：未稀釋(濃度 100%)及稀釋十倍(濃度 10%)之乙酸

6.假卵囊：紙球、保麗龍球、毛線球

(四) 觀察並記錄蜘蛛的選汰反應

(五) 重複步驟 3~4 三十次

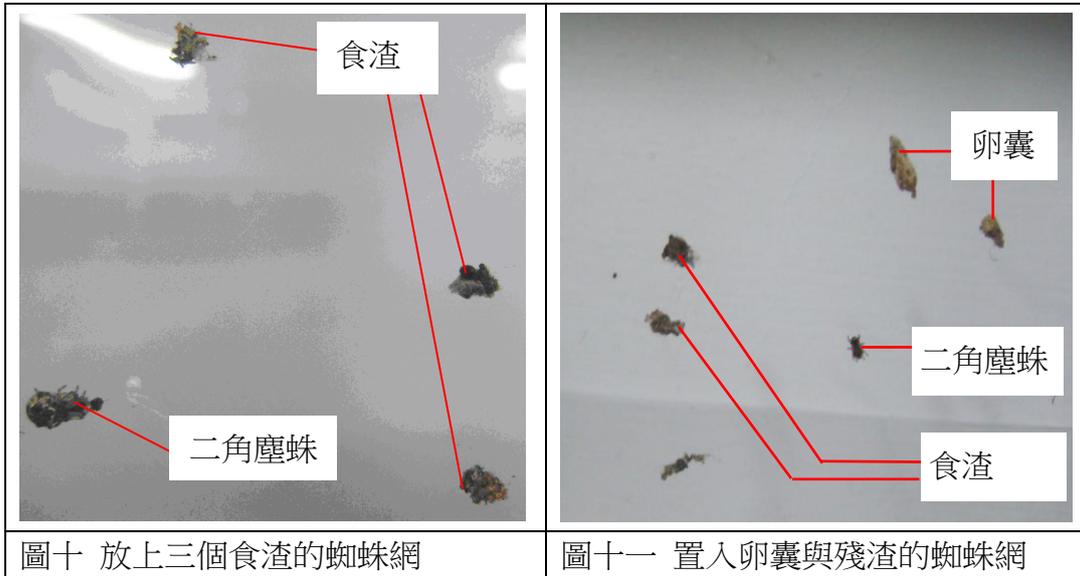


四、二角塵蛛網上的卵囊對隱帶形成之影響

在野外觀察中我們發現其隱帶組成，有些是單純的食繭，有些卻是卵囊為主，故我們想了解具產卵能力的蜘蛛，其隱帶的形成與組成是否與卵囊的產生有關，故設計以下實驗。

(一) 比較卵囊的存在，是否影響隱帶的形狀

1. 將蜘蛛分為有卵囊(實驗組)和無卵囊(對照組)兩組
2. 實驗組每次放上三個食渣(圖十)
3. 觀察並記錄蜘蛛的隱帶形成
4. 重複步驟 2~3



(二)比較卵囊的存在，是否影響不同階段隱帶的形成。

1. 將蜘蛛分為有隱帶組(未完成)和無隱帶組。
2. 實驗組分別在網上放上 1~2 個卵囊和 1~2 個食渣(圖十一)。
3. 觀察並記錄蜘蛛的隱帶形成。
4. 重複步驟 2~3 至隱帶數量不再增加。

五、蜘蛛網上橫絲、縱絲及隱帶顆粒對選汰效率之影響

形成隱帶過程中，其會將隱帶旁的橫絲拆除，我們好奇經過這樣的處理，是否會影響蜘蛛感應網上的震動，進而影響異物的選汰，故設計此實驗。

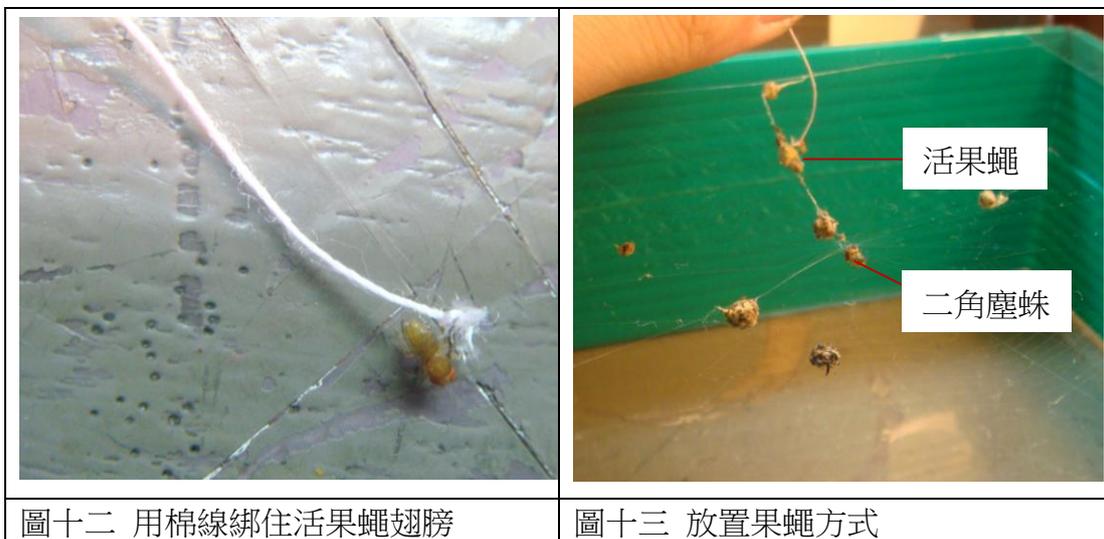
(一) 取多隻果蠅，將之翅膀以棉線綁住(圖十二)。

(二) 將果蠅放在網上的四種不同的部位(圖十三)，分別為：

1. 一般隱帶(兩旁無橫絲)
2. 拆除隱帶顆粒的一般隱帶
3. 具橫絲的縱絲
4. 不具橫絲的縱絲

(三) 記錄蜘蛛捕捉果蠅的反應時間(從置入果蠅至蜘蛛離開網中心)

(四) 重複步驟 1~4 五十次



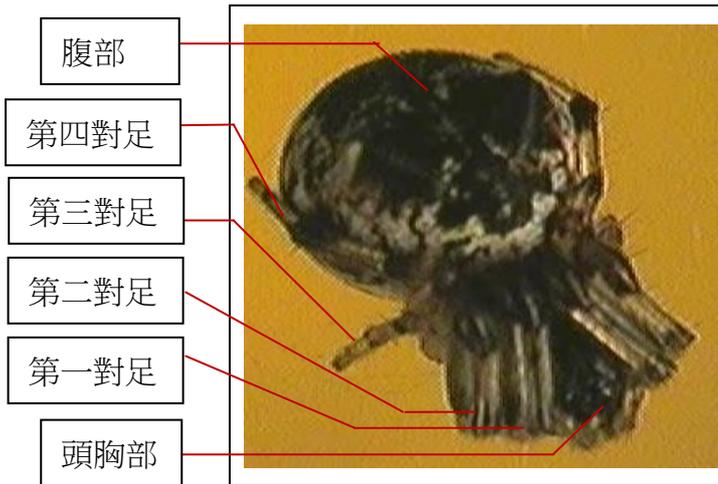
伍、研究結果

一、觀察二角塵蛛蜘蛛網上異物選汰之行為模式

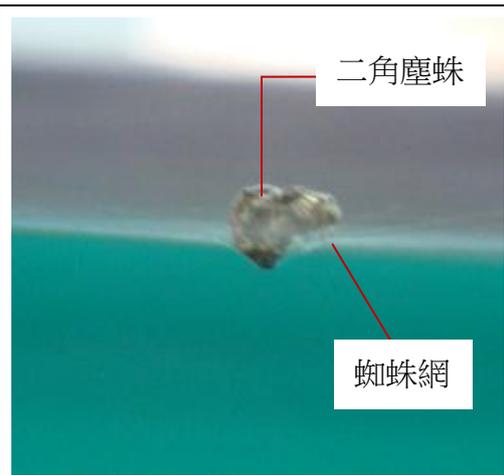
(一)行為模式介紹

1.靜態偵測模式 (圖十四、圖十五、圖十六)

