中華民國第 55 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組　生物科

最佳團隊合作獎

080305

好「皮」喔!—臺灣皮竹節蟲的生態多樣性

學校名稱：臺東縣臺東市東海國民小學

作者：	指導老師：
小四 林巧竺	陳秋月
小四 張元芹	陳玉齡

關鍵詞：食草、孤雌生殖、斷足

摘要

本研究在探討臺灣皮竹節蟲的校園食草、生命史、孤雌生殖和環境對牠們的影響。我們在觀察實驗發現：我們的校園內臺灣皮竹節蟲的食草有 5 種，不管是一般養殖容器或是改變環境顏色的容器養殖，食草多樣就會提高竹節蟲的存活率，反之，則越低。改變環境顏色養殖只會影響到竹節蟲的生命期，不會對體長和體色造成改變。臺灣皮竹節蟲除了會兩性生殖，還會孤雌生殖，兩性生殖的卵會比孤雌生殖產的卵孵化時間還短，產卵數較多、孵化率較高；不論是兩性生殖或孤雌生殖卵的孵化天數長短深受季節的影響。竹節蟲斷足的足數越多，死亡率越高。竹節蟲斷足的情形和竹節蟲的存活率會受空間和竹節蟲數量的影響，空間越小，蟲數越多，斷足機率越高；反之，則越低。

壹、研究動機

三年級下學期老師為了配合學校自然課程，於是邀請一位昆蟲達人來演講，昆蟲達人帶了竹節蟲、獨角仙、蜘蛛……給大家觀賞，再加上教科書附贈的教材的飼養桶裡五年級老師養了4隻竹節蟲，這4隻竹節蟲因無人照顧幾乎被大家遺忘在自然科教室，於是我們為了不讓無辜的生命消失，因此我們決定飼養牠們，經查閱相關資料發現牠們是臺灣皮竹節蟲，資料顯示牠們會擬態，也會偽裝，牠們的外型獨特，這麼特別的昆蟲讓我們想更進一步研究臺灣皮竹節蟲的生命史、特殊行為……

貳、文獻探討

竹節蟲，又稱蠝（音同「修」）是節肢動物門昆蟲綱竹節蟲目（又稱蠝）的總稱。草食性的昆蟲,以善於擬態成樹枝或樹葉著稱,全世界約有2,500種,學名 *Phraortesformosanus* 。竹節蟲卵孵化所需要的時間會受到遺傳、溫度和光週期的影響，牠們的產卵量會受到飼育環境、食草與光照等的影響。竹節蟲蛻皮也是牠最脆弱和最危險的時刻。籠中飼育的竹節蟲，有將近2成會在蛻皮時斷足，有時因為被其他蟲子干擾，有時是因為空氣濕度太低，新的足還沒脫離舊皮就乾了，所以無法和舊皮分離而斷足。剛蛻變成成蟲時雌雄蟲是不會交配的，因為這個時期雌蟲的腹部還沒有未受精卵的發育。一般在經過1到2星期後，雌蟲復部才會開始孕育出未受精卵,雄蟲就會接觸雌蟲交配,此時雌蟲腹部裡充滿了不同發育程度的卵粒。竹節蟲的卵是在夜晚孵化，比較特別的是，牠們繁衍下一代可以不必經過「交配」的過程，只由雌蟲產卵，就能獨立完成「生育大計」。孵出來的小竹節蟲，跟竹節蟲媽媽長得很像，所以屬於不完全變態昆蟲。一般說來，竹節蟲的壽命有三～六個月左右。

竹節蟲身體顏色還會隨著溫度、濕度和光線的高低強弱不同，調適出與環境能「合而為一」的顏色，讓人不得不佩服牠高明的自衛方式。

參、研究目的

一、尋找臺灣皮竹節蟲的校園養殖食草

二、觀察臺灣皮竹節蟲的生命史

三、臺灣皮竹節蟲的兩性生殖與孤雌生殖比較

四、不同的空間環境對臺灣皮竹節蟲成長的影響

肆、研究方法

一、尋找臺灣皮竹節蟲的養殖食草

根據第 42 屆全國科展國小生物科有關臺灣皮竹節蟲和飛竹節蟲生活史與食草之比較資料中提到臺灣皮竹節蟲時性屬於多食性，他們喜好攝食的食草為南美蟛蜞菊（菊科）、紫蘇（唇形科）和狗肝草（爵床科），不肯攝食的食草有包括樟樹和杜鵑，再依據我們查閱文獻（黃世富，2002）指出臺灣竹節蟲重要食草一共有 20 科，其中並未提到 42 屆科展所述的喜好攝食食草，但是卻有指出樟樹和杜鵑是屬於臺灣竹節蟲野外的重要食草，特別是杜鵑是皮竹節的重要食草之一。因此我們根據黃世富（2002）所著文獻找到校園有的食草進行臺灣皮竹節蟲的養殖觀察

（一）校園食草有：茄冬、構樹、杜鵑、芭樂樹和樟樹。

（二）養殖容器：養殖桶、中水族箱和大水族箱

（三）養殖樣本數量：每個養殖桶放 1 隻（雌的成蟲）、中水族箱 2 隻成蟲（1 雌 1 雄）、大水族箱 4 隻蟲

（四）養殖方法：

第一種：分別在五個養殖桶放置不同的食草，每當食草枯萎就更換，每天觀察竹節蟲的啃食情形。

第二種：依據養殖桶的實驗結果在中水族箱將 5 種食草的放置做組合，每天觀察竹節蟲的啃食情形。

第三種：在大水族箱將五種食草放在一起，觀察竹節蟲的啃食情形。

二、皮竹節蟲的生命史

我們將養 2 雌和 2 雄交配後產卵孵化後的竹節蟲（第一代）分別放置 5 個大水族箱，每個大水族箱的竹節蟲數量不同，分別觀察牠們的生命史、特殊行為和不同環境的身體顏色變化。

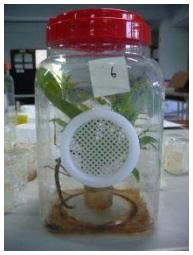
我們先將第二代的竹節蟲分別以 1 雌 1 雄放置在養殖桶，一共 9 對竹節蟲，再將每一對竹節蟲交配後產的卵，依照產卵的日期分開放置記錄，觀察每一對竹節蟲的產卵數、產卵次數、孵化率。

（一）養殖樣本

1. 樣本名稱：臺灣皮竹節蟲
2. 樣本來源：2 雌、2 雄

（二）竹節蟲養殖方法：

1. 養殖容器：大水族箱、養殖桶、小水族箱、正方體盒

			
大水族箱的養殖	養殖桶的養殖	小水族箱的養殖	正方體盒的養殖

2. 養殖的食草：芭樂葉和樟樹葉

根據文獻臺灣竹節蟲的野外重要食草有 40 種，我們以校園裡有的食草（茄冬葉、構樹葉、杜鵑花葉、芭樂葉和樟樹葉）進行養殖，然後再選擇 2 種竹節蟲會吃和喜歡吃的食草進行主要養殖食草。

3. 大水族箱的養殖方法

（1）養殖樣本：剛開始養殖時只有 2 雌 2 雄，因為雌雄交配產卵後孵出的幼蟲無法分辨公母，所以採隨機方式放置在 4 個大水族箱裡。

（2）每星期五換食物，食物有 2 種（芭樂葉和樟樹葉）

（3）將每一大水箱產的卵集中放置在小水族箱。

4. 養殖桶的養殖方法

（1）養殖樣本：取至大水族箱裡的成蟲，雌雄各 18 隻。

（2）每星期一和四換食物，食物有 2 種（芭樂葉和樟樹葉）

（3）每星期一和四將每一養殖桶產的卵分別放置在水晶杯和養殖杯，在每一個杯上貼上標籤（標籤內容有：養殖桶編號、產卵日期、產卵數量）

（4）每天收集每一養殖桶的卵、統計每一天每一養殖桶的產卵數。

（5）養殖桶的編號標示如下

養殖桶編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9
養殖樣本	1 雌 1 雄	1 雌 1 雄	1 雌 1 雄	1 雌 1 雄	1 雌 1 雄	1 雌 1 雄	1 雌 1 雄	1 雌 1 雄	1 雌 1 雄
食草	芭樂葉	芭樂葉	芭樂葉	芭樂葉	芭樂葉	樟樹葉	樟樹葉	芭樂葉	芭樂葉

（6）每對竹節蟲產卵時間及數量標籤標示如下：

日期　竹節蟲編號—產卵次數
產卵數量

容器名稱	圖片	標籤標示內容
水晶杯		6 月 19 日編號 5 的養殖桶第 1 次產卵，產了 12 顆卵
養殖杯		左杯標籤 7 月 7 日編號 6 的養殖桶第 4 次產卵，產了 24 顆卵 右杯標籤 7 月 7 日編號 1 的養殖桶第 5 次產卵，產了 13 顆卵

5. 正方體盒的養殖方法

（1）養殖樣本有分兩種：一為養殖桶產的卵孵化後分別單獨養殖在養殖盒（每天撿拾養殖桶產的卵，記錄產卵日期），二為不是養殖桶裡的成蟲產的卵（標籤上註記為：撿）。

（2）養殖食草：芭樂葉和樟樹葉

（3）每個星期五更換食草，並記錄竹節蟲的生長情形（身長、有無脫皮、正常或斷肢、身體顏色變化、判斷雌雄）。

（4）每一養殖盒的標示如下：

卵的來源　產卵日期　孵化日期　食草

卵的來源	圖片	標籤標示內容
知道產卵日期		這隻竹節蟲的產卵日是 103 年 10 月 22 日，104 年 1 月 12 日孵化，養殖食草是樟樹葉。
不知道產卵日期		這顆卵是撿到的，這隻竹節蟲是 104 年 1 月 18 日孵化，養殖食草是芭樂葉。

