

中華民國第 52 屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

高中組 生物（生命科學）科

第二名

最佳創意獎

040713

得不到愛的左翅雄蟀

學校名稱：國立臺中第一高級中學

作者： 高一 李舒嫩	指導老師： 龔雍任
---------------	--------------

關鍵詞：蟋蟀、天擇、育種養殖

## 摘要

為了解黃斑黑蟋蟀左翅在上的遺傳性狀是否可以經人擇選種過程加以保留，以此探討其在族群內遺傳特性及其存活的指標。材料來自國家地理紀錄片中介紹的台南新化謝爵安先生的蟋蟀養殖場，在養殖場進行採樣調查，左翅在上比例約佔 2%，與李俊康(2009)觀察黃斑黑蟋蟀標本左翅在上 2.05%的比例，極為相近。由此可見，不論是標本或是活體，左翅在上且存在族群中的蟋蟀確實為少數，但雌蟲左翅在上比例略多於雄蟲[9 比 1]。希望透過遺傳及演化上的觀點，來了解此性狀在族群中存在的可能原因，以及為何在蟋蟀族群中左翅在上確實為少數?是否能從發育徵兆中就能看出其羽化後前翅交疊的性狀表現，並且經由人擇的方式育種，建立起左翅在上的品系。

## 壹、研究動機

黑龍過江影片介紹台灣的鬥蟋蟀，在 2008 年播放，隨後有機會去參訪新化的蟋蟀養殖，也去灌過台灣大蟋蟀，蟋蟀引起我的興趣，一有機會就想試試看，自己來研究蟋蟀。

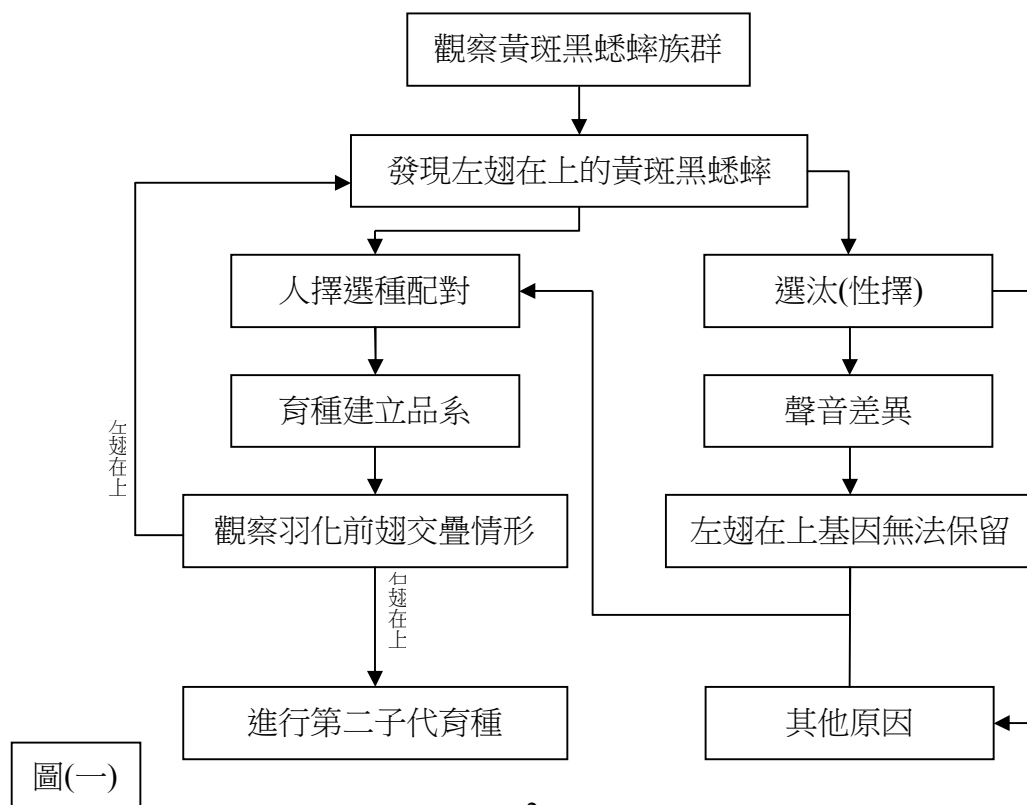
由於家兄，李俊康(2009)過去在科展上已對黃斑黑蟋蟀進行過相關研究，在實驗過程中，我也曾參與有關蟋蟀前翅交疊造成雌蟋蟀對聲音偏好的部分觀察，因而對黃斑黑蟋蟀左翅在上的現象特別感興趣，當時確實看到了左翅在上的蟋蟀也可以摩擦發音，立即產生疑問，不知道這些左右翅交疊「異常」的雄性個體是否「正常」的存留在雌蟋蟀青睞的族群中？

在生物學史課程中學到有關演化及遺傳的知識，想說天擇淘汰的左翅在上的雄蟋蟀性狀，是否有辦法藉由人擇方式育種而得以，保留下來？當我向中興大學昆蟲學系楊正澤教授提出這個想法後，教授告訴我可以經由人擇的方式來保留一些性狀，於是在教授細心的指導下，除了自己加強之外，教授又加強了遺傳與演化關係的一些知識，還有作為一個科學人應有的研究態度，為了利用時間，自進入高中前的暑假，便開始展開了這項研究。

## 貳、研究目的

- 一、了解左翅在上之蟋蟀仍存在族群中的比例如何？
- 二、找出左翅在上的性狀遺傳方式
- 三、左右前翅的交疊是單純行為的調控或遺傳控制？
- 四、蟋蟀羽化過程是否有前翅交疊的趨勢？

探討雌蟲偏好左翅在上的雄蟲鳴聲的個體，前翅交疊的形式是否相關？



## 參、研究設備及器材

### 一、實驗材料來源

#### (一) 台南新化黃斑黑蟋蟀養殖場

本次大部分實驗對象都是由謝老師的蟋蟀養殖場提供。

1. 黃斑黑蟋蟀左翅在上材料採樣調查:從養殖場隨機選取共 13 個分別飼養雌雄成蟲分別飼養的養殖箱，大約 2600 隻蟋蟀，進行現場採樣調查，由於過度翻動養殖箱，會驚動蟋蟀，容易造成死亡，取樣時要小心。
2. 人擇配對:從養殖場特別尋找左翅在上的雄蟲及雌蟲，四次實驗共用了左翅在上雄蟲 15 隻、左翅在上雌蟲 27 隻、右翅在上雄蟲 29 隻、右翅在上雌蟲 19 隻，以進行交叉配對。
3. 羽化觀察:從養殖場帶回 45 隻老熟若蟲，因為五齡或六齡若蟲由外觀可以辨識雌雄，得以選出 13 隻雄若蟲及 32 隻雌若蟲，觀察羽化後其前翅交疊情形。

#### (二) 人擇育種

育種養殖需要來自人擇配對時，雌蟋蟀所產下的卵，以便確定往後建立一個品系的親代，長期培養品系，提供未來相關研究所需的不同齡期之蟋蟀。

#### (三) 野外採集

實驗對象的觀察，不只是由人為選汰下所養殖的蟋蟀標本或活體來判定，也需要與大自然中的蟋蟀族群做比較。楊教授於暑假期間，多次帶著我與其他學長姐赴新化林場及埔里蓮花池進行生態觀察及野外採集，充實了我許多野外背景知識，也採集到了另一種蟋蟀，扁頭蟋蟀 (*Loxoblemmus* sp.)，並帶回飼養，同時觀察其羽化後前翅交疊狀況。

## 二、實驗設備及器材

名稱	數量 (單位)
透明壓克力罐(120c.c.)	150 個
塑膠箱(長 45cm X 寬 25cm X 高 30cm)	7 個
相、攝影機(PENTAX Optio A20 S1000)	1 台
幼型犬飼料	1 桶
脫脂棉花	大量
保溫燈	1 盞
交尾觀察箱(長 19cm X 寬 12cm X 高 10cm)	1 個
毛筆(小楷)	1 支
Y 型水管	1 個
耳機	2 副

表(一)

