

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組 生物及地球科學科

佳作

031701

天羅地網-揭開校園二角塵蛛之神秘面紗

嘉義縣立六嘉國民中學

作者姓名：

國二 黃富美 國一 陳美儒

指導老師：

林子欽 曾玉

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會

作品說明書



科 別：生物科

組 別：國中組

作品名稱：天羅地網—揭開校園二角塵蛛之神秘面紗

關鍵詞：二角塵蛛、生活史、蜘蛛網

壹、 研究動機

有一天，老師帶領我們介紹校園裡生物，同學們發現校園內有許多蜘蛛，而且網子和網子之間不僅相連在一起，還可以分成好幾層，真好玩！就像是在住公寓一般，網子中心處有一隻背上有兩個黑角的蜘蛛。

這是什麼蜘蛛？我們很好奇於是大家分別去找資料想知道這背上有兩個角的蜘蛛，到底是何方神聖？原來牠叫做二角塵蛛，為什麼取做二角塵蛛呢？那些樹木、花草會有牠的蹤跡？大家也不太了解？！於是我找了好朋友組成研究團隊一起和老師來認識二角塵蛛。

貳、 研究目的

1. 調查二角塵蛛在校園的分布及分布差異的原因
2. 觀察二角塵蛛的形態特徵
3. 研究二角塵蛛的生活史
4. 二角塵蛛織網行為網子的研究
5. 二角塵蛛靜止休息停留位置的探討
6. 二角塵蛛的捕食行為研究
7. 二角塵蛛的求偶行為研究

參、 研究器材

1. 飼養用：水族箱、塑膠杯、奶粉桶、感光電燈、絲襪、自製網罩。
2. 攝影及實驗觀察用：數位照相機、解剖顯微鏡、放大鏡、尺、天平、毛筆、太白粉、培養皿。
3. 整理分析：電腦
4. 標本製作：酒精、玻璃瓶

肆、 研究方法及結果

一、二角塵蛛簡介

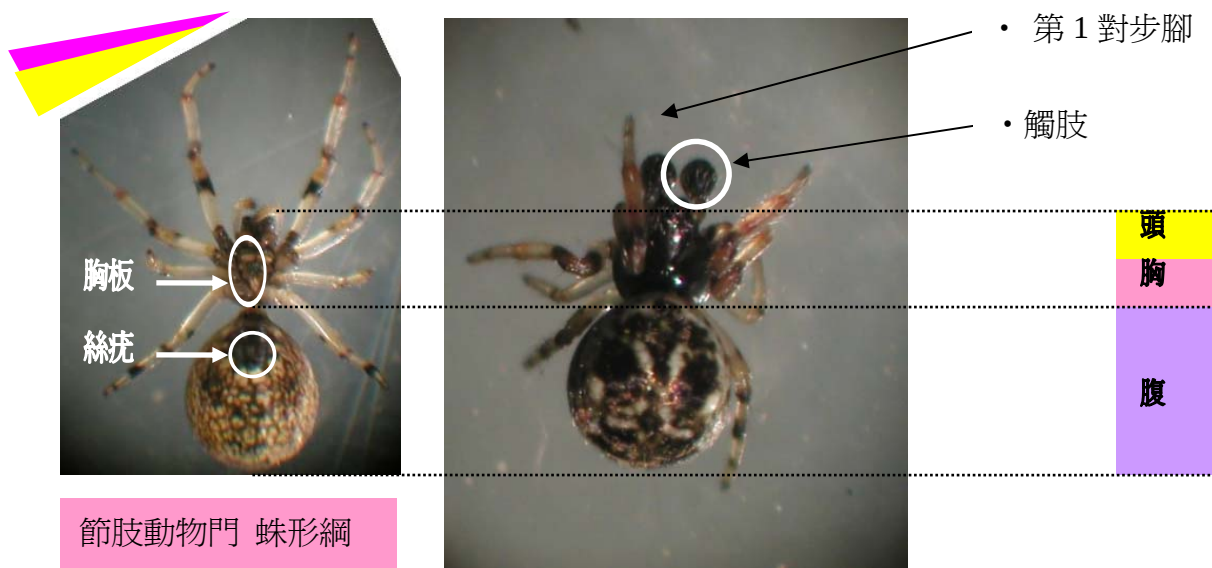
二角塵蛛學名為 *Cyclosa mulmeinensis* 屬於節肢動物門、蛛形綱、蜘蛛目、金蛛科，因肩部左右各有一個錐形尖突，類似動物之角，故名；二角塵蛛常將自己的卵囊和食物殘渣排列在網上成一直線，形成最好的偽裝。

