

# 中華民國第 51 屆中小學科學展覽會 作品說明書

---

高中組 生物(生命科學)科

040711

鳴蟲的超級星光大道

學校名稱：臺中市私立新民高級中學

作者： 高二 張家誠 高二 張致嘉 高二 馬英普	指導老師： 張凌倫
-----------------------------------	--------------

關鍵詞：鳴蟲、直翅目、叫聲

# 鳴蟲的超級星光大道

## 摘要

本研究針對日常生活中時常發現的鳴蟲，其中又以直翅目的昆蟲為主，直翅目的昆蟲都具有鳴叫的能力且有許多共通的構造，所以將對他們進行飼養與觀察。藉此得以比較他們的生活史、生活環境、覓食方式、擬態能力、彈跳力的比較、發聲方式、攀附力的比較、聲音差異。本實驗所使用之數據皆為觀察多次所得結果的平均值，故不會因為觀察之蟲類大小不一而有所差異。

## 壹、研究動機

每每到鄉下阿嬤家，便常在晚上聽到美妙的聲響，仔細聆聽即會發現，聲音千變萬化，儼然上演了一場交響樂。我也就對這些音樂家們產生了強烈的好奇心，經過一番尋找之後赫然發現，原來這些常常在夜晚演奏的昆蟲們都是同屬於直翅目的，讓我發現他們的身體構造有著極為相似的地方，使得我想了解他們的想法更為強烈，所以當老師詢問我要不要參加科展時，我便找了兩位對生物很有興趣的好友們，對鳴蟲做各種研究比較，期許可以在觀察研究中，讓我們更加了解他們，也希望這樣的一個研究能給予許多對此有好奇心，卻苦無資料的人們統一且確切的資料。

## 貳、研究目的

- 一、直翅目昆蟲資料的搜集與整理
- 二、直翅目昆蟲的棲息地調查
- 三、了解直翅目昆蟲身體構造的共通性與差異
- 四、觀察直翅目昆蟲的生活方式
- 五、對直翅目各種昆蟲做區別以及比較差異，探討其原因
- 六、比較直翅目昆蟲所具有的各项能力，並與其生活環境比較，探討其原因

## 參、研究設備及器材

- 一、飼養和捕捉:  
蟲箱、蟲網
- 二、實驗及觀察:  
解剖顯微鏡、解剖針、量筒、壓克力板、塑膠板、尺、洋菜凍
- 三、紀錄:  
錄音機、相機

## 肆、研究過程或方法

先以資料對這四種昆蟲有更進一步的認識。再利用量筒與尺來測量昆蟲的彈跳能力與利用壓克力板，塑膠板，玻璃量筒來比較四種昆蟲的攀附力。利用洋菜凍來觀察螻蛄和蟋蟀在土裡的生活方式與覓食。用錄音機來進行昆蟲叫聲的音頻分析。利用解剖顯微鏡來觀察昆蟲腿部的構造是否和生活環境與攀附力有著密切關係。利用蟲箱來模擬昆蟲的生活環境，來觀察昆蟲在野外的生活方式。

## 伍、研究結果

發現腳部的倒刺粗細與其攀附力和發聲原理有關。就擬態而言，發現不同環境有不同的顏色，但將成蟲放入不同顏色的環境其顏色卻不會在改變，由此推知其變色之時期可能在幼蟲階段。也發現到攀附力與跳躍力的不同會導致他們生活環境的分布差異。更藉由觀察來肯定許多資料的正確性。利用所觀察到他們的生活方式與其棲息地習性的關連。

### 一、文獻資料

#### (一)直翅目簡介

直翅目簡單來說可分為四大種類，依外觀以及習性細分成各種不同的類型，讓我們看看這四大類吧!!

直翅目包括螽蟴、蟋蟀、螻蛄和蝗蟲四大類群。

共通點：

1. 生活史經過卵—若蟲—成蟲三個階段，屬於不完全變態的昆蟲。
2. 幼生期叫做『若蟲』，和成蟲在外觀上差異不大。
3. 上翅平直覆蓋在體背上，下翅是膜質則縮摺在上翅之下，飛行的時候才會舒展開來。
4. 有咀嚼式口器。
5. 前、中腳比較細短，後腳粗長結實，擅於跳躍。
6. 螽蟴、蝗蟲體色都是綠色、褐色系，在草叢中是很好的保護色。
7. 部分種類雄蟲會發出聲音求偶或示威，雌蟲在腹端有產卵管。

差異處：

1. 螽蟴、蟋蟀細長的觸角比身體還長。蝗蟲的觸角比較短。
2. 螽蟴、蟋蟀多半是雜食性的，蝗蟲則是植食性的。
3. 螽蟴的後腳比較細長，蝗蟲、蟋蟀則是比較粗壯。
4. 螻蛄前足特化成齒耙狀，擅於挖土，有點類似挖土機的鏟子。

## (二)螻蛄



### 1.科別：

直翅目

螻蛄科 Grylloptalpidae

### 2.特徵：

螻蛄俗稱「土狗」、「土猴」、「肚伯仔」，體長約 30 至 35 公釐，體色為灰黃色至黑褐色，體背具有細毛，頭部較小，前腳特化為挖掘腳，各節寬扁，脛節末端有耙狀齒列，跗節堅硬可用此對肢腳開掘路。成蟲約 25~30 公厘，後翅較前翅稍長達第三、第四腹節。後腿節粗大，腹部末端具尾毛一對。發聲方式和螽斯均為「摩翅而歌」，聽器則位於前腳的脛節上。