## 肆、研究過程及方法

### 一、黃斑黑蟋蟀左翅在上採樣調查步驟

黃斑黑蟋蟀曾在以往觀察中發現前翅會有調置成左或右翅在上的情形，為了尋找確實存在於族群中的左翅在上蟋蟀，特地前往國家地理頻道綻放真台灣-2，「黑龍過江」影片中介紹的台南新化謝爵安先生的蟋蟀養殖場，進行採樣調查。黃斑黑蟋蟀養殖場中，隨時飼養著大量蟋蟀，從剛孵化的一齡蟲至成蟲謝先生大略估計有 40 萬隻，謝先生致力於繁殖出門蟋蟀之優良品種，育種繁殖已超過 100 多代，是一個相當良好的採樣基礎。從飼養箱中，一隻一隻取出觀察其前翅交疊狀況，為避免重複，觀察後放入另外一個箱子。此採樣調查共分三次進行。

### 二、人擇配對實驗

此實驗共分成三批進行，配對步驟如下：

- (一) 確認本次實驗可負荷之蟋蟀養殖量
- (二) 前往新化蟋蟀養殖場選取剛羽化的蟋蟀
- (三) 確認蟋蟀前翅交疊情形
- (四) 挑選並進行配對
- (五) 架設好錄影設備，詳實紀錄交尾狀況
- (六) 將雄、雌蟋蟀分別從隔離飼養罐中取出，並置放於自製交尾觀察箱中，使之相遇
- (七) 判斷有無交尾行為
- (八) 判斷精包是否產出並掛上
- (九) 交尾後，雄、雌蟲放回原隔離飼養罐
- (十) 將脫脂棉鋪放於飼養罐底，使雌蟲產卵於濕潤棉花中
- (十一) 確認產卵，判定此次配對成功

#### ※ 第一批：

- 於 2011 年 7 月 17 日帶回 17 隻成蟲，左翅在上雄蟲 1 隻、雌蟲 8 隻，右翅在上雄蟲 4 隻、雌蟲 4 隻
- 於 2011 年 7 月 27 日帶回 6 隻右翅在上雄蟲
- 於 2011 年 7 月 17 日至 2011 年 8 月 25 日期間，共配對成功 7 對

#### ※ 第二批：

- 於 2011 年 9 月 25 日帶回 11 隻成蟲，左翅在上雄蟲 3 隻、雌蟲 6 隻，右翅在上雄蟲 1 隻、雌蟲 1 隻
- 於 2011 年 9 月 25 日至 2011 年 10 月 20 日期間，共配對成功 3 對

#### ※ 第三批：

- 於 2011 年 11 月 12 日帶回 34 隻成蟲，右翅在上雄蟲 22 隻、雌蟲 12 隻
- 於 2011 年 11 月 12 日至 2011 年 12 月 4 日期間，共配對成功 6 對

※ 第四批:

一於 2012 年 2 月 5 日帶回 28 隻成蟲，左翅在上雄蟲 11 隻、雌蟲 13 隻，右翅在上雄蟲 2 隻、雌蟲 2 隻

一於 2012 年 2 月 5 日至 2012 年 3 月 6 日期間，共配對成功 2 對

### 三、育種養殖

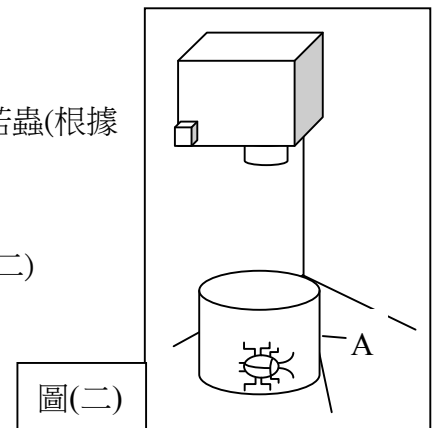
為了確保品系的純化，所以飼養時，要確實隔離，以便進行逐日的產卵數及孵化數的紀錄，我沿用中興大學昆蟲分類實驗室長期以來的蟋蟀養殖方法，進行選種，以育出左翅在上的蟋蟀品系，步驟如下:

- (一) 將雌蟋蟀產過卵之棉花以目視觀察產卵數量，如有必要，在進一步將棉花撕開確認產卵數
- (二) 將卵移入底層鋪有濕棉花的壓克力罐，蓋上有通風孔的罐蓋，以便調節溼度避免太乾或太潮濕以致卵無法孵化
- (三) 卵期約 1~2 週，每天觀察記錄蟋蟀孵化
- (四) 孵化後逐日記錄孵化的若蟲數量，並挑出
- (五) 每日挑出之個體 15 隻為一個單位飼養在一個壓克力罐，供給幼犬飼料，每次供給兩顆量，初齡幼蟲須將飼料壓碎;另提供一小段塞有棉花的水管;同時在罐內放入衛生紙團以增加蟋蟀之活動空間

### 四、觀察羽化過程中左翅在上的交疊情況

從黃斑黑蟋蟀若蟲羽化為成蟲時，前翅在延展的過程，是否就出現交疊的情況? 那究竟是左翅在上還是右翅在上?據李俊康(2009)指出蟋蟀前翅會有調置之行為，所以為了解蟋蟀最初羽化時前翅交疊的狀況，必須在單獨飼養下來觀察。總共觀察 45 隻老熟若蟲，步驟如下:

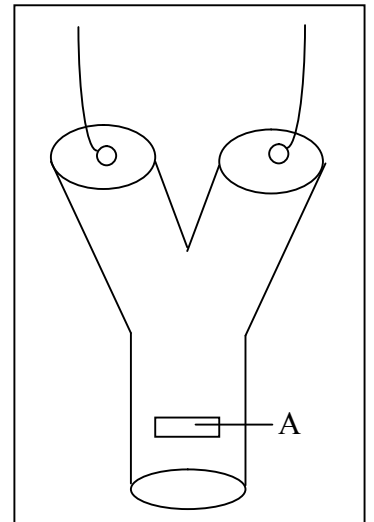
- (一) 帶回的蟋蟀以大塑膠箱進行群體飼養
- (二) 每十二小時檢查一次箱內狀況，以便發現將要羽化的若蟲(根據蟲體活動趨緩或靜止，背部緊繃並出現裂縫)
- (三) 將羽化前期的若蟲移至壓克力罐隔離飼養(圖二 A)
- (四) 架設有錄影功能的相機於壓克力罐正上方進行錄影(圖二)
- (五) 每 30 分鐘觀察記錄蟋蟀前翅交疊之情形一次(表十三)
- (六) 每 1 小時用相機拍近照一次(圖三十四)



## 五、Y 型管性擇實驗

以聲音分析軟體 GoldWave，分析出左翅在上與右翅在上雄蟲的呼喚聲(calling)、求偶聲及打鬥聲均有所不同，藉此實驗了解雌蟲對於雄蟲不同求偶聲音的喜好，步驟如下：

- (一) 於人擇配對時，錄製好左翅在上與右翅在上雄蟲求偶聲
- (二) 架設實驗器材，於 Y 型水管的兩開口，分別放置播放左翅在上及右翅在上雄蟲求偶聲的耳機
- (三) 用隔板插入 Y 型水管上的開口(圖三 A)，將雌蟲放置於 Y 型水管尾端，並架設好有錄影功能的相機於 Y 型水管尾端後
- (四) 播放兩邊聲音，開始錄影，再將隔板拉開，直至雌蟲前進並做出選擇為止
- (五) 每隻雌蟲重複步驟(四)兩次，並記錄其選擇狀況



圖(三)

六、實驗後得到的結果利用 Office Excel 的資料分析進行變異數檢定(F test)以及平均差檢定(Student' s t test)，以測量這兩組之間的數據在統計上有無顯著差異；或是利用 SPSS(第 19 版)測量 ANOVA 以及多組之間的事後檢定(LSD 法；最小平方法)，以測量多組之間在統計上有無顯著差異。