三、不同的環境對竹節蟲的影響

（一）不同養殖空間對竹節蟲的影響

根據文獻，竹節蟲的養殖環境如果數量太多，竹節蟲在受到驚擾的情況下會互咬產生自割現象，就會斷足，因此我們利用不同大小的容器來養殖，觀察竹節蟲的自割斷足狀況。

1. 大水族箱的養殖空間

（1）每一個大水族箱的標示如下：

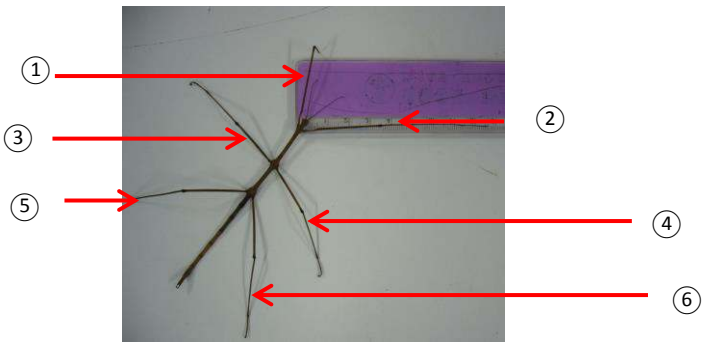
養殖桶編號	1	2	3	4
養殖樣本	27 雌 20 雄	10 雌 15 雄	54 雌 29 雄	13 雌 14 雄
食草	芭樂葉	芭樂葉	樟樹葉	芭樂葉

※103 年 7 月 29 日的統計資料。

（2）每週五統計雌雄的存活數量和死亡數量、竹節蟲斷足的數量和正常數量、竹節蟲斷足的位置。

（3）為統計斷足的位置，我們將竹節蟲的每肢的位置編上編號：

編號方式如下



斷足圖片		
斷足標記紀錄方式	①②③⑤⑥	①②⑤
斷足標記說明	這隻竹節蟲一共斷了 5 肢，斷的位置分別為前足 2 肢，中左足 1 肢，後足 2 肢。	這隻竹節蟲一共斷了 3 肢，斷的位置分別為前足 2 肢，後左足 1 肢。

2. 小水族箱的養殖空間

（1）養殖樣本：雌的竹節蟲成蟲、雄的竹節蟲成蟲

（2）將小水族箱分成兩種，一個養殖雌竹節蟲，另一個養殖雄竹節蟲。

（3）養殖食草：芭樂葉和樟樹葉。

（4）實驗方法：每個星期五各增加 1 隻竹節蟲，每次記錄小水族箱裡的竹節蟲自割斷足的變化。

3. 正方體盒的養殖空間

（1）養殖樣本：5~7cm 的竹節蟲。

（2）將正方體盒分成兩種，一種是養 2 隻竹節蟲，另一種養殖 3 隻竹節蟲。

（3）養殖食草：芭樂葉和樟樹葉。

（4）實驗方法：從大水族箱挑選 5~7cm 的竹節蟲，先記錄一開始的狀態，再每次記錄正方體盒裡的竹節蟲自割斷足的變化。

（二）不同顏色的環境對竹節蟲的影響

文獻指出竹節蟲的身體的顏色會隨著溫度、溼度和光線高低強弱不同，調適出與環境最能「合而為一」的顏色。

1. 養殖環境：將小水族箱包上紅、黃、藍、紫四種不同顏色的玻璃紙。

2. 養殖樣本：剛孵化的一齡蟲

3. 養殖食草：芭樂葉和樟樹葉

4. 養殖方法：將剛孵化的一齡蟲分別放置在不同顏色環境的小水族箱中，相同的顏色環境各放置不同的食草，再觀察竹節蟲的生命史和身體的顏色變化。

（實驗組：不同顏色的環境；對照組：沒有包玻璃紙的環境）

	實驗組： 將小水族箱包上紅、黃、藍、紫四種不同顏色的玻璃紙。

伍、研究設備及器材

大水族箱(36cm＊44cm＊30cm)、中水族箱(30cm＊14cm＊30.5cm)、小水族箱(23.5cm＊18.5cm＊12cm)、正方體盒（10cm＊10cm＊10cm)、玻璃紙（紅、黃、藍、紫)、紗布、噴水器、吹風機、刷子、培養皿、吸水海棉、紗布。

陸、研究結果與討論

一、臺灣皮竹節蟲覓食的食草比較

（一）單獨將 5 種食草放置養殖桶觀察竹節蟲的覓食情形：

食草種類 / 觀察日數（日）	茄冬	構樹	杜鵑	樟樹葉	芭樂葉
14（7/29~8/11）	x	x	Δ	O	O
4 （8/11~8/14）	x	x	Δ	O	O
13（8/14~8/26）	x	x	Δ	O	O
3 （8/26~8/28）	x	x	Δ	O	O
竹節蟲死亡數量/養殖樣本總數	4/4	4/4	1/4	0/4	0/4

※註：當竹節蟲完全不啃食食草時用 x 表示；當竹節蟲只啃食一些（只啃食葉緣一小部分）食草時用Δ表示；當竹節蟲大量啃食食草食用 0 表示。

1. 我們一共觀察了 34 日發現竹節蟲完全不肯食的食草有：茄冬和構樹；杜鵑的食草竹節蟲剛開始只啃食葉緣一小部份後就不吃了；樟樹葉和芭樂葉是在這幾次的觀察中都會發現牠們大量啃食。
2. 因為茄冬和構樹根據資料顯示是屬於臺灣竹節蟲的重要食草，所以在實驗過程中因為竹節蟲完全不啃食，最後造成只要放置這兩種食草的養殖桶裡的竹節蟲都會死亡。
3. 放置杜鵑的養殖桶裡的竹節蟲只啃食少量，所以存活下來的竹節蟲生命現象不佳，但是在觀察過程中也有 1 隻死亡。

（二）將食草組合放置在中水族箱觀察竹節蟲的覓食情形：

根據研究結果（一）為了避免竹節蟲死亡，所以就將食草做組合養殖，結果如下：

實驗次數	第一次實驗			第二次實驗			第三次實驗		
觀察日數（日）	4			3			3		
食草種類	樟樹	芭樂樹	茄冬	樟樹	芭樂樹	構樹	樟樹	芭樂樹	杜鵑
實驗結果	x	0	Δ	0	0	x	0	0	Δ

※註：1. 當竹節蟲完全不啃食食草時用 x 表示；當竹節蟲只啃食一些（只啃食葉緣一小部分）食草時用Δ表示；當竹節蟲大量啃食食草食用 0 表示。

2. 實驗樣本總數：1 雌、1 雄。

1. 我們一共觀察了 10 天發現其中有 6 天的樟樹有大量啃食，這 10 天的芭樂樹有大量啃食。
2. 我們發現茄冬和杜鵑在第一次和第三次的實驗中有啃食，第二次實驗發現構樹完全不啃食。

（三）將食草集中放置在大水族箱觀察竹節蟲的覓食情形：

根據研究結果（二）確定竹節蟲養殖的食草，我們將五種食草放置在一起，結果如下：

食草種類 / 實驗次數	觀察日數(日)	茄冬	構樹	杜鵑	樟樹	芭樂樹
第一次實驗	4	Δ	x	Δ	0	0
第二次實驗	3	Δ	x	Δ	x	0
第三次實驗	3	Δ	x	Δ	0	0

※註：1. 當竹節蟲完全不啃食食草時用 x 表示；當竹節蟲只啃食一些（只啃食葉緣一小部分）食草時用 Δ 表示；當竹節蟲大量啃食食草食用 0 表示。

2. 實驗樣本總數：4 雌、1 雄。

1. 我們發現三次實驗 10 天的觀察中，構樹完全不被啃肯食，茄冬和杜鵑有啃食，芭樂葉有大量啃食。

2. 這五種食草，會有大量啃食的食草只有 2 種：樟樹葉和芭樂葉。

圖片啃食量	大量啃食的食草	只啃食葉緣一小部分
圖片		
說明	左圖（樟樹葉）和右圖（芭樂葉）的食草幾乎都啃食超過一片葉子的一半。	左圖（杜鵑）和右圖（茄冬）的食草都只有啃食葉緣一小部分。

一、竹節蟲的生活習性觀察

（一）實驗室的棲息位置

雌的竹節蟲在樹枝上，雄的竹節蟲在葉背的葉脈上。

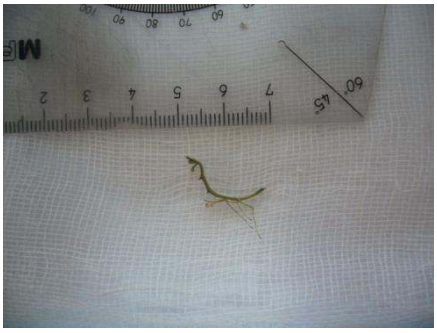
這隻三齡蟲棲息在葉背下。

這隻一齡蟲棲息在葉背的葉脈上。

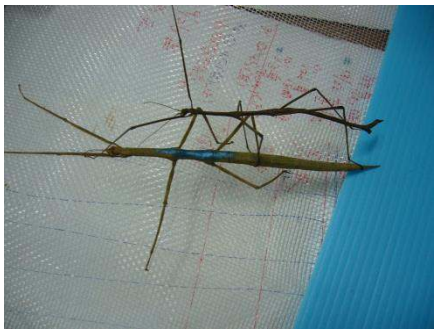
（二）覓食

這隻雌的竹節蟲正在啃食樟樹葉。	這隻雌的竹節蟲正在啃食芭樂葉。	這隻雌的竹節蟲正在啃食芭樂葉。

（三）脫皮

		
這隻竹節蟲已快完成脫皮，頭部先完成脫皮，然後才是足部。	這個是雌的竹節蟲脫的皮，顏色是黃色透明狀。	這隻二齡蟲正在脫皮，一齡蟲時就已經斷足（前足 2 隻），所以脫皮時原已斷足的前肢已長出蚊香腳，因為脫皮有點失敗，所以又斷了 2 足（104 年 3 月 5 日死亡）。