### 3.習性：

在土中穴居，以植物的根部為主食，故被認為是害蟲。具趨光性。

- (1) 海陸空全能 在農村生活過的人，對它們並不陌生。每逢插秧季節，當大田灌滿水後，常把螻蛄的家園沖毀，螻蛄從地洞中出來逃命。有的在水面上游泳，有的在田埂上疾走，一到晚上，它們紛紛向燈光處飛行，真是會游、善跑、能飛的“海陸空”全能型健將。
- (2) 高效的挖洞機 說到螻蛄驚人的挖洞能力，還有個傳說呢！很早以前有個橫征暴斂的皇帝，百姓被他壓榨，便聯合起來造反。他們拿起鋤頭扁擔沖進皇宮，皇帝聞訊從後門落荒而逃。追趕的人群喊聲震天，驚慌失措的皇帝正無處躲藏時，只見路旁有個螻蛄挖的土洞，便一頭鑽了進去，躲過了這場“滅頂之災”；後來皇帝為報答救命之恩，賜給螻蛄邊地一壟；任它隨意吃空禾苗。故事雖然出於虛構，螻蛄強大的挖洞能力可是千真萬確的。

螻蛄挖洞時，先用前足把土掘鬆，尖尖的頭便靠著中足和後足的推力，用勁往裡鑽，堅硬寬大的前胸，一起一伏地把挖松的土擠壓向四周。就這樣挖、鑽、壓，一條條隧道便形成了。

螻蛄在地下挖的隧道，淺的也有 6、7 厘米，深的可達 150 厘米，而且一夜間競能挖掘出 200 — 300 厘米長。往往從地面的一端到另一端，構成一條縱橫交錯的地下交通網。在通道中途，還築有產卵房、育嬰室、儲糧倉，可在地下過漫長的冬天。如果能仿照螻蛄前足的構造及其運動功能，制造一台大功率的挖洞機，用來挖掘地下隧道，造福於人類，那該有多好啊！

- (3) 不高明的歌唱家 你知道嗎？螻蛄還會鳴叫呢！不過，縱然像蟋蟀和螽斯那樣“摩翅而歌”，在地下傳出沉悶的“咕咕”之聲，純粹是雄蟲的求愛信號，引誘雌蟲前來相會。
- (4) 螻蛄的危害 螻蛄掘土打洞，造成水田流失，最大的危害是破壞植物生長。由於食性很雜，捕食幼蟲、蠕蟲、根和草，凡庄稼地里植物的根、莖它都愛吃，如大豆、麥類、玉米、高粱、粟子、煙草、棉花、蔬菜等，所以是農業上的大害蟲(地下害蟲)。螻蛄屬直翅目，螻蛄科，俗稱“土狗”、“拉拉蛄”。通常一年一代，雌蟲一次產卵 85 粒，年產卵 200 粒左右。產卵後雌蟲不再離開，擔負起護卵和哺育若蟲的職

責，直到子代獨立生活。螻蛄終年生活於地下，只在傍晚和凌晨才爬到地面上活動。在有些地方，由於土壤侵蝕和棲所破壞，螻蛄數字是下降。



螻蛄構造說明圖

#### 4. 螻蛄的叫聲

蝦爬子學名蝦蛄，很想知道它和蛄是什麼關係。看了螻蛄的圖片，發現它和蝦爬子很像的。螻蛄是一種害蟲，喜潮濕，唐李賀寫道“啾啾濕蛄聲，咽源驚濺起。（《昌穀詩》）看來它的確是喜歡潮濕。而且它的聲音是“啾

嘹”，介紹它“有 4 個發達的齒，用於掘土和切碎植物的根”，我推測，聲音是它切碎植物根的時候發出的。這種蟲在東北叫做“lalagu”，猜測是“拉拉蛄”，而“拉拉”應該是它發出的聲音，與李賀寫的“嘹嘹”發音類似。

### (三)蟋蟀

#### 1.科別:

直翅目

螽蟴亞目蟋蟀總科

#### 2.特徵:

體長 24~28mm。蟋蟀體軀成圓筒狀，烏黑油亮，頭部前端有一對長絲狀觸角，後足特別粗壯發達，後腿脛節上有成列細刺，腹部末端有一對尾絲，雌蟲在腹部末端中央有一根細長的劍狀產卵管。前翅基部呈黃色，雄、雌蟲翅膀不同，雄蟲可用上翅磨擦發音，有求偶、警示、領域宣示等作用。

#### 3.成長過程:

目前全世界約有 3,000 多種，臺灣已經記錄的種類有 80 多種。蟋蟀是不完全變態昆蟲。

蟋蟀在卵內住了 10-14 天會孵化。蟋蟀剛孵化時很像螞蟻，幼蟲主要在土中生活。小蟋蟀和成蟲很像，但沒有翅膀和產卵管。蟋蟀到成蟲前總共會脫皮 10 次。蟋蟀的生命期需視溫度而定。溫度越高，生長越快，生命就越短。蟋蟀大致可活 4 至 6 個月。





