

投稿類別：國小自然類組

論文篇名：紫艷大白星天牛的身體構造及功能探究

作者：

黃于真 東華附小 六年級

董懷襄 東華附小 六年級

黃國威 東華附小 五年級

陳 實 東華附小 六年級

指導老師 周裕欽老師 東華附小

陳雍青老師 東華附小

紫艷大白星天牛的身體構造及功能探究

壹、前言

一、研究動機

(一)研究動機

今年暑假，我們在一片烏心石樹林間發現一大群的紫艷大白星天牛 (Calloplophora albopicta)，讓我們不由得靜下心來細細的觀察牠們，發現牠們的背板在陽光照耀下，會發出閃亮且鮮豔的紫色光澤，看起來真的是非常的特殊漂亮。我們就在想，如果能夠進一步認真的觀察與探究，一定能夠進一步發現更多好玩、有趣的事，而且能夠學到許多寶貴的生物學知識。於是我們展開組隊，徵求老師的指導，利用暑假期間多次到棲地進行野外觀察，同時攝影記錄牠們的野外行為。



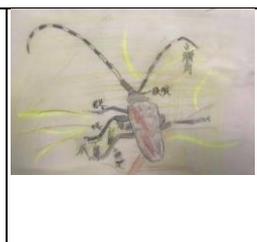
			
棲地的天牛爬在樹葉下方。	棲地的天牛，爬在樹枝間。	我們記錄著天牛的身體形態。	我們記錄天牛的身體形態。

在我們進行野外的行為觀察過程中，我們發現紫艷大白星天牛能夠攀爬上樹幹、樹葉上，也能到掛在樹葉及細枝條之間，同時牠們也會在樹梢的末端展開翅膀往前飛。這些發現讓我們想要探討紫艷大白星天牛在運動時是如何使用它們的的身體構造與牠們的功能，因此進行了這個研究。

(二)研究問題

研究問題一：了解紫艷大白星天牛的身體構造。

研究問題二：分析紫艷大白星天牛身體構造與運動呈現那些關係。

			
觀察天牛的足部構造。	拆解天牛的觀察練習。		上:我們畫的天牛。 左:研究日記。

二、研究步驟

我們的研究步驟依序為「決定題目」、「設計方法」、「觀察探索」、「歸納分析」、「撰寫報告」(如圖 1):

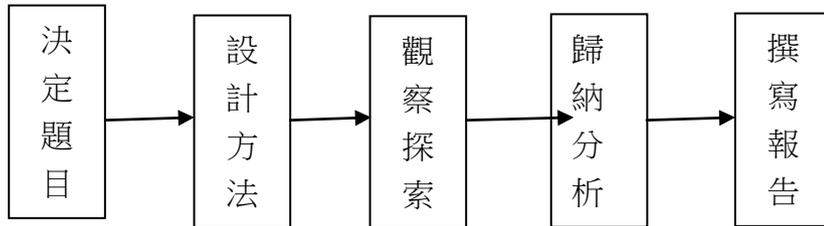
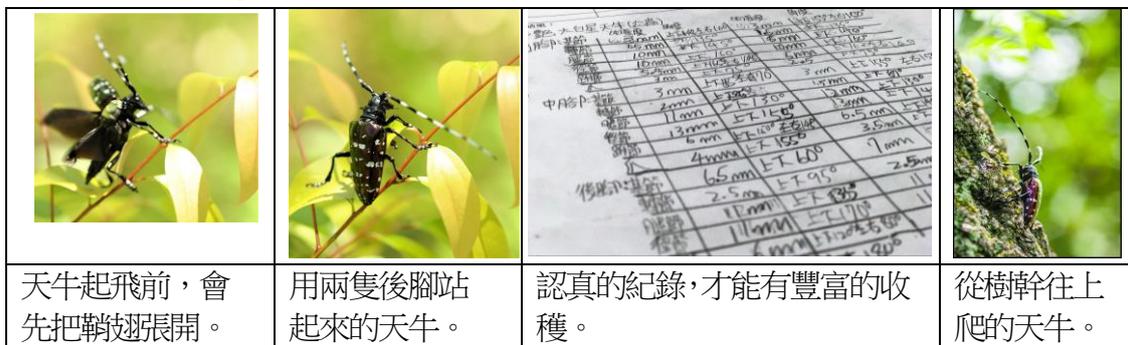