## 伍、研究結果

### 一、黃斑黑蟋蟀左翅在上採樣調查

#### (一) 採樣調查圖片



圖(四)左翅在上雄黃斑黑蟋蟀



圖(五)左翅在上雌黃斑黑蟋蟀



圖(六)右翅在上雄黃斑黑蟋蟀

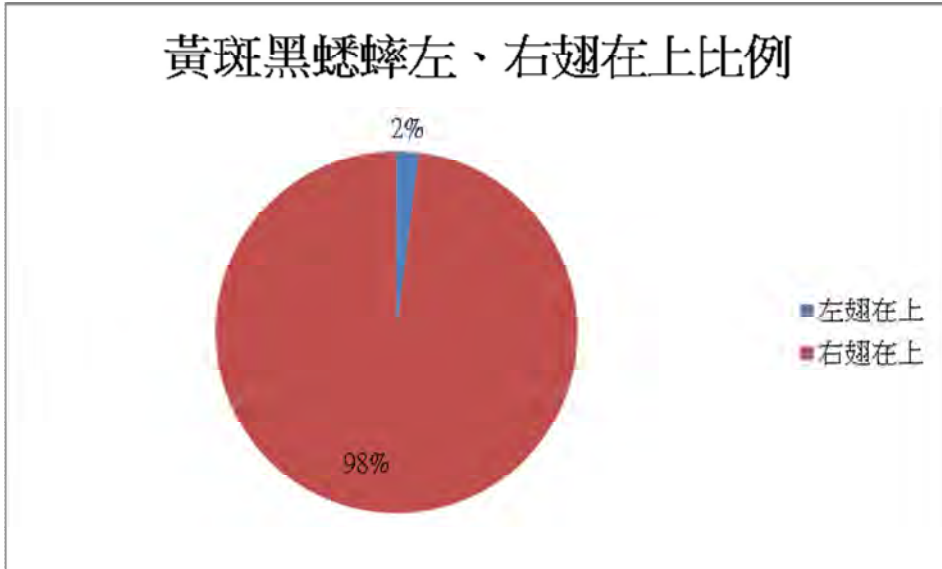


圖(七)右翅在上雌黃斑黑蟋蟀

(二) 黃斑黑蟋蟀左、右翅在上比例

	總樣本	左翅在上	右翅在上
數量	2600	52	2548

表(二)

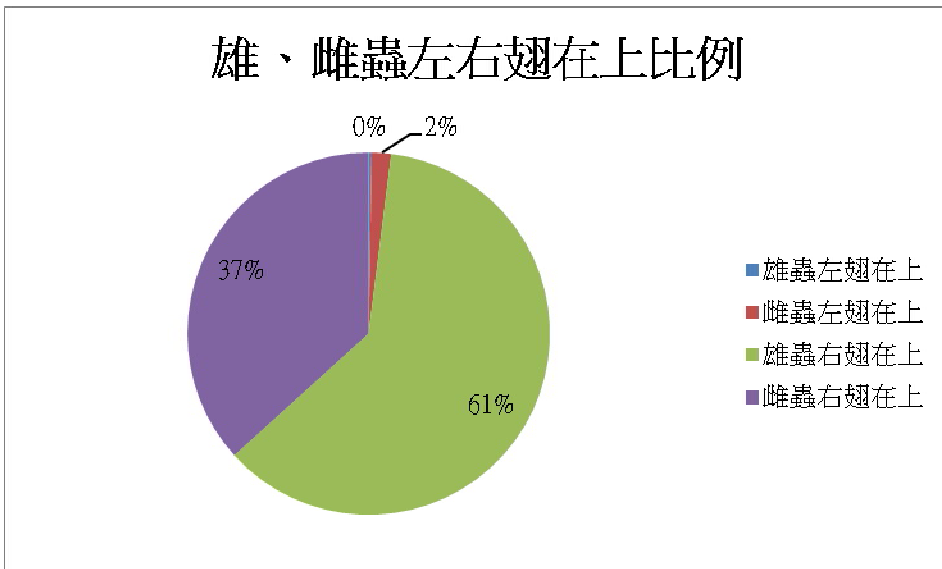


圖(八)利用新化蟋蟀養殖場的黃斑黑蟋蟀，作為採樣調查的基礎。採樣調查的結果，左翅在上的黃斑黑蟋蟀在族群中占2%。

(三) 雄、雌蟲左右翅在上比例

	雄蟲左翅在上	雌蟲左翅在上	雄蟲右翅在上	雌蟲右翅在上
數量	7	45	1593	955

表(三)



圖(九)分別探討雄雌黃斑黑蟋蟀，左右翅在上的比例。圖中雄蟲左翅在上的0%並非完全沒有，而是在族群中數量極少。



## 二、人擇配對實驗

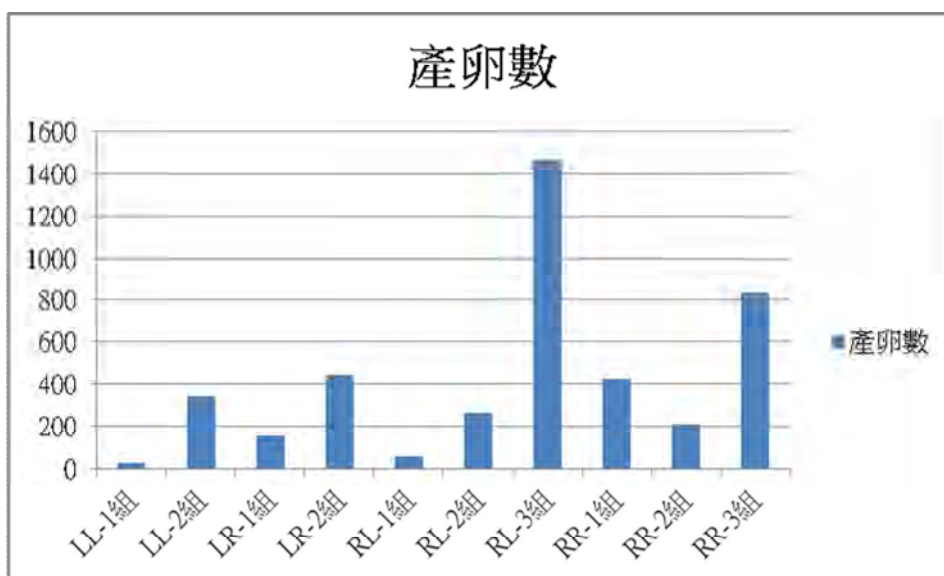
### (一)產卵相片



圖(十)雌蟋蟀將卵  
排出至產卵管末  
端，並插入棉花中  
將卵產出。

### (二)配對產卵數

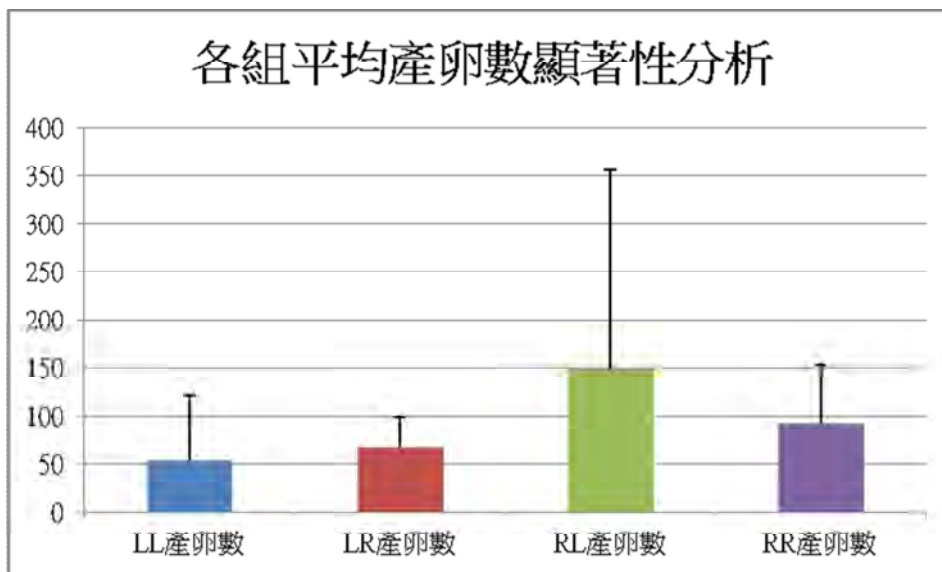
	LL-1 組	LL-2 組	LR-1 組	LR-2 組	RL-1 組	RL-2 組	RL-3 組	RR-1 組	RR-2 組	RR-3 組
產卵數	25	346	156	444	59	263	1467	427	209	834



表(四)

