

中華民國第四十三屆中小學科學展覽會參展作品專輯

國小組

生物科

科別： 生物科

組別：國小組

作品名稱：團結力量大—舉尾蟻群體性的觀察

關鍵詞：蟻、舉尾蟻、群體性、介殼蟲、共生

編號：080320

學校名稱：

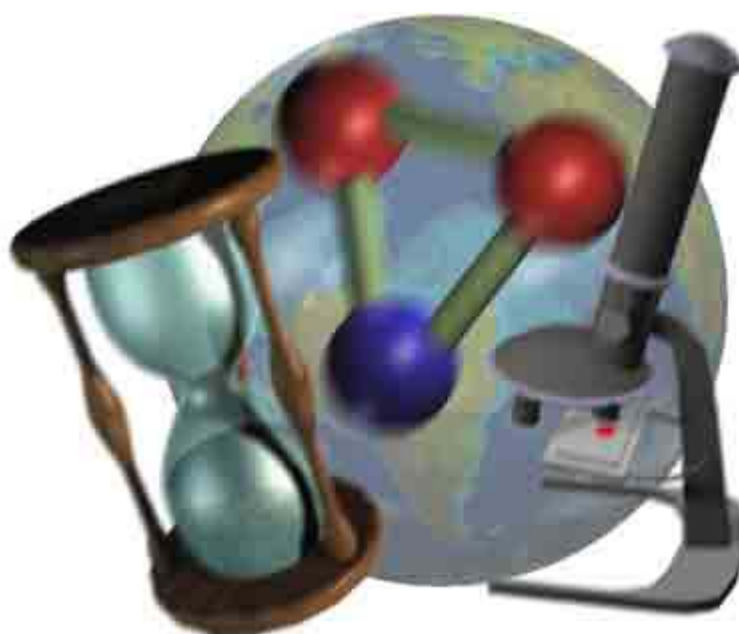
國立花蓮師範學院附設實驗國民小學

作者姓名：

沈平

指導老師：

柯凱珮、林智偉



摘 要

本研究觀察自家庭院裡柚子樹上的舉尾蟻巢及其生活型態，從舉尾蟻的「外形觀察」、「社會分工」、「生活環境」、「蟻巢的構造」、「覓食情況」、「領域行為」、「干擾防禦」及「共生行為」八個面向來進行觀察並討論，其主要結果如下：

- (一) 舉尾蟻腳上有節，身體也有分節，舉尾蟻身體可以明顯分為「頭部」、「胸部」與「腹部」三部分，頭部有一對觸角，兩對顎與一對眼睛；胸部有三對腳；腹部佔舉尾蟻身體的最大部分，所有的消化、生殖與分泌等器官都在這裡。而許多構造如觸角、大顎、嗦囊等都對於螞蟻的群體性社會分工有相當多助益。
- (二) 舉尾蟻社會裡有蟻后、雄蟻、工蟻，各司其職，但一年半以來並未觀察到兵蟻出沒，仍要再繼續觀察。
- (三) 舉尾蟻巢具有調節溫度的功能，天氣熱的時候，巢內溫度比巢外來得低；天氣冷的時候，巢內溫度比巢外來得高。
- (四) 舉尾蟻巢的結構符合螞蟻分工合作的性質，裡頭有不同的小室分別負責不同的功能；蟻巢的成分主要是以草纖維、泥土、樹葉等就地取材的材料來建築。
- (五) 對舉尾蟻最具吸引力的食物是「腐敗、多汁液的動物屍體或生的食物」。
- (六) 螞蟻在行進時，腹部會分泌費洛蒙，後面的螞蟻就靠著此味道認路，因此舉尾蟻覓食時，以呼朋引伴的方式用觸角通知其他同伴繼續前來覓食，另外還有負責守衛的螞蟻在蟻巢表面巡邏。
- (七) 觀察路徑 1 裡，舉尾蟻與花居單家蟻在第 70 公分處勢力相當；觀察路徑 2 裡，在第 55~60 公分處勢力相當。
- (八) 舉尾蟻對於外物入侵先是一陣戒備及騷動，再視外物的動向而定警戒的時間，對於特殊的化學氣味會等待氣味散掉或淡掉再行動。

壹、研究動機

「團結就是力量！」，每當我看到一排螞蟻沿著牆角搬運食物的樣子，就會想到這句話。不起眼的螞蟻究竟是如何建立自己的家園？這一點我一直很好奇。

國編本自然科第八及第九冊課本裡曾對「生物的生活環境」與「生物世界」提出討論，當時我們觀察蚯蚓的生態，歸納蚯蚓生活的環境條件；在科學方法上，自然科第九冊提到「分類」與「實驗的變因操作」兩個重要概念，我可以透過對螞蟻的觀察，用分類的方法與設計實驗變因，對螞蟻的特徵與習性有更進一步的認識。

