

2022 年臺灣國際科學展覽會 優勝作品專輯

作品編號 050013

參展科別 動物學

作品名稱 全臺新記錄種皺家蟻特徵、習性及其偷懶行為
之研究

得獎獎項

就讀學校 高雄市立五福國民中學

指導教師 何姿穎、陳宗慶

作者姓名 陳俊寧、蔡鎔安

關鍵詞 形態鑑定、皺家蟻、習性行為

作者簡介



我是陳俊寧，就讀五福國中資優班三年級，從國小就對科展有濃厚興趣，到國中有機會接觸國際科展，讓我一頭埋入研究的汪洋中。其中最開心的無非是發現一個全台新紀錄蟻種，不過研究過程漫長而繁瑣，許多阻礙不斷出現，而我們堅持不放棄，探索螞蟻奧秘的冀望支撐著我們，希望本研究能让更多人認識有著大學問的小螞蟻。

我是蔡鎔安，就讀五福國中數理資優班三年級，從國小就非常喜歡自然科學，尤其對生物特別有興趣，直到上了國中，因為有了老師的協助以及進行實驗的機會，讓我更了解進行研究的方法，也讓我愛上了科學研究。我從中增進了很多知識，也學習到解決困難的方法。很高興能有這個機會展現我們在實驗中，觀察到的有趣的發現。

摘要

本研究藉由觀察及設計掉落式陷阱分析校園內螞蟻生物多樣性，發現校園螞蟻種類多達 12 種，而其中「新皺家蟻」經專家鑑定為全臺新記錄，而其特徵與同屬螞蟻不同處為觸角節數，「新皺家蟻」為 11 節，其餘皆為 12 節；而前伸腹節刺與同屬蟻種均不相同，「新皺家蟻」及日本皺家蟻皆為一巢多后制，前者依營養需求轉換進食對象，後者偏好肉類蛋白質。在養殖時發現其反抗能力相對於同屬蟻種差，且工蟻大多時候都在偷懶，深入探討後發現牠們是在等待任務，但當積極工蟻疲勞時或危急情況發生時，承當替補或應對者。由於偷懶工蟻在特定情況下變得積極，故以「行為次數」進行分析比「偷懶工蟻比例」更能呈現工蟻的偷懶程度，新皺家蟻偷懶行為發生率約 84%，偷懶工蟻比例約 40%。工蟻越接近死亡越不偷懶，但偷懶行為不受族群組成影響。而雄、雌蟻只負責延續族群。

Abstract

To understand the ant biodiversity in our campus, the research is conducted by setting pitfall traps and visual observation. there are 12 species of ants. Among them, the “*Tetramorium sp.*” is identified by expert as the new record species. The *Tetramorium sp.* is completely different from other existing *Tetramorium* ants in Taiwan by antenna segment: the “*Tetramorium sp.*” has 11, while others 12, as well as their unique propodeal spines. Both “*Tetramorium sp.*” and *Tetramorium nipponense* have multiple queens in one colony. While the former changes their prey based on their nutritional needs, the latter prefer protein. While raising “*Tetramorium sp.*” we found them inferior in fighting compared with other *Tetramorium*. The workers of “*Tetramorium sp.*” are fooling around most of the time seemingly. But actually, the further study shows that they are waiting for mission. On the condition that active workers are tired or that unusual incidents happen, they also become active. Therefore, to get the more precise results, we use the “behavior incidences” rather than “lazy workers ratio,” which can better indicate how lazy they are. The lazy behaviors incidences of “*Tetramorium sp.*” are about 86%, the lazy workers ratio is about 40%. Interestingly, we found that the workers become more active when they are approaching death, but the size of colony won't affect their laziness level, and the winged ants are equally lazy, regardless of their rank.

壹、前言

繼上篇研究“標新立蟻－探討全臺首見之皺家蟻與日本皺家蟻之異同”在探討校園螞蟻生物多樣性時，發現一個全臺新記錄蟻種，並將其與同屬螞蟻進行比較，但由於時間關係，無法調查其完整生活史，故在此研究中深入探討其完整生活史，而在野外觀察時發現「新皺家蟻」移動緩慢，受驚嚇時不會逃跑；而養殖時，工蟻大多在偷懶，進一步探討其偷懶行為，故本研究目的有以下三點：

- 一、探討校園內螞蟻之生物多樣性。
- 二、探討校園內發現之新記錄種螞蟻形態特徵與同屬螞蟻之差異。
- 三、探討校園內發現之新記錄種螞蟻之習性與行為。

貳、研究設備及器材

一、研究設備：

本實驗所使用之實驗器材，如下表：

表一、研究設備及器材

| 設備及器材名稱 | | 數量 | | 數量 |
|---------|-------------------------|-----|---------|-----|
| 記錄 | iPhone XR | 1 台 | 腳架 | 2 組 |
| | iPhone 12pro | 1 台 | 手機顯微鏡架 | 1 台 |
| | Nokia 5.3 | 1 台 | | |
| 捕捉 | 離心管（1.5 mL、15 mL、50 mL） | 數個 | 鏟子 | 數支 |
| | 鑷子 | 數支 | 螞蟻專用吸塵器 | 數支 |
| | 離心管架 | 數個 | | |
| 量測、分裝 | 針筒 | 數支 | 洗滌瓶 | 數個 |
| | 培養皿 | 數個 | 標本罐 | 數個 |
| | 分裝壺 | 1 個 | 藍芽溫濕度計 | 2 台 |
| 養殖 | 手工石膏蟻巢 | 數個 | 水塔 | 數個 |
| | 食盆 | 數個 | 防逃液 | 數罐 |

| | | | | |
|----|-----------------|-----|------|-----|
| 耗材 | 塑膠布丁杯（有蓋） | 數個 | 棉花 | 1包 |
| | 酒精 | 數瓶 | 矽膠塞 | 數個 |
| | 吸管 | 數支 | 石膏 | 1包 |
| | 熱熔膠 | 數條 | 模型粉 | 1包 |
| | 竹筷 | 數雙 | 試管 | 數支 |
| | 標籤紙 | 數張 | | |
| 觀察 | 複式顯微鏡 | 2 檯 | 蓋玻片 | 數片 |
| | 解剖顯微鏡 | 1 檯 | 載玻片 | 數片 |
| | 手機顯微鏡 | 1 檯 | | |
| 餵食 | S 號杜比亞蟑螂 | 數隻 | 螞蟻飼料 | 1 罐 |
| | 砂糖 | 1 包 | | |
| 標記 | PaintMarker 油漆筆 | 數支 | 海綿 | 1 塊 |
| | 三號蟲針 | 數支 | 牙線棒 | 數支 |

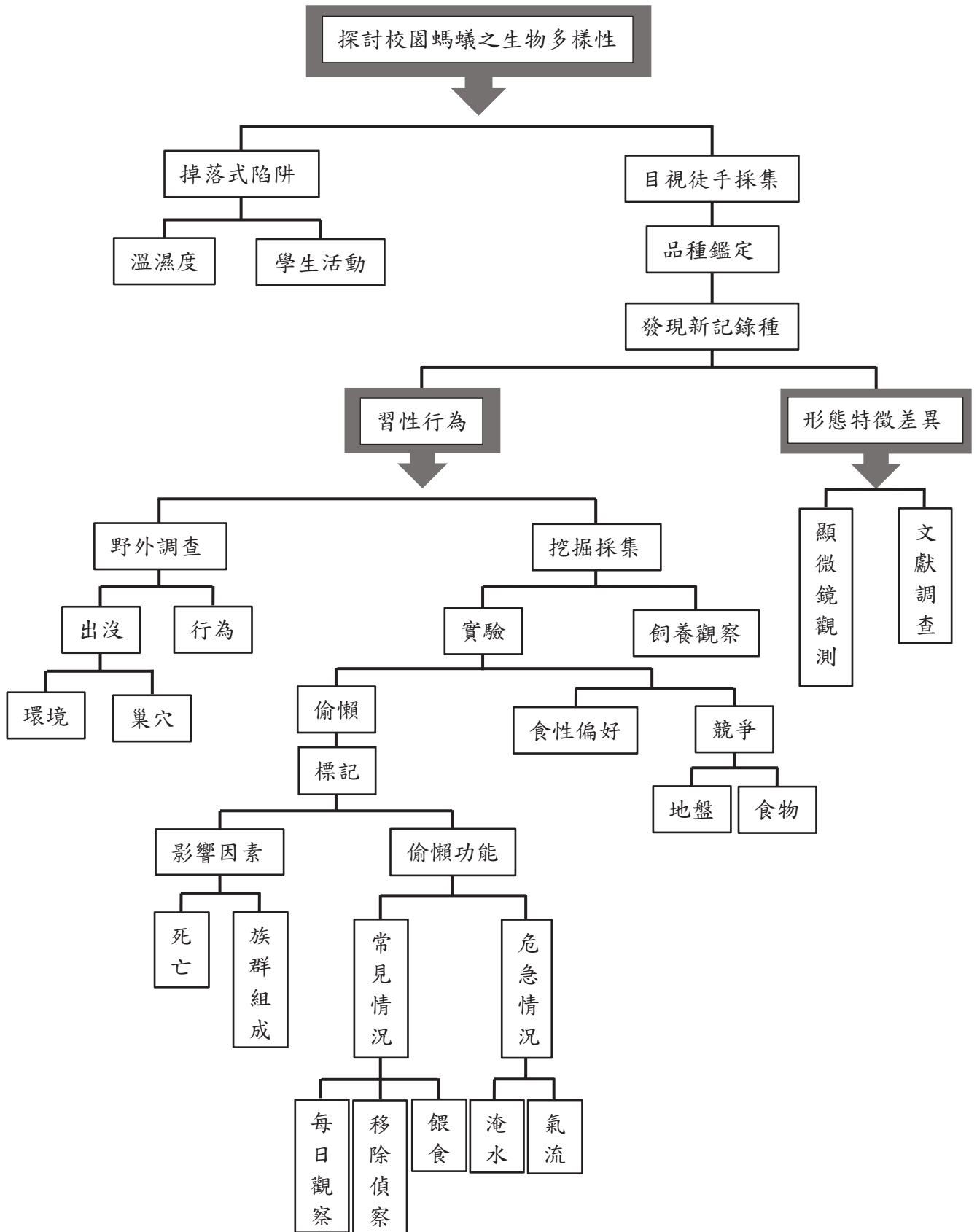
二、研究對象：

我們以校園中的螞蟻為主要研究對象，螞蟻是一種高社會性，分工細密的常見昆蟲，並且在含氮物質、能量循環當中扮演重要角色，在生物相、植物相中都是一個重要的鏈結。同時，因為螞蟻採集容易、對環境改變的敏感度高，故可作為研究環境受擾動程度、植物相演替及生物多樣性的指標生物（董，2007），故本研究擬用其來研究學生活動對底棲無脊椎動物之影響。

