

中華民國 第 49 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國中組 生物科

佳作

030309

樹上忍者－棉桿竹節蟲的生態研究

學校名稱：臺南市私立長榮高級中學(附設國中)

作者： 國三 吳沛禧 國三 陳亮瑜 國三 黃琪雅 國三 林武震	指導老師： 卓猛暉
---	------------------

關鍵詞：竹節蟲、型態、動物行為

摘要

棉桿竹節蟲屬於幼年高死亡型。四季皆有成蟲出現，以春夏季最多，冬季最少。若蟲時身體環節有 7 節，至 5 齡起變為 8 或 9 節，節數不同是隨機而定。屬不完全變態，大約經過 6 次的蛻皮後，若蟲可長出翅膀變成蟲。若蟲成長期平均為 65 天，成蟲可活 60 天以上。竹節蟲的複眼會隨著光線改變顏色。有清潔行爲，具有負趨地性、有趨光性但不明顯。常見的防禦機制有雙臂舉起呈威嚇狀，或由胸前背板放出人蔘味，以及吐出微黃泡泡。光線顏色對體色變化有影響，綠光與藍光會使軀幹與步足的體色趨褐色，軀幹上斑點更爲突起、明顯。但不同溫度對體色沒有影響。若蟲步足與觸角有再生的能力，但成蟲則無。雄性的成蟲，體長比母蟲小，腹部第十體節部分有突起。

壹、研究動機

上課時，老師有提到竹節蟲會有擬態的現象。因爲課本沒有詳細介紹竹節蟲的型態，所以我們想利用學校既有的儀器設備，對竹節蟲進行初步的型態觀察研究，並進一步了解竹節蟲的動物行爲與生活史。

貳、研究目的

- 一、從調查觀察中了解棉桿竹節蟲的棲息環境。
- 二、了解野生樟樹上棉桿竹節蟲的分布及數量的變化。
- 三、觀察棉桿竹節蟲的構造形態。
- 四、探討棉桿竹節蟲的生活史與成長的情形。
- 五、探討棉桿竹節蟲的動物行爲。

參、研究設備及器材

- 一、實驗用具：培養皿、各種大小型飼養箱、750cc 飲料杯數百個、噴水器、尺。
- 二、實驗用食物：以下實驗分別具列，在此從略。
- 三、觀察設備：數位相機（Nikon COOLPIX4800）、解剖顯微鏡。

肆、研究方法與結果

一、了解棉桿竹節蟲的棲息環境。

(一) 棉桿竹節蟲的採集與飼養：

方法	1. 野外觀察與採集方法：			
		 <p>發現野生棉桿竹結蟲的野生樟樹</p>	 <p>野生樟樹上發現若蟲及成蟲</p>	
		 <p>在野外的樟樹上發現成蟲</p>	 <p>用飲料罐採集竹節蟲</p>	
	2. 實驗室內飼養方式：			
	<p>(1) 吸水海綿：爲了保持植物葉片的新鮮，我們摘取葉片插在吸水海綿上，只要保持濕潤，葉片可維持三天至一星期。幼蟲時期，食量不大，也比較容易觀察蛻皮。</p> <p>(2) 透明盒：小型的透明盒可放置卵，以便觀察。適合短時間的觀察。</p> <p>(3) 透明塑膠杯：蓋子上戳幾個洞。放入吸水海綿插上芭樂葉，就可以讓竹節蟲生活得很舒適。</p> <p>(4) 飼養箱：成長溫度：20~30 度爲佳。環境濕度：約 60%~80%之間</p> <p>(5) 大型網箱：終齡幼蟲的食量很大，最好直接放在食草植株上，能有較充足的食物與較大的活動空間。</p>			
	 <p>自製的小型飼養箱</p>	 <p>卵爲粘著式</p>	 <p>成蟲單獨飼養</p>	 <p>每天更換樟樹枝條</p>



750毫升的飲料杯



若蟲的飼養



大型網箱



網箱內的成蟲

3. 飼養注意事項：

- (1) 環境須考慮棉桿竹節蟲的攀爬能力與脫皮需求，至少要蟲體長度的**三倍以上**，否則易在蛻皮時死亡。
- (2) 剛孵化的若蟲，比較適合吃遮蔭下較嫩的葉子，較寬且較薄。
- (3) 若蟲需水量較大，需要常噴水，蛻皮的時候，要注意**溼度**，溼度太低容易造成斷足。
- (4) **食草**是否供應正常、**溫度**是否適當等原因皆會造成**延後轉齡**。

4. 若蟲飼養環境對存活率的影響（如附表）

塑膠杯	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	養在植株上	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5
	35	35	35	35	35		35	35	35	35	35
一個月後的生存個數	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	一個月後的生存個數	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5
	15	16	14	15	16		25	29	28	27	31

※統計結果與分析：

棲息環境	總個數	經過一個月後生存個數	存活率
塑膠杯	175	76	43%
養在植株上	175	140	80%

- (1) 植株環境通風良好，光照充足，加上葉子正常的蒸散作用，使得此環境近似於天然野外環境，竹節蟲得以生長良好。存活率較高。
- (2) 塑膠杯雖有戳洞讓空氣流通，但仍比不上開放空間，而我們爲了保持溼度，會定時噴水於杯中，卻造成水分過多，引發**黴菌**感染，再加上我們只是把葉子放置於杯底，竹節蟲具有負趨地性，天生不太會往低處覓食，許多竹節蟲因此餓死，甚至自相殘殺而死，且空間不足以體型較大者蛻皮，造成蛻皮失敗死亡，存活率較低。