二、二角塵蛛的生活史及形態特徵研究

(一) 形態特徵觀察

1. 實驗目的：瞭解二角塵蛛各部份的構造。
2. 實驗步驟：利用解剖顯微鏡觀察
3. 觀察結果：

(1) 形態特徵說明



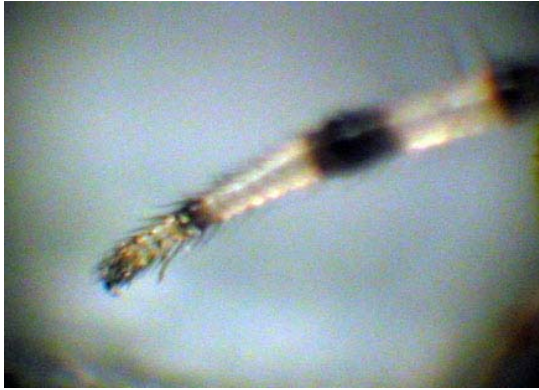
圖一 二角塵蛛的腹部和背部形態

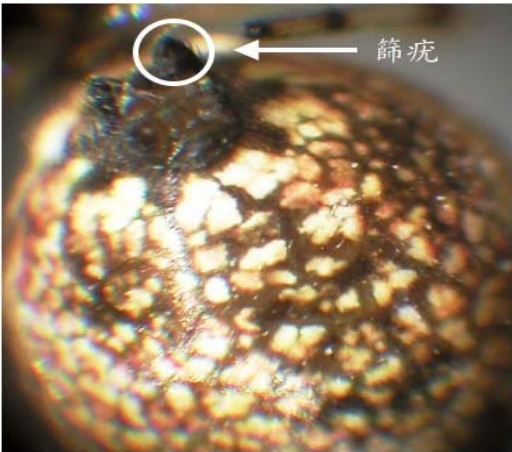
說明：

- 甲、頭胸部沒有明顯的區分，腹部包含生殖器、絲疣、書肺和氣門。
- 乙、二角塵蛛體長是指頭胸部到腹部的長度。
- 丙、為同時說明雌雄構造，左圖為雌蛛腹面，右圖為雄蛛背面。

表一 二角塵蛛的各部形態特徵

名稱	圖片	說明
眼		為單眼，八個可以感應光線，是蜘蛛分類的依據之一。
觸肢		感覺器官，捕食後可牢牢捉住獵物，方便取食。 雄性觸肢膨大以觸肢傳送精子。
步腳		位於頭胸部具有四對共八隻。 各腳由七節所構成。

爪		位於步腳跗節末端，可避免被自己黏絲黏住
感覺毛		位於步腳、腹部等一些器官表面上，為感覺受器。
腹部		成球狀、不分節，雌性很明顯。 背面雌性有兩個隆起。 腹面具有書肺的開口、生殖器的開口及絲疣。

絲疣	 ♀ 蛛的絲疣	吐絲用，雌蛛具有六個腺體，雄蛛只有一個腺體。
----	--	------------------------

(2) 雌蛛和雄蛛如何區分？

表二 二角塵蛛的雌蛛和雄蛛比較表

	雄蛛	雌蛛
觸肢	龐大(圓球)黑色	細長透明
蛛網構造	五齡後小且集中(不完整)	完整
腹部	五齡後小	大又鼓
腹部背面	五齡後二角突起不明顯 (有二點白點)	兩角突起較明顯
腳	紅黑透明	咖啡色有些淡土黃

(二) 脫皮行為觀察

1. 實驗目的：瞭解二角塵蛛脫皮的過程，及脫皮對牠們的重要性。
2. 觀察結果：
 - (1) 蜘蛛的發育和昆蟲相似，雖然沒有經過像蝴蝶、甲蟲般的蛹期，但會隨著脫皮使身體變大，稱為不完全變態的生長方式，每次脫皮年齡就增加一歲，最後變成成蛛。
 - (2) 脫皮次數：5 次（包含在卵囊中 1 次）
 - (3) 脫皮步驟：