螞蟻的食性非常廣，從蚜蟲分泌的蜜露到昆蟲的屍體，皆是牠們取食的對象。一個螞蟻族群由蟻后、雄蟻、雌蟻、職蟻（工蟻與大型工蟻）所組成，其中前三者負責延續族群，部分職蟻則扮演偵察工蟻之角色，負責找尋食物。螞蟻的構造是由頭部、中軀、腹柄節、腹錘部、腹肢及觸角所組成，其中與其他昆蟲不同的特徵為膝狀觸角、中軀與腹錘部間的腹柄節，因此一般形態鑑定都以此為據。

參、研究過程與方法

一、研究過程架構圖



圖一、研究架構圖

二、研究方法

本研究實驗分兩階段進行，第一階段主要探討校園螞蟻生物多樣性及新記錄種螞蟻與同屬螞蟻之形態特徵差異及競爭行為（2020年11月28日至隔年3月4日），而後續持續觀察記錄。第二階段習性實驗，更深入探討新記錄蟻種，擴充實驗養殖規模以進行（2021年7月27日至10月7日）。

（一）第一階段實驗

1. 捕捉採集螞蟻

為盡可能採集到校園內所有螞蟻品種，故先以人為多次多天搜尋校園螞蟻，記錄並繪製成校園螞蟻分布圖，後選定較多螞蟻品種出沒地點設置掉落式陷阱，以避免有人為疏漏。研究中僅以掉落式陷阱為輔，調查螞蟻物種生物多樣性，主因考量人力、時間規劃、校園安全及對環境之破壞。

（1）目視徒手採集法：此法優勢為可收集到最多不同品種生物，適合名錄的製作。作法則是顧名思義，以人到處走動尋找，找到就抓起來的一種採集方法。

（2）掉落式陷阱：此法應用在底棲無脊椎動物監測技術中，為相當純熟的技術，優勢為簡單、便宜、可行性高，可用於觀察出當地生態系變化、輔助調查生物多樣性。本研究依據校園螞蟻分布圖，選定四個地點設置樣區，間隔 50 公分設置一樣點，於每一樣點埋入一塑膠杯作為底杯，切齊地面放置另一塑膠杯作為陷阱杯，用竹筷、塑膠杯蓋製作雨棚，以擋住上方掉落物（下雨等），並於內加入 75 %酒精。設置完成後，原則上每週收樣一次，然而有時會因學校活動及作息等因素進行微調。收集之螞蟻樣本存於實驗室，後再鑑定分類。本實驗前測為 2020/11/28~12/14，原本設有三樣區（A、B、C），經初步分析後，發現樣區 B 與 C 物種重複度太高，且有遺漏之螞蟻品種，需增設樣區，隔年 1/6 廢置樣區 C，另增設兩樣區，即調整為 A、B、D、E 四樣區。

2. 螞蟻養殖

為排除較多環境干擾，且校園內「新皺家蟻」族群不算少，故採取挖開蟻巢，將整個族群帶回實驗室，養殖於人工自製之石膏螞蟻巢。本實驗共養殖八巢螞蟻，其中實驗 第一階段有三巢「新皺家蟻」（A、B、C，C 巢族群較小）、一巢族群非常小的日本皺家蟻，以及一巢白疏巨山蟻；第二階段則有三巢「新皺家蟻」（D、E、F）。白疏巨山蟻與「新皺家蟻」棲地重疊，故本實驗採用白疏巨山蟻，以觀察其競爭關係。

3.食性偏好實驗

- (1) 養殖時以砂糖代表螞蟻在自然界中的醣源食物，以杜比亞蟑螂代表油性蛋白質食物，為避免蟑螂有寄生蟎類，餵食前先進行冷藏安樂死、浸泡酒精、蒸餾水沖洗、紙巾擦乾，後放置於食盆中。
- (2) 前測實驗發現放置食物之食盆會影響靠近覓食之螞蟻數，故食盆改採用剪下小離心管之瓶蓋（約一隻 S 號杜比亞大小）。將糖與蟑螂分別放入兩食盆，同時放置於離巢口同距離的位置，以錄影搭配人為記錄觀察螞蟻動作行為，並記錄下第一隻螞蟻開始攝食後第 20、40、60 分鐘，當下兩食盆內正在進食之螞蟻數。
- (3) 前測實驗時亦觀察到在進食過程初期，螞蟻們會有轉換食盆進食之行為，但一小時後將不會再發生，故將此實驗時間設定為一小時，重複五次實驗。

4.競爭實驗

- (1) 將兩巢螞蟻自獨立之活動區移出後，接上共同活動區（連接前需將原活動區之偵察工蟻標記），並開始錄影搭配人為記錄觀察兩螞蟻族群是否有競爭地盤或其他特殊行為，如跑至非原生巢等。
- (2) 待兩族群均穩定後，放入分別裝有糖與蟑螂之食盆，開始觀察兩族群之競食，實驗持續 1 小時。實驗中分為種內競爭：A 搭配 B 巢（同族群大小）；A（或 B）巢搭配 C 巢（不同族群大小）。種間競爭：A 巢搭配白疏巨山蟻（同棲地不同食性），C 巢搭配日本皺家蟻（同屬異種，小族群）重複五次實驗。

5.統計方法

使用 SPSS 18 進行一般線性模式多變量分析（General Linear Model Multivariate），並進行 Tukey 事後比較檢定。

（二）第二階段實驗

1.標記螞蟻

首先將 1~2 隻新皺家蟻放入小罐子，放入-10°C 冷凍庫冷凍 3 分鐘，待其失去活動力後置於海綿上，以牙線棒固定，使用蟲針沾上油漆筆的顏料，標記其頭部、中軀、腹錘部，待其顏料乾燥後放回族群。無色，綠色、白色、藍色、粉色及橘色顏料，分別代表 0、1、3、4、5、7 號。

2.偷懶實驗

每天早上 9:00 ~10:00 間，隨機採樣 10 分鐘進行觀察，記錄工蟻工作狀態。實驗部分為了解不同情況下的偷懶行為，進行常見、危急情況之模擬，常見情況定

義為「進行觀察時，在野外、養殖巢內較常見的情況」如食物出現、偵測工蟻被移除等。食物出現為將食物放入後觀察 1 小時，記錄其工作模式以及覓食者；移除偵測工蟻實驗，將偵測工蟻移除後記錄替補者以及時間。危急情況則定義為「由於氣候、環境因素影響，直接危害族群生存的情況」如淹水、氣流擾動，淹水實驗在試管中段加入 3 c.c 的水，氣流擾動實驗則使用橡皮吹球距離試管口 1 cm 按壓到底 10 下，觀察族群反應，各實驗均進行五次重複。

肆、研究結果

一、校園內螞蟻之生物多樣性

(一) 螞蟻標本鑑定：

本研究將人工捕捉之螞蟻製成標本，藉由鏡檢比對文獻之檢索表分類至亞科或屬（林，2003），由於技術之限制，部分蟻種無法鑑定至種，所幸後獲彰化師範大學之協助。在本校校園螞蟻生物多樣性方面，研究結果共記錄到 12 個蟻種，分述如下：

1. 黑頭慌琉璃蟻 (*Tapinoma melanocephalum*)：琉璃蟻亞科慌琉璃蟻屬，職蟻單態型。體長 1.5~2 mm；頭至腹柄節為深褐色，腹錘部前端為乳白、淡黃色；觸角 12 節，無明顯錘節；由背面觀察腹柄節被腹錘部擋住，腹錘部背面僅見四節背板。



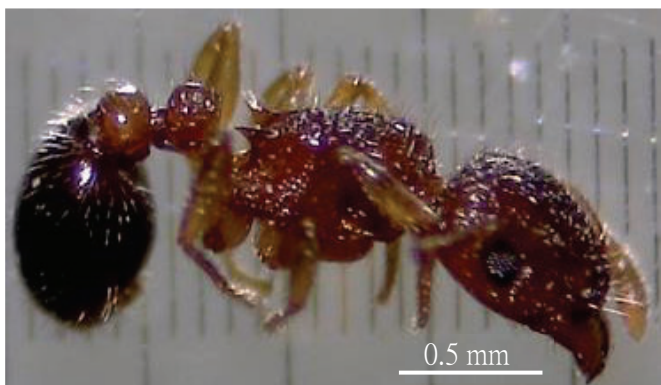
圖二、黑頭慌琉璃蟻



圖三、破壞毛家蟻

2. 破壞毛家蟻 (*Trichomyrmex destructor*)：家蟻亞科毛家蟻屬，職蟻雙態型。體長 1.8~3.5 mm，職蟻體長變化大；頭至腹柄節單色，為淺黃至暗棕色，腹錘部深褐色，全身幾乎無刻紋；觸角 12 節，錘節 3 節；兩節腰節明顯，瘤部形狀呈三角形；前伸腹節無齒、刺，稍具稜角；前中胸背板縫退化、消失。

3. *Tetramorium* sp.: 此為臺灣首次被記錄的標本物種。體長 2.0~2.9 mm，此蟻符合家蟻亞科特徵「觸角 4 至 12 節，且前中胸背板接縫退化、消失」，及皺家蟻屬特徵「大顎 7 個突齒，前端 3 個大齒，後端 4 個小齒」，再經彰師大確認為未被記錄過之皺家蟻，故本文暫以「新皺家蟻」稱之。



圖四、新皺家蟻



圖五、日本皺家蟻

4. 日本皺家蟻 (*Tetramorium nipponense*): 家蟻亞科皺家蟻屬，職蟻單態型。體長 3.0~3.2 mm；頭至腹柄節為紅褐色，腹錘部為深褐色；觸角 12 節，錘節 3 節；頭呈矩形；腰節兩節；有一對明顯較長的前伸腹節刺，末端微微上彎；大顎 7 個突齒，前端 3 個大齒而後端 4 個小齒。

