

中華民國第四十三屆中小學科學展覽會參展作品專輯

國小組

生物科

科別： 生物科

組別： 國小組

作品名稱： 探索令人困惑的台北長肛竹節蟲

關鍵詞：台北長肛竹節蟲、食草、生活史

編號： 080305

學校名稱：

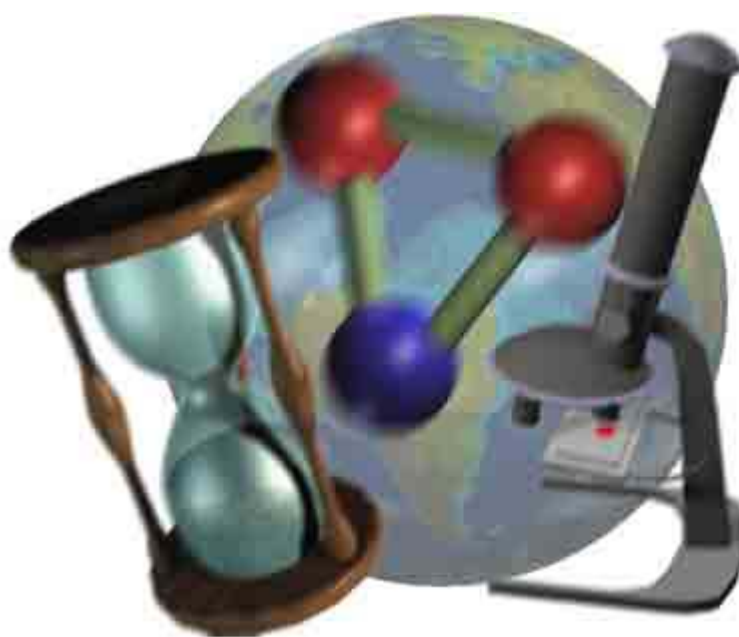
台北縣永和市永和國民小學

作者姓名：

林塘沄、劉瑄、陳堯睿、洪國寶、洪一嘉

指導老師：

翁金花、吳一憲



摘要

這個研究是針對台北縣原生的短觸角竹節蟲，作一個初步的探討，經過多次配對實驗，終於找出台北長肛竹節蟲的雄、雌蟲。之後再進一步研究牠的生活史、外觀特徵、食草，並調查野外棲息環境。

台北長肛竹節蟲是多食性的植食性昆蟲，以棲息地的 83 種植物作食草試驗，肯攝食的就有 45 種，不肯攝食的有 38 種；牠最喜歡的食是：菲律賓饅頭果、火炭母草、山黃麻、朱槿、長梗紫麻、赤車使者、葛藤等 7 種。

台北長肛竹節蟲的生活史約 170 天，一年 1~2 個世代，整年都有蟲。成蟲一生交配很多次。雄蟲在成蟲 8~15 天後交配。雌蟲在成蟲後 18~20 天後開始產卵，產卵量 40~50 個。

台北長肛竹節的若蟲在二齡時，就可以由外觀分辨出雌、雄。雄蟲腹部末端平整，雌蟲上肛片細長；隨著蟲齡增加，雌蟲的上肛片就越長。在體型、體色上，1~3 齡時沒有明顯差異；但到 4~7 齡時，雌蟲的體型明顯大於雄蟲，頭上突起和腳上的棘刺越大越明顯。

壹、研究動機

在三年級的自然生活與科技課程裡，我們飼養過蠶寶寶；四年級上到校園的昆蟲，我們又飼養了好幾種昆蟲，對昆蟲發生了興趣。

在前二年，我們幫忙學長照顧觀察竹節蟲（2000 年，飛竹節蟲；2001 年，雙色皮竹節蟲），對竹節蟲有一些初淺的認識。

竹節蟲的種類很多，學長們飼養的都是長觸角的。爲了對竹節蟲有更多的瞭解，於是從 2002 年九月起，我們在野外採集許多短觸角的竹節蟲，回來飼養研究。

貳、研究目地

- 一、研究台北長肛竹節蟲食性。
- 二、研究台北長肛竹節蟲生活史。
- 三、研究台北長肛竹節蟲生殖方式、身體結構。
- 四、研究台北長肛竹節蟲棲息地、生活習性。
- 五、落實生活與科技、行動研究及鄉土教育。

參、研究設備及器材

一、實驗用的竹節蟲

- （一）台北長肛竹節蟲（*Entoria taibokuensis*），飼養火炭母草。
- （二）雙色皮竹節蟲（*Phraortes bicolor*），飼養南美蟛蜞菊。
- （三）飛竹節蟲（*Sipyloidea sipyilus*），飼養樟樹。

二、實驗的材料

- （一）飼養箱（30×20×20mm）30 個，（20×15×1 mm）30 個，大型網箱 3 個。
- （二）游標尺 3 支、塑膠尺、溫度計、標籤、噴霧器、剪刀。

- (三) 放大鏡 (4 倍、15 倍、22 倍各一支)，圓形透明塑膠盒 50 個 (直徑 10cm)。
- (四) 記錄用紙、電腦、數位相機、單眼相機、印表機、掃描器。
- (五) 火炭母草、南美蟛蜞菊、樟樹。
- (六) 養樂多罐子 50 個，大的保特瓶 5 個 (裝水插植物用)。

肆、研究的過程或方法

一、 配對實驗

(一) 尋找同種的交配試驗：

2002 年 9 月起，我們在南勢角山、新店、土城、三峽等台北郊區，採集到好多種類短觸角的竹節蟲，經過初步的查證有：短肛竹節蟲、台灣長肛竹節蟲、台北長肛竹節蟲…等，還有一些不知名的竹節蟲，而這些種類竹節蟲的雄、雌蟲外觀都很像；爲了確定那隻雄蟲會和雌蟲配成一對，因此將從若蟲飼養的雌性成蟲或野外採集到的成蟲，一起放在大型的網箱中飼養，來作配對實驗，並觀察牠們的交配的行情；配成對後再請專家協助鑑定竹節蟲的種類。

(二) 雌雄間的配對觀察：

爲進一步研究台北長肛竹節蟲的交配狀況，將六肢齊全、六肢有殘缺或觸角異常的，雄、雌的成蟲放入大型飼養箱中，觀察牠們的交配情況。

二、台北長肛竹節蟲的食草研究 (以雙色皮竹節蟲爲對照組)

(一) 單一植物飼養研究：以一種植物爲一組，每 3 天換一次，不吃就換回火炭母草，以研究牠在野外會攝食的植物種類。(以南勢角山的植物爲主)

(二) 組合式食草飼養研究 (模擬自然情況)：以單一植物飼養的結果爲基礎，將牠較喜歡吃的植物，每 3 種 (隨意組合) 爲一組，每 3 天換組，以瞭解牠真正喜愛的食草。

三、台北長肛竹節蟲身體結構、生殖方式的觀察：(以雙色皮竹節蟲、飛竹節蟲爲對照組)

(一) 用放大鏡 (4 倍、15 倍、22 倍) 觀察台北長肛竹節蟲身體各部位的結構(也觀察雙色皮竹節蟲和飛竹節蟲)，以瞭解生長過程中身體的變化。

(二) 觀察三種竹節蟲生殖方式、卵的形態有什麼不同。

四、台北長肛竹節蟲生活史研究：(以雙色皮竹節蟲、飛竹節蟲爲對照組)

(一) 以台北長肛竹節蟲爲研究對象，透明塑膠盒底墊衛生紙或棉花，灑一些水在上面，再把每天產的卵放入盒內，盒蓋外貼上標籤，標明年、月、日、產卵數量，記錄孵化日期，計算卵期。

(二) 每一隻分開養在一個飼養箱，每日量體長，觀察體色、腹部末端、頭部的變化，紀錄蛻皮次數，各齡天數，體型變化，若蟲到成蟲天數，成蟲壽命；成蟲交配次數及情況；雌蟲還要記錄每日產卵數量及總產卵量。