甲、蛛體移至框絲中心處倒立



乙、腹部先脫皮出來步足仍連於舊皮上



丙、八隻步足伸直



丁、八隻步已能彎曲



戊、爬上框絲



己、脫皮完成

圖二 二角塵蛛脫皮步驟的步驟

(三) 生活史研究

1. 實驗目的：為了解二角塵蛛的生活歷程並能判斷其年齡。

2. 實驗步驟：

(1) 飼養觀察：我們將剛孵化的幼蛛飼養觀察，至脫皮時記錄體長並觀察形態變化，以了解生活史。

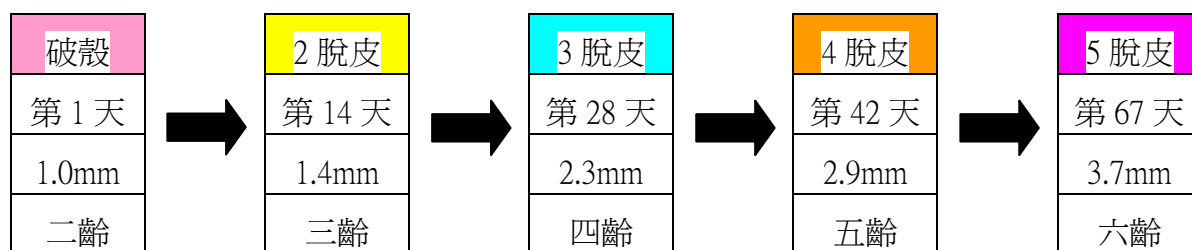
(2) 棲地調查：

甲、棲地觀察時發現二角塵蛛脫皮後第一天皮會留於網子上。

乙、測量網子上有皮的二角塵蛛體長並繪製比較表。（如表四）

3. 觀察結果：

(1) 飼養觀察：♂的二角塵蛛



圖三 二角塵蛛 ♂ 蛛體長與齡數關係對照表

說明：

甲、二角塵蛛的卵約 11 天孵化，孵化後稱為若蛛，若蛛會在卵囊中生活至第一次脫皮後才出去。

乙、從個體發生來看，生活史可分為胚胎期、幼蛛期、若蛛期、成蛛期四個時期。

丙、生活史約三個月左右分為六齡。

(2) 各齡外觀特徵比較：如表四

(3) 各年齡判斷的方法：

甲、使用直尺測量體長。（方便適合戶外觀察，但誤差大）

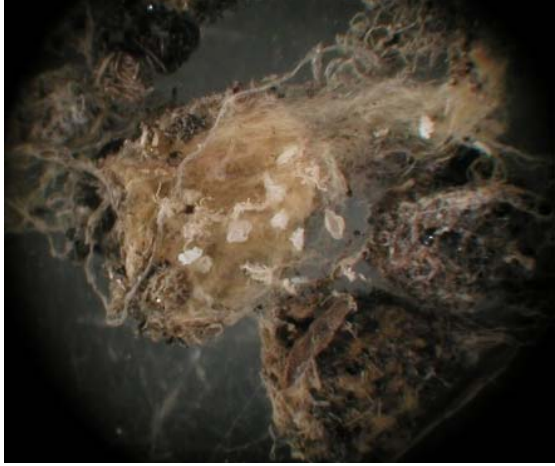
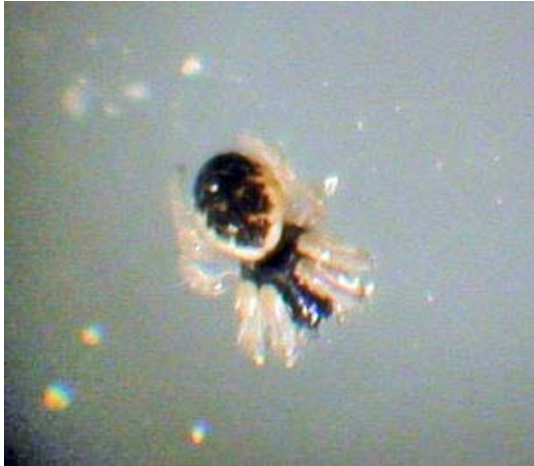
乙、利用電腦中二角塵蛛背部二角間的距離比較（非實際距離），年齡越大二角間的距離越大。（我們使用 NIKON 105mm 鏡頭在最近距離對焦後，利用影像處理軟體比較二角間的距離，除了二角間距離不同外，我們也發現各齡的花紋有差異）

(4) 較易混淆的各齡二角間距離和體對照表：

表三 二角塵蛛各齡外觀特徵比較表

年齡	三齡 ♀	四齡 ♀	四齡 ♂	五齡 ♀
體長	1.9mm	2.5mm	2.6mm	3.9mm
二角間距離	0.72mm	1.08mm	1.00mm	1.80mm

表四 二角塵蛛各齡外觀特徵比較表

時期	圖片	外觀特徵
卵囊		卵數 15 - 20 個 期間 11 天左右 剛完工的卵囊為淡橘色，內含食物，後會將食物殘渣、排泄物放於上，使成灰白色。
二齡	 1.5mm	頭胸部和腹部等大，足部透明 無法區分雄雌 體長 $1 \pm 0.5\text{mm}$ 期間 14 天左右
三齡	 ♂ 蛛 2.2mm 觸肢明顯	腹部變圓且大 足部透明 可由觸肢大小區別雄雌 體長 $2 \pm 0.5\text{mm}$ 期間 14 天左右

三齡	 ♀ 蛛 1.9mm	腹部變圓且大 足部透明 可由觸肢大小區別 雄雌 體長 $2\pm0.5\text{mm}$ 期間 14 天左右
四齡	 ♂ 蛛 2.6mm  ♀ 蛛 2.5mm	腹部較三齡大 體長是和三齡區別的方法 可由觸肢大小區別 雄雌 體長 $2.5\pm0.5\text{mm}$ 期間 14 天左右

五齡	 ♂ 蛛 3.0mm	可以明顯區分雄雌 ♀ 蛛背部有二角隆起，體色比六齡♀ 蛛深
	 ♀ 蛛 3.9mm	和六齡♂ 蛛相比較 ♂ 蛛體色較淺、腹部較圓，♂ 蛛體型較小 體長 3.5±0.5mm 期間 27 天左右
六齡	 ♂ 蛛 3.7mm	可以明顯區分雄雌 和五齡可以明顯加以區別 雌雄蛛的區別如表二所示 體長： ♂ 蛛：3.7±0.5mm ♀ 蛛：4.7±0.5mm 期間 22 天左右

六齡	 ♀ 蛛 4.7mm	可以明顯區分雄雌 和五齡可以明顯加以區別 雌雄蛛的區別如表二所示 體長： ♂ 蛛：3.7±0.5mm ♀ 蛛：4.7±0.5mm 期間 22 天左右
----	---	---

三、調查二角塵蛛的生態角色與活動範圍

(二) 實驗 1：棲地調查

- 1、 實驗目的：調查校園內二角塵蛛分布的位置，棲息的樹種及族群的數量。
- 2、 觀察結果：每月進行校園二角塵蛛分布位置調查，發現其棲息位置涵蓋校園（包括教室前空地、操場圍牆、校門口等）分布很廣，棲地植物也具多樣性以矮仙丹、龍柏、榕樹、圓柏為主（如附件一）。

(三) 實驗 2：棲地中其他族群調查。

- 1、 實驗目的：調查二角塵蛛棲地中其他生物的族群種類與數量並探討牠們的互動關係。
- 2、 實驗步驟：
 - (1) 以二角塵蛛數量較多且容易觀察的棲地為調查地點。
 - (2) 由實驗 1 結果選定校園中的圓柏為調查棲地其他生物的地點。
- 3、 調查結果：如附件二
 - (1) 調查發現本校二角塵蛛分布最多的地方是圓柏，圓柏呈帶狀分布共 36 棵，都有二角塵蛛分布但數量多寡有差異，我們想要瞭解分佈差異的原因將在實驗中觀察討論。