5. 絨毛皺家蟻 (*Tetramorium lanuginosum*): 家蟻亞科皺家蟻屬，職蟻單態型。體長約 2.0~2.3 mm；頭至腹柄節為紅褐色，腹錘部為深褐色；濃密絲狀毛分布於全身；觸角 12 節，錘節 3 節；頭呈矩形；腰節兩節；有一對明顯的前伸腹節刺，呈針刺狀。大顎 7 個突齒，前端 3 個大齒而後端 4 個小齒。



圖六、絨毛皺家蟻



圖七、中華單家蟻

6. 中華單家蟻 (*Monomorium chinense*): 家蟻亞科單家蟻屬，職蟻單態型。體長 1.8~2.2 mm；頭至腹柄節呈褐色，腹錘部為黑色；全身無刻紋，光滑；腰節兩節；前伸腹節無齒、刺，呈圓弧狀。

- 7.熱帶大頭家蟻 (*Pheidole megacephala*): 家蟻亞科大頭家蟻屬, 職蟻雙態型。工蟻體長約 2 mm, 兵蟻體長約 3.5 mm; 頭、中軀呈紅褐色, 中軀顏色較淺, 腹錘部為黑褐色; 觸角 12 節, 錘節 3 節; 腰節兩節, 且腹柄節齒比前伸腹節刺長; 兵蟻頭部、大顎明顯較大; 前中胸癒合完全, 背板拱狀隆起、無凹陷與刻紋。



圖八、熱帶大頭家蟻 兵蟻



圖九、熱帶大頭家蟻 工蟻

- 8.迦具土瘤突家蟻 (*Cadicondyla kagutsuchi*): 家蟻亞科瘤突家蟻屬, 體長 1.8~2 mm, 頭部呈紅褐色, 中軀呈紅橙色, 腹錘部為黑色, 全身有細小條狀刻紋, 觸角 12 節, 錘節 3 節, 前伸腹節齒明顯, 腰節兩節。

- 9.駱氏瘤突家蟻 (*Cadicondyla wroughtonii*): 家蟻亞科瘤突家蟻屬, 體長 1.5~2 mm, 頭至後腹柄節呈黃橘或紅橘色, 腹錘部呈黑色, 觸角 12 節, 錘節 3 節, 腰節兩節; 前伸腹節齒明顯, 末端向前彎。



圖十、迦具土瘤突家蟻



圖十一、駱氏瘤突家蟻

- 10.長角黃山蟻 (*Paratrechina longicornis*): 山蟻亞科黃山蟻屬, 職蟻單態型。體長約 2.8mm; 全身含附肢皆為黑褐色; 觸角 12 節, 無明顯錘節, 第一節較長; 眼睛位於頭部中線的中央或前方; 一節腰節明顯, 前伸腹節無齒、刺; 腹錘部呈鱗片狀, 末端有一管狀突出的酸腺孔, 呈圓形或半圓形。

- 11.阿美尼蘭德山蟻 (*Nylanderia amia*)：山蟻亞科尼蘭德山蟻屬，職蟻雙態型，體長約 2.2~2.8 mm，頭胸為橘黃色，頭部顏色略深，腹錘部呈黑色；全身幾乎無刻紋；觸角 12 節，無明顯錘節；背面觀腹錘部遮住腹柄節；前中胸背板滑順，無突



圖十二、長角黃山蟻



圖十三、阿美尼蘭德山蟻

起、

凹陷。

- 12.白疏巨山蟻 (*Camponotus albosparsus*)：山蟻亞科巨山蟻屬，職蟻雙態型，工蟻體長 4~5 mm，兵蟻體長 6~7 mm；頭、腹錘部呈黑色，腹錘部前端有白色斑點，中軀為紅褐色；觸角 12 節，無錘節；前胸背板、前伸腹節、腹柄節無齒或刺，腹錘部第一節未超過腹錘部一半；兵蟻頭部較大。



圖十四、白疏巨山蟻

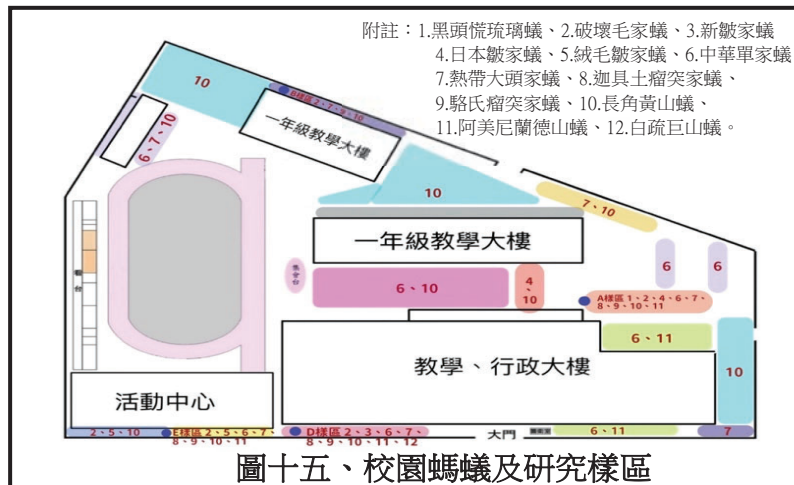
根據上述結果，繪製亞科及屬檢索表，詳細參見附錄一。

(二) 校園螞蟻分布情況及生物多樣性分析：

1.校園螞蟻分布：

本研究掉落式陷阱共捕捉到 6528 隻螞蟻樣本，經鏡檢鑑定到種。由於各樣區大小不同，故其內所設置之樣點數可能為 8 或 9 個，又考量學生活動及降水之影響略有調整，因此將掉落式陷阱所捕捉之螞蟻樣本採以「各樣點日平均個體數」進行統計分析。

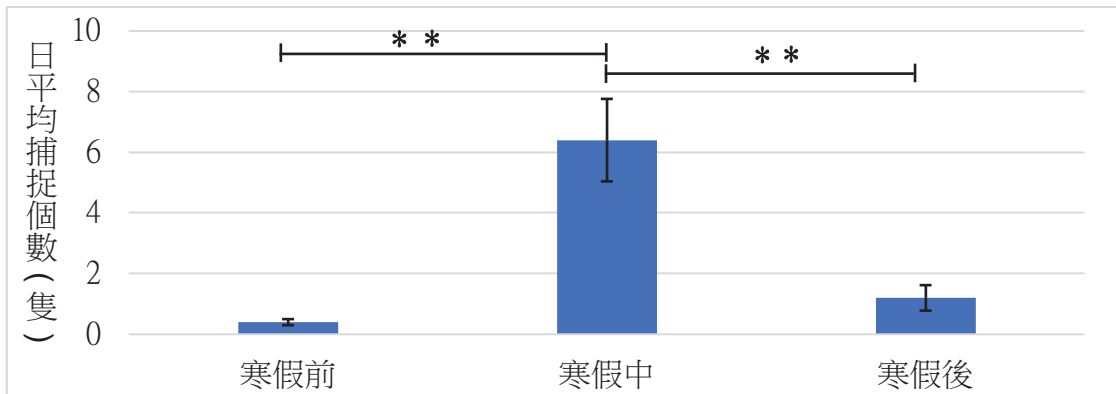
$$\text{各樣點日平均個體數} = \frac{\text{該次陷阱該樣區總捕捉螞蟻總數}}{\text{該樣區樣點數} \times \text{該次陷阱放置天數}}$$



圖十五、校園螞蟻及研究樣區

2. 學生活動對螞蟻族群影響之分析

聚焦於目標物種「新皺家蟻」，在寒假的前、中、後分別捕捉到 0.4 ± 0.1 、 6.4 ± 1.4 、 1.2 ± 0.4 隻，在寒假中的日平均被捕捉數顯著高於寒假前、寒假後 ($p < 0.001$)。

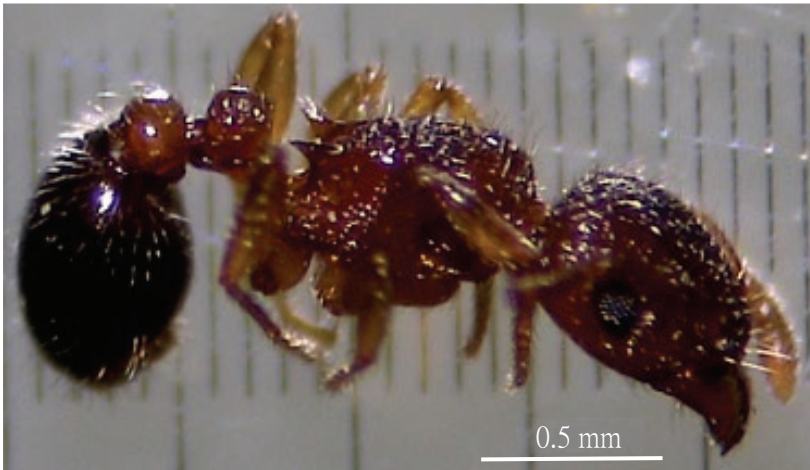


圖十六、新皺家蟻覓食活躍度

二、探討校園內發現之新記錄種螞蟻形態特徵與同屬螞蟻之差異

(一)「新皺家蟻」特徵

隨機抽樣六個養殖巢中之工蟻，體長 $2.00 \sim 2.88$ mm，平均 2.45 ± 0.21 mm ($n = 80$)，蟻后體長約 3.27 ± 0.16 mm ($n = 10$)，頭部前端有條狀刻紋，後半部具網紋刻紋，前中胸背板具網狀刻紋，前伸腹節具不規則皺狀刻紋，腹柄節具網狀刻紋、全身有針狀細毛；頭楯前緣的中央部分有明顯凹陷，頭呈矩形，觸角 11 節，錘節 3 節；腰節兩節，後腹柄節呈圓扁狀；有一對前伸腹節刺。大顎 7 個突齒，前端 3 齒較大。養殖及採集時，皆有發現幼蟲、蛹，故有記錄其照片，其蛹無繭，屬於裸蛹型，符合家蟻亞科皺家蟻屬之特徵；而由翅痕鑑定標本為有翅階級，肉眼觀察特徵差別小，背面觀察頭胸比例無明顯差異，在顯微鏡下側面觀察兩者中軀形狀不同。



