

# 新竹市第 44 屆中小學科學博覽會

## 作品說明書

科 別：生物

組 別：國小組

作品名稱：竹節蟲美食家-豔陽扁竹節蟲食性偏好與棲息高度選擇

關鍵詞：豔陽扁竹節蟲、動物行為、食性選擇

編 號：115PB-B004

# 摘要

本研究量化探討豔陽扁竹節蟲在「食性偏好」與「生存成本」間的決策機制。實驗證實其具備顯著食性位階：蓮霧葉(選擇率最高) > 芭樂葉 > 小葉桑 > 九重葛。在等距實驗中，竹節蟲展現強烈趨性，體重下降 0.1-0.2g 的飢餓個體會優先朝蓮霧葉移動，然而導入高度變因後產生關鍵翻轉：當最愛的葉子(蓮霧葉)被置於最高層時、次佳食物(芭樂葉)置於底層時，高達 75% 以上的個體放棄登高，轉而選擇底層食物，顯示其決策受「移動成本」支配大於「口味偏好」。研究更同時觀察到死亡前體重驟降(平均 0.2g 以上)的生理警訊。本研究成功建立竹節蟲行為模型，證明其攝食行為是在維持能量平衡與降低生存風險間的精密權衡。

## 壹、研究動機

生活中，人類會依據個人喜好、營養需求及取得便利性等因素選擇不同的食物，這種行為稱為「食性選擇」。因此，我們開始思考，是否只有人類才具備選擇食物的能力，或是其他生物同樣能在多種食物中做出取舍。

一般而言，昆蟲的行為常被認為主要受本能支配，缺乏主動判斷與選擇能力。然而，豔陽扁竹節蟲在自然環境中需面對多樣的植物種類，其中部分植物甚至具有化學防禦或毒性，若僅憑隨機取食，將可能提高其生存風險。由此推測，豔陽扁竹節蟲可能具備一定程度的辨識能力與攝食策略。


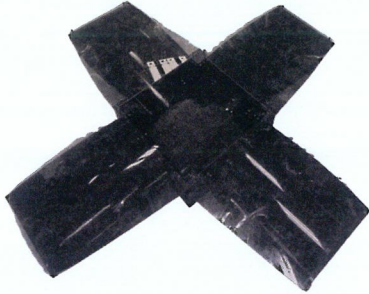
因此，本研究希望透過系統化的實驗設計，觀察豔陽扁竹節蟲在多種植物葉片中是否展現出穩定的食性偏好，並進一步探討在環境條件改變（如高度與距離）時，其取食行為是否會產生調整，以加深對昆蟲攝食行為與生存策略的理解。

## 貳、研究目的

- 一、確認豔陽扁竹節蟲是否會在多種植物，葉片中做出食性選擇，而非隨機移動。
- 二、比較豔陽扁竹節蟲對不同植物葉片的取食偏好，並依選擇頻率建立喜好排序。
- 三、探討在食物擺放高度不同的情況下，豔陽扁竹節蟲是否會因偏好程度而改變其取食位置。
- 四、探討豔陽扁竹節蟲的攝食行為模式與可能原因。

## 參、研究設備及器材

### 一、器材

			
(圖片取自網路)	(圖片自行拍攝)	(圖片自行拍攝)	(圖片取自網路)
飼養箱	實驗箱-食性選擇箱	塑膠杯	插花海綿
1 個	1 個	6 個	2 塊

### 二、實驗昆蟲


<b>豔陽扁竹節蟲</b> 學名： <i>Sungaya inexpectata</i>

(圖片擷取自蟲蟲巴斯)
食性：廣食性，在飼養環境下常見食草為芭樂葉、蓮霧葉，以及榕樹、薔薇科植物。
特徵：體色為深褐色，具雜亂深色或綠色花紋以利模仿環境。
習性：通常生活在落葉堆或地面陰暗處，覓食時才會爬上植物。

表 3-1

## 肆、研究過程與方法

### 一、實驗材料準備

本研究所使用之植物葉片皆採自校園田園區，包含芭樂葉、蓮霧葉、小葉桑葉及九重葛葉，作為豔陽扁豔陽扁竹節蟲的四種食物選項。為避免葉片狀態影響實驗結果，實驗前均選取外觀完整、未枯萎之葉片使用。