透明觀察箱內放置枯樹枝供其攀爬



自製透氣飲料杯



成蟲會把卵產在縫隙中


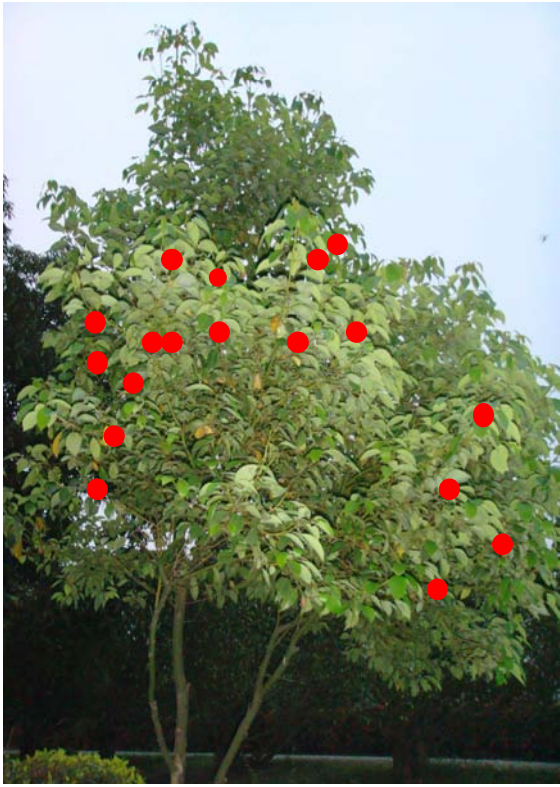


紗網瓶壁可通風

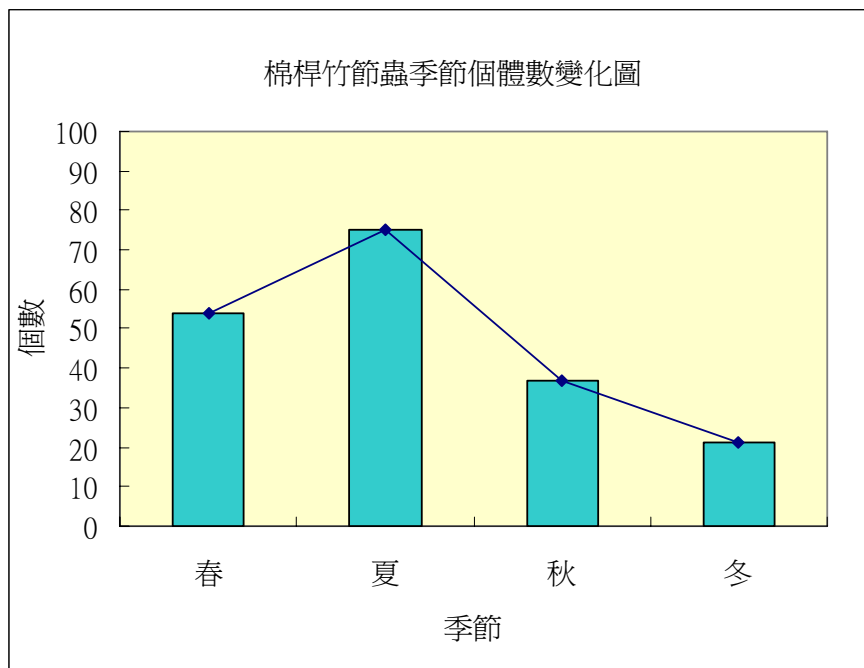
 <p>排卵時體內的附腺會分泌黏液，附著在卵外頭，牢牢黏在物體上。</p>	 <p>若蟲喜歡在芭樂葉子下方活動</p>	 <p>每天更換新鮮的芭樂枝條</p>	 <p>卵破裂後，流出黃色透明黏稠狀的卵黃</p>
 <p>五齡若蟲蛻下的外皮</p>	 <p>一齡若蟲的體長測量</p>	 <p>若蟲開始出現翅芽</p>	 <p>終齡成蟲有完整翅</p>

二、了解野生樟樹上棉桿竹節蟲的分布及數量的變化。

(一) 了解棉桿竹節蟲族群的分布及數量的變化。

<p>方法</p>	<p>1.西元 2008 年一月開始，在南部山區，我們作野外實地的棉桿竹節蟲觀察，找到 1 棵野生樟樹上有棉桿竹節蟲族群。 2.先標明出棉桿竹節蟲在樟樹上的分布情形。 3.分析各齡若蟲與成蟲在各月份數量的曲線圖。</p>
<p>結果</p>	<p>1.樟樹上棉桿竹節蟲成蟲的分布：以樹冠層居多（冬天），樟樹上共發現18隻成蟲。</p> <p>●一個點代表 1 隻竹節蟲</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div>

2.結果發現：四季皆有棉桿竹節蟲出現，而以春夏季成蟲最多，冬季的成蟲數量最少。

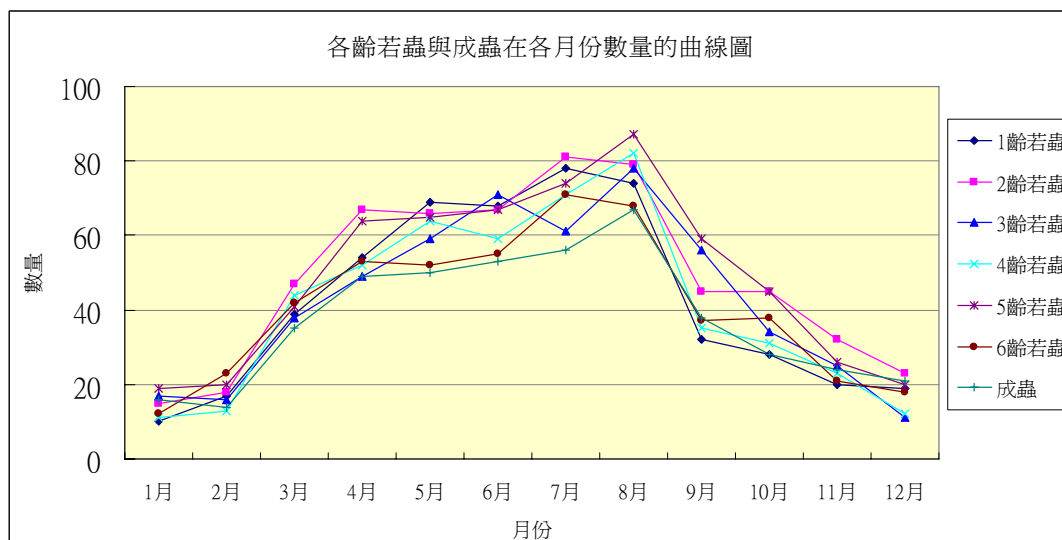


3.每週末，進行男組員分組，先將樟樹分兩部分，進行觀察並計數，最後進行數量統計：

1齡若蟲				成蟲			
一月	二月	三月	四月	一月	二月	三月	四月
11隻	16隻	36隻	49隻	14隻	13隻	35隻	47隻
五月	六月	七月	八月	五月	六月	七月	八月
68隻	67隻	78隻	71隻	50隻	52隻	55隻	68隻
九月	十月	十一月	十二月	九月	十月	十一月	十二月
32隻	27隻	23隻	21隻	37隻	31隻	24隻	21隻

