

中華民國第四十四屆中小學科學展覽會

作品說明書

國中組 生物科

030321

桃園縣立觀音國民中學

指導老師姓名

賴昭安

作者姓名

張桓溢

徐敏宜

徐慧珍

中華民國第四十四屆中小學科學展覽會
作品說明書

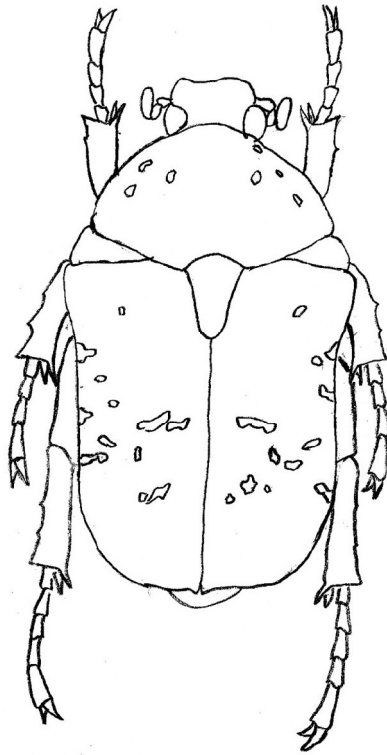
科別：生物科

組別：國中組

作品名稱：飛機草上的寶石-----花金龜生態之初探

關鍵詞：昆蟲生態、東方白點花金龜 (*Protaetia orientalis*)、藍艷白點花金龜 (*Protaetia inquinata*)

編號：



作品名稱：飛機草上的寶石-----花金龜生態之初探

壹、摘要

本研究以本鄉常見的日行性甲蟲：[東方白點花金龜](#) (*Protaetia orientalis*) 及[藍艷白點花金龜](#) (*Protaetia inquinata*) 為研究對象。兩者成蟲外型、習性和棲息地點皆很相似，容易造成混淆。東方白點花金龜的數量較佔優勢，而藍艷白點花金龜的體色具有較高的多樣性。兩者有種間交配的行爲，但不確定能否繁衍下一代。在本鄉，外來種的昭和草和翼莖擴苞菊是成蟲重要的食物來源。成蟲為日行性，有趨光性。野生幼蟲以腐植土為食，但也可以用甘藷塊根和麥片飼養。兩者幼蟲皆以背部爬行，其朝上伸開的足可能扮演感覺器官的角色。儘管不用足爬行，幼蟲仍有攀越垂直障礙物的能力。

貳、研究動機

夏天時，在校園和田裡很容易見到這些甲蟲。他們雖不像獨角仙、鍬形蟲一樣有威武的外表，但他們在陽光下閃亮的色彩和輕盈的飛行姿態，卻深深吸引了我們。在好奇心的趨使下，抓了一對交配中的金龜子，沒想到他們竟然在飼養容器中產卵，還孵化成幼蟲。為了更瞭解這些童年的活玩具，請老師指導後，我們組成了研究小組，一起來探討他們的習性。

本研究與教材之相關性：

- 一、光復版自然與生活科技課本第一冊 1-1 生命的舞臺
- 二、光復版自然與生活科技課本第一冊 5-2 群落和族群
- 三、南一版自然與生活科技課本第二冊 1-1 動物行爲
- 四、南一版自然與生活科技課本第二冊 2-1 動物如何察覺外界的變化

參、研究目的

- 一、比較兩種花金龜成蟲型態特徵以找出辨識方法。
- 二、調查兩種花金龜族群大小及棲息環境。
- 三、觀察兩種花金龜成蟲之交配行爲及產卵數。
- 四、嘗試飼養成蟲並探討其食性。
- 五、觀察成蟲是否有趨光性。
- 六、嘗試飼養幼蟲並探討其食性。
- 七、研究幼蟲體表不同部位對刺激的反應。
- 八、研究幼蟲遇到垂直障礙物時的反應。

肆、研究設備及器材

- 一、野外調查及型態觀察：鑷子，昆蟲飼養箱，油漆筆，捲尺，筆記本，昆蟲圖鑑、數位相機。
- 二、飼養器材：塑膠盒、昆蟲飼養箱、台和大補帖牌園藝栽培土。
- 三、標本製作：燒杯、酒精燈、珠針、三號昆蟲針、昆蟲標本盒、自製燈泡烘箱

伍、研究方法

一、比較兩種花金龜成蟲的型態特徵

- (一) 用鳳梨誘捕或至田裡尋找並捕捉成蟲。
- (二) 比對余清金、小林裕和與朱耀沂（民 87）判斷種類後，留下部分成蟲飼養，其餘釋放。
- (三) 於成蟲交配時，由外生殖器判斷性別，以找出其他可辨別雌雄的特徵。
- (四) 將養至自然死亡的成蟲製成標本，作為後續研究時，辨別種類和顏色的依據。

二、調查兩種花金龜族群大小及棲息環境

- (一) 暑假時，一邊向長輩、同學請教看到花金龜的地點。一邊在住家附近的田野四處尋找成蟲棲息的地點。
- (二) 選擇三處交通便利又安全的休耕地作為樣區。樣區 A 於九月份被犁過，再找一處環境類似的地點作為樣區 D。樣區資料如表一：
- (三) 每月至樣區調查族群數量一次。方法是捕捉每一隻棲息在植物上的成蟲，記錄其顏色、種類及個體數量。
- (四) 由於幼蟲棲息於土中，無法目視找尋。因此先向朋友詢問曾看到幼蟲的地點，經主人同意後挖掘找尋，以瞭解其棲息環境。

三、觀察花金龜交配及產卵行為

- (一) 觀察飼養的成蟲交配的情形。
- (二) 將交配的花金龜一對對分開飼養，記錄其產卵行為及產卵數。

四、嘗試飼養成蟲並探討其食性

- (一) 觀察野生花金龜成蟲取食植物種類及部位。
- (二) 以不同的食物測試成蟲的取食狀況並記錄。
- (三) 觀察飼養中的成蟲習性。
- (四) 將 11 月 1 日捉到的兩種花金龜成蟲各五隻加以飼養並觀察，以了解其是否能越冬。

五、觀察成蟲是否有趨光性。

- (一) 使用半徑 15 公分，高 12 公分之圓形透明玻璃容器。
- (二) 使用 PL 檯燈照容器之一側，另一側以黑紙擋住其他光線。
- (三) 於五個容器正中央各放入一隻成蟲。使其一眼朝向光源，另一眼朝向暗處。
- (四) 每二分鐘觀察一次並記錄。