圖十七、新皺家蟻之全身側面觀



圖十八、新皺家蟻之頭部背面觀



圖十九、新皺家蟻之全身側面觀

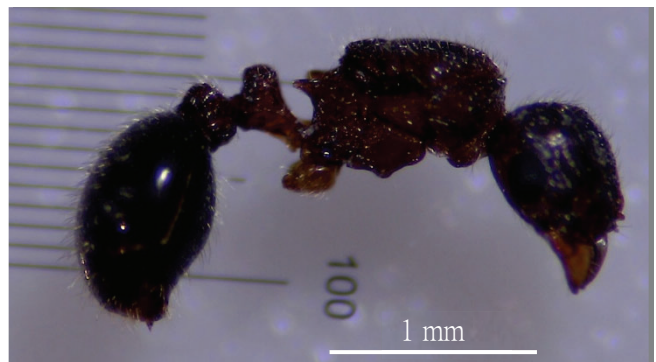


圖二十、新皺家蟻之頭部正面觀

【註】：因此蟻為全臺新記錄之樣本，且目前比對國外螞蟻名錄目前暫無相似外型，有可能為新種，故委請彰師大代為拍攝解析度更高之照片



圖二十一、左圖為新皺家蟻的幼蟲，右圖為蛹



圖二十二、左圖為新皺家蟻的雄蟻，右圖為雌蟻

(二) 日本皺家蟻特徵

體長 3.0~3.2 mm，頭至腹柄節為淡黃色，腹錘部呈黑色；頭楯前緣的中央部分有明顯凹陷；頭部有網狀刻紋，中軀、腹柄節則有不規則皺狀刻紋分布。全身有不同長短的針狀細毛；頭呈矩形；觸角 12 節，錘節 3 節；腰節兩節，有一對較長的前伸腹節刺，末端微微上彎，瘤部形狀較新皺家蟻稍扁，後腹柄節則為圓扁狀；大顎 7 個突齒，前端 3 個大齒而後端 4 個小齒。



圖二十三、日本皺家蟻之全身側面觀



圖二十四、日本皺家蟻之頭部背面觀

(三) 絨毛皺家蟻特徵

體長約 2.0~2.3 mm，頭部至後腹柄節為紅褐色，腹錘部為深褐色；頭部前半有條狀刻紋，後半部則有網狀刻紋，胸節前段有網狀刻紋，後段則有不規則皺狀刻紋，濃密絲狀毛分布於全身；頭呈矩形，觸角 12 節，錘節 3 節；腰節兩節，瘤部形棱角較圓滑，後腹柄節為圓扁狀；有一對明顯的前伸腹節刺，呈針刺狀。大顎 7 個突齒，前端 3 個大齒而後端 4 個小齒。

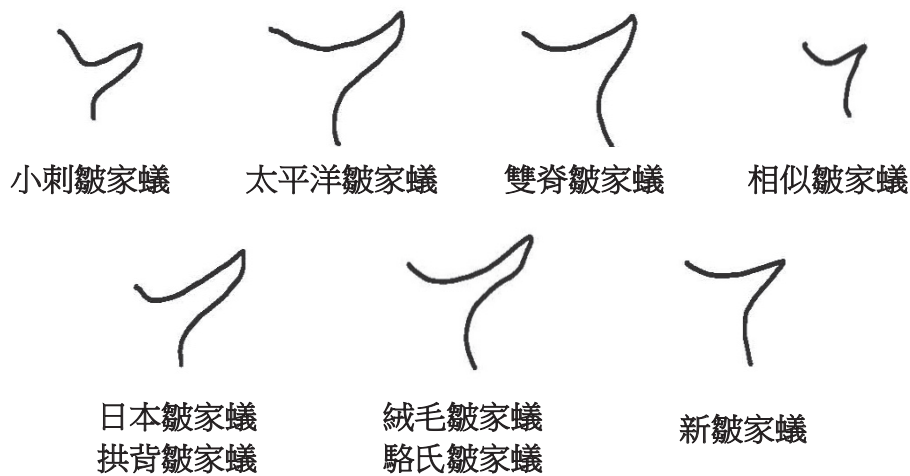


圖二十五、絨毛皺家蟻之全身側面觀



圖二十六、絨毛皺家蟻之頭部背面觀

經比對現有臺灣已記錄皺家蟻屬之樣本，可發現本研究新記錄蟻種之前伸腹節刺與其他均不同，且臺灣現有記錄皺家蟻中，僅新皺家蟻觸角為 11 節，其餘皆為 12 節。

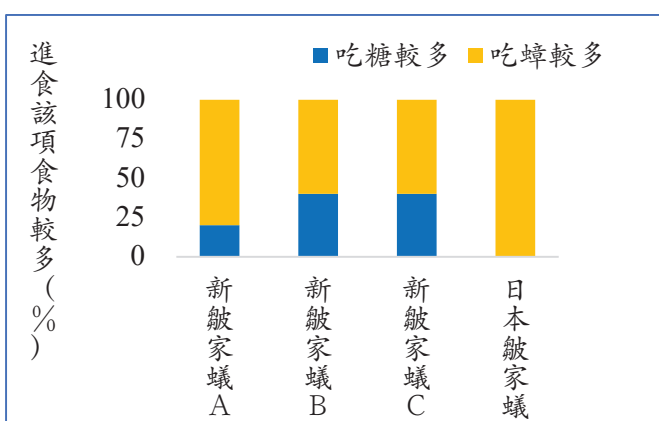


圖二十七、手繪皺家蟻屬蟻種的前伸腹節刺比較圖

三、探討校園內發現之新記錄種螞蟻之習性與行為

(一) 新皺家蟻、日本皺家蟻、白疏巨山蟻的食性差異

由圖二十八及表一中可以看出新皺家蟻無論糖、蟑螂皆有吃，但進食蟑螂較多；日本皺家蟻只吃蟑螂。



圖二十八、餵食實驗第 60 分鐘統計結果



圖二十九、新皺家蟻進食蟑螂 (15X)

表二、餵食實驗結果統計表格

| | 實驗次別 | 日期 | 偵察▲ | 第一隻★ | | 20 分鐘 | | 40 分鐘 | | 60 分鐘 | | 轉換過程時間 |
|----------------------------|------|------|-----|------|------------|-------|----|-------|----|-------|----|---------|
| | | | | 吃 | 時間 | 蟑螂 | 糖 | 蟑螂 | 糖 | 蟑螂 | 糖 | |
| 新 皺 家 蟻 A 巢 | 前 | 2/8 | 68 | 糖 | 2" 54 | 17 | 59 | 25 | 29 | 46 | 13 | 45 分糖轉蟑 |
| | 1 | 2/9 | 41 | 糖 | 1" 40 | 16 | 8 | 10 | 4 | 18 | 2 | 持續吃蟑 |
| | 2 | 2/11 | 51 | 糖 | 0" 18 | 17 | 38 | 14 | 28 | 16 | 16 | 持續吃糖 |
| | 3 | 2/12 | 20 | 糖 | 0" 8 | 18 | 8 | 15 | 14 | 21 | 7 | 持續吃蟑 |
| | 4 | 2/15 | 26 | 糖 | 0" 30 | 3 | 38 | 9 | 36 | 11 | 20 | 持續吃糖 |
| | 5 | 3/7 | 19 | 糖 | 0" 12 | 23 | 7 | 32 | 16 | 27 | 18 | 持續吃蟑 |
| 新 皺 家 蟻 B 巢 | 前 | 2/8 | 28 | 糖 | 2" 16 | 20 | 80 | 0 | 13 | 1 | 11 | 持續吃糖 |
| | 1 | 2/9 | 26 | 糖 | 0" 30 | 26 | 17 | 36 | 8 | 34 | 14 | 持續吃蟑 |
| | 2 | 2/10 | 42 | 糖 | 0" 27 | 8 | 38 | 9 | 7 | 12 | 6 | 40 分糖轉蟑 |
| | 3 | 2/11 | 25 | 糖 | 0" 37 | 21 | 42 | 22 | 52 | 19 | 30 | 持續吃糖 |
| | 4 | 2/12 | 49 | 糖 | 0" 59 | 14 | 16 | 13 | 3 | 25 | 6 | 24 分糖轉蟑 |
| | 5 | 2/15 | 26 | 糖 | 0" 04 | 12 | 62 | 15 | 43 | 19 | 42 | 持續吃糖 |
| 新 皺 家 蟻 C 巢 | 前 | 2/8 | 11 | 蟑 | 2" 42 | 4 | 7 | 8 | 3 | 9 | 1 | 10 分糖轉蟑 |
| | 1 | 2/9 | 3 | 蟑 | 2" 36 | 0 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 12 分糖轉蟑 |
| | 2 | 2/10 | 1 | 糖 | 5" 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 吃糖稍多 |
| | 3 | 2/11 | 2 | 蟑 | 0" 37 | 4 | 3 | 7 | 1 | 12 | 0 | 持續吃蟑 |
| | 4 | 2/12 | 1 | 糖 | 0" 21 | 5 | 1 | 7 | 0 | 7 | 1 | 持續吃蟑 |
| | 5 | 2/15 | 4 | 糖 | 0" 10 | 2 | 7 | 3 | 4 | 2 | 3 | 持續吃糖 |
| 日 本 皺 家 蟻 | 前 | 2/5 | 0 | 蟑 | 30" 0 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 2 | 0 | 持續吃蟑 |
| | 1 | 2/23 | 0 | 蟑 | 4" 00 | 2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 持續吃蟑 |
| | 2 | 3/7 | 1 | 蟑 | 5" 31 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 持續吃蟑 |

註：★第一隻表示第一隻工蟻的進食情況；▲偵察表示當天實驗前的偵察工蟻數目

(二)「新皺家蟻」、日本皺家蟻與白疏巨山蟻之競爭實驗

1.「新皺家蟻」A 巢與 B 巢（同種、同族群大小）

兩巢間無明顯的攻擊或爭搶領地之行為，當蟻巢遭誤闖，會造成巢室內部騷動，誤闖蟻蟻會被趕走或搬出，但不會被攻擊至死。誤闖行為僅在實驗剛開始時發生，且僅發生在從原活動區被移置共同活動區之工蟻（被標記），若有原巢工蟻出巢接應，或有成功回原巢之經驗便不會再發生。