圖(十一)配對十  
組，前(L/R)為雄  
蟲前翅交疊狀  
況，後(L/R)則為  
雌蟲，以交叉配對  
方式來比較產卵  
數差別。

(三)產卵數顯著性分析

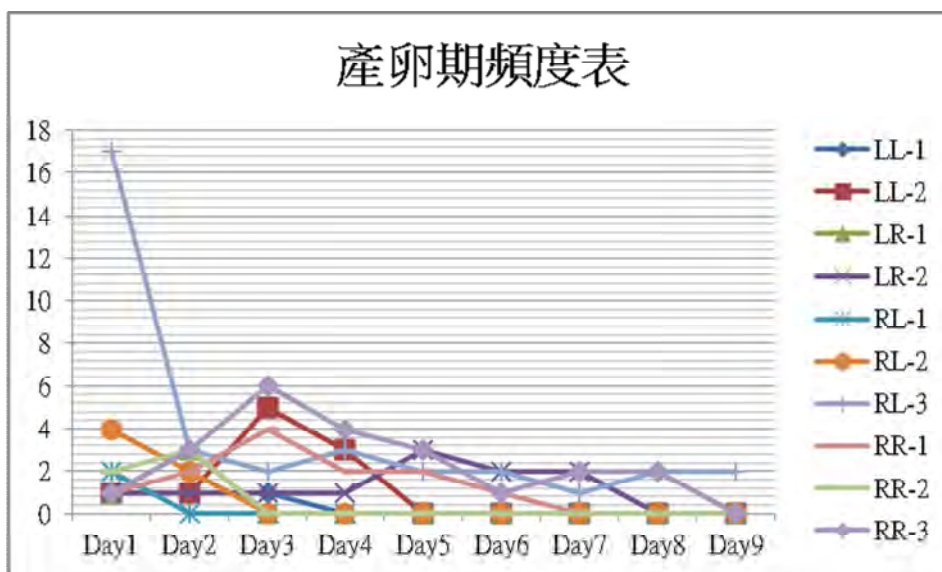


圖(十二)依據四組產卵的平均數進行顯著性的分析，每組數據均為平均數±標準差。由圖可知左右翅在上的雄雌黃斑黑蟋蟀配對，在產卵數上並無顯著的差異。

(四) 產卵期頻度表

	LL-1	LL-2	LR-1	LR-2	RL-1	RL-2	RL-3	RR-1	RR-2	RR-3
Day1	1	1	1	1	2	4	17	1	2	1
Day2	1	1	3	1	0	2	3	2	3	3
Day3	1	5	0	1	0	0	2	4	0	6
Day4	0	3	0	1	0	0	3	2	0	4
Day5	0	0	0	3	0	0	2	2	0	3
Day6	0	0	0	2	0	0	2	1	0	1
Day7	0	0	0	2	0	0	1	0	0	2
Day8	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
Day9	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0

表(五)

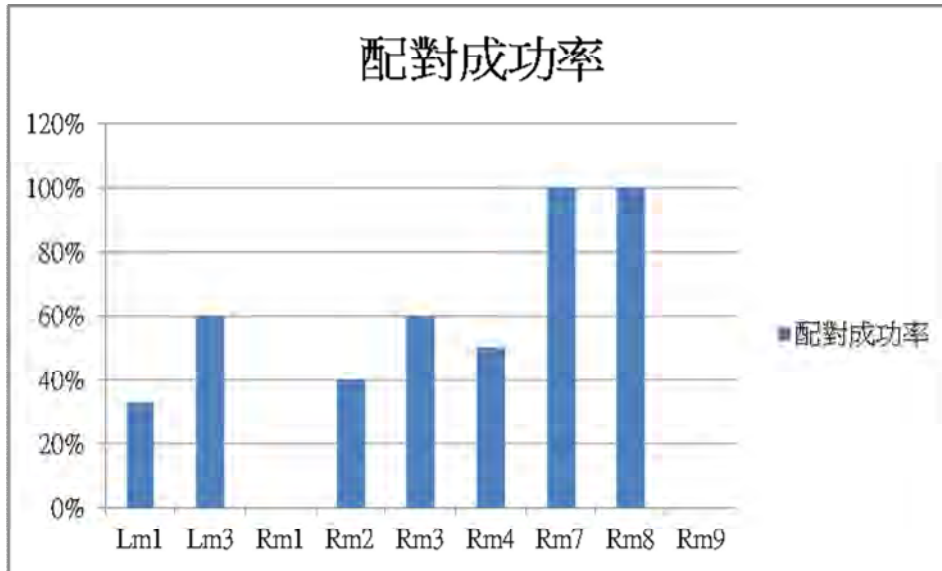


圖(十三)此頻度圖每一級距是 50 顆卵，為減低數卵時人為的誤差，所以分級方式來表述產卵期中，雌蟲每天產出的卵數。

(五) 配對成功率

	Lm1	Lm3	Rm1	Rm2	Rm3	Rm4	Rm7	Rm8	Rm9
配對次數	15	5	1	5	5	2	1	1	1
成功次數	5	3	0	2	3	1	1	1	0
成功率	33%	60%	0%	40%	60%	50%	100%	100%	0%

表(六)



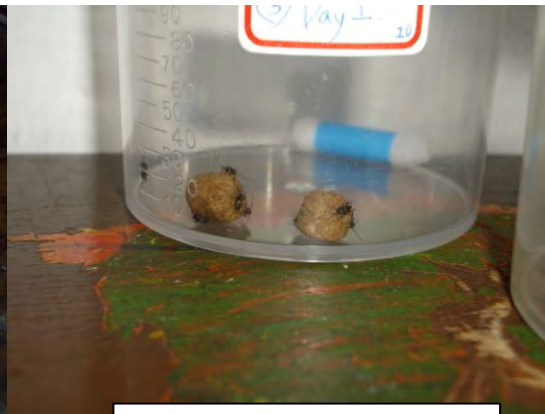
圖(十四)左翅在上雄蟲相對於右翅在上雄蟲，雌蟲選擇並產下後代機率較低。

三、育種養殖

(一) 養殖狀況相片



圖(十五)雌蟲產卵後插滿洞的棉花



圖(十六)一齡蟲飼養狀況



圖(十七)一齡蟲孵化



圖(十八)剛蛻皮的若蟲



圖(十九)蛻皮中的若蟲

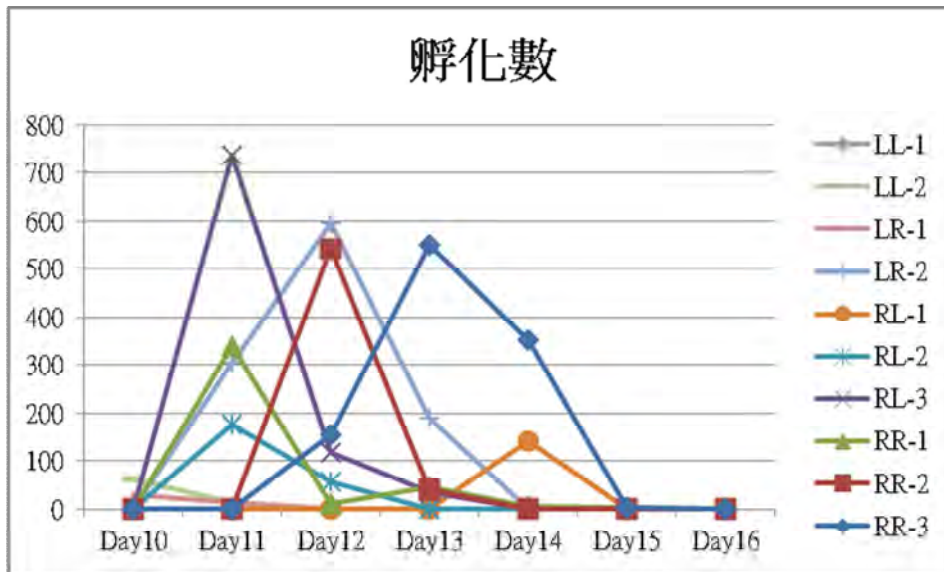


圖(二十)剛蛻皮的若蟲

(二)孵化數

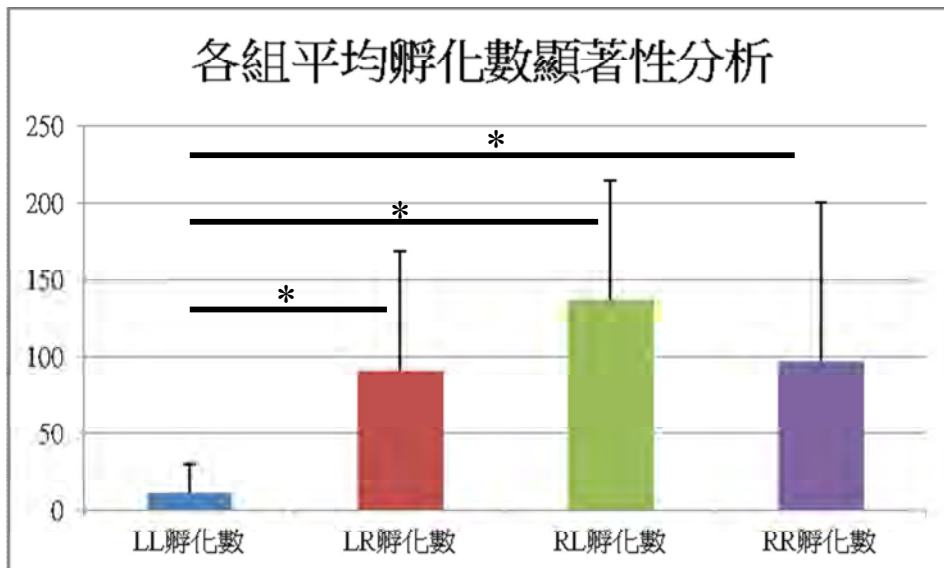
卵期/親代	LL-1	LL-2	LR-1	LR-2	RL-1	RL-2	RL-3	RR-1	RR-2	RR-3
Day10	0	62	31	0	0	0	0	0	0	0
Day11	0	15	13	304	0	176	736	339	0	0
Day12	0	0	0	597	0	57	118	11	543	156
Day13	0	0	0	189	0	0	35	45	40	549
Day14	0	0	0	0	142	0	0	6	0	353
Day15	0	0	0	0	0	0	0	2	0	3