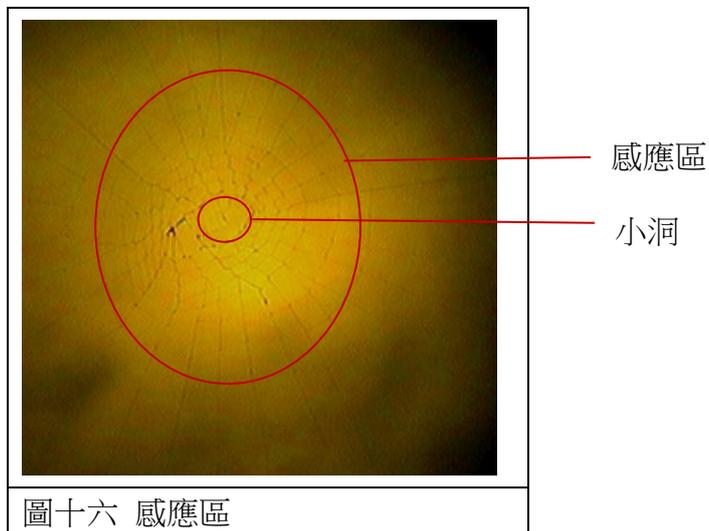
無異物在網上或放入異物後靜置之二角塵蛛會在網中心的感應區，前兩對足緊靠頭胸部，第三對足接觸網面，第四對足緊靠腹部，腹部尾端插在感應區的小洞中。



圖十四 靜止偵測行為



圖十五 腹部尾端插入感應區小洞
側面觀



圖十六 感應區

2.動態偵測模式

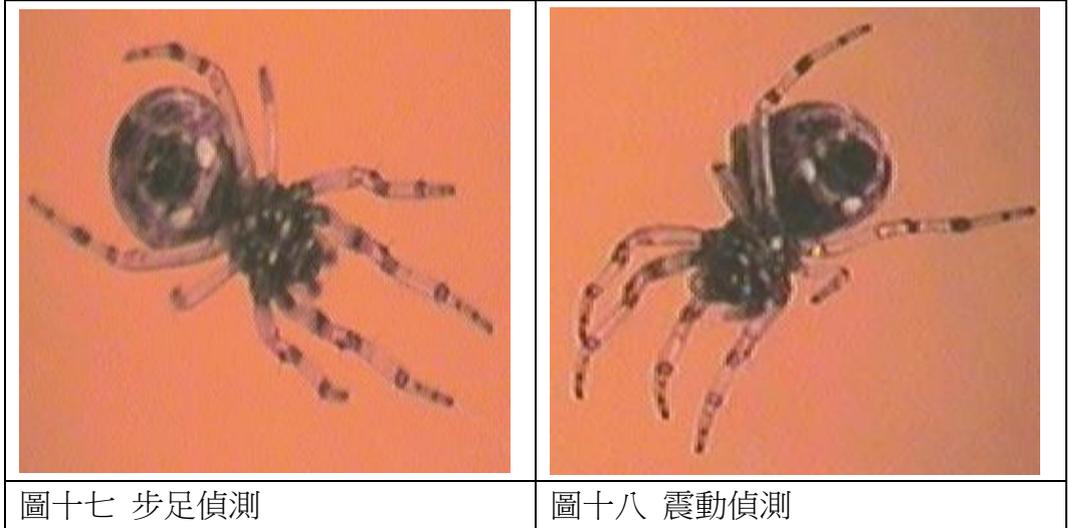
當蜘蛛感應到網上的異物時，藉四種方式逐漸偵測異物的位置。

(1)步足偵測(圖十七)

當蜘蛛感受到異物震動時，腹部會抬離感應區小洞，轉向偵測到的震源方向，並向前伸出前兩對足，放在四條縱絲上。

(2)震動偵測(圖十八)

利用前兩對足並列於網上，並藉腹部擺動產生震動。

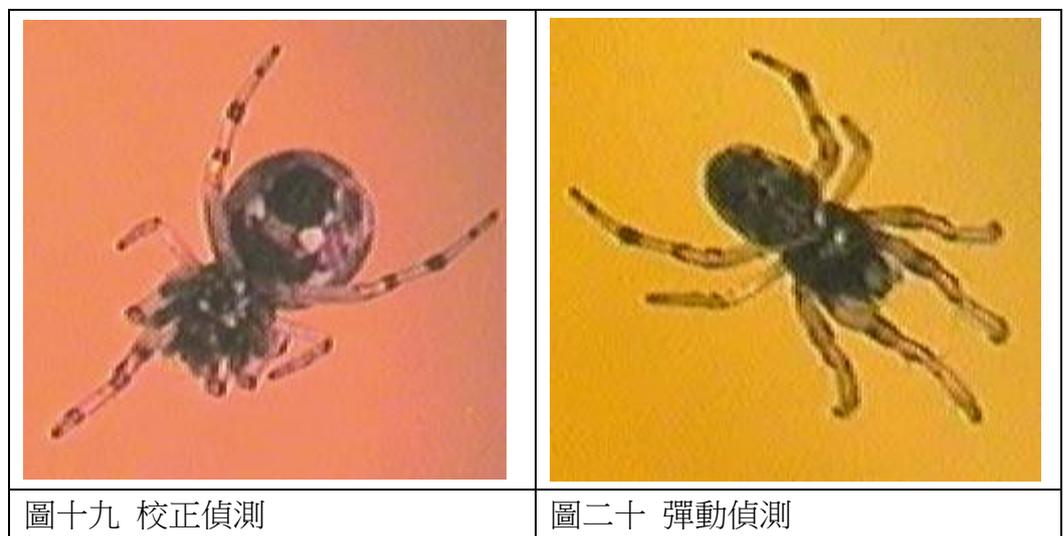


(3)校正偵測(圖十九)

會收回三隻步足，並留下第一對足的其中一隻會壓著一條縱絲，並伸得較長。

(4)彈動偵測(圖二十)