黃斑黑蟋蟀的卵。



黃斑黑蟋蟀的若蟲。



黃斑黑蟋蟀的成蟲。

#### 4.習性:

台灣常見的蟋蟀有三種：台灣大蟋蟀、黃斑黑蟋蟀和眉紋蟋蟀。蟋蟀的體色以黑褐色系為主，蟋蟀依其棲所分為地棲性、草棲性、樹棲性三大類。



蟋蟀頭部有一對長絲狀觸角，後足特別發達，腹部末端有一對尾絲。



蟋蟀遭遇危險時，常利用發達的後腳跳躍逃避敵人。

蟋蟀大部份屬雜食性昆蟲，甚至連同伴的屍體都不放過。蟋蟀遭遇危險時，常利用發達的後腳跳躍逃避敵人，也經常在跳躍時，順勢飛行一小段距離，以利迅速遠離敵害。

## 5.蟋蟀叫聲獨特的地方

在蟋蟀雄蟲的前翅上，有旋渦紋狀的翅膜。一邊翅膀長著銼刀狀的翅膜—弦器，另一邊翅膀長著較硬翅膜—彈器。當這兩種發音器相互摩擦，就能發出聲音。蟋蟀長有一聽器，可分辨同伴發出的聲音，是長在大前腳的脛節（小腿）上，上面有薄膜，可感覺聲音的振動。

## (四) 螽斯

### 1. 科別:

直翅目

螽斯科

目前世界上已知的有 6800 多種。在分類學上和蟋蟀科關係很近。

### 2. 外形:

<螽蜚>就是俗稱《紡織娘》。成蟲的身體呈扁或圓柱形，顏色多呈綠或褐色。在草叢中是很好的保護色。觸角細長，呈絲狀，比身體還長。翅發達、不發達或消失。前足在脛節基部有開/閉口的聽器。後足腿節發達，有 4 節跗節。雌蟲腹部末端有刀狀或劍狀的產卵管，是分辨雌雄的特徵。

### 3. 生活習性：

螽斯屬於夜行性的昆蟲，通常生活在雜草圍繞的樹下，由於身體扁平，適合潛入石下和枯木等處藏匿。屬雜食性，肉食性螽斯的前腳和中腳通常有長刺用來抓住獵物。屬不完全變態昆蟲。螽斯具有發達的跳躍式後腳，當遇到危急時，快速彈跳避敵就成了牠們自保的伎倆。不過，神乎其技的保護色才真正是螽斯的自衛絕招。由於螽斯的體色幾乎清一色是綠色或褐色，加上有些外觀會擬態樹葉或枯葉，因此當牠們不鳴叫的時候，天敵很不容易發現牠們的行蹤。

### 4. 螽斯的叫聲

螽斯的“樂器”長在前翅上：左覆翅的臀區具一略呈圓形的發音鏗，鏗周緣圍以較強而彎曲的翅脈，中間橫貫一條加粗的翅脈作為音鏗，音鏗上有許多小齒；右覆翅上具邊緣硬化的刮器，音鏗與刮器相互摩擦，即可產生聲音，由於不同種類音鏗的大小、齒數、齒間距都不相同，因而發出的聲音也各不相同。此外，翅的薄厚和振動速度也影響鳴聲的節奏和高低。品種不同，發聲的頻率也不一樣。頻率通常在 870 赫～9,000 赫之間。

雄蟲有翅，個體在前翅附近有發音器，通過左右兩翅摩擦而發音，雌蟲是“啞巴”，但雌性有聽器，可聽到雄蟲的呼喚。雄蟲通過發出自己獨特的鳴聲，藉以尋找配偶。求偶的鳴叫是一種多音節或單音節構成的唧唧聲，稱作“婚戀曲”，雄蟲往往能連續唱很長時間，並常會有幾隻雄蟲同時高歌，雌蟲聞訊趕來，一般選中歌聲洪亮者作為自己的“戀人”。聲音用來吸引異性，還能自衛和報警。

## 5. 螽斯的脫殼方式





## (五)蝗蟲

### 1.科別:

直翅目(Orthoptera)

蝗亞科(Acridodea)

蝗蟲又名「蚱蜢」本省稱「草螟」

### 2.特徵:

通常為綠色、褐色或黑色，頭大，觸角短；前胸背板堅硬，像馬鞍似的向左右延伸到兩側，中、後胸癒合不能活動。腳發達，尤其後腿的肌肉強勁有力，外骨骼堅硬，使牠成為跳躍專家，脛骨還有尖銳的鋸刺，是有效的防衛武器，產卵器沒有明顯的突出，是和螽斯最大的分別。

### 3.食性:

喜歡吃肥厚的葉子，如甘藷、空心菜等

### 4.成長過程:

交尾後的雌蝗蟲把產卵管插入 10 cm 深的土中，產下約 50 粒的卵。產卵時，

雌蟲會分泌白色圓筒形栓狀物，再把卵粒產下。在 24°C 左右，卵約 21 天即可孵化。孵化的若蟲自土中匍匐而出，此時其外形和成蟲很像，只是沒有翅，體色較淡。若蟲頭部和身體不成比例。到了三齡長出翅芽。五齡時若蟲已將成熟，再取食數日後就會爬到植物上，身體懸垂而下，靜待一段時間，即羽化而出。