六、嘗試飼養幼蟲並探討其食性。

- (一) 幼蟲飼養土：參考賴廷奇（民 90）之腐植土製作法，以容易取得的朱槿葉或花製作腐植土。再和購得的園藝栽培土 1：1 混合。



朱槿葉長出白色菌絲



腐爛、褐化的朱槿葉

- (二) 將同一對成蟲產下的 31 枚卵分別放置於 6cm x 5cm x 3cm 的塑膠盒，自卵孵化二週後，每隔 14 至 15 日測量幼蟲體長並更換飼養土。
 - (三) 幼蟲長大後，換成 10cm x 6.5cm x 5cm 的塑膠盒繼續飼養至幼蟲開始製造土繭。
 - (四) 以不同的食物測試幼蟲是否會取食，以找出比腐植土更方便、好取得的幼蟲食物。
- 七、研究幼蟲體表不同部位對刺激的反應

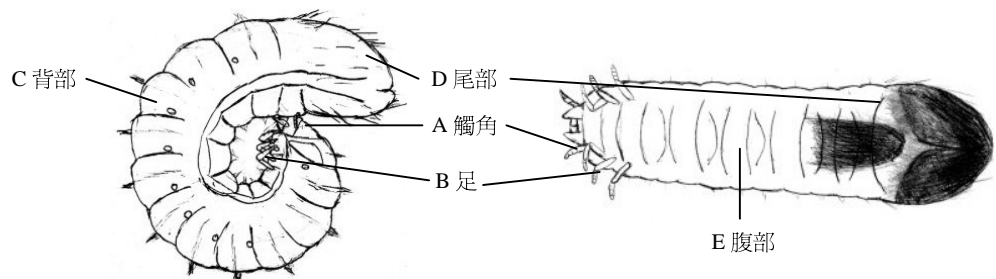
- (一) 選擇 6 隻三齡幼蟲放置在紙盒中。
- (二) 在幼蟲呈蜷曲狀態時，以軟硬不同質地的水彩筆依序輕輕觸碰部位 A 至 D (如圖一)。刺激完一部位後，間隔二分鐘再刺激下一部位，以免干擾。實驗設計如表二。

表	筆毛質地	碰觸位置			
二	軟質水彩筆	(A) 觸角	(B) 足	(C) 背部	(D) 尾部
	硬質水彩筆	(A) 觸角	(B) 足	(C) 背部	(D) 尾部

- (三) 次日，以同批幼蟲進行步驟四之實驗。
- (四) 等待幼蟲身體伸直平躺、不再蜷曲後。重複步驟 (二)。此時幼蟲背部朝下，不易碰觸，改為碰觸腹部 (代號 E)。實驗設計如表三。

表	筆毛質地	碰觸位置			
三	軟質水彩筆	(A) 觸角	(B) 足	(E) 腹部	(D) 尾部
	硬質水彩筆	(A) 觸角	(B) 足	(E) 腹部	(D) 尾部

圖一



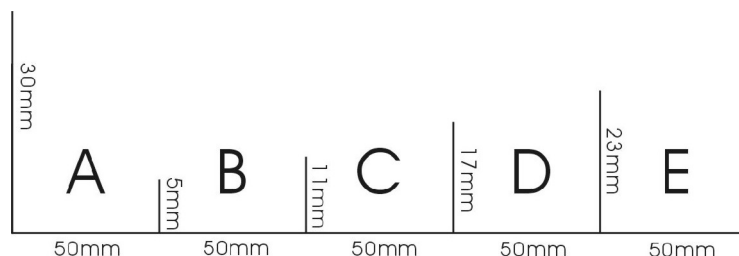
八、研究幼蟲遇到垂直障礙物時的反應。

(一) 使用硬質紙製作如圖二的實驗器材。

(二) 挑選 10 隻三齡幼蟲。

(三) 測量其長度及重量後，放入 A 區中，觀察並記錄幼蟲的反應。

圖二



攀越垂直障礙中



攀越垂直障礙

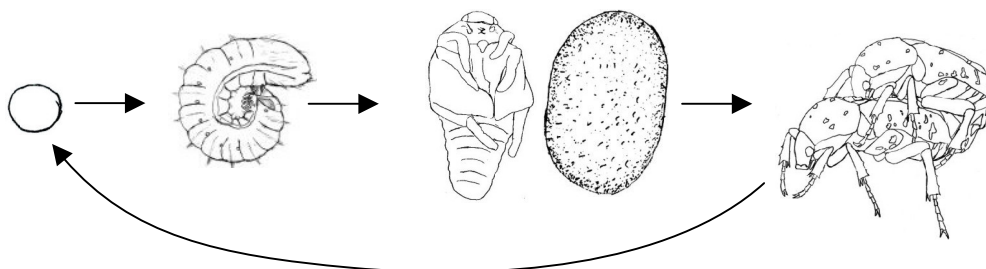
陸、研究結果

一、辨別兩種花金龜成蟲

(一) 依據余等(民 87)，我們研究的對象是金龜總科、花金龜亞科、白點花金龜屬的東方白點花金龜 (*Protaetia orientalis*) 和藍艷白點花金龜 (*Protaetia inquinata*)。以下以「東方」代表「東方白點花金龜」，「藍艷」代表「藍艷白點花金龜」。

(二) 整理前人研究資料，花金龜分佈於全省中低海拔，為完全變態的昆蟲。幼蟲以腐植土為食，以背部著地、足朝上的姿態爬行是其特徵。三齡幼蟲化蛹前會製作土繭作為蛹室。成蟲為日行性，喜訪花吸蜜，其生活史如圖三：

圖三 生活史





孵化中的卵



幼蟲



即將羽化的成蟲



土繭中的蛹

(三) 兩種花金龜成蟲不論外型及棲息環境皆很類似，尤其是紅棕色的藍艷成蟲很容易被看成東方成蟲。將觀察心得和文獻（余等，民 87）比較後，整理出如圖四之檢索表，各部位之說明如圖五。