各齡統計數量登記在筆記本。其他齡數的統計圖省略不列出。

※各齡若蟲與成蟲在各月份數量的曲線圖：各齡若蟲與成蟲皆在春夏季節數目最多，冬天數量較少。

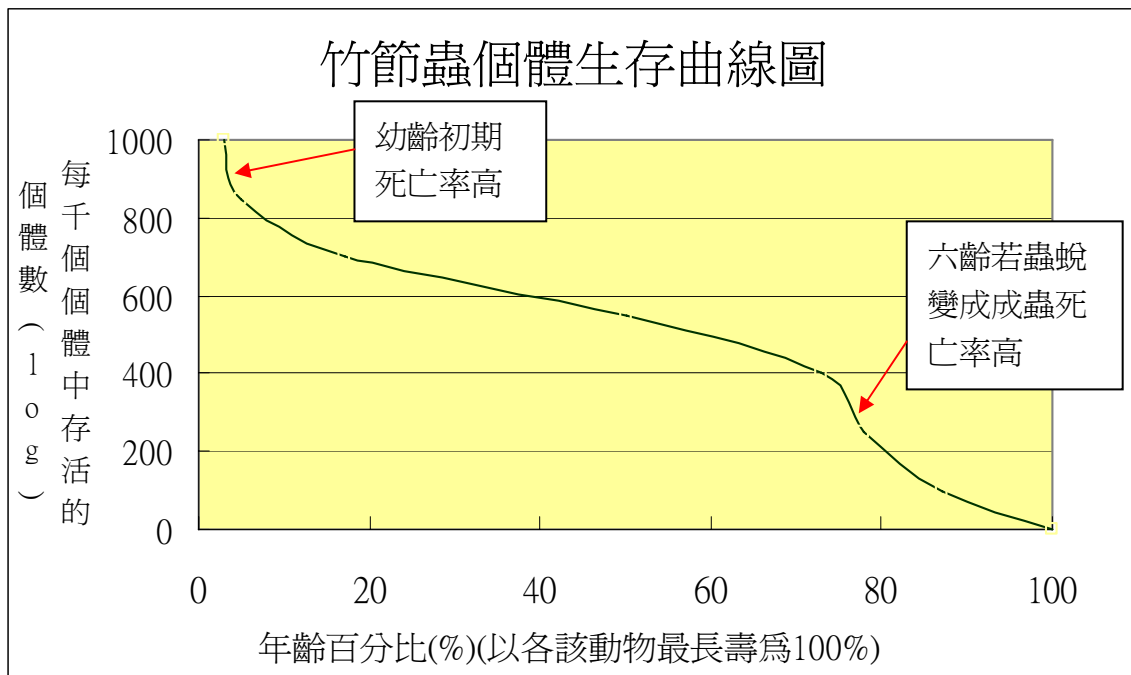


(二) 棉桿竹節蟲生存曲線：

方法 1.生存曲線可顯示生物每一齡階段的存活率，曲線的變動分爲三型 (1) 幼年低死亡型(凸型) (2) 平均死亡型(對角線型) (3) 幼年高死亡型(凹型)。
2.棉桿竹節蟲的卵孵化後，紀錄棉桿竹節蟲生活史各期存活的數量，之後各階段也詳細記錄剩下隻數和計算存活率。

討論 種類	孵出數 (總數隻)	二齡存活隻數 (第一次蛻皮後)	一齡存活率 (百分比)
棉桿竹節蟲	471	303	64.3%

※棉桿竹節蟲屬於幼年高死亡型（如附圖）



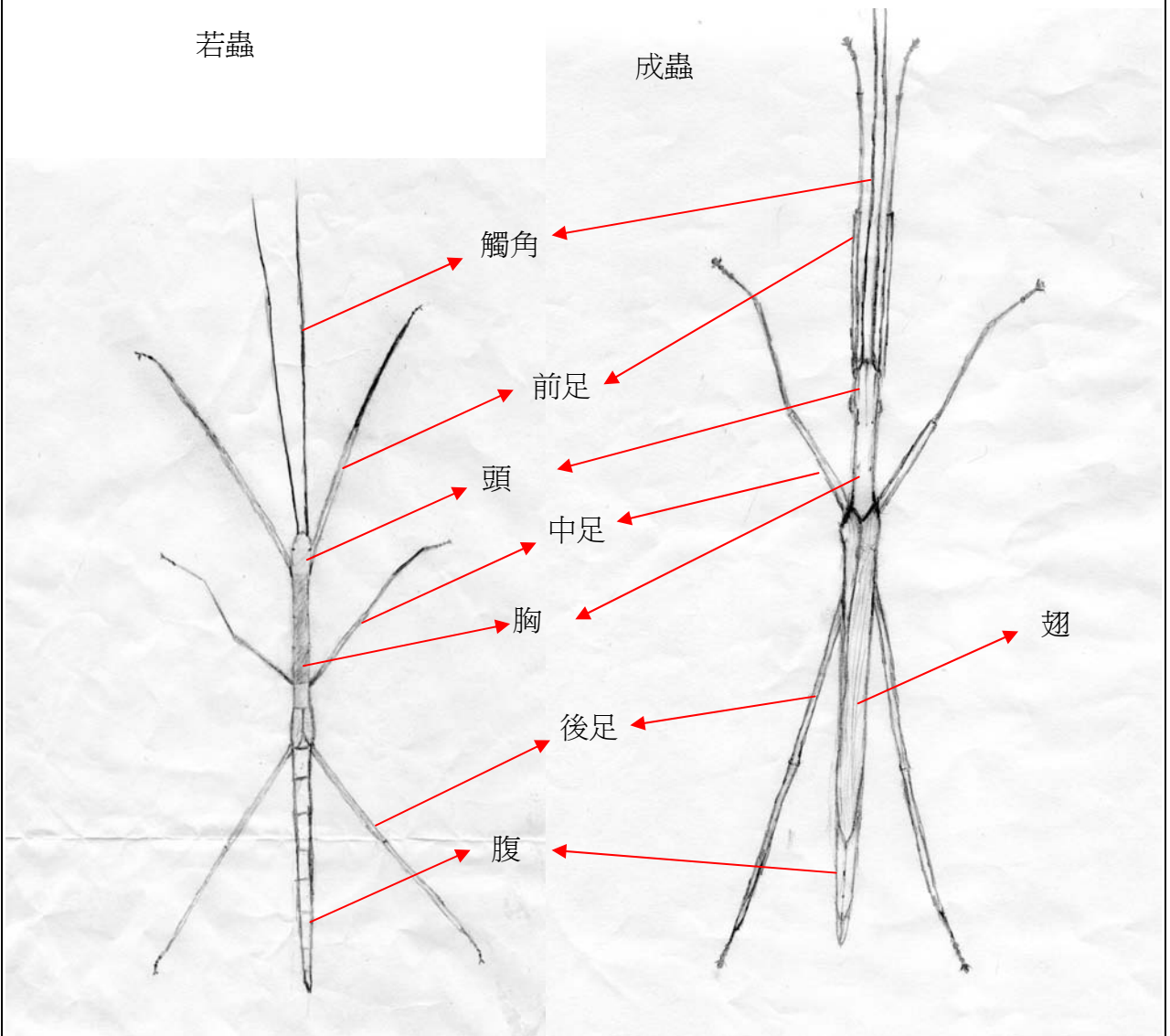
討論 (1) 1~4 齡的曲線顯示棉桿竹節蟲的幼齡高死亡率及初期快速的蛻皮成長。
棉桿竹節蟲的卵孵化後，一齡若蟲死亡率極高〔大多是起因於一隻受到病菌感染，而造成集體感染死亡〕，存活的棉桿竹節蟲經過一次的蛻皮之後，死亡率就變的很低，在適當的環境中，差不多每個存活個體都可活到最高壽命（成蟲）。
(2) 5~6 齡的曲線得知棉桿竹節蟲過了前幾齡後數量便沒有太大的增減。
(3) 圖表爲人工飼養的情況，許多條件與自然條件不相符〔如：溫度不穩定、溼度不合等因素〕，但觀察過野外的棉桿竹節蟲，初齡死亡率也是偏高。