無論該次實驗是否有發生特殊衝突情況，都不會影響兩巢蟻蟻之攝食意願，且無為了競爭食物而產生互咬等攻擊行為，兩巢蟻蟻會和平分食糖跟蟑螂，不刻意分開或保持警戒距離。

2.「新皺家蟻」A 巢與 白疏巨山蟻（同棲地不同食性）

在連接兩巢實驗剛開始時，白疏巨山蟻在共同餵食區到處亂竄，遇到「新皺家蟻」並無發動攻擊行為，直到有白疏巨山蟻回到巢內後，隨即有兵蟻及工蟻出巢，發動攻擊，其攻擊方式為咬一下對方就退後，無特定攻擊的部位，而「新皺家蟻」攻擊方式則為咬住對方的腳或觸角不放，但其反抗能力差，遭受攻擊後會蜷縮成一團，約被咬 6~7 次死亡。

另外為釐清白疏巨山蟻發動攻擊行為起因是爭食或爭地盤所致，改將「新皺家蟻」投入原飼養巨山蟻的活動區，發現若無食物之情況下，兩種蟻蟻會相安無事，但若有食物則會被攻擊，但有趣的是若投入「新皺家蟻」數量很稀少的情況下，即使有食物白疏巨山蟻仍會容忍新皺家蟻的存在。

3.「新皺家蟻」C 巢與日本皺家蟻（同屬異種、小族群）

因兩個族群皆較小，在兩巢連接數小時後才派出工蟻出巢探索，當「新皺家蟻」探索日本皺家蟻的巢穴通道時，並未被驅趕。然而當有一隻「新皺家蟻」誤入日本皺家蟻的巢內深處時，被數隻日本皺家蟻攻擊，且「新皺家蟻」幾乎無反抗能力，直至死亡才被搬出巢外。除此以外兩蟻種並無刻意的爭執、侵入行為。在放入食物以後，只有族群稍大的「新皺家蟻」有進食，而族群較小的日本皺家蟻雖有派出偵察工蟻，但未有發動搶食之行為，亦無進食。

(三)「新皺家蟻」之偷懶行為

本研究將「當下對族群有貢獻之行為」定義為積極行為，如偵測、照顧蟻后等；相反地，「當下無做出對族群有貢獻之行為」則定義為偷懶行為，如不動、清理等。另外，將未做出積極行為之工蟻定義為「偷懶工蟻」，而在實驗中完全無積極行為的工蟻定義為「完全偷懶工蟻」，並計算該類工蟻佔族群之比例，即為「偷懶工蟻比

例」，其計算公式如下。

$$\text{「偷懶工蟻比例」} = \frac{\text{完全偷懶工蟻}}{\text{族群工蟻總數}} \times 100\%$$

1.偷懶工蟻比例

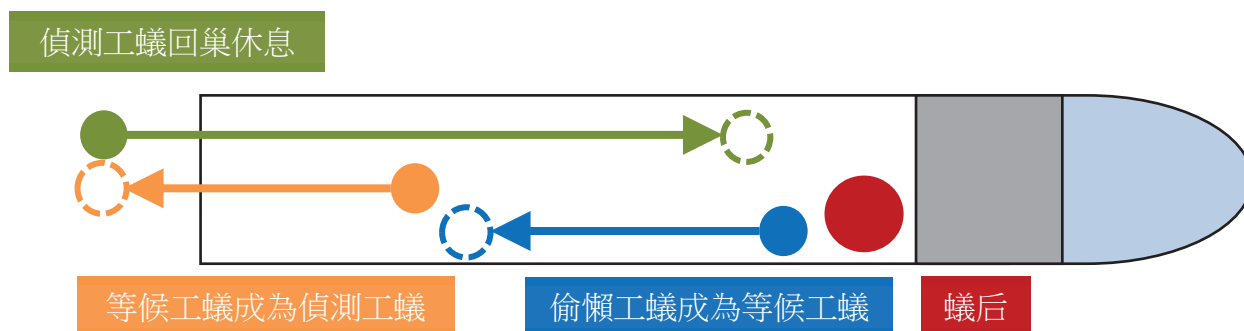
首先，以 Daniel Charbonneau 在 2017 的文獻中所提出的方式，計算完全偷懶的工蟻比例，不進行危害族群的刺激，即為「常見情況」進行模擬時，各族群偷懶工蟻比例分別為 E 巢 56%；D1 巢 45%；D2 巢 25%；D3 巢 43%，而新皺家蟻整體的偷懶工蟻比例約為 40%。

2.偷懶工蟻在常見情況下之功能

本研究觀察在野外、養殖巢內較常見的「常見狀況」中，部分任務在大多時間皆有工蟻執行，即為「例行性任務」，如偵測，而在偵測任務中，依工蟻行為表現，可將其分為三類工蟻，分別為：

- (1) 偵測工蟻「在巢外找尋食物的工蟻」
- (2) 等候工蟻「在巢口附近徘徊或不動，且不斷擺動觸角」
- (3) 偷懶工蟻「在巢內深處不動，無積極行為之工蟻」。

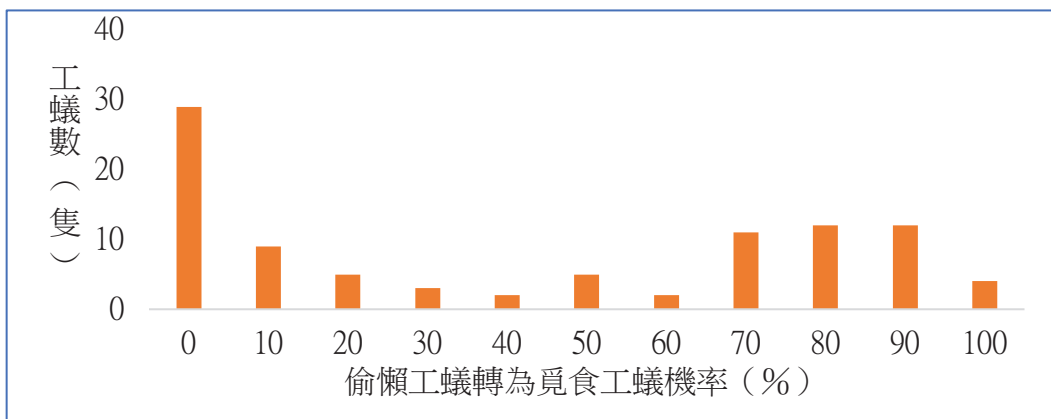
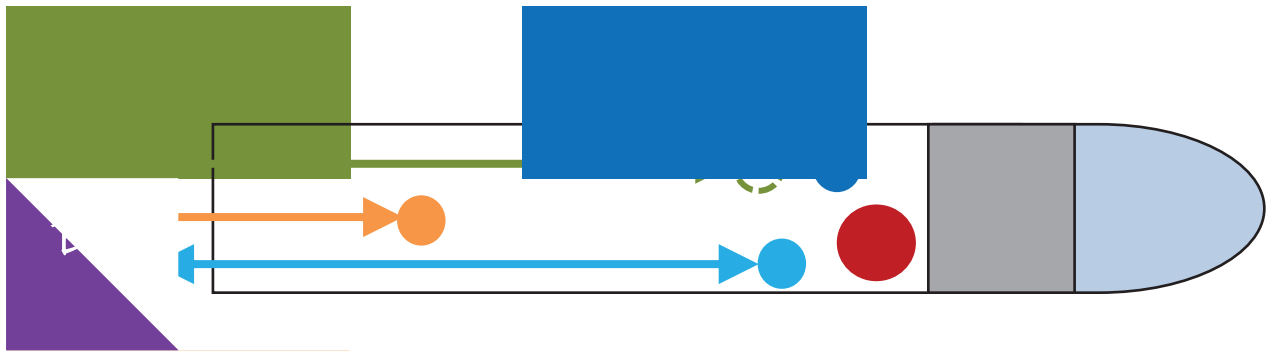
而此三類工蟻，可進行例行性任務中的輪替，維持隨時有工蟻執行任務。以「偵測」作為代表，其輪替機制如下：當偵測工蟻感受到疲勞後，會回巢與等候工蟻、偷懶工蟻溝通，並待在巢內，變為偷懶工蟻，等候工蟻出巢成為新的偵測工蟻，偷懶工蟻成為新的等候工蟻，完成一次輪替。



圖三十、偷懶工蟻在例行性任務中之功能

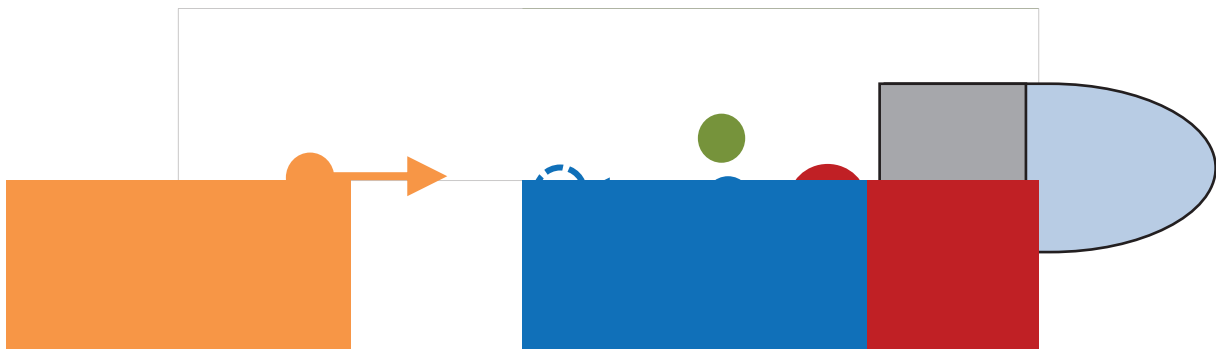
而為了觀察「機會性任務」是否影響偷懶工蟻之行為，故以餵食、移除偵測工蟻進行模擬，以「覓食」作為代表，觀察發現，當偵測工蟻發現食物後會回巢通報，此時等候工蟻、部分偷懶工蟻轉變成為覓食工蟻，出巢進食，進食完畢後回到巢內餵養其他成員，再重複出巢進食，直到整個族群皆吃飽為止。而偷懶工蟻轉成為覓食工蟻的機率為 0%（29 隻），10%（9 隻），20%（5 隻），30%（3 隻），40%