表(七)



圖(二十一)孵化數為確切量值，10組不同品系的卵在產出後的10~15天孵化，其餘則判定無法孵化。可從圖中清楚看出LL組的兩組配對，孵化數均為最少。

### (三)孵化數顯著性分析

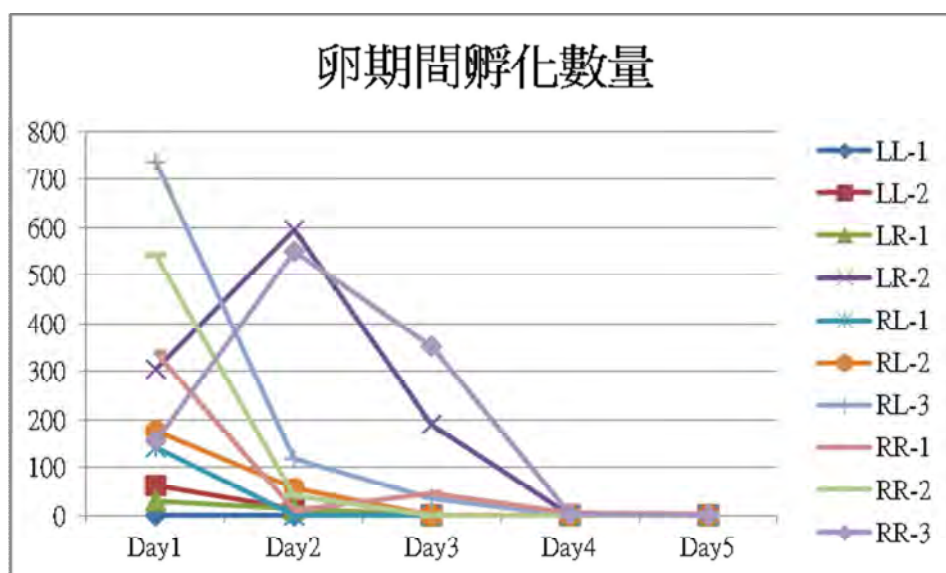


圖(二十二)依據四組孵化的平均數進行顯著性的分析，每組數據均為平均數±標準差。\* : $P < 0.05$ ，ANOVA 以及 LSD 法。由圖可知LL組黃斑黑蟋蟀的配對，在孵化數上與其他組有顯著的差異。

(四) 卵期間孵化狀況

	Day1	Day2	Day3	Day4	Day5
LL-1	0	0	0	0	0
LL-2	62	15	0	0	0
LR-1	31	13	0	0	0
LR-2	304	597	189	0	0
RL-1	142	0	0	0	0
RL-2	176	57	0	0	0
RL-3	736	118	35	0	0
RR-1	339	11	45	6	2
RR-2	543	40	0	0	0
RR-3	156	549	353	3	0

表(八)



圖(二十三)此圖呈現各組的孵化高峰，除了 LR-2 組以及 RR-3 組在第二天之外，其餘品系皆在卵期的第一天看到孵化高峰。

四、羽化觀察

(一)羽化不完全相片



圖(二十四)此圖為 2011 年 9 月 28 日羽化的 M5，右前翅尚未長全，因此無法判定其翅交疊情況，右中足斷掉，左後脛節斷掉，右尾毛基部有裂痕，羽化後於 24 小時內死亡。



圖(二十五)此圖為 2011 年 9 月 29 日羽化的 M8，羽化時皮尚未蛻去及黑化，前翅未完全黑化，似乎缺少某種養分，但是明顯可看出為右前翅在上的黃斑黑蟋蟀，羽化後於 24 小時內死亡。

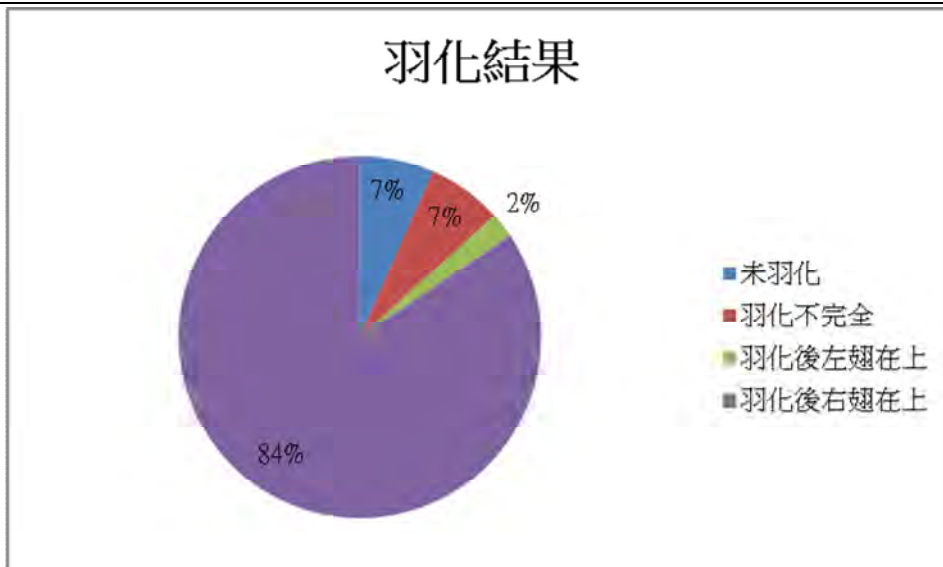


圖(二十六)此圖為 2011 年 10 月 3 日羽化的 M13，右後肢缺乏，左前翅看似被重物壓過，以至皺褶扭曲，但是也可明顯看出其為右翅在上的雄蟋蟀，羽化後於 72 小時內死亡。

## (二)觀察羽化結果

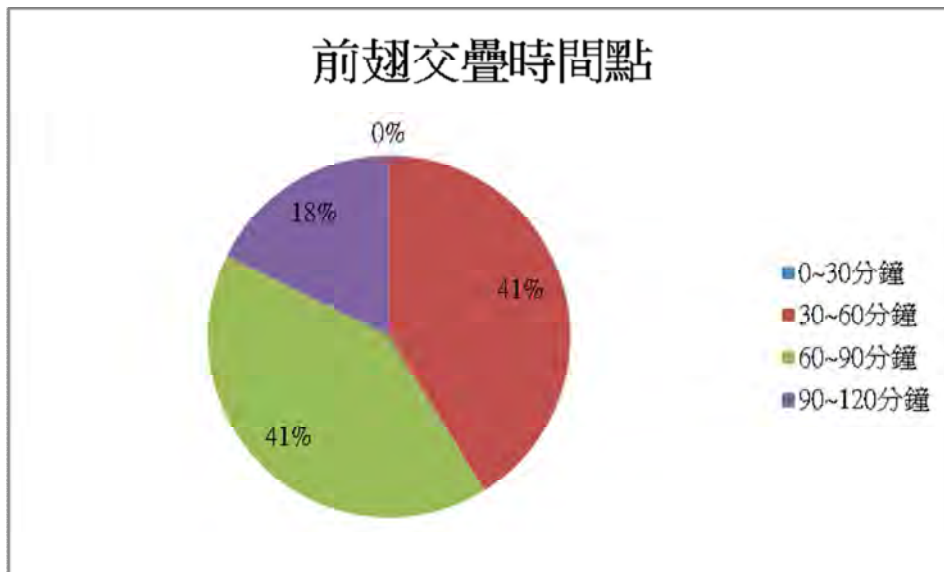
	總樣本數	雄蟲	雌蟲	未羽化	羽化不完全	羽化後左翅在上
數量	45	13	32	3	3	1