交尾後的雌蝗蟲把產卵管插入 10 cm 深的土中產卵。



產卵時，雌蟲會分泌白色的物質形成圓筒形栓狀物，然後再把卵粒產下。



已發育 19 天的卵；在 24°C 左右，蝗蟲的卵約 21 天即可孵化。





孵化的若蟲自土中匍匐而出，其外形和成蟲很像，只是沒有翅，體色較淡。



若蟲在最初的一、二齡長得更像成蟲但頭部和身體不成比例。



這是四齡，翅芽已很明顯。



五齡時若蟲已將老熟再取食數日就會爬到植物上，身體懸垂而下，靜待一段時間，即羽化而出。

## 5.習性:

蚱蜢利用後足磨擦翅膀的脈，使翅膀振動，發生聲音。蚱蜢為雌雄異體，雌蚱蜢的腹部末端有產卵器，雄蚱蜢有一圓形的交配器。交配時，雄蚱蜢將精子進入雌蚱蜢的受精囊貯存，待卵子成熟後，精子會使卵子受精。雌蚱蜢將產卵器插入土中產卵。蟲卵孵化為幼蟲，經不完全變態發育為成蟲。

蚱蜢要群體活動主要是生理上需要靠在一起保溫。成蟲的後腳腿節具有一

列相當於彈器的乳頭狀突起，前翅徑脈基部有相當於弦器的粗脈，二者摩擦時，振動翅的震區便可發出聲音，這就是牠們的發音器。蚱蜢的聽器也很特別，位於腹部第一節的側方。蚱蜢皆對作物有很大的威脅，只要其過境則所有的綠色植物莫不被啃食殆盡。食性甚雜，遍食各種綠色植物，尤以禾本科植物更是愛不釋口。成蟲壽命不到 1 年。

若蟲亦稱蝗蚱，外型酷似成蟲，只具翅芽，善於跳躍，須經四至七次脫皮後，才會蛻變成善跳又善飛的成蟲。蝗蟲有的擁有短觸角及短的產卵管，目前全世界約有 5,000 多種的蚱蜢。蚱蜢後腳大約與身長相等，一躍便能跳出身體數倍長的距離，蚱蜢的後腳也是最佳樂器，和翅膀互相摩擦便可發出聲音。

## 6. 蚱蜢等於蝗蟲

因為"饑荒"變成難民而集體逃難的蚱蜢，就叫蝗蟲。

刻板印象中，蚱蜢是顏色翠綠，彈跳力強，是傳統農村小孩喜愛抓玩的昆蟲之一；蝗蟲卻是害蟲，往往一大片黃褐色的蝗蟲過境後，留下的是百姓饑荒。

沒想到，事實上蚱蜢與蝗蟲是"一體兩面"，原來因"饑荒"變難民而集體逃難的蚱蜢，就叫蝗蟲（所以才瘋狂搜括食物）；當蝗蟲找到"不愁吃穿"的新環境後，又變回看似溫馴的蚱蜢。而蚱蜢／蝗蟲原本就有兩種顏色。

## 二、直翅目各種昆蟲的棲息地

在這次的研究觀察成果我們發現,這四種昆蟲因為棲息地的不同與他們的彈跳力、攀爬力還有保護色有很大的關係。

### (一) 螽斯

螽斯的體色有兩種：綠色的或是淺棕色與他們所棲息的環境有很大的差

別，棕色的棲息在較乾的的長草區，有著相當好的保護色，而綠色的棲息在較綠的長草。以我們去觀察時所發現的情況、資料補助及實驗的結果：螽斯具有很好的攀附力可以在長草區以及短草區生活，但我們也發現了一件事：螽斯因為跳躍的體力並不好，極少待在長草區，依資料的輔佐和推論，推斷螽斯待在短草區的原因是：在短草區中遇到敵人時只須四處跳即可以躲避敵人的攻擊，但若待在長草區時，不但需要跳的遠又要跳的快，這對耐力不佳的螽斯來說是很大的負擔，故他們的棲息環境主要是以短草區為主。

## (二)蝗蟲

蝗蟲棲息在芒草上，體色則是跟螽斯一樣主要分成綠、棕兩種保護色。不過綠色的蝗蟲大多處在芒草的頂端，棕色的蝗蟲則多都聚集在比芒草矮卻又不至於到達草皮的高度，以我們實驗所發現的結果可以得知攀附力次之的蝗蟲喜歡待在長草區。和螽斯不同的是：蝗蟲具有極佳的跳躍力以及耐力，可以連續跳到遠比螽斯高的位置數次，並還高機動性來繼續閃避危險，他和喜歡待在短草區的螽斯有著一項決定性的差異：就是蝗蟲會飛！這項能力讓他比許多其他草原上昆蟲更適合在芒草或是長草區棲息，但也因他跳的很高又會飛，所以他的天敵都不住在地上，而是天上的鳥類為主，這是居住在短草區的螽斯比較不會遭遇到的危險呢！

## (三)蟋蟀

蟋蟀的體色是黑黑亮亮的，外殼也十分的光滑，我們由資料輔助和觀察結果發現：攀附力極差的蟋蟀不會選擇待在草叢中，絕大部分都選擇待在土中，居住在土中，他們的低攀附力反倒成了優勢。因為若有良好的攀附力，那麼根本挖不了土，腳會黏上許多的土導致自己動不了，外殼光滑和攀附力極低應該是為了配合他的生活環境。蟋蟀的跳躍力也是很差，基本上他們以爬的為主，除非突然有刺激或攻擊的時候才會跳。我們也發現到一件挺獨特的事：蟋蟀跳躍時和螽斯、蝗蟲不一樣，他不是往上跳而是往前跳，跳的高度很低但很遠，我們認為應該是蟋蟀會挖地洞並且住在其中，他的跳躍主要是以跳出洞穴為目的，在地洞中若往上跳只會撞傷，所以才會往前而不往上。我們也注意到蟋蟀雖然不喜歡在草地生存，但他們卻很喜歡待在有草地的土壤中，和草地比較起來他們反而很少棲息於只有土的地方，我們猜想這或許是因為有草的地方取水較方便，而且如果有草的話，