- (2) 仔細觀察圓柏中的生物族群真豐富，這裡很像一個飛機的停機坪，不僅提供許多蚊蠅居住的棲所，也吸引多種蜘蛛在此定居。

(四) 實驗 3：主要棲地數量調查

1、實驗目的：棲地觀察中並未發現二角塵蛛有天敵存在，因此想瞭解校園中二角塵蛛數量會不會一直增加。

2、實驗步驟：

(1) 標定觀察區，以校園中二角塵蛛出現最多的圓柏為觀察區，共 36 區。
(如附件七)

(2) 每日固定於中午 (12:30 至 1:15) 或下午觀察二角塵蛛出現數量。

(3) 比較觀測棲地中二角塵蛛數量變化與各標示觀測區中二角塵蛛數量變化。

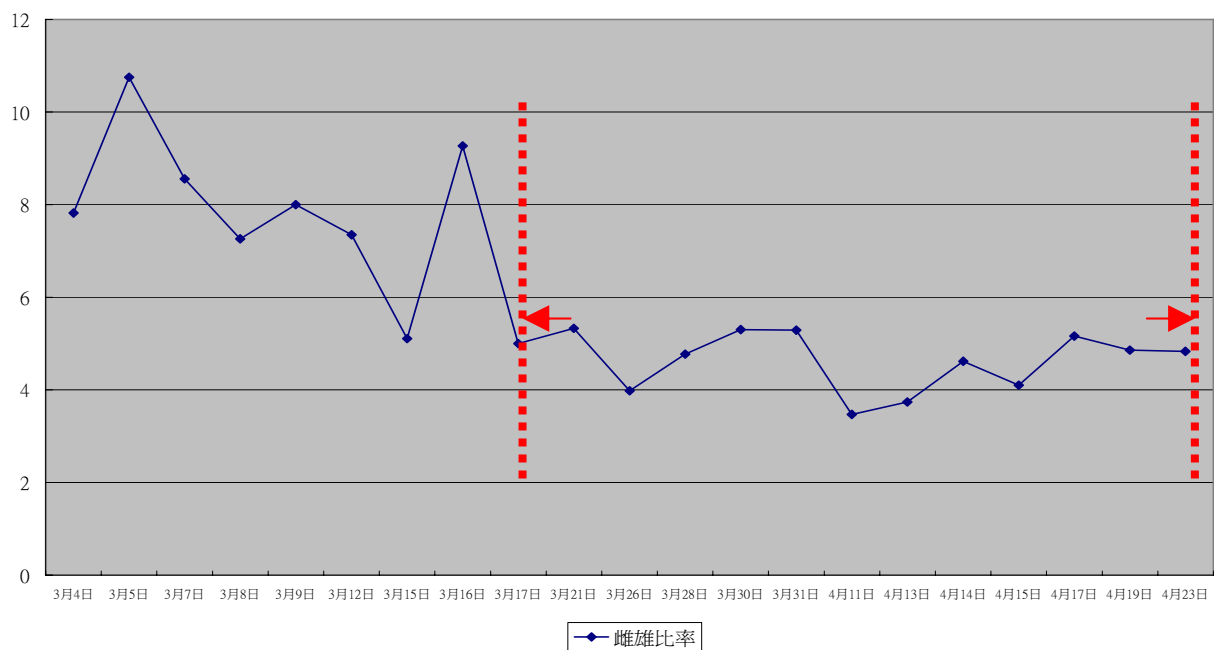
(4) 比較標定各區二角塵蛛數量分布。

3、調查結果：

(1) 二角塵蛛主要棲地數量變化：

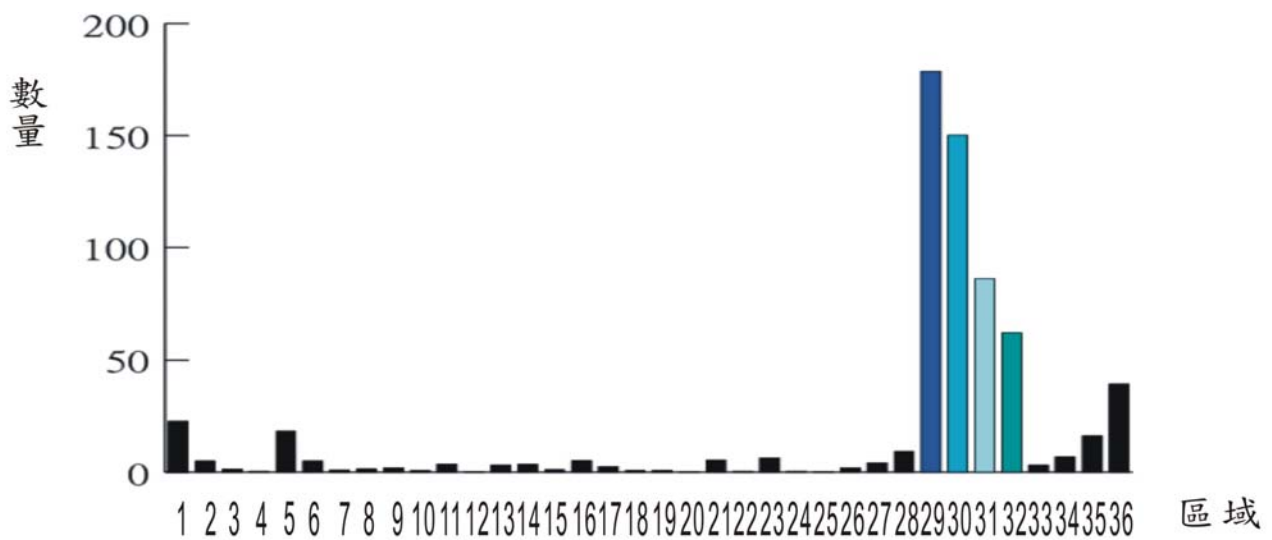


圖四 主要棲地二角塵蛛的數量變化 (實驗記錄如附件三)