#### (一)芭樂葉

芭樂葉為橢圓形，葉片厚實，表面略粗，葉脈明顯，屬於常綠樹葉。葉色深綠，有光澤，排列方式互生。成熟葉片較硬，而新芽則較柔軟。

#### (二)蓮霧葉

蓮霧葉呈長橢圓形，葉片寬大而厚，表面光滑有光澤，質地較硬。葉色濃綠，葉脈清晰可見。葉片邊緣平滑，常在枝條頂端集中生長。

#### (三)小葉桑葉

小葉桑葉片較小，邊緣具鋸齒，質地柔軟，葉脈清楚，屬於桑科植物的葉型特徵像是榕樹。葉色鮮綠，新葉較嫩。葉片通常互生排列，形態均勻。

#### (四)九重葛葉

九重葛為木質藤本或灌木植物，枝條具刺，葉片為卵形，外圍常見鮮豔苞片，花朵細小。葉色深綠，葉面光滑。枝條生長茂密，具有攀爬或蔓延特性，對生物來說是有毒的。

我們為了觀察豔陽扁竹節蟲是否具備分辨食物毒性的能力，是否會選擇不去吃它。

芭樂葉(葉) (圖片取自網路)	九重葛(葉) (圖片取自網路)	蓮霧(葉) (圖片取自網路)	小葉桑(葉) (圖片取自網路)
			

圖 4-1

## 二、食性選擇實驗

實驗前，先將豔陽扁竹節蟲進行約二至三天的飢餓處理，以提高其取食動機。將九重葛、小葉桑葉、蓮霧葉及芭樂葉等不同種類的植物葉片，分別固定於食性選擇實驗箱的不同位置，並確保各葉片與起始點之距離相近，並將豔陽扁竹節蟲放至中間。將豔陽扁竹節蟲放置於實驗箱中央，開始計時，並觀察其移動方向與取食行為。記錄豔陽扁竹節蟲最先接觸並取食之葉片種類，作為該次實驗的選擇結果。複進行多次實驗，統整各植物葉片被選擇的次數，以分析豔陽扁竹節蟲之食性偏好。

