

新竹市第 43 屆中小學科學展覽會

作品說明書

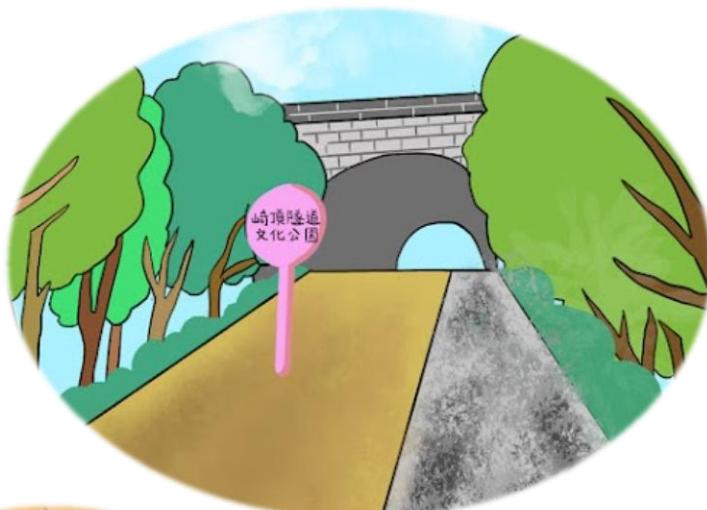
科 別：生物

組 別：國小組

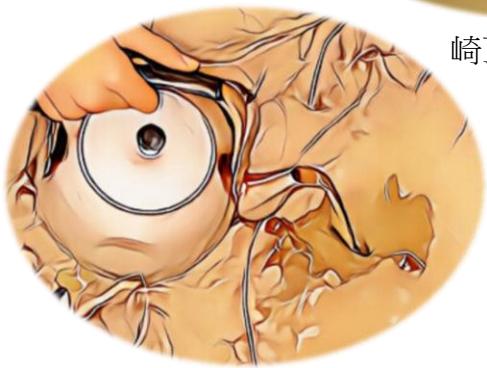
作品名稱：地下礦工 - 崎頂子母隧道台灣大蟋蟀生態族群行為之研究

關鍵詞：台灣大蟋蟀、孔洞、崎頂子母隧道

編 號：114PB - B006



崎頂子母隧道



灌蟋蟀



台灣大蟋蟀

摘要

本研究以台灣大蟋蟀 (*Brachytrupes portentosus*) 為研究對象，選定苗栗縣竹南鎮崎頂子母隧道作為研究樣區，探討其族群數量變化與生態習性。將研究區域劃分為 A、B、C 三個研究樣區，並於2023 年 7 月至 2024 年 12 月進行觀察與記錄。研究結果顯示，台灣大蟋蟀的洞穴數量會隨季節與環境條件變化。春季平均孔洞數為 35 個，夏季增至 51 個，秋季則降至 7 個，冬季回升至 16 個。數據顯示，秋季孔洞數量最少，推測與成蟲繁殖週期有關；夏季為終齡若蟲活躍期，孔洞數量達到最高峰。此外，飼養觀察發現台灣大蟋蟀具有藏食行為，會將食物帶回洞穴內食用，甚至將部分食物堆置於特定區域。這項發現顯示台灣大蟋蟀可能具備特定的食物儲存策略，對其生態適應性與行為模式提供了新的研究視角。

壹、研究動機

有一天，我們和家人來到崎頂子母隧道郊遊踏青。走在隧道旁的步道時，發現步道旁的土丘上有很多大小不一的孔洞。好奇心驅使下，觀察了這些孔洞，看起來像是某種蟲子所挖掘而成的，不像是人為挖掘的孔洞。

回到學校後，將此資訊告知學校的老師。老師回覆這些孔洞可能是「台灣大蟋蟀」所挖掘的，值得留意觀察。並說明這類的蟋蟀會在地下挖洞活動、繁殖，甚至保護自己免受天敵的侵害，是台灣少數會挖洞的蟋蟀。這個答案讓我們感到非常驚訝。帶著這些問題，我們對台灣大蟋蟀產生了濃厚的觀察興趣，想進一步了解台灣大蟋蟀的相關生態習性、食性喜好及跳躍力。這些問題不僅讓我們對自然生態產生更多的興趣，也激發了我們進行科學研究的動力。因此我們以「台灣大蟋蟀生態族群行為之研究」為主題，通過科學實驗和資料收集，深入探討這些蟋蟀的生活方式及其與孔洞的關聯性。希望通過這次研究，不僅能解開自己心中的疑問，也能幫助更多人了解台灣大蟋蟀生態習性，進一步讓他們有機會關心土地，愛護環境。

貳、研究目的

- 一、認識直翅目的分類及生態知識
- 二、探討台灣大蟋蟀的生態行為
- 三、環境因子對台灣大蟋蟀孔洞數量之探討
- 四、推廣崎頂子母隧道的生態活動

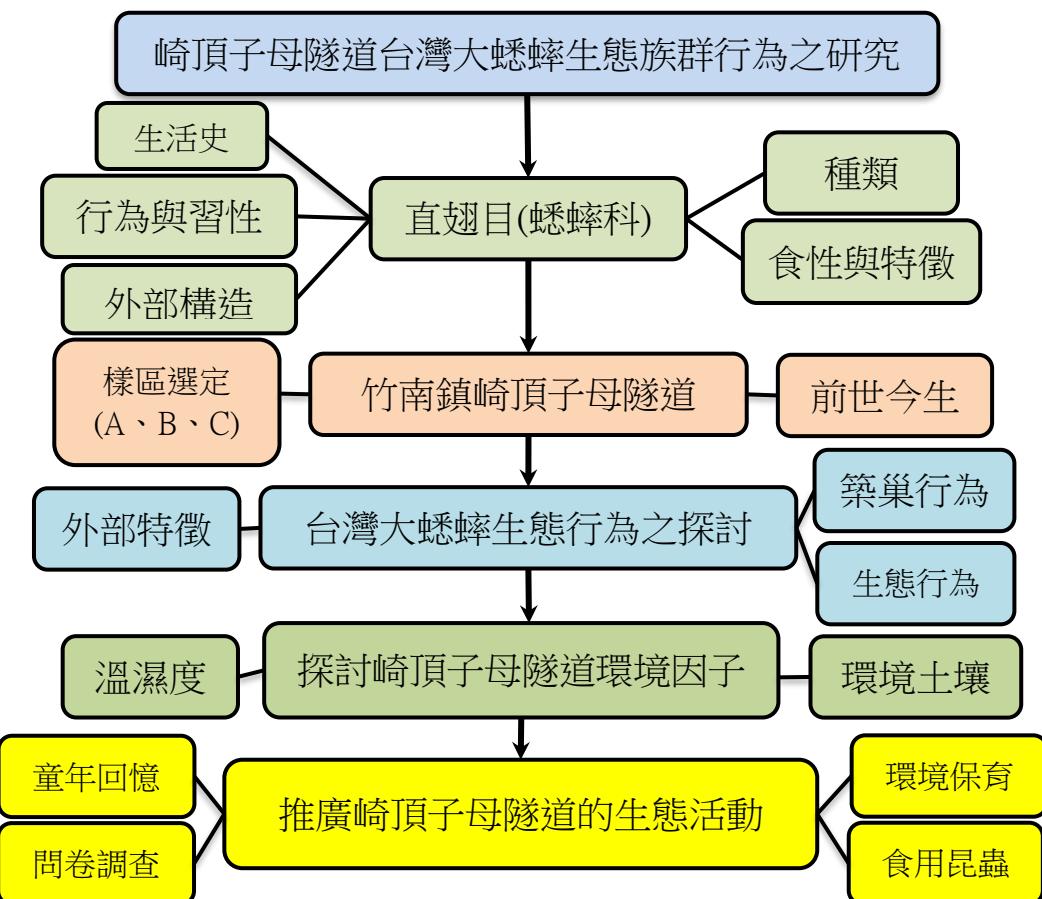
參、研究設備與器材

目的	設備與用品
1.樣區觀察	攝影器材、筆記本、文具、頭燈、容器、標示用旗子、溫濕度計、土壤檢測儀
2.飼養觀察	訂製飼養箱、觀察盒、沙土、泥土、台灣大蟋蟀
3.觀察紀錄	筆記本、excel、google 文件
4.查詢資料	iPad 電腦
5.實驗材料	飼養箱、葉菜類食物、根莖類食物、生食（豬、雞、牛）肉類、土、尺、溫濕度計、紙箱、紙板、護貝膜、膠帶、剪刀、美工刀、木板、pH 檢測器

表 3-1 研究設備與器材

肆、研究過程與方法

一、研究流程



二、認識台灣直翅目的分類與基本資料

(一) 認識直翅目昆蟲的分類

學名	<i>Orthoptera</i>
種類	包括蝗蟲、螽蟬、蟋蟀、蝼蛄等昆蟲，全世界約3萬多種，64科3500屬
分布	大多分布於亞洲熱帶與亞熱帶氣候國家，從平原到低海拔山區。
形態	前翅是革質，後翅是膜質，靜止時成扇狀摺疊，口器咀嚼式。屬於 <u>不完全變態</u> 的昆蟲（卵、若蟲、成蟲）。通常有著發達的後腿，善於跳躍。一些直翅目的雄蟲會用翅膀和腿摩擦發出聲音來吸引雌蟲。
習性	成蟲於夏、秋季出現，夜行性具有趨光性，喜食植物莖葉、種實和根部，是農業害蟲之一。有些種類屬雜食性，屍體、小型昆蟲皆會捕食。

表 4-1 直翅目的基本介紹

(二) 常見直翅目種類比較

			
圖 4-1 蟋蟀科 體色黑色至褐色為主，觸角長，後腿粗大善跳躍。雄蟲領域強、好爭鬥，兩翅摩擦能發出聲響。以晝伏夜出為主。食性以雜食性為主，也會撿拾屍體為食	圖 4-2 螢蟬科 觸角比身體長，多半是雜食性。雄蟲會摩擦兩翅發音。前足在脛節基部有聽器；後足腿節發達，母蟲產卵管呈劍狀或鐮刀狀，以夜晚活動為主。	圖 4-3 蝗科 現存最古老的食草昆蟲類群之一，觸角短，通常棲息於地面，後腿強壯有力，以草食為主，少數種類會危害穀物、蔬菜等農作物，為農業害蟲之一。	圖 4-4 廉價科 體圓頭大，茶褐色，前肢有排小尖刺類似皇冠，善掘地，生活在泥土中，雜食性，嗜食農作物嫩莖，為稻麥害蟲。晝伏夜出，雄蟲每於日落黃昏鳴叫。

三、台灣大蟋蟀的生態基本資料

(一) 台灣大蟋蟀的生態資訊

動物名	台灣大蟋蟀
學名	<i>Brachytrupes portentosus Lichtenstein</i>
分類	蟋蟀科大蟋屬
分布	臺灣大蟋蟀分布於中國和台灣全島平原到低海拔山區
形態	台灣體型最大蟋蟀，頭圓，雄蟲體長約3.2~4.5公分，全身褐色，胸及前翅則為黑褐色，雌蟲產卵管短。
習性	成蟲於每年5月開始羽化，7月開始產卵於地穴底部的卵室，產卵約100~200粒，卵期約30天。幼蟲孵化後將會從地穴爬出，另築新地穴。幼蟲期約10個月，成蟲期約2~3個月。
行為	成蟲於夏、秋季出現，以卵越冬，若蟲於春和夏季出現，夜行性具有趨光性。

表 4-2 台灣大蟋蟀的基本介紹

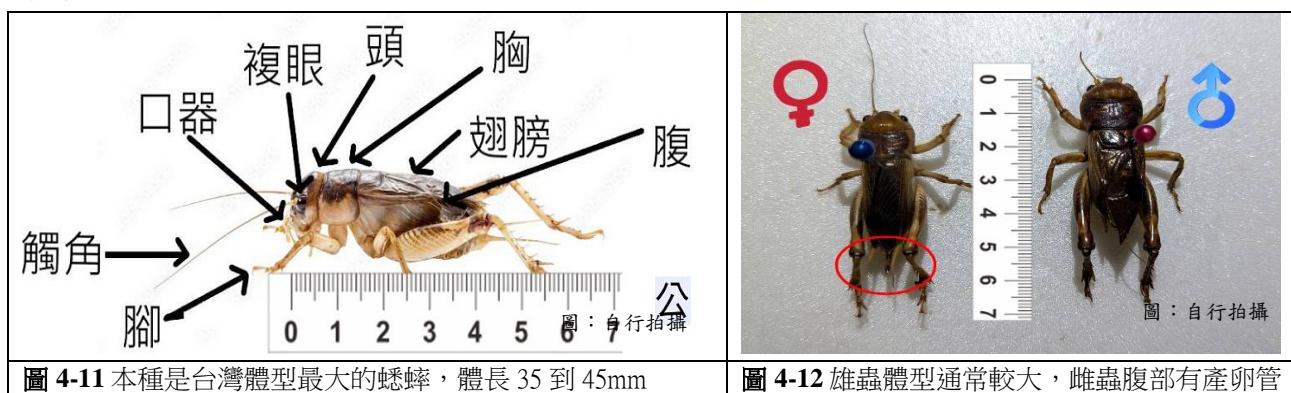
四、台灣大蟋蟀的相關生態 - 生活史、外型特徵

本種分布於平地至低海拔山區，成蟲於夏、秋季出現，夜行性具有趨光性。在過去農業年代，台灣大蟋蟀很常見，俗稱土猴、土伯仔。會啃食鮮嫩農作物，是農夫們頭號敵人，也是五、六十年代兒時童趣灌蟋蟀的主角，曾被大量捉來烤食。