所以當我發現院子裡的柚子樹上有一窩蟻巢時，心想：「啊！這正是一個觀察的好題目！」，我立即查閱圖鑑，知道這群芳鄰原來叫做「舉尾蟻」，我希望在此次跟舉尾蟻的邂逅，能對牠們有更深入的認識。

貳、研究目的

- （一）觀察舉尾蟻的構造與社會分工。
- （二）認識舉尾蟻的特徵與生活習性。
- （三）了解舉尾蟻面對外來干擾的反應。
- （四）探討舉尾蟻在覓食上的領域行為。
- （五）了解舉尾蟻與介殼蟲的共生關係。

參、研究設備及器材

一、戶外考察

放大鏡、鑷子、捲尺、直尺、馬錶、溫度計、相機、紀錄本、鉛筆、小藥罐。

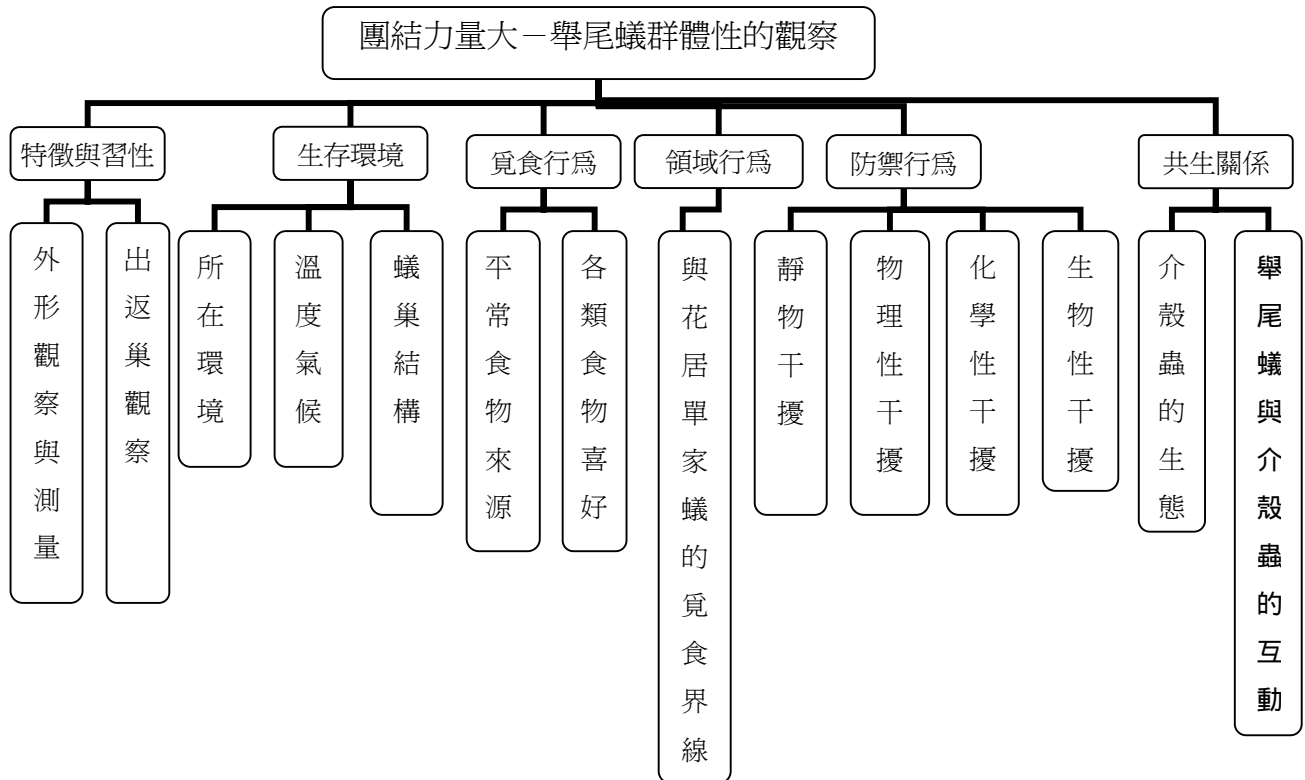
二、室內分析

昆蟲圖鑑、各種參考書籍、解剖顯微鏡、紀錄本、鉛筆、彩色鉛筆、個人電腦、掃描器。

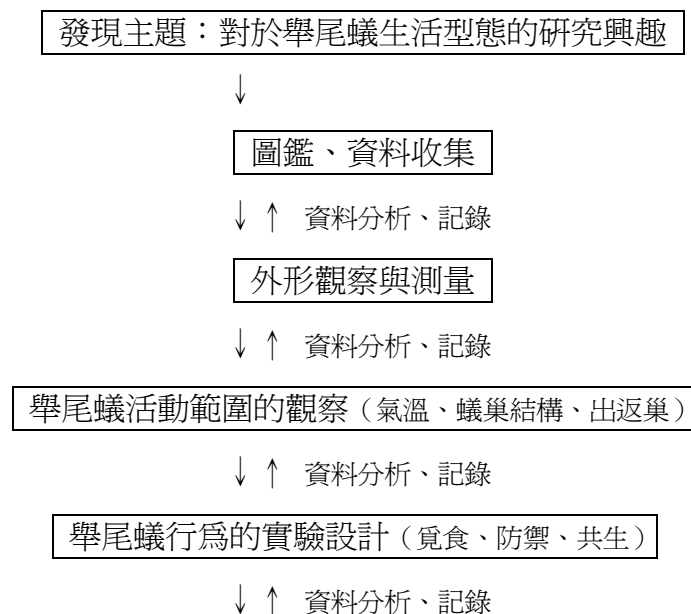
三、體積 2cm（長）×2cm（寬）×1cm（高）的各類食物：生蝦肉、生魚片（鮪魚）、腐爛蛙肉、砂糖、蘋果、蛋糕、香蕉、芭樂芯、木瓜、小番茄、胡蘿蔔、熟馬鈴薯、全麥麵包、飯粒、清蒸魚、熟豬肉。