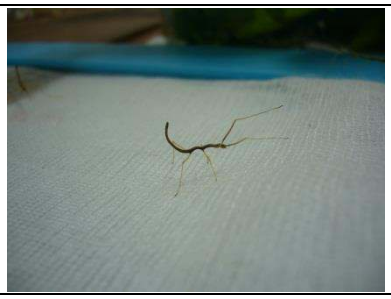
（四）交配

		
這兩隻竹節蟲正準備交配，雄的竹節蟲正爬上雌的身上，利用 2 隻中足抓住雌的腹部。	雄的竹節蟲用把握器夾住雌竹節蟲的蓋片。	雄的竹節蟲一直抓著雌的竹節蟲的蓋片，雌的一直逃跑，所以這個動作持續很久。

（五）斷足和蚊香腿

這隻竹節蟲斷了 2 足，在斷足的部位經過一段時間後，斷足的位置會出現凸起物。	斷足的竹節蟲只要經過脫皮，就會長出蚊香腿(左圖：3/12 日斷足，4/3 日脫皮後就長出蚊香腿；右圖：4/3 日斷足，4/8 日脫皮後就長出蚊香腿)。	
這隻竹節蟲蚊香腿消失，開始長出前右足。	這是隻斷了中左足的竹節蟲，中左足已長 3 節，但是長度和中右足不一樣長。	這隻竹節蟲斷了前左足，3/17 日蚊香腿消失，經過 30 天前左足還是和前右足不一樣長。

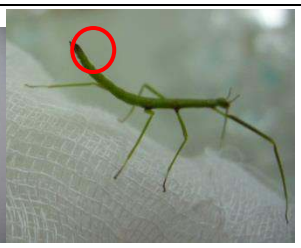
（六）特殊行為

		
這隻雄的竹節蟲正保持不動。	這隻雌的竹節蟲身體跨在正方體盒上，一直左右搖晃。	這是一隻 1 齡蟲，牠因為受到驚擾，所以捲尾了！

二、竹節蟲的各齡期外觀描述、卵的孵化率和各齡期成長時間

（一）卵~6 齡的外觀描述

齡期	各齡期照片	外觀描述
卵		卵長約 0.4cm，顏色大多是咖啡色，形狀是橢圓形。卵有兩端，一端有凹洞，另一端則沒有，竹節蟲從有凹洞的一端孵化，頭部先出來。

1 齡		剛孵化的 1 齡蟲，6 足都軟軟的，體色都是咖啡色，身長約 1.5cm（n=68）。 右圖是剛孵化的 1 齡蟲，腳還無法站立。
		有時候剛孵化的 1 齡蟲，足部還未完全脫離卵。
2 齡		2 齡蟲體色是青綠色，身長約 2.5cm（n=25）。 2 齡接近 3 齡時，從竹節蟲尾部已經可以判斷雌雄，右圖的竹節蟲是雌的。
3 齡	（雌的 3 齡蟲）	3 齡蟲體色是青綠色，身長約 3.5cm（n=14）。
4 齡	（雌的 4 齡蟲）	4 齡蟲體色是青綠色，身長約 4.5cm（n=11）。
5 齡	（雌的 5 齡蟲）	5 齡蟲體色是青綠色，身長約 6cm（n=8）。

6 齡	（雌的 6 齡蟲）	6 齡蟲體色是青綠色，身長約 9cm（n=8）。

（1）臺灣皮竹節蟲的體色變化

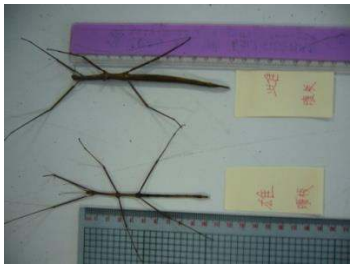
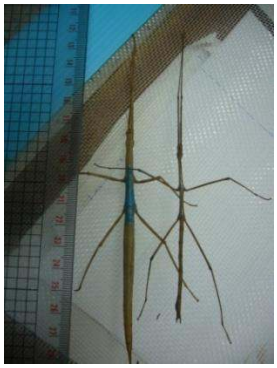
臺灣皮竹節蟲體色變化表

體色	1 齡	2 齡	3 齡	4 齡	5 齡	6 齡（成蟲）	成蟲
雌	咖啡色	青綠色	青綠色	青綠色	青綠色	青綠色	黃綠色
雄	咖啡色	青綠色	青綠色	咖啡色	咖啡色	咖啡色	

（2）臺灣皮竹節蟲除了體長會隨著脫皮過後變長、體色也有變化外，1 齡到成蟲的外觀幾乎沒改變。

（3）臺灣皮竹節蟲在 2 齡~3 齡之間就可以判斷雌雄。

（二）成蟲的外觀差異

	圖片	外觀比較
		雌的竹節蟲比雄的竹節蟲體型還大。(雌的最長約 13cm（n=5），雄的最長約 10cm（n=3))
體色		雌蟲體色是黃綠色，雄蟲體色是咖啡色。
交尾器		
	左圖是雄的下生殖片，由第 8~10 節腹板構成。右圖是雄蟲的把握器，在交配時會夾住雌蟲的第 9 節腹板	雌蟲的腹部第 8 腹板會形成一個大型的板狀構造，稱為「蓋片」。

（三）竹節蟲雌雄比例統計

容器養殖數量（隻）	1	3	5	10	15	總數
可以判斷雌雄總數	26	22	17	17	32	114
雌♀	21	16	15	13	27	92
雄♂	5	6	2	4	5	22
雌：雄	4.2：1					

註：本表的紀錄統計時間截止日 104 年 6 月 10 日

在上表中發現，我們可以判斷雌雄的臺灣皮竹節蟲共有 114 隻，雌的有 92 隻，雄的有 22 隻，雌雄比為 4.2 比 1。

（四）、各齡期生長天數統計

1、卵到各齡期的生長時間樣本數

樣本數（n=32）			樣本數（n=13）
採樣時間：6/1~8/31			採樣時間：11/1~1/7
芭樂葉	樟樹葉	其他	芭樂葉樟樹葉
15	3	14	13

※註（1）其他：是指在記錄過程中養殖食草紀錄毀損，因此其他部分只列入計算孵化率的計算。

（2）養殖樣本統計於 104.6.11 結束。

2、養殖的生命期紀錄

（1）食草為芭樂葉

樣本	產卵日期	孵化日期	產卵~孵化（天）	1 齡	2 齡	3 齡	4 齡	5 齡	6 齡	7 齡	死亡日期	存活日數
1	7/7	9/12	68	7							9/18	7
2	7/7	8/22	47	4							8/25	4
3	7/7	8/22	47	5							8/26	5
4	7/17	9/22	67	3							9/24	3
5	6/16	8/5	51	4							8/8	4
6	7/7	8/24	49	2							8/25	2
7	7/7	8/24	49	9							9/1	9
8	7/7	8/24	49	9							9/1	9
9	7/7	8/24	49	9							9/1	9
10	7/14	8/26	44	2							8/27	2
11	6/20	8/4	46	11	27						9/9	39
12	7/1	8/17	48	3							8/19	3
13	7/1	8/17	48	4							8/20	4
14	7/1	8/17	48	9							8/25	9
15	7/17	9/10	53	7							9/16	7

註：※表示目前還活著

（2）食草為樟樹葉

樣本	產卵日期	孵化日期	產卵~孵化	1 齡	2 齡	3 齡	4 齡	5 齡	6 齡	7 齡	死亡日期	存活日數
1	7/1	8/20	51	14	7						9/9	21
2	7/7	8/29	54	18	31	22	21	142			4/15	234
5	7/1	8/14	45	15	13	7	3	13			9/29	51

（3）食草其他

樣本	產卵日期	孵化日期	產卵~孵化	1 齡	2 齡	3 齡	4 齡	5 齡	6 齡	7 齡	死亡日期	存活日數
1	7/1	8/19	50	2							8/20	2
2	7/1	8/19	50	2							8/20	2
3	7/1	8/19	50	2							8/20	2
4	7/1	8/19	50	6							8/24	6
5	6/16	8/4	50	2							8/5	2
6	6/16	8/4	50	8							8/11	8
7	6/16	8/4	50	8							8/11	8
8	6/16	8/8	54	1							8/8	1
9	6/16	8/8	54	4							8/11	4
10	7/2	8/19	49	6							8/24	6
11	6/17	8/4	49	5							8/8	5
12	6/16	8/6	52	1							8/6	1
13	6/16	8/6	52	6							8/11	6
14	6/16	8/6	52	6							8/11	6

（4）食草為芭樂葉和樟樹葉

樣本	產卵日期	孵化日期	產卵~孵化（天）	1 齡	2 齡	3 齡	4 齡	5 齡	6 齡	7 齡	死亡日期	存活日數
1	11/2	3/13	132	8							3/20	8
2	12/2	3/26	115	16	30						5/10	46
3	12/2	3/26	115	16	22						5/1	38
4	12/3	3/20	108	23							4/11	23
5	11/27	3/29	123	4							4/1	4
6	11/24	3/29	126	25	15						5/13	40
7	12/12	3/29	108	9							4/6	9
8	1/7	3/29	82	22	20	10						※
10	12/18	3/29	102	23							4/22	23
11	12/4	3/29	116	16	10						4/22	26
12	12/4	3/29	116	27	39							※
13	12/27	3/27	91	4							3/30	4