方式與震動偵測不同，以第一對足以鉤、拉、放的方式拉動縱絲，產生類似彈動的震動。



3. 選汰模式

我們將其選汰行為分為下列三種

(1) 捕捉獵物行為

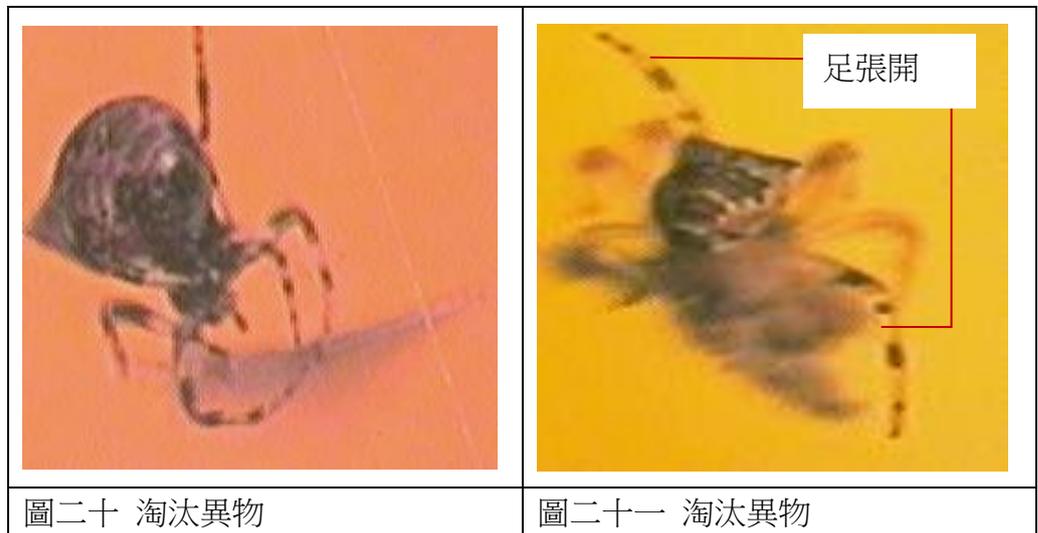
一旦確定獵物方向即快速前進，不經「校正偵測」、「彈動偵測」的階段。並將獵物帶回網中心纏繞後食用、在原處纏繞後放置原處或攜回食用。

(2) 選用(或放置原處)異物行為

先以第一對足碰觸異物，再用前兩對足撥動異物，並以觸肢噬咬分辨異物，若選用則放置在原處。

(3) 淘汰異物(圖二十)行為

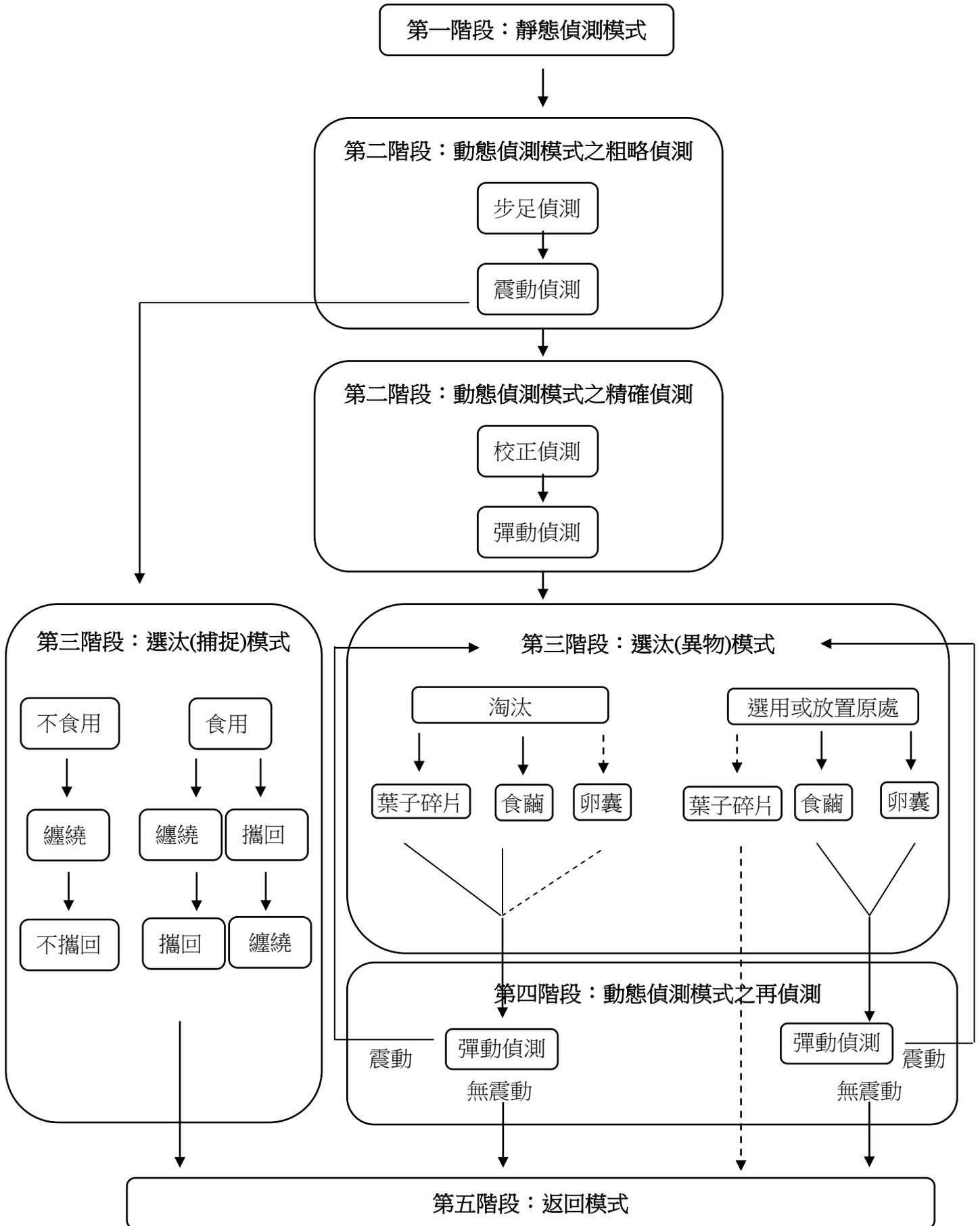
先以第一對足碰觸異物，再用前兩對足撥動異物，並以觸肢噬咬異物，以最後一對足做為支撐，前三對足將異物丟掉(圖二十一)。



4. 返回模式

返回網中心後，84% 邊轉動邊以前兩對足進行「步足偵側」，其中 80% 交錯出現「彈動偵測」。另有 16% 不轉動直接進入靜態偵測模式。

(二)選汰行為模式之流程：可以分為五的階段



二、二角塵蛛網上異物選汰偏好之分析

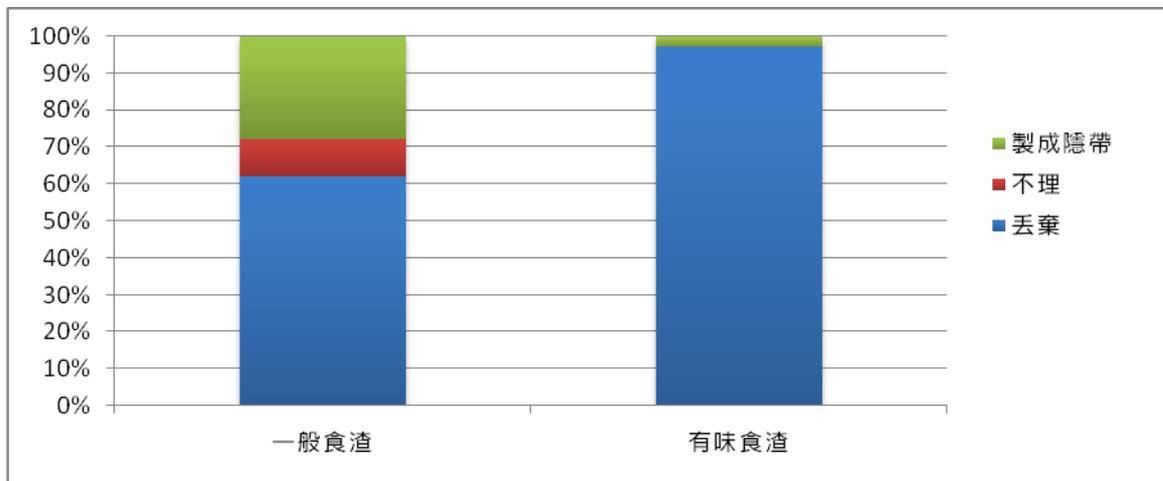
(一) 一般食渣與有味食渣(圖表一)