肆、研究方法、流程與架構

一、研究架構



二、研究流程



三、研究方法

對於舉尾蟻的「外形特徵」、「特徵習性」及「生存環境的氣溫」、「與介殼蟲的共生行為」方面，是以實地觀察的方法來記錄舉尾蟻在自然情況下的舉動，「蟻巢結構」則是以廢棄的蟻巢來做觀察。

在「覓食行為」、「防禦行為」、「領域行為」三項研究主軸上，主要採取實驗的方式來設計變因：「覓食行為」裡，食物種類為操縱變因，以五大類食物來做試驗，觀察舉尾蟻對於食物的喜好程度及如何運用團體力量來搬運食物；「防禦行為」方面，則是以干擾的形態作為操縱變因，分別觀察在靜物、物理性、化學性、生物性四種不同干擾來源的情境下，舉尾蟻如何進行防禦行動；「領域行為」則以舉尾蟻的鄰居——「花居單家蟻」為對象，觀察舉尾蟻與花居單家蟻在覓食行為中的界線。

伍、研究過程

一、舉尾蟻的分類與外形觀察

（一）舉尾蟻在生物世界的位置

目前全世界已命名的螞蟻達九千多種，不過，據估計應有兩萬種以上的螞蟻生活在地球上。根據張永仁（2001）《昆蟲圖鑑》說明，台灣共有十一種舉尾蟻，而舉尾蟻在生物界中的分類檢索，如下表：