五、台北長肛竹節蟲棲息環境研究

觀察台北長肛竹節蟲在野外的棲息情況，及其他竹節蟲的棲息環境有什麼不同？

伍、研究結果

一、配對實驗

(一) 尋找同種的交配試驗：

(1) **雄性成蟲特徵：**(編號：1030) 在華夏技術學院採集，棲息於葛藤上，觸角長 35mm，比腿節短 5mm；體長約 82~90mm，體色深褐帶深紅色，體側有一條黃色縱紋，六隻腳都是深褐色，全身不長棘刺；腹部平整。

(2) **雌性成蟲的特徵：**

表 1：與雄蟲交配的雌蟲身體特徵、交配的情況和所產卵的形態：

雌蟲編號 性狀		1023 (南勢角)	1024 (土城)	1027 (新店)
身體特徵	頭	上方兩個尖尖的凸起物，十分明顯。	上方兩個尖尖的凸起物，十分明顯。	上方兩個尖尖的凸起物，十分明顯。
	腹	腹部末端的上肛片尖尖長長的，顏色是淺褐色。	腹部末端的上肛片尖尖長長的，顏色是淺褐色。	腹部末端的上肛片較圓、比較短。
	六隻腳	都長棘刺。前肢的棘刺比較粗大，呈不規則鋸齒狀。	都長棘刺。前肢的棘刺比較粗大，呈不規則鋸齒狀。	都長棘刺。前肢棘刺呈規則鋸齒狀鋸齒狀，間距比較近。
	胸	摸起有粗粗的顆粒狀，腹部摸起來平滑。	摸起有粗粗的顆粒狀，腹部摸起來平滑。	全身摸起有粗粗的顆粒狀。
	體色	深褐帶磚紅色，身上有淺褐斑點。	深褐色，身上有淺褐斑點。	深褐帶草綠色。
配對結果		○	○	×
所產卵的特徵		1、形狀細長形，4mm，像米粒。 2、淺褐色，有深褐色斑點，安置型（一點點黏）。	1、形狀細長形，4mm，像米粒。 2、淺褐色，有深褐色斑點，安置型（一點點黏）。	沒有產卵就死亡。

備註：1. 驗實日期：2002/10/27~2003/01/15

2. 雄蟲（編號：1030）會和採自南勢角山的雌蟲（編號：1023），及土城山區（編號：1024）的雌蟲交配，而不和採自新店山區（編號：1027）的雌蟲交配。

採自新店山區編號 1027 雌蟲的特徵



圖 1：採自新店山區編號 1027 雌蟲的頭部



圖 2：採自新店山區編號 1027 雌蟲的腹部

(二) 雌雄間的配對觀察：

觀察台北長肛竹節蟲的配對情況時，我們發現六肢殘缺或觸角異常的竹節蟲都不會交配。(表 2~表 4)

表 2：台北長肛竹節蟲的交配實驗之一

雌蟲 雄蟲	20021217b (斷右前腳)	20021112 (六肢健全)
20021026 (斷右前腳)	×	×

表 3：台北長肛竹節蟲的交配實驗之二

雌蟲 雄蟲	20021217b (斷右後腳)
20021217a (六肢健全)	×

表 4：台北長肛竹節蟲的交配實驗之三

雌蟲 雄蟲	20021112 (六肢健全)
20021125 (觸角異常)	×

二、台北長肛竹節蟲的食草研究：(配對成功後，經學者鑑定確定為台北長肛竹節蟲。經產卵孵化後，再作實草實驗及生活史研究。)

(一) 單一植物飼養研究：台北長肛竹節蟲攝食植物的情況

表 5：以單一植物試驗時，台北長肛竹節蟲可以攝食的植物名稱

攝食狀況	★★★★★	★★★★	★★★	★★	★
植 物 名 稱	赤車使者	南美蟛蜞菊	蒲桃	黃槐	臺灣山桂花
	樟樹	山香圓	水金京	威氏鐵莧	台灣朴
	朱槿	軟毛柿	杜虹花	西印度櫻桃	九芎
	青剛櫟	變葉懸鉤子	番石榴	樹杞	大花咸豐草
	山黃麻	血桐	仙桃	夏田菊	同蕊草
	菲律賓鰻頭果	構樹	野桐	飛機草	冇骨消
	長梗紫麻	狗肝草	刺莓	山柿	土蜜樹
	火炭母草	杜鵑	狗骨仔	藿香薊	吊竹葉
	葛藤			紫蘇	楊梅

				苧麻	大頭茶
--	--	--	--	----	-----

備註：1. 實驗時間為 2003/2/14~2003/4/28

2. ★★★★★表示常喜歡攝食 ★★★★★攝食情況良好

★★★攝食情況尚可

★★攝食情況稍差

★攝食欲願低落

表 6：台北長肛竹節蟲不肯攝食的植物名稱

小毛蕨	江某	水同木	羅氏鹽膚木	非洲鳳仙花	俄氏鼠刺	桉木
月桃	大葉桉	九節木	梭果榕	中國穿鞘花	桂花	台灣鱗球花
華八仙	馬櫻丹	黃槐	芒萁	野牡丹	紫花酢漿草	栗蕨
觀音座蓮	姑婆芋	澀葉榕	長穗木	猿尾藤	香楠	虎皮楠
颱風草	桑葉	水冬瓜	酸藤	野塘蒿	毬蘭	風藤
雙花龍葵	菝葜	柚葉藤				

(二) 組合式食草飼養研究 (模擬自然情況)：

以單一植物飼養為基礎，將台北長肛竹節蟲肯攝食的植物，三種為一組，研究牠最喜歡吃的食草。結果發現：山黃麻、火炭母草、長梗紫麻、樟樹、……等是牠最喜歡的食草，而水金京、杜虹花、野桐、……等並不是它最喜歡的食草。(表 6)

表 7：台北長肛竹節蟲組合式食草試驗，攝食喜好程度比較表

食草名稱			攝食狀況		
1	2	3	1	2	3
南美蟛蜞菊	蒲桃	菲律賓饅頭果	★★★★	★★★★	★★★★★★
仙桃	刺莓	菲律賓饅頭果	★★	★★	★★★★★★
軟毛柿	朱槿	菲律賓饅頭果	★★★★★	★★★★★★	★★★★★★
長梗紫麻	火炭母草	樟樹	★★★★★★	★★★★★★	★★★★★
長梗紫麻	杜虹花	水金京	★★★★★★	★★	★★
長梗紫麻	杜鵑	狗骨仔	★★★★★★	★★★★★	★★
長梗紫麻	山香圓	山黃麻	★★★★★★	★★★★★	★★★★★★
樟樹	朱槿	山黃麻	★★★★★	★★★★★★	★★★★★★
仙桃	朱槿	山黃麻	★★	★★★★★★	★★★★★★
杜虹花	青剛櫟	山黃麻	★★	★★★★	★★★★★★
番石榴	火炭母草	山黃麻	★★	★★★★★★	★★★★★★
變葉懸鉤子	軟毛柿	山黃麻	★★★★	★★★★★	★★★★★★
變葉懸鉤子	杜鵑	青剛櫟	★★★★	★★★★★	★★★★
變葉懸鉤子	杜鵑	番石榴	★★	★★★★★	★★
變葉懸鉤子	蒲桃	南美蟛蜞菊	★★★★	★★★★	★★★★
山香圓	蒲桃	樟樹	★★★★★	★★★★	★★★★
水金京	樟樹	番石榴	★	★★★★★	★★★★
山香圓	杜虹花	番石榴	★★★★★	★★	★★
葛藤	血桐	構樹	★★★★★★	★★★★★	★★

狗肝草	軟毛柿	構樹	★★★★	★★★★★	★★
狗肝草	狗骨仔	野桐	★★★★	★★	★
青剛櫟	血桐	野桐	★★★★	★★★★★	★
葛藤	血桐	野桐	★★★★★	★★★★★	★
刺莓	山香圓	狗骨仔	★★★★	★★★★★	★★
葛藤	狗肝草	刺莓	★★★★★★	★★★★	★★★★