東方白點花金龜的頭楯上掀



藍艷雄蟲的脛距是 S 形

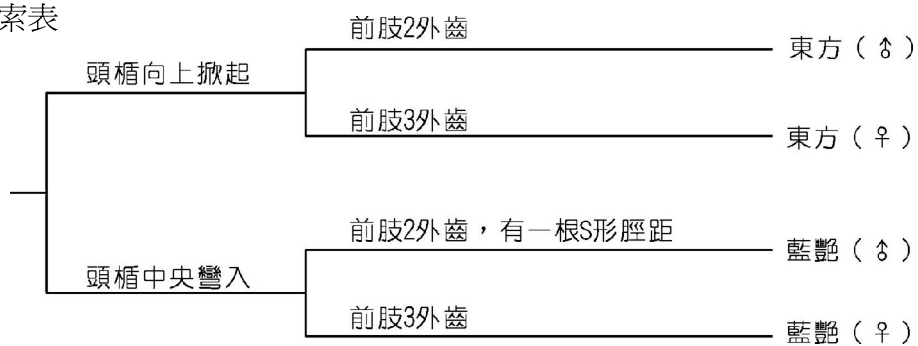


翼莖擴苞菊上的東方

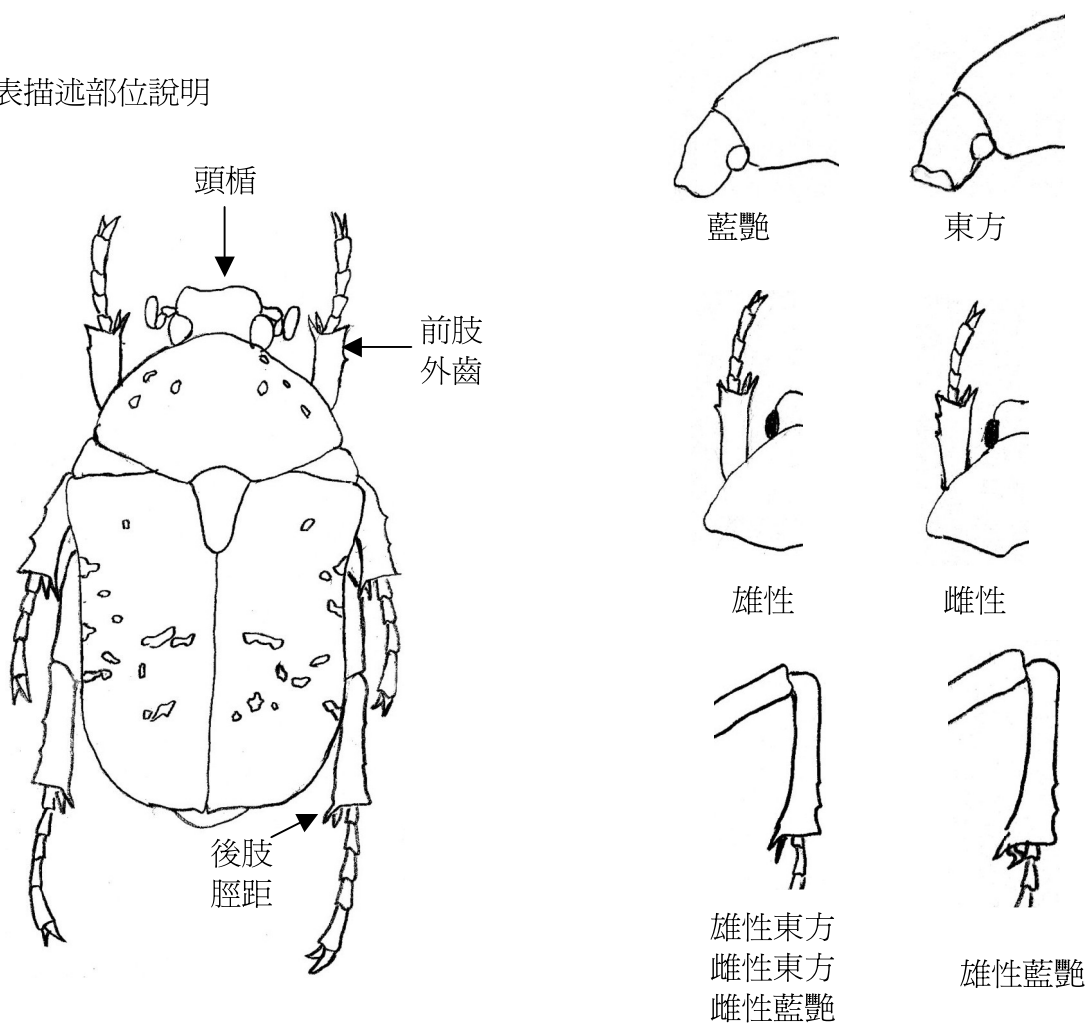


翼莖擴苞菊上的紅棕色藍艷

圖四 成蟲檢索表



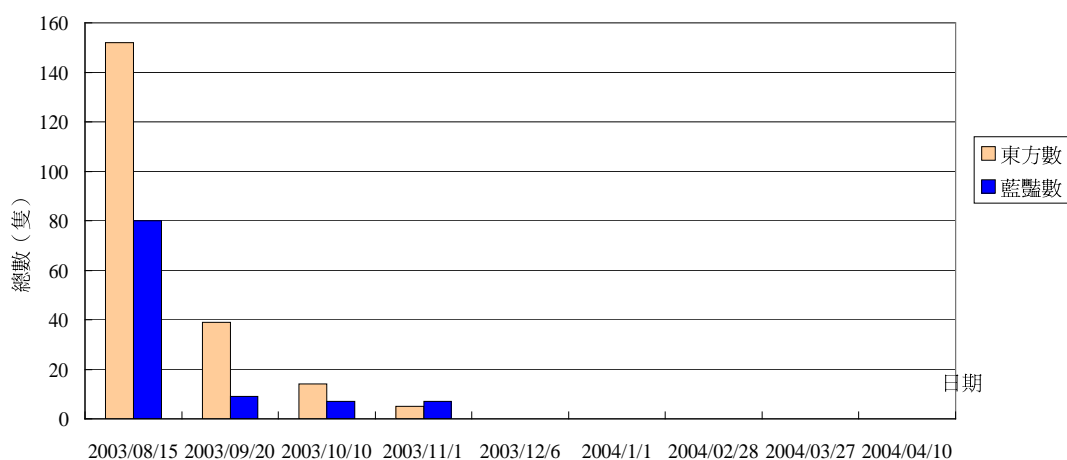
圖五 檢索表描述部位說明



二、調查兩種花金龜族群大小及棲息環境

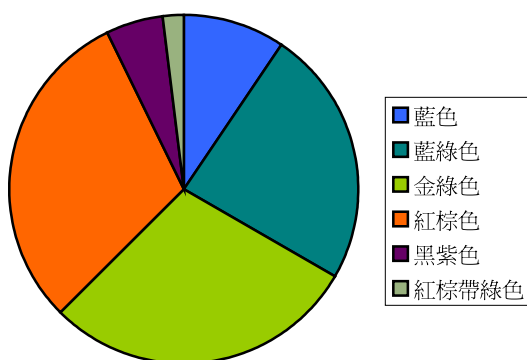
- (一) 野外調查發現，兩者棲息環境重疊。從八月到十月，各樣區中皆以東方成蟲數量較多。11月時，捉到的藍艷雖然較東方多，但只多兩隻。東方成蟲和藍艷成蟲數量的平均比值為 2.2。
- (二) 野外成蟲數量在夏天時最多，秋季逐漸減少。十二月以後就找不到了。五月時，各個樣區皆被犁掉，所以無樣區調查紀錄。於 4 月 20 日時在校園內已發現東方成蟲。
- (三) 各樣區、各次的調查記錄如表四及圖六：