三、觀察竹節蟲的構造形態。

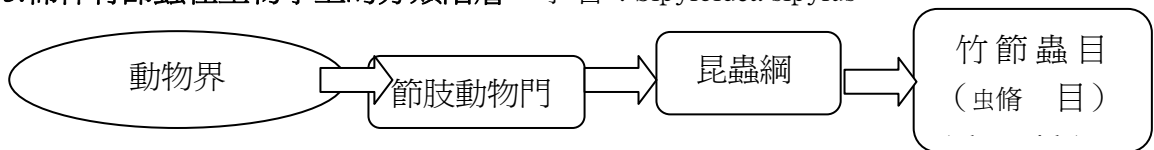
(一) 觀察棉桿竹節蟲身體的構造。

方法	<p>1.拿放大鏡觀察棉桿竹節蟲的構造並詳加紀錄。</p> <p>2.利用數位相機拍攝棉桿竹節蟲影像，影像放大後觀察棉桿竹節蟲，並畫下身體各部位構造。</p> <p>3.從書中和網路上，探索棉桿竹節蟲的生物分類階層及相關知識。</p>	
觀察與查詢的結果	<p>1.構造： 棉桿竹節蟲的構造分成頭、胸、腹三節，棉桿竹節蟲頭小略圓，有細長的觸角，觸角至5齡開始出現黑褐色斑點，小小的複眼，口器為咀嚼式，前胸短小，中、後胸均細長，前翅通常甚小，後翅膜質呈寬大扇狀，後翅臀區呈淺玫瑰色，平常摺於背面；細長的腳有再生的能力，但至成蟲則斷腳不會再生，且若環境嚴酷，則斷腳也可能不會再生，腳的構造與人類手臂肌肉的線條相像，上臂部分較為粗大，腹部也細長，體型像長竹竿，環節明顯，若蟲時環節有7節，至5齡起環節會變為8或9節，節數的不同是隨機而定。</p>	
	<p>竹節蟲複眼</p> 	<p>腹部末端</p> 
	 <p>標本構造</p>	<p>環節：五齡前環節只有7節</p>  <p>六齡後環節有8或9節</p> 

2.棉桿竹節蟲手繪圖：



3.棉桿竹節蟲在生物學上的分類階層：學名：Sipyloidea sipylus



異竹節蟲科(Heteronemiidae)，細頸竹節蟲屬(Sipyloidea)

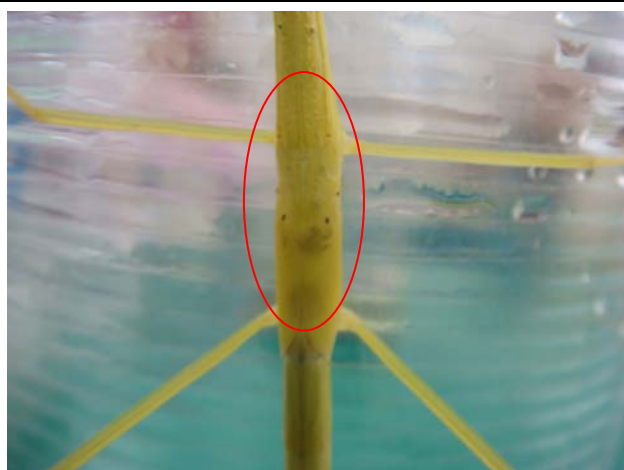
※台灣產的竹節蟲只有 2 科：異竹節蟲科 Heteronemiidae 和竹節蟲科 Phasmatidae

異竹節蟲科的品種觸角皆長於前步足。

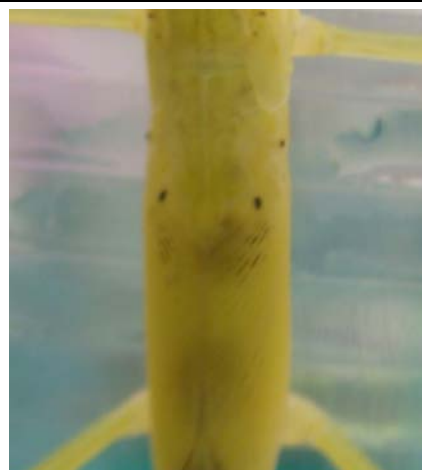
(二) 棉桿竹節蟲身體各部位的分辨

方法	利用數位相機、解剖顯微鏡來觀察棉桿竹節蟲身體的四個部位（前足、翅膀、頭部、胸部），分析竹節蟲其構造與功能，也可作為分辨竹節蟲種類的參考依據。			
結果	1.棉桿竹節蟲前足：分為五節（1）基節（2）轉節（3）腿節（4）脛節（5）跗節。			
	 <p>基節</p>	 <p>轉節</p>	 <p>腿節〔帶有細毛〕</p>	 <p>脛節〔帶有細毛〕</p>
	 <p>跗節：跗節上的鈎爪提供絕佳的攀附功能</p>			
	2.棉桿竹節蟲的翅膀：			
	 <p>成蟲才有粉紅色翅膀</p>	 <p>翅膀合起時</p>		
	3.棉桿竹節蟲的頭部：			
	 <p>複眼屬於雙眼視覺</p>	 <p>觸角位於頭部前方</p>		