三、台北長肛竹節蟲生活史

(一) 台北長肛竹節蟲的孵化率及存活率

表 8：台北長肛竹節蟲雌蟲卵孵化情況

孵化	日期	2002 12/31	2003 01/02	2003 01/03	2003 01/04	2003 01/05	2003 01/06	2003 01/07	2003 01/08	2003 01/09	2003 01/10	2003 01/12	總計
	數量	3	2	1	1	1	3	3	4	2	1	2	
飼養 情況	存活	2	2	1	0	0	2	3	1	1	0	2	14
	死亡	1	0	0	1	1	1	0	3	1	1	0	9

(四) 台北長肛竹節蟲的卵期及各齡蟲成長天數與體長

表 9：台北長肛竹節蟲的卵期及各齡蟲成長天數與體長

性別 蟲齡	雄蟲		雌蟲	
	各齡天數 (天)	各齡體長(mm)	各齡天數 (天)	各齡體長(mm)
卵期	63~69 (66.4)	—	69~76 (73.3)	—
第一齡蟲	8~26 (17.5)	16~19 (17.0)	12~25 (16.0)	16~17 (16.8)
第二齡蟲	5~22 (16.2)	21~24 (22.3)	18~24 (20.8)	21~25 (22.8)
第三齡蟲	10~29 (20.3)	29~32 (31.1)	19~34 (24.8)	30~35 (32.8)
第四齡蟲	9~32 (20.5)	37~42 (40.1)	20~28 (22.5)	49~52 (50.3)
第五齡蟲	9~34 (18.1)	50~55 (52.9)	12~22 (16.8)	63~66 (64.3)
第六齡蟲	10~29 (18.7)	65~72 (67.3)	7~16 (12.5)	85~90 (87.8)
第七齡蟲	—	75~80 (77.1)	—	105~120 (112.5)
若蟲發育天數	99~127 天 (111.3 天)		97~136 天 (113.4 天)	
成蟲壽命	—		—	
生活史	163~190 天 (177.7 天)		172~205 天 (186.7 天)	
產卵數量	—		40~50 顆	
蛻皮次數	6 次		6 次	
一年世代數	1~2 個世代		1~2 個世代	

備註：1、統計到 2003 年 7 月 5 日止。2、觀察記錄到雄蟲 10 隻，雌蟲 4 隻。

陸、討論

一、配對實驗

(一) 尋找同種的交配試驗：

從配對實驗中，我們發現短觸角的種類很多，根據台灣的竹節蟲(黃，2002)書中提到：台灣產的竹節蟲中，短觸角的種類有 4 屬 18 種，族群分布很廣，棲息又沒有群聚的現象，野外觀察十分不容易，我們在野外沒看到牠們交配，所以無法肯定那隻雄蟲和那隻雌蟲是同一種類。因此採集回來，飼養在網箱中，讓牠們自由配對。配對成功後，又請專家學者鑑定；產卵孵化後，才開始做食草實驗及、生活史研究、棲息地研究。

從實驗中我們發現交配時都是雄蟲向雌蟲靠近。將雄蟲 (編號：1030) 放入網箱後，牠立刻向雌蟲 (編號：土城 1024) 的方向靠過去，雌蟲也沒有拒絕牠，第二天早上 7：25 就觀察到牠們正在交配；以後又觀察到雄蟲 (編號：1030) 也和南勢角山的雌蟲 (編號：1023) 交配。台北長肛竹節蟲不管雄蟲或雌蟲都可以交配很多次，時間大多在早上 10 點以前。甚至也有一天交配二次的紀錄。但是採自新店山區的雌蟲 (編號：1027)，從來沒見到雄蟲向牠靠近，也沒見到雄蟲和牠交配。實驗結果發現：不同品種的竹節蟲，因為身體的結構不一樣，所以不交配。

配對的竹節蟲，經過專家學者的鑑定為台北長肛竹節蟲。牠主要特徵為：雄蟲呈黑褐色，體側有一條黃色縱紋；雌蟲體色是褐色，頭部上方有兩個尖尖的突起物，六肢都有棘刺，上肛片特別細長，呈淺褐色。(圖 3~11 圖)

同時觀察到：台北長肛竹節蟲交配的時間很長，一生會交配很多次，每次交配間都在一個小時以上；沒有固定的交配對象。雄蟲交配之後不會立刻死亡。雌、雄蟲成蟲後有 2~3 月的壽命。

台北長肛竹節蟲雄蟲各部位特徵：

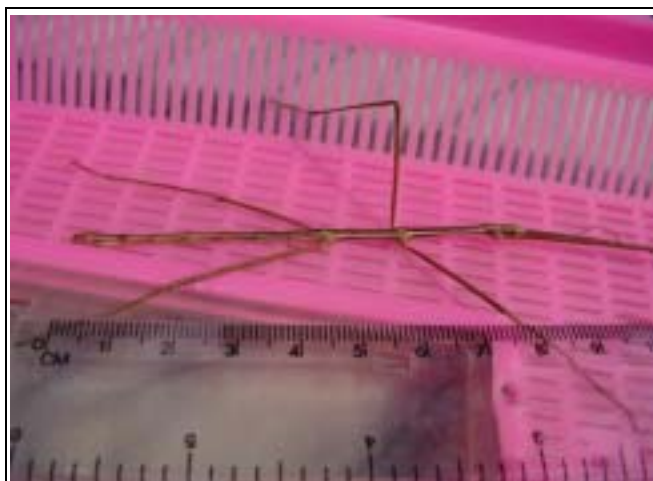


圖 3：台北長肛竹節蟲的雄蟲身體呈黑褐色，體兩側各有一條明顯的黃色縱紋。



圖 4：台北長肛竹節蟲的觸角呈節狀，長 35mm。雄蟲的頭部上方無突起物，前肢也無棘刺。



圖 5：台北長肛竹節蟲的雄蟲中肢、後肢都沒有棘刺。

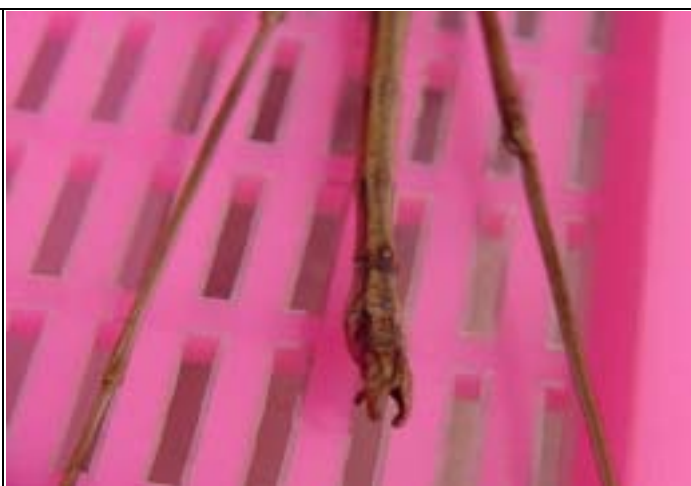


圖 6：台北長肛竹節蟲的雄蟲後肢不具棘刺，腹部末端攫握器像兩個小鉤鉤。

台北長肛竹節蟲雌蟲各部位特徵：

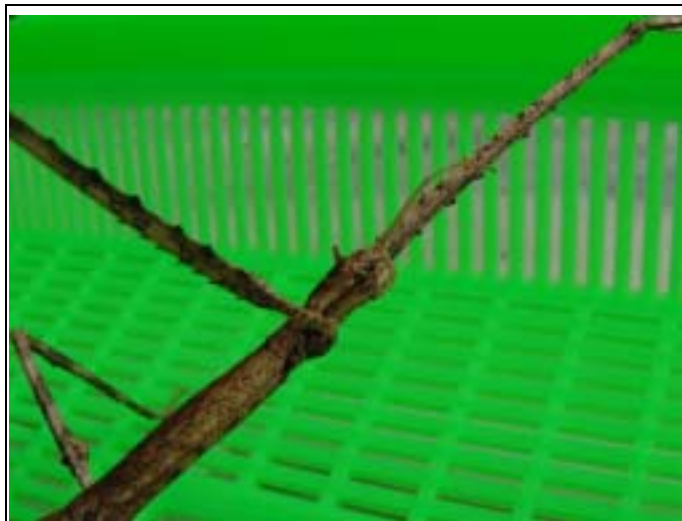


圖 7：台北長肛竹節蟲的雌蟲頭部上方有兩個尖尖的突起物，前肢兩側有細棘刺。



圖 8：台北長肛竹節蟲的雌蟲觸角長 10mm，呈節狀，向前彎曲，具感覺毛。



圖 9：台北長肛竹節蟲的雌蟲中肢有棘刺。



圖 10：台北長肛竹節蟲的雌蟲上肛片又



圖 11：台北長肛竹節蟲的雌蟲腹部末端的生

	細又長。經常上下岔開。	殖孔。
--	-------------	-----

(三) 雌雄間的配對觀察：

為進一步瞭解台北長肛竹節蟲的交配狀況，於是在野外（南勢角山、新店、土城、三峽等台北郊區）採集回來的若蟲，經飼養為成蟲後，將雌蟲和雄蟲，分別放在大型網箱中做配對實驗。發現六肢不健全或觸角異常的竹節蟲都不會有異性來和牠交配。(圖 12)(表 2~表 4)