表(九)

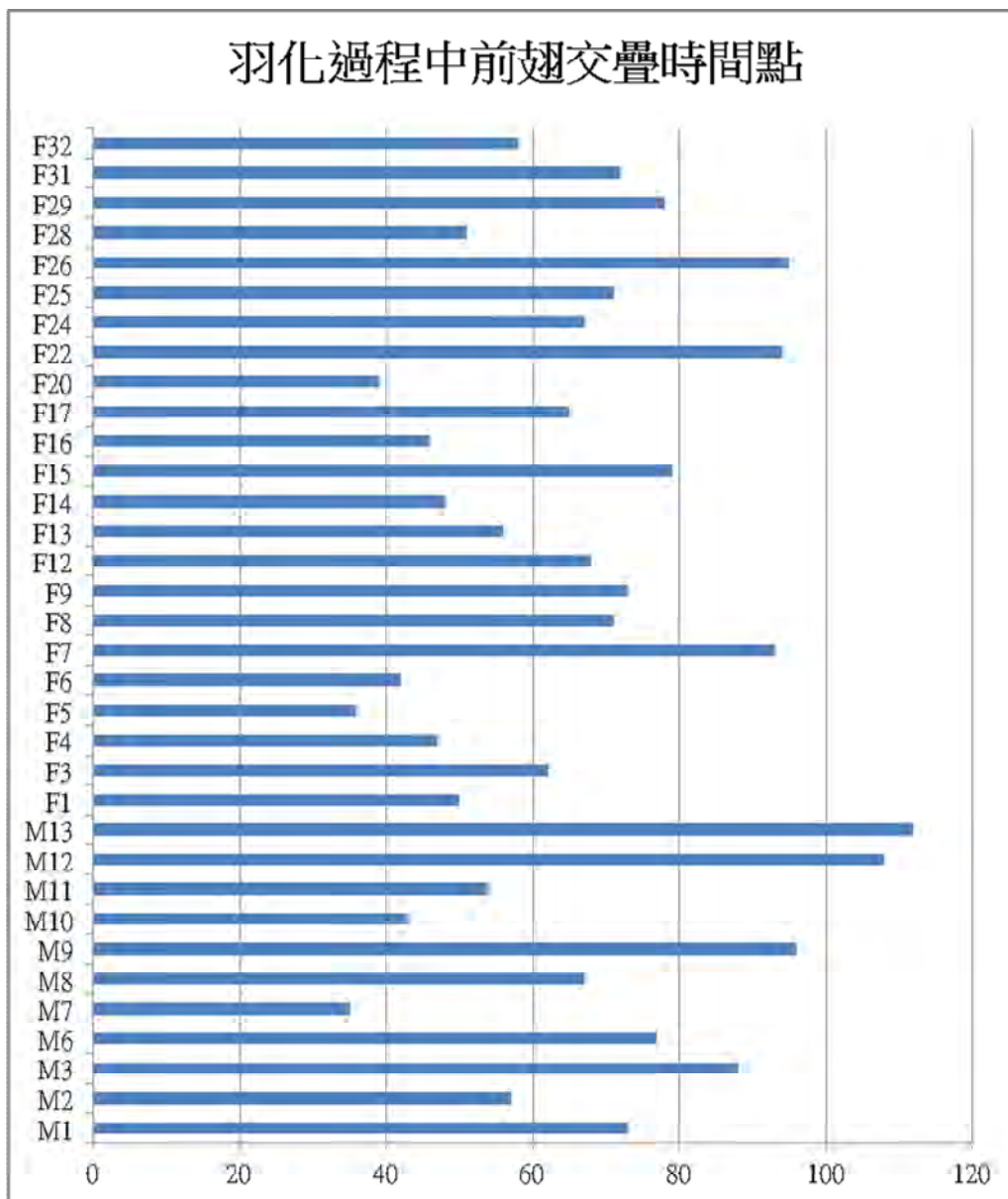


圖(二十七)觀察黃斑黑蟋蟀在羽化過程中前翅交疊的情形。育種養殖的結果與採樣調查一樣，左翅在上存在與族群中的比例均為 2%。

(三)前翅交疊時間點



圖(二十八)黃斑黑蟋蟀起始羽化後前翅交疊時間點，圖中顯示約在60分鐘左右，會出現交疊的一瞬間。



圖(二十九)羽化過程中前翅交疊時間點(已扣除特殊狀況)。



#### (四)羽化後相片

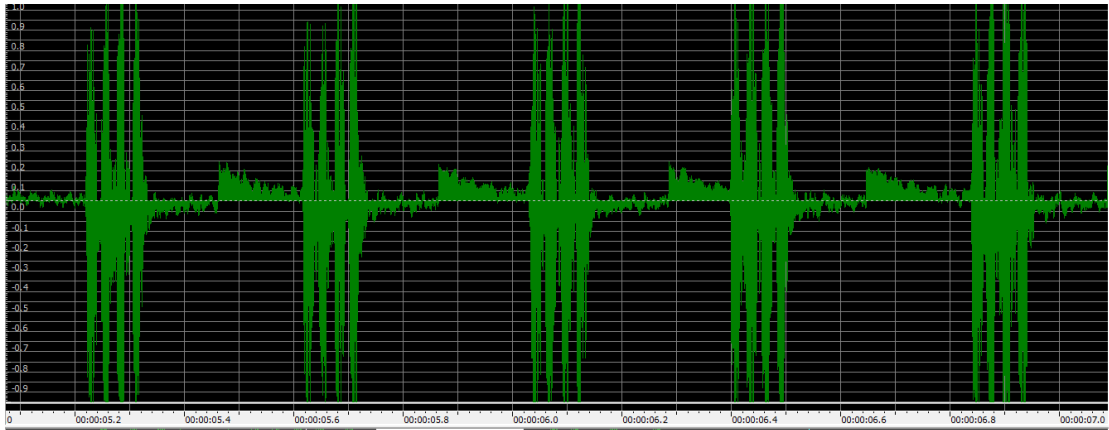


圖(三十)羽化起始後 120 分鐘。已交疊，為右翅在上。

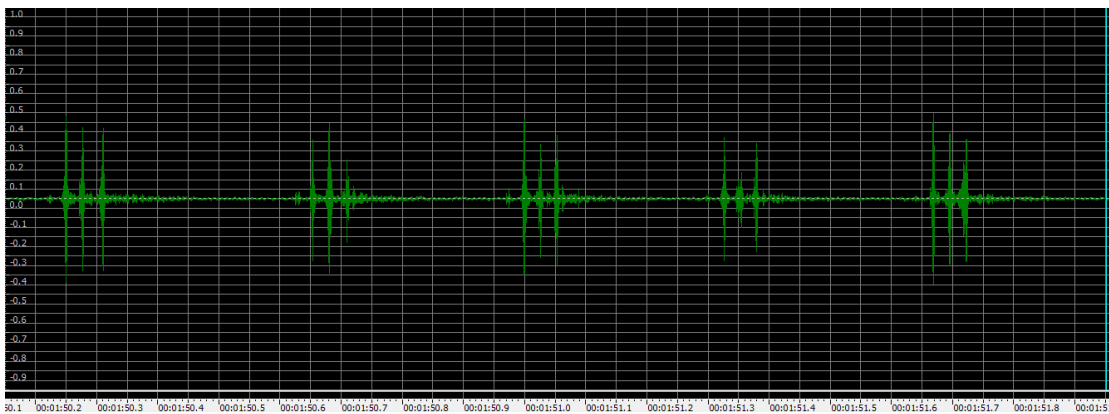
#### 五、Y 型管性擇實驗

##### (一)左翅在上與右翅在上雄蟲聲音比較

##### 1. 鳴叫聲(calling)比較

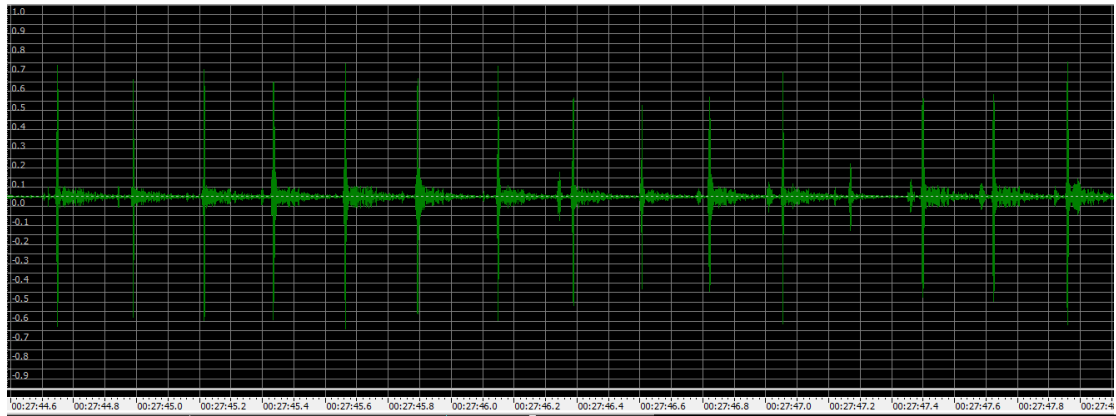


圖(三十一) 右翅在上雄蟲鳴叫聲

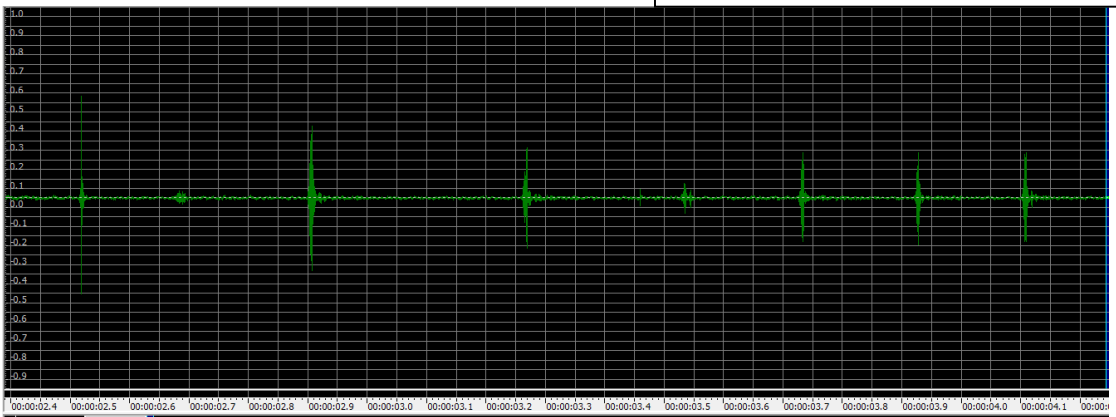