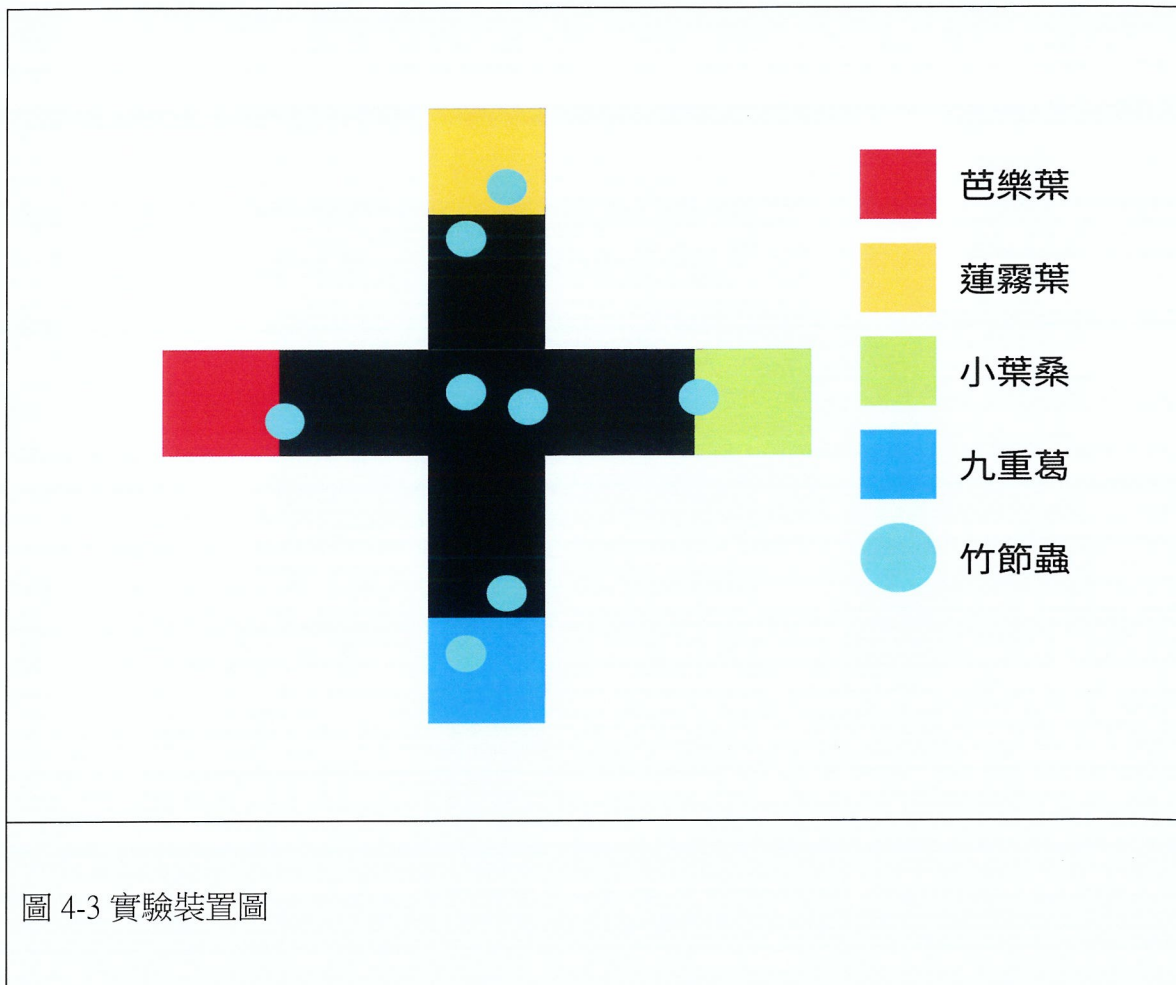


(圖片自行拍攝)

圖 4-2 飢餓環境圖

### 三、實驗示意圖

下圖為模擬實驗中的場景，我們將空腹（三至五日）的豔陽扁竹節蟲放置於實驗相中間，並將四種植物（芭樂、小葉桑、蓮霧、九重葛）由豔陽扁竹節蟲自行選擇食用葉片。由此示意圖可見豔陽扁竹節蟲可以自由移動並選擇食物，最後我們會將位子記錄下來，並在往後參考此數據來設計下一個實驗。



## 伍、研究結果

### 一、飢餓實驗

		每日減少重量				死亡 (D)
1	黑	0.02	0.07	0.15	0.15	
2	銀	0.60	0.20	0.05	0.25	
3	紅	0.60	0.23	0.28	0.25	
4	金	0.38	0.53	0.45	0.00	
5	黑紅	0.10	0.30	0.70		D
6	金紅	0.80	0.20	0.85	0.15	
7	銀紅	0.00	0.13	0.28	0.10	
8	銀金	0.50	0.05	0.25	1.60	
9	黑銀紅	0.40	0.05	0.15	1.75	
10	銀紅金	0.05	0.00	0.00	0.75	D
11	金紅黑	3.08	0.48	0.05	0.60	
12	紅黑銀	0.00	0.00	0.05	0.45	D
13	黑金紅	0.05	0.35	0.00		D
14	黑銀	0.20	0.75	0.00		D

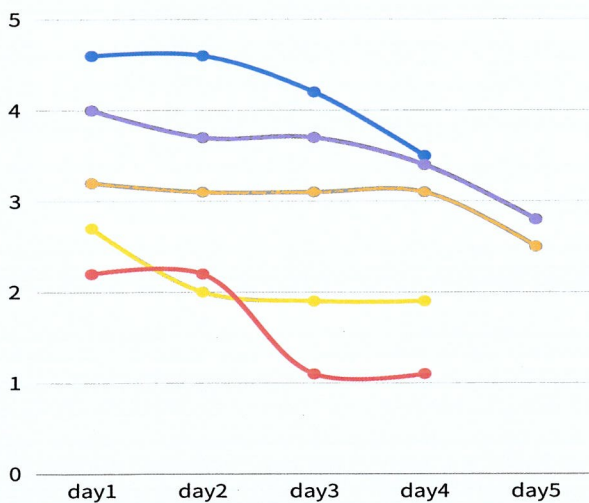


圖 5-1 死亡竹節蟲的體重下降趨勢圖

由此圖可知竹節蟲在死亡的前一兩天體重會大量下降。

此數據為第一批竹節蟲，飢餓時間為 5 天。而我們在這一批竹節蟲的體重紀錄中發現，死亡前竹節蟲的體重會大量下降。為了防範再有竹節蟲在實驗前就死亡，我們決定在往後的實驗中，將 5 天的飢餓時間改為 3 天。

## 二、食性選擇實驗

豔陽扁竹節蟲選擇樹葉次數表：每隻豔陽扁竹節蟲選擇一次葉片，就會記錄單位為 1，若實驗中豔陽扁竹節蟲選擇超過一種植物，將在植物的選擇數量上分別以 0.5 做為計數。