1. 一般食渣 28% 被製成隱帶，10% 不理，62% 被丟棄。
2. 有味食渣 3% 被製成隱帶，97% 被丟棄。

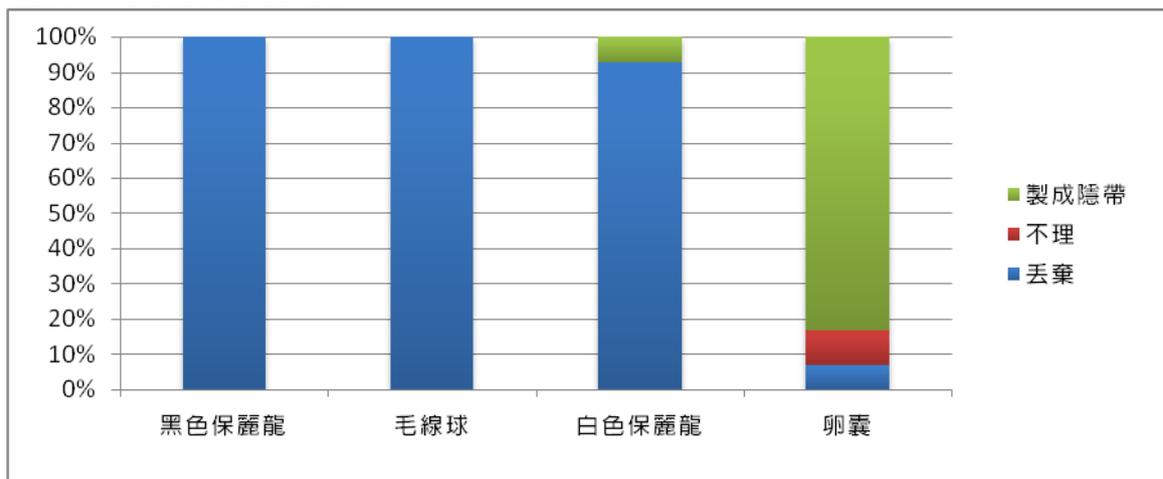
(二) 不同材質的異物(圖表二)

1. 黑色保麗龍球 100% 被丟棄。
2. 毛線球 100% 被丟棄。
3. 白色保麗龍球 7% 被製成隱帶，93% 被丟棄。
4. 卵囊 83% 被製成隱帶，10% 不理，7% 被丟棄。

圖表一 一般食渣與有味食渣



圖表二 不同材質的異物



三、蜘蛛網上不同處理的真假卵囊對二角塵蛛選汰之影響

(一) 經過不同處理的真卵囊(圖表三)

1. 卵囊殘渣 63% 被製成隱帶，20% 不理，17% 被丟棄。

2.有味卵囊：

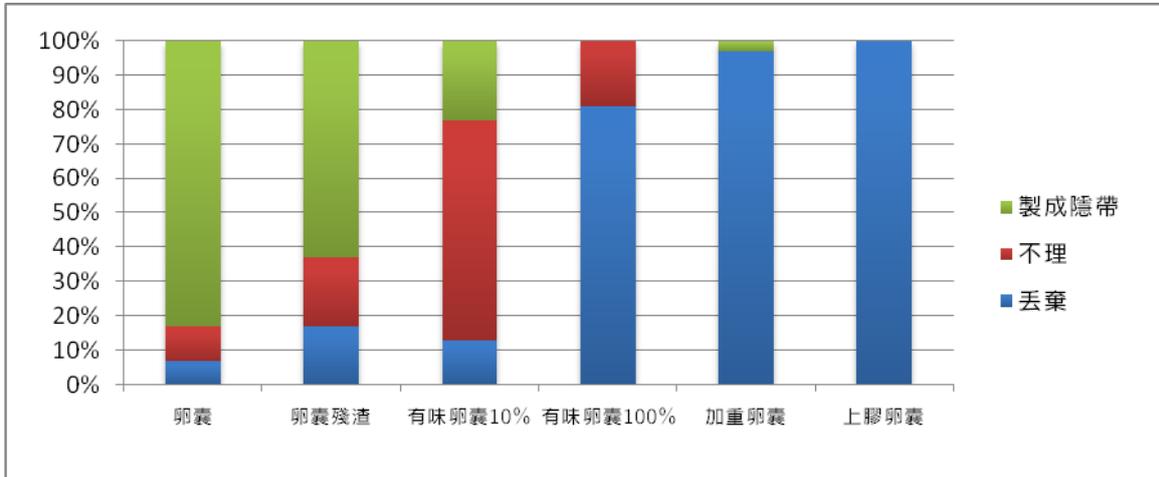
(1)乙酸濃度 10%：23%被製成隱帶，64% 不理，13% 被丟棄。

(2)乙酸濃度 100%：19% 不理，81% 被丟棄。

3.加重卵囊 3% 被製成隱帶，97% 被丟棄。

4.上膠卵囊 100% 被丟棄。

圖表三 經過不同處理的卵囊



(二) 不同材質的假卵囊(圖表四)