※表示目前還活著

①到 104 年 6 月 11 日記錄截止日不同養殖食草的死亡率統計表

齡期 / 死亡百分比 / 食草	1 齡	2 齡	3 齡	4 齡	5 齡	6 齡	7 齡	8 齡
芭樂葉	94%	3%	3%					
樟樹葉	0%	33%	0%	0%	67%			
芭樂葉樟樹葉	46%	31%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

食草是芭樂葉的竹節蟲養殖在 3 齡前就全部死亡；食草是樟樹葉的竹節蟲養殖在 5 齡前就全部死亡，但是有一隻竹節蟲是變成成蟲後經過 142 天才死亡；食草是芭樂葉和樟樹葉的竹節蟲養殖雖然在 2 齡前的死亡率是 77%，但是有 2 隻竹節蟲在統計紀錄截止日都還活著。

②不同食草養的死亡率比較：芭樂葉> 樟樹葉> 芭樂葉和樟樹葉

3. 竹節蟲的孵化天數

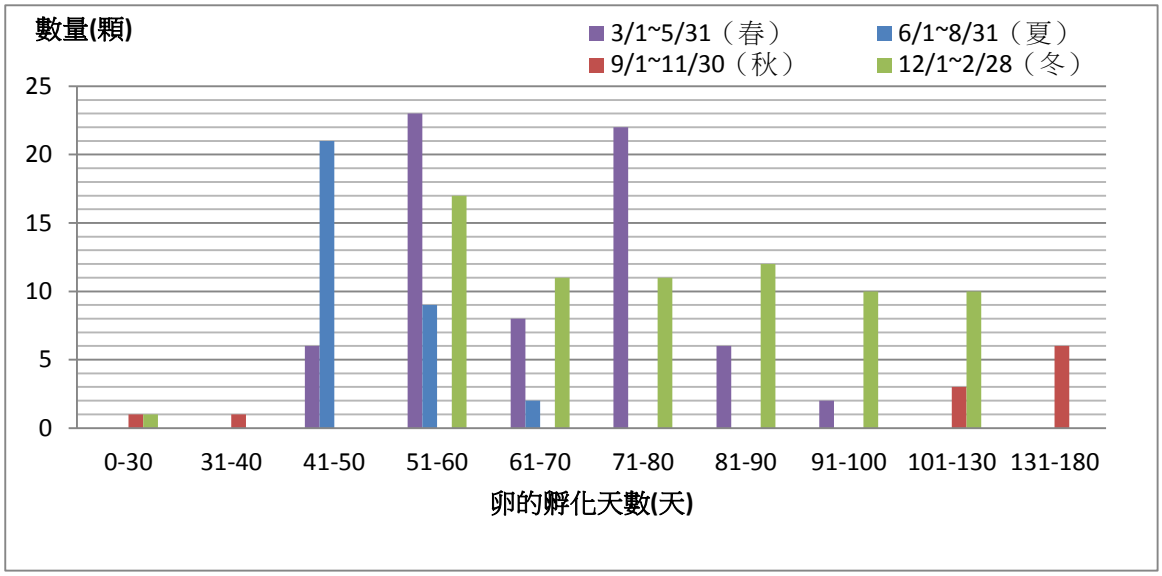
（1）不同季節產卵的孵化天數比較

不同季節	6/1~8/31（夏）	9/1~11/30（秋）	12/1~2/28（冬）	3/1~5/31（春）
孵化樣本數（顆）	32	11	72	67
不同季節平均孵化天數（天）	50.8	124.5	93.4	66.1

四個不同季節的產卵孵化天數，以秋天的孵化天數最長，最短的是夏天。

（2）不同季節產卵的孵化天數分布統計表

天數 數量（顆）	0-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100	101-130	131-180
6/1~8/31（夏）	0	0	21	9	2	0	0	0	0	0
9/1~11/30（秋）	1	1	0	0	0	0	0	0	3	6
12/1~2/28（冬）	1	0	0	17	11	11	12	10	10	0
3/1~5/31（春）	0	0	6	23	8	22	6	2	0	0



夏天竹節蟲產的卵的孵化天數大都集中在 41~50 天；秋天產的卵孵化天數差異很大，最少的是 30 天內就孵化，最多會長達 130 天以上；冬天產的卵都在 51~100 天之間，差異不大；春天產的卵大都在 51~60 天和 71~80 天孵化。

4、各齡期天數統計

以下 6 個樣本的取樣時間為 103 年 12 月 1 日~104 年 2 月 28 日

樣本	孵化日期	1 齡	2 齡	3 齡	4 齡	5 齡	6 齡	7 齡	8 齡	9 齡	死亡日期	存活日數
22	2/3	38	22	24	24						5/18	108
4	12/11♀	37	19	35	22	19	19					※
5	12/21♀	23	25	20	34	14	16	22	20	40	6/12	174
10	2/5	18	4								2/25	22
17	2/3♀	28	38	22	16	13	13					※
19	1/9	23	13	14	24	14	18	17	18			※
1	8/14	15	21	13	15	15	11	153			3/29	233

	取樣時間 12/1~2/28（冬）（n=6）	取樣時間 6/1~8/31（夏）（n=1）
雌蟲齡期時間	平均天數（天）	平均天數（天）
卵~1 齡	93.4	50.8
1 齡~2 齡	27.8	15
2 齡~3 齡	23.4	21
3 齡~4 齡	24	13
4 齡~5 齡	15	15
5 齡~6 齡	17	15
6 齡~成蟲	16.5	11
成蟲~死亡	※	153

註：1. 紀錄截止日 104 年 6 月 11 日止 。 2. ※表示目前還活著

①在夏天孵化的雌的臺灣皮竹節蟲平均生命週期約 293.8 天，卵到成蟲的時間約 130.8 天。

②在冬天孵化的雌的臺灣皮竹節蟲變成成蟲只有 6 隻，卵到成蟲的時間約 217.1 天。

三、孤雌生殖與兩性生殖的比較

（1）表一、孤雌、兩性配對母蟲之繁殖表現比較

母蟲個體	產卵期(天)	有產卵天數	一生產卵數(顆)	平均每天產卵數(顆)
孤雌生殖 1	115	74	296	4.0
孤雌生殖 2	24	13	23	1.8
孤雌生殖 3	34	18	41	2.3
孤雌生殖 4	118	52	133	2.6
兩性生殖 1	117	65	422	6.6

表一結果顯示，兩性交配的母蟲的繁殖表現遠高於未交配的孤雌母蟲，而孤雌母蟲個體間的繁殖表現有很大不同。孤雌母蟲 2 及 3 產卵期為 24 天和 34 天，孤雌母蟲 4 及 1 產卵期卻達 118 天和 115 天，相差 3、4 倍。

在整個生命期中，孤雌母蟲有產卵的天數最少是 14 天，一生只產下 23 顆卵而已，最多是 74 天一生卻能產下 296 顆卵。兩性母蟲有產卵的天數也達 65 天，一生產下高達 422 顆卵，遠高於孤雌母蟲的產卵數。

孤雌母蟲平均每天產卵數最多是 4.0 顆卵，兩性母蟲卻達 6.6 顆卵。圖 1.1 至 1.4 可看出孤雌母蟲在產卵期前半段的每天產卵數較高，到後半段就明顯降低下來，但是，兩性母蟲在產卵期後半段的每天產卵卻反而維持在高峰。