圖 12：編號 2002 1125 的台北長肛竹節蟲，因觸角異常，沒有交配對象

二、台北長肛竹節蟲的食草研究：

1. 台北長肛竹節蟲為多食性：為了瞭解牠在野外的攝食情況及棲息情況，我們以南勢角山為樣區，採集當地的植物 83 種 (表 5，表 6) 做食草實驗。從單一植物飼養實驗中得知：牠可以攝食的植物有 45 種 (約佔 54%)，可見台北長肛竹節蟲是多食性的竹節蟲。而牠最喜歡攝食的植物為：赤車使者、樟樹、朱槿、山黃麻、菲律賓饅頭果、長梗紫麻、火炭母草、葛藤。其次是：南美蟛蜞菊、山香圓、軟毛柿、變葉懸鉤子、血桐、構樹、狗肝草、杜鵑。再其次是：香果、水金京、杜虹花、番石榴、仙桃、野桐、刺莓、狗骨仔 (表 5)，食性十分廣泛；而不肯攝食的植物有 38 種 (約佔 46%)。(表 6)
2. 台北長肛竹節蟲真正喜歡的食草為什麼？

從這單一植物飼養實驗中發現，當牠饑餓時野外的植物牠大多可以接受；從組合式食草試驗中發現，當我們放進牠最喜歡的食草時牠會立刻爬過來吃。

從單一植物飼養試驗中取其喜歡攝食的 25 種植物來做組合式植物試驗，發現牠真正最喜歡吃的植物是：菲律賓饅頭果、火炭母草、山黃麻、朱槿、長梗紫麻、赤車使者、葛藤等 7 種。其次是：軟毛柿、樟樹、杜鵑、血桐、南美蟛蜞菊、山香圓。再其次是：狗肝草、蒲桃、山香圓、青剛櫟、變葉懸鉤子、刺莓、構樹。(表 7)(表 10) 至於有些植物並非牠喜愛攝食的，但當沒有牠愛吃的食草時，會將就著吃，如野桐、水金京、杜虹花等。

在野外作調查時，我們曾觀察到台北長肛竹節蟲在野外的食草有：長梗紫麻、赤車使者、火炭母草、山黃麻、菲律賓饅頭果、葛藤等 6 種植物，因為這些種類在牠的野外棲地是很常見，數量又很多的植物。

在台灣的竹節蟲書中記載：台北長肛竹節蟲在野外的主要食草是長梗芋麻，部分地

區會攝食紫珠屬、構樹屬、野桐、懸鉤子屬、葛藤、蝎子草和台灣栲等 (黃, 2002)。和我們實驗的結果滿符合的, 但值得一提的是: 台北長肛竹節蟲非常喜歡攝食樟樹, 但同樣是樟科的紅楠卻不肯攝食。另書中也提到長肛竹節蟲在野外會攝食桑葉 (黃, 2002), 但我們實驗結果和他的說法不同, 牠不肯攝食。書中說: 杜虹花是長肛竹節蟲在野外的主要食草 (黃, 2002); 但在組合式食草實驗時, 我們發現杜虹花並不是台北長肛竹節蟲真正喜歡的食草。

竹節蟲攝食葉片時是用前肢抱著葉片, 從葉緣開始往裡面啃食, 在葉緣會留下半圓形的「食痕」。這些「食痕」是野外觀察重要的線索, 但是竹節蟲吃飽後也會到別的地方活動活動。(圖 13, 圖 14)



圖 13: 台北長肛竹節蟲正在吃火炭母草。



圖 14: 一隻竹節蟲正在吃竹葉草。

表 10: 台北長肛竹節蟲和雙色皮竹節蟲、飛竹節蟲對食草的喜好比較表

種類		台北長肛竹節蟲 (<i>Entoria taibokuensis</i>)	雙色皮竹節蟲 (<i>Phraortes bicolor</i>)	飛竹節蟲 (<i>Sipyloidea sipyilus</i>)
食草名稱	科名			
菲律賓饅頭果	大戟科	★★★★★	—	—
火炭母草	蓼科	★★★★★	★★★★★	★★★★★
山黃麻	榆科	★★★★★	×	—
朱槿	錦葵科	★★★★★	★★★★	★★★★
長梗紫麻	蕁麻科	★★★★★	★★★★★	—
赤車使者	蕁麻科	★★★★★	★★★★★	—
葛藤	蝶形花科	★★★★★	—	—
軟毛柿	柿樹科	★★★★★	—	—
樟樹	樟科	★★★★★	×	★★★★★
杜鵑	杜鵑花科	★★★★★	×	★★★★★
山香圓	省沽油科	★★★★★	—	—
變葉懸鉤子	薔薇科	★★★★	—	—

南美蟛蜞菊	菊科	★★★★	★★★★★★	★★★★★★
青剛櫟	殼斗科	★★★★	—	—
蒲桃	桃金娘科	★★★★	—	—
番石榴	桃金娘科	★★	★★★★	★★★★★★
狗肝草	爵床科	★★	★★★★	★★★★
紫蘇	唇形科	★	★★★★★★	★★★★★★
紫薇	千屈菜科	—	★★★★★★	★★★★★★
黃槐	蘇木科	—	★★★★	★★★★★★
玫瑰花	薔薇科	—	×	★★★★★★
菊花	菊科	×	×	★★★★★★

三、台北長肛竹節蟲的身體結構：

竹節蟲的身體分為頭、胸、腹三部分；頭部一節，胸部三節，腹部十節，體節共 14 節。

雄蟲若蟲：剛孵化的一齡若蟲，體型纖細，分不清楚雄蟲或雌蟲。體色都是褐綠色，觸角很短約 1mm；在觀察二齡時可以看到腹部末端比較鈍，攫握器非常小；三齡蟲時，就可以清楚的看到腹部末端的攫握器，像兩個小三角形。四齡若蟲的增加體色就慢慢的變成褐色，而且顏色越來越深；腹部末端的形狀也慢慢的改變，身體兩側（從頭部到腹部末端）黃色的線條就看得很清楚；此時觸角就長到 15mm。六齡若蟲腹部的末端的攫握器就接近成熟了。(表 11)(圖 15~20，圖 22~27)

雌蟲若蟲：剛孵化的一齡若蟲分不清楚雄蟲或雌蟲，體色都是褐綠色，觸角很短的，約 1 mm。牠的腹部最後一節是上肛片，顏色為淺褐色，形狀特別細長；在二齡時就可以看到腹部末端的上肛片尖尖一點點，體色是綠色，頭部上方的突起物只有一點點；三齡蟲後，就可以清清楚楚的看到細細長長的上肛片，隨著蟲齡的增加，上肛片會越來越長，頭部上方的突起物已經可以看得出來了；體型也跟著變得越來越粗壯；體色在四齡有的體色是綠色，有的則轉變成褐色，蟲齡越大體色越深，身上的斑點也越來越明顯，頭部上方的突起物也越來越大。(表 11)(圖 28~32，圖 34~37)