4.棉桿竹節蟲的胸部：



背板有突起的顆粒



顆粒狀腺體會散發出濃厚的人蔘味驅敵

(三) 觀察棉桿竹節蟲的複眼：

觀察與查詢的
果

1.竹節蟲的複眼是由數百個小眼所組成。



2.棉桿竹節蟲的眼睛都會隨著光線改變顏色。

晚上眼睛內的色素會集中到表面而呈現黑色


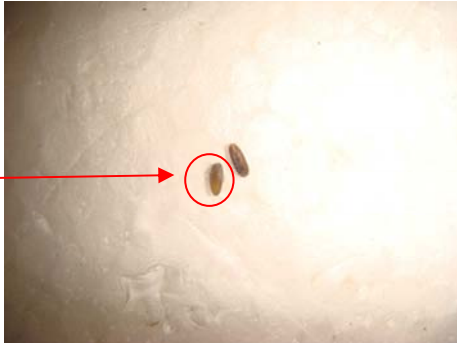


在白天棉桿竹節蟲的眼睛呈透明狀



四、探討棉桿竹節蟲的生活史與成長的情形。







(一) 紀錄棉桿竹節蟲的生活史。

生活史的階段	各成員的平均天數。
卵	孵化時間，夏季約40~50天，冬季約3個月。
若蟲一齡	9天。膚色翠綠，活動力強，步足上臂尚不粗壯，下臂彎曲不直，有跳躍能力，食量不大，容易受到感染。
若蟲二齡	9天。體色稍微變淺。
若蟲三齡	10~11天。食量較先前大許多，體色呈更淺的草綠色。長出微小的翅芽。
若蟲四齡	10~11天。食量大大提升，體色微黃，但仍是綠色，生長狀態穩定。
若蟲五齡	15~22天。食量驚人，生存空間需求大，體色變為介於黃色及綠色間的顏色，開始有地域性，尤其在食草缺乏時更為明顯。
若蟲六齡	22~25天。體色黃綠色偏黃，食量仍然驚人。
初成蟲	9天。初成蟲翅膀已成型，顏色會漸漸由綠色變為褐色，然後長出斑點，翅臀區由透明逐漸變為紅色。
成蟲	待初成蟲體色完全變為深褐色，即為成蟲。可活60天以上。
討論	<p>1.棉桿竹節蟲是不完全變態（卵→若蟲→成蟲）。（沒有經歷蛹期）。</p> <p>2.卵的孵化期約兩個月以內。孵化率近八成，但若蟲蛻皮進入二齡的失敗率頗高。 ※根據飼養經驗，卵的孵化與溫度有關係：若蟲剛孵化過兩三天才會開始進食 (1) 通常在夏天【25℃以上】所產的卵會在一個月內孵化。 (2) 秋末冬初【21℃以下】所產的卵通常要等到三個月才孵化。</p> <p>3.蛻皮：竹節蟲為漸近變態，若蟲進行6次的蛻皮才長到成蟲階段，每一次的蛻皮過程及蛻皮後數小時，都是危險期。若蟲成長期平均為65天，體色為綠色，到了六齡會長出翅芽，再次蛻皮後，就羽化為成蟲。生活史大約在160天左右。一年大概有2-3個世代。</p> <p>4.我們解剖死亡的成蟲發現一些未成熟或成熟的卵。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <p>5.成蟲、若蟲全年都看得見，只有成蟲具有飛行的能力，下翅為淺紅色的，飛行中很容易被發現。當受到刺激時，會從前胸背板前端的腺體散發「人蔘味」來驅離敵人。 ※飼養時蛻皮失敗是常有的事，這可能跟飼養箱的高度、溼度、及所獲得的營養有關係。</p>

<p>(1) 飼養箱高度：大約需棉桿竹節蟲體長2~3倍的高度較適合。</p> <p>(2) 飼養箱的溼度：環境太乾時，可能造成無法從舊皮中出來；太濕則易孳生黴菌。</p> <p>(3) 所獲得的營養：若所獲得營養較多，體力較好情形下，蛻皮較易成功。</p>		
		
蛻皮失敗的若蟲	剛蛻皮完，把皮吃掉	蛻皮成功後留下的皮

(二)紀錄棉桿竹節蟲成長的情形：

卵	<p>1.卵長度約 4.5 mm，卵寬平均為 1.65mm，頭蓋處 1.5 mm，尾端 1 mm。</p> <p>2.棉桿竹節蟲的卵是屬於「黏著型」，卵蓋和卵孔板清晰可見。孵化時卵蓋會先破，若蟲再從卵蓋中爬出。</p> <p>3.成蟲會將卵產在樹枝或其他物體的縫隙間黏在一起，形成卵堆，產卵量平均約為 400~600 顆。破損時會流出紅色卵汁或乳黃色液體。</p>
	
若蟲一齡	<p>身體翠綠色。體長:18~21mm左右。體寬1.7mm</p>
	
若蟲二齡	<p>身體草綠色。體長：30mm左右。體寬：1.9mm</p>
	

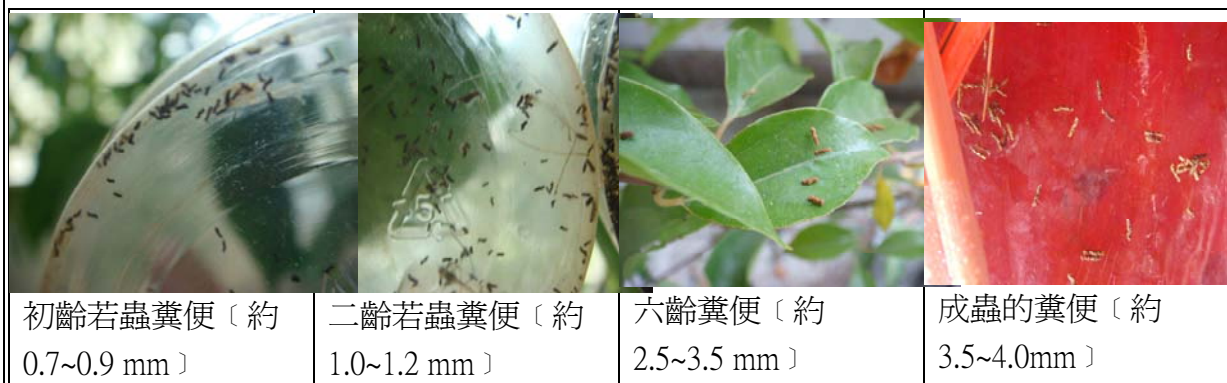
若蟲 三齡	<p>身體草綠色。開始長出翅芽。體長：41mm左右。體寬：2.3mm</p> 
若蟲 四齡	<p>身體草綠微偏黃色。體長：57mm左右。體寬：2.7mm</p> 
若蟲 五齡	<p>身體黃綠色。體長：60~65mm左右。體寬：3.2mm</p> 
若蟲 六齡	<p>身體黃綠色。體長：70~75mm左右。體寬：3.3mm</p> 
初成 蟲	<p>身體黃褐色微偏綠色，身體已有明顯之褐色翅膀。體長：70~80mm左右 體寬：5.4mm</p> 
成蟲	<p>成蟲長出羽翅且具生殖能力，初期為草綠色，隨時間轉變為黃褐色，甚至呈紅棕色，大部分有深棕色的小斑點。頭部背面扁平，後翅臀區淺玫瑰色，尾毛直。成蟲壽命平均為60天。</p>  <p>體長：75mm—85mm、全長128~150mm 體寬：3.47mm</p>

討論

- 1.棉桿竹節蟲從出生到成蟲需經過6次脫皮才能轉為成蟲，齡期有六齡。增加一個齡數，體長增長0.7~1.2公分。1~4齡時蛻皮時間規律，約9~13天蛻一次皮。5~6齡每一次蛻皮的間隔會隨著齡數的增長而變長。蛻皮以倒掛的姿態進行，剛蛻皮完時，體色呈現淡綠色，且會把皮吃掉。
- 2.羽化的關鍵時期，若遇到干擾會停止展翅，一旦展翅期間一過，翅膀隨即硬化，蟲體可能變成殘翅，嚴重的話將無法飛行。翅膀伸開來之後，約經過兩個小時，翅鞘逐漸由白色轉為褐色，至此羽化全部完成，會飛行。
- 3.有時若蟲的後腳會黏在卵上，無法順利出生，而造成死亡。