圖 1、研究步驟



三、研究方法

我們的研究採用了「分解天牛標本，觀察天牛細部的身體構造」及「田野調查」等方法進行問題解答。以下分成「研究樣本來源說明」、「分解標本與觀察身體構造的步驟」及「田野調查」三段落進行說明：

(一)研究樣本來源說明

我們的研究對象是紫艷大白星天牛成蟲。成蟲的來源有二：

1. 採集自棲地裡自然死亡的個體：我們於 109 年 6 月~7 月間，陸續到棲地進行天牛的行為觀察，只要發現死亡的個體，便會著手進行標本採集。兩個月的研究期間，共採集到 2 隻雌天牛、3 隻雄天牛標本。採集到的天牛，會使用 75%濃度的酒精浸泡 1 小時，取出晾乾後，冰到冷凍庫備用。
2. 飼育後死亡的個體：109 年 6 月-7 月，為了觀察天年的行為，我們總共採集到 3 隻雄、1 隻雌性天牛健康成蟲。並將他們飼養在家裡。在這些天牛自然死亡後，先把牠們浸泡在 75%濃度的酒精消毒 1 小時，在晾乾後冰進冷凍庫。

			
我們採集自然死亡的天牛。	天牛死亡後，是我們的觀察對象。	鞘翅的艷麗紫色，很漂亮。	用畫圖的方式也是一種很棒的觀察天牛的方法。

(二)分解標本與觀察身體構造的步驟

依照詹美鈴(1999)在「昆蟲標本蒐藏管理」一文的介紹，製作標本的步驟需要按部就班進行，才能讓昆蟲屍體化腐朽為永恆。由於我們想製作天牛全身的分解標本，因此必須嚴格要求製作的步驟為（一）軟化蟲體。（二）拆解身體的各部位構造成 19 片骨片。（三）使用酒精與棉花棒進行消毒。（四）依照身體形態的相對位置，使用保麗龍膠，把天牛骨片貼在標本板上。依照上面的步驟，我們全部的組員，都完成了天牛的身體構造標本



拆解標本(1)



拆解標本(2)



依照天牛形態構造，把天牛貼在標本板上



依照天牛形態構造，把天牛貼在標本板上

(三)田野調查的步驟

我們進行田野調查的方式，可以歸納成以下四個步驟：

步驟一：出發到棲地。

步驟二：尋找棲地裡的天牛。

步驟三：依照任務觀察並紀錄天牛行為。

步驟四：回學校，整理觀察發現，並寫觀察日記。



			
在棲地調查，常常有很棒的收穫。	看到正在交配的一對天牛。	使用鉤爪抓住葉片上的天牛。	我們在家中飼養天牛，以利觀察。

貳、正文

一、紫艷大白星天牛的生命史

紫艷大白星天牛(*Callophora albopicta*, Matsushita, 1933)，又叫麗艷大星斑天牛。生物分類地位為動物界、節肢動物門、昆蟲綱、鞘翅目、天牛科，是臺灣特有種昆蟲，與霧社血斑天牛、黃紋天牛同被稱呼為臺灣天牛三寶。屬於完全變態昆蟲，一生經歷卵、幼蟲、蛹和成蟲四個階段。幼蟲階段以木蘭科植物為寄主植物。從卵孵化後，隨即鑽入樹幹啃食韌皮部和木質部。成蟲出現在 4-9 月間，食物來源為木蘭科植物的花、枝條及葉片。

形態部分，紫艷大白星天牛成蟲體長介於 48-70mm，體型碩壯，頭部黑色，觸角細長，且具有一節一節黑、白相間的斑紋。前胸背板為黑色，長方形，左右各有一枚尖銳的刺突，小盾板呈黑色，翅鞘則為鮮艷的紫至黑紫色，具有強烈的金屬光澤。