(一) 台灣大蟋蟀的生活史



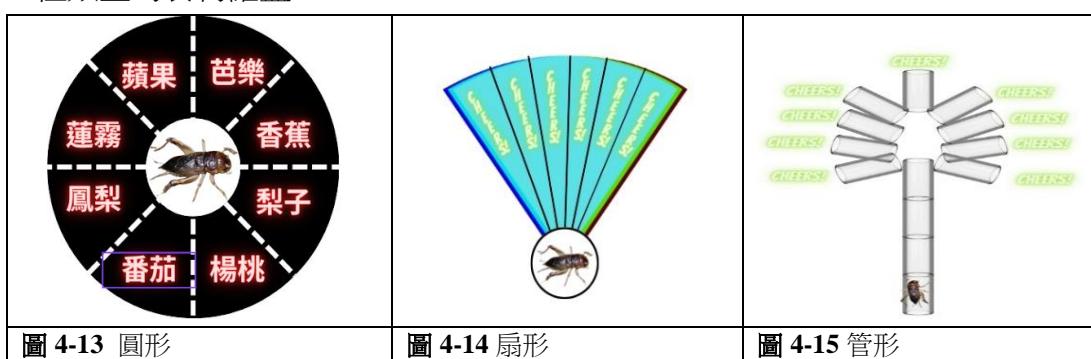
(二) 台灣大蟋蟀的相關外部特徵及公母差異性



五、台灣大蟋蟀食性之探討

台灣大蟋蟀為雜食性昆蟲，我們製作了食物羅盤，透過實驗，觀察出喜愛的食物類別。

(一) 三種類型的食物羅盤



(二) 台灣大蟋蟀餵食用食材



(三) 製作材料



圖 4-17 紙板、剪刀、膠帶（紙膠帶、透明膠帶、雙面膠帶）、保麗龍、護貝膜



圖 4-18 實驗材料



圖 4-19 食性羅盤



圖 4-20 蟋蟀放入實驗

六、台灣大蟋蟀飼養及棲息地觀察

我們選定樣區後，每月挑選一日夜晚進行觀察紀錄，每次觀察的時間約兩個小時，選定適當的孔洞，進行灌水誘捕大蟋蟀，再進行蟋蟀的孔洞數量紀錄。

(一) 野外觀察棲息地

透過儀器，可以有效紀錄各種環境因子，藉此推測出大蟋蟀族群變化的關聯性。材料：水桶、鏟子、標示用旗子、飼養箱、手電筒、頭燈、溫溼度計、土壤檢測儀。



圖 4-21 實驗器材



圖 4-22 溫溼度計、土壤 pH 檢測儀



圖 4-23 標記孔洞的旗子



圖 4-24 用水灌注孔洞捕抓蟋蟀



圖 4-25 標記樣區孔洞的旗子



圖 4-26 蟋蟀孔洞觀察

(二) 室內飼養觀察

透過飼養和觀察，可以深入了解台灣大蟋蟀的生活習性，同時體驗生物觀察的樂趣。



圖 4-27 用壓克力板製作



圖 4-28 裝填土壤製造環境



圖 4-29A 田土；B 紅土



圖 4-30C 沙子；D 原棲地土

七、台灣大蟋蟀生態行為之探討

材料：紙箱、美工刀、筆、尺、溫溼度計、大蟋蟀、飼養箱、Spectroid APP 軟體、木槌。

(一) 台灣大蟋蟀跳躍實驗之探討

蟋蟀有粗壯的後大腿，善於跳躍，因此，透過實驗測量其跳躍距離，藉此瞭解大蟋蟀的跳躍能力，有助於分析大蟋蟀的運動模式。



圖 4-31 製作材料



圖 4-32 製作過程



圖 4-33 實驗過程

(二) 台灣大蟋蟀鳴叫之探討

雄蟋蟀會利用其前翅摩擦發出聲音，具有鳴叫求偶、宣示領域及種內溝通等行為，同時，探討環境因素對鳴叫行為的影響。



圖 4-34 雄蟋蟀鳴叫



圖 4-35 手機 Spectroid APP



圖 4-36 用手機錄至聲音頻率

(三) 台灣大蟋蟀挖掘行為之探討

大蟋蟀有適應挖掘土壤的前足，這項功能有利於躲避天敵、繁殖、棲息等生態適應能力。



圖 4-37 將土打碎



圖 4-38 將土填入觀察箱內



圖 4-39 觀察蟋蟀挖洞的過程

八、探討崎頂子母隧道研究樣區環境與地形

(一) 苗栗縣竹南鎮崎頂子母隧道是觀賞崎頂

海岸美景的絕佳場所。這裡的舊名是

「老衢崎頂」，「崎」代表山坡，整個村莊依勢建於坡頂上。日治時期，殖民政府將「老衢」刪去，簡稱為崎頂，沿用至今。如今這個觀景台命名為老衢觀海，則是回復清領時期的舊名。

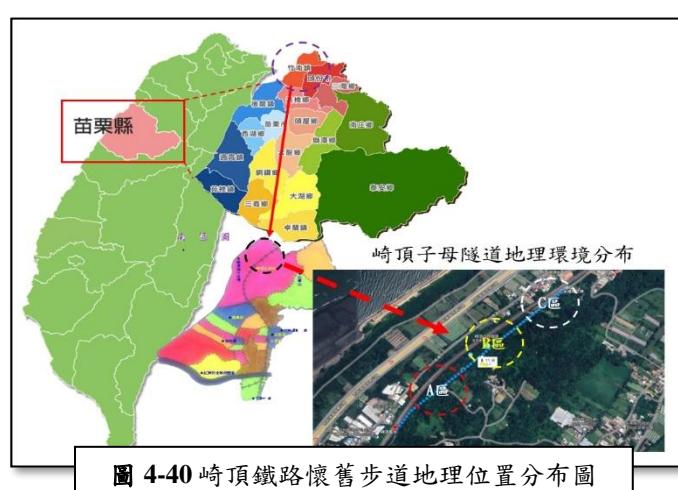


圖 4-40 崎頂鐵路懷舊步道地理位置分布圖

(二) 研究樣區的環境分析

子母隧道一號隧道長約 130 公尺，二號隧道長約 67 公尺，屬於雙軌舊磚造建築，是苗栗縣內唯一兩座相連的雙軌鐵路隧道。內襯上半部用紅磚建造，下半部為水泥磚建造，這種建築構造相當少見，至今仍然保持完整。2005 年公告為苗栗縣歷史建築類文化資產。一部分綠地是動物主要棲息的地方，其他都是人為開墾的區域。

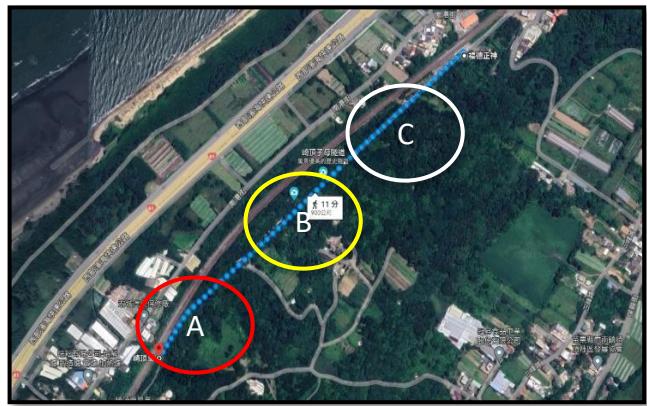


圖 4-41 研究樣區位置分布圖

(三) 調查樣區的選定及範圍介紹

在步道的前、中、後選定適合的研究樣區，分成 A、B、C 三個樣區。A 樣區總面積為 12.85 平方公尺；B 樣區總面積為 22.48 平方公尺；C 樣區總面積為 13.31 平方公尺。



圖 4-42 A 樣區靠近前段步道旁

圖 4-43 A 樣區地被植物較多



圖 4-44 B 樣區為中段步道雜木林內

圖 4-45 B 樣區陽光不足，枯枝落葉較多

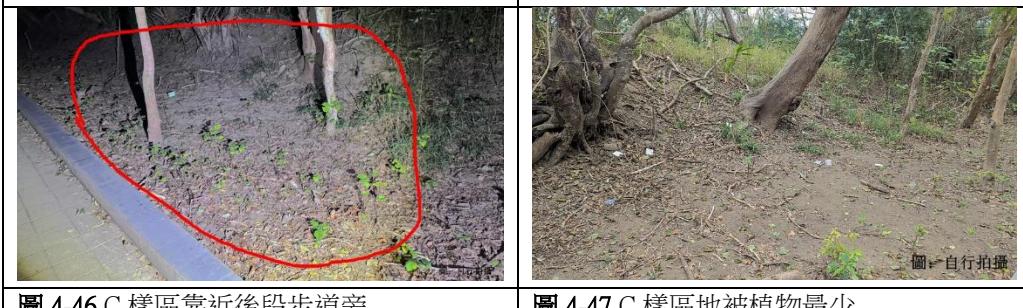


圖 4-46 C 樣區靠近後段步道旁

圖 4-47 C 樣區地被植物最少

(四) 嶠頂子母隧道對遊客的問卷調查

我們想瞭解民眾到嶠頂子母隧道的目的，以及對當地文化與環境生態的認知。因此，透過問卷的方式，蒐集研究的參考數據。



圖 4-48 嶠頂車站做問卷

圖 4-49 嶠頂車站做問卷

圖 4-50 隧道口做問卷

伍、研究結果

一、崎頂子母隧道環境因子資料分析

透過監測環境因子，分析台灣大蟋蟀孔洞數量的變化。我們自 2023 年 7 月 27 日至 2024 年 12 月 22 日，每月進行一次觀察，為期一年半。記錄溫度、濕度、降雨量及土壤酸鹼值，以探討環境變化與台灣大蟋蟀活動活躍度之間的關聯性。

(一) 環境因子資料分析

1. 溫度

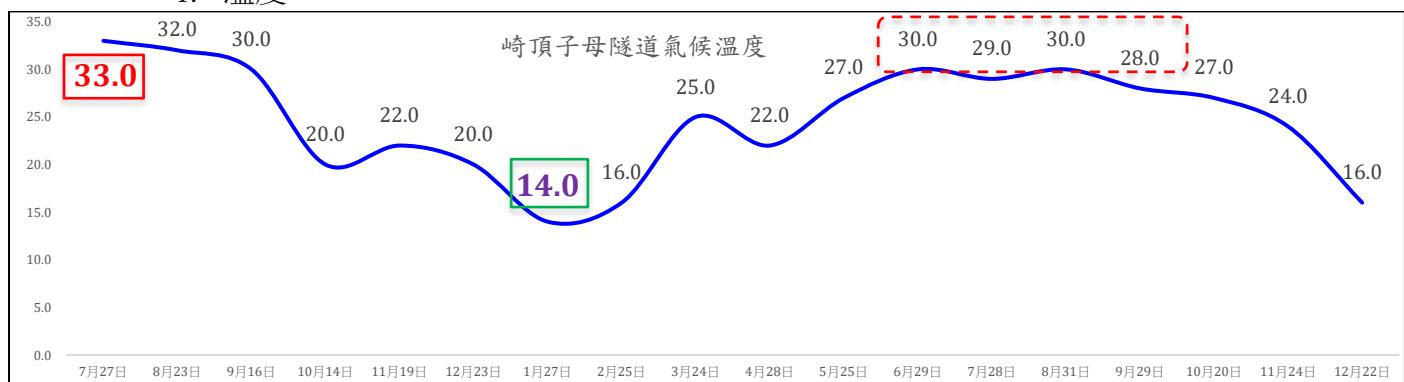


圖 5-1 崎頂子母隧道的溫度數值表

觀察分析：此區溫度變化明顯，呈現典型的四季變化，平均溫度為 24.7°C。夏季 6 月～9 月，溫度較高，約在 28°C～33°C 之間，最高溫出現在 2023 年 7 月 27 日的 33°C。冬季 12 月～2 月，氣溫最低，約 14°C～20°C，其中 2024 年 1 月 27 日最低 14°C。

2. 濕度

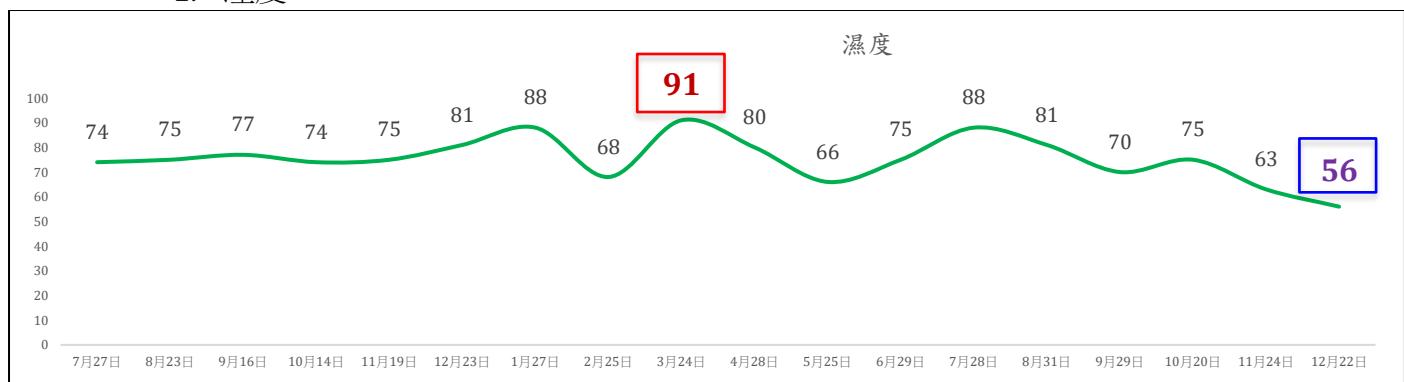


圖 5-2 崎頂子母隧道的濕度數值表

觀察分析：崎頂子母隧道全年濕度偏高，春季與冬季濕度變化較大，秋末與初冬較為乾燥。冬季濕度變化劇烈，1 月和 3 月高達 88% - 91%，但 12 月最低時只有 56%。春季與夏季普遍濕潤，大多數超過 70%，全年平均濕度為 75.39%，顯示該區域屬於高濕度環境。