圖(三十二) 左翅在上雄蟲鳴叫聲

## 2. 求偶聲比較



圖(三十三) 右翅在上雄蟲求偶聲

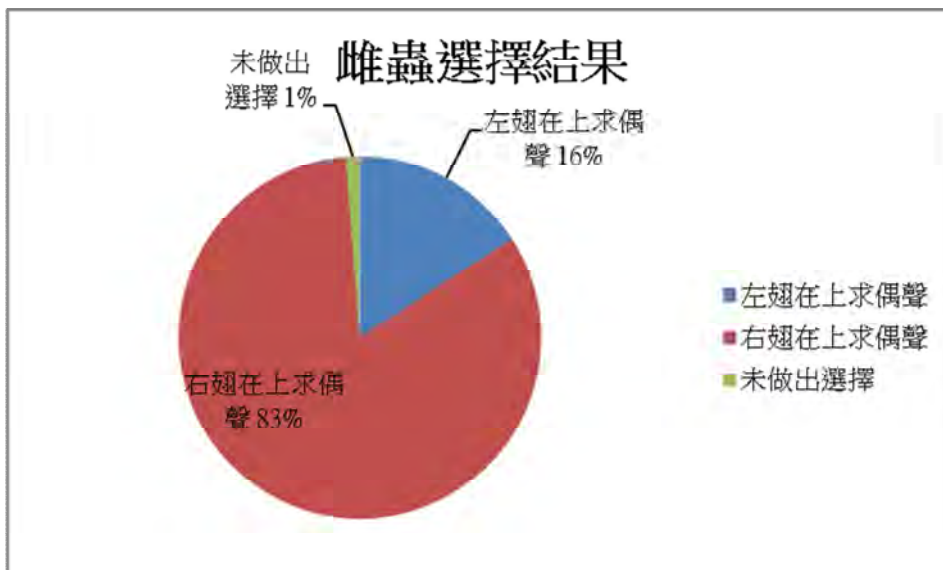


圖(三十四) 左翅在上雄蟲求偶聲

### (二) 雌蟲選擇結果

本實驗對象共 82 隻雌蟲，每隻雌蟲均做 2 次選擇，實驗數據共 164 筆。

左翅在上求偶聲	右翅在上求偶聲	未做出選擇	表(十)
26	136	2	

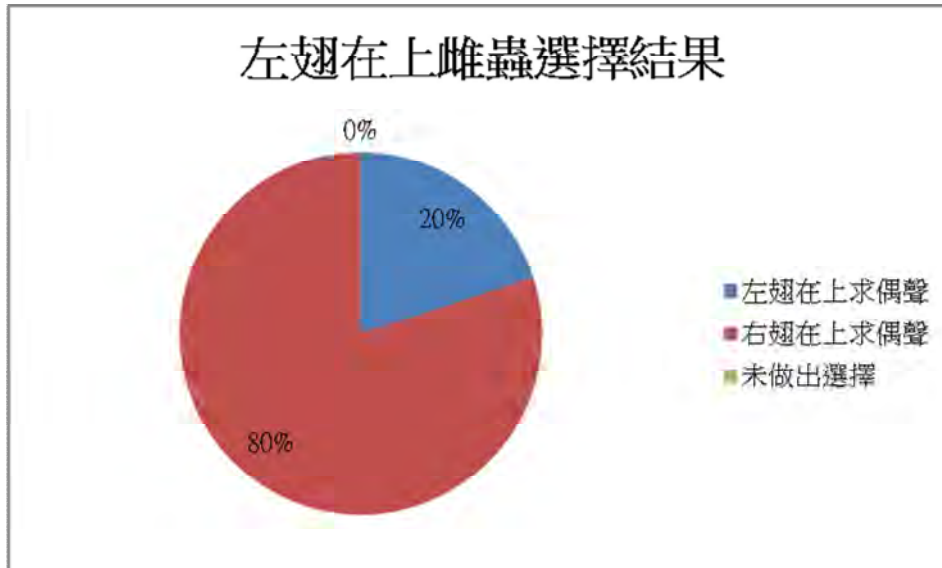


圖(三十五)Y 型管性擇實驗雌蟲選擇結果，由圖可知，左翅在上雄蟲求偶聲在黃斑黑蟋蟀族群中較右翅在上雄蟲求偶聲較不易獲得青睞。

1. 左翅在上雌蟲選擇結果

左翅在上求偶聲	右翅在上求偶聲	未做出選擇
14	56	0

表(十一)

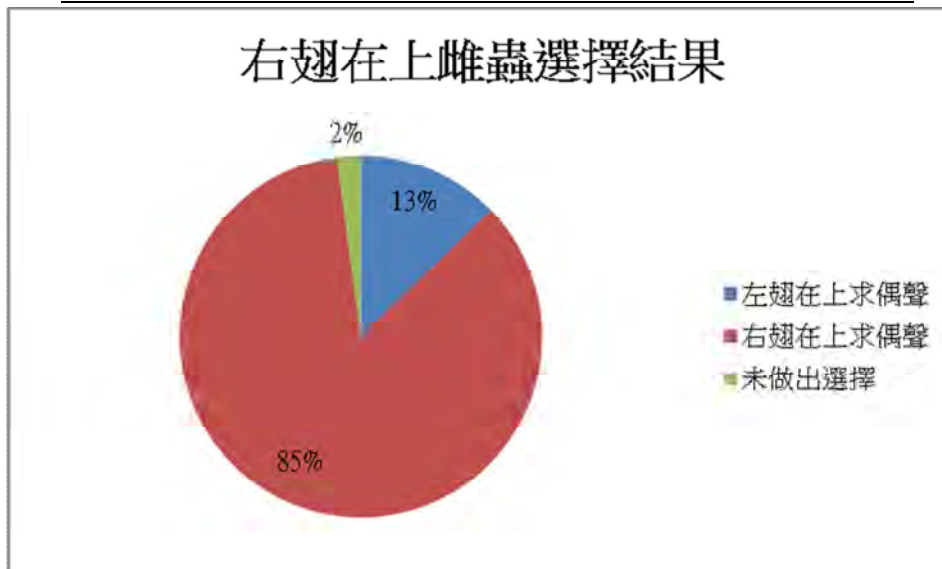


圖(三十六)左翅在上雌蟲的選擇結果，選擇左翅在上雄蟲求偶聲的機率較高，可能是同類相吸的關係，但仍舊以選擇右翅在上者較多。

2. 右翅在上雌蟲選擇結果

左翅在上求偶聲	右翅在上求偶聲	未做出選擇
12	80	2

表(十二)