			
在野外發現交配中的天牛。	野外的天牛爬行在枝葉上。	成蟲羽化後，會挖孔，從樹洞中鑽出。	天牛起飛前，會打開鞘翅。鞘翅的功能，值得探討。

二、紫艷大白星天牛的身體構造及功能探究

(一)頭部器官主管訊息的接收與溝通：仔細觀察頭部的細部器官構造，是由 11 節黑白相間的觸鬚(11 節)、一對比例很大的複眼、堅硬的口器、小顎鬚等器官所構成。依照盧耽的研究，昆蟲的頭部主要管理訊息接收及溝通的功能，是昆蟲的指揮中心。

			
拆解天牛的經驗，讓我們充分認識了天牛的身體構造。	測量天牛的足部構造，了解天牛足部構造的功能(一)。	測量天牛的足部構造，了解天牛足部構造的功能(二)。	測量天牛的足部構造，了解天牛足部構造的功能(三)。

(二)胸部器官主管行進與運動：經過我們的拆解，我們發現胸部的構造可以細分成 17 塊大小不同的體區。除了前胸、中後胸為單一體區外，其餘構造是由左右對稱的前、中、後足、堅硬的鞘翅以及柔軟的內翅構成。說明如下：

1.胸部體區用來保護運動的肌肉與神經，可以拆解成前胸及中後胸兩段，左右兩邊分別由前側板以及側板兩組骨片構成。由於用於飛行的內翅與鞘翅及用以行進的六足都由胸部延伸而出，為了更清楚觀察天牛飛行以及步行時，各部位所扮演的功能，我們再將胸部構造細拆解成前胸、中後胸背板、中後胸腹板、前足(*2)、中足(*2)、後足(*2)、前側板(*2)、後側板(*2)、翅鞘(*2)、內翅(*2)，合計 17 塊骨片。

2.天牛的腳可細分成基節、轉節、腿節、脛節、跗節及爪六段關節。

(1)前、中、後腳的長度比較，後腳最長(44.25mm)，其次依序為前腳(39.25mm)及中腳(35.5mm)。

(2)單一隻腳，各關節的長度比較，以脛節最長、其次依序為腿節、跗節、基節、爪，轉節最短。

(3)功能比較，基節、腿節、脛節、跗節及爪能夠上下調整，基節上下調整角度介於 75°-85°；腿節上下調整角度介於 100°-120°；脛節上下調整角度介於 120°-135°、跗節上下調整角度介於 40°-55°；爪的調整角度介於 25°-40°。

(4)功能比較，六足構造中，只有基節與轉節能夠左右旋轉。基節左右旋轉角度介於 100°-120°之間。轉節左右旋轉角度介於 160°-180°之間。

從以上的觀察及比較，我們才知道，原來紫艷大白星天牛的腳部構造非常的複雜，難怪在野外時，可以看見他們爬樹、爬樹葉、爬樹枝、甚至在不同的

樹枝與樹葉枝間跨步前行，真的是非常精密的設計。另外，天牛是透過基節與轉節合作，才能夠旋轉牠的腳，控制轉彎所需一的角度；基節、腿節、脛節、跗節及爪，則能夠讓紫艷大白星天牛依照地形的高低特性，選擇抬高或者壓低其身體。真是太棒了。

表 1

紫艷大白星天牛六足各關節的長度、旋轉角度、抬升角度統計表

	右前腳				右中腳				右後腳				排序
	1 號蟲		2 號蟲		1 號蟲		2 號蟲		1 號蟲		2 號蟲		
	長度	旋轉角度	長度	旋轉角度	長度	旋轉角度	長度	旋轉角度	長度	旋轉角度	長度	旋轉角度	
基節	3.5 mm	左右 120° 上下 75°	3 mm	左右 120° 上下 75°	3 mm	左右 120° 上下 75°	2 mm	左右 110° 上下 80°	6 mm	左右 120° 上下 75°	5.5 mm	左右 100° 上下 85°	4
轉節	1 mm	左右 180°	1 mm	左右 180°	1 mm	左右 180°	1 mm	左右 160°	2 mm	左右 180°	2 mm	左右 180°	6
腿節	12 mm	上下 120°	11 mm	上下 120°	11 mm	上下 120°	10 mm	上下 120°	14 mm	上下 120°	12 mm	上下 100°	2
脛節	14 mm	上下 120°	11 mm	上下 120°	11 mm	上下 120°	10 mm	上下 135°	13 mm	上下 120°	12 mm	上下 120°	1
跗節	7 mm	上下 40°	6 mm	上下 40°	7 mm	上下 40°	6 mm	上下 55°	7 mm	上下 40°	6 mm	上下 55°	3
爪	4 mm	上下 30°	5 mm	上下 30°	4 mm	上下 30°	5 mm	上下 25°	4 mm	上下 30°	5 mm	上下 40°	5
總長	41.5 mm	/	37 mm	/	37 mm	/	34 mm	/	46 mm	/	42.5 mm	/	
平均	39.25mm				35.5mm				44.25mm				