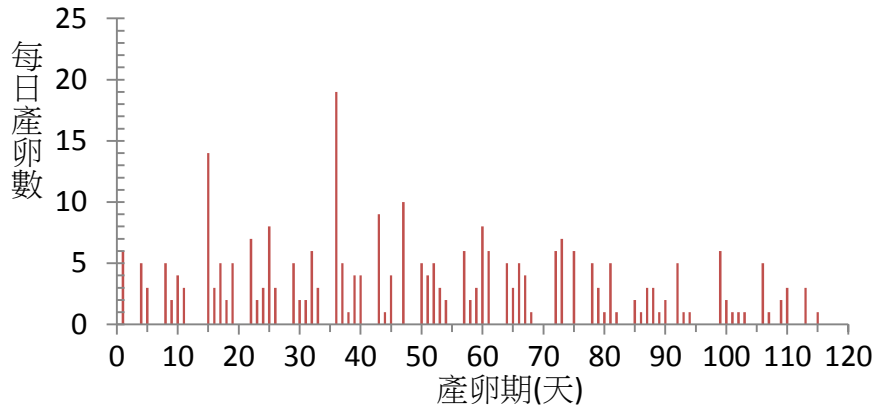


圖 1.1、孤雌母蟲1的每天產子數

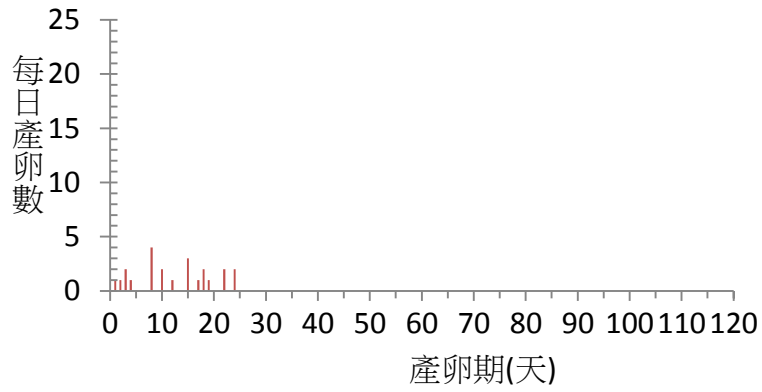


圖 1.2、孤雌母蟲2的每天產子數

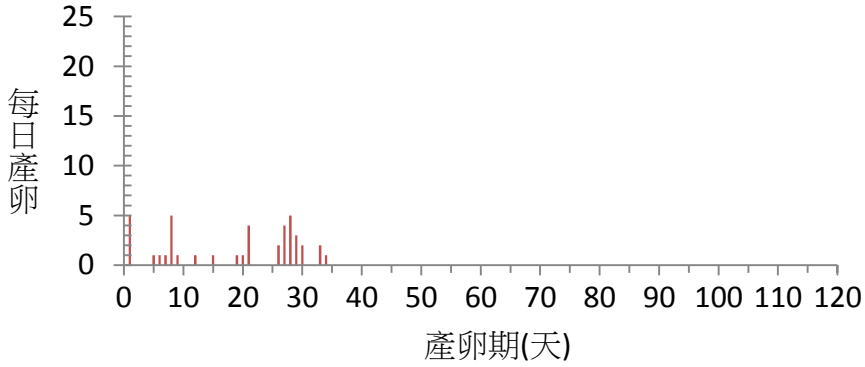


圖 1.3、孤雌母蟲3的每天產子數

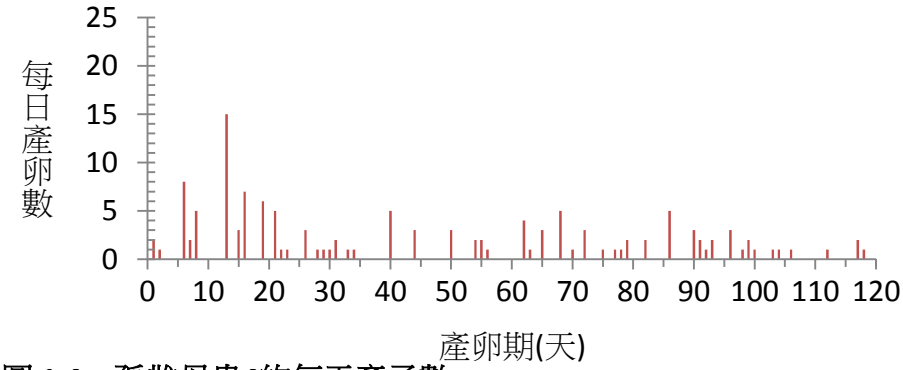


圖 1.4、孤雌母蟲4的每天產子數

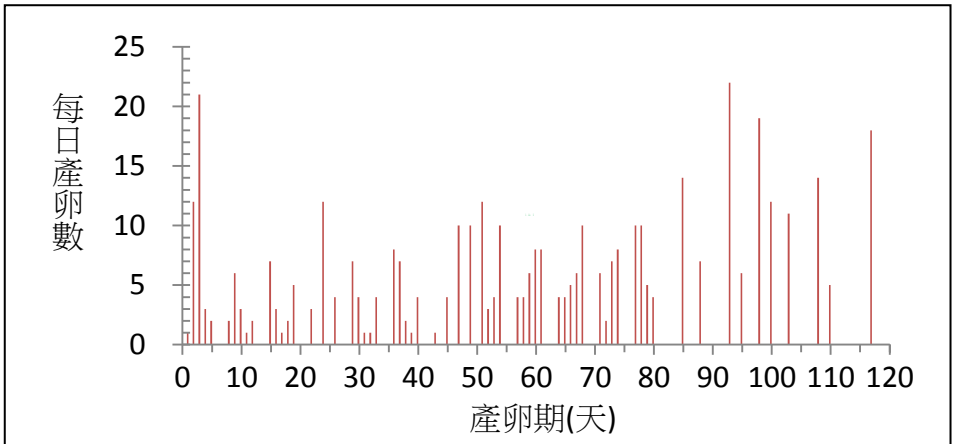


圖 1.5、兩性母蟲1的每天產子數

（2）孤雌生殖與兩性生殖的產卵次數、產卵數和孵化數統計

母蟲個體	孤雌生殖 1	孤雌生殖 2	孤雌生殖 3	孤雌生殖 4	兩性生殖 1
成蟲~ 第 1 次產卵時間（天）	26	20	22	32	43
產卵數（顆）	296	23	41	133	422
孵化數（顆）	22	1	0	19	139
總孵化率	7%	4%	0	14%	33%
最後 1 次產卵時間~ 死亡時間（天）	6	3	8	6	8
成蟲~死亡時間（天）	145	45	61	153	166

註：本表的紀錄統計時間截止日 104 年 6 月 11 日

上表中發現竹節蟲變成成蟲到第 1 次產卵的時間，兩性生殖的母蟲都比孤雌生殖的母蟲還長。在總孵化率方面，兩性生殖的卵孵化率遠高於孤雌生殖，孤雌生殖的孵化率最高是孤雌生殖 4 的 14%，孤雌生殖 3 的卵完全沒有孵化。

性生殖的母蟲比孤雌生殖的母蟲變成成蟲到死亡的時間還長。

（3）不同季節兩性生殖與孤雌生殖產的卵的孵化天數比較

不同季節		6/1~8/31 （夏）	9/1~11/30 （秋）	12/1~2/28 （冬）	3/1~5/31 （春）
孵化樣本數（顆）	孤雌生殖		14	25	2
	兩性生殖	32	11	72	67
不同季節平均孵化天數（天）	孤雌生殖		100.9	103	78.5
	兩性生殖	50.8	124.5	93.4	66.1

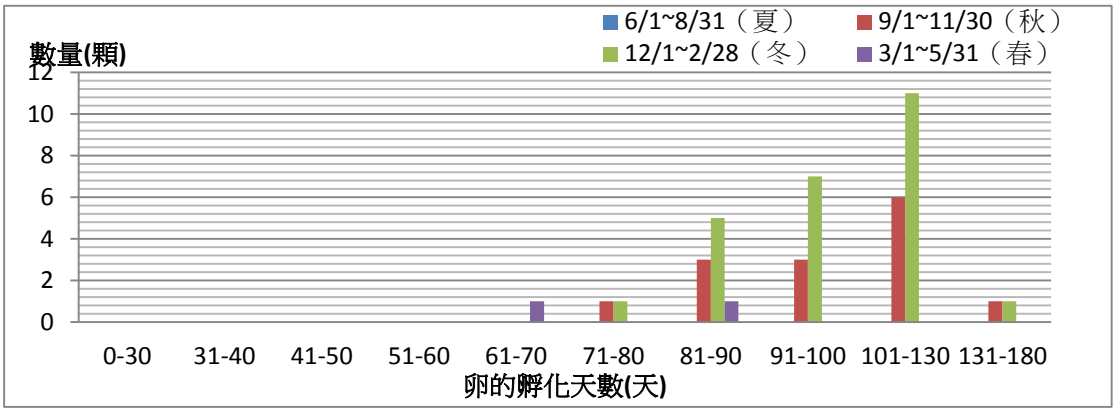
從兩性生殖與孤雌生殖產的卵的孵化天數發現秋天和冬天 2 個季節所產的卵孵化天數是最多，春天產的卵孵化天數最少。

其中，孤雌生殖在冬天和秋天產的卵孵化天數平均都在 100 天左右，兩性生殖產的卵只有在秋天的孵化天數超過 100 天。

（4）不同季節孤雌生殖產卵的孵化天數分布統計表

天數 數量（顆）	0-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100	101-130	131-180
6/1~8/31（夏）	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9/1~11/30（秋）	0	0	0	0	0	1	3	3	6	1
12/1~2/28（冬）	0	0	0	0	0	1	5	7	11	1
3/1~5/31（春）	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0

孤雌生殖的母蟲在秋天和冬天產的卵的孵化天數大都集中在 91~130 天（如下圖的孵化天數統計長條圖）；春天產的卵孵化顆數只有 2 顆，2 顆分別是 67 天和 90 天。



（4）孤雌生殖的死亡率

齡期 死亡百分比 食草	1 齡	2 齡	3 齡	4 齡	5 齡	6 齡	7 齡	8 齡
芭樂葉樟樹葉	95%	5%						

孤雌生殖一共孵化了 41 隻，有 39 隻在 1 齡時就死亡，死亡率是 95%；只有 2 隻的孤雌生殖產的卵孵化後活到 2 齡，死亡率是 5%。

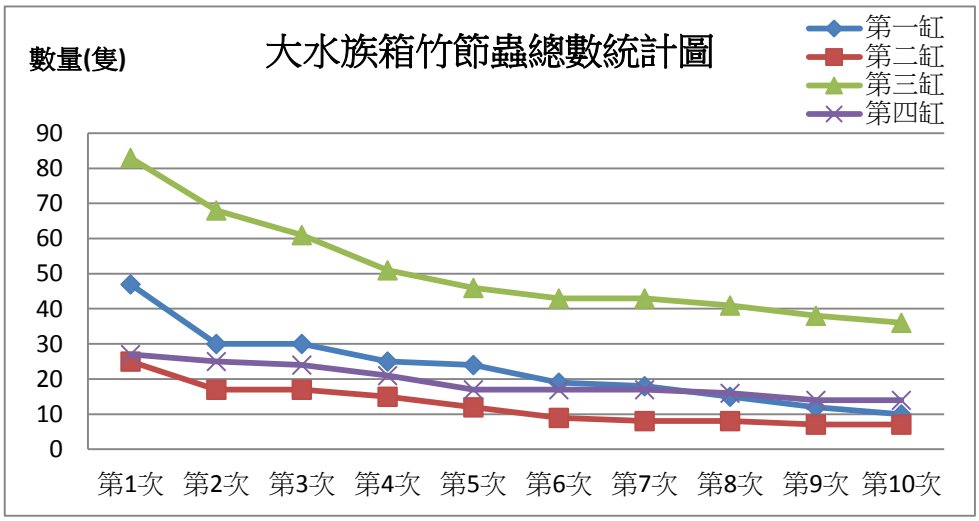
四、環境對臺灣皮竹蟲的影響

（一）空間大小

1. 大水族箱臺灣皮竹節蟲養殖數量觀察結果

（1）大水族箱竹節蟲總數變化

觀察次數 數量(隻) 大水族箱	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	第 7 次	第 8 次	第 9 次	第 10 次
第一缸(芭)	47	30	30	25	24	19	18	15	12	10
第二缸(芭)	25	17	17	15	12	9	8	8	7	7
第三缸(樟)	83	68	61	51	46	43	43	41	38	36
第四缸(樟)	27	25	24	21	17	17	17	16	14	14