圖六 野外調查成蟲族群大小變化圖



- (四) 調查時發現，藍艷成蟲的體色差異很大。我們將其體色先分為三大色系，每一色系再分為數種顏色。同一色系中的各種顏色是呈連續變化的。藍綠色系個體最常見。紅棕帶綠色的個體最少見，在文獻及網站上均查不到這種體色的相關資料。藍艷成蟲體色記錄如表五及圖七，

圖七 藍艷成蟲各種體色的比例圖





捕捉到的各色藍艷成蟲



藍艷成蟲體色差異大

(五) 我們到同學曾看到金龜子幼蟲的地點(菜園、落葉堆、甘藷田、雞糞堆肥等)挖掘，找到的金龜子幼蟲大多以足部爬行，依此判斷其不是花金龜的幼蟲。我們在稻草堆下及農舍旁的腐植土中(表六)，找到以背部爬行的幼蟲。採集數隻幼蟲帶回飼養，於今年 5 月 24 日起，陸續羽化，因此可判斷其為東方的幼蟲。



農舍旁挖到的野生幼蟲



以足部行走的不是花金龜幼蟲

三、花金龜交配及產卵行為之觀察

- (一) 兩種花金龜的雄蟲可與多隻雌蟲交配，雌蟲亦可與多隻雄蟲交配。
- (二) 雌蟲會潛入土中產卵。產完卵後，雌蟲仍可存活一段時間。
- (三) 產卵數統計如表七。東方平均產卵數為 40 枚，藍艷為 22 枚。
- (四) 藍艷配對時，似乎不受體色的影響。在野外曾數次看到東方雄蟲與藍艷雌蟲交配，但未曾看到藍艷雄蟲與東方雌蟲交配。由於未捕捉飼養，因此兩者交配後，能否繁衍下一代仍須進一步實驗研究。



東方雄蟲和藍艷雌蟲



東方雄蟲和藍艷雌蟲

四、成蟲的飼養及食性測試

- (一) 兩種花金龜在田野間都喜歡啃食昭和草 (*Crassocephalum rabens*) (又名飛機草) 的花朵和嫩芽。九月時，昭和草成片枯死，兩種花金龜都轉為棲息在翼莖擴苞菊 (*Pluchea sagittalis*) 上。除了啃食翼莖擴苞菊的花外，莖的傷口流出的汁液也會吸引花金龜和蟻、蠅、蜂類等群聚吸食。飼養的成蟲會吃西瓜，令我們意外的是，西瓜田裡雖有許多破裂的瓜，仍找不到成蟲。
- (二) 在飼養環境下，成蟲會吃鳳梨、西瓜、荔枝、蘋果、哈密瓜、葡萄等新鮮水果。腐臭發酸後，成蟲仍會吃。
- (三) 於 11 月 1 日捉到的成蟲，在飼養的過程中未觀察到交配行為，隨著氣溫下降而逐漸降低活動力，並停止攝食。其中三隻東方成蟲於今年 2 月 20 日甦醒，並曾飛起來，但一週後氣溫下降時都死亡了。另二隻於 4 月 17 日甦醒，活到現在，其中一隻雄蟲還能與雌蟲交配。藍艷成蟲則全部無法活過冬季。



啃食昭和草的東方



啃食昭和草的藍艷



群聚翼莖擴苞菊莖部的花金龜



以荔枝和昭和草餵食成蟲

五、成蟲是否有趨光性

- (一) 由觀察和參考張永仁 (民 87)，賴 (民 90)，李季篤 (民 91) 等得知，花金龜成蟲是日行性昆蟲，和獨角仙、鍬形蟲等的習性不同。
- (二) 實驗結果發現成蟲有明顯的趨光性。觀察紀錄如表八。



成蟲有明顯的趨光性

六、幼蟲的飼養及食性測試

(一) 賴 (民 90), 李 (民 91) 及衛星甲蟲網指出, 可使用腐植土來飼育幼蟲。野外調查發現幼蟲棲息於疏鬆、黑褐色的腐植土中。

(二) 以新鮮食物和腐爛食物測試幼蟲食性, 結果如表九。

表九 幼蟲食性記錄表

食物種類		植物性					動物性	
新鮮	馬鈴薯	甘藷	包心菜	朱槿葉	朱槿花	鳳梨皮	麥片	狗食
取食狀況	不吃	吃	不吃	不吃	不吃	不吃	吃	不吃
腐爛	馬鈴薯	甘藷	包心菜	朱槿葉	朱槿花	鳳梨皮	麥片	狗食
取食狀況	不吃	不吃	不吃	吃	吃	吃	不吃	不吃

(三) 將甘藷切片或腐爛的鳳梨皮放在土上, 幼蟲會群聚其下啃食。將養雞用的麥片灑在土面, 會被拖到土中啃食掉。幼蟲會鑽入腐爛的朱槿葉或花中去取食。賴 (民 90) 提到幼蟲會吃狗食, 但觀察發現幼蟲並不會食用。

(四) 幼蟲剛孵化時, 螞蟻會成群地將幼蟲唧走。因此飼養時, 必須提防螞蟻入侵。

(五) 由同一對藍艷成蟲所產下的 31 枚卵, 孵化兩週後, 每隔 14-15 日測量其體長記錄如表十及圖八、圖九。

(六) 1 月 15 日時, 發現第 27 號幼蟲氣孔長黑斑死亡。4 月 23 日時, 發現有三隻幼蟲於飼養容器底部製作土繭化蛹, 為避免干擾幼蟲製作土繭, 於換土及添加食物後, 即暫停換土、測量。