圖(三十七)右翅在上雌蟲的選擇結果，選擇左翅在上雄蟲求偶聲的機率較低，且以選擇右翅在上雄蟲求偶聲為大多數。

## 陸、討論

### 一、黃斑黑蟋蟀左翅在上材料採樣調查

經過三次在新化黃斑黑蟋蟀養殖場的採樣調查後，由圖(八)可見，活體黃斑黑蟋蟀族群中左翅在上的佔有率是 2%，與李俊康(2009)的標本檢查左翅在上黃斑黑蟋蟀在族群中的佔有率 2.05%極為相近。再進一步探討雌雄蟋蟀左翅在上的比例，如圖(九)，左翅在上雌蟲的 2%較雄蟲趨近 0%的佔有率，明顯多出，證實了 Masaki 所說的，左翅在上在雄蟲極為罕見，在雌蟲較為常見，雌雄間比例的差異可以推測對雄蟋蟀而言右翅在上應是有著相當重要的意義。

### 二、人擇配對

要進行配對並不是將雌雄蟋蟀放在一起即可，蟋蟀的身型、氣味、求偶的聲音、行為模式的調控皆可能是影響性擇的重要原因。由圖(十一)中，各種不同組合的配對，比較產卵數之間的差異，為了不傷害到卵，數卵時較易產生人為誤差，因此以頻度表圖(十三)來表示，黃斑黑蟋蟀雌蟲的產卵期可長達 7~9 天，由圖中可見，大部分每天產卵量約在 50~200 顆卵之間，其中幾組後面幾天的產卵頻度為 0，原因均是雌蟲死亡，而無法產卵。

圖(十二)以 LL、LR、RL、RR 四組產卵平均數做統計分析，各組產卵數雖然不一，但是分析後並無出現顯著差異，可見無論是何種配對，對產卵數並無顯著相關。

由圖(十四)可見，相較於右翅在上的雄蟲，左翅在上的雄蟲要獲得雌蟲的青睞，以機率來看明顯較低，前述之影響性擇的原因，左右前翅的交疊，不僅會影響本身的身型，前翅摩擦發出的聲音也會不一樣，推測前翅交疊影響左翅在上基因的保留，扮演著重要的關鍵。

### 三、育種養殖

此實驗中，孵化數是準確的，因此以原始數值做判斷，由圖(二十一)可見，從卵產出的那天開始算起至第 10~14 天為黃斑黑蟋蟀的卵期，尤其以 12~13 天出現孵化量高峰最多。進一步探討各品系的孵化高峰，圖(二十三)顯示 LR-2 組及 RR-3 組的孵化高峰出現於孵化期的第 2 天，但是相較於產卵期的第二天卻無發現明顯之相對性，其餘孵化高峰在孵化期第一天的，相比較下也無明顯對應。產卵期及孵化期之間的相對關係，仍有待了解。

圖(二十二)以 LL、LR、RL、RR 四組孵化平均數做統計分析，發現 LL 組相對於另外三組，均出現顯著的差異，孵化數量確實較少，甚至無法孵化，此現象可能與其左翅在上基因的配對，而對孵化數造成影響。相較於一般最常出現的右翅在上雄蟲與右翅在上的雌蟲配對，產卵數及孵化數都是正常的情況，其中造成顯著差異的原因，可能跟遺傳基因的配對有關。

### 四、羽化過程中前翅交疊觀察

在觀察黃斑黑蟋蟀羽化過程中前翅交疊的情形後，發現 45 隻黃斑黑蟋蟀中僅有 1 隻雌蟲是羽化後左前翅在上，如圖(二十七)的統計結果，左翅在

上的比例也是接近 2%，又再一次證實了前面採樣出的比例。觀察過程中也有發現羽化不完全的狀況，如圖(二十四、二十五、二十六)，均為 RR 組的後代，推測其可能性，缺乏羽化所需的營養、羽化期間受到干擾、本身基因缺陷均有可能是造成羽化不完全的原因。

圖(二十八)是排除特殊情況的黃斑黑蟋蟀後的結果，在羽化起始約 60 分鐘前後，是前翅交疊的關鍵時間點，前翅交疊是在一瞬間發生，並非慢慢調整後交疊，推測在本身基因上，已經決定好前翅交疊的上下位置。

#### 五、Y 型管性擇實驗

圖(三十一)及圖(三十二)可明顯看出左翅在上與右翅在上雄蟋蟀鳴叫聲的差異，以及圖(三十三)及圖(三十四)的求偶聲差異，都可能是影響雌蟲選擇配偶的原因。

在進行過 164 次性擇實驗之後，雌蟲選擇右翅在上雄蟲的求偶聲機率 83% 遠超過選擇左翅在上雄蟲求偶聲的機率 16%，又左翅在上雌蟲選擇同為左翅在上雄蟲求偶聲的機率 20% 較右翅在上雌蟲選擇的機率 13% 多了 7 個百分點，推測左翅在上的雄蟋蟀，較容易吸引到與自己表現型相同的雌蟋蟀，但是以整體而言，右翅在上的雄蟋蟀求偶聲，還是較受到雌蟋蟀青睞。

#### 柒、結論

- 一、黃斑黑蟋蟀族群中，左前翅在上的比例，在標本及活體中，皆是 2% 左右，而雌蟲左翅在上的比例又略高於雄蟲，可知前翅交疊的情形對雄蟲可能是一項重要的演化關鍵。
- 二、左翅在上的黃斑黑蟋蟀雄蟲，在繁殖後代時，會因為雌性的選擇，而影響左翅在上此性狀存在於族群中的比例。
- 三、雌蟲產卵期的長短與卵孵化期的長短，並無直接關聯，在不同組合的配對情況下，產卵數並無顯著的差異，但是在孵化數上，左翅在上雄蟲與左翅在上雌蟲的配對相較於另外三組配對，則出現了顯著的差異，證明其左翅在上基因存在族群中較少的原因，非源自於產卵數，而是較少量的孵化數。
- 四、確定羽化過程中黃斑黑蟋蟀前翅在交疊時，是一瞬間疊合，而非慢慢調整，也確定交疊的時間點約在羽化起始後 60 分鐘左右。
- 五、分析出左翅在上與右翅在上雄蟲的聲音差異，並且確定在黃斑黑蟋蟀族群中，右翅在上的雄蟲求偶聲確實較左翅在上的雄蟲求偶聲易獲得雌蟲青睞，但是族群中也仍然存有雌蟲會選擇左翅在上的雄蟲進行交尾。
- 六、左翅在上的基因仍存在族群中，不僅是因為雌蟲的選擇，更可以維持族群的基因多樣性，使得黃斑黑蟋蟀族群能夠生生不息。

## 捌、參考文獻

- 一、李俊康，2009，為何蟋蟀總是右翅在上?，台灣 2009 年科學展覽會
- 二、張青文，2000，昆蟲遺傳學，科學出版社，北京，299
- 三、Sinzo Masaki, Mitsuko Kayaoka, Kazuya Shirato, and Masahide Nakagahara. 1987. Evolutionary ,differentiation of right and left tegmina in crickets. *Insect evolution*.311-318.

## 玖、未來展望

- 一、經由育種建立出一個完整的左翅在上品系，從中尋找可能影響左右翅交疊的性狀表現基因，並找出其基因遺傳方式。
- 二、將左右前翅交疊的情況，與其他蟋蟀族群做比較，且與大多數前翅為左翅在上的螽斯一起討論，並研究其中的關聯性。
- 三、推廣至其他動物，如人類雙手交握其左拇指在上與右拇指在上，是否與黃斑黑蟋蟀左、右翅在上的基因表現相關。

## 【評語】 040713

1. 此作品欲探討蟋蟀左右前翅的交疊（左翅或右翅在上）是否為遺傳控制，並期望經由人工育種方式找出影響特定性狀的基因。
2. 其結果顯示左翅在上的雄雌蟋蟀配對，在產卵數上，與其他組別比較無顯著差異；而孵化數則顯著減少。左或右翅在上的雄蟲求偶聲不同，進而影響其繁殖的機率。
3. 左翅在上的雄蟲是族群中的少數，以人工育種 LL 配對後，其仍為少數。此結果相當有趣，建議可進一步朝基因層次探討，例如是否有致死基因或上位遺傳的調控作用。