3. 降雨量

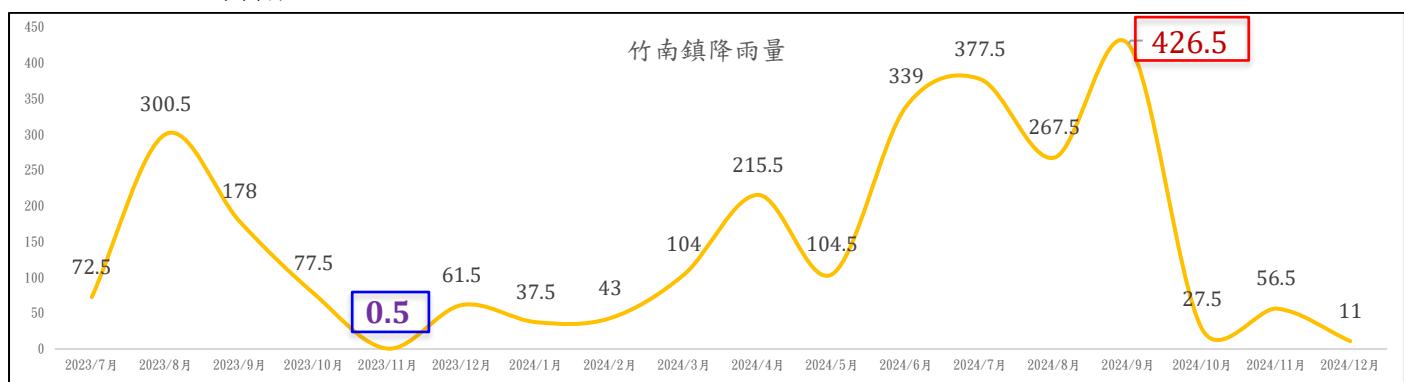


圖 5-3 竹南鎮年降雨量數值表

觀察分析：崎頂子母隧道的降雨量呈現明顯的季節性變化，夏季和秋季是降雨的高峰期，而冬季則相對乾燥。從數據來看，2024年9月是降雨量最高的月份，主要是受到凱米颱風和山陀兒颱風帶來的豪大雨影響。

4. 土壤酸鹼值

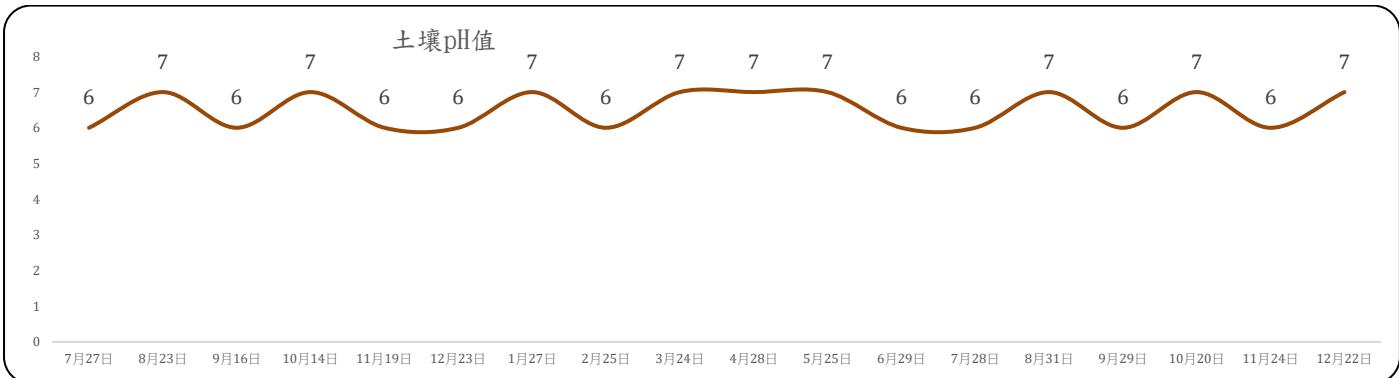


圖 5-4 崎頂子母隧道的土壤酸鹼值數值表

觀察分析：崎頂子母隧道的土壤酸鹼值落在6~7之間，下雨後酸鹼值則會往下掉，但都不會低於6以下，最高就在7，整體偏向中性至微酸性。

二、探討崎頂子母隧道 A、B、C 樣區大蟋蟀孔洞數量研究及消長變化

我們將長度約900公尺的崎頂子母隧道分為A、B、C三個樣區。依照樣區的大小進行觀察研究，採用目視法方式記錄，並紀錄的孔洞外插上旗子作為標記。

(一) A 樣區孔洞數量探討

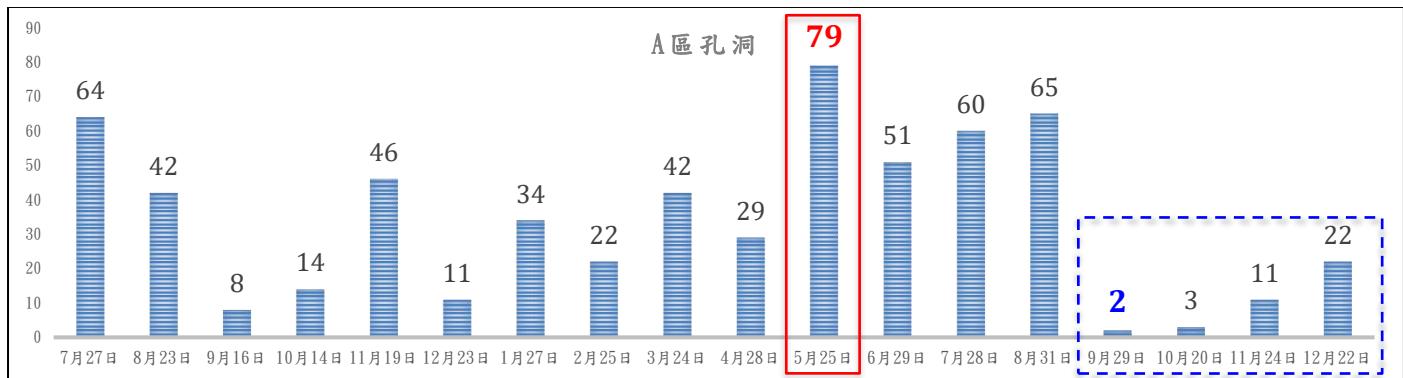


圖 5-5 崎頂子母隧道 A 樣區孔洞數量表

觀察分析：A樣區孔洞顯示春夏期間數量較多，秋冬則減少。春夏氣候溫暖、雨水充足，提供良好的活動與覓食環境，因此孔洞數量較多。秋冬時分，孔洞數明顯下降，特別是9至12月，顯示大蟋蟀的活動減少與氣溫降低及環境乾燥有關。此外，這段期間為卵期或初齡幼蟲期，導致成蟲活動減少。值得注意的是，9月29日的孔洞數量降至最低，推測與山陀兒颱風帶來的豪雨影響有關，導致部分蟲體死亡或棲地受到破壞。

(二) B 樣區孔洞數量探討

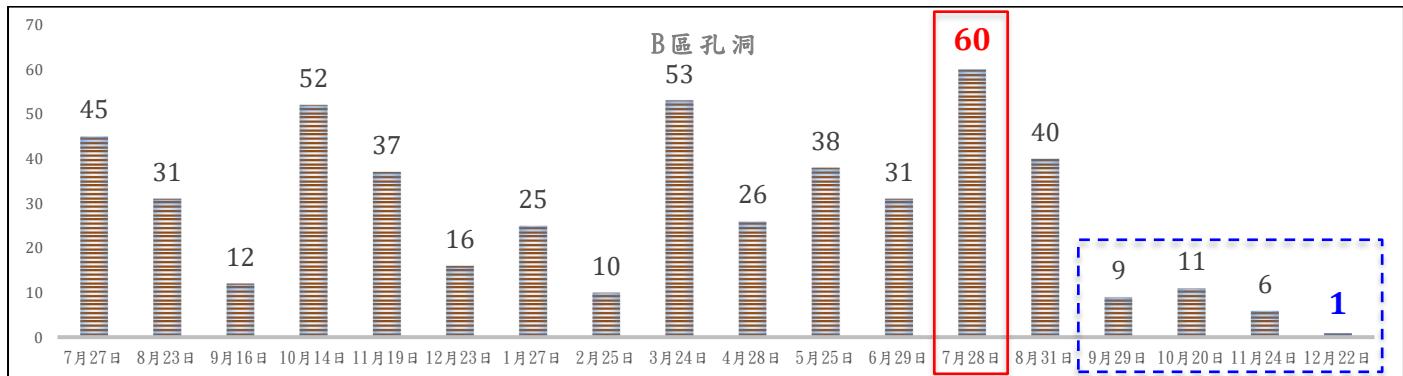


圖 5-6 崎頂子母隧道 B 樣區孔洞數量表

觀察分析：B 樣區的孔洞數量與季節變化明顯呼應，春夏活躍，秋冬逐漸減少，其中 3 月與 7 月為高峰，12 月為最低點。相較於 A 區，B 區的變化更不穩定，可能受環境微差的影響。B 樣區總計 503 個孔洞，總數略少於 A 區（605 個），但仍為大蟋蟀活動區。

（三）C 樣區孔洞數量探討

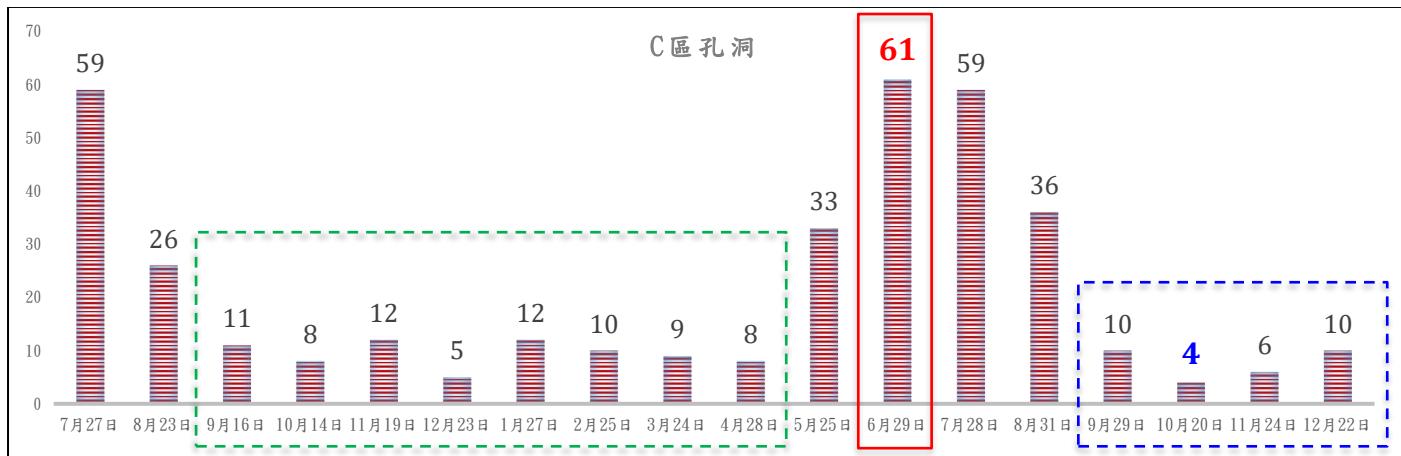


圖 5-7 崎頂子母隧道 C 樣區孔洞數值表

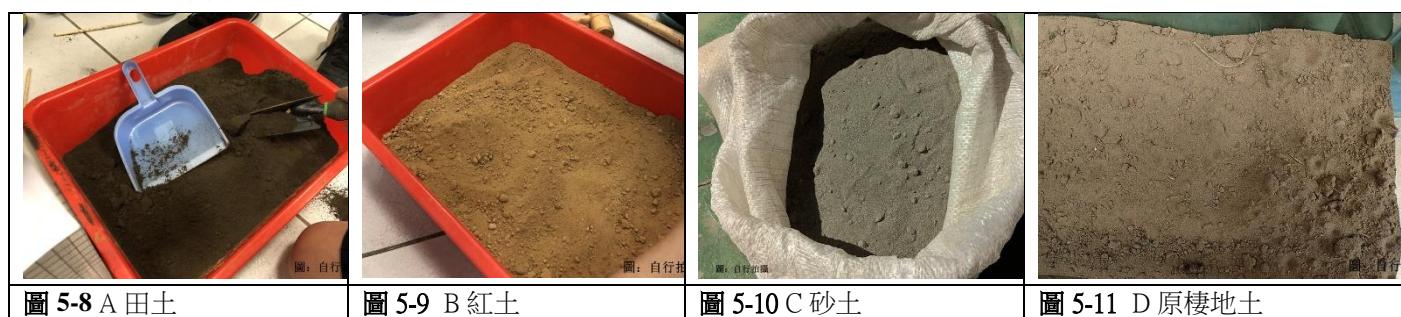
觀察分析：與前兩個樣區類似，C 樣區的台灣大蟋蟀在夏季（6-7 月）最活躍，秋冬明顯減少，10 月為最低點。相較於 A、B 樣區，C 樣區的總孔洞數較少（379 個），可能受環境條件或競爭壓力影響，導致活動量低於其他區域。