雄蟲成蟲：雄蟲體型纖細，觸角長 35mm，觸角基部比較粗，觸角呈節狀，比腿節短 5mm；觸角上有感覺毛；成蟲體長約 75~80mm，體色深褐帶深紅色，體側有一條黃色縱紋，六隻腳都是深褐色，全身不長棘刺；腹部末端有攫握器，較平整。(表 11)(圖 21)

雌蟲成蟲：雌蟲體型粗壯，觸角 10mm，觸角呈節狀，基部膨大；用放大鏡觀察可以看到感覺毛；頭部上方有兩個尖狀突起；成蟲體長約 105~120mm；體色深褐帶淺黃褐色斑紋；六隻腳都長棘刺，腹部末端的上肛片，又細又長，呈淺褐色。(表 11)(圖 33，圖 38)

表 11：台北長肛竹節蟲之雄蟲及雌蟲外觀形狀比較

性別 項目	若 蟲		成 蟲	
	雄蟲	雌蟲	雄蟲	雌蟲
體長			75~80mm (77.1mm)	105~120mm(112.5mm)
觸角長度	1mm (一齡)	1mm (一齡)	30~40mm(35mm)	8~2mm (10mm)

體型		纖細	剛孵化時纖細，蟲齡越大越粗壯	纖細	粗壯
體色	一齡	褐綠色	褐綠色	體色深褐帶深紅色，身體兩側有一條黃色縱紋。	深褐帶一點磚紅色，有些顏色有深有淺。都有淺褐色斑紋。
	二、三齡	綠色	綠色		
	四～六齡	1. 褐色，蟲齡越大顏色越深。 2. 四齡時黃色的側線就很清楚。	褐色型呈褐色，蟲齡越大顏色越深。		
頭		沒友突起物	有兩個尖尖的突起物，小小的；三齡後看得很清楚。	沒有突起物	有兩個尖尖的凸起物，十分明顯。
前肢		無棘刺	有棘刺	無棘刺	有棘刺
中肢		無棘刺	有棘刺	無棘刺	有棘刺
後肢		無棘刺	有棘刺	無棘刺	有棘刺
腹部末端		攫握器，像兩個小小三角形。	上肛片很細長呈淺褐色。	攫握器已經發育完成。	上肛片細長呈淺褐色。