圖五 主要棲地二角塵蛛的雌雄數量比率變化（實驗記錄如附件三）

（2）主要棲地二角塵蛛平均數量分布。



圖六 三月份棲地中各株圓柏二角塵蛛的平均數量（實驗記錄如附件四）

4、調查說明：

（1）圖四表示 3、4 月份主要棲地二角塵蛛的數量變化。

- (2) 五、六齡雄蛛的數量保持一定且低於五、六齡雌蛛的數量，檢視 3、4 月份觀察的調查結果，求出五、六齡雄蛛和雌蛛的比例（如圖五），如果以 3 月 17 日後較穩定的資料平均計算約其比率為 4.65:1，此種比率在生殖演化上可避免同性互相殘殺。
- (3) 實驗中公蜘蛛指五、六齡雄蛛，母蜘蛛則指五、六齡雌蛛，因差異明顯容易區別，小蜘蛛則指四齡以下雄蛛和雌蛛的總和。
- (4) 比較各區圓柏中二角塵蛛的數量發現在 29、30、31、32 號樹中最多，討論相同棲地植物族群數量分佈差異和食物豐富度有關。

(五) 半自動實驗室飼養方法

1、 原始飼養方法：

- (1) 棲地布置：採用免洗杯加絲襪（若蛛）和奶粉罐（成蛛），內放含水棉花提供水分，並每日餵食。
- (2) 優點：限制行動避免走失。
- (3) 缺點：需餵食，費時費力。

2、 改良式飼養的方式

- (1) 依據實驗 4 二角塵蛛族群移動研究結果，對原始飼養方式加以改良。（如下圖六）
- (2) 飼養方式以充足食物需求為主，採用昆蟲的趨光性，在上方加裝自動感光電燈。
- (3) 飼養數目不宜太多，5、6 齡雌蛛是較易飼養的對象。
- (4) 本項飼養方式和原始飼養方式主要進行生活史的觀察。



圖七 實驗室內改良式二角塵蛛的飼養方式

四、二角塵蛛的本能行為研究

生活習性的研究方法採棲地觀察為主，利用數位相機及攝影機記錄，找出其本能行為。

(一) 實驗一：織網行為的觀察

1、蛛絲的觀察：

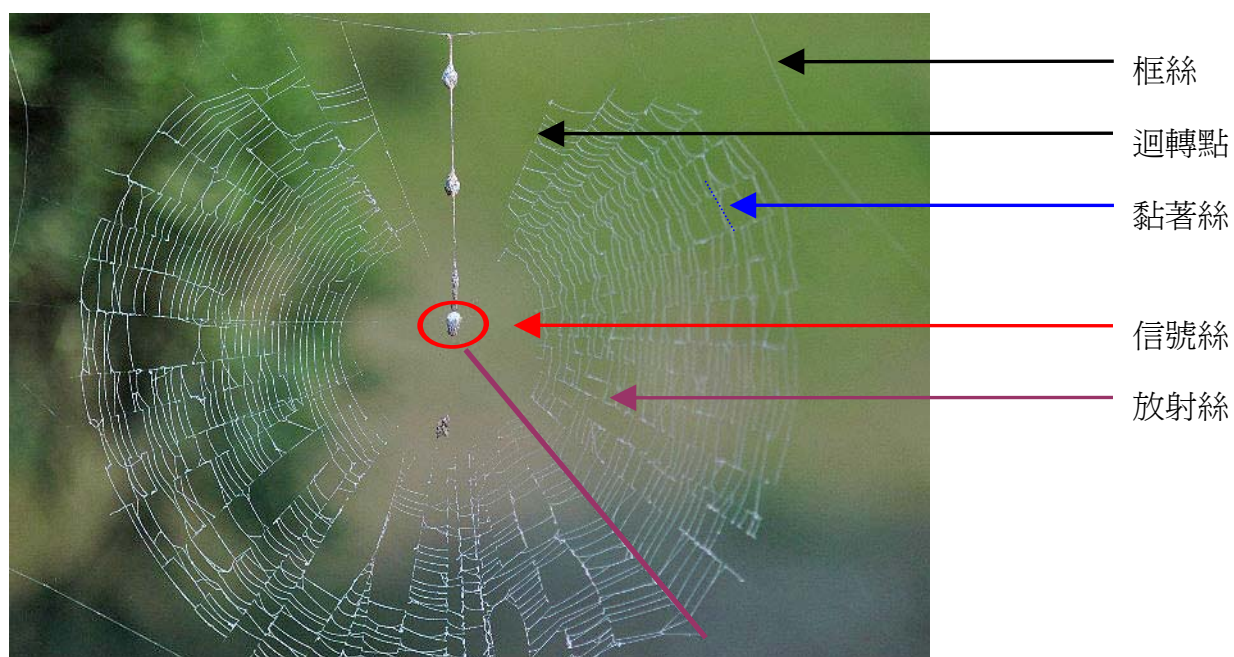
(1) 實驗目的：二角塵蛛結網的目的為捕食，觀察其本身並不易被蛛網黏到（實驗室中在培養皿中有些會被黏到），因此想研究蛛絲的種類是否有差異。