3.天牛的翅膀可以分成鞘翅與後翅兩種不同的結構。

(1)鞘翅：鞘翅生長在天牛頭部之後，由堅硬的幾丁質所構成，覆蓋住天牛的胸部與腹部，可以保護天牛的身體。由於紫艷大白星天牛的鞘翅由艷麗的紫色構成，上面點綴著明顯的白點，陽光照耀之下，顯得光彩無比，因此非常受人的喜愛。在天牛飛行時，鞘翅會先展開到一定的角度，是否扮演著保護內翅與穩定飛行的功能，值得後續設計實驗加以驗證。

(2)內翅的構造：天牛的內翅生長在鞘翅下方。**主要的構造稱為翅主區 (remigium)**，是翅脈最密集的區域，也是**飛行最重要的區域**。翅脈是翅膀氣管加厚所形成的粗厚紋路，功能就像風箏的骨架一樣，能夠提供翅膀收縮、支撐等作用，並在飛行時與空氣產生摩擦，對昆蟲飛行扮演關鍵的角色。除此之外，翅脈也具備氣管及血管的功能，可提供氣體與養份的輸送交換。

(三)紫艷大白星天牛的腹部主要負責消化以及繁殖：從外形觀察，紫艷大白星天牛的腹部由六段體節構成，腹部尾端長出生殖器。由於我們還沒辦法弄清楚天牛體內的肌肉與神經組織的原理，因此這方面的學習，就等到我們讀國中時再來補充囉!

參、結論與建議

一、研究結論

結論一：紫艷大白星天牛身體構造由頭、胸、腹部構成。頭部由觸鬚、複眼、口器、小顎鬚等器官構成，主管接收與傳遞訊息。胸部可拆解成前胸、中後胸背板、中後胸腹板、前足(*2)、中足(*2)、後足(*2)、前側板(*2)、後側板(*2)、翅鞘(*2)、內翅(*2)，合計 17 塊骨片，主管飛行與步行等運動的功能。腹部由六段體節構成，主管消化與繁殖。

結論二：由胸部延伸出不一樣長度的六足，後腳最長，其次依序為前腳及中腳。同一隻腳各關節的長度比較，脛節最長、其次依序為腿節、跗節、基節、爪，轉節最短。

結論三：足部構造中，基節、腿節、脛節、跗節及爪能夠上下調整，主要功能在於前進與抬腿爬升。

結論四：基節與轉節能夠左右旋轉。基節旋轉角度介於 100° - 120° 。轉節左右旋轉角度介於 160° - 180° 。主要功能在於轉彎。

結論五：內翅長滿了翅脈，也是飛行最重要的構造，牠的紋路就像風箏的骨架一樣，在飛行時與空氣產生摩擦，對天牛的飛行扮演重要的角色。

二、研究建議

我們發現紫艷大白星天牛的足部構造非常的細膩，會以伸縮腿節及脛節夾角的方式，抬高自己身體角度，以控制自己身體重心高低的策略，藉此因應不同的步行環境需求。各關節所呈現的不同設計機制所隱藏的仿生科學原理，值得後續加以設計實驗研究。

肆、引註資料

周文一(2008)。台灣天牛圖鑑。臺北市：貓頭鷹出版社。

張永仁(1998)。昆蟲圖鑑：台灣七百多種常見昆蟲生態圖鑑。台北市：遠流出版社。

教育部(2001)。自然與生活科技教學指引-生物的運動單元。台北：教育部。

詹美鈴(1999)。昆蟲標本蒐藏管理。昆蟲分類及進行研討會專刊。137-153 頁。

盧耿(2008)。圖解昆蟲學。臺北：城邦出版社。