台北長肛竹節蟲之雄蟲各齡蟲：



圖 15：台北長肛竹節蟲剛孵化的一齡蟲，在透明塑膠盒裡，爭著要從盒子裡出來。



圖 16：台北長肛竹節蟲的二齡雄蟲，正在吸葛藤莖上的水。



圖 17：台北長肛竹節蟲的三齡雄蟲體色慢慢轉為褐色帶一點綠色。

圖 18：台北長肛竹節蟲的四齡雄蟲體色轉成褐色，背部有淡淡的縱紋，身體兩側的各有一條淡淡的黃色縱紋。

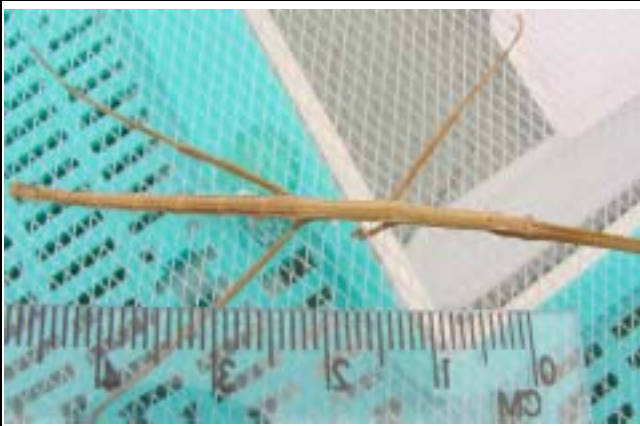


圖 19：台北長肛竹節蟲的五齡蟲

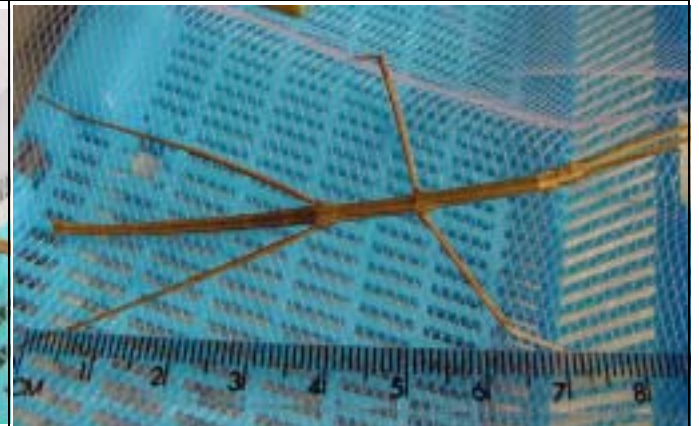


圖 20：台北長肛竹節蟲的六齡雄蟲體色轉成深褐色。黃色的縱紋已經看得很清楚。

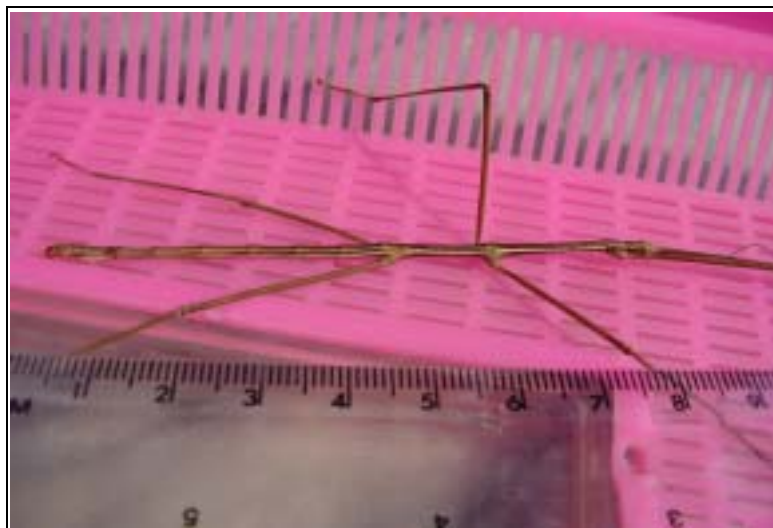


圖 21：台北長肛竹節蟲的雄性成蟲身體兩側有黃色縱紋，但是背部的縱紋就消失了。

雄蟲腹部末端的變化：



圖 22：台北長肛竹節蟲的二齡雄蟲，腹部末端攫握器只有一點點。



圖 23：台北長肛竹節蟲的三齡雄蟲，腹部末端攫握器只有一點點。



圖 24：台北長肛竹節蟲的四齡雄蟲，攫握器像兩個小三角形。

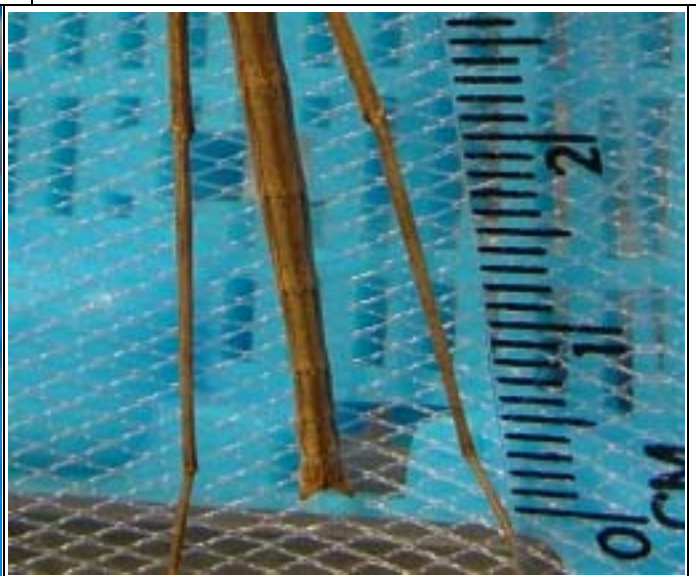


圖 25：台北長肛竹節蟲的五齡雄蟲，攫握器像兩個小三角形。



圖 26：台北長肛竹節蟲的六齡雄蟲，攫握器已經



圖 27：台北長肛竹節蟲的雄性成蟲，腹部第

快發育完成了。

8~10 節爲外生殖器官。

台北長肛竹節蟲的雌蟲之各齡形態：

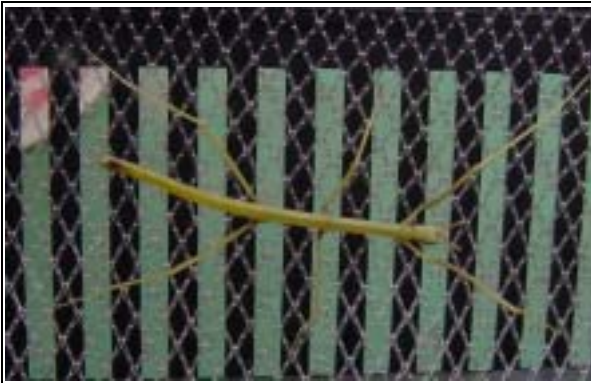


圖 28：台北長肛竹節蟲的二齡雌蟲



圖 29：台北長肛竹節蟲的三齡雌蟲



圖 30：台北長肛竹節蟲的四齡雌蟲，頭部已有明顯的突起物。



圖 31：台北長肛竹節蟲的五齡雌蟲，體長 63mm



圖 32：台北長肛竹節蟲六齡雌蟲，體長 90mm。



圖 33：台北長肛竹節蟲雌的成蟲，體長 120mm。

台北長肛竹節蟲的雌蟲腹部末端之變化：



圖 34：台北長肛竹節蟲的二齡雌蟲，上肛片細細的一點點。



圖 35：台北長肛竹節蟲的三齡雌蟲，上肛片比二齡時細長。



圖 36：台北長肛竹節蟲的五齡雌蟲，上肛片已經很明顯。



圖 37：台北長肛竹節蟲的六齡雌蟲，上肛片更加伸長。



圖 38：雌成蟲成蟲上肛片細長，身上有許多深褐色斑點。

至於竹節蟲怎樣蛻皮呢？首先牠把自己倒掛在盒蓋或葉片下，頭部裂開，然後頭部從皮慢慢的拉出來，其次胸部→前肢→中肢→後肢慢慢爭脫出來，當六隻腳完全爭脫出來後，腹部的末端仍卡在皮裡面，此時竹節蟲全身無力，倒掛在半空中休息，約 2 小時後，新皮硬了，頭、胸及 6 隻腳一起向上用力，腹部末端順利爭脫出來；緊接著牠就享用營養大餐－吃皮。(圖 39，圖 40)

竹節蟲蛻皮時是牠最脆弱的時候。這時候千萬不要去驚動牠，否則蛻皮不成功，牠會死亡喔！

台北長肛竹節蟲的蛻皮過程：



圖：39 六隻腳已經從皮裡爭脫出來



圖 40：腹部末端從舊皮裡爭脫出來，立刻回頭吃蛻皮。

四、台北長肛竹節蟲生殖方式 (交配的情況)：

台北長肛竹節蟲可以行有性生殖。當我們把雄蟲和雌蟲的成蟲一起放到大的網箱裡，很快就看到雄蟲往雌蟲的方向靠過去，當牠靠近雌蟲的身邊時，牠先用的靠近雌蟲腳，拍

拍雌蟲的腳和身體，如果雌蟲不接受牠的「求婚」，就會將腹部捲成一個大圈圈；如果雌蟲接受雄蟲的「求婚」，牠就會靜靜的讓雄爬上牠的背部；雄蟲爬上雌蟲背部後，再用牠的腳鉤住雌蟲的腳或身體；等雌蟲完全接受牠後，雄蟲用攫握器緊緊的扣住雌蟲腹部的第八節，再把牠的外生殖器官（腹部 8~10 節）上下岔開，最後將「褐色精莢」送到雌蟲的生殖器官，結束了整個交配過程。(圖 41~44)

剛成蟲的竹節蟲是不會交配的，台北長肛竹節蟲要經過 8~15 天之後才會交配，雌蟲在成蟲後約 18~20 天後才開始產卵。

台北長肛竹節蟲交配的時間很長，根據我們觀察記錄的結果，最短 30 分鐘，長的話超過一個小時以上。一對台北長肛竹節蟲，成蟲後會交配很多次；曾經觀察過一天交配 2 次的記錄；台北長肛竹節蟲並沒有固定的配偶，當原先實驗的雌蟲死亡後，我們再放進去一隻雌蟲，雄蟲一樣很快的向雌蟲靠過去和牠交配；或網箱中有兩隻雌蟲時，牠會在不同時間，和兩隻雌蟲交配。

雌的成蟲棲息在樹叢時，很喜歡把腹部末端大大的岔開，放在網箱作配對實驗時，也經常看到。

至於台灣的竹節蟲書中提到：台北長肛竹節蟲在人工飼養下，也可以採用孤雌生殖(黃，2002)。在我們的配對試驗中也曾發現未交配的雌蟲產卵，特別標示留下來，將來再做進一步觀察研究。但尚未孵化，無法證實是否為無性生殖。

台北長肛竹節蟲的交配過程：

	
圖 41：雄蟲向雌蟲的方向靠過來	圖 42：雄蟲先用腳去輕拍雌蟲的身體，再用腳鉤住雌蟲的身體。



圖 43：雌蟲不願交配時，會把腹部向上捲起。



圖 44：雄蟲、雌蟲終於交配了，可以看到深褐色精莢。

我們發現，竹節蟲種類不同，精莢的顏色也不同；雙色皮竹節蟲的精莢是寶藍色；台北長肛竹節蟲的精莢是深褐色。(圖 45，圖 46)

在野外並不容易觀察到台北長肛竹節蟲，這可能是因牠的個體零散、族群不集中，因此沒觀察到在野外交配的情況；雙色皮竹節蟲在野外的族群數量多，經常可觀察到交配情況，甚至有兩雄蟲和一隻雌蟲交配的情況發生。(圖 47)

我們發現台北長肛竹節蟲不交配的時候，雌、雄各自在網箱的一方，誰也不理誰？雙色皮竹節蟲，經常是兩隻蟲形影不離，雄蟲還經常爬到雌蟲的身上，讓雌蟲背著在網箱裡爬來爬去。