(2) 實驗方法：

甲：黏性差異：以太白粉均勻灑在蛛網上，觀察太白粉在蛛網上的分布情形。

乙：顏色差異：以眼睛觀察並加以比較。

(3) 實驗結果：蛛絲的種類



圖八 二角塵蛛蛛網黏性實驗

表五 二角塵蛛蛛絲的比較表

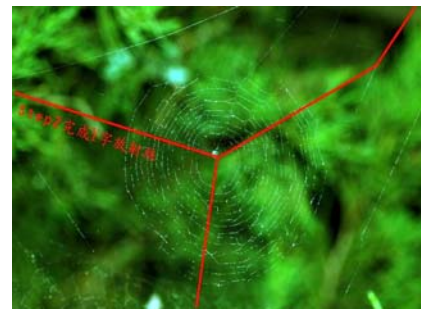
	功用	黏性差異	顏色
--	----	------	----

黏著絲	捕獵用	○	比曳絲深
卵囊絲	製作卵囊	○	淡橘色
放射絲	固定用	低	透明
框絲	固定用	○	白色
曳絲	行走時	低	透明
精網	♂ 蛛移精用	×	同黏著絲

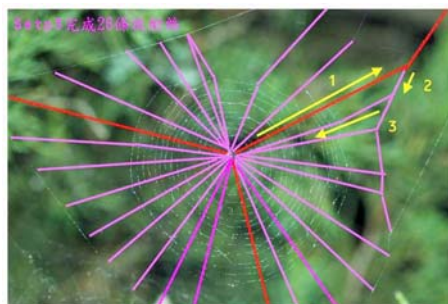
2、蛛網製作觀察



(1) 完成框絲



(2) 完成 Y 字放射絲



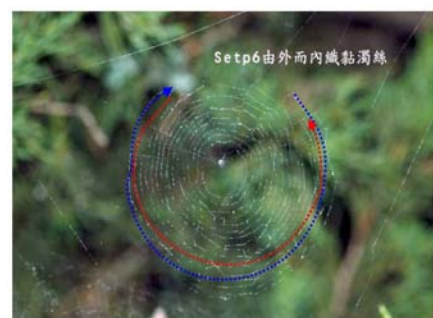
(3) 完成 26 條放射絲



(4) 旋轉腹部逆時針掛上訊號絲



(5) 順時針掛上站腳絲
(顏色較淡，已清除)



(6) 由外而內織黏著絲

說明：因蛛網不易拍攝，故採織網完成後，灑太白粉著色拍攝並說明。(動態檔參考電子檔)

圖九 二角塵蛛蛛網製作圖

3、性別、年齡差異對蛛網製作的影響

(1) 實驗目的：二角塵蛛屬於結網等待捕食的蜘蛛，想瞭解不同性別、年齡二角塵蛛網子結構的差異。

(2) 實驗步驟：

甲、棲地觀察不同年齡的二角塵蛛雌蛛網子結構的差異。

乙、棲地觀察不同性別的二角塵蛛雌蛛網子結構的差異。

丙、棲地隨機調查 30 個蛛網，瞭解網子大小（以網的直徑表示）和體長的關係。

(3) 觀察結果：

甲、不同年齡二角塵蛛網子結構的差異。(如附件五)

乙、網子大小和體長的關係。

表六 二角塵蛛網子大小和體長的關係(如附件六)

	3 月 5 日	3 月 10 日	3 月 12 日	3 月 16 日	平 均
相 關 係 數	0.93	0.87	0.83	0.85	0.87

丙、不同性別二角塵蛛網子結構的差異。(以五齡為例)



(4) 觀察說明：

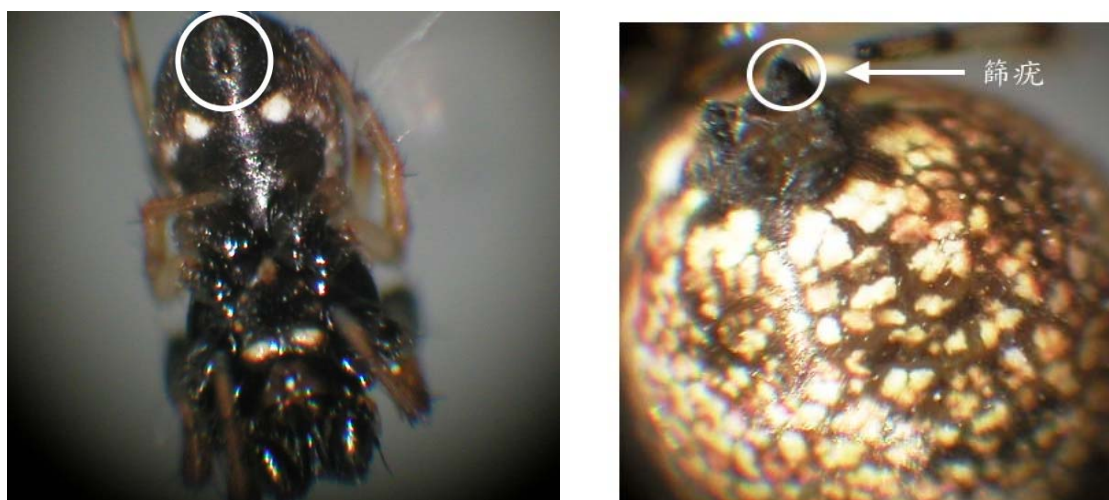
A、個體差異：觀察發現二角塵蛛的蛛網結構存有差異性，即使同一蜘蛛不同時間織網仍有差異。