溫度的調節也較容易，不會忽冷忽熱，在資料中有發現到環境的溫度比起其他直翅目昆蟲更容易影響蟋蟀們的生命週期，所以推論：溫度應該是主要原因！

#### (四) 螻蛄

螻蛄體色通常都是土黃色，這和生長在土裡有關，攀附力和蟋蟀一樣極差，原因和蟋蟀是一樣的，但不同的是螻蛄前面兩支挖土用的前臂比較無攀附力，但後面四隻腳具有比前臂更好的攀附力，這可能和螻蛄會邊挖土邊移動有關，而且螻蛄雖然和蟋蟀一樣居住在土中，但並不是和蟋蟀一樣挖一個地洞，而是像螞蟻一樣挖出一條條地道，暢所欲言，也因為居住的比蟋蟀更低，造成他幾乎不跳的結果。因為在地道中，跳是一件很不方便的事，所以跳躍力比蟋蟀還低！螻蛄的叫聲與他棲息的环境也有著很大的關連，他利用地道來使出共振的叫聲，這麼做可使他原本就很大聲的聲音變的響上數十倍，也使得求偶更加容易！

### 三、共同以及差異

直翅目雖然外表差異很大，但他們可是有著很多相似的地方喔！雖然有很多一樣的地方，但也有不同的，讓我們來比較一下吧！

#### (一) 不同之發聲發法

昆蟲的發聲可大不同了，他們嘴裡沒有聲帶，發音部位也不在口器內。

事實上，是靠身上特殊發音器發聲的。雄蟬是昆蟲世界的音樂家，人家常說「知了知了」的鳴聲，就是雄蟬腹部發出來的。雄蟬腹部兩側，各有一個大而圓的音蓋，下面生有像鼓皮似的聽囊和發音膜。這發音膜內壁肌肉收縮振動時，蟬就發出聲音。蟬腹部還有氣囊的共鳴器。發音膜震動時，共鳴器發聲共鳴，這樣聲音就很洪亮。而蟬的歌聲忽低忽高，是由於受發音膜外面音蓋調節而成的。這點與我們人類口腔增大縮小而形成高低不同聲音相似，但蟬僅僅是機械地不斷地發出相同調子，並不能發出婉轉動聽的歌聲。

不同的昆蟲，發聲部位和發聲器的組成也不同。蟋蟀，螽斯是依靠翅膀的摩擦發聲。如果你觀察螽斯的翅膀，就會發現牠左翅往往疊在右翅上面，牠的左翅基部下表面，有一條橫脈，脈上有齒，很像小銼，故叫做音銼。而在右翅上表面，剛巧在音銼下面，形成尖的摩擦緣。當兩翅升起或分開，引起音銼與摩擦緣摩擦而發聲。

蟋蟀的發聲原理與螽斯相同，不同的是：蟋蟀右翅疊在左翅上，牠是用右翅的銼子摩擦左翅的摩擦緣而作聲，蟋蟀奏樂時，還常把小翅膀舉起，看起來是那麼認真、帥氣。蝗蟲也會作聲，而牠的發聲器與上面所介紹的幾種昆蟲又不同，牠由腿節內側和前翅脈相摩擦而發聲。此時腿節的功用如弓，前翅的縱脈作為弦。兩者摩擦後，發出低的唧唧聲。完全無翅的蝗蟲是不能作聲的。



蟬是用腹部發生的鳴蟲



蟋蟀是以前翅和腿節摩擦發聲的

## (二)蟋蟀和螽斯的比較

《蟋蟀》和《螽斯》一樣會摩擦翅膀發聲，是夏秋間的《鳴蟲》。

共通點：

- 1.觸角呈細絲狀，比身體還長。
- 2.體色 大半是黑褐色。
- 3.前、中腳較短，後腳粗壯，脛節上有棘刺。
- 4.有咀嚼式口器，是雜食性昆蟲。
- 5.雌蟲腹部末端有長管狀的產卵管，是分辨雌雄的特徵。
- 6.雄成蟲一般在前翅具有發音器，雌雄成蟲在前腳脛節上都有聽器。