(2 隻) , 50% (5 隻) , 60% (2 隻) , 70% (11 隻) , 80% (12 隻) , 90% (12 隻) , 100% (4 隻) 。



3. 偷懶工蟻在危急情況下之功能

本研究以危及族群生存的「危急情況」進行模擬，觀察其刺激是否會使偷懶工蟻行為改變。而我們觀察到當「常見情況下的積極工蟻」回到巢內後，呈現疲勞狀態，對於危急情況無法做出反應，此時會由等候工蟻、偷懶工蟻應對危急情況。



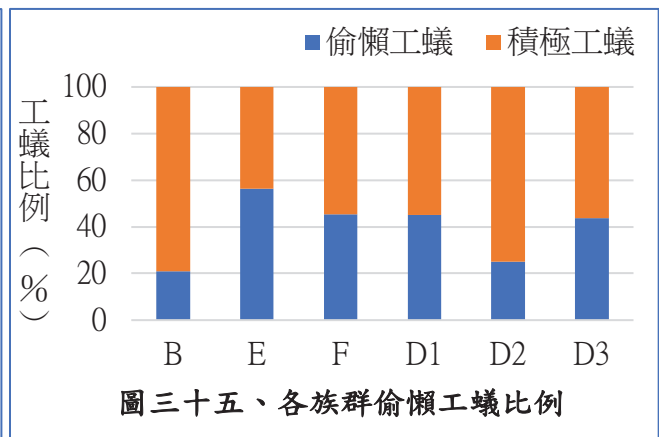
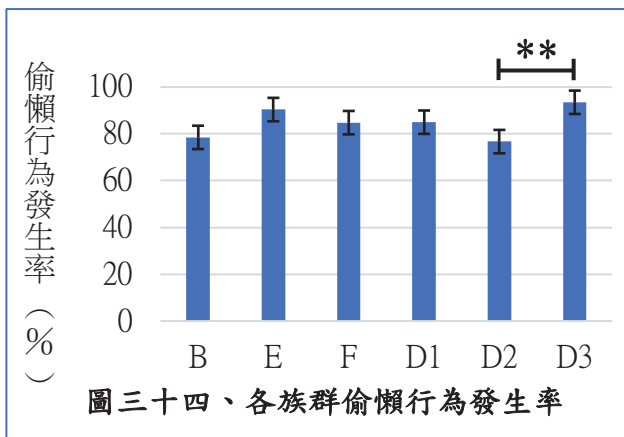
由上述結果可知，偷懶工蟻在部分情況或任務的刺激下變得積極，而偷懶工蟻比例只將工蟻分類為積極或偷懶，無法精確評估工蟻的偷懶程度，故本研究後續以行為次數作為計數單位，計算「偷懶行為發生率」，計算方式如下。

$$\text{「偷懶行為發生率」} = \frac{\text{偷懶行為總數}}{\text{行為總數}} \times 100\%$$

4. 工蟻偷懶行為與族群組成之關聯

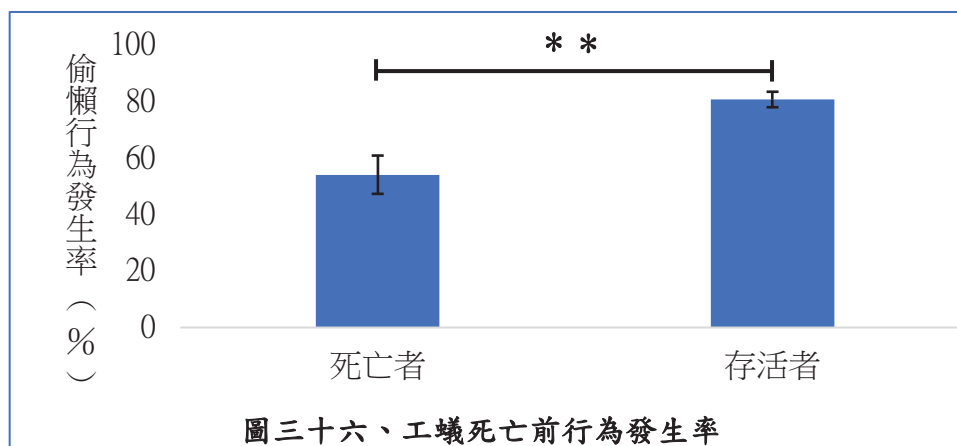
為實驗不同族群組成對偷懶行為之影響，考量原生族群情況將其分裝為 25 工蟻的無蟻后 B 巢、單蟻后 E 巢；50 工蟻的無蟻后 F 巢、單蟻后 D1 巢，及多蟻后的 D2、D3 巢。

各族群在常見情況下，偷懶行為發生率分別為：B 巢 $78.5 \pm 3.6\%$ ；E 巢 $90.4 \pm 3.1\%$ ；F 巢 $84.8 \pm 1.4\%$ ；D1 巢 $85 \pm 3\%$ ；D2 巢 $76.7 \pm 3.4\%$ ；D3 巢 $93.5 \pm 1.5\%$ 。D2、D3 巢偷懶行為發生率具顯著差異，其他巢間則不具顯著差異 ($p < 0.001$)。各族群之偷懶工蟻比例分別為：B 巢 21.0%；E 巢 56.3%；F 巢 46.0%；D1 巢 45.0%；D2 巢 25.0%；D3 巢 43.8%。



5. 工蟻偷懶行為與死亡之關聯

一日後死亡的工蟻與存活的工蟻，偷懶行為發生率分別為 $54.0 \pm 6.8\%$ ； $80.7 \pm 2.8\%$ ，而一日後死亡的工蟻偷懶行為顯著少於一日後存活的工蟻 ($p < 0.001$)。



6.雄、雌蟻之偷懶行為

由於養殖的有翅階級無法進行婚飛，故將其分裝為五個族群觀察是否會有其他積極行為。分裝的五巢「新皺家蟻」分別有蟻后，雄、雌蟻及工蟻 0、1、3 隻，1、1、3 隻，1、1、10 隻，1、2、0 隻及 1、2、3 隻。在實驗觀察中，雄、雌蟻皆未從事任何積極工作，偷懶行為發生率 100%，無工蟻的巢被記錄到雄、雌蟻與蟻后四散，蟻后並未獲得照顧，表現的非常虛弱。

伍、討論

一、探討校園內螞蟻之生物多樣性：

校園中一共出現十二種螞蟻，分別為黑頭慌琉璃蟻、破壞毛家蟻、「新皺家蟻」、日本皺家蟻、絨毛皺家蟻、中華單家蟻、熱帶大頭家蟻、迦具土瘤突家蟻、駱氏瘤突家蟻、長角黃山蟻、阿美尼蘭德山蟻、白疏巨山蟻。其中發現「新皺家蟻」因前伸腹節刺、觸角節數有別於臺灣目前已記錄之同屬螞蟻，加上經彰化師範大學之確認，故確定為全臺新記錄。再者將新皺家蟻依其特徵比對國外螞蟻資料庫，目前尚未找到相符之蟻種，嘗試將其特徵照片以 Google 以圖搜圖也並未有結果，故其有可能會是一新種，但仍待進一步 DNA 證據佐證。

基於「新皺家蟻」尚未被研究過，故本研究致力於對該物種之形態及習性行為描述，希望能對臺灣本土土壤生態之相關研究盡一份心力。而 Marko Pećarević etc. (2010) 指出，若在都市完全沒有綠地的情況下，僅會有 3~5 個螞蟻品種，然而在本校校園中卻有如此豐富之發現，顯示校園綠地有助於提升都市中的螞蟻生物多樣性。

掉落式陷阱結果顯示，「新皺家蟻」對學期間人為活動較為敏感，反在寒假較無所顧慮，而在停課期間的第二階段觀察中，發現校園中「新皺家蟻」的族群變得比原本更多，覓食率更高，且可能因逢婚飛季節之影響，「新皺家蟻」族群有擴散之趨勢，進一步驗證「新皺家蟻」多於人為擾動較少的情況下覓食。

分析環境溫、溼度對各皺家蟻覓食活動率之影響，「新皺家蟻」僅受溫度影響；日本皺家蟻則溫濕度兼具；絨毛皺家蟻則均無。根據口訪螞蟻業餘飼養家得知皺家蟻對於溫濕度較不敏感，但在校園中較符合此特徵的只有絨毛皺家蟻，推測是因日本皺家蟻對於溫溼度的要求高於「新皺家蟻」與絨毛皺家蟻，也因此其族群大小在校園內亦較小，可見其倍受環境限制。

二、探討校園內發現之新記錄種螞蟻形態特徵與同屬螞蟻之差異

本校校園內共有三種皺家蟻，其形態差異比較如下述：

- (一) 體長：日本皺家蟻 > 「新皺家蟻」 > 絨毛皺家蟻。
- (二) 刻紋：全身不盡相同。
- (三) 前伸腹節刺：「新皺家蟻」形狀似鯊魚鰭；日本皺家蟻較長，末端上彎；絨毛皺家蟻呈針刺狀。
- (四) 觸角節數：日本皺家蟻與絨毛皺家蟻有 12 節，「新皺家蟻」11 節。
- (五) 蟻后與工蟻型態上的差別，「新皺家蟻」較不易辨認，而日本皺家蟻較易辨認。

林等（2007、2009）指出皺家蟻屬的每個蟻種形態特徵皆相似，而本研究所發現之「新皺家蟻」與臺灣現有記錄皺家蟻前伸腹節刺、觸角節數不同，也經彰化師範大學確認。

而大多蟻種分別雄、雌蟻方式為背面觀察頭胸比例不同，但因「新皺家蟻」體型較小，雄雌蟻頭胸比例無明顯差異，而進行更多比對後發現，側面觀察中軀形狀不同，可作為日後雄、雌蟻輔助鑑定特徵。