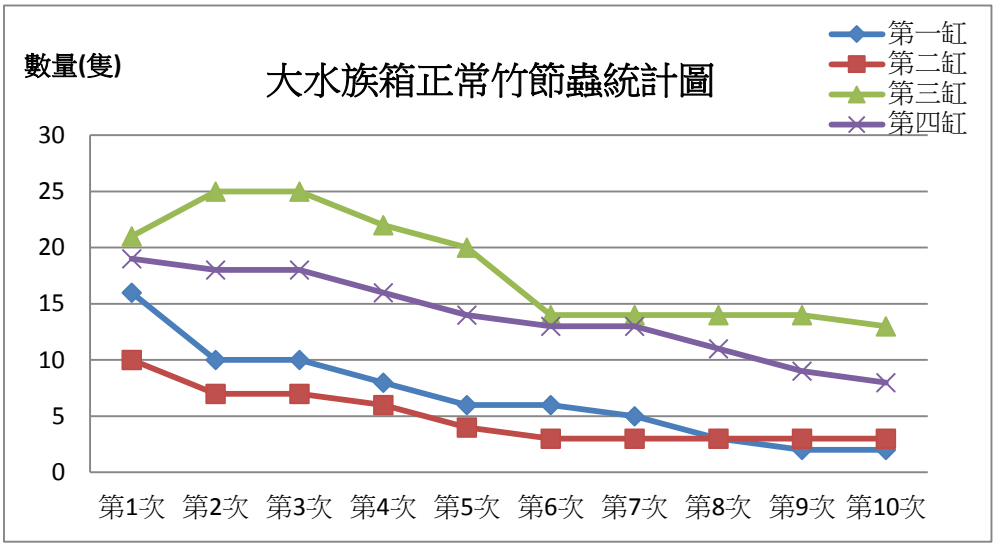


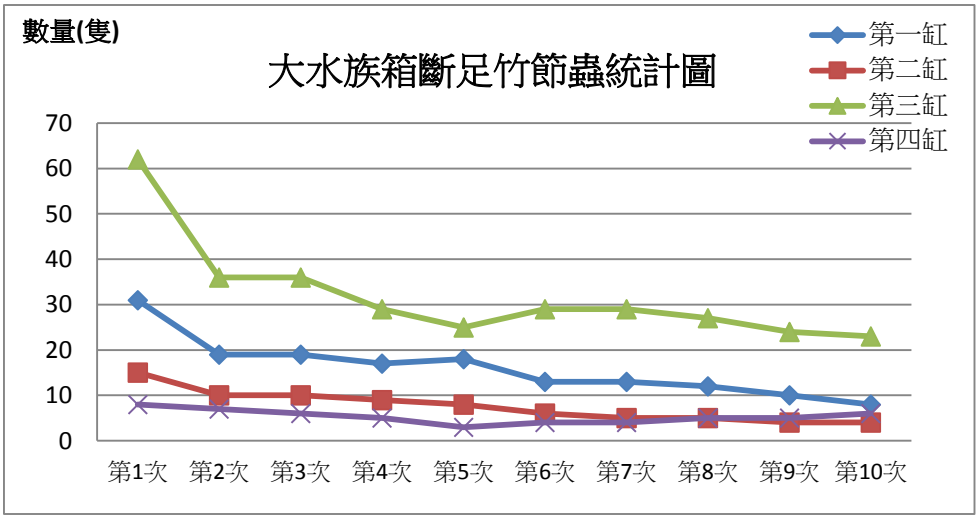
①從第 1 次觀察到第 10 次的數量差異，第 1 缸相差 37 隻，第 2 缸相差 18 隻，第 3 缸相差 47 隻，第 4 缸相差 13 隻，數量越多變化越大，反之，則越小。

②從上表中發現在第 1 缸、第 2 缸和第 4 缸在第 2 次紀錄後數量差異就開始變小，第 3 缸到第 6 次數量的差異才逐漸變小。

（2）大水族箱斷足竹節蟲和正常竹節蟲總數變化

觀察次數 數量(隻) 水族箱		第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	第 7 次	第 8 次	第 9 次	第 10 次
第一缸	正常	16	10	10	8	6	6	5	3	2	2
	斷足	31	19	19	17	18	13	13	12	10	8
第二缸	正常	10	7	7	6	4	3	3	3	3	3
	斷足	15	10	10	9	8	6	5	5	4	4
第三缸	正常	21	25	25	22	20	14	14	14	14	13
	斷足	62	36	36	29	25	29	29	27	24	23
第四缸	正常	19	18	18	16	14	13	13	11	9	8
	斷足	8	7	6	5	3	4	4	5	5	6





①在 10 次的觀察中，4 缸的正常竹節蟲數量的差異都在 5 隻以內，變化不大。

②在 10 次的觀察中，第 1 缸、第 2 缸和第 4 缸的竹節蟲斷足數量都差異不大，但是第 3 缸的斷足竹節蟲在第 2 次觀察紀錄就和第 1 次觀察相差 26 隻，但是在第 2 次觀察以後斷足的變化逐漸變小。

（3）大水族箱斷足竹節蟲統計

①.大水族箱不同斷足位置總數統計總表

觀察次數 斷足數量	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	第 7 次	第 8 次	第 9 次	第 10 次
斷 1 足	45	44	35	26	27	26	20	19	15	16
斷 2 足	32	22	18	23	19	16	18	20	20	19
斷 3 足	21	12	10	7	6	6	6	6	5	2
斷 4 足	10	3	4	4	0	3	2	2	2	4
斷 5 足	7	7	2	0	3	0	0	0	0	0
斷 6 足	1	2	2	0	0	0	0	1	0	0
合　計	116	90	71	60	55	51	46	48	42	41

大水族箱不同斷足位置總數統計百分比

觀察次數 斷足數量百分比	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	第 7 次	第 8 次	第 9 次	第 10 次
斷 1 足	39%	49%	49%	43%	49%	51%	43%	40%	36%	39%
斷 2 足	28%	24%	25%	38%	35%	31%	39%	42%	48%	46%
斷 3 足	18%	13%	14%	12%	11%	12%	13%	13%	12%	5%
斷 4 足	9%	3%	6%	7%	0%	6%	4%	4%	5%	10%
斷 5 足	6%	8%	3%	0%	5%	0%	0%	0%	0%	0%
斷 6 足	1%	2%	3%	0%	0%	0%	0%	2%	0%	0%

A. 竹節蟲斷足的肢數斷 2 足以上的最多，每一次觀察都有達到 70%以上。

B. 竹節蟲斷足的肢數斷 5 足以上的最少，每一次觀察都低於 10%以下，甚至是完全沒有。

②.斷 1 足竹節蟲位置數量統計

斷 1 足竹節蟲位置數量統計百分比

觀察次數 百分比 斷足位置	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	第 7 次	第 8 次	第 9 次	第 10 次
①	29%	36%	34%	35%	48%	42%	35%	37%	27%	25%
②	38%	32%	34%	35%	26%	42%	50%	42%	53%	50%
③	9%	7%	6%	4%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
④	4%	7%	6%	0%	0%	0%	0%	0%	7%	6%
⑤	20%	16%	14%	12%	19%	8%	10%	16%	7%	6%
⑥	0%	2%	6%	15%	7%	8%	5%	5%	7%	13%

A. 竹節蟲斷足的位置在第①和第②的數量都有到 65%以上。

B. 竹節蟲斷足的位置在第③和第④的數量最少，都低於 10%，甚至完全沒有。

③、斷 2 足竹節蟲位置數量統計

斷 2 足竹節蟲位置數量統計百分比

觀察次數 數量百分比 斷足位置	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	第 7 次	第 8 次	第 9 次	第 10 次
①②	56%	55%	39%	35%	37%	31%	44%	35%	35%	37%
①③	3%	0%	6%	4%	11%	13%	11%	20%	15%	16%
①④	3%	5%	6%	9%	16%	13%	6%	5%	5%	5%
①⑤	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
①⑥	13%	9%	22%	17%	5%	13%	11%	15%	15%	16%
②③	0%	0%	0%	4%	5%	0%	0%	0%	0%	0%
②④	6%	9%	11%	4%	5%	13%	11%	10%	10%	11%
②⑤	6%	5%	6%	4%	0%	0%	6%	0%	0%	0%
②⑥	3%	5%	6%	9%	11%	6%	6%	10%	10%	11%
③④	0%	0%	0%	4%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
③⑤	3%	5%	6%	9%	11%	13%	6%	5%	5%	5%
③⑥	3%	5%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
④⑤	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
④⑥	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
⑤⑥	3%	5%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	0%

A. 竹節蟲斷足的位置在第①②的數量最多，位置在第①⑤、④⑤和④⑥是完全沒有的。

B. 竹節蟲斷足的位置在第③④、③⑥和⑤⑥的數量都低於 5%。

④. 斷 3 足竹節蟲位置數量統計

斷 3 足竹節蟲位置數量統計百分比

觀察次數 百分比 斷足位置	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	第 7 次	第 8 次	第 9 次	第 10 次
①②③	10%	8%	20%	14%	17%	33%	17%	17%	0%	0%
①②④	10%	17%	10%	0%	0%	0%	33%	17%	20%	0%
①②⑤	24%	17%	20%	14%	17%	17%	0%	0%	0%	0%
①②⑥	10%	17%	0%	0%	0%	0%	17%	17%	0%	0%
①③④	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
①③⑤	14%	8%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
①③⑥	5%	0%	10%	14%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
①④⑤	0%	0%	0%	0%	0%	0%	17%	33%	40%	50%
①④⑥	5%	8%	0%	14%	17%	17%	17%	0%	0%	0%
①⑤⑥	5%	0%	10%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
②③④	5%	0%	0%	14%	17%	17%	0%	17%	20%	50%
②③⑤	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
②③⑥	5%	8%	10%	14%	33%	17%	0%	0%	20%	0%