(七) 由平均體長來看, 幼蟲於剛孵化時期成長速度較快。

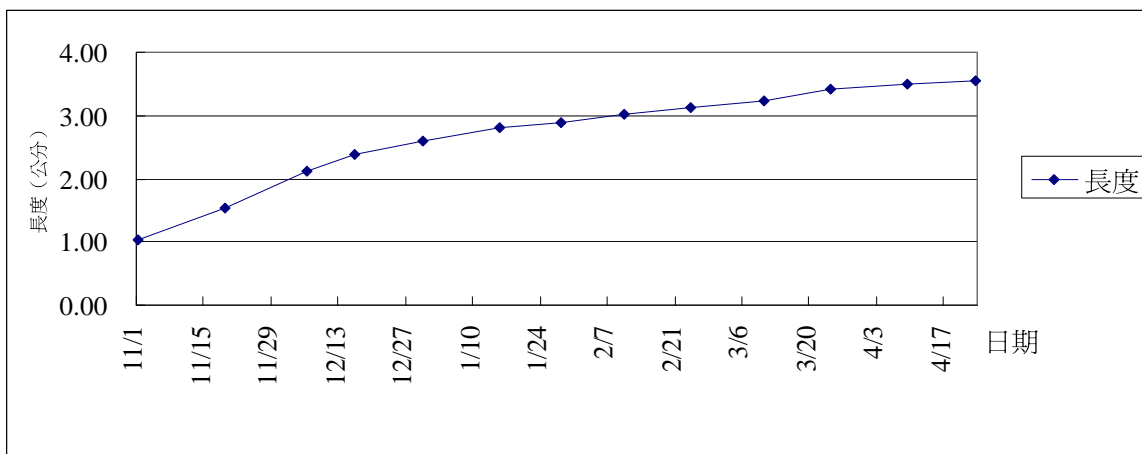
(八) 雖然沒有進行保溫, 飼養的幼蟲皆能順利越冬。



被幼蟲啃食過的甘藷

長黑斑的幼蟲

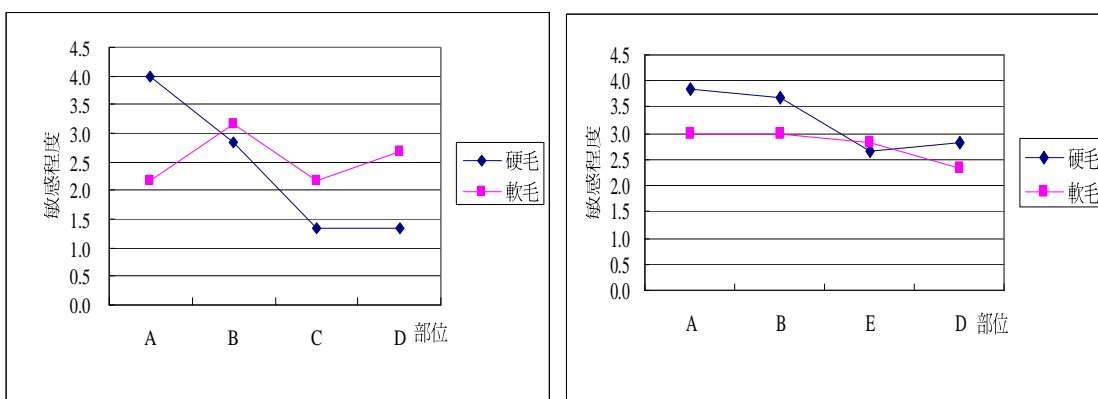
圖九 幼蟲平均體長記錄圖



七、幼蟲體表不同部位對刺激的反應情形。

(一) 由結果可看出，蜷曲狀態時以觸角對硬質筆毛最敏感，足部的毛對軟質筆毛最敏感。平躺狀態時，觸角和足部的毛對硬質筆毛的敏感程度相當。平躺狀態時，各部位對軟質筆毛的敏感度相差不大。如表十一及圖十。

圖十 幼蟲不同部位對刺激的反應情形圖



部位 A：觸角 B：足部的毛 C：背部 D：尾部的毛 E：腹部
 反應程度 0：不動 1：輕微動一下 2：伸直並爬走 3：蜷曲身體 4：劇烈閃躲 5：咬水彩筆

八、幼蟲遇到垂直障礙物時的反應。

- (一) 將幼蟲放在沒有盛土的容器中時，幼蟲會先沿著容器邊緣爬行，找不到出口後，接著以大顎啃咬容器的垂直轉角處，啃咬一陣子之後，幼蟲會將身體伸直，以背部朝向垂直障礙，頭朝上、尾朝下不斷努力試圖爬過障礙。
- (二) 幼蟲爬越垂直障礙的紀錄如表十二，編號 05 的幼蟲可以爬過 1.7 公分高的障礙物，大多數的幼蟲也都能爬過 1.1 公分高的障礙，約是體長的三分之一。

柒、討論

一、兩種花金龜的型態特徵與辨別方式

- (一) 兩種花金龜成蟲外型相似，棲息環境也相似，因此很容易被混淆。我們以余等（民 87）做為分類上主要的依據。張（民 87）將雌性的藍艷成蟲當成綠艷白點花金龜。李（民 91）將這兩種花金龜當成近似的綠艷白點花金龜（*Protaetia elegans*），且性別鑑定錯誤。由於實驗初期時我們以張（民 87）作為鑑定種類的依據，導致我們無法確定去年七月時的野外調查記錄是否正確。
- (二) 東方成蟲的體色以褐色為主，藍艷成蟲的體色差異較大，大致上可分為藍綠色系和棕色系。由於發現了紅棕帶綠色的個體，所以我們認為成蟲體色可能可以遺傳。由於找不到相關資料，因此需要進一步的實驗來證實。
- (三) 兩者成蟲體色在陽光下十分耀眼，很遠就可以發現，我們推測這麼豔麗的體色可能是用來避免被捕食的警戒色。成蟲外骨骼顯色原理值得進一步研究。
- (四) 觀察成蟲交配情形，我們認為藍艷成蟲配對時不受體色影響。

二、兩種花金龜的族群大小

- (一) 兩種花金龜不但外型相似，習性、食物和棲息環境也相似，兩種花金龜之間應為競爭關係。依調查結果，東方成蟲之數量約為藍艷的 2.2 倍。因此，我們認為在我們的研究區域以東方白點花金龜較佔優勢。
- (二) 由實驗結果推測東方白點花金龜較佔優勢的原因是：產卵數較多，且耐寒力較佳，能度過冬季。

三、花金龜交配及產卵行為

- (一) 由於雌雄蟲皆可交配多次，進行遺傳研究時需特別注意此點。
- (二) 兩者有種間交配的現象，但不確定是否可產生下一代。值得注意的是，我們從未觀察到藍艷雄蟲與東方雌蟲交配的情形。