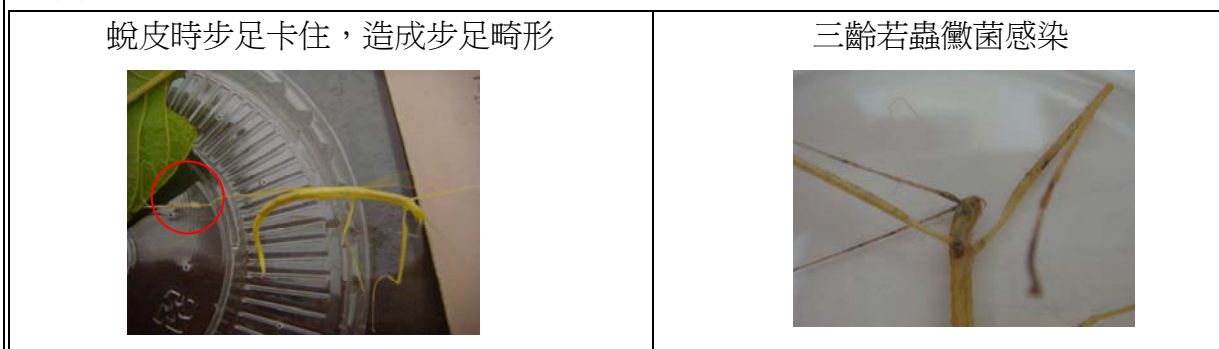


- 4.若蟲和成蟲在外觀上差異不大，只有體型大小及顏色的差異。成蟲之後，棉桿竹節蟲才能分辨出公母的不同，公蟲體型較小，雌蟲體型較大。
- 5.棉桿竹節蟲的糞便：



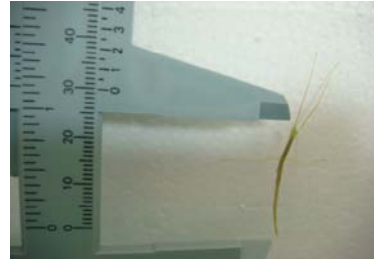
- 6.棉桿竹節蟲死亡的原因：(1) 被蜘蛛、鳥類攻擊 (2) 太久無食物可吃，營養不足而餓死 (3) 人為干擾碰撞導致脫皮失敗 (4) 空間不夠少導致脫皮失敗 (5) 水分溼度不足 (6) 細菌、黴菌感染。

※若蟲一旦身體不適，則腹部會下垂，嚴重時甚至會貼地，可能受到病菌感染或內部出現病變。





人為干擾，蛻皮失敗，前足彎曲失去攀附功能，身體呈現彎曲



剛孵化一天的若蟲

五、探討棉桿竹節蟲的動物行爲

(一) 清潔身體：

方法	<ol style="list-style-type: none"> 1. 分別觀察5隻棉桿竹節蟲如何清潔自己的身體各部位。 2. 紀錄並計算棉桿竹節蟲身體各部位清潔的平均時間。 3. 觀察棉桿竹節蟲身體各部位清潔的順序。 			
結果	清潔部位	清潔方式	清潔時間	
	前足	把異物甩掉	5.2秒	
	頭部	用前足不斷在頭上擦拭。	3.4秒	
	觸角	以前足抓住同側的觸角，並以前足擦拭。	5.6秒	
	步足	把異物甩掉	9.0秒	
	備註	棉桿竹節蟲清潔身體各部位並無一定順序且次數不頻繁。		

(二) 再生能力：

方法	<ol style="list-style-type: none"> 1. 觀察是否各齡期的斷腳都有再生能力。 2. 觀察不同步足的再生能力有無差異以及不同個體的再生能力有無差異。 3. 觀察觸角的再生能力。
結果	<p>1. 棉桿竹節蟲的若蟲，不管在任何齡期都有再生的能力（伴隨著蛻皮出現），而成蟲則沒有。</p> <p>(1) 起初斷腳的竹節蟲除了行動較為遲緩、笨拙外，食量並不會減少。直到一齡變二齡蛻皮時，步足有再生的能力，原本斷腳的地方長出新的步足，而且基節、轉節、腿節、脛節、跗節都有。</p> <p>(2) 第一次到第三次的蛻皮再生機制最明顯。新的步足比原先的步足小一些，但每經過一次蛻皮，步足便會變長一些，直到第三次蛻皮後，就會發育到與未斷前的步足等長。</p> <p>2. 不同步足的再生能力沒有顯著差異。不同個體的再生能力也無顯著差異。</p> <p>※當棉桿竹節蟲三對步足完全斷掉後，並不會死亡，且在適當環境下會再成功蛻皮為下一齡，是十分奇特的特性之一。</p>

3.觸角用於偵測氣味、前方物體為何，以及空氣流動之方向，若觸角斷了，竹節蟲雖不會死，卻會失去方向感而繞圈子打轉，也不易得知食物的所在處；斷了的觸角，會在歷經2~3次蛻皮後再長出，只是較之前的短小許多。



觸角斷成只剩一小截




(三) 生殖行為：孤雌生殖

方法	<ol style="list-style-type: none"> 1. 觀察一隻母棉桿竹節蟲可產幾次卵。 2. 觀察比較竹節蟲的卵。
結果	<ol style="list-style-type: none"> 1.母棉桿竹節蟲可產400至600顆卵。 2.母蟲產完所有的卵3-5天後即死亡。 3.排卵時體內的附腺會分泌黏液，附著在卵外頭，牢牢黏在樹皮或葉上。 4.母蟲會邊爬行邊產卵




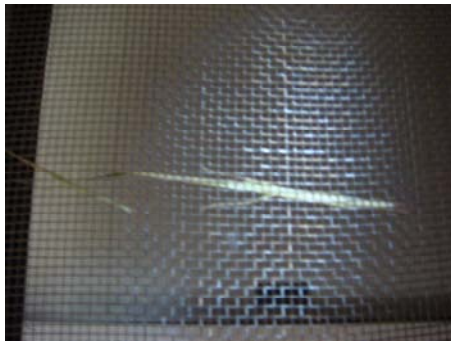
(四) 覓食：植食性

方法	<ol style="list-style-type: none"> 1. 觀察棉桿竹節蟲的覓食過程。 2. 了解棉桿竹節蟲的食性。 3. 觀察棉桿竹節蟲（若蟲、成蟲）每次的食量。
	<ol style="list-style-type: none"> 1.覓食時是靠觸覺和嗅覺的判斷，口器前的細毛功能類似觸角，能偵測食物的氣味。棉桿竹節蟲一般的時候都是倒掛著不動，通常只有受到攻擊、飢餓時才會促使牠去到處移動。 2.棉桿竹節蟲成蟲為植食性，屬廣食性食性廣泛並不單一。在野外主要有山芙蓉、木芙蓉、木槿、南美朱槿、羅氏鹽膚木、樟樹、葛藤、青葙麻等植物，本個體飼養時則以樟葉、番石榴、菠菜等植物葉子餵食，其中以樟葉及番石榴最受喜愛。
	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>成蟲吸食水滴的畫面</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>網箱內的番石榴</p> </div> </div>