三、台灣大蟋蟀對土壤喜好度分析之探討

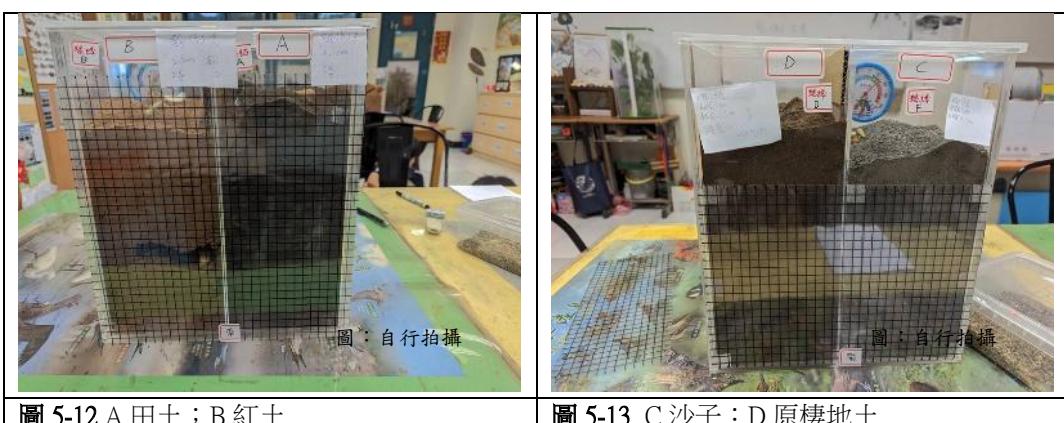
台灣大蟋蟀有挖洞築巢的習性，對不同土壤類型展現特定偏好。本研究探討四種土壤條件對其行為的影響，同時分析土壤的酸鹼值與鬆散度對大蟋蟀挖掘的行為是否影響及適應特性。

（一）探討築巢土壤的喜好

我們利用四種不同的土壤，分別為 A 田土、B 紅土、C 砂土、D 原棲地土，透過實驗分析知道台灣大蟋蟀對這四種土質的喜好度。



我們製作了兩組飼養箱，將四種不同的土壤分別填入並壓實，使其高度統一為 30 公分，寬度為 15 公分。隨後，將四隻成蟲分別放入相應的觀察箱。



1. 土壤酸鹼值

土壤 pH 值影響土壤微生物的活動，大蟋蟀的活動也受到 pH 值的影響。

土壤類型	pH 值	酸鹼性分類
田土	6.7	近中性（微酸性）
紅土	5.6	酸性
砂土	8.2	鹼性
原棲地土	7.0	中性

表 5-1 四種土壤的酸鹼值

- (1) 田土：採集於竹北光明六路附近的菜園，pH 值為 6.7，屬於近中性土壤。
- (2) 紅土：採集於頭份淺山地區，pH 值為 5.6，屬於酸性土壤。
- (3) 砂土：來自建築用沙子，pH 值為 8.2，屬於鹼性土壤。
- (4) 原棲地土：採集崎頂隧道旁，pH 值為 7，為中性土壤，適合大多數植物生長。

2. 土壤種類的喜好度

大蟋蟀可能較偏好 **pH 6.5~7.0 的土壤**（如原棲地土或田土），因為這類土壤的物理與化學特性適合挖洞與生存。而酸性或鹼性較高的土壤（紅土與砂土）可能會降低其適應性，影響洞穴的穩定性和生存條件。

- (1) **最佳選擇**：原棲地土（pH 7.0）與田土（pH 6.7）可能是大蟋蟀較常選擇的挖洞環境，因為土壤結構適中，濕度和養分較穩定。
- (2) **砂土困難**：鹼性較高且砂粒較大，不易固定凝結，會使得洞穴結構較不穩定，容易崩塌，影響蟋蟀的挖掘與棲息。

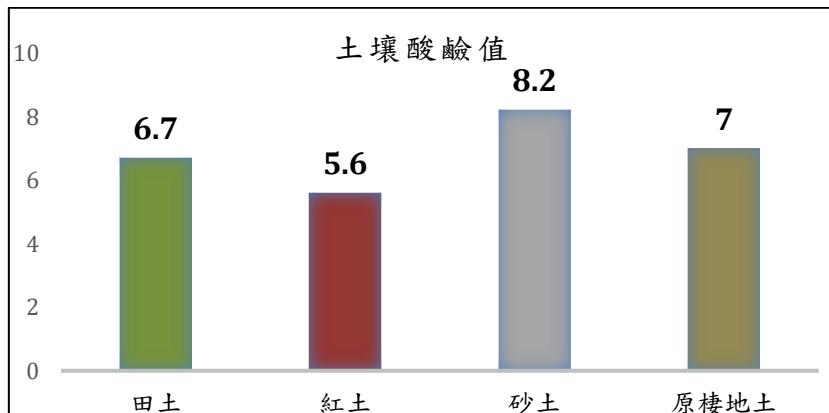


圖 5-14 土壤 pH 值

觀察分析：經觀察，台灣大蟋蟀在砂土環境中的築巢意願明顯降低。主因是砂土結構鬆散，洞穴易坍塌，導致蟋蟀挖洞困難，耗費大量體力。相較之下，原棲地土壤及田土更適合牠們。適度灑水後，土壤結構變得紮實，洞穴不易崩塌，為大蟋蟀提供穩定的居住環境，進而提升存活率。

(二) 孔洞結構的探討

觀察箱可用來觀察蟋蟀如何挖掘與構築巢穴，並分析不同土壤環境如何影響挖掘行為。



觀察分析：台灣大蟋蟀對不同土壤的挖掘行為有所差異，偏好較為鬆散且具有適當濕度及黏度的土壤。多以彎曲之字形或是直線斜狀方式進行挖掘，深度依土壤質地而異。本實驗使用的容器深度為 30 公分，結果顯示，終齡若蟲及成蟲挖掘能力較強，常能挖至容器底部；相較之下，四齡以前的若蟲主要活動於中上層。

四、台灣大蟋蟀食性之探討

原計畫使用食性羅盤測試大蟋蟀的食物偏好，但實驗中發現，大蟋蟀在觀察盒內活動力偏低，對食物興趣不大，且多聚集於角落不動。經觀察才意識到，大蟋蟀為夜行性昆蟲，白天主要休息，夜晚才積極活動與覓食。基於此，我們調整方法，改以飼養箱進行觀察與紀錄。

※食性的喜好度之選擇

我們提供市場上可購買的各類食材進行餵食，包括瓜果類、葉菜類、根莖類、菌菇類、水果類及辛辣食材，並觀察大蟋蟀偏好的食物類型。



圖 5-18 餵食鴻喜菇



圖 5-19 餵食白蘿蔔



圖 5-20 餵食地瓜

1. 根莖類 (20%) 和瓜果類 (19%) 為台灣大蟋蟀最主要的食物來源，顯示牠們偏好富含碳水化合物與水分的食物，如地瓜、馬鈴薯、南瓜等。
2. 水果類 (20%) 也是主要食物來源，代表蟋蟀對甜味及高水分食物有高度攝食偏好，例如香蕉、蘋果等。
3. 葉菜類 (14%) 次之，顯示牠們會攝取部分葉菜，如小白菜、空心菜，比例較低。
4. 菌菇類 (16%) 也占一定比例，顯示可能會食用如金針菇、香菇等菇類，可能是補充蛋白質的來源。
5. 種籽類 (8%) 佔較小比例，可能為額外攝取營養，如小米或其他穀類、豆類。
6. 辛辣類 (3%) 為最低比例，顯示台灣大蟋蟀不偏好辛辣食物，如辣椒或薑。

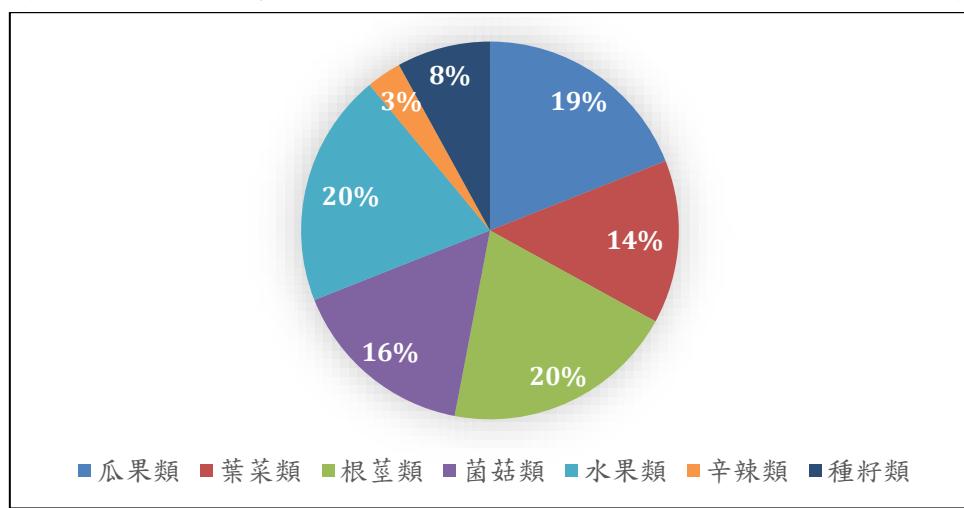


圖 5-21 台灣大蟋蟀食物喜好圖

觀察分析：台灣大蟋蟀的食性偏好以根莖類、瓜果類與水果類為主，代表牠們更喜歡富含碳水化合物與水分的食物，這可能與其生活環境和生理需求有關。而辛辣類食物的攝取比例最低，顯示蟋蟀對刺激性食物的適應度較低。

※另外，也嘗試餵食雞皮，發覺大蟋蟀都沒出洞口，應該是雞皮油脂高，飽足感較足。

五、探討台灣大蟋蟀的生態行為

台灣大蟋蟀通常生活在低海拔的草地、農田、森林邊緣，以及人類活動區域如庭院和荒地。偏好有土壤供挖掘洞穴的環境，因為洞穴是牠們躲避天敵和調節溫度的重要場所。

(一) 探討台灣大蟋蟀的跳躍能力

直翅目昆蟲普遍演化出強健的後肢，使其能夠透過彈跳機制，迅速逃避天敵或移動覓食。為探究台灣大蟋蟀的跳躍能力，我們設計了以下實驗。

次數/距離 cm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
第一次實驗	13	13	9	9.5	12	8	4	7	6	6.5	8.8cm
第二次實驗	8.5	13	9	14	2	7	2.5	5	2	4	6.7cm
第三次實驗	4	3	1	6	3.5	4	1.7	3.2	6	2	3.44cm

表 5-2 台灣大蟋蟀跳躍能力表

- (1) 第一次實驗：蟋蟀的跳躍距離較為分散，數值從 4~13 公分不等。跳躍距離的平均值為 8.8 公分，說明蟋蟀的跳躍距離有較大的波動範圍。
- (2) 第二次實驗：數值在 2~14 公分之間，跳躍距離的波動較大。該次實驗的平均值為 6.7 公分，顯示蟋蟀跳躍的表現有所下降，部分次數甚至顯著降低。
- (3) 第三次實驗：跳躍距離更為不穩定，最低為 1 公分，最高為 6 公分，平均值僅為 3.44 公分，顯示這次的跳躍能力表現較差。

※觀察結果：1. 平均值逐漸降低：從第一次的 8.8 公分到第二次的 6.7 公分，再到第三次的 3.44 公分，顯示跳躍距離呈現下降趨勢。2. 跳躍的變異性較大：每次實驗內的數值差異也顯示蟋蟀跳躍能力的不穩定性。即使在相同的年齡期，蟋蟀的跳躍距離也可能有顯著的波動。推估蟋蟀可能在多次實驗中感到疲勞，導致跳躍距離減少。每隻蟋蟀的生理狀況可能會影響其跳躍表現，這會導致測量結果的變異。

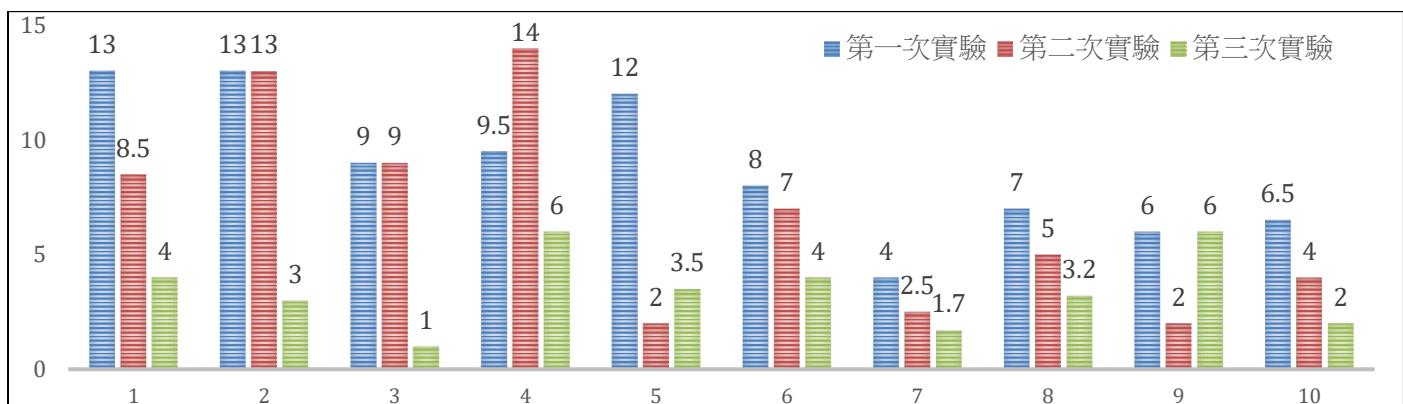


圖 5-22 台灣大蟋蟀跳躍實驗曲線圖

觀察分析：顯示台灣大蟋蟀在不同實驗下的跳躍能力有較大的波動，並且平均跳躍距離逐漸下降。這可能與蟋蟀的生理狀況、實驗次數或環境因素等有關。如果想要進一步研究，可能需要控制環境條件或增加樣本數來了解跳躍能力的趨勢。