B、直絲數與橫絲數在二齡至三齡之間是一個最大的差異，表現在結構上二齡的蛛網較小，三齡以上較大；此時腹部的差異亦明顯。

C、直絲長度（網直徑）和體長有正相關。

D、雄蛛至五齡後織網的結構和雌蛛有極大的差異。

4、織網差異的原因：絲疣的差異



圖十一 雌雄蛛絲疣的差異左方雄蛛右方為雌雄蛛

說明：比較雌雄構造雄蛛不能分泌有黏性的黏著絲應是絲疣的差異所造成的。

(二) 實驗二：二角塵蛛靜止時停留位置的探討

(1) 實驗觀察：觀察實驗室內的二角塵蛛靜止時腹面皆朝外，但棲地觀察則有腹面也有背面朝外，我們很好奇想瞭解是否有什麼因素控制這種行為？

(2) 實驗目的：經討論後覺得光線是室內和棲地最主要的區別，因此想研究光線強弱是否會影響二角塵蛛靜止停留位置？

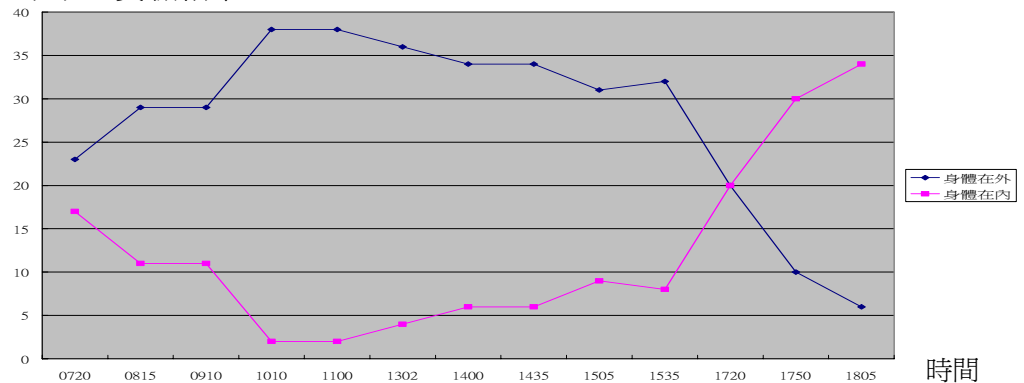
(3) 實驗步驟：

甲、利用下課時間先進行棲地照度測量後，觀察二角塵蛛靜止的位置。

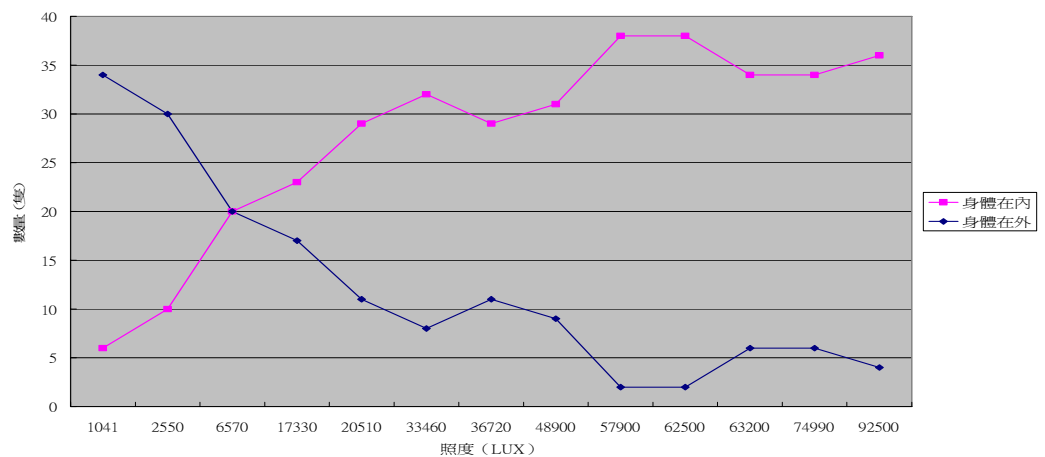
乙、選定 1 至 36 號樹中的一株圓柏（數量約 40 隻）進行觀察，

觀測其停留位置。

(4) 實驗結果：



圖十二 不同時間二角塵蛛靜止時停留位置的變化



圖十三 不同照度二角塵蛛靜止時停留位置的關係

(5) 實驗說明：

甲、由實驗結果發現照度會影響蛛體的位置。

乙、討論推測蛛體的位置可能和溫度及是否捕食有關。

(三) 實驗三：二角塵蛛捕食行為的研究

1、研究方法：採棲地觀察為主，並使用數位相機拍攝記錄。

2、觀察結果：觀察發現二角塵蛛於下午較活躍，而且有織網行為可能為主要捕食時間，但平常如有食物觸網仍會捕食。

五齡以後的雄性二角塵蛛無法結網捕食，會至無主空網或有雌蛛網子的背面角落伺機捕食。

3、捕食步驟：

甲、使用第一對步足拉放射絲

乙、沿著放射絲至獵物處

- 丙、使用黏著絲將獵物網綁，並注入毒液
- 丁、將獵物帶回中心信號區
- 戊、待食物分解後吸食，並將吸食後的屍體置於網上



圖十四 六齡雌蛛正在吸食食物，下方為食物殘渣



圖十五 食物很多時，二角塵蛛會將食物網綁後放於原地，待要吸食時再帶回中心信號區

- 4、 食物種類：搖蚊為主，因其蛛網有一定受力承受值，太大食物無法捕捉，且有些食物會黏在蛛網上但會將其清除例如瓢蟲。

（四）實驗四：二角塵蛛求偶行為的研究

- 1、 研究方法：採棲地觀察為主，並使用 DV 攝影機拍攝記錄。
- 2、 觀察結果：
 - （1） 二角塵蛛雄蛛在五齡後織網極不完整，且蛛網無黏性此時無法獨自捕食，會至五、六齡雌蛛蛛網旁休息，但因二角塵蛛視力極差