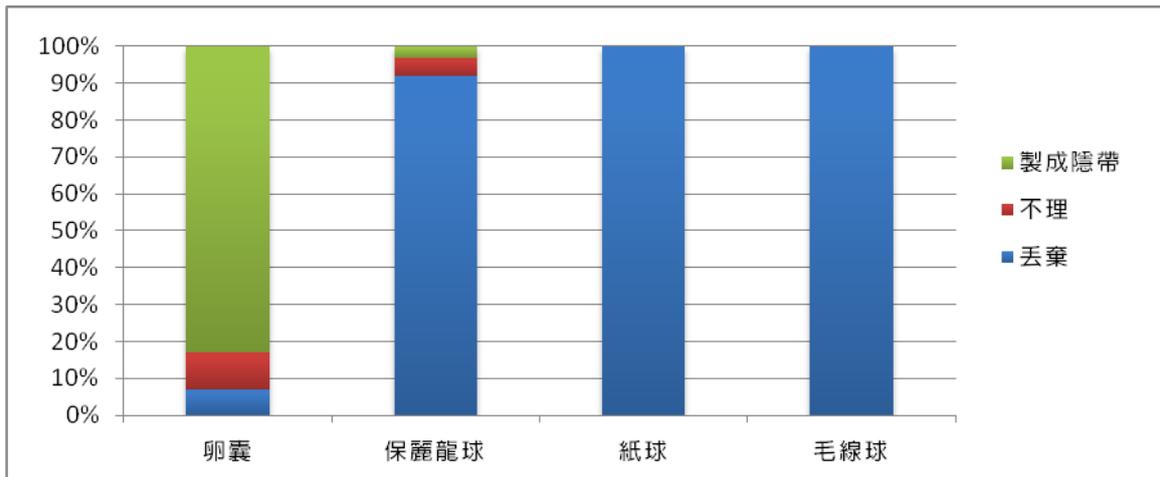
1. 卵囊 83% 被製成隱帶，10% 不理，7% 被丟棄。

2. 保麗龍球 3% 被製成隱帶，5% 不理，92% 被丟棄。

3. 紙球 100% 被丟棄。

4. 毛線球 100% 被丟棄。

圖表四 不同材質的假卵囊



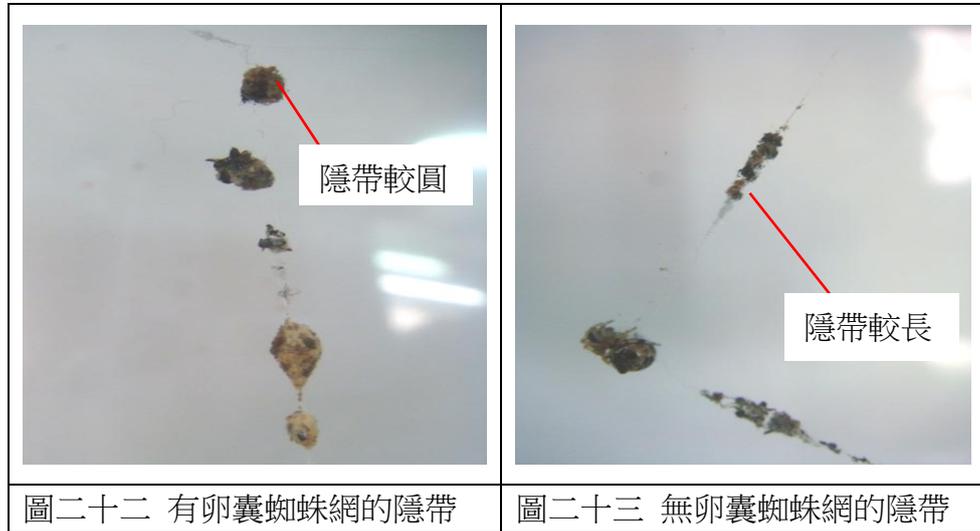
四、二角塵蛛網上的卵囊對隱帶形成之影響

(一) 比較有卵囊的存在，是否影響隱帶的形狀(圖表五)

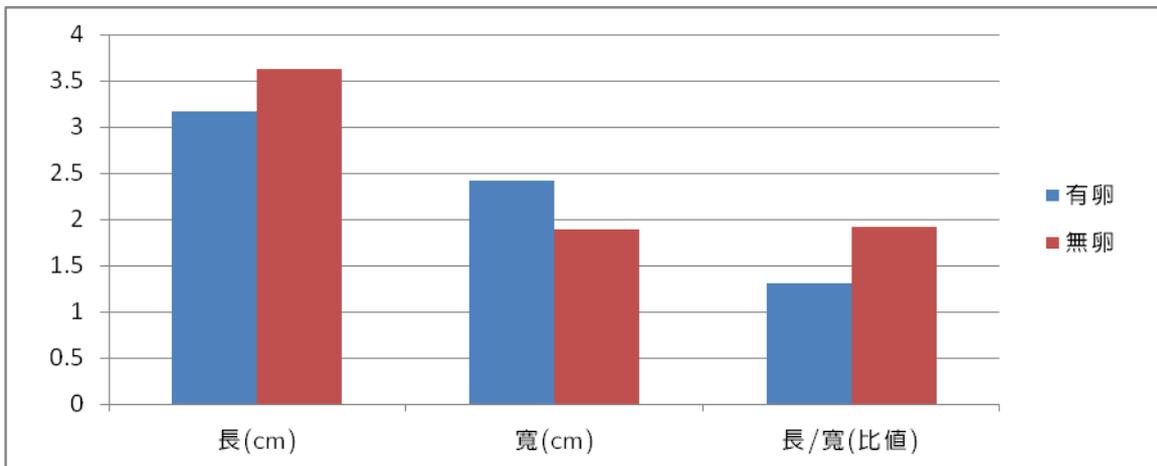
1.網上有卵囊的蜘蛛，形成的隱帶顆粒較圓(圖二十二)，平均長度為 3.17mm，平均寬度

為 2.42 mm，比值 1.31 (長/寬)。

2.網上無卵囊的蜘蛛，形成的隱帶顆粒較為細長(圖二十三)，平均長度為 3.63mm，平均寬度為 1.89 mm，比值 1.92 (長/寬)。



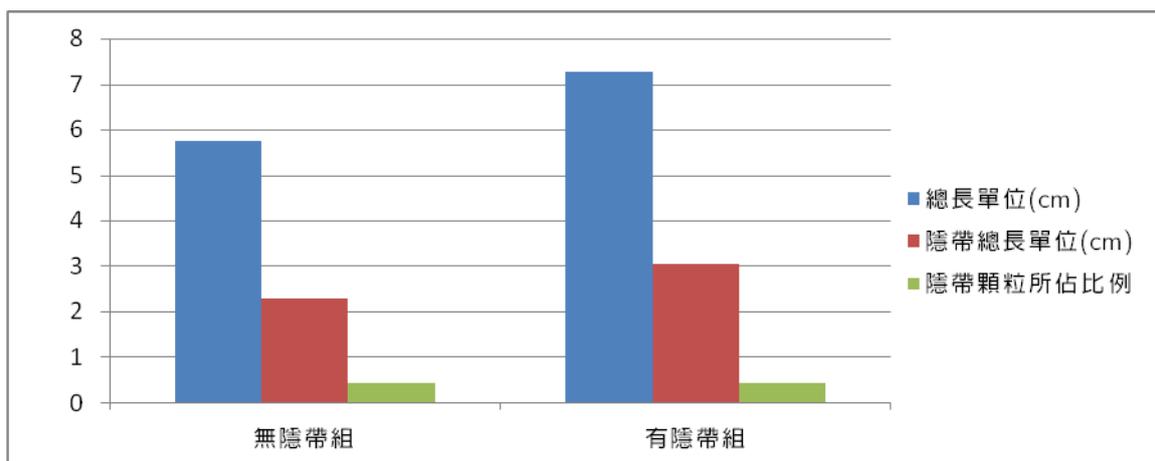
圖表五 有無卵囊對隱帶形狀的影響



(二)比較卵囊的存在，是否影響不同階段隱帶的形成(圖表六)

1. 無隱帶組：隱帶總長平均為 5.75cm，隱帶顆粒總長平均為 2.28cm，隱帶顆粒所佔比例為 0.42；隱帶數量平均為 2.07 條；食繭平均總數為 1.53 個，卵囊平均總數為 4.40 個。
2. 有隱帶組：隱帶總長的平均為 7.26cm，隱帶顆粒總長平均為 3.03cm，隱帶顆粒所佔比例 0.43；隱帶數量平均為 2.4 條；食繭平均總數為 3.33 個(新增數 2.4 個)，卵囊平均總數為 4.6 個(新增數 4 個)。