(二) 探討台灣大蟋蟀鳴叫行為

由雄性大蟋蟀透過摩擦翅膀產生的聲音，主要用於求偶和宣示領地。



圖：自行拍攝

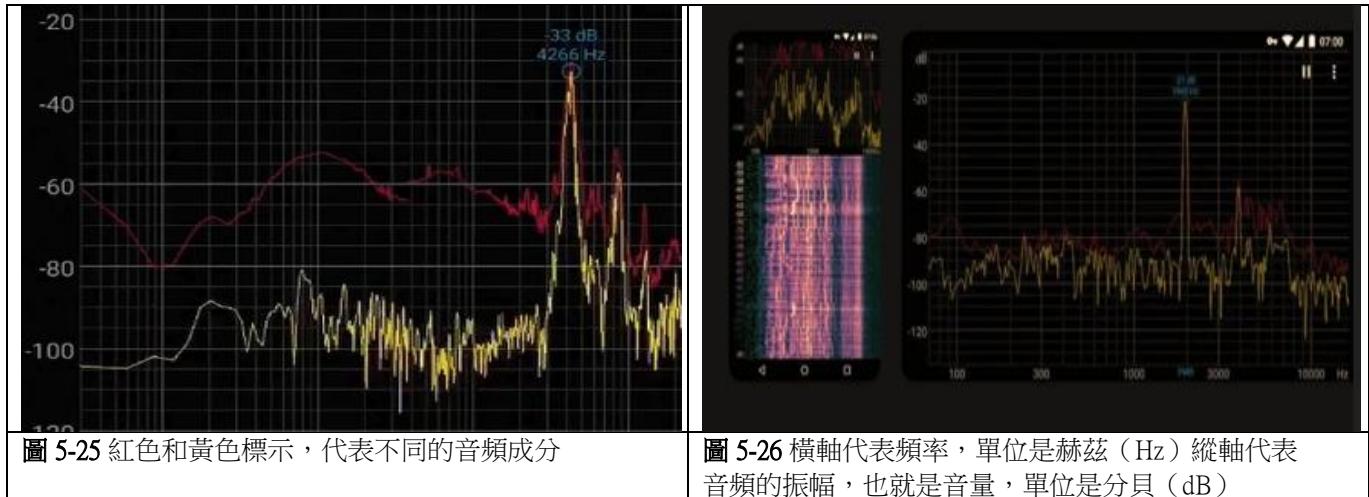


圖：自行拍攝

圖 5-23 繁殖期雄蟲會在洞口鳴叫

圖 5-24 少數善於挖洞築巢的種類

- 鳴叫機制：雄性蟋蟀用其翅膀上的齒狀結構摩擦另一片翅膀上的刮狀區域，產生聲音，這種行為稱為「摩擦鳴叫」。
- 行為模式：
 - 求偶：雄蟋蟀透過鳴叫吸引雌性。其頻率和節奏能顯示個體的健康和適應性。
 - 宣示領地：利用鳴叫向其他雄性表明領域的佔有權。
 - 威嚇敵人：有些情況下，蟋蟀也用聲音來嚇退潛在的競爭者或天敵。
- 鳴叫聲：台灣大蟋蟀的鳴叫聲具有獨特的頻率，頻率在 **3.5 – 4.5KHz** 之間。



觀察分析：圖中明顯可見一個突出的峰值，位於 **4266Hz** 的位置，振幅達到 **33dB**。這表示在這個頻率上，音頻的能量非常集中，可能是台灣大蟋蟀鳴叫聲的主要頻率。除了主要的峰值，圖中還顯示其他頻率上的能量分布，這些可能代表蟋蟀鳴叫聲中的泛音或其他聲音成分。台灣大蟋蟀的鳴叫聲，頻率在 **3.5 – 4.5KHz** 之間，圖中顯示的 **4266Hz**，正好落在此區間內。節奏呈連續且規律，音量較大。而音型屬短促、重複的「唧唧」聲。

(三) 探討台灣大蟋蟀的築巢行為

台灣大蟋蟀偏好疏鬆、濕潤且容易挖掘的土壤，因此在子母隧道環境中，如果底部有適合的土壤層，牠們可能會選擇在此築巢。



觀察分析：在觀察過程中發現，初齡若蟲挖掘洞穴時，會將底層土壤推出洞口，形成小型土丘，但洞口本身不明顯。若撥開表層沙土，便能看見細小的孔洞。隨著若蟲成長，所堆積的土丘也逐漸增大，甚至形成如火山般高聳的結構，且洞口變得更加明顯。若要判斷孔洞內是否有蟋蟀居住，可觀察洞口周圍沙土的濕潤度與色澤。若沙土呈灰色且偏乾，表示該孔洞無蟋蟀居住；若沙土濕潤且顏色較深，可以確定洞內有蟋蟀活動。

(四) 探討台灣大蟋蟀挖洞及孔洞內行為

台灣大蟋蟀的挖洞及孔洞內行為是其適應環境的重要生存策略。透過對這些行為的深入了解，有助於我們更認識這種昆蟲的生態習性，及其相關的作用。



1. 挖洞行為

- (1) 避難與隱蔽：大蟋蟀主要在夜間活動，白天躲藏在洞穴內，以避開蜥蜴等天敵。
- (2) 調節環境：地下洞穴能提供穩定的溫度與濕度，有助於適應不同氣候條件。
- (3) 繁殖與產卵：大蟋蟀會選擇在洞穴內交配及產卵，以確保幼蟲能夠安全孵化。

2. 挖掘方式

- (1) 前足挖掘：有強壯的前足，專門用於挖掘泥土或沙土，形成筆直或彎曲的洞穴。
- (2) 推土與清理：會用後足或頭部將挖出的泥土推至洞穴入口外，以保持通道暢通。
- (3) 洞穴深度：根據土壤性質，洞穴深度可達 10-30 公分，甚至更深。



3. 洞內行為

- (1) 躲藏與休息：白天，大蟋蟀通常靜止在洞穴深處，以避免被掠食者發現。
- (2) 領域性防衛：大蟋蟀具有領域性，會透過鳴叫或直接攻擊入侵者來保衛洞穴。
- (3) 繁殖與求偶：雄蟋蟀會在洞口鳴叫，以吸引雌蟋蟀進入洞穴交配。雌蟋蟀可能會選擇在雄性洞內交配，之後產卵於土壤中，確保幼體能夠在安全環境中孵化。
- (4) 儲存食物：蟋蟀主要以新鮮植物、腐殖質和小型昆蟲為食，但部分種類可能會將食物帶回洞穴內儲存，以應對不良天氣或食物短缺。

總結：台灣大蟋蟀在挖掘洞穴時，首先利用前足挖掘，並將挖出的土壤逐步推至後方。隨著洞穴逐漸成形，牠會離開洞口並轉身，以倒退方式重新進入洞內。就定位後，牠再度使用前足挖掘內部土壤，並運用頭部將土壤推出洞口，最終在入口處堆積成一座小型土丘。這一系列挖掘行為相當有趣且具高度規律性。

陸、討論

一、台灣大蟋蟀飼養生態行為之探討

我們希望了解台灣大蟋蟀在飼養環境中的生態行為，包括食性、活動模式、社會互動及繁殖習性。觀察發現，其活動高峰多在夜間，具有穴居習性，偏好躲藏於陰暗處。

(一) A 飼養

1. 居家飼養環境因子

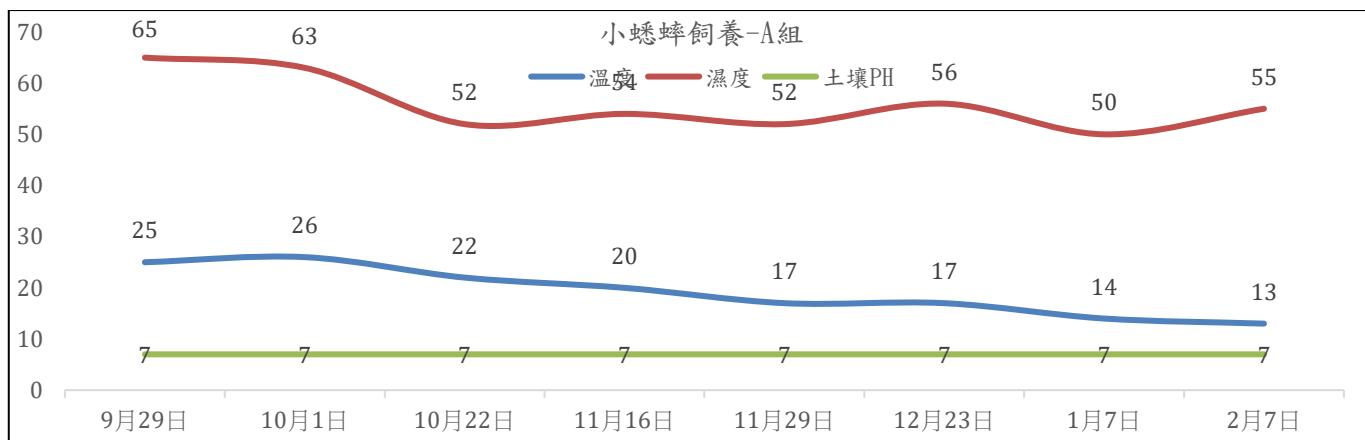


圖 6-1 小蟋蟀飼養-A組

※室內平均溫度為 19.25°C，平均濕度 55.8%。飼養箱放置於冷氣與暖氣無法直吹的區域，並定時補水，以維持適宜的環境條件。我們發現大蟋蟀會挑選品質較好的食物進食，而較差的食物則會被棄置至發霉。當牠們進入新環境時，通常會立即開始挖洞，可能是因對外在環境感到不安。挖掘出的隧道形狀多呈 L 型，且有時會將食物集中堆放在洞內較為寬敞的區域，以利儲存與取食。

2. 觀察記錄（飼養 10 隻 L1 若蟲）

日期	食物種類	備註
2024/9/29	地瓜	飼養隻 L1 若蟲
2024/10/01	小米	孵化三隻若蟲
2024/10/22	小米	實驗的蟋蟀死了三隻。
2024/11/16	小米	實驗的蟋蟀剩下三隻
2024/11/29	小米	幫蟋蟀補水 50c.c
2024/12/23	小米	最後一隻蟋蟀長 2.3 公分
2025/1/7	小米	發現蟋蟀會挑出比較好的小米搬進洞裡

(二) B 飼養

1. 居家飼養環境因子

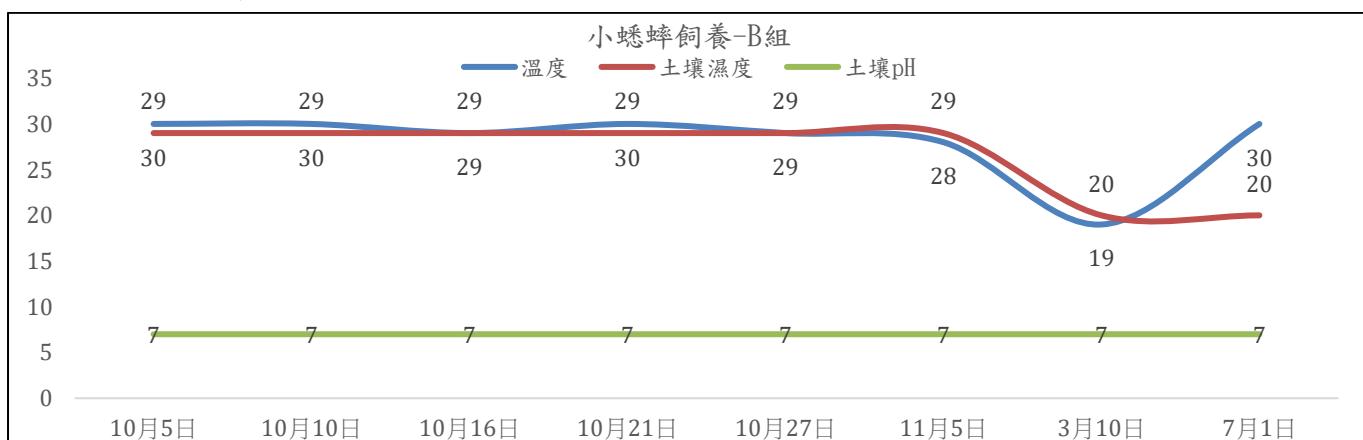


圖 6-2 大蟋蟀飼養-B組

※平均溫度為 28°C，濕度 27%，土壤 pH 值為 7（中性）。我先分析蟋蟀的食物偏好，並調整飼料種類，以觀察其反應。此外，蟋蟀在進入新環境後約 2~3 小時內便會開始挖洞，顯示其對環境的適應能力相當迅速。