動物界—
節肢動物門—
昆蟲綱—
有翅亞綱—
膜翅目—
蟻科—
舉尾蟻屬—

(二) 舉尾蟻的身體構造與測量

【實驗一】舉尾蟻身體的構造與測量

【觀察日期】2002-02-19

【目的】觀察舉尾蟻的各部位構造並加以測量

【器材】1、舉尾蟻數隻

2、放大鏡

3、直尺

4、冰箱

5、小藥罐

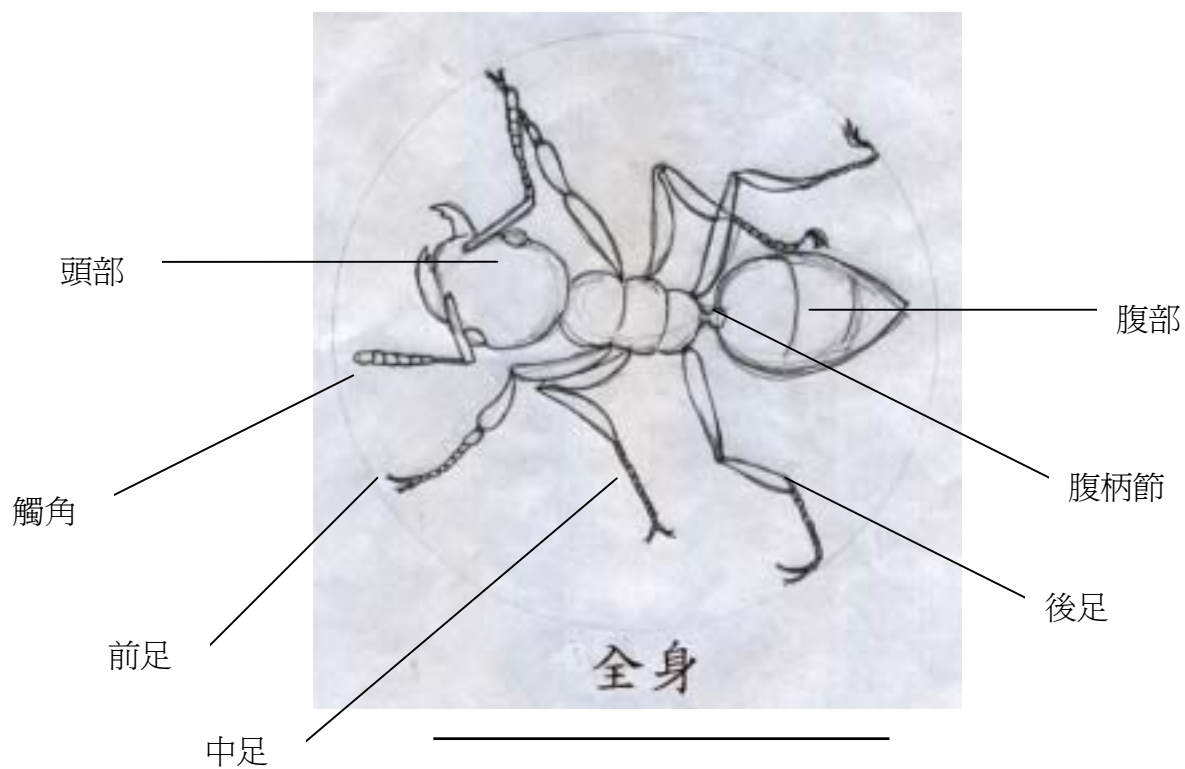
【步驟】1、捕捉舉尾蟻數隻放入小藥罐。

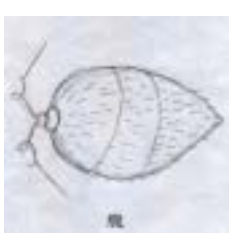
2、將小藥罐放入冰庫中五分鐘。

3、將已冰凍的舉尾蟻放在放大鏡下觀察，用直尺測量。

【結果】1、舉尾蟻身長約 0.3 至 0.4 公分。

2、各部位構造如下圖所示：



身體部位	說明
 頭	頭部— 包含複眼、觸角、大顎、小顎鬚等。「複眼」由許多小眼組成，但不發達；「觸角」用來辨別味道及方向、同伴間互傳消息，還用觸角撫摸介殼蟲的肚子；「大顎」則強勁有力，適合捕捉食餌，咬起人來也很痛。
 胸	胸部— 有三對腳，由於我觀察的是工蟻，沒有翅膀，不過雄蟻與雌蟻在胸部長有四片翅膀，以進行空中繁殖。
 腹	腹部、腹柄節— 舉尾蟻腹內有嗦囊、胃、腸、毒腺等，舉尾蟻在咬人時還會從腹部噴出蟻酸，會讓傷口更疼痛。 螞蟻在胸腹之間有一個突出物叫做腹柄節，分成 1-2 節。
 前腳	前足— 具有小節，由胸部長出，末端接觸地面的部分比較細，並有清潔距。
 中腳	中足— 無論前、中、後足皆從胸部長出來，上面有非常細微的觸毛。
 後腳	後足— 無論前、中、後足皆從胸部長出來，上面有非常細微的觸毛。