## (三)蝗蟲和螽斯的比較

共通點

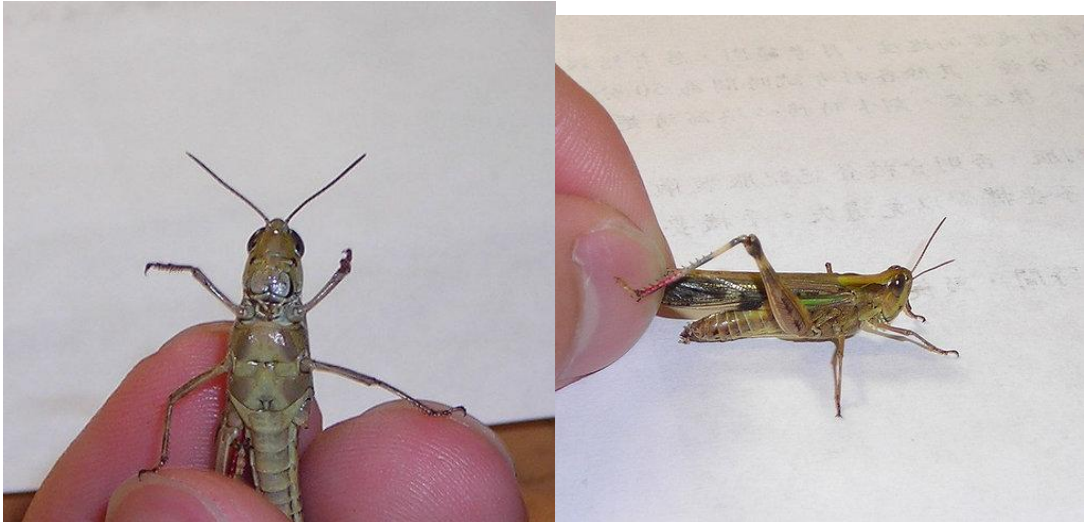
1. 生活史屬於不完全變態的昆蟲。
2. 幼生期叫做若蟲，因為和成蟲在外觀上差異不大。
3. 上翅平直覆蓋在體背上，下翅是膜質則縮摺在上翅之下，飛行時才會展開來。
4. 有咀嚼式口器。
5. 螽斯、蝗蟲的前、中腳比較細短，後腳則粗長結實。
6. 螽斯、蝗蟲體色都是綠色、褐色系，在草叢中是很好的保護色。

差異處：

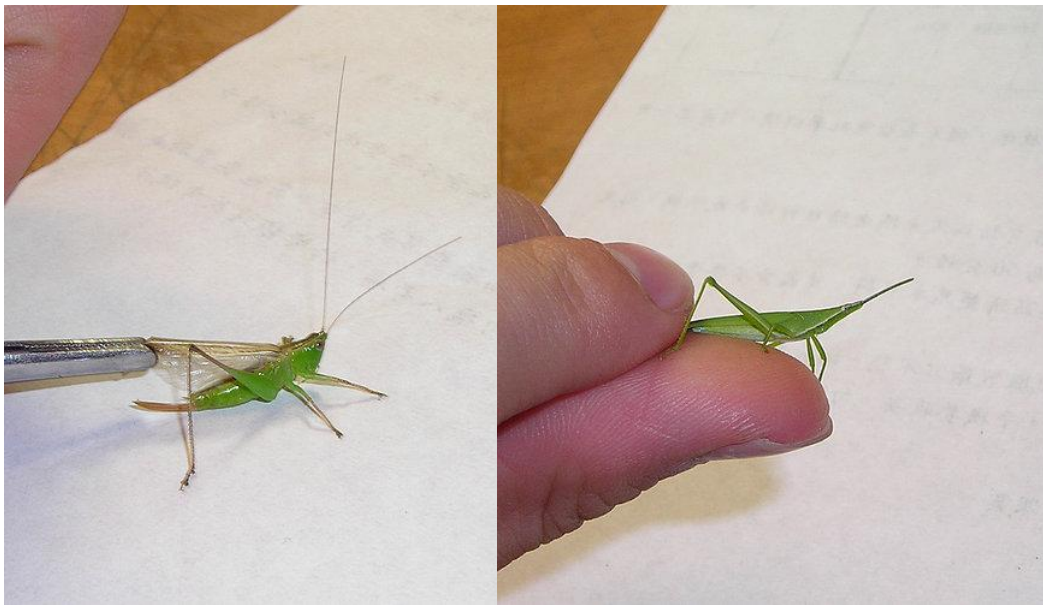
1. 螽斯細長的觸角比身體還長，蝗蟲的觸角比較短。
2. 螽斯多半是雜食性的，蝗蟲則是植食性的。
3. 螽斯的後腳比較細長，蝗蟲則是比較粗壯。



長頭蝗，也就是俗稱的蚱蜢，和螽斯不同的是：翅膀遠比螽斯長



蝗蟲，頭圓圓的算是辨識特徵和長頭蝗並稱為蚱蜢



蝈斯，觸角長於身體或翅膀很短是其特徵

#### (四)跳躍力強度的比較

##### 蝗蟲

身長 1.5cm 腿長 1.75cm	40cm,	35cm	45cm
身長 2.5cm	39cm	60cm	30cm

腿長 3cm			
身長 1.2cm 腿長 1.8cm	38cm	40cm	38cm

### 蝨斯

身長 5cm 腿長 5.5cm	23cm	17cm	30cm
身長 4cm 腿長 5cm	35cm	30cm	16cm
身長 6cm 腿長 6.5cm	32cm	37cm	26cm

### 蟋蟀

身長 4cm 腿長 3.6cm	6cm	9cm	5cm
身長 5cm 腿長 3.9cm	7cm	9cm	11cm
身長 4.6cm 腿長 3.1cm	4cm	5cm	7cm