2. 觀察記錄（飼養兩隻成蟲大蟋蟀）

日期	食物種類	備註
2023/10/5	南瓜、小黃瓜、紅蘿蔔 0.5x0.5 cm	10/7 蟋蟀會藏食物
2023/10/10	南瓜、小黃瓜、紅蘿蔔 0.5x0.5 cm	有發現 0.7cm 的蟋蟀將食物拖進洞裡
2023/10/16	南瓜、小黃瓜、紅蘿蔔 0.5x0.5 cm	蟋蟀搬完食物後會把出口的洞用土回填
2023/10/21	南瓜、小黃瓜、紅蘿蔔， 地瓜 1.0x1.0cm	發現蟋蟀搬完食物，就會馬上用土把洞口填滿
2023/10/27	櫛瓜、玉米筍、地瓜 1.0x1.0cm	發現蟋蟀兩天沒挖洞，小隻的蟋蟀把大的蟋蟀咬死，把土打碎後蟋蟀就會開始挖洞
2023/11/5	櫛瓜、玉米筍、地瓜 1.0x1.0cm	發現洞裡有一隻蟋蟀，活動量變差，不會儲存食物，食量變小，不知道是不是溫度較低的關係
2024/3/10	葡萄 0.5x0.5 cm	發現箱子後有一隻蟋蟀，差不多已經三個禮拜沒有吃東西了，有一隻蟋蟀一直不挖洞結果最後死掉了
2024/7/1	南瓜 0.5x0.5 cm	週六晚上抓到一隻公蟋蟀和一隻母蟋蟀，星期天晚上公蟋蟀一直叫，但星期一早上發現公蟋蟀被母蟋蟀咬死了

(三) C 飼養

1. 居家飼養環境因子

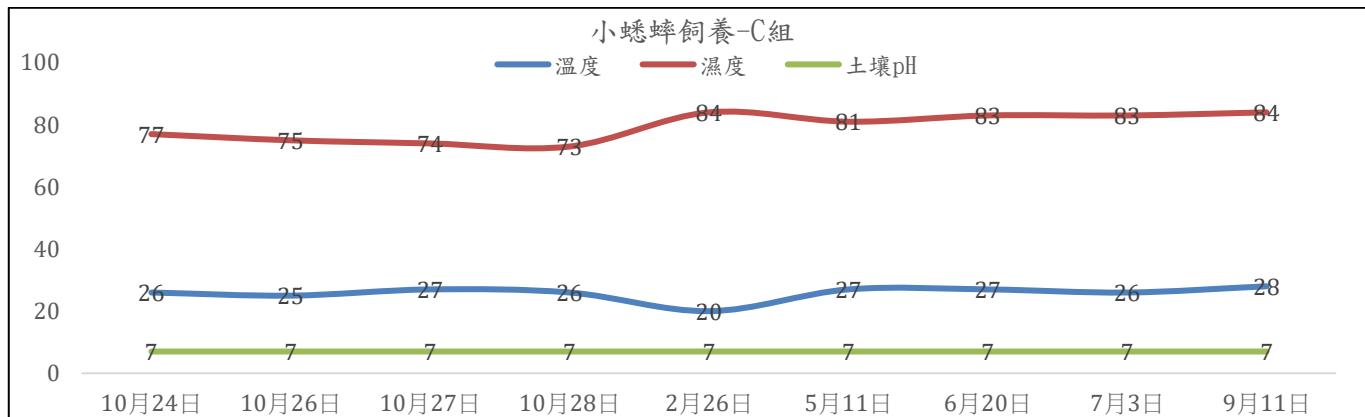


圖 6-3 大蟋蟀飼養 C 組

※室內平均溫度為 25.7°C，濕度 79.3%，土壤 pH 值為 7（中性）。由於環境較為潮濕，在飼養過程中，大蟋蟀的活動普遍較為活躍。特別是在暑假期間，牠們明顯進入繁殖期，夜間鳴叫頻繁，聲音急促且響亮。

2. 觀察記錄（飼養三隻 L4 若蟲；三隻成蟲）

日期	食物種類	備註
2023/10/24	白蘿蔔 0.2x1cm x20	白蘿蔔少 13 塊，有 7 塊被帶入洞穴裡
2023/10/28	芭樂	因為個體逐漸變大，孔洞也變得非常大
2024/5/11	蘋果 1cm x1cm x12	透明箱的大蟋蟀會背著光挖洞、活動
2024/6/20	紅白蘿蔔	同樣的食物餵養久了，發現大蟋蟀會挑食
2024/7/3	蘋果 1cm x1cm x12	A 觀察盒的大蟋蟀開始鳴叫，發現另一個觀察盒的母大蟋蟀的行為開始躁動，會到處尋找聲音出處
2024/9/11	竹筍、空心菜	飼養箱內出現兩個孔洞，觀察出這兩個孔洞是相連的

(四) D 飼養

1. 居家飼養環境因子

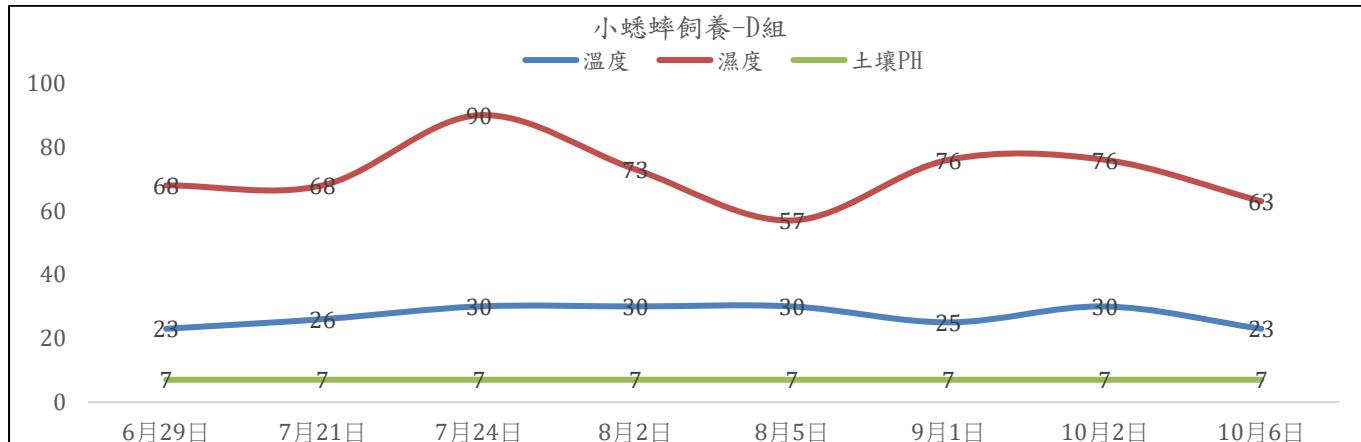


圖 6-4 大蟋蟀飼養-D 組

※室內平均溫度為 27°C，濕度 71%，土壤 pH 值為 7（中性）。大蟋蟀通常會先挖洞，隨後將食物拖入洞內食用，展現出明顯的覓食與藏食行為。

2. 觀察記錄（飼養三隻成蟲大蟋蟀）

日期	食物種類	備註
2024/6/29	紅蘿蔔 6 小塊	那時候還沒有土，以野草作為鋪墊
2024/7/21	地瓜 1cm x 1cm	飼養箱放置客廳處
2024/7/24	地瓜 1cm x 1cm	客廳溫度較低，所以移到後阳台
2024/9/1	地瓜 1cm x 1cm	發現雄蟋蟀死亡
2024/10/6	地瓜 1cm x 1cm	其中一隻持續挖洞，最後全數死亡

(五) E 飼養

1. 居家飼養環境因子

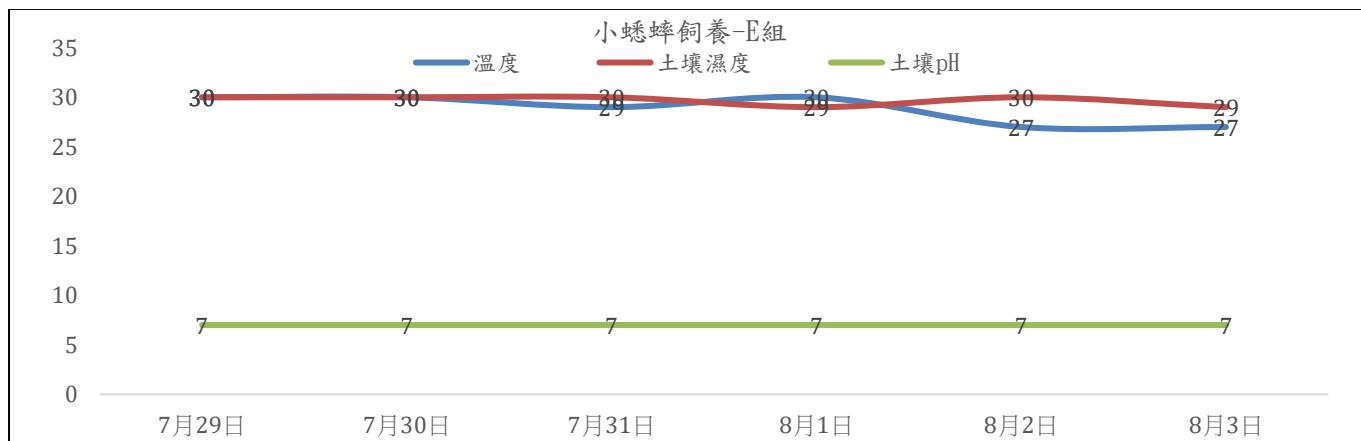


圖 6-5 大蟋蟀飼養-E 組

※在長期開啟空調的環境下，室內平均溫度在 28°C，但相對濕度較低，僅 29.6%，導致環境過於乾燥。使得大蟋蟀在飼養箱內適應不良，活動力下降，最終在飼養第六天死亡。

2. 觀察記錄（飼養一隻成蟲大蟋蟀）

日期	食物種類	備註
2024/7/29	莧菜的莖 10 小塊	在冷氣房飼養
2024/7/30	莧菜的莖 10 小塊	開始陸續挖洞
2024/7/31	莧菜的莖 10 小塊	徘徊在洞口
2024/8/1	莧菜的莖 10 小塊	徘徊在洞口
2024/8/2	莧菜的莖 10 小塊	徘徊在洞口
2024/8/3	無餵食	在投餵食物的洞口中翻肚死亡

二、探討台灣大蟋蟀的特殊行為

實驗過程中發現，母蟋蟀與公蟋蟀被放置在同一個飼養箱內時，牠們會發生激烈爭鬥，互相撕咬，特別是攻擊對方的腿部與腹部。最終結果是母蟋蟀獲勝，而公蟋蟀死亡後，母蟋蟀會將其掩埋，並在三日內相繼死亡。死亡後，母蟋蟀的觸鬚會捲曲。



三、食性輪盤的討論

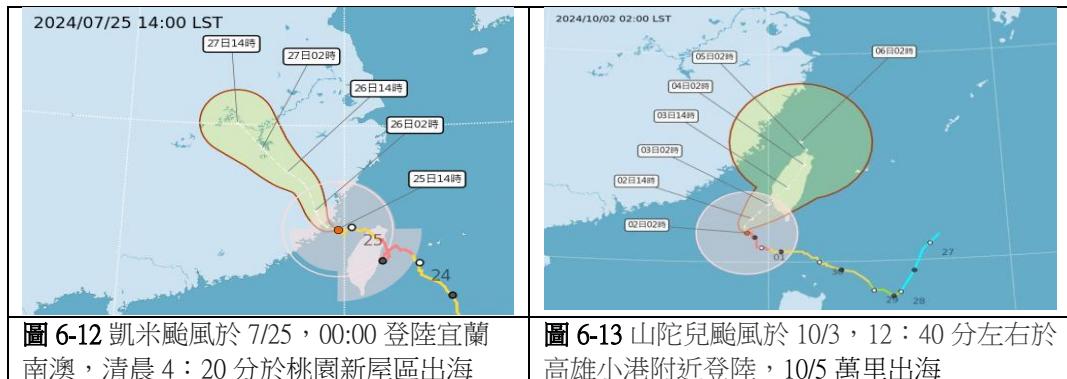
用食性輪盤的實驗器材來進行測試，對夜行性昆蟲來說，使得白天觀察食性行為變得困難。



解決方式：架設紅外線攝影機、減少環境干擾、延長觀察時間

四、探討颱風是否會影響台灣大蟋蟀的環境

2024 年底共有兩個颱風來襲，分別是凱米颱風和山陀兒颱風。其中，凱米颱風於 7 月 25 日登陸，而山陀兒颱風則於 10 月 3 日登陸。



颱風侵襲後，步道環境遭受嚴重破壞，枯枝斷落、標誌傾倒，前期記錄的蟋蟀孔洞亦被大雨沖刷殆盡。7 月下旬凱米颱風過後，孔洞數量尚維持穩定，約 179 個。然而，10 月初山陀兒颱風帶來顯著影響，10 月下旬調查顯示，孔洞數量驟減至 21 個，除成蟲季節結束外，惡劣環境亦是重要因素。



五、台灣大蟋蟀教育推廣與保育方法

(一) 食蟲文化的推廣

旨在提升人們對於昆蟲作為可持續食品的認識與接受度。昆蟲富含高蛋白、維生素與礦物質，且飼養過程環保、低碳、占地少，有助於解決糧食與環境問題。

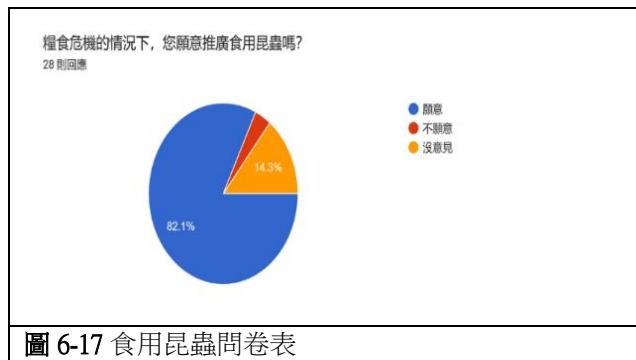


圖 6-17 食用昆蟲問卷表

*從圖中可以明顯看出，絕大多數受訪者（82.1%）表示願意在糧食危機的情況下推廣食用昆蟲。這表示，在面臨潛在的糧食短缺時，民眾對於尋找替代食物是持開放態度。不願意的受訪者佔 14.3%，這部分人可能對食用昆蟲存在疑慮或偏見。調查結果顯示，在糧食危機的背景下，推廣食用昆蟲具有較高的接受度。