三、探討校園內發現之新記錄種螞蟻習性與行為

(一) 挖掘採集及前置作業

因校園內日本皺家蟻的出現較不穩定、族群較少且較小，因此只成功捕捉到一巢小族群；絨毛皺家蟻在人為目視下非常少見，只在 E 樣區的掉落式陷阱偶爾出現，因此本研究僅在實驗室飼養一小巢的日本皺家蟻，以及六巢「新皺家蟻」。

其中六巢「新皺家蟻」均在 D 樣區草地的樹蔭下被找到，巢皆築於草根下，剛開始的通道多沿著草根方向，結構完整、明顯，通道幾乎都是垂直向下且非常窄，土質非常硬且扎實，A 巢甚至超過一公尺深。養殖過程中發現「新皺家蟻」會搬灰塵、頭髮、蟑螂屍體等雜物回到巢穴，塞在隙縫及洞口處，推測是因「新皺家蟻」認為通道太寬，故有此行為，而 C、E 巢甚至因族群太小，無法由工蟻遮光，故用雜物在巢內搭建一個遮光處，用以放置卵、幼蟲；新皺家蟻對光、振動等干擾不敏感，因此搬家有一定難度，被壓到時有時會亂竄，有時則會趴低躲避，但決定躲避方式的機制尚不確定，較少攻擊行為，偏好狹窄、陰暗、潮濕的空間；六巢「新皺家蟻」內，族群較大的三巢皆有多隻蟻后，故我們認定「新皺家蟻」為多蟻后制，而其蟻后因體型小，會自己到處移動，且不一定有工蟻跟隨，比起其他蟻種蟻后幾乎不動，「新皺家蟻」的蟻后非常靈活，甚至記錄到有時蟻后会出巢徘徊，最後多被工蟻搬回巢內。在第一階段挖掘採集時，即便到了一公尺深，也仍未挖到「新皺家蟻」的卵室，而在第二階段挖掘採集時，發現「新皺家蟻」將幼蟲、卵皆放於靠近地面的巢室，而根據文獻所述，多數螞蟻會隨溫溼度改變幼蟲、卵的位置，故我們認為「新皺家蟻」的行為符合此敘述。

被飼養之日本皺家蟻原巢位於 A 樣區的水泥建築物旁，其巢口直接露在外，上無植被覆蓋，將其挖開後發現該巢築於土較硬的地方，巢較淺、廣，工蟻少、族群小，同時挖到兩隻蟻后。養殖過程中，發現日本皺家蟻會將卵、幼蟲塞入試管棉花當中；因族群小，間隔十到二十天才會進食一次。該蟻種非常少派出偵察工蟻，但有食物於巢外時卻馬上出巢覓食，故推測日本皺家蟻對於食物分子之氣味較敏感；此外記錄到日本皺家蟻的蟻后自己在試管內來回移動的情況，但仍能生育，也沒有死亡、受傷。

在養殖記錄中發現「新皺家蟻」、日本皺家蟻的蟻后会自行移動，較其他蟻種蟻后活躍，也較違背一般對蟻后的認知，推測蟻后因體型小故較靈活，當蟻群小時，工蟻照顧不足，使得蟻后願冒風險自行出巢覓食。

而後續養殖、第二階段採集「新皺家蟻」時，在六月到八月時發現有翅階級（雄、雌蟻）的出現，其出現時間一致，故認為即使養殖巢較不與外界接觸，仍能以溫、濕

做為婚飛時間的判準，進而生產雄、雌蟻的蛹，而工蟻及雄、雌蟻的蛹原本就不同，而非孵出後以特別照顧誘發，使其成為雄、雌蟻。「新皺家蟻」須於溫度、濕度適合的情況下進行婚飛，此外，養殖巢中的雄、雌蟻，並無婚飛之行為，即使已過了婚飛季節，也不會擔任任何工作職務，只有不斷待在巢內被照顧，等待婚飛機會。

日本皺家蟻的蟻后在生產時，會將身體蜷縮成一團，尾部由腹部內縮靠近其頭部，看似一個「@」，一次產約 4~5 顆卵。未記錄到新皺家蟻產一次卵的數目，但因其體型較小且養殖巢內幼蟲數較少，推測蟻后單次產卵會比日本皺家蟻少 2~3 顆。

（二）餵食實驗

實驗原先設計為考量競爭可能導致族群受損，故先收集餵食實驗之數據，但開始做競爭實驗時，發現「新皺家蟻」進食對象由蟑螂轉為糖，與餵食實驗的結果不合。然而，隨著競爭實驗做到五重複後，餵食該蟻種又轉回吃蟑螂，故我們認為「新皺家蟻」無明顯的食性偏好；而日本皺家蟻雖偏好油脂蛋白質，但也有記錄到搬糖回巢的行為，故推測蟻蟻即使有較明顯的食性偏好，仍會調配自己所需的營養，且可能有固定週期的轉換。

「新皺家蟻」、日本皺家蟻與白疏巨山蟻進食蟑螂時，皆會先把頭咬開，再吃裡面的腸道、脂肪，推測是因為腸道、脂肪的營養成分較高。當餵食之蟑螂數多到夠滿足該蟻群食量時，蟻蟻甚至會不吃腳及腹部，只吃蟑螂的內部腸道器官。

（三）競爭實驗

「新皺家蟻」同種間並不會競爭地盤、食物，但可以分辨對方非同巢。由於實驗設計曾將 A、B 兩巢蟻蟻連接共同餵食區。當實驗結束時，曾將 B 巢拔掉，此時餵食區內仍有部分未歸巢之 B 巢工蟻，隔天發現牠們在原先連接 B 巢洞口的位置下方挖洞住入，證明「新皺家蟻」A、B 巢可互相分辨對方非同巢。另外，目前僅看過林函希於（2013）所發表的科展作品曾記錄到破壞毛家蟻可以自行在石膏上挖洞，且根據挖巢經驗「新皺家蟻」築巢之土質十分堅硬，故認為「新皺家蟻」屬挖掘能力較好之蟻種。而在實驗結束的後續養殖中，將「新皺家蟻」A、B 巢養於同活動區中，觀察到同一隻「新皺家蟻」可以自由進出兩巢，也觀察到其將卵、幼蟲皆搬到同一個巢內的同一個巢室，故認為兩族群可能有併巢之行為，而後續持續將其養殖於同一活動內，發現 A、B 巢仍能分辨對方，但無併巢之趨勢。

在白疏巨山蟻與「新皺家蟻」連接到共同餵食區時，白疏巨山蟻表現出明顯的敵意，且放下食物後大多還是在攻擊新皺家蟻，甚至有兵蟻進入「新皺家蟻」的巢，而「新皺家蟻」快速離開白疏巨山蟻到過的兩個巢室，但當改由部分「新皺家蟻」投入

飼養白疏巨山蟻之活動區時，無食物源時白疏巨山蟻則忽視「新皺家蟻」之存在，有食物源時，若「新皺家蟻」數量較多，則會攻擊「新皺家蟻」，若「新皺家蟻」數量少時，則不攻擊。推測在共同餵食區中，由於「新皺家蟻」在留下的費洛蒙較濃，加上活動區空間受限氣味不易散，導致白疏巨山蟻想要爭搶領地，才有了明顯的攻擊行為；而在白疏巨山蟻單獨活動區中，僅因食物而進行攻擊。

「新皺家蟻」在與日本皺家蟻或白疏巨山蟻互相攻擊時時，因體型差距，且不會合作攻擊，在整體競爭上優勢較少，遇到危險時會選擇跑走或趴低躲避，故認為「新皺家蟻」為工蟻性較低。此外，在觀察時曾見到蟑螂居住於「新皺家蟻」之巢中，但「新皺家蟻」並無驅趕、捕食之行為，甚至在進行雄、雌蟻之偷懶實驗時，發現有不同蟻種的雄（雌）蟻居住於其巢內，但仍和平相處，並無驅趕之行為，因存在非常久，故推測有被工蟻固定餵食，而並未記錄到其有積極行為，而不確定其是否對於「新皺家蟻」族群有正向幫助。

（四）偷懶實驗

在剛開始標記「新皺家蟻」時，皆使用大多文獻所使用的水性筆、壓克力顏料，卻觀察到「新皺家蟻」非常容易清理身上標記，進一步觀察，其方式為用腹錘部摩擦地面，或互相蟻大顎清理，甚至靠近濕棉花使其脫落，為對此事進行探討，也對校園中的白疏巨山蟻進行標記，在數天內，其皆無清理意願，與「新皺家蟻」形成反差，故認為「新皺家蟻」較有意願及能力清理身上標記，導致在標記階段嘗試非常多方法才成功。

偵測工蟻重複出勤率大多較低，代表偵測任務疲勞度高，由許多工蟻進行輪替，而在其輪替機制中，偷懶工蟻為積極工蟻疲勞時的替補者。

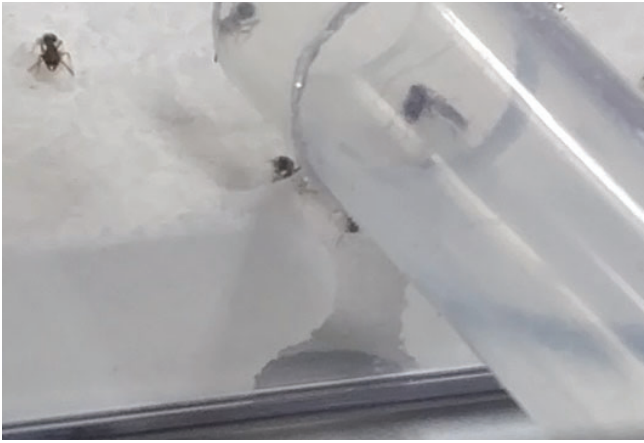
在食物出現後，偷懶工蟻轉變為覓食工蟻的機率大多較低，而少部分的工蟻經常成為覓食工蟻，處理大部分的任務，故推測每隻偷懶工蟻所負責的任務職位是相同的，只有某類事件發生，該批工蟻才變得積極。

新皺家蟻在常見情況下的偷懶行為發生率顯著高於危急情況，相反地，在常見情況下積極的偵測工蟻，由於疲勞之故，在危急情況發生時呈現偷懶，由此機制可知，偷懶工蟻為危急情況的應對者，對族群的穩定是重要的。