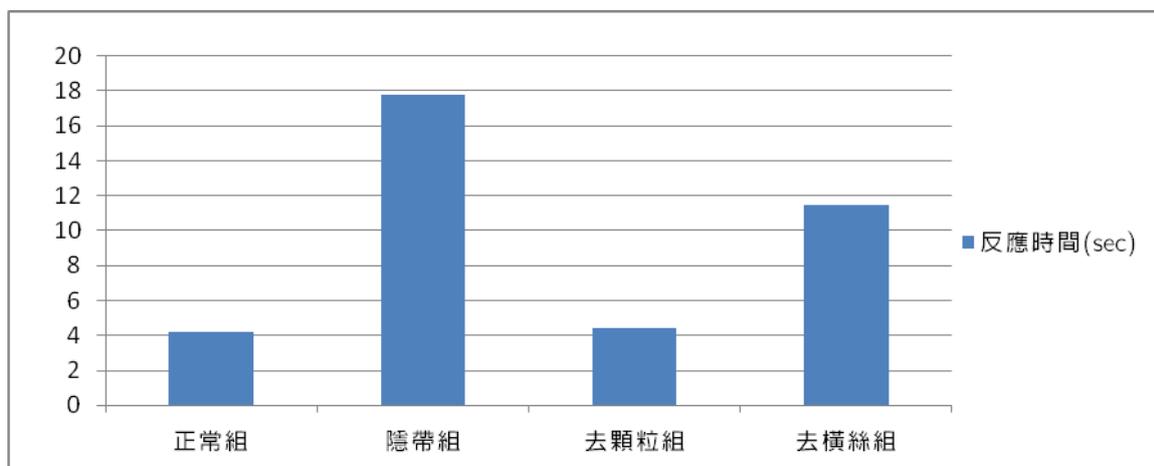
圖表六 隱帶長度的差異



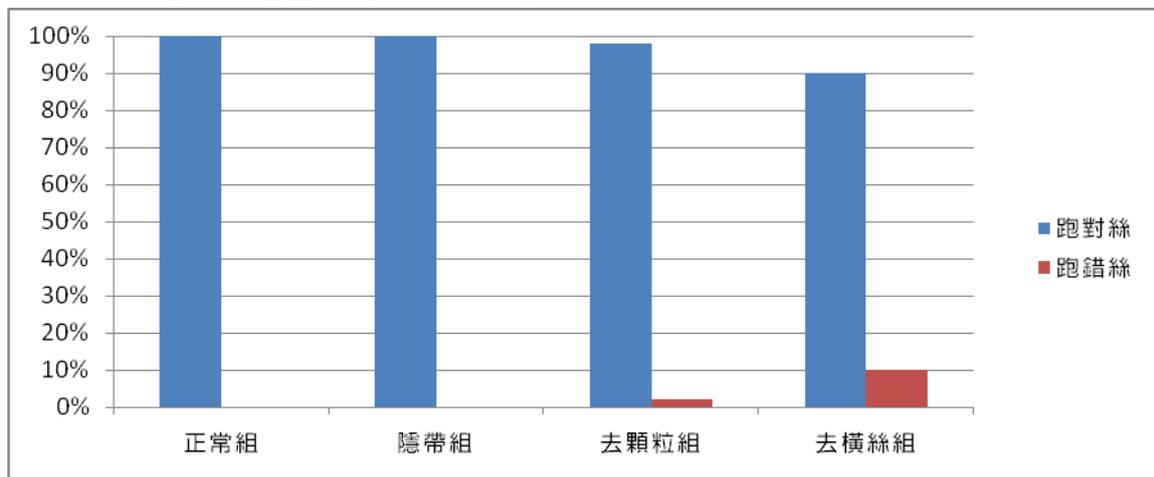
五、蜘蛛網上橫絲、縱絲及隱帶顆粒對選汰效率之影響(圖表七、圖表八)

- (一) 正常組平均反應時間為 4.2s，無蜘蛛跑錯絲。
- (二) 隱帶組平均反應時間為 17.8s，並無蜘蛛跑錯絲。
- (三) 去隱帶顆粒組平均反應時間為 4.4s，2% 跑錯絲。
- (四) 去橫絲組平均反應時間為 11.5s，10% 跑錯絲。

圖表七 經過不同處理的縱絲對蜘蛛反應的影響



圖表八 經過不同處理的縱絲對蜘蛛跑錯絲的影響



陸、討論

一、觀察二角塵蛛選汰蜘蛛網上異物之行為模式

(一)行為模式介紹

1. 靜態偵測模式：將足緊靠身體，使形態較像隱帶顆粒。無法完全偵測震動，我們推測其利用腹部感覺毛感應來自網上的震動，以作出反應。
2. 動態偵測模式：分為『粗略偵測』及『精細偵測』兩種
 - (1)『粗略偵測』：時間較短、出現頻率高，為初步判斷震源方向及分辨震源是異物或獵物的方法。
 - a. 「步足偵測」：朝向震動來源，伸出前兩對足，我們推測可同時偵測四條縱絲所涵蓋面積的震動，因此向震源伸出兩對足放在不同縱絲上感應，為震動偵測之前置步驟。
 - b. 「震動偵測」：我們推測此動作可更準確分辨傳回之震動，因落葉、食渣、卵囊均不會自己產生震動，蜘蛛只會感受到異物的回震，而獵物掙扎時產生之震動應和其他三種不同。
 - (2)『精確偵測』：時間較長、出現頻率低，已判斷震源為異物，故以精確偵測確定方向再出發，以減少離開網中心之時間防止被天敵攻擊。
 - a. 「校正偵測」：藉此確定哪一條縱絲才是真正震源方向，以提高選汰效率，並減少被天敵攻擊之機率。
 - b. 「彈動偵測」：我們觀察到一開始走錯方向的蜘蛛經過此行為後，以橫跨縱絲之方式修正方向，故我們推測是為了再次確定方向準確性，防止一開始走錯縱絲就無法進行選汰。
3. 選汰模式
 - (1)捕捉獵物：我們推測此行為無精確偵測之原因是蜘蛛能分辨獵物及異物震動之差異，且可增加效率並避免獵物破壞網的結構而逃脫。無論是否食用，我們推測纏繞獵物可避免因獵物掙扎而破壞網之結構。
 - (2)選汰異物：選汰異物後之「彈動偵測」，我們推測蜘蛛可藉此判斷同一條或鄰近縱絲上是否還有異物需選汰。
4. 返回模式：我們推測蜘蛛在回網中心後所出現的「彈動偵測」、「步足偵測」交錯的行為，是為了確定是否完成清網，若有感受到異物震動，將再度進入選汰模式。

(二)選汰行為模式之流程

我們將選汰行為模式之流程整理成五個階段，第一階段為靜態偵測模式，第二階段為動態偵測模式，第三階段的選汰模式，第四階段為動態偵測模式之再偵測，以及第五階段的返回模式。

在這裡將流程分為分為淘汰、選用(放置原處)、捕捉獵物三個方向討論。

1. 行為模式相似處

- (1)均由靜態偵測模式變成「步足偵測」再進入「震動偵測」，我們推測其原因是在「震動偵測」階段才能分出獵物和異物震動之差異，並進入不同階段。
- (2)選汰網上異物、獵物時均以觸肢噬咬，我們推測其原因是因觸肢兼有觸覺及嗅覺之功能，其藉這兩種感官來選汰網上異物。