四、花金龜成蟲的飼養與觀察

- (一) 夏秋季出現的成蟲會交配產卵，以幼蟲的狀態在土中度冬。而年底（11 月份）出現的成蟲，則以成蟲的狀態度冬，並在隔年交配。

- (二) 實驗室飼養的花金龜於四月份時尚未破繭而出。因此今年四月份在校園內抓到的東方成蟲，可能是從去年冬季蟄伏至今年春季甦醒的，而不是由蛹羽化而成的。
- (三) 冬季時，在野外不易找到成蟲，可能是成蟲已死亡或呈蟄伏狀態。
- (四) 藍艷成蟲的耐寒能力較弱，即使被飼養在室內中亦無法度過冬季。
- (五) 據家中長輩的說法，花金龜會群聚啃食西瓜，但我們在西瓜田並未觀察到這樣的現象，推測原因可能和施用農藥有關。

五、成蟲具有明顯的趨光性

- (一) 成蟲是日行性的甲蟲，但仍有明顯的趨光性。
- (二) 賴(民90)，李(民91)提到成蟲在產卵時會潛入土中。我們觀察到成蟲除了產卵外，傍晚亦會潛入土中棲息。這也是無法在夜間使用燈光採集法捕捉成蟲的原因。

六、花金龜成蟲與幼蟲的攝食方式與食性

- (一) 網站資料指出，花金龜成蟲喜歡到木本植物的花上吸蜜。夏秋季時，田野間最常見的木本開花植物是黃槿和朱槿，但並未在這兩种植物的花上觀察到成蟲。可能是因為缺乏適當的木本蜜源植物，因此，成蟲改為啃食草本植物的嫩芽和花朵。
- (二) 在數個月的觀察後，我們發現野生成蟲會群聚在[昭和草](#)或[翼莖擴苞菊](#)上取食，有大片昭和草和翼莖擴苞菊分佈的地點，就很容易找到花金龜成蟲。我們認為在我們的調查地區，花金龜成蟲之分佈地點受到這兩种植物分佈的影響很大。
- (三) 成蟲可用水果切片餵食，飼養起來相當方便。
- (四) 幼蟲以腐植土為食，亦可用甘藷切片、麥片飼養。甘藷和麥片容易取得，比用腐植土餵食更方便。

七、幼蟲體表不同部位對刺激的敏感程度

- (一) 以背部著地爬行是花金龜幼蟲的重要特徵。我們一直很好奇幼蟲的足到底有什麼功能？除了可以抱住甘藷或麥片啃食外，幼蟲足上短短的毛似乎相當敏感，我們大膽推測朝上翻起的足是扮演觸覺器官的角色，功能是感測土中的環境變化。

八、幼蟲對垂直障礙的反應

- (一) 幼蟲遇到障礙物時，會出現固定的行為模式：先尋找可能的出口，接著啃咬障礙物底部，頭朝上、背朝下，努力以背部攀越過障礙物。
- (二) 飼養幼蟲的容器若不加蓋，容器的高度必須比土面高出幼蟲體長三分之一以上，幼蟲才不會爬出。

捌、結論

- 一、東方與藍艷白點花金龜是常見的原生甲蟲，我們卻找不到探討其野生族群棲息環境及生態的相關文獻。
- 二、兩種花金龜成蟲雖然外型和習性十分相似，但可由頭楯前緣和後肢脛距的形態來區分。部分文獻和網站中的分類方式是錯誤的。兩種花金龜是否可以進行種間雜交需再進一步

探討。

- 三、由兩種花金龜之棲息環境、食性來看，兩者應為競爭關係。由數量來看，東方白點花金龜比藍艷佔優勢。東方白點花金龜的產卵數和成蟲越冬能力皆較藍艷強，可能是其優勢的原因。
- 四、在我們的研究區域，兩種花金龜成蟲皆以外來種的昭和草和翼莖擴苞菊為食。花金龜與這兩種植物的關係值得深入探討。
- 五、花金龜是以幼蟲或成蟲的狀態越冬，但藍艷白點花金龜成蟲的耐寒力較差。
- 六、藍艷白點花金龜成蟲的體色多樣性很高，其體色可能可以遺傳。鮮豔的體色可能是警戒色。
- 七、成蟲有趨光性，但日落及產卵時，成蟲皆會潛入土中，因此無法在夜間用燈光集蟲法誘捕。
- 八、成蟲可用水果切片飼養。幼蟲通常以腐植土為食，亦可用新鮮甘藷和麥片餵食。
- 九、幼蟲的足並不是行走用的器官，而是扮演感覺器官的角色。
- 十、幼蟲遇到障礙物時有固定的行為模式：搜尋可能的出路→啃咬障礙物底部→嘗試以背部攀越過障礙物。。
- 十一、幼蟲的雖然不用足爬行，但仍可用背部爬越三分之一體長高度的障礙物。

玖、參考資料

- 1.余清金、小林裕和、朱耀沂（民 87）。植食性金龜（初版）。台北市：木生昆蟲博物館。
- 2.李季篤（民 91）。校園常見的昆蟲-綠艷白點花金龜。科學研習：第 41 卷第 6 期，P.43-46。
- 3.張永仁（民 87）。昆蟲圖鑑（初版）。台北市：遠流出版事業股份有限公司。
- 4.賴廷奇（民 90）。沈醉兜鍬(初版)。台中市：晨星事業群。
- 5.衛星甲蟲網（民 93 年 5 月 10 日），取材：<http://beetle888.com/main.htm>

附錄 A

表一 樣區描述

樣區	地點	環境	形狀及大小
樣區 A	三和村 1 號旁	附近有人種四季豆，百香果。長有昭和草、大花咸豐草、紫花藿香薊。	三角形 27m，16m，20m
樣區 B	三和村 廖宅旁	長有紫花藿香薊、昭和草、大花咸豐草、翼莖擴苞菊。	矩形 38m x 33m
樣區 C	石磊村	長有黃豆、昭和草、大花咸豐草	矩形 52m x 40m
樣區 D	坑尾村	附近有人種四季豆，火龍果。長有昭和草、大花咸豐草、紫花藿香薊。	三角形 20m，18m，19m

表四 野外調查成蟲族群大小變化記錄表

日期	東方白點花金龜					藍艷白點花金龜					比值
	A	B	C	D	總和	A	B	C	D	總和	
2003/8/15	10	57	85		152	0	37	43		80	1.9
2003/9/20	0	23	0	16	39	0	6	0	3	9	4.3
2003/10/10	0	14	0	0	14	0	7	0	0	7	2.0
2003/11/1	0	5	0	0	5	0	7	0	0	7	0.7
2003/12/6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
2004/1/1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
2004/02/28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
2004/03/27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
2004/04/10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-