②④⑤	5%	0%	10%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
②④⑥	5%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
②⑤⑥	0%	17%	10%	14%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
③④⑤	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
③④⑥	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
③⑤⑥	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
④⑤⑥	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

A. 竹節蟲斷足最多的位置是斷①②肢，同時又個別斷第③肢、④肢、⑤肢、⑥肢的數量最多。

B. 竹節蟲段 3 肢中完全沒有斷足的位置是①③④、②③⑤、③④⑤、③④⑥、③⑤⑥和④⑤⑥

⑤. 斷 4 足竹節蟲位置數量統計

斷 4 足竹節蟲位置數量統計百分比

觀察次數 數量百分比 斷足位置	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	第 7 次	第 8 次	第 9 次	第 10 次
①②③④	0%	0%	0%	0%	0%	33%	0%	0%	0%	25%
①②③⑥	10%	0%	50%	25%	0%	0%	0%	50%	50%	25%
①②④⑤	20%	0%	0%	25%	0%	0%	0%	0%	50%	25%
①②④⑥	20%	33%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
①②⑤⑥	40%	33%	0%	25%	0%	0%	50%	50%	0%	0%
①③④⑤	0%	0%	0%	0%	0%	33%	50%	0%	0%	0%
①③⑤⑥	0%	0%	25%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
①④⑤⑥	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
②③④⑤	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
②③④⑥	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
②③⑤⑥	10%	33%	25%	25%	0%	0%	0%	0%	0%	25%
③④⑤⑥	0%	0%	0%	0%	0%	33%	0%	0%	0%	0%

A. 竹節蟲斷 4 肢中完全沒有斷足的位置是①④⑤⑥、②③④⑤和②③④⑥。

B. 竹節蟲斷 4 肢中有斷③④肢的數量都比較少，甚至會完全沒有。

這隻雄的竹節蟲一共斷了 6 肢，牠無法爬行，利用身體扭動，但是最後還是死了。

2. 小水族箱—雌雄成蟲空間養殖觀察結果

雄的小水族箱觀察

樣本	雄	是否有斷足	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	金色	正	X 斷②	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
2	粉色	正			○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
3	銀色	斷②⑤				○	○	○	○	○	○	○	○	○

註：X 表示和前一次的竹節蟲狀態不同；○表示和前一次的竹節蟲狀態相同

雌的小水族箱觀察

樣本	雌	是否有斷足	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	金色	正	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
2	粉色	正		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
3	銀色	斷①			○	○	○	○	○	○	○	○	○
4	藍色	斷①				○	○	○	○	○	○	○	○
5	金粉	斷①					○	○	○	○	○	○	○
6	藍銀	斷①						○	○	X 斷①②	○	○	○
7	粉藍	斷②④							○	死	死	死	死
8	粉銀	正								○	○	○	○
9	藍金	正									○	○	○
10	銀金藍	斷⑤										○	○

註：X 表示和前一次的竹節蟲不同；○表示和前一次的竹節蟲相同

(1)雄的小水族箱養殖雄的金色樣本，只有在第 1 次觀察時有和剛開始放進行時不同外，其餘的顏色樣本在 12 次（76 天）的觀察紀錄中都維持和原本的狀態相同。

(2) 因為雄的樣本數只有 3 隻，所以變化不大。

(3) 雌的小水族箱養殖粉藍色樣本在第 8 次觀察時就死亡，藍銀色樣本只有在第 8 次觀察時有和前一次紀錄不同外，其餘的顏色樣本在 11 次的觀察紀錄中都維持和原本的狀態相同。

(4) 雌的竹節在 11 次觀察（76 天）的觀察一共放進了 10 隻，只有 1 隻死亡，也只有 1 隻在紀錄中有斷足外，其餘的樣本幾乎沒改變。

3. 正方體盒—雌的竹節蟲空間養殖觀察結果

(1) 芭樂葉養殖

樣本		剛開始竹節蟲的狀態	觀察次數						
			1	2	3	4	5	6	7
ㄅ	藍	斷④蚊香腿⑤⑥	死						
	粉	斷②③④⑤⑥	死						
	金	斷①②③④	X 蚊香腿①②③④脫皮	○	○	死			
ㄆ	藍	斷①⑤⑥	死						
	粉	斷①②④蚊	X 蚊香腿①	X 斷⑤	○	○	○	○	死

		香腿⑤	②④脫皮	脫皮					（脫皮不成功）
	金	斷①②蚊香腿③④	死						
ㄇ	藍	斷④⑥	X 蚊香腿④⑥脫皮	○	○	○	死		
	粉	斷⑥	死						
	金	斷②⑤	X 蚊香腿②⑤脫皮	○	○	○	斷①②④（脫皮中）	斷①②④⑥（脫皮中）	死（脫皮不成功）

①ㄅ和ㄆ的養殖空間樣本在第 1 次觀察時都只剩下 1 隻竹節蟲，ㄇ盒在第 1 次的觀察中剩下 2 隻。

②在第 1 次的觀察中活著的竹節蟲都出現脫皮現象而長蚊香腿，之後大概維持 2~4 次的觀察，這些竹節蟲的狀態都和前一次的觀察紀錄一樣。

③正方體盒只觀察到第 7 次（61 天），所有的竹節蟲都死了。

（2）樟樹葉養殖

每一正方體盒養 2 隻

樣本		ㄅ 1		ㄆ 1		ㄇ 1	
		粉	藍	粉	藍	粉	藍
剛開始竹節蟲的狀態		斷②④⑤⑥	斷①②③④	斷②蚊香腿①⑤	斷①③蚊香腿⑤⑥（脫皮）	正常	正常
觀察次數	1	X 蚊香腿②④⑤⑥（脫皮）	死斷①②③④⑥	○	死斷①③蚊香腿⑤⑥（脫皮）	○	○
	2	○		X 斷③④蚊香腿②（脫皮）		○	○
	3	X 斷①		X 斷①③④蚊香腿②（脫皮）		○	○
	4	○		死		○	○
	5	○				○	○
	6	○				○	X 斷①②
	7	X 蚊香腿①（脫皮）斷②				○	○
	8	○				X 斷① 脫皮	○
	9	○				○	X 蚊香腿①②（脫皮）
	10	○				○	○
	11	X 正常				死	死
	12	○					
	13	死					

①ㄆ 1 在前 4 次的觀察中就已經全部死亡，ㄅ 1 在第 1 次觀察時死了 1 隻竹節蟲。

②ㄇ 1 的養殖盒的竹節蟲一直到第 6 次之後有所改變外，其餘都和原本放進去時的狀態相同，沒有很大的改變；ㄅ 1 有 1 隻存活到第 13 次觀察紀錄，但是中間過程的改變也不大。

③13 次的觀察一共 65 天，三個正方體盒中ㄇ 1 剛放進時都是正常的狀態，其餘都是有斷足的情形，所以改變最小的是ㄇ 1。

每一正方體盒養 3 隻

樣本		ㄅ 2			ㄆ 2			ㄇ 2		
		金	藍	粉	金	藍	粉	金	藍	粉
剛開始竹節蟲的狀態		斷①③	斷③⑤	斷①③④	斷①②	正常	正常	蚊香腿④	正常	蚊香腿②
觀察次數	1	X 蚊香腿①③（脫皮）	X 蚊香腿③⑤（脫皮）	死	死	○	X 斷①	X 斷①③ 蚊香腿④（脫皮）	○	X 正常
	2	○	○			○	X 斷①⑤	死	○	○
	3	○	○			X 斷①②	X 斷①		○	○
	4	X 正常	X 正常			○	○		○	○
	5	○	○			○	X 斷①⑤		X 斷①②	○
	6	○	○			○	死		○	X 斷①②
	7	○	○			○			○	○
	8	○	○			X 蚊香腿①②（脫皮）			死	○
	9	X 斷①② 脫皮	X 斷①脫皮			○				○
	10	X 斷①②④	○			○				○
	11	○	○			○				死
	12	死	○			○				
	13		死			X 斷①②③⑤				
	14					死				

①ㄅ 2 和ㄆ 2 在第一次觀察時就各死 1 隻竹節蟲，ㄇ 2 的養殖盒在第二次也死了 1 隻。

②3 個養殖盒裡斷足數越少的存活率越高，觀察紀錄中也發現他們的變化也很少。

（二）改變環境的顏色對竹節蟲的影響

1、不同顏色的養殖環境的存活率比較：

環境顏色	養殖食草	產卵日期	孵化日期	樣本	1 齡	2 齡	3 齡	4 齡	5 齡	6 齡	7 齡	死亡日期	存活日數
紅色	樟樹葉		1/26	1 ♀	23	18	37	15	18	8		5/20	119
			2/14	2 ♀	21	19	32	13	17	13			※
		7/7	8/29	3 ♂	18	31	22	21	142			4/15	234
	芭樂葉		1/26	1 ♀	33	7						3/5	40
			2/26	2 ♀	24	30						4/19	54
		6/23	8/25	3	7							9/1	7
	芭樂樟樹	1/30	4/3	4	29	35							※