2. 行為模式相異處

- (1) 淘汰、選用有『精確偵測』，捕捉獵物並無。
- (2) 捕捉獵物在選汰完成後無「彈動偵測」，我們推測其原因是減少自己在感應區之外的時間。

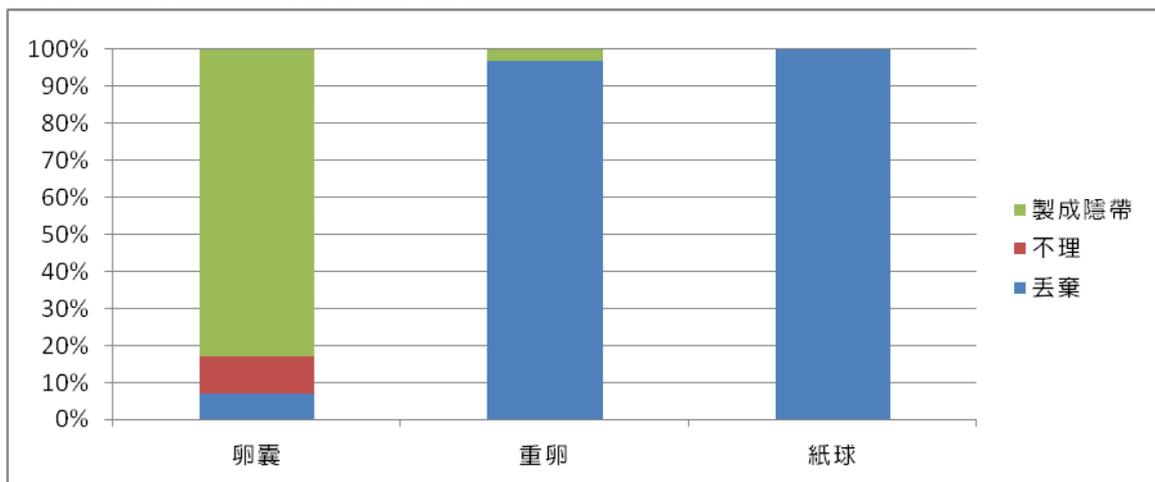
二、二角塵蛛網上異物選汰偏好之分析

- (一) 黑白保麗龍的實驗中(圖表二)，數據顯示黑色或白色的保麗龍球，被丟棄率都很高(白色 93%，黑色 100%)，故我們推測藉足上的感覺毛及觸肢接觸異物，因此觸覺是其選汰異物的重要方式。
- (二) 一般食渣和有味食渣的研究結果發現(圖表一)，雖兩種食物殘渣材質、重量相同，但是有味食渣被丟棄(97%)的機會遠大於一般食渣(62%)，且其被利用的程度也有差異，一般食渣較有味食渣更容易被其結為隱帶(一般 28%，有味 3%)，由此可知，當氣味不同時，會提高丟棄率，因此我們推測在食渣的選汰上，嗅覺因素會影響觸覺的結果。
- (三) 由圖表四，其對卵囊的接受度跟任何異物比都相當高(93%)，而且在同種中不管是誰的卵囊，都展現相當高的接受度，我們推測由於卵囊外部為大量蜘蛛絲組成，故決定留下卵囊。

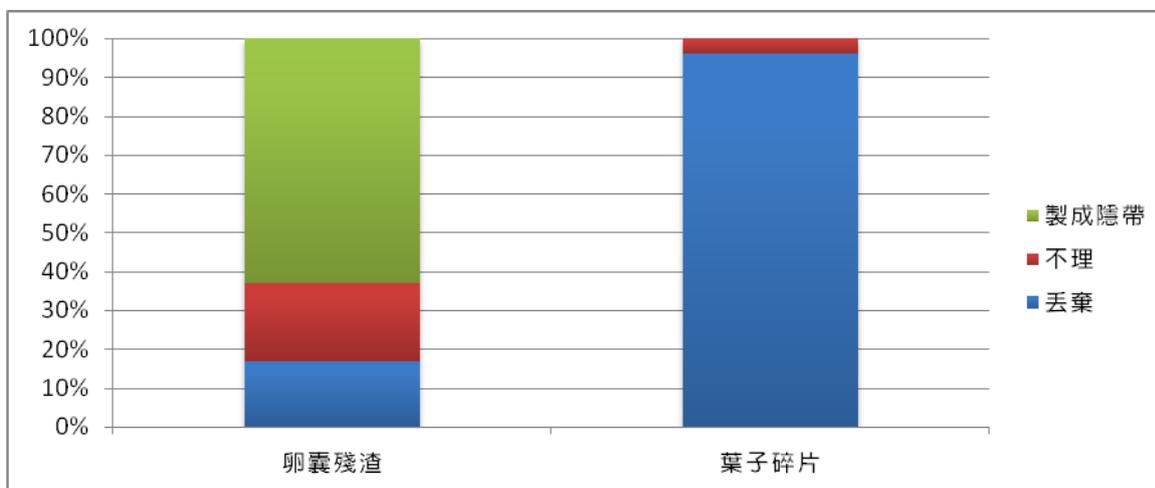
三、蜘蛛網上不同處理的真假卵囊對二角塵蛛選汰之影響

- (一) 由圖表九，加重卵囊和紙球被丟棄率都很高(97%和 100%)，共通點在於重量皆較大對網造成的張力增加，儘管加重卵囊的材質和形狀相似，但為避免造成蜘蛛網的負擔，其仍會將之丟棄，由此可推測重量在蜘蛛選擇卵囊的重要性大於其他因素。
- (二) 由圖表十，形狀和普通卵囊差異很大的卵囊殘渣和葉子碎片，卵囊殘渣被留下的機率很高(83%)，葉子碎片卻有極高的被丟棄率(96%)，當材質相同時，蜘蛛對其選擇性不會因形狀而有太大的差異，當材質不同時，蜘蛛不會因形狀不同保留該異物。
- (三) 我們用不同材質的異物，分別為顏色和卵囊相近的紙球、觸感和卵囊相近的毛線球、形狀和卵囊相近的白色保麗龍及形狀和卵囊差異很大的葉子碎片。結果毛球和紙球被丟棄率都為 100%，保麗龍球、葉子碎片分別有 93% 和 96% 被丟棄(圖表十、十一)，我們推測其能利用感官分辨異物是否為卵囊。
- (四) 由圖表十二，有味卵囊被丟棄率與乙酸濃度成正相關(濃度：0%→10%→100%，丟棄率：7%→13%→81%)。我們推測即使是材質與形狀相似，且接受度極高的卵囊，亦會因厭惡的味道增加丟棄率。