由於相同組成的族群行為具顯著差異，而不同組成的族群行為卻不具顯著差異，故認為族群組成不影響偷懶行為發生率，推測偷懶行為的可能是與蟻后或族群本身性格有關。而工蟻在死亡前，偷懶行為顯著較少，Ed Yong 在 2013 的文獻中提及，工蟻越老，越常執行偵測任務，而由於執行偵測任務，為承擔風險的角色，故死亡率隨之

提高；部分學者則認為派出較老工蟻當偵測工蟻的原因為經驗豐富。而結合本研究之觀察結果及文獻說法，推測較老工蟻，反應較不靈敏，而年輕工蟻留在巢內，當危急情況發生時，可以較快的進行應對，並且標記發現，年輕工蟻較容易死亡，故推測造成年輕工蟻留在巢內的原因為，年輕工蟻身體較為脆弱。

若以在常見情況下計算偷懶工蟻比例，約為 40%，符合 Eisuke Hasegawa etc.在 2016 年的文獻中所述，然而，若加入危急情況的刺激，會使得各族群偷懶工蟻比例皆低於 20%，由實驗結果可知偷懶工蟻有三個功能，為等待任職位的工蟻，在事件發生時變得積極；可在在偵測工蟻疲勞時進行替補，也因為偷懶工蟻保存足夠體力，故在危急情況發生時能進行應對，因此加入任務刺激後，偷懶工蟻比例明顯下降。而若以偷懶行為發生率進行統計，則各族群偷懶行為發生率約有 84%，故利用偷懶工蟻比例無法精準評估偷懶程度。



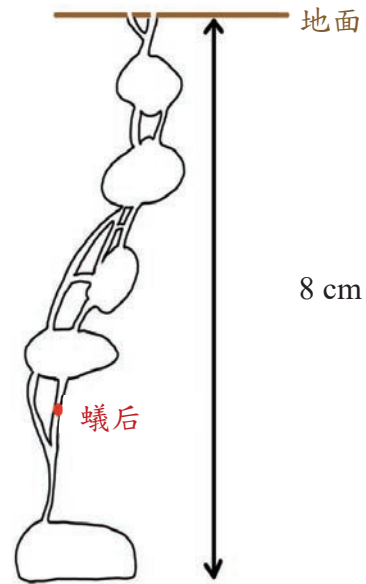
圖三十七、新皺家蟻石膏洞穴



圖三十八、被標記的新皺家蟻



圖三十九、新皺家蟻 C 巢棲息環境



圖四十、模擬建構新皺家蟻 C 原巢結構圖



圖四十一、左圖為新皺家蟻巢內的未知蟻種

陸、結論

- 一、校園目前記錄到的螞蟻品種有黑頭荒琉璃蟻、破壞毛家蟻、新皺家蟻、日本皺家蟻、絨毛皺家蟻、中華單家蟻、熱帶大頭家蟻、迦具土瘤突家蟻、駱氏瘤突家蟻、長角黃山蟻、阿美尼蘭德山蟻、白疏巨山蟻，共 12 種，其中「新皺家蟻」為全臺新記錄。
- 二、本研究所發現之「新皺家蟻」與臺灣現有記過皺家蟻之前伸腹節刺、觸角節數均不同。
- 三、「新皺家蟻」各階級型態非常相似，而雄、雌蟻可依側面觀中軀形狀分辨。
- 四、「新皺家蟻」對於食物無明顯的食性偏好，會依當下需求調配，可能有其轉換週期。
- 五、「新皺家蟻」與日本皺家蟻皆為多蟻后制。
- 六、「新皺家蟻」工蟻的偷懶行為不受族群組成影響，但越接近死亡時會越不偷懶。
- 七、偷懶工蟻為等待任務的工蟻，可作為積極工蟻疲勞時的替補者，危急情況下的應對者。
- 八、雄、雌蟻無任何積極行為。
- 九、偷懶工蟻的存在對於族群穩定性是重要的。

柒、參考文獻及其他

Eisuke Hasegawa, Yasunori Ishii, Koichiro Tada, Kazuya Kobayashi & Jin Yoshimura (2016)

Scientific Reports, Lazy workers are necessary for long-term sustainability in insect societies.

Marko Pećarević, James Danoff-Burg, Robert R Dunn (2010) Biodiversity on Broadway - Enigmatic

Diversity of the Societies of Ants (Formicidae) on the Streets of New York City. PLoS ONE 5 (10) : e.0013222.

Daniel Charbonneau (2017) Who needs 'lazy' workers? Inactive workers act as a 'reserve' labor

force replacing active workers, but inactive workers are not replaced when they are removed. PLoS ONE 12 (9) : e0184074.

Ed Yong (2013) Scientific Reports, Tracking whole colonies shows ants make career moves.

WuDaoer Tsai (2014) 。由混沌到秩序：螞蟻如何找到覓食的最佳路徑？。泛科學。取自

<https://news.sina.com.tw/magazine/article/5191.html>

王秉誠 (2018) 。*螞蟻的飼養與觀察*。台中市：晨星出版有限公司。

王皓平、陳逸才、陳又睿、陳政斌 (2005) 。校園螞蟻的形態學和生態學的研究。中華民國第四十五屆中小學科學展覽會。

陳俊寧、蔡鎔安、黃穎晟 (2019) 。標「新」立「蟻」探討全臺首見之皺家蟻與日本皺家蟻之異同。高雄市第六十一屆中小學科學展覽會。

交通部中央氣象局，觀測資料查詢 CODiS，觀測站：高雄市，苓雅。擷取數據：2020/11/28

~2021/3/12。取自 <https://e-service.cwb.gov.tw/HistoryDataQuery/index.jsp>

作者不詳 (1990) 。長角黃山蟻的探索之旅。嘉義市第 30 屆中小學科學展覽會。

林函希（2013）。「蟻隻獨秀」。中華民國第 53 屆中小學科學博覽會。

林宗岐（2007）。社會性昆蟲。*科學發現*。取自

<https://ejournal.stpi.narl.org.tw/sd/download?source=9601/9601-07.pdf&vllId=FA80C875-F45C-4FD2-A90F-C0CDD0DD1444&nd=0&ds=0>

林宗岐、吳文哲（2010）。臺灣螞蟻相（膜翅目：蟻科），附亞科與屬檢索表。國立臺灣博物館年刊 46：5-69。

林宗岐、董景生、山馥嫻（2009）。*福山地區螞蟻監測及鑑定指南*。台北市：行政院農業委員會林業試驗所。

林宗岐、鍾富雅、方懷聖（2012）。*探索湖山生物資源解說手冊-螞蟻篇*。南投縣：行政院農委會特有生物保育中心；台中市：經濟部水利署中區水資源局。

黃尚偉與楊嘉慧，林宗岐審稿（2010）。家屋螞蟻覓食記。*科學人*。取。

<https://pansci.asia/archives/60344>

黃基森、李明儒、黃太亮（2016）。認識破壞單家蟻。*教育部外來入侵種及動植物疫病防治宣導電子報*。取自 https://sisiapdag.moe.edu.tw/_update/sys_message/epub106-01.pdf

黃基森、李明儒、黃太亮（2017）。簡介校園內常見螞蟻。*教育部外來入侵種及動植物疫病防治宣導電子報*。取自 https://sisiapdag.moe.edu.tw/_update/sys_message/epub106-04.pdf

董景生（2007）。以螞蟻群聚做為保留區監測的目標物種-掉落式陷阱。

潘建安（2002）。福山試驗林兩型棲所地表螞蟻群聚組成之比較。

附錄一

蟻科亞科檢索表

1. 中軀與腹錘部間有一節明顯的腰節（腹柄節）；腹錘第一節與第二節間癒合完全或有一帶狀縊縮-----2
中軀與腹錘間有二節明顯腰節（腹柄節與後腹柄節），腰節的形狀與腹錘上各節在形態上完全不同-----3
2. 腹錘末端腹臀板上有一半圓形或圓形的酸腺孔，常呈管狀突出，上著生剛毛；腹柄節為鱗片狀----- 山蟻亞科 FORMICINAE
腹錘末端無管狀酸腺孔，呈縫狀開口，腹臀板後緣光滑；腹柄節呈管狀-----
-----琉璃蟻亞科 DOLICHODERINAE
3. 前跗節爪具齒狀突起；觸角 12 節；前中胸背板縫線明顯-----
----- 擬家蟻亞科 PSEUDOMYRMECINAE
前跗節爪無齒狀突起；觸角 4-12 節；前中胸背板縫退化消失 -----
----- 家蟻亞科 MYRMICINAE

家蟻亞科屬檢索表

1. 大顎無齒突 [為具有雙態或多態型的大型職蟻] -----大頭家蟻屬 *Pheidole*
大顎齒突明顯，前端具有 3 個或以上的齒突-----2
2. 大顎前緣具 7 個以上的突齒或小齒-----皺家蟻屬 *Tetramorium*
大顎前緣僅具 3-6 個突齒或小齒 ----- 3
3. 前伸腹節無齒-----4
前伸腹節齒明顯-----瘤突家蟻屬 *Cardiomyrma*
4. 前伸腹節呈圓弧狀無稜角-----單家蟻屬 *Monomorium*
前伸腹節具稜角-----毛家蟻屬 *Trichomyrmex*

山蟻亞科檢索表

1. 觸角窩穴遠離頭楯後緣；後胸側板缺少後胸側板腺孔-----尼蘭德山蟻屬 *Nylanderia*
觸角窩穴接近頭楯的後緣；後胸側板有明顯的後胸側板腺孔，腺孔位於後足基節上方與前伸腹節氣孔下方-----2
2. 由頭的正面觀，眼位於頭部中央位置或前半部-----黃山蟻屬 *Paratrechina*
由頭的正面觀，眼位於頭部後半部-----巨山蟻屬 *alboparsus*

【評語】 050013

1. 此作品首先調查校園中的螞蟻多樣性及族群活動因子的分析，之後描述新記錄種皺家蟻與日本皺家蟻的形態與生態行為比較。調查、觀察與比較的描述相當仔細，顯示作者相當用心。然而作品所呈現的研究成果顯得不夠聚焦，難凸顯出作品所研究的特點。
2. 偷懶行為的部分應可深入探討；目前研究結果仍未有量化數據為依據，僅為文字的描述，需要更科學性的實證數據才具說服力。
3. 社會性昆蟲的行為與其 age 有關，作者需先參考此部份的資料。