## (五)攀附力的強弱

	蝗蟲	蟋蟀	蝨斯
玻璃	可以	不可	可以
壓克力	可以	不可	可以
塑膠	不可	不可	可以

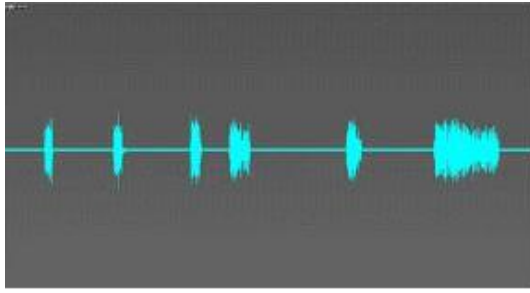
## (六)鳴叫聲的差異

以下為四種蟲類鳴叫聲的音頻圖，藉此可以明顯且清楚的看出其中的差異

蝗蟲

蝨斯

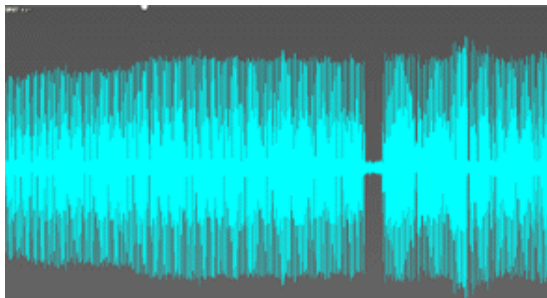




蟋蟀



螞蚱



## 四、直翅目昆蟲的生活方式

在我們的實驗與觀察中，發現到直翅目的昆蟲有許多不同的習性，我們將觀察與實驗的結果輔以資料的輔助，探討他們的特殊行為與生活方式的關連。

### (一) 螞蚱

螞蚱為雜食性昆蟲，大多時間都居住於草叢區，為了覓食或是躲避敵人，對外在的刺激十分敏感，些微的風吹草動他們就會產生跳動的反應。我們也發現一件十分特別的事：螞蚱跳躍時會將自己的身體呈 180 度扭轉，用頭部面對敵人，應該是為了防止脫逃後又被發現時可以立即反應，所以頭部會一直面對著敵人，我們的猜想，這大概是在草叢中只需要跳動即可降低被捕獲的機會，利用自己不是很好的體力作數次的彈跳來躲避危險。如果被敵人發現而自己背對他的話，他只會使自己死亡罷了。

### (二) 蝗蟲

屬於植食性昆蟲，大部分的時間都待在芒草的上方，為了閃避敵人的捕獲，蝗蟲具有十分強大的跳躍力以及體力，也具有飛行的能力，經過我們的探討與資料的統整後，發現因為蝗蟲是植食性昆蟲，所以不必對週遭的刺激給予過度的反應，因為這不會影響到他們的覓食，除非他們覺得外界的刺激對他們而言是威脅時，他們會精準的逃脫，和螽斯四處亂跳的方式不同，他們會往刺激的反方向連續跳躍數次後展翅高飛，依照我們的經驗，抓蝗蟲的難度遠遠勝於抓螽斯！觀察同時又發現到一件很有趣的事：蝗蟲面對威脅的刺激時，會快速的逃脫，但是如果連續數次的給予他們刺激的話，他們會完全沒有任何的動作，縱使你的手已經觸碰到他，他們依舊不會有任何的動作，這可是和反應強烈的螽斯完全不同呢！

### (三) 蟋蟀

雜食性昆蟲，大多時間都會待在土裡，不論是為了覓食還是逃避敵人，都是以快速爬行加上少數的跳躍為移動方式！實驗中，我們發現：蟋蟀在快被抓住或是連續遭受刺激時，他不會像蝗蟲一樣不理會，也不像螽斯一樣亂跳，他們會拼命的往前衝刺，邊跑邊跳的，無論你再多次的刺激，依然會奮力的逃脫，被抓後，發現它會使用比平常大上數倍的力氣拼命掙扎外，還會開始攻擊，這是蝗蟲和螽斯都不會有的反應，再加上蟋蟀身體很滑，要抓住他更是難上加難！我們以此反應推知：蟋蟀的鬥爭性遠遠在螽斯和蝗蟲之上，因為他們面對刺激逃不掉時，會選擇奮力一戰，這可是多數直翅目昆蟲沒有的特性。我們更進一步的探討到蟋蟀的地盤領域很強，觀察結果和資料文獻上，我們發現到蟋蟀很少喜歡同居在一起，會 3、4 隻住一起，但要他們和平的住個 20 隻基本上是不可能的，通常都會打起來，也會看到有些比較弱小的蟋蟀身受重傷，傳統上的鬥蟋蟀也是這樣的！不過我們發現到那些受傷的蟋蟀居然全都是公的，母的蟋蟀反倒都沒受傷，由此我們推論母的蟋蟀較不具有鬥爭性，而且也鮮少成為被攻擊的目標。

### (四) 螻蛄

螻蛄也是雜食性的昆蟲，絕大部分的時間都待在土中，和蟋蟀不同，他們會深入土裡定居，因此他們的覓食和躲避敵人的方式較不同，他們住在土中已鮮少跳躍，反倒是使用像蟋蟀一般的快速爬行法來躲避敵人，由於爬的蠻快和挖土能力佳，使得他可利用四通八達的地道來躲避危險、並覓食輕鬆覓食！