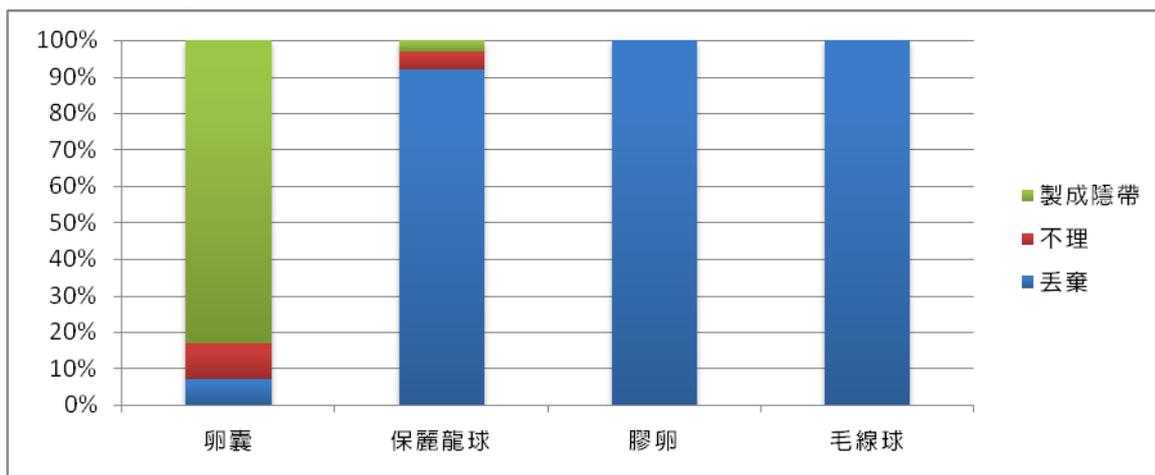
圖表九 卵囊、重卵和紙球的比較



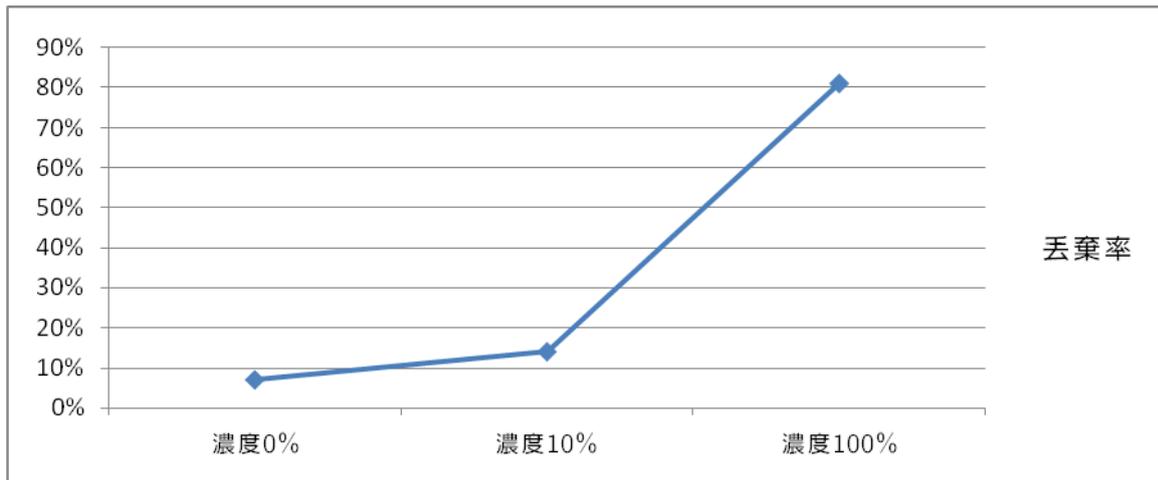
圖表十 卵囊殘渣和葉子碎片的比較



圖表十一 多重比較



圖表十二 不同乙酸濃度卵囊的丟棄率



四、二角塵蛛網上的卵囊對隱帶形成之影響

- (一)由圖表五，具卵囊的蜘蛛所形成的食繭的長寬比值為 1.3107(長/寬)，形狀較接近圓形，而沒有卵囊的蜘蛛所形成的食繭長寬比值為 1.9253(長/寬)，較偏向長條形。因卵囊(比值為 1.3107)和蜘蛛(比值為 1.4834)較偏向圓形，因此我們推測當蜘蛛有卵囊時，會製作出較佳欺敵效果的食繭。
- (二)由圖表六，當一條隱帶達到一定的密度時，蜘蛛不會再把卵囊和食繭加入，我們推測其原因是避免該條隱帶張力過大，造成網的負擔。
- (三)不斷供應食渣及卵囊的情況下，蜘蛛會再結出一條新的隱帶，而形成多條隱帶，但自然情況下卵囊及食渣不會這麼多，因此少有超過一條隱帶的現象，我們推測蜘蛛為了留下卵囊，會結出多條隱帶。
- (四)我們發現野外網上經常看到只有一串卵囊，並沒有任何的食繭，但研究結果發現蜘蛛在製作隱帶時，並不會用卵囊替代已形成的食繭，我們推測其在拆網重結網時，會有重新整理隱帶的現象。

五、蜘蛛網上橫絲、縱絲及隱帶顆粒對選汰效率之影響

- (一)由圖表七，去除隱帶顆粒的縱絲和正常具有橫絲的縱絲反應時間相近，經觀察發現隱帶的形成是蜘蛛將數條縱絲聚合而成的，我們推測多條正常縱絲可藉相連的橫絲一起傳遞震動，加強震動的訊息，而去除隱帶顆粒的縱絲也是使多條縱絲一起震動，而產生相近的反應時間。
- (二)由圖表七，比較去除隱帶顆粒的縱絲(4.4 秒)和去除橫絲的正常縱絲(11.5 秒)的反應時間，我們發現雖然都是去掉橫絲的縱絲，但是反應時間卻有明顯的差異，我們推測蜘蛛偵測震動時，若是多條縱絲傳來訊號會立即確認有異物落網，若是單條縱絲傳遞，會等待較長時間確認，以避免環境中錯誤訊號的誤導干擾，為一種保護機制。
- (三)比較正常隱帶和去除隱帶顆粒的縱絲的反應時間(見圖表七)，我們推測當絲上有障礙物時，會使絲變重而不易產生震動，而且障礙物也會使震動受到阻礙，所以造成反應時間上的差距。

(四) 根據上述三項的研究結果，我們將縱絲上的震動來源可以分為不同的三種：第一種是隱帶傳來的震動類型為多條但是較弱；第二種為一般縱絲為多條且強；最後一種為單條縱絲且較弱，再加上隱帶與兩旁的縱絲很少有相連的橫絲，甚至在蜘蛛重新織網時會完全分開，我們推測如此種類與構造的差異，使從隱帶傳來的震動與網上其他部分的震動，兩者不會互相影響，使蜘蛛就可以藉以判斷是否為天敵。

柒、結論

- 一、二角塵蛛網上異物選汰行為模式可分為五個階段，靜態偵測模式、動態偵測模式、選汰模式、再偵測模式及返回模式。此模式出現在在異物產生震動及重新修補網時。
- 二、偵測震動的行為模式可分為兩種：
 - (一)靜態偵測模式：腹部尾端插在感應區小洞中感測震動。
 - (二)動態偵測模式：利用四種不同偵測行為，進行多次校正，以確定方向及分辨異物。
- 三、除被動偵測網上震動，亦會利用「震動偵測」、「彈動偵測」的方式主動發出震動。
- 四、可藉「震動偵測」行為，區別網上獵物和異物之差異，選擇進入「精確偵測」或直接進入捕捉行為，以提高捕食效率。
- 五、極偏愛留下同種蜘蛛的卵囊，且比例遠高於其次的食渣。
- 六、影響不同異物之選汰的因素中：觸覺及嗅覺重於視覺，而嗅覺會影響觸覺的結果。
- 七、異物對網造成的張力，是淘汰異物的首要決定因素。
- 八、網上卵囊之有無，會影響所製作出的隱帶顆粒形狀。
- 九、不會放太多隱帶顆粒在同一條隱帶上，且不會將食繭直接換成卵囊，故持續供應卵囊及食渣時，會形成多條隱帶的特殊現象。
- 十、其感應主要是藉著縱絲的震動，而橫絲除了捕食、加強縱絲的震動外，也可以降低跑錯絲的機率。
- 十一、清除隱帶旁的橫絲有助於區分震源，判斷引發震動的原因，以便迅速反應。

捌、參考資料

- 一、朱耀沂，蜘蛛博物學，台北市，大樹出版社。6
- 二、朱耀沂，新三國演義—鳥、蜘蛛及昆蟲之恩怨情仇，自然保育季刊 2006.3 第五十三期。
- 三、法布爾著，魯京明等譯，法布爾昆蟲記全集 9—圓網蛛的電報線，台北市，遠流出版社。
- 四、林映廷、張家銘、李逸鴻、卓逸民，橫帶人面蜘蛛障礙網及食繭之功能探討，東海大學生命科學系。
- 五、林慈怡、陳柔安，二角塵蛛群居與隱帶構築行為間交互作用之探討，東海大學生命科學系。
- 六、施河，選修生物下冊第九章，南一書局。
- 七、施河，生物下冊第五章，南一書局。
- 八、侯珏、陳陵霏，轉角遇到「礙」--障礙網功能之探討，東海大學生命科學系。
- 九、曾伶，二角塵蛛所構築之食繭及卵囊型隱帶功能之探討，東海大學生命科學系。
- 十、嘉義縣六嘉國民中學，天羅地網—揭開校園二角塵蛛之神秘面紗。
- 十一、劉藍玉，蜘蛛反恐裝置，館訊第 261 期。
- 十二、Sean J. Blamires, Dieter F. Hochuli, Michael B. Thompson, 2007, Does decoration building influence antipredator responses in and orb-web spider (*Argiope keyserlingi*) in its natural habit? *Australain Journal of Zoology* 55(1), 1-7,

【評語】 040719

- 1.選汰偏好中，嗅覺因素很重要應利用不同味道來證明嗅覺因素之重要性，而不只是乙酸而已。
- 2.量化 data 要有統計分析。