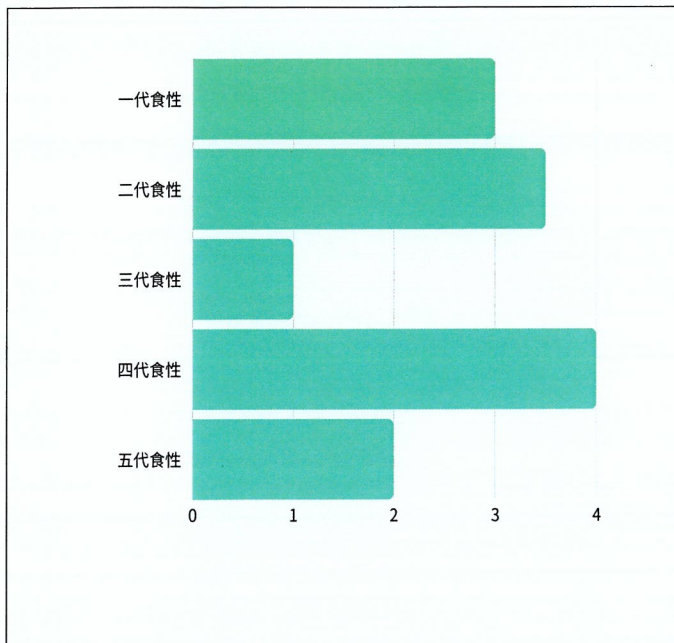


圖 5-2 芭樂葉

第一次：3 / 第二次：3.5 / 第三次：1  
第四次：4 / 第五次：2

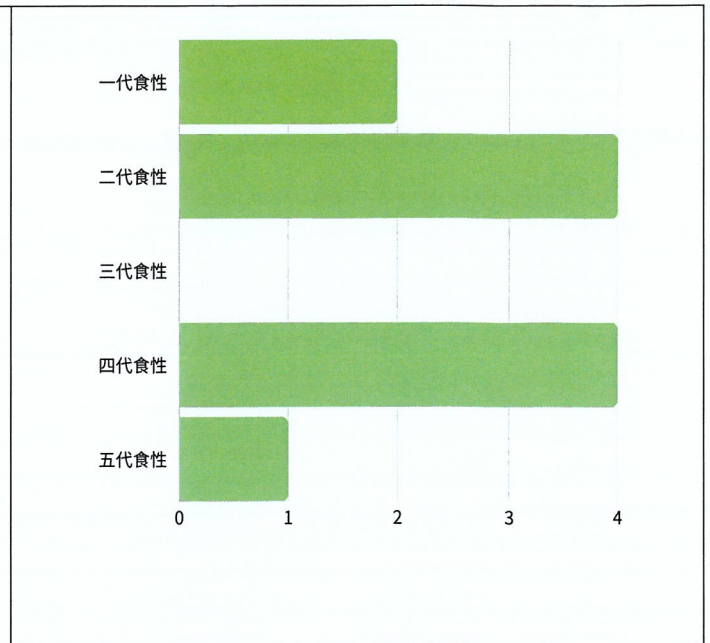


圖 5-3 小葉桑葉

第一次：2 / 第二次：4 / 第三次：0  
第四次：4 / 第五次：2

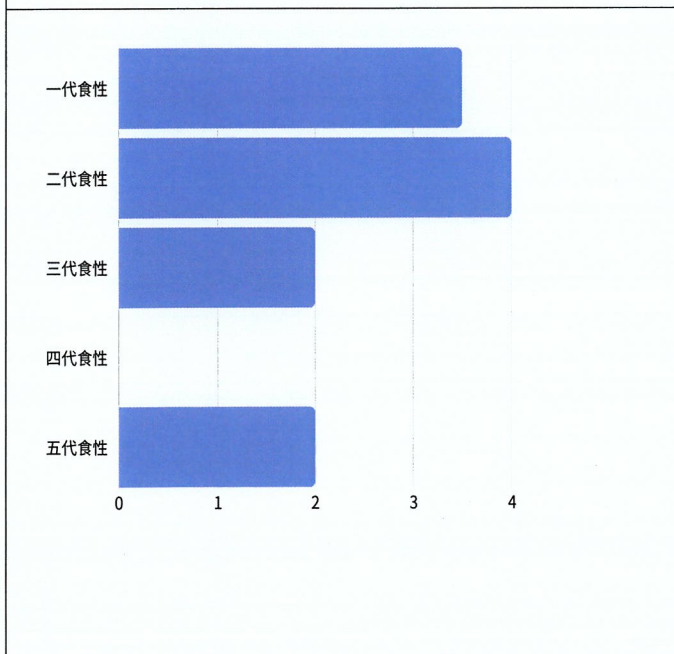


圖 5-4 九重葛葉

第一次：3.5 / 第二次：4 / 第三次：0  
第四次：0 / 第五次：2

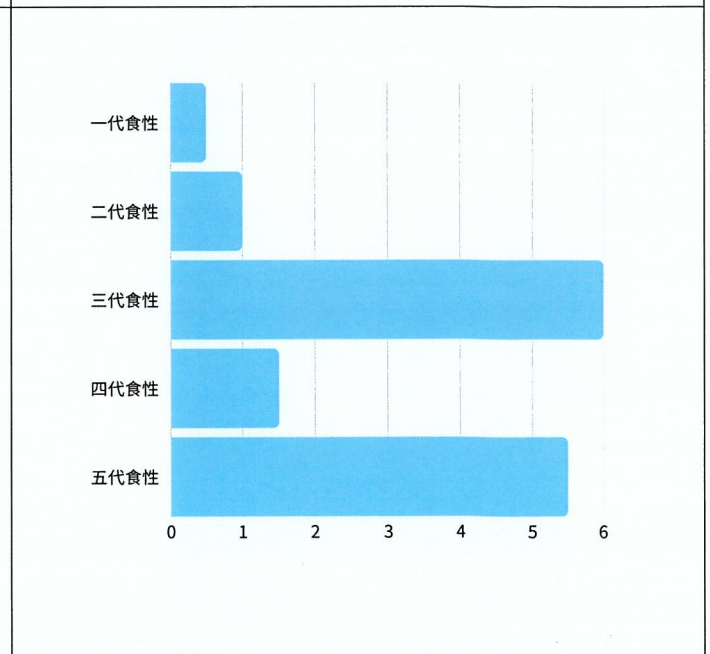


圖 5-5 蓮霧葉

第一次：0.5 / 第二次：1 / 第三次：6  
第四次：1.5 / 第五次：5.5