## 五、直翅目昆蟲的的差異以及其原因

在實驗中有發現到直翅目的四大類昆蟲之中，有許多不同的差異，例如：攀附力、跳躍力、叫聲、擬態能力、食物、以及身體構造……等。

### (一)攀附力

我們發現四大類昆蟲他們的攀附力都不一樣，攀附力與昆蟲的棲息環境有極大的關連性。攀附力之所以有差異，在我們的觀察下發現這和他們腳部的構造有很大的相關；螽斯的腳上有細小而量多的倒鉤細刺和細毛，在細刺和細毛的幫助下，可以攀附上許多不同物質表面。蝗蟲的腳部雖然有著和螽斯一樣的倒鉤細刺，可是他並沒有細毛，所以攀附力稍微比螽斯低，而他也因此發展出了飛行的能力，讓他可待在較高的芒草上。而蟋蟀和螻蛄的腳部則是有著粗而量少的倒鉤，這使得他們很難爬，但卻使的他們在土裡行走能力一流，因為粗厚的倒鉤可以產生很強的摩擦力而且又不會沾上泥土、弄不掉。而且我們還發現了腳部構造與叫聲的關係！

### (二)跳躍力

在實驗中我們也發現到他們的跳躍能力有著很大的不同，螽斯的跳躍力排名第二，他雖然有時候可以跳的和蝗蟲一樣高，可是他們跳躍時所需用的體力卻遠輸給蝗蟲。而蝗蟲的跳躍力居四種之冠，加上他又有飛行的能力，逃脫和遷徙的能力更上一層樓阿！他的耐力也是十分的好，基本上只要不是太過分的刺激，他都可以脫離險境！蟋蟀和螻蛄的跳躍力則是敬陪末座，基本上他們很少跳躍，因為居住在土中，以爬行為主，也因住在土中他們都往前跳而不往上，藉由此次實驗和資料的說明，我們可以得知跳躍力和他們的棲息環境有著十分密切的關連！

### (三)叫聲

在實驗中發現他們的聲音除了聽起來不同，原來連發聲的方法都不相同，像螽斯和蝗蟲都是用腳和翅膀摩擦而發出響亮的聲音，而蟋蟀和螽斯則是利用翅膀摩擦發聲，並不需要用到腳來摩擦，發現到這點後馬上將這項發現和觀察腳部的構造所發現的結果予以比對，結果發現到腳部的構造和他們的發聲也有著極大的關係，螽斯和蝗蟲他們的腳有著倒鉤的細刺，有助



於他們摩擦翅膀發聲，也剛好的增加了攀附力，而蟋蟀和螻蛄他們的腳部具有的是粗厚的倒鉤，若他們用腳來摩擦翅膀的話，翅膀即有被刺破的可能，所以選擇了只用摩擦翅膀來發聲，而粗厚的倒鉤也成了他們在土中生活的好幫手！

## 陸、討論

經過多次的實驗育與觀察後，輔以資料進行對於我們研究目的各項實驗並進行討論，希望可以討論出與我們觀察結果不同的東西，希望可以藉由這樣的討論來在補充一些之前所沒發現到的事物，也希望這次探討後可以更加增進我們對生物的熱愛以及對直翅目昆蟲的了解。

## 柒、結論

在多次的觀察和實驗後，我們發現到其實昆蟲所具備的身體構造都和他們生活環境上的適應有著極大的關連，雖然這是一定的，但在我們進行觀察研究之前，並不知道原來有生理構造與棲息環境、生活習性、繁衍後代是息息相關的，例如:若沒有這次的實驗，我們不會知道原來發聲的方式可以和棲息環境中的攀附力有所關連，也不會知道攀附力和跳躍力與棲息環境的密切關係，更不可能會知道直翅目四大種類昆蟲的差異，在這次的觀察與實驗中我們有了一個結論:直翅目昆蟲雖然都屬於同一目，但由於種類的不同依舊有著十分大的差異，從棲息環境到身體構造都可以發現即使棲息環境一樣，他們的生活方式依然很不同，縱使身體構造類似，但是他們做同一件事的方法仍然有著許多的不同方式，我們認為這也就是昆蟲厲害、奇妙的地方，因為如果棲息地和習性太過相近的話，那會造成環境上的競爭，所以縱使很類似也要做出區別，這樣才可以在這廣大的大自然中和平、和樂的共處下來!

## 捌、參考資料及其他

1. 鳴蟲音樂國，許育銜，天下文化出版
2. 動物大探奇，格林國際圖書出版
3. 奇妙的昆蟲，泉源出版社
4. 維基百科:  
<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%9E%BD%E6%96%AF%E7%A7%91>
5. <http://www.wretch.cc/blog/abbottyang/25875995>
6. 台灣大百科全書: <http://taiwanpedia.culture.tw/web/content?ID=13898>
7. <http://nc.kl.edu.tw/bbs/showthread.php?t=4732>

8. 昆蟲影像紀錄-六足王國 <http://freebsd.tspes.tpc.edu.tw/~afu/>
9. 多樣昆蟲網 <http://taibif.org.tw/xoops2/modules/tinyd2/index.php?id=3>

## 【評語】 040711

此作品主要欲觀察直翅目昆蟲(如螞蚱、蟋蟀及蝗蟲)之跳躍力、發聲方式、攀附力等之差異。由於無螞蚱可進行實驗，報告中所使用之螞蚱音頻圖，應述明引用來源，進行實驗時應注意控制相同變因，例如昆蟲性別、體重等因素，會使所得結果更有說服力。