圖 6-18 泰國的昆蟲零食



圖 6-19 無印良品販售的蟋蟀仙貝



圖 6-20 泰國販售的昆蟲零食



圖 6-21 無印良品販售的蟋蟀米菓



圖 6-22 蟋蟀零食及蟋蟀棒棒糖



圖 6-23 日本的食蟲餐廳

*食蟲文化在泰國、日本等地已蓬勃發展，尤以東南亞為盛。然而，在台灣推廣面臨挑戰，主因是民眾對昆蟲外觀的既定印象。為提升接受度，需透過創新料理及深入教育，改變大眾對昆蟲食物的看法。總而言之，食蟲文化不僅是一種飲食趨勢，更是一種具有深遠意義的飲食理念，以永續、健康、友善環境的方式獲取食物，為人類和地球的未來帶來更多的可能性。

(二) 民間應用

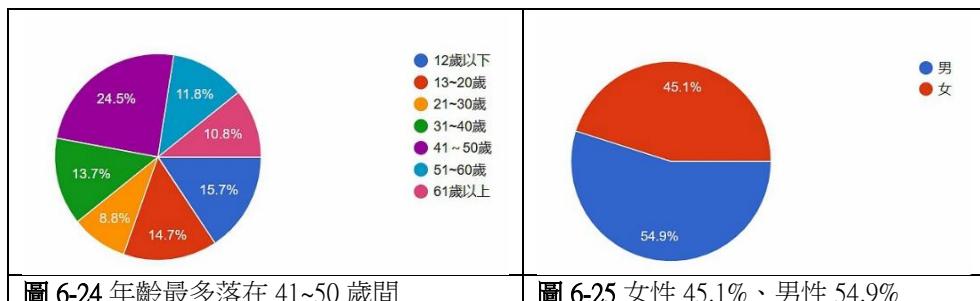
1. 民間醫療偏方：治療咳嗽與喉嚨不適、緩解小兒夜啼、消腫與跌打損傷、治療耳鳴、補腎強身。（這些偏方多來自民間經驗，沒有經過現代醫學的嚴格驗證）。
2. 生態教育與保護：蟋蟀教育工作坊與生態保護宣導。
3. 藝術創作：蟋蟀主題插畫或數位藝術作品。
4. 文化與文創產品：蟋蟀主題商品（飾品、T恤等）。
5. 科學研究：蟋蟀行為、生態及基因相關研究或觀察。

六、推廣崎頂子母隧道生態活動

我們於寒流來襲的假日，在崎頂子母隧道及崎頂車站進行問卷調查。由於天候不佳，當日遊客

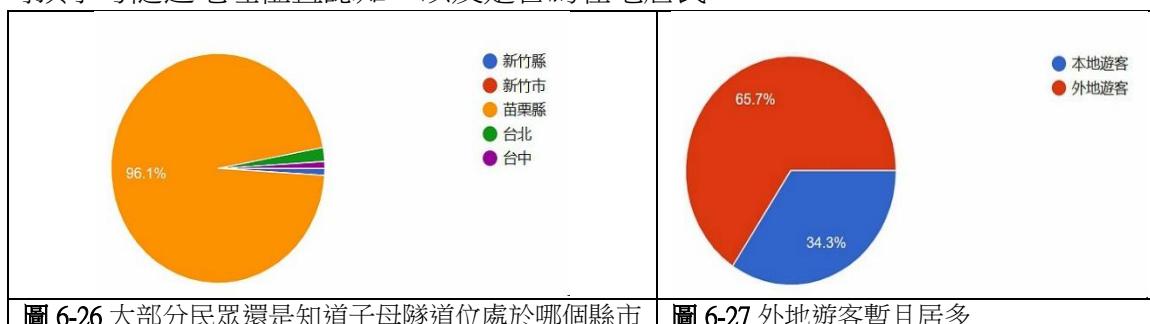
稀少，上午共計訪談 102 位民眾。調查結果顯示，多數受訪者為外地遊客，鮮少本地居民在此地散步，而崎頂火車站則為當地居民主要的交通要塞。

1. 受訪者性別與年齡層



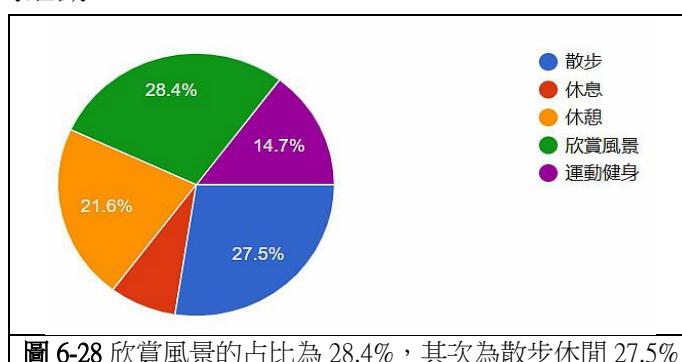
※分析：從數據來看，崎頂子母隧道吸引到訪的民眾年齡層較廣泛，但中年族群是主要遊客。21-30 歲的成年人則較少到訪此地。此地點可能比較適合家庭旅遊、歷史文化愛好者以及中老年人休閒活動。

2. 崎頂子母隧道地理位置認知，以及是否為在地居民



※分析：96.1%受訪者都知道崎頂子母隧道位於苗栗，這與實際地理位置相符。此次調查結果顯示，絕大多數受訪民眾對於崎頂子母隧道的地理位置有正確的認知。崎頂子母隧道是一個受歡迎的觀光景點，吸引了大量外地遊客。同時，它也是當地居民休閒的好去處。

3. 民眾來此地從事的活動



※分析：從數據來看，崎頂子母隧道兼具休閒和觀光功能，提供多元化的活動選擇，滿足不同民眾的需求。歷史意義和獨特景觀也是吸引民眾前來散步、休息和欣賞風景的因素。

4. 民眾對子母隧道的整體環境評比



※分析：民眾對崎頂子母隧道的整體環境評分非常高，顯示此地是一個受歡迎的休閒觀光景點。未來在景點維護和管理上，可以繼續保持現有的環境優勢。

5. 民眾對肚猴（大蟋蟀）的認知

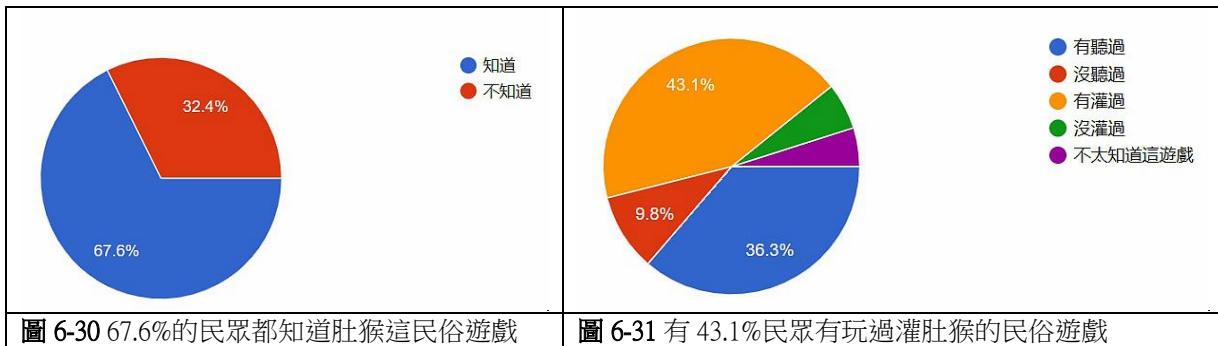


圖 6-30 67.6%的民眾都知道肚猴這民俗遊戲

圖 6-31 有 43.1%民眾有玩過灌肚猴的民俗遊戲

※分析：「灌肚猴」這項遊戲在民眾中有一定的普及程度，特別是體驗過的比例相當高。這項遊戲承載著許多人的童年回憶和鄉土情懷。

6. 民眾對崎頂子母隧道的物種認知

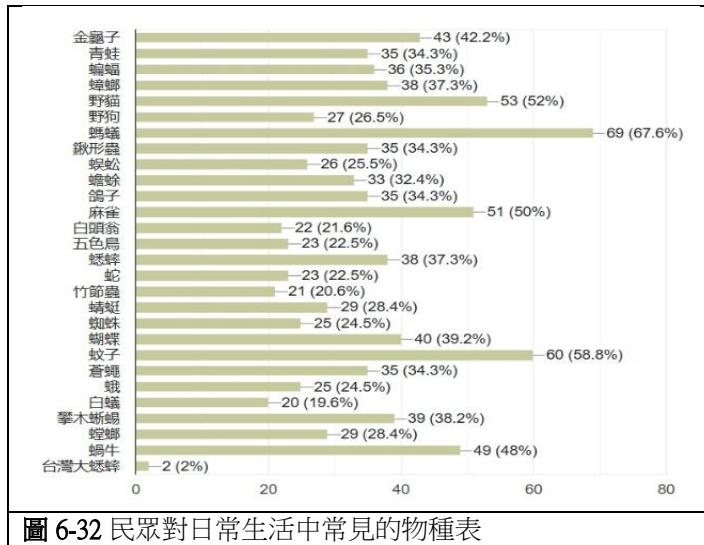


圖 6-32 民眾對日常生活中常見的物種表

※分析：民眾對生活中常見的物種，如螞蟻、麻雀、野貓等，認知度較高。對於一些較為隱蔽或不常見的物種，如台灣大蟋蟀、攀木蜥蜴等，認知度較低。整體而言，民眾對崎頂子母隧道周邊的生態多樣性認知程度不一。

7. 民眾對台灣大蟋蟀的認知

我們挑選六種物種給民眾選擇，分別為：蟑螂、黃斑黑蟋蟀、台灣大蟋蟀、台灣大蝗、烏頭眉紋蟋蟀、沙漠蝗。

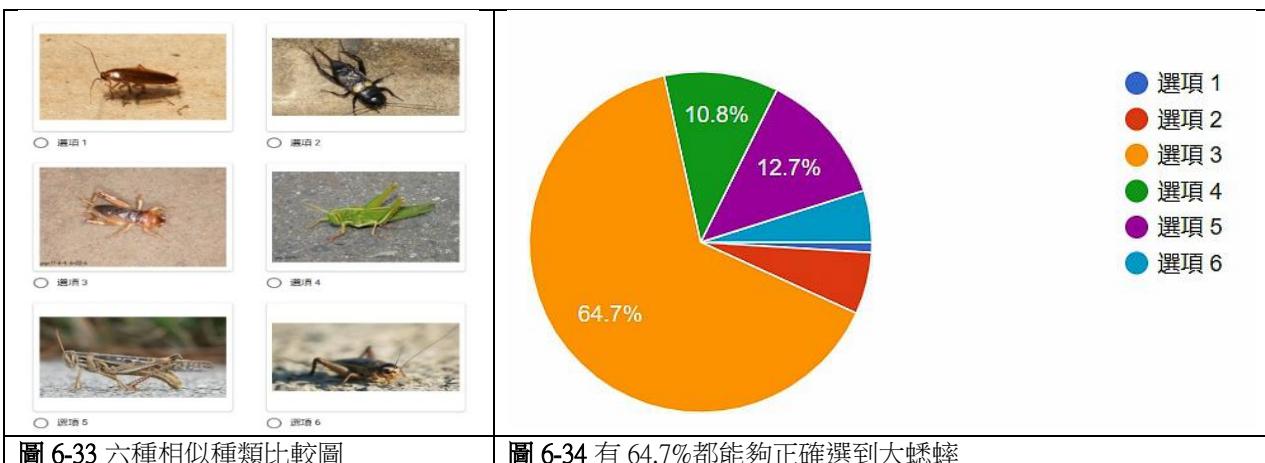


圖 6-33 六種相似種類比較圖

圖 6-34 有 64.7%都能夠正確選到大蟋蟀

※分析：圖表顯示有超過六成的民眾能正確辨識出台灣大蟋蟀。選項 4 (10.8%) 和選項 5 (12.7%) 的比例較高，這表示部分民眾將蝗蟲或外觀相似的昆蟲誤認為台灣大蟋蟀。