## 綜合圓餅圖

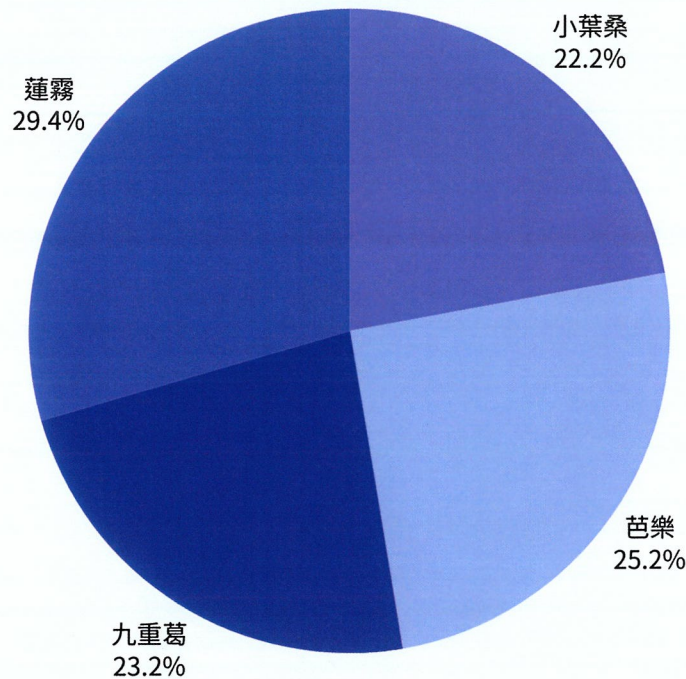


圖 5-6 綜合圓餅圖

綜合五代平均選擇的植物，**蓮霧**的喜好度最高。

中和這五代的數據以及上方的圓餅圖，我們開始整理、思索與設計實驗 2，我們發現豔陽扁竹節蟲對食物選擇似乎沒有一定的規律性，因此我們便開始揣測，豔陽扁竹節蟲是否沒有所謂的食性選擇，反而是建立在別種因素之下，進而延伸出更多種可能的結論。

### 三、高度選擇實驗

#### (一)實驗環境與葉片層級設置：

參考前階段食性選擇實驗之結果，依據豔陽扁竹節蟲對植物葉片的偏好排序：**蓮霧（最高）> 芭樂 > 小葉桑 > 九重葛（最低）**，進行垂直空間配置。動作上，將最受喜愛的蓮霧葉固定於實驗箱的最頂端，其餘葉片依序由高至低排列，將接受度最低的九重葛葉設置於最底部，藉此建立高度與食物品質的對應關係。