結果	食物種類	說明
	<p data-bbox="448 210 544 248">番石榴</p> 	<p data-bbox="695 297 1201 427">在吃較為成熟的葉片時，會避開較硬的葉脈部分。取得容易，飼養時多以番石榴為食草。</p>
	<p data-bbox="448 528 544 566">樟樹葉</p> 	<p data-bbox="695 622 1201 707">偏好嫩葉，較為成熟的葉片因較硬而不適合齡期小的若蟲食用</p>
	<p data-bbox="437 864 504 902">菠菜</p> 	<p data-bbox="695 958 1201 1088">直接以新鮮的菠菜葉(經過清洗)餵食，雖不是平常的食草，竹節蟲卻非常喜愛</p>
	<p data-bbox="400 1200 576 1238">橘子〈柳丁〉</p> 	<p data-bbox="695 1272 1201 1402">橘子〈柳丁〉須先去皮並剝開，或是以果汁的方式餵食，竹節蟲的喜愛程度不差。</p>
	<p data-bbox="437 1491 504 1529">葡萄</p> 	<p data-bbox="695 1585 1201 1671">葡萄須先去皮並剝開，或是以果汁的方式餵食，竹節蟲十分喜愛。</p>

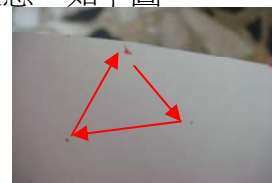
<p style="text-align: center;">蘆薈</p> 	<p>用現摘的新鮮蘆薈之裸露果肉直接餵食，但蘆薈汁液具黏性，竹結蟲喜愛程度不如橘子與葡萄</p>
<p>3.棉桿竹節蟲各成員每餐食量的大小</p>	
<p>生活史各成員</p>	<p>每餐食量的大小</p>
<p>一齡、二齡</p>	<p>約2平方公分</p>
<p>三齡、四齡</p>	<p>約4平方公分</p>
<p>四齡以後</p>	<p>約6-8平方公分</p>
<p>成蟲</p>	<p>約10平方公分以上</p>

(五) 本能：負趨地性、趨光性

<p>方法</p>	<p>1. 探討棉桿竹節蟲的正、負趨地性行爲：放置在吸管的中間（頭朝下、頭朝上）觀察其行爲。 2. 探討棉桿竹節蟲的正、負趨光性行爲：黑暗中，讓手電筒燈光照進箱內，觀察其行爲。</p>	
<p>結果</p>	<p>1.棉桿竹節蟲有負趨地性，並以倒吊姿勢移動。</p>	
<p>放置的型態</p>	<p>頭朝下</p>	<p>頭朝上</p>
<p>反應</p>	<p>會轉頭朝上爬</p>	<p>直接往上爬</p>
		
<p>2.棉桿竹節蟲屬夜行性，有趨光性行爲，但趨光反應需時許久才可看見明顯反應。</p>		
		

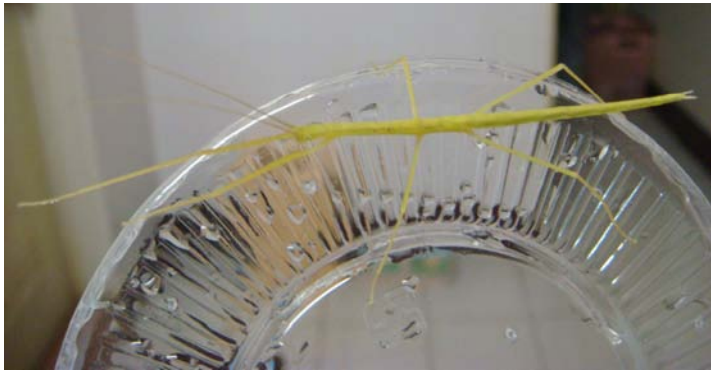
(六) 爬行方式：





方法	讓棉桿竹節蟲爬過沾有紅色顏料的紙上，並觀察比較若蟲與成蟲的爬行方式。
結果	(1) 若蟲走路永遠只有 三隻步足 同時在地面上，呈現三腳架的狀態。如下圖。 (2) 成蟲走路較穩定，走路不需要三點同時的支撐身體行走。



(七) 在不同的環境下，觀察棉桿竹節蟲身體體色改變（保護色）的情形：

方法	在(1) 光線顏色(2) 環境顏色(3) 溫度的不同時，觀察棉桿竹節蟲體色的變化情形。每隻(每組)棉桿竹節蟲以750 cc的飲料杯單獨飼養。分別在數天後，觀察並記錄其結果。 1. 飼養時，外界光線顏色的不同對棉桿竹節蟲體色改變的影響。 ※一組為控制組，750 cc的飲料杯不做任何處理。 ※五組為實驗組，分別在750 cc的飲料杯的外瓶身貼上紅、綠、藍、紫、黃色5種不同的玻璃紙。		
			
	綠色玻璃紙的飼養杯	紅色玻璃紙的飼養杯	藍色玻璃紙的飼養杯
			
	紫色玻璃紙的飼養杯	黃色玻璃紙的飼養杯	
	2. 飼養時，外界溫度的不同對棉桿竹節蟲體色改變的影響。 ※一組為控制組，外界溫度控制在一般室溫 21°C~24°C。 ※一組為實驗組，以燈泡加熱使外界溫度維持在 30°C~32°C。		

結果	1.光線顏色的不同，對棉桿竹節蟲體色的變化：	
	玻璃紙 顏色	棉桿竹節蟲五齡若蟲的體色改變情形
	紅色	<p>軀幹與步足的體色變得較為脆綠</p> 
綠色	<p>軀幹與步足的體色趨褐色，且軀幹上的斑點更為突起、明顯</p> <p>〔上圖中，下方為綠色玻璃紙飼養杯的實驗組，上方為對照組〕</p> <p>〔下圖中，左上方為綠色玻璃紙飼養杯的實驗組，右下方為對照組〕</p> 	

藍色	<p>軀幹與步足的體色趨褐色，且軀幹上的斑點更為突起、明顯 〔下二圖，左方為藍色玻璃紙飼養杯中的實驗組，而右方為對照組〕</p> 
紫色	 <p>軀幹與步足的體色沒有明顯改變</p>
黃色	 <p>軀幹與步足的體色變得較淡綠色</p>
不貼玻璃紙（對照組）	<p>軀幹與步足的體色沒有明顯的改變</p> 
備註	體色要在脫皮後才可看出其變化
2.不同溫度對棉桿竹節蟲體色的影響：體色無明顯變化	