柒、結論

一、探討環境因子對台灣大蟋蟀孔洞及族群變化之影響

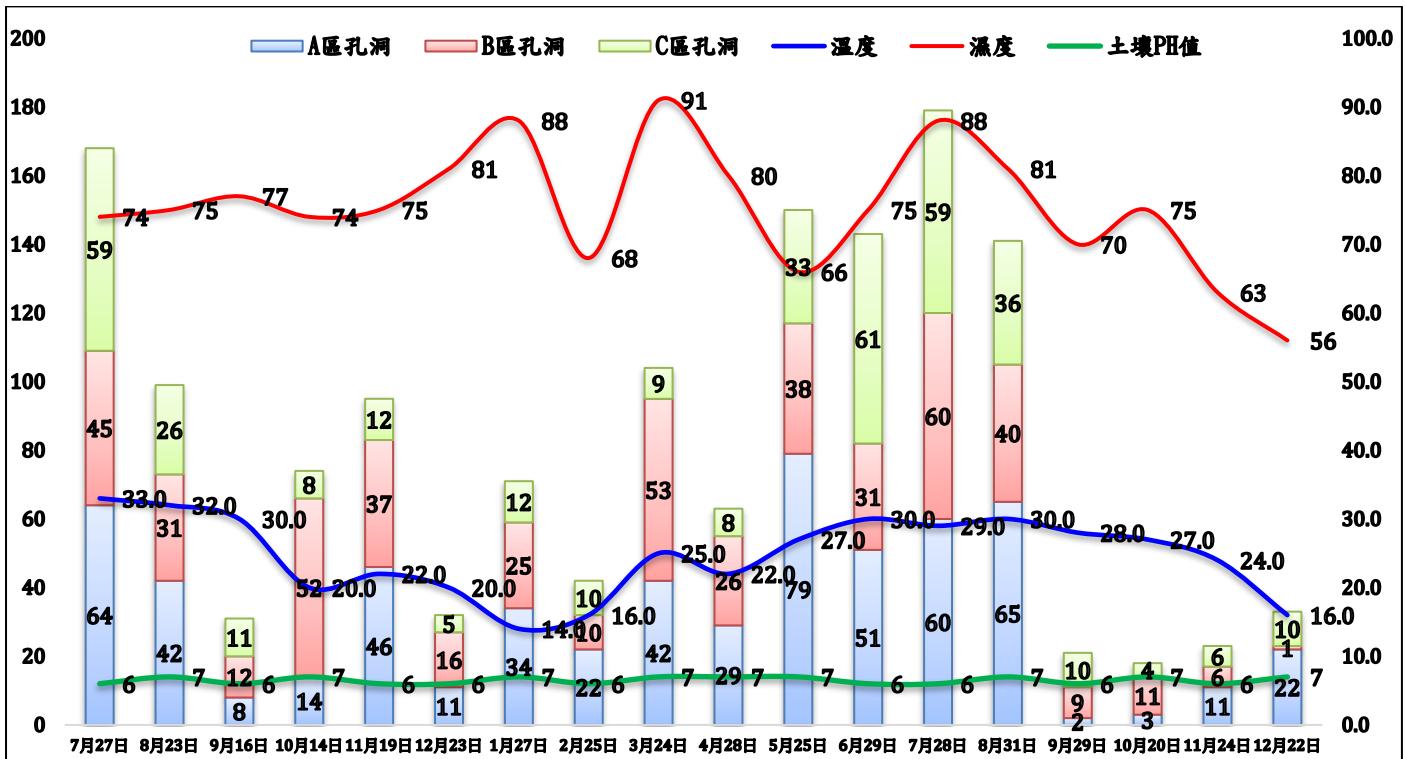


圖 7-1 環境因子對台灣大蟋蟀孔洞數量變化表

(一) 蟋蟀孔洞數量與季節性變化：三個區域的大蟋蟀孔洞數量都呈現明顯的季節性變化，夏季和秋季（約7月至10月）數量較多，冬季（約11月至2月）數量明顯減少。

1. 夏季：

- (1) 溫度較高，有利於大蟋蟀的活動和覓食。
- (2) 降雨較多，提供大蟋蟀所需的濕潤環境。
- (3) 植物生長茂盛，提供大蟋蟀充足的食物來源。

2. 冬季：冬季氣溫降低，活動力偏低，且這段期間大部分成蟲皆死亡。

(二) 環境因子與蟋蟀孔洞數量的關聯性：從圖表來看，大蟋蟀孔洞數量的高峰期與溫度較高的時期吻合。

1. 溫度：7月27日、6月29日、8月31日等日期，溫度都在29度以上，而這些日期也是孔洞數量較多的時期，冬季溫度較低，孔洞數量也明顯減少。
2. 濕度：濕度變化大，與孔洞數量的關聯性不明顯。可能對濕度的適應能力較強。
3. 土壤pH值：pH值變化不大，在6至7之間波動，屬於中性至微酸性。

(三) 不同區域的差異：三個區域的孔洞數量略有差異，可能與各區域的微氣候、植被、土壤等因素有關。儘管數量有差異，但三個區域的孔洞數量變化趨勢基本一致，都呈現明顯的季節性變化。

※總結：

1. 溫度是影響大蟋蟀族群活動的重要因子，低於20°C時活動明顯減少，高於25°C時活動較旺盛。
 2. 適當濕度有助於大蟋蟀活動，但低溫時的濕度影響有限。過於乾燥的環境(<60%)可能不利於活動。
 3. 土壤pH值相對穩定，影響較小，但與其他因子結合可能影響蟋蟀的分布與生存。
- 蟋蟀族群隨季節變化，夏季最多，秋冬最少，春季恢復。

二、探討台灣大蟋蟀三樣區的孔洞比較

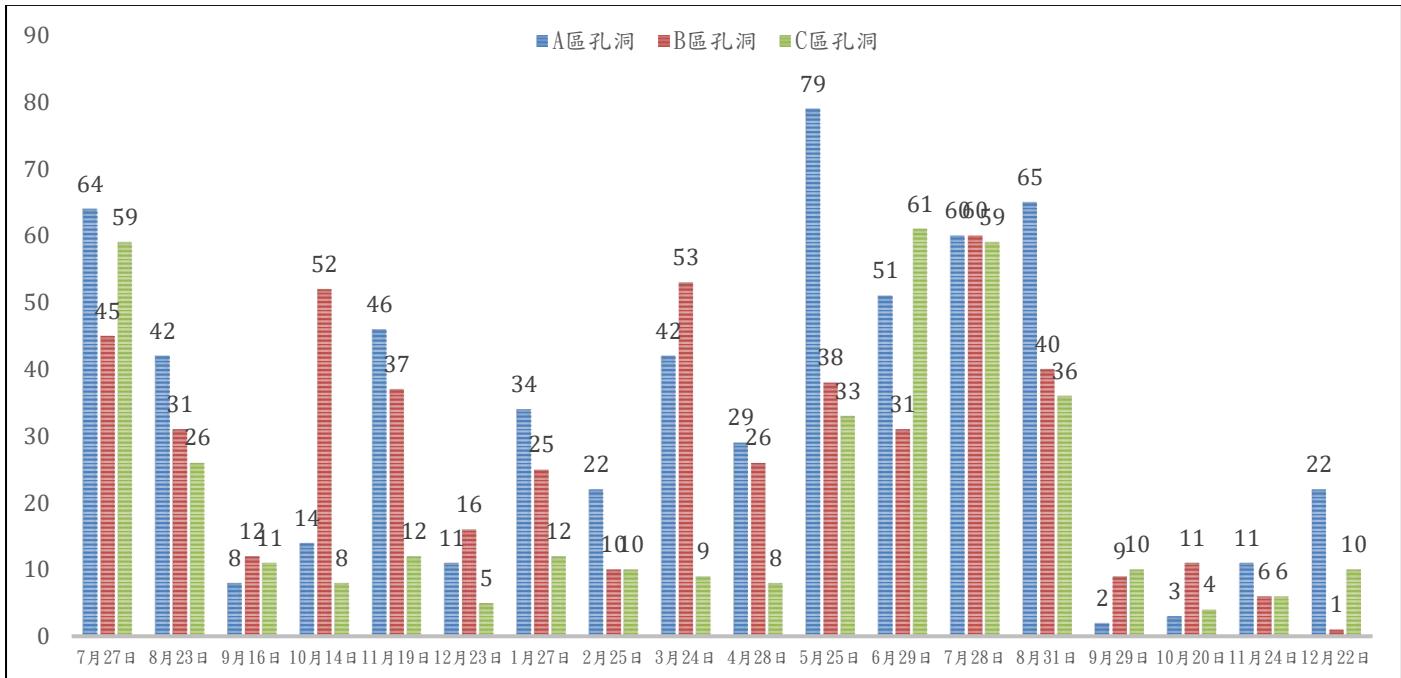


圖 7-2 台灣大蟋蟀孔洞數量變化表

(一) 孔洞數據分析

1. A 區：波動最大，孔洞數在 5 月 25 日（79 個）達高峰，9 月與 10 月最低（2~3 個）。
2. B 區：最高點出現在 3 月 24 日（53 個），最低點在 12 月 22 日（1 個）。
3. C 區：6 月 29 日（61 個）最多，12 月 23 日（5 個）最少。

(二) 活躍期分析

1. 春夏（4 月到 7 月）是孔洞數最多的時期，可能與台灣大蟋蟀的繁殖季節有關。
2. A 區在 5 月孔洞最多（79 個），B 區在 3 月達到高峰（53 個），C 區在 6 月達到高峰（61 個）。

(三) 休眠期分析

1. A 區 9 月與 10 月幾乎無孔洞（2~3 個），B 區在 12 月 22 日僅剩 1 個孔洞，C 區 12 月 23 日只有 10 個。
2. 秋冬（9 月到 12 月）孔洞數量明顯下降，特別是 9 月至 11 月，可能與氣溫降低、食物減少、蟋蟀活動減少有關。

(四) 三個樣區比較

1. A 區：孔洞數量波動劇烈，可能是環境變數較大或蟋蟀數量變化較快。
2. B 區：3 月突然增加（53 個），但整體變化較穩定，可能是較適合蟋蟀棲息，但冬季仍有下降趨勢。
3. C 區：全年孔洞數相對較少，除 6 月（61 個）外，整體波動不大，可能是環境較不適合蟋蟀長期棲息。同時也發現這裡的螞蟻特別多，推測也是孔洞少的原因之一。

(五) 可能影響因素

時期	A 區孔洞	B 區孔洞	C 區孔洞	可能影響因素
春季(3~5 月)	增加	增加	增加	氣溫回暖、繁殖高峰
夏季(6~8 月)	持續高點	部分下降	最高峰（6 月）	溫度適中、食物豐富
秋季(9~11 月)	驟降	持平或下降	下降	氣溫下降、活動減少
冬季(12~2 月)	低點或小幅回升	明顯下降	低點	低溫導致活動減少

表 7-1 四季變化孔洞數量表

※總結：

- 繁殖高峰期為3~7月，此時孔洞數量最多，顯示蟋蟀最活躍。
- 秋冬季（9~12月）孔洞數量大幅下降，可能與氣溫降低、食物減少、蟋蟀進入低活躍狀態或死亡有關。
- A區變化最大，C區整體孔洞較少，可進一步調查環境條件，如濕度、植被覆蓋率、捕食壓力等對蟋蟀族群的影響。

三、台灣大蟋蟀孔洞被其他生物利用

我們發現台灣大蟋蟀的廢棄孔洞會被其他動物利用，例如蛙類、蜥蜴、蜘蛛、甚至其他昆蟲。推測這類的「洞穴共用」，對於許多小型動物而言是一種節省能量的策略，因為自己挖掘洞穴可能需要消耗大量時間與體力。



四、探討台灣大蟋蟀藏食之行為

我們發現大蟋蟀會有藏食的行為（食物儲藏），這是一種特殊的生存策略，可能與環境變化、食物可獲性及天敵壓力等相關。



（一）藏食行為的動機與目的

- 儲備食物：在食物充足時儲存，以備乾旱或冬季缺乏食物時使用。
- 減少外出風險：避免頻繁離巢，降低被掠食者發現的機率。
- 應對環境變化：藏食行為在乾旱季節或低溫時更為明顯，確保生存所需的能量。

（二）藏食方式

- 地底儲藏：大蟋蟀通常會將食物搬至洞穴深處儲存，以防天敵或同類覬覦。
- 啃咬後搬運：對於體積較大的食物，會先咬碎或撕成小塊，再逐步搬運至洞內。

※總結：我們發現台灣大蟋蟀有藏食的習性，會把新鮮且大小剛好的食物搬進洞裡，甚至食物放到發霉或不新鮮也不會搬出洞口。推測藏食行為是一種適應環境變化的策略，可幫助其在食物短缺或低溫時存活。其藏食行為受溫度、濕度、食物資源及競爭壓力影響，並與築巢、求偶等行為相互關聯。未來可進一步探討藏食行為如何影響其長期生存及繁殖成功率。

捌、參考文獻資料

- 一、林修澈（2018）。重修竹南鎮志鄭文卷。竹南鎮公所:泰銘照相製版設有限公司。。
- 二、張永仁（1998）。昆蟲圖鑑。台北市：遠流出版事業股份有限公司。
- 三、張永仁（2015）。昆蟲入門。台北市:遠流出版事業有限公司。
- 四、吳春美（2001）勤勞的地下工作者台灣大蟋蟀。農傳媒鄉間小路期刊，60－62。
- 五、農傳媒（2021）躍上餐桌給人吃！昆蟲養殖與食品開發是未來趨勢。
- 六、中華民國第 60 屆中小學科學展覽會-「蟀」哥的奧林匹克~看誰跳得高？跳得遠？
- 七、屏東縣第 61 國中小學科學展覽會-「蟀」氣跳躍。
- 八、中華民國第 52 屆中小學科學展覽會-雙『蟀』對決－台灣大蟋蟀與黃斑黑蟋蟀型態比較與行為探索。
- 九、中華民國第 62 屆中小學科學展覽會-黃斑黑蟋蟀（直翅目：蟋蟀科）遭遇行為初探。
- 十、台灣二〇〇五年國際科學展覽會-黑龍仔知人間冷暖。
- 十一、中華民國第 52 屆中小學科學展覽會-蟀哥體能王。
- 十二、台灣二〇〇五年國際科學展覽會-黑龍仔知人間冷暖。
- 十三、無印良品-蟋蟀仙貝 <https://www.elle.com/tw/life/foodie/g32475577/muji-cricket-cookie>
- 十四、苗栗縣竹南鎮公所網 https://www.chunan.gov.tw/News_Content.aspx?n=2695&s=495459
- 十五、農業知識入口網 https://kmweb.moa.gov.tw/redirect_files.php?id=166658
- 十六、國家文化部-鬥蟋蟀 <https://tcmb.culture.tw/zh-tw/detail?indexCode=MOCCOLLECTIONS&id=14000065060>