				♂									
黃色	樟樹葉		1/25	1	9							2/2	9
			2/3	2 ♀	23	34	22	42					※
		6/16	9/1	3	11							9/10	11
	芭樂葉		1/31	1	17							2/16	17
			2/17	2	14							3/2	14
		7/14	8/28	3	13							9/9	13
	芭樂樟樹	1/7	4/3	4 ♀	33	25	16						※
藍色	樟樹葉		2/23	1	11							3/5	11
			1/30	2 ♀	25	16						3/10	41
		11/14	3/2	3	9							3/10	9
	芭樂葉		1/30	1	16							2/18	16
			2/21	2	11							3/4	11
		2/9	4/11	3	33							5/15	35
	芭樂樟樹	2/2	4/5	4 ♀	43	10	13						※
紫色	樟樹葉		1/28	1 ♂	24	7						2/26	31
			2/24	2 ♀	32	9	19	19	17	13			※
		7/2	9/1	3	5							9/5	5
	芭樂葉		1/28	1	19							2/15	19
			1/17	2	10							2/26	10
		6/16	8/27	3	2							8/28	2
	芭樂樟樹	2/3	4/4	4 ♂	28	41							※

註：1.※表示目前還活著

2.本表的紀錄統計時間截止日 104 年 6 月 11 日

（1）在紅色、黃色和紫色的環境下各有 2 隻竹節蟲還活著，4 隻養殖的樣本有 1 隻活到成蟲死亡，生命週期是 234 天；在藍的環境裡只有 1 隻活著。

（2）目前共有 7 隻竹節蟲活著，其中啃食樟樹葉的竹節蟲，在紅色的環境、紫色和黃色的環境裡各有 1 隻；啃食芭樂葉和樟樹葉的竹節蟲有 4 隻，在紅色、黃色、藍色和紫色的環境裡都各 1 隻。

（3）各齡期天數統計

樣本取樣時間為 103 年 12 月 1 日~104 年 2 月 28 日孵化的竹節蟲

雌蟲齡期時間 / 齡期	平均天數（天）			
	紅色	黃色	藍色	紫色
1 齡~2 齡	25.3（n=4）	23（n=1）	25（n=1）	28（n=2）
2 齡~3 齡	18.5（n=2）	34（n=1）		9（n=1）
3 齡~4 齡	34.5（n=2）	22（n=1）		19（n=1）
4 齡~5 齡	14（n=2）	42（n=1）		19（n=1）
5 齡~6 齡	17.5（n=2）	※（n=1）		17（n=1）
6 齡~成蟲	13（n=1）	※（n=1）		13（n=1）
成蟲~死亡	※（n=1）	※（n=1）		※（n=1）

註：紀錄只到 104 年 6 月 11 日止

樣本取樣時間為 103 年 6 月 1 日~103 年 8 月 31 日孵化的竹節蟲

雄蟲齡期時間 齡期	平均天數（天） 紅色
1 齡~2 齡	18（n=1）
2 齡~3 齡	31（n=1）
3 齡~4 齡	22（n=1）
4 齡~5 齡	21（n=1）
成蟲~死亡	142（n=1）
生命週期	234

註：紀錄只到 104 年 4 月 15 日止

在不同顏色的環境下，雌的臺灣皮竹節蟲在 1 齡~2 齡的生命期天數差異不大，最多的天數是 28 天，最少是 23 天；在 2 齡~3 齡的生命期天數黃色的環境是 34 天，紅色的是 18.5 天，兩種顏色的環境養殖下相差 15.5 天。

樣本取樣時間為 103 年 12 月 1 日~104 年 2 月 28 日孵化的竹節蟲，在不同顏色的環境下，1 齡~4 齡的總齡期時間：紅色是 92.3 天、黃色是 121 天、紫色的是 75 天；在一般環境下，1 齡~4 齡的總齡期時間：90.2 天。由以上 1 齡~4 齡的總齡期時間可知，不同顏色的環境會影響到零期的長短，其中又以黃色的環境最長。

在不同顏色的環境下養殖的臺灣皮竹節蟲只有 1 隻是雄的，牠的生命周期是 234 天。

2、不同顏色的養殖環境竹節蟲的體色變化：

雌蟲

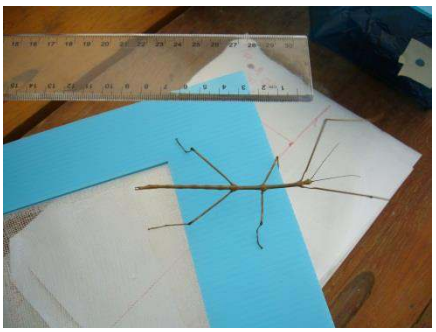
齡期和樣本數 環境	1 齡 N=28	2 齡 N=12	3 齡 N=7	4 齡 N=5	5 齡 N=4	6 齡 N=3	7 齡
紅色	咖啡色	青綠色	青綠色	黃綠色	青綠色	青綠色	
黃色	咖啡色	青綠色	青綠色	青綠色			
藍色	咖啡色	青綠色	青綠色				
紫色	咖啡色	黃綠色	青綠色	青綠色	青綠色	青綠色	黃綠色

雄蟲

齡期和樣本數 環境	1 齡 N=1	2 齡 N=1	3 齡 N=1	4 齡 N=1	5 齡 N=1	成蟲 N=1
紅色	咖啡色	青綠色	青綠色	青綠色 咖啡色	咖啡色	咖啡色

①在不同環境裡雌的 1 齡的竹節蟲的體色都是咖啡色，2 齡開始就變成青綠色或黃綠色。

②在不同環境裡雄的 1 齡的竹節蟲的體色都是咖啡色，2 齡和 3 齡是青綠色，4 齡開始雄的體色會出現青綠色和咖啡色相間的條紋體色，腹部的體節分明，4 齡脫皮後體色就變成咖啡色了。

	
103 年 11 月 5 日脫皮後第 17 天，身體的體色是青綠色和咖啡色相間的條紋體色，腹部的體節分明，足部是黃綠相間的條紋。	103 年 11 月 25 日脫皮，體色完全變成咖啡色，腹部的體節依然分明。

3、不同顏色的養殖環境竹節蟲的體長變化：

雌的體長變化　　單位：cm

齡期和樣本數 環境	1 齡	2 齡	3 齡	4 齡	5 齡	6 齡	7 齡
紅色	1.5（N=7）	3.2（N=6）	3.8（N=3）	6.3（N=3）	7.5（N=3）	9（N=2）	
黃色	1.5（N=7）	3（N=2）	4.3（N=2）	4.8（N=1）			
藍色	1.5（N=7）	3.5（N=2）					
紫色	1.7（N=7）	2.4（N=2）	3.2（N=1）	4.5（N=1）	5.5（N=1）	6.5（N=1）	8.5（N=1）

雄的體長變化　　單位：cm

齡期和樣本數 環境	1 齡 N=1	2 齡 N=1	3 齡 N=1	4 齡 N=1	5 齡 N=1	6 齡 N=1	7 齡 N=1
紅色	2	2.5	5	8	9		

（1）剛孵化的竹節蟲除了雄的體長是 2cm 之外，雌的竹節蟲體長都是 1.5cm。

（2）3 齡的竹節蟲雄的體長是 5cm，雌的體長都在 3cm 左右，很明顯雄的竹節蟲在 3 齡時體長就比雌的長。

柒、結論

（一）根據文獻（黃世富，2002）我們的校園內臺灣皮竹節蟲的食草有 5 種，其中會大量啃食的食草是樟樹和芭樂葉。在使用不同食草養殖實驗發現，不管是一般養殖容器或是改變環境顏色的容器，都是以芭樂葉為食草的竹節蟲死亡率最高，以樟樹葉為食草的竹節蟲，死亡率較低，同時又以芭樂葉和樟樹葉一起養殖的竹節蟲死亡率最低。所以，食草多樣就會提高竹節蟲的存活率，反之，則越低。

（二）我們發現各齡期的竹節蟲，除了體長和體色會隨著齡期變化而有所改變，外觀都一樣。在改變環境顏色的實驗中發現，3 齡以前的雌竹節蟲體長和體色也和一般養殖容器裡的竹節蟲變化差異不大；不同顏色養殖的環境只會影響竹節蟲齡期的長短。

（三）臺灣皮竹節蟲的雌雄比為 4.2 比 1，牠們除了會兩性生殖，還會孤雌生殖。兩性生殖的卵會比孤雌生殖產的卵的孵化時間還短；兩性生殖的卵孵化率比孤雌生殖產的卵高，一天產卵數和每天產卵數也比孤雌生殖多。兩性生殖產的卵孵化的竹節蟲死亡率比孤雌生殖的卵孵化的竹節蟲還低。

（四）竹節蟲在不同季節產的卵平均孵化天數會有差異，兩性生殖和孤雌生殖的產卵的孵化天數都會受季節的影響。

（五）養殖的空間會影響竹節蟲的存活率，也會影響竹節蟲斷足的數量。在相同的空間裡，養殖數量越多，剛開始的死亡率較高，但是會慢慢的減少死亡率。竹節蟲斷足的情形會受空間和竹節蟲數量的影響，空間越小，蟲數越多，斷足機率越高；反之，則越低。竹節蟲的成蟲較不受養殖空間和蟲數的影響，所以比較不會斷足。竹節蟲斷足的位置較不會同時發生在中足的位置，斷的足數越多，死亡率越高。

捌、參考資料

（一）黃世富（2002）：臺灣的竹節蟲　大樹文化出版社 P.6~38。

（二）張永仁（2002）：蟲蟲的愛.六足王國性愛大觀　人人月曆股份有限公司　P.70~71。

（三）廖智安（1999）：臺灣昆蟲記　　大樹文化　P.120~121　P.185~188　。

（四）台北縣永和市永和國民小學（2002）。臺灣皮竹節蟲和飛竹節蟲生活史與食草之比較。中華民國第 42 科學展覽會生物科作品說明書。

【評語】080305

1. 研究人員對研究主題及工作充滿熱誠，能有耐心地進行長期觀察，精神可嘉。

2. 研究內容的實驗重複數應該增加，圖、表的整理還有改進空間。