因此雄蛛怕被誤認為食物不敢靠近，會先至角落以步足拉放射絲溝通訊息，至雌雄蛛皆六齡時且獲得正確訊息時才敢靠近。

- (2) 觀察發現雄蛛和雌蛛同網時可能 5♂ 和 5♀、5♂ 和 6♀、6♂ 和 5♀ 或 6♂ 和 6♀。
- (3) 也有發現二隻雄蛛和一雌蛛同網現象，不過因雌蛛比雄蛛多這種現象不多見，即使如此也未見其有激烈的求偶行為。
- (4) 標定觀察蛛網後，配合上課時間採用每小時觀察一次的方式，發現求偶行為在天黑後開始，外界的狀況會影響其行為不易拍攝，但觀察發現白天雄蛛位置大多不變，晚上則較活躍且和雌蛛追逐後常破壞蛛網。



圖十六 5♂ 在 6♀ 的網子旁生活，等到雄蛛變成 6 齡後會進入雌蛛網中織網，進行求偶行為



圖十七 求偶行為後 6♂ 在 6♀ 的網子內織網準備交配



圖十八 6♂在求偶行為後，進入6♀的網子上，雌蛛則至網下，雄蛛將觸肢插入雌蛛外雌器完成交配

伍、 討論與結論

1. 二角塵蛛在校園中主要分布於圓柏的頂端，呈現多層次、網網相連的排列，這種排列方式不僅有助於捕食且有助於訊息傳遞。
2. 校園中的圓柏成帶狀排列，經長期數量調查發現二角塵蛛數量主要集中在29、30、31、32號的圓柏上，討論後推測和食物來源充足有關。
3. 圓柏葉片成鱗狀，是昆蟲很好的休憩場所，我們共發現好幾種昆蟲及蜘蛛以此為棲地，牠的高度適合國中生觀察，可作為最佳的校園生物觀察地點。
4. 利用棲地觀察族群分布差異的原因，我們於實驗室中加裝感應電燈，改良原本的密閉式飼養方法須餵食及存活低的缺點，只須於下午將實驗室窗戶打開即成為一個半自動的養殖觀察區。
5. 使用太白粉觀察蛛網發現蛛網各部分黏著性有差異，且雄蛛和雌蛛在五齡以後蛛網的差異明顯，因在觀察雌雄絲疣時發現兩者差異大，所以造成雄蛛無法和雌蛛分泌相同種類的蛛絲。
6. 觀察發現雌性二角塵蛛的放射絲和黏著絲數量，在三齡以後並無太大的差異，但經隨機觀察網子的大小卻和體長呈現正相關。
7. 在實驗室開放飼養時發現牠們大多在蛛網的內側（腹部朝上），但在棲地觀察時則腹部、背部向上者皆有，討論兩者差異可能是光線的強弱；在進行照度對二角塵蛛的影響實驗時，發現在低照度時二角塵蛛腹部朝上的比率會明顯增加。
8. 五齡以後的雄性二角塵蛛無法結網捕食，會至無主空網或有雌蛛網子的背面角落伺機捕食。
9. 二角塵蛛的求偶行為雄蛛會先停留在雌蛛網子的邊緣同測，面像雌蛛以前腳有節奏的抖動、彈撥，直到引起雌蛛的回應，不再驅趕進入雌蛛蛛網的雄蛛後，雄蛛會於雌蛛蛛網旁織另一小網後，進入雌蛛蛛網中心，並將觸肢伸入雌蛛腹下的外雌器，完成交配。

陸、 展望與研究方向

1. 二角塵蛛利用蛛網傳遞訊息，捕食的機制也和訊息的判斷有關，但此作用機制複雜，我們覺得食物的重量、昆蟲震動蛛網引起的振幅等，可協助其快速判斷是否為食物，但是如何判斷？我們將再深入討論。
2. 二角塵蛛在生態地位上屬於消費者，以蚊、蠅為主要食物，自然界中有其分佈自然可減少蚊、蠅族群數量，達到生物防治目的。

3. 蜘蛛給人一種恐怖的印象，我們同學大多敬而遠之，其實絕大多數蜘蛛毒性很弱，對人體也無危害，反倒是最近有許多學者投入蜘蛛毒性研究，期望對人類有所幫助。

柒、參考資料

- 一. 國中自然與生活科技課本 一年級下冊 第四章第六節 節肢動物門 p.86 – p.87；第五章第三節 生物間的交互作用 p.108 – p.109 南一版。
- 二. 朱耀沂 黃世富 蜘蛛博物學 大樹文化出版社 2003 年版
- 三. 法布爾 圓網蛛的電報線 遠流出版社 p.63 – p.80 2002 年版
- 四. 陳世煌 台灣常見蜘蛛圖鑑 行政院農業委員會 p.171 – 172 90 年版
- 五. 廖智安 潘建宏 台灣昆蟲記：賞蟲大圖鑑 1999 年版
- 六. 張毓禎 徐宜廷 林大陣 賴忠和 天擇的見證者—蜘蛛 科學研習 43 卷 7 期 國立台灣科學教育館 93 年 11 月
- 七. 趙依祈 一網情深—網住基隆情人湖人面蜘蛛的一生 43 屆中小學科展參展作品專輯 國立台灣科學教育館 2003 年版

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
評 語

國中組 生物及地球科學科

佳作

031701

天羅地網-揭開校園二角塵蛛之神秘面紗

嘉義縣立六嘉國民中學

評語：

1. 以校園內的二角塵蛛為題材，觀察仔細完整。
2. 改良實驗室飼養及蛛網觀察方式有創意。
3. 作品呈現，如樣品數、誤差值、圖表製作方式，尚待加強