樣區 A：三和村一號旁 樣區 B：三和村廖宅旁 樣區 C：石磊村 樣區 D：坑尾村

表五 各種體色藍艷白點花金龜成蟲體色記錄表

色系	顏色	樣區 A	樣區 B	樣區 C	樣區 D	總數
藍綠	藍色	0	12	6	0	18
	藍綠色	0	29	16	1	46
	金綠色	0	40	15	1	56
棕	紅棕色	1	33	26	1	61
	黑紫色	0	2	5	0	7
混和	紅棕帶綠色	0	3	1	0	4

表六 幼蟲棲息環境記錄表

地點	環境描述
大潭村	在水泥晒穀場上，稻草堆下。有約三十公分厚的鬆軟黑色土層。除了花金龜幼蟲外，土中可發現白蟻、鼠婦、蚯蚓，曾看到一條盲蛇。
新興村	在農舍旁蓮霧樹下及百香果棚架下的深厚鬆軟、濕黑土層中。除了花金龜幼蟲外，還可發現鼠婦、蚯蚓、蜈蚣等，並找到兩隻鍬形蟲幼蟲。

表七 成蟲配對情形及產卵數記錄表

編號	種類	配對	產卵數 (枚)	交配日期
1	東方	褐 x 褐	54	7月30日
2	東方	褐 x 褐	46	7月30日
3	東方	褐 x 褐	20	7月30日
平均			40	
4	藍艷	黑紫 x 藍綠	6	7月27日
5	藍艷	金綠 x 金綠	10	7月27日
6	藍艷	藍綠 x 黑紫	35	7月29日
7	藍艷	藍綠 x 藍綠	29	7月29日
8	藍艷	金綠 x 藍	30	10月18日
平均			22	

表八 成蟲對光源反應記錄表

成蟲編號	對光源反應
01	直接爬向光源，在光源附近爬行
02	直接爬向光源，在光源附近爬行
03	直接爬向光源，沿著容器爬一圈後又回到光源處
04	直接爬向光源，沿著容器爬一圈後又回到光源處
05	直接爬向光源，不斷抓著朝向光源的玻璃壁

表十 幼蟲體長記錄表

編號	11/1	11/19	12/6	12/16	12/30	1/15	1/28	2/10	2/24	3/10	3/24	4/9	4/23	
01	1.6	2.0	2.1	2.2	2.2	2.3	2.3	2.6	2.6	2.6	3.1	3.5	3.5	
02	0.6	1.0	1.8	2.1	2.1	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	3.0	3.5	
03	1.8	2.3	2.5	3.0	3.2	3.2	3.2	3.3	3.3	3.3	3.7	3.7	3.7	
04	1.0	1.0	2.0	2.0	2.7	2.7	2.7	2.8	3.0	3.5	3.8	3.8	3.8	
05	1.0	1.2	1.9	1.9	2.1	2.7	2.8	2.8	2.8	2.8	3.0	3.2	3.2	
06	1.0	1.8	2.1	2.3	2.9	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.3	3.3	3.3	
07	0.5	1.3	2.1	2.2	2.2	2.8	2.9	3.0	3.0	3.5	3.5	3.5	3.5	
08	0.7	1.2	2.0	2.0	2.5	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	3.4	3.5	3.5	
09	0.6	1.5	2.0	2.1	2.5	2.9	2.9	3.0	3.0	3.2	3.5	3.5	3.5	
10	1.0	1.5	2.2	2.2	2.8	2.8	2.9	2.9	2.9	2.9	3.2	3.3	3.3	
11	1.3	1.5	2.2	2.4	2.6	2.7	2.8	2.8	3.1	3.1	3.8	3.8	3.6	
12	1.3	2.3	3.0	3.3	3.3	3.3	3.4	3.5	3.6	3.6	3.7	3.7	3.7	
13	0.8	1.1	2.0	2.5	2.5	2.6	2.7	2.8	3.0	3.2	3.5	3.5	3.5	
14	1.4	2.0	2.4	2.4	2.4	2.7	2.8	3.0	3.2	3.5	3.7	3.7	3.7	
15	0.8	1.3	2.0	2.0	3.0	3.0	3.2	3.2	3.2	3.3	3.8	3.8	3.8	
16	1.9	2.3	2.5	3.0	3.4	3.4	3.4	3.5	3.6	3.6	3.6	3.6		
17	0.6	1.0	2.2	2.2	2.2	2.8	2.8	2.9	2.9	3.0	3.0	3.2	化蛹	
18	1.5	2.0	2.3	3.0	3.0	3.0	3.5	3.6	3.7	3.8	3.8	3.8		
19	1.6	2.0	2.1	2.8	2.8	3.1	3.1	3.1	3.1	3.5	3.6	3.6	3.6	
20	0.8	1.0	1.5	2.6	2.8	3.5	3.5	3.5	3.6	3.7	3.7	3.7	3.7	
21	1.3	2.4	2.6	3.1	3.1	3.2	3.3	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	
22	0.6	1.2	2.0	2.4	2.7	3.0	3.0	3.2	3.2	3.5	3.5	3.5	3.5	
23	0.7	0.9	1.8	2.2	2.5	2.8	2.8	2.8	3.2	3.2	3.3	3.3	3.3	
24	1.8	2.2	2.5	2.9	3.0	3.0	3.0	3.2	3.5	3.6	3.7	3.7	3.7	
25	0.8	2.0	2.2	2.2	2.2	2.4	2.4	3.0	3.0	3.0	3.0	3.3	3.4	
26	0.6	1.0	1.9	2.1	2.1	2.1	2.1	2.5	2.5	2.5	2.5	3.0	3.7	
27	0.6	1.0	1.6	1.6	1.6	死亡								
28	0.5	1.3	2.1	2.2	2.4	2.5	2.9	3.1	3.2	3.3	3.6	3.6	3.8	
29	0.7	1.3	2.1	2.3	2.5	2.5	2.7	2.8	2.9	2.9	3.0	3.0	3.2	
30	1.6	2.4	2.6	3.0	3.0	3.0	3.2	3.3	3.3	3.3	3.8	3.8	3.8	
31	0.7	1.0	1.8	2.0	2.0	2.0	2.0	2.1	3.4	3.6	3.5	3.5	3.7	
平均	1.02	1.55	2.13	2.39	2.59	2.82	2.90	3.01	3.13	3.23	3.43	3.49	3.55	