（八）防禦機制：

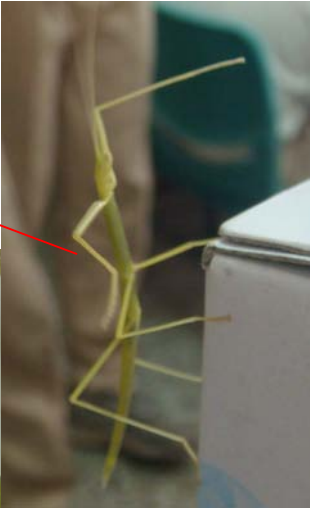
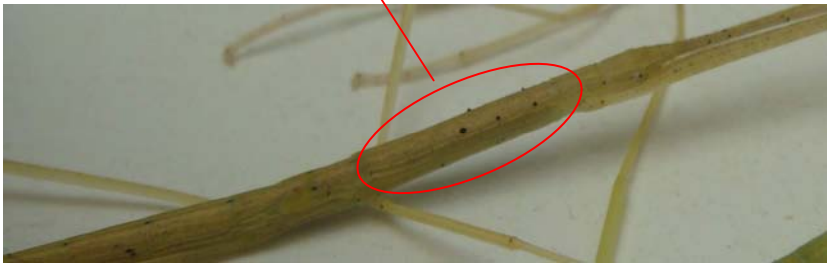
方法	使用鑷子觸碰竹節蟲的步足、觸角和身體
結果	<p>抓取牠會散發出似人蔘味〔由前胸背板發出〕，或雙臂舉起，呈現威嚇動作，或全身壓低、伏貼地面，收起步足，偽裝成樹枝的樣子。棉桿竹節蟲會吐出類似水的泡泡，液體微黃，呈中性，是從過去吐出防禦液體演變而來的。</p>



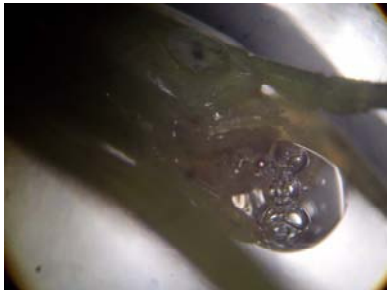
全身呈伏貼樣

前胸背板能發出人蔘味

雙臂高舉，具威嚇作用



口中出現吐泡泡的行為



(九) 抓地能力：

方法	觀察棉桿竹節蟲是否能攀爬在極細小的物體上。
結果	<p>棉桿竹節蟲<u>跗節</u>上又樣似<u>勾子</u>的構造，因此容易抓住細小的物品（如頭髮）。</p> 

伍、討論

一.公竹節蟲與母竹節蟲的差別：

一般常見的棉桿竹節蟲性別為雌性，生殖行為為孤雌生殖，所以生出來的竹節蟲為雌性。但是，出現公棉桿竹節蟲機率是極少（比例1000000：1）。我們在飼養過程中發現到一隻已死亡的公成蟲，經昆蟲專家鑑定後，確定是公的棉桿竹節蟲。

公竹節蟲的特性：公棉桿竹節蟲比一般常見母蟲的體長、體積較小。但在若蟲時看不出其公母，要等到成蟲時比較其特徵才能得知。

一般母棉桿竹節蟲成蟲體長約為85~90mm左右。

公棉桿竹節蟲成蟲體長約為60mm左右。公成蟲腹部第十體節的部分有突起。

公竹節蟲成蟲體長約為61mm



母竹節蟲成蟲體長約為86mm



上：母成蟲。下：公成蟲



公成蟲腹部第十體節的部分有突起

二、棉桿竹節蟲與幽靈竹節蟲的比較：

棉桿竹節蟲	幽靈竹節蟲
 <p data-bbox="555 584 687 622">體長較小</p>	 <p data-bbox="1165 584 1297 622">體長較大</p>
 <p data-bbox="188 943 384 981">附肢呈枝條狀</p>	 <p data-bbox="798 943 994 981">附肢呈枯葉狀</p>
 <p data-bbox="188 1279 448 1317">卵較小，呈橢圓形</p>	 <p data-bbox="798 1279 1026 1317">卵較大，成圓形</p>

三、齡數的推算：

我們從齡數與體長的關係，可以快速得知棉桿竹節蟲齡數的方法，推了一個小公式：

$\text{齡數} = \text{體長 (cm)} - 1$ 。我們往後會進行更精確的實驗觀察來證實其可信度。

陸、結論

- 一、棲息環境：喜愛在植株頂層光照充足處棲息，有良好通風，溫度保持在 20°C~30°C，而溼度則是 60%~80%，環境需考慮棉桿竹節蟲的攀爬與脫皮，至少要蟲體長度的三倍以上，否則易在蛻皮時死亡。
- 二、族群分布及數量變化：四季皆有成蟲出現，以春夏季最多，冬季最少。生存曲線屬於幼齡高死亡期。
- 三、構造形態：若蟲時身體環節有 7 節，至 5 齡起環節會變為 8 或 9 節。竹節蟲的前足、翅膀、頭部、胸部與卵等，發現其型態與特殊功能。竹節蟲的具有雙眼視覺的複眼會隨著光線改變顏色。
- 四、生活史與成長情形：屬不完全變態，大約經過 6 次的蛻皮後，若蟲可長出翅膀變成蟲。若蟲成長期平均為 65 天，成蟲可活 60 天以上。公棉桿竹節蟲比母蟲的體長較小，腹部第十體節的部分有突起。但在若蟲時看不出其公母，要等到成蟲時比較其特徵才能得知。
- 五、動物行為：有清潔行為，身體沾到異物，會將其甩掉。成蟲喜愛的食物有番石榴、樟樹葉等。棉桿竹節蟲具有負趨地性。有威嚇動作，發出似人蔘味，雙臂舉起，吐出類似水的微黃泡泡。不同的光線顏色對體色改變有不同的影響。綠光與藍光會使軀幹與步足的體色趨褐色，且軀幹上的斑點更為突起、明顯。但溫度不同並無明顯的體色變化。若蟲步足與觸角，不管在任何齡期都有再生的能力，伴隨著蛻皮出現，但成蟲則無。

柒、參考資料及其他

- 一、黃世富 台灣的竹節蟲 大樹文化事業公司，p 64~68、104~105
- 二、陳維壽 台灣昆蟲大探險 青新出版有限公司，p 54~55
- 三、郭玉吉 昆蟲入門 木生昆蟲博物館，p 29

【評語】 030309

1. 觀察細微
2. 齡期的推算公式是創見，可以增加觀察的樣本數。
3. 可以聚焦在行為的觀察。