台北長肛和雙色皮竹節蟲精莢顏色比較：



圖 45：台北長肛竹節蟲的精莢是深褐色。



圖 46：雙色皮竹節蟲的精莢是寶藍色。



圖 47：雙色皮竹節蟲在野外經常可以看到兩隻雄蟲和一隻雌蟲交配；但是真正交配的只有一隻雄蟲。

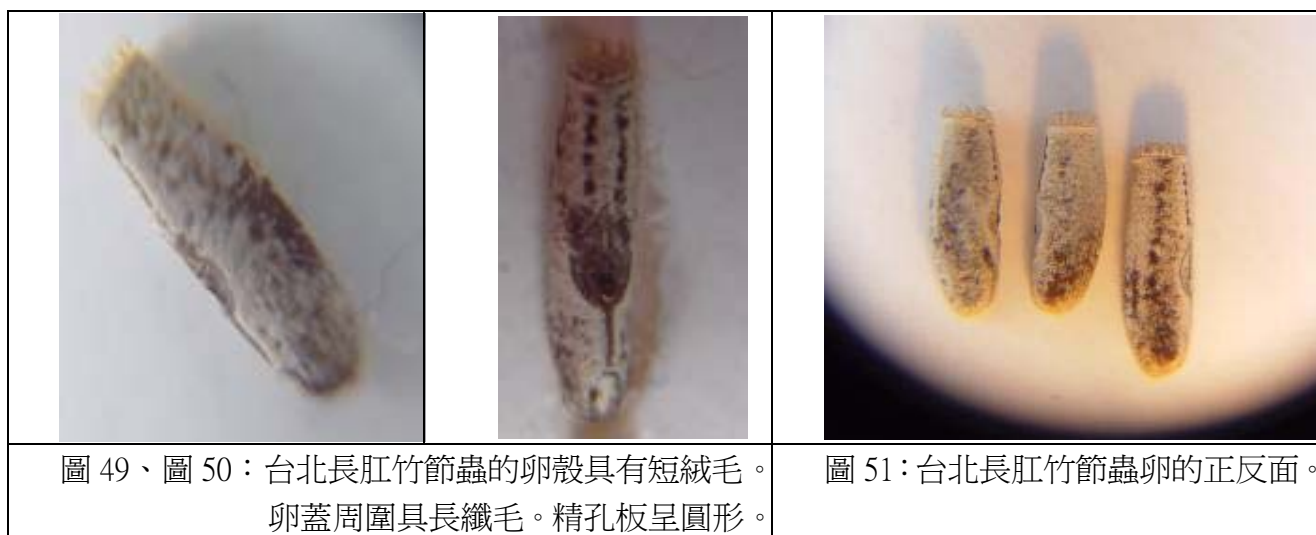


圖 48：台北長肛竹節蟲的身體可以彎彎曲曲。

五、台北長肛竹節蟲卵的特徵

在外觀上，台北長肛竹節蟲的卵是褐灰色，表面長滿短絨毛；正、反兩面比較寬，兩側狹長；卵蓋位卵的頂端，周圍長有一圈長的纖毛；側面有一精孔板。(圖 49~51) 台北長肛竹節蟲的卵有一點黏性。而飛竹節蟲卵的黏性很強；雙色皮竹節蟲則完全沒有黏性。(表 12)

台北長肛竹節蟲卵的特徵：



台北長肛竹節蟲的雌蟲產卵時，喜歡把卵黏在網箱的木條上、插入細縫中、葉片上，或是插入網子裡，有時不小心就把卵產到飼養箱外面。當牠把卵黏在物體上時，卵蓋都是朝外的，方便若蟲孵化。(圖 52，53)



雙色皮竹節蟲和飛竹節蟲的卵：



圖 54、圖 55：雙色皮竹節蟲的卵之精孔板呈長橢圓狀；
卵蓋上有蒂，像植物的種子。

圖 56：飛竹節蟲的卵殼有長長的
纖毛。

表 12：台北長肛竹節蟲與雙色皮竹節蟲、飛竹節蟲的卵形態及生殖行為之比較

種類 性狀	台北長肛竹節蟲 (<i>Entoria taibokuensis</i>)	雙色皮竹節蟲 (<i>Phraortes bicolor</i>)	飛竹節蟲 (<i>Sipyloidea sipyilus</i>)
形狀	細長形 (像米粒)	較短圓，有花紋，像種子有蒂	細長橢圓形
顏色	淺褐色，有深褐色斑點。	深褐色有斑紋。	深褐色有斑紋。
大小	約 4mm	約 3mm	約 4mm
黏附性	安置型 (有一點黏性)	拋棄型 (無黏性)	黏著型 (黏性強)
精孔板	略呈圓形，在卵的側面	細長的橢圓形	細長的橢圓形
卵蓋	在的頂端，周圍長有一圈長的纖毛。	有蒂，像植物的種子。	在的頂端，周圍長有一圈長的纖毛。
絨毛有無	卵蓋周圍有具纖毛，卵殼外面長有短短的纖毛。	卵蓋周圍沒有纖毛，卵殼外面也沒有纖毛。	卵蓋周圍具纖毛，卵殼外面長有長長的纖毛。
產卵量	40~50 顆	140~150 顆	150 顆
性別	有雌、雄兩性	有雌、雄兩性	全部為雌性
兩性差異	雄小，雌大	雄小，雌大	沒有雄蟲
生殖方式	有性生殖 (孤雌生殖?)	兩性生殖	孤雌生殖

六、台北長肛竹節蟲一年有幾世代？

在野外整年都可發現台北長肛竹節蟲，經飼養研究發現牠一年有 1~2 個世代，但不像飛竹節蟲一年有 3~4 個世代。台北長肛竹節蟲卵的孵化期約 63~73 天 (雙色皮竹節蟲為 255~274 天，飛竹節蟲為 55~102 天)。台灣的竹節蟲書中(黃，2002) 提到：台北長肛竹節蟲的若蟲成長時間比皮竹節蟲屬長，約需經過 3~4 個月才能蛻變為成蟲。這和我們所作的生活史試驗結果相同。(表 13)。

氣溫是影響竹節蟲卵期長短的主要原因，像今年台灣氣候異常，三月合歡山還下雪，雙色皮竹節蟲孵化的時間，也比往年晚了 30~35 天。這是否也會影響到台北長肛竹節蟲的

卵孵化與若蟲的成長發育，將在往後再進一步的研究觀察。

表 13：台北長肛竹節蟲與雙色皮竹節蟲、飛竹節蟲的世代數比較

種類 項目	台北長肛竹節蟲 (<i>Entoria taibokuensis</i>)	雙色皮竹節蟲 (<i>Phraortes bicolor</i>)	飛竹節蟲 (<i>Sipyloidea sipyilus</i>)
年世代數	1~2 個世代	一世代	3~4 個世代
蛻皮次數	6	6~7	5~6
若蟲到成蟲天數	97~136 天	60~70 天	66 天
成蟲後第幾天產卵	18~20 天	24 天	18 天
產卵量	40~50 顆	140~150 顆	150 顆
卵期	63~76 天	255~274 天	55~102 天
成蟲壽命	60~90 天	70~90 天	90~120 天
生活史	163~205 天	340 天	126~252 天

七、台北長肛竹節蟲的棲息環境與生活習性：

台灣的竹節蟲 (黃，2002) 書中描述：台北長肛竹節蟲分布在臺灣北部和東北部海拔 1500 公尺以下，濕氣重的山區零星分布，族群數量較稀少。和我們觀察的結果相同。採集十分不容易。

一~四齡若蟲大多停棲在山林底層的草叢中，這裡潮濕陰暗，大多長滿許多赤車使者、姑婆芋、水同木、筆筒樹、長梗紫麻……等植物；而較大的若蟲比較喜歡停棲在灌木叢中或小喬木上；成蟲則喜歡棲息在喬木上。

雙色皮竹節蟲只棲息在陰暗潮溼的山坳，族群數量多又有群聚的現象，因此很容易觀察、採集。台北長肛竹節蟲雖喜歡潮濕的山區，但並不像雙色皮竹節蟲需要很高的溼度，因此除潮濕的山坳處外，更可在比較向陽，溼度較低的山稜線附近發現其蹤跡。而飛竹節蟲則更可適應乾燥的山區，與雙色皮竹節蟲棲息環境無重疊的現象。

台北長肛竹節蟲的棲息環境：



圖 57：台北長肛竹節蟲喜歡棲息在潮濕的山區。



圖 58：台北長肛竹節蟲一~四齡若蟲喜歡棲息在赤車使者葉片上。



圖 59：棲息在卷柏上的台北長肛竹節蟲。



圖 60：棲息在構樹葉片上的台北長肛竹節蟲。

八、台北長肛竹節蟲自衛方式

津田氏大頭竹節蟲，在受到驚嚇時會噴出白色具有臭味的液體，來嚇退天敵（顏、楊，2000）；飛竹節蟲會飛離，或散發出人蔘般臭味，裝死，自割…等防衛招術。而台北長肛竹節蟲的自衛方式有：