#### (二)取食行為與高度數據記錄：

在實驗過程中，詳盡記錄豔陽扁竹節蟲最終選定取食的葉片種類，並同步標註該葉片所處的高度位置。觀察重點在於豔陽扁竹節蟲是否會忽略低處的次要食草，轉而耗費體能爬升至最高處食用蓮霧葉，藉此收集其在空間抉擇與食性偏好間的互動數據。

### (三)重複實驗與行為差異比較：

針對不同個體重複進行多次實驗，以排除偶發行為之干擾。透過彙整多次實驗數據，比較豔陽扁竹節蟲在不同高度條件下的取食行為規律，分析高度因素是否會改變其原始的食性選擇，確保實驗觀察具備統計上的代表性與準確性。



(圖片自行拍攝)

圖 5-7 第一次的高度選擇



(圖片自行拍攝)

圖 5-8 第二次的高度選擇

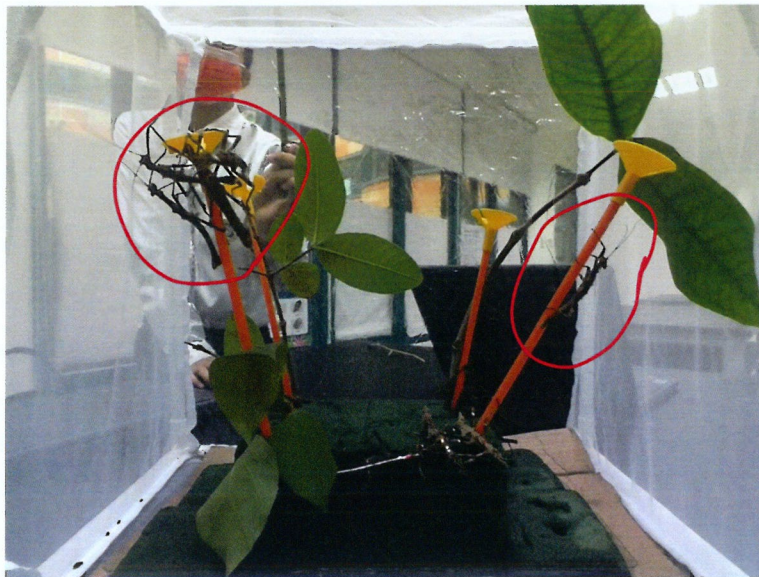
## 四、資料整理與分析

將各次實驗結果進行整理與統計，計算不同植物葉片被選擇的次數，並比較豔陽扁竹節蟲於不同高度條件下的取食情形，以分析其食性偏好與高度選擇之關係。

本研究透過兩階段實驗，觀察並記錄豔陽扁竹節蟲在不同生理狀態與環境配置下的攝食抉擇，結果如下：

### (一)初始本能：趨向高處的行為（前五分鐘）

在實驗二觀察中發現，當豔陽扁竹節蟲被放入實驗裝置起始點時，第一反應具備高度一致性：牠們會優先往垂直最高處爬行。此行為顯示豔陽扁竹節蟲具有強烈的「趨高性」，待在高處休息、監控環境以獲得安全感。



(圖片自行拍攝)

圖 5-9 豔陽扁竹節蟲有向上爬的趨性

### (二)食性偏好的階層性（實驗一結果）：

在排除距離變因（等距提供食物）的情況下，豔陽扁竹節蟲表現出明確的偏好順序。其實驗受歡迎程度為：**蓮霧 > 芭樂 > 小葉桑 > 九重葛**。這證實豔陽扁竹節蟲具備辨識植物種類的能力，並對特定植物有較高的攝食傾向。在多次重複實驗中觀察到，不同個體對植物葉片的選擇並不完全一致，部分個體在不同次數實驗中的選擇亦可能改變。然而，將所有實驗結果加總後，仍可觀察到整體偏好排序趨勢（蓮霧葉 > 芭樂葉 > 小葉桑 > 九重葛葉），顯示偏好規律主要呈現在群體平均層級，而非每一隻個體皆固定不變。

### (三)距離與喜好的權重轉換（實驗二結果）：

當喜好度最高的蓮霧放置於遠端（最高位），而接受度低的小葉桑或九重葛位於近端（起點附近）時，豔陽扁竹節蟲的決策出現轉折。雖然初始會往上爬，但隨後會因距離產生的「**移動成本**」過高，最終選擇回頭取食距離最近的葉片。這證明在生存決策中，「**距離（便利性）**」的影響力大於「**食味（喜好度）**」。