表十一 幼蟲各部位敏感程度記錄表

編號	幼蟲呈蜷曲狀態								幼蟲呈平躺狀態							
	尼龍毛水彩筆				軟毛水彩筆				尼龍毛水彩筆				軟毛水彩筆			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	E	D	A	B	E	D
01	4	3	3	1	3	4	3	4	4	4	2	4	3	4	4	2
02	5	2	0	0	0	0	0	0	4	4	4	2	4	2	2	2
03	4	4	0	0	4	4	4	4	4	4	2	3	3	3	4	3
04	4	4	2	1	2	4	4	4	5	2	2	2	2	4	2	2
05	4	4	3	3	2	4	2	4	3	4	3	2	3	2	3	3
06	3	0	0	3	2	3	0	0	3	4	3	4	3	3	2	2
平均	4.0	2.8	1.3	1.3	2.2	3.2	2.2	2.7	3.8	3.7	2.7	2.8	3.0	3.0	2.8	2.3

部位 A：觸角 B：足部的毛 C：背部 D：尾部的毛 E：腹部

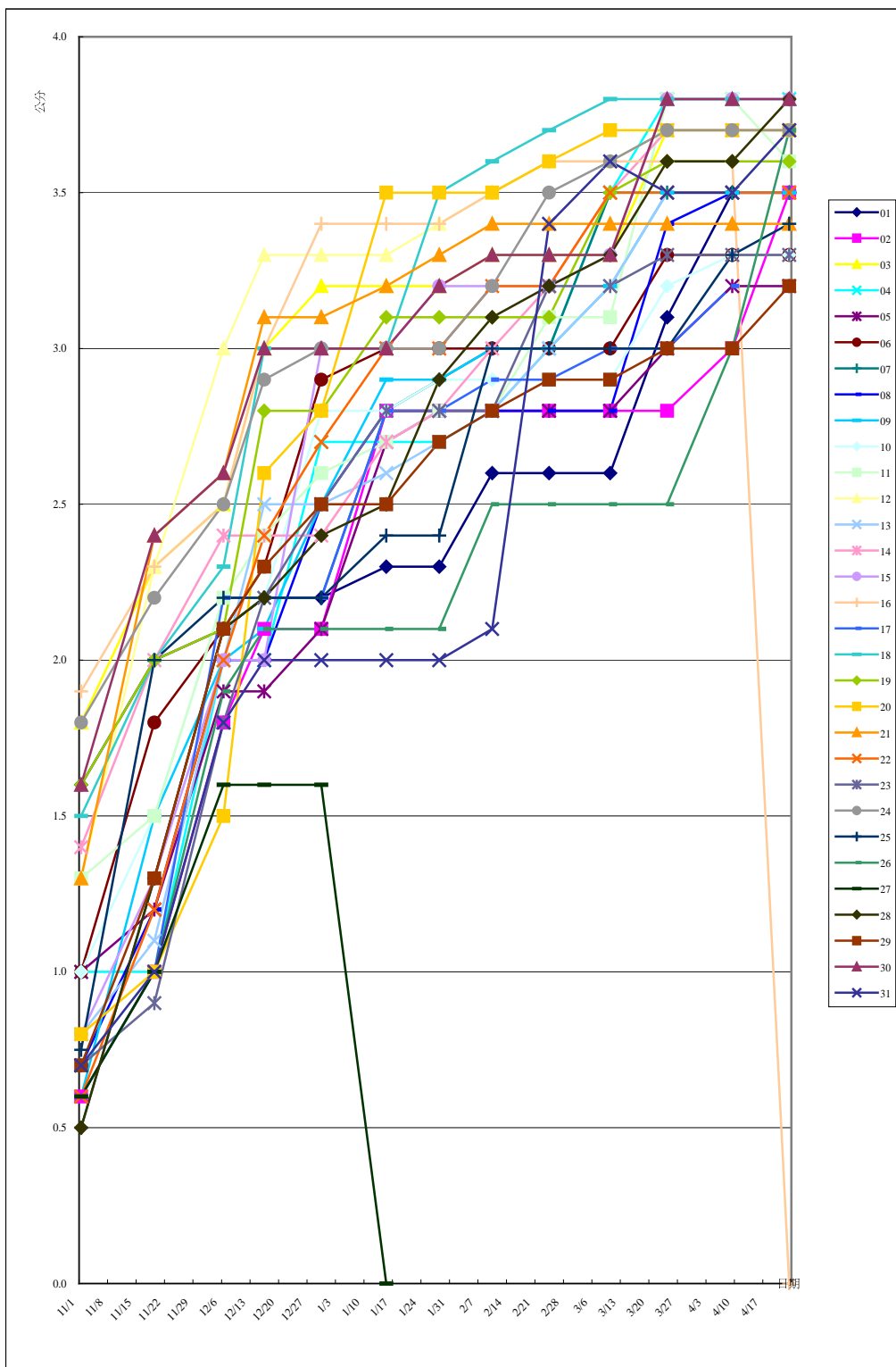
反應程度 0：不動 1：輕微動一下 2：伸直並爬走 3：蜷曲身體 4：劇烈閃躲 5：咬水彩筆

表十二 幼蟲攀越高度記錄表

編號	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
幼蟲體長	3.3	3.4	3.3	3.2	3.2	3.7	3.7	3.6	3.7	3.7
幼蟲體重	1.36	1.67	1.39	1.42	1.51	1.7	1.83	1.91	1.81	1.37
越過高度(cm)	1.1	1.1	1.1	1.1	1.7	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1

附錄 B

圖八 幼蟲體長記錄圖



附錄 C

一、成蟲標本製作法

- (一) 參考衛星甲蟲網上之昆蟲標本製作法
- (二) 將自然死亡之成蟲體表擦乾淨。
- (三) 準備九十度熱水。
- (四) 將成蟲小心放入熱水中，浸泡三分鐘。
- (五) 自熱水取出成蟲，以鑷子測試足部是否已軟化。如未軟化，重複步驟二至三。
- (六) 已軟化者，於右側翅鞘前方插入三號昆蟲針。
- (七) 以珠針固定足的位置（展足）。
- (八) 以 40 瓦燈泡烘 48 小時。
- (九) 放入標本盒中保存。

二、腐植土製作法

- (一) 參考賴(2001)之腐葉土製作法。
- (二) 採集朱槿之葉或花。
- (三) 烘乾。
- (四) 放入塑膠盒中，加入十分之一體積的米糠及麵粉。
- (五) 以噴霧器邊噴水邊攪拌。
- (六) 每二至三日打開換氣並攪拌一次。直至臭味消失。

評語

030321 國中組生物科 最佳創意獎

飛機草上的寶石

1. 材料新穎，已俱備族群研究雛形。
2. 資料處理仍需加強。