1. **隱蔽色**：牠的若蟲是綠色或是褐綠色，蟲齡越大，就慢慢轉成褐色，雄的成蟲深褐色，雌的成蟲褐色有淺褐色斑點，牠們的體色都具有模擬自然環境的保護色，當牠們停棲在草叢或樹幹時很不容易被發現。
2. **擬態**：台北長肛竹節蟲也會模仿樹枝被風吹的樣子，左右搖晃牠的身體，欺騙天敵。剛孵化的一齡蟲、成蟲，都會把牠的身體捲成一個大圈圈，模仿毒蠍（David，1992），想用這一招來嚇退天敵。飛竹節蟲因為有翅膀的緣故，若蟲腹部末端不會向上捲成一個大圈圈。
3. **假死**：當你用手去抓牠時，台北長肛竹節蟲就會迅速的掉落地面，身體「僵硬」，六腳朝天，「假死」來逃避天敵。
4. **自割**：台北長肛竹節蟲另一招逃命功夫，就是「自割」；「自割」的腳會再生，但是再生的腳，往往捲成一個小圈圈的「蚊香腿」，再經過 2~3 次的蛻皮才會恢復原的樣子；而長觸角的皮竹節蟲和飛竹節蟲的「再生腳」，只比原來的腳短，是直的，但經過幾次蛻皮後，就長得和原來的差不多。（表 14）

當台北長肛竹節蟲「自割」時，腿節的基部會流出寶藍色的體液，被攻擊受傷時，也會流出寶藍色的體液。（表 14）

表 14： 台北長肛竹節蟲與雙色皮竹節蟲、飛竹節蟲在防衛行為上的比較

種類 防衛性狀	台北長肛竹節蟲 (<i>Entoria taibokuensis</i>)	雙色皮竹節蟲 (<i>Phraortes bicolor</i>)	飛竹節蟲 (<i>Sipyloidea sipyilus</i>)
隱蔽色	1~3 齡褐綠色，4~6 齡褐色；雄成蟲黑褐色；雌成蟲深褐，有淺色斑點。	雄的若蟲翠綠色，成蟲紅褐色；母的若蟲、成蟲都是草綠色。	若蟲綠色，成蟲木色。
擬態	像樹枝、像毒蠍	像樹枝、像毒蠍	像樹枝

假死	會	會	會
放出臭味	不會	不會	會 (像人蔘般的氣味)
噴化學性液體	不會	不會	不會
飛離	不會 (無翅膀)	不會 (無翅膀)	會
自割	會 (流出寶藍色的體液)	會	會
附肢再生情況	蚊香腿	比較短，直的。	比較短，直的。

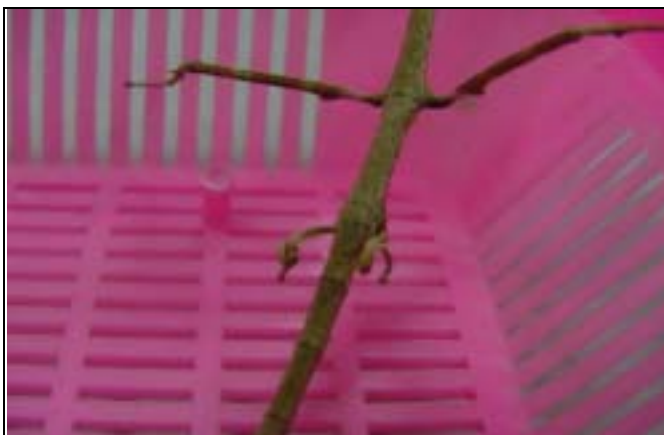


圖 61：台北長肛竹節蟲的再生腳像蚊香。



圖 62：飛竹節蟲和雙色皮竹節蟲的再生腳都是比原來的腳短，是直的。



圖 63：台北長肛竹節蟲受到驚嚇時，會跌落地面「假死」。



圖 64：台北長肛竹節蟲將腹部捲起，擬態成毒蠍狀。



圖 65：台北長肛竹節蟲棲息在樹幹上，像枝幹，又有保護色。



圖 66：有些台北長肛竹節蟲受到驚擾時，會流藍色體液。



圖 67：竹節蟲的實驗一角。



圖 68：觀察討論竹節蟲的點點滴滴。



圖 69：野外觀察

柒、結論

- 一、竹節蟲是不完全變態 (漸進變態) 的昆蟲，生活史：卵→若蟲→成蟲。
- 二、台北長肛竹節蟲和飛竹節蟲、雙色皮竹節蟲都是屬多食性的植食性竹節蟲。
- 三、台北長肛竹節蟲一般為有性生殖，而雙色皮竹節蟲是行有性生殖；飛竹節蟲為孤雌生殖。
- 四、台北長肛竹節蟲一生交配許多次，交配時間很長。
- 五、台北長肛竹節蟲在一齡時，體型都很纖細，分不清楚雄蟲或雌蟲。雄蟲的成蟲主要特徵是：成蟲的觸角比雌蟲長很多（約 35mm），體色為深褐色，身體兩側各有一條十分明顯的黃色側線。腹部末端的攫握器，隨著蟲齡增加而越長越大，上肛片反而向內縮；頭部不長突起物，六隻腳很平滑。
- 六、台北長肛竹節蟲雌蟲的主要特徵是：成蟲的觸角約只有 10mm，體色為深褐色，身上有淺色斑紋；頭部有兩個尖尖的突起物，六隻腳都長棘刺，上肛片特別細長，呈淺褐色。
- 七、台北長肛竹節蟲與飛竹節蟲的卵都是屬於黏著性卵，而雙色皮竹節蟲的卵為拋棄式的無黏性卵。
- 八、台北長肛竹節蟲的卵在任何季節都可能孵化，且卵期短，所以一年會有 1~2 個世代重疊發生；大發生期在夏、冬兩季。而台灣皮竹節蟲一年只有一世代，飛竹節蟲一年則有 3~4 個世代。
- 九、台北長肛竹節蟲的防衛策施包括：隱蔽色、擬態、假死、自割，並具有再生能力；體液是寶藍色。
- 十、台北長肛竹節蟲及雙色皮竹節蟲都沒有翅膀，會模擬毒蠍；飛竹節蟲有翅膀不會會模擬毒蠍。
- 十一、台北長肛竹節蟲喜歡棲息在水氣較重的山區，山坳、馬路旁、山稜線都可以觀察得到，若蟲棲息在草叢、灌木；成蟲大都往棲息在較高的喬木上，族群分部很廣，採集十分困難。
- 十二、台北長肛竹節蟲再生腳像蚊香，要經過多次蛻皮，才會恢復原狀；而飛竹節蟲和雙色皮竹節蟲的再生腳，都直的，但比原來的腳短很多。

捌、參考資料

1. 黃世富 (2002)：台灣的竹節蟲 大樹文化出版 PP.142.
2. 李季篤 (2001)：台灣神秘昆蟲一鬼竹節蟲 科學研習 40(2)：26~31
3. 曾玉 (1997)：珍貴稀有野生動物一津田氏大頭竹節蟲 自然保育季刊 17：38~41.
4. 顏聖紘、楊平世 (2001)：津田氏大頭竹節蟲， 保育昆蟲 (附 CITES 附錄物種) 鑑識參考圖冊
行政院農業委員會 P.98~99
5. 楊平世 (1997)：昆蟲資源調查手冊 (行政院農業委員會)
6. 張永仁 (2001)： 昆蟲圖鑑 (第二冊) 遠流出版社 P.398~399
7. 王效岳 (1997)：竹節蟲， 有趣的竹節蟲和螳螂 淑馨出版社 P. 10~34
8. David Alderton (1992)：A STEP-BY-STEP BOOK ABOUT STICK INSECTS PP.64.
9. Huang, Yamai Shi-Fu and Paul D. Brook (2001)：A new species of Phasmotaenia navas (Phasmida：
Phasmatidae) from Taiwan. Journal of Orthoptera Research 10(1)：43~48.
10. 楊正澤 (1997)：津田氏大頭竹節蟲及其近緣種 台灣博物 16 (4)：74~77.
11. (2001) 探索昆蟲界的擬態高手-----台灣原生種竹節蟲之研究 p2~p9
12. (2002) 台灣皮竹節蟲和飛竹節蟲生活史與食草之比較 p1~p20

評語

本論文針對台北縣原生的台北長肛竹節蟲，藉由配對實驗找出雌蟲、雄蟲，並詳細觀察記錄其外觀特徵、食草、生活史……，提供了很好的鄉土教材，值得肯定與讚許。