#### 1. 極度飢餓下的風險承擔：

在初步探討中發現，禁食時間過長（如一週）會導致豔陽扁竹節蟲生理機能大幅衰退。

在此極端生理壓力下，個體會完全喪失對有毒植物（九重葛）的防禦與避食行為，顯示出為了換取即時能量補給，豔陽扁竹節蟲會不擇手段地進食最近的植物。

## **2. 個體取食選擇之變異性：**

實驗結果顯示，不同個體對葉片種類的選擇不具固定一致性，即使為同一偏好等級之植物，於不同次實驗中亦可能出現不同選擇結果。部分個體於不同實驗條件下，會選擇不同種類或不同位置之葉片進行取食，顯示其取食行為不呈現穩定、可重複之固定規律，而具有高度變異性。

## 陸、討論

### 一、行為動機的層次結構：

豔陽扁竹節蟲的行為受多重機制控制。初始行為受「空間趨性（向上爬）」驅動；隨後的攝食抉擇則受「生存成本」控制。當目標食物距離過遠時，豔陽扁竹節蟲會修正其天性路徑，轉向低能耗的取食方案。

### 二、實踐「最適攝食理論 (Optimal Foraging Theory)」：

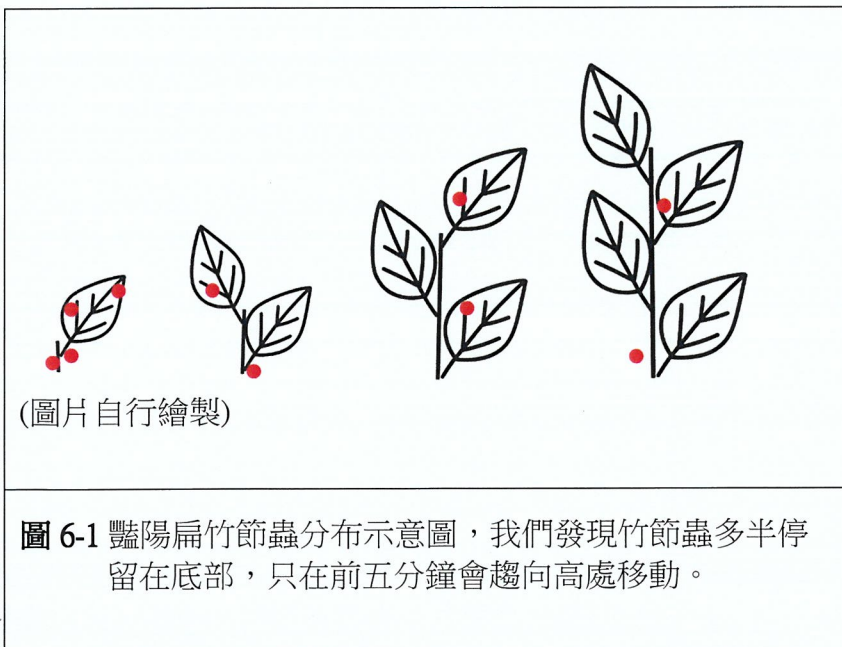
豔陽扁竹節蟲的決策邏輯符合生態學中的最適攝食理論。牠們並非單純追求「美食」，而是在計算「獲取能量」與「消耗體力」的比例。選擇最近的葉片（即便不好吃）能確保在能量耗盡前獲得補充，這是生物在自然界中追求最大生存機率的理性策略。

### 三、毒性食物選擇：

實驗顯示豔陽扁竹節蟲具有極強的環境適應力。當優質食草（蓮霧）不可得或距離太遠時，牠們能迅速切換為機會主義攝食者。然而，這種「不擇手段」的生存本能在面對具有化學防禦（毒性）的植物時，會成為其生存風險，導致免疫力下降甚至死亡。

### 四、生存本能的強韌與極限：

當高偏好食物距離過遠或取得成本過高時，豔陽扁竹節蟲會轉向取食較容易取得的植物，顯示其取食策略會優先考量移動成本與即時能量獲取效率。此外，實驗結果顯示，部分個體在完成取食後會停留於較低位置，顯示其最終空間選擇傾向於能量消耗較低且活動需求較少的位置。此結果顯示，豔陽扁竹節蟲最終停留位置同樣受到生存成本的影響，而非僅由初始向上趨性所決定。



### 五、無固定規律之覓食策略結論：

本研究結果顯示，豔陽扁竹節蟲在取食對象的選擇上不具固定規律，其每次取食決策會依當下可得性與移動成本進行調整，導致跨次實驗中表現出高度變異性。此現象並非隨機行為，而為一種以降低能量消耗並提高存活機率为導向的覓食策略。換言之，豔陽扁竹節蟲並非「沒有策略」，而是採取隨情境動態調整的生存策略，使其整體行為呈現出表面上無規律、實則具適應性的特徵。

## 柒、結論

### 一、豔陽扁竹節蟲死亡的原因

當豔陽扁竹節蟲的體重出現瞬間大幅下降時就會出現死亡的現象。

### 二、豔陽扁竹節蟲的死亡與應改善的問題

實驗前安排豔陽扁竹節蟲進行五天至六天的飢餓處理，雖可提高取食動機，但若飢餓時間過長，可能導致活動力下降甚至死亡，進而影響其移動與選擇行為，使結果未必能完全反映其正常狀態下的食性偏好。

未來研究可嘗試縮短飢餓時間、增加實驗次數與個體數量，並更嚴謹控制實驗條件，以提升研究結果的可靠性。

### 三、豔陽扁豔陽扁竹節蟲最喜歡的食物

我們在網上搜尋發現豔陽扁豔陽扁竹節蟲最喜歡吃蓮霧葉。而在我們多次實驗並經過同整之後也的確證實了他們最喜歡的葉子種類正是蓮霧葉。但是在我們進行第二步實驗，也就是將葉子由最喜歡也就是蓮霧葉(第一)到芭樂葉(第二)、小葉桑(第三)以及最後的九重葛，由高至低的放置時，卻發現他們選擇的不是第一個實驗中所選擇的蓮霧葉。

### 四、葉片特性

(一)不同植物葉片的新鮮度、氣味或含水量可能影響豔陽扁竹節蟲的吸引程度，若每次實驗葉片狀態略有不同，可能造成選擇上的差異。

(二)葉片質地較硬或較厚(例如：蓮霧葉)，可能增加取食難度，使豔陽扁竹節蟲即使偏好該植物，也不一定會優先選擇，反而因為生存的本能會去選擇較好使用或者是更容易取得的葉片。

### 五、飢餓程度是否改變選擇策略

當豔陽扁竹節蟲非常飢餓時，可能會降低對食物種類的選擇性，轉而取食較容易接近的葉片，而非真正偏好的植物，這個推測也適用於我們的第二次高度實驗，豔陽扁竹節蟲選擇食用較低處的食物，而非在第一次實驗中普遍選擇的植物。

### 六、最終停留於低處之可能生態原因(天敵假說)

本研究觀察到部分豔陽扁竹節蟲最終停留於實驗裝置的較低位置，除移動成本較低外，亦可能與其天敵壓力有關。以生態關係而言，視覺型掠食者(如鳥類)多於空中或較高處活動，若個體長時間停留於高處，可能增加被發現的風險；相對而言，低處環境可能提供較多遮蔽物，降低被發現機率。然而，本研究未直接操控或測量掠食風險，因此上述解釋僅為合理推測，需透過後續實驗(如模擬掠食者陰影或干擾)進一步驗證

### 七、無固定取食規律對環境適應性的意義：

本研究中，豔陽扁竹節蟲對食物選擇呈現個體差異與低可預測性，表面上看似缺乏規律，但此現象並非隨機，可能反映其在當下環境條件下進行成本與風險權衡的行為策略。個體在移動距離、所在高度與即時可接近性不同的情況下，會即時調整其取食對象，使每一次取食選擇皆為「當下條件下成本相對最低、存活風險相對較低」的結果。因此，跨次實驗觀察到的取食對象不一致，並非表示其行為缺乏策略性，而是反映其決策依賴即時情境。

## 捌、參考文獻資料

### 一、最適攝食理論

[https://en.wikipedia.org/wiki/Optimal\\_foraging\\_theory](https://en.wikipedia.org/wiki/Optimal_foraging_theory)

### 二、豔陽扁竹節蟲飼養重點總整理

[https://www.entobuzz.com/article\\_d.php?lang=tw&tb=20&id=1296&srsltid=AfmBOord1Dw9HHUxzzuYcM6tGDIT5dwPxM3zxUT8rYYv3LNUFh6vXr12](https://www.entobuzz.com/article_d.php?lang=tw&tb=20&id=1296&srsltid=AfmBOord1Dw9HHUxzzuYcM6tGDIT5dwPxM3zxUT8rYYv3LNUFh6vXr12)

### 三、豔陽扁竹節蟲照片來源

<https://insectbuy.com/product/%E8%89%B7%E9%99%BD%E6%89%81%E7%AB%B9%E7%AF%80%E8%9F%B2/>