【實驗二】舉尾蟻社會的組成角色

【觀察日期】2003-4-27~5-2

【目的】了解不同角色舉尾蟻的社會分工。

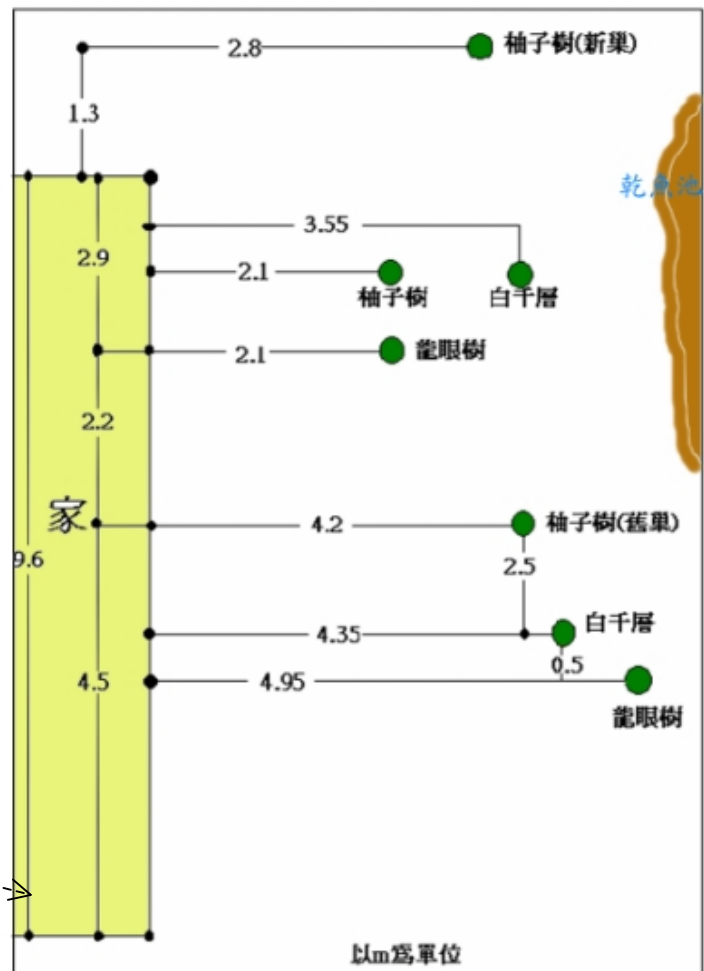
【思考過程】螞蟻的世界和蜜蜂一樣有明顯的分工，有女王、有負責做工跟負責打仗的螞蟻，我想知道形成他們群體性的工作任務。

角色	工 作 任 務	觀 察 小 語
蟻后	負責產卵，舉尾蟻王國裡，以女王為中心。5-7月為飛行繁殖期，會與雄蟻飛出巢外交配。	極少出現，我曾在5-7月的繁殖期特別留意，但仍沒找到蟻后的蹤跡。
雄蟻	長有翅膀，在與蟻后交配時授與精子。	也很少出現，曾在巢外看到一隻疑似的舉尾蟻，但我一走近，牠卻消失了。
工蟻	沒有翅膀，不能產卵，只負責供應食物、照顧卵與蛹、搬運巢穴建材等工作，像是生產線工人。	普遍可見
兵蟻	身體及頭部特別大的工蟻稱為「兵蟻」，負責保護巢穴與入侵者作戰。	令我疑惑的是：在我一年半觀察舉尾蟻的過程中，我從未看過「大頭兵蟻」，就連在生物性入侵實驗中，出巢防禦的也是工蟻。

二、舉尾蟻的生存環境

(一) 所在位置：

我觀察的舉尾蟻巢就在自家庭院裡，我先介紹這裡的環境位置－
(台灣－花蓮市－德興－住家院子－柚子樹)



舉尾蟻巢所在環境平面圖

（二）舉尾蟻蟻巢的組成與構造

【實驗三】舉尾蟻蟻巢的測量

【觀察日期】2002-02-18 17：00

【目的】了解舉尾蟻巢的大小、形狀與所在位置

【器材】皮尺

【步驟】1、測量地面至蟻巢的高度。

2、測量蟻巢的長度、最大寬度（直徑）與最大圓周。

【結果】1、地面至蟻巢高度為 236 公分。

2、蟻巢長度為 18 公分。

3、蟻巢最大寬度（直徑）為 13 公分。

4、蟻巢最大圓周為 35 公分。

5、蟻巢的外形像倒過來的柚子。

【實驗四】蟻巢內的氣溫

【問題假設】蟻巢有溫度調節的功能，會隨天氣冷熱而調節巢內溫度。

【觀察日期】(冬) 2002-12-22 至 12-31；(夏) 2003-5-28 至 6-6

【目的】測量氣溫低及氣溫高兩種狀況下，舉尾蟻巢是否有氣溫調節的功能。

【思考過程】冬天冷氣團入侵，常常只有 15 度左右的氣溫，我想知道院子裡樹枝上舉尾蟻的巢穴裡也很冷嗎？還是巢內維持著一定的溫度使螞蟻們不受風寒入侵呢？而夏天炎熱的天氣裡，蟻巢內是不是也很熱？我想比較蟻巢內跟蟻巢外的溫度，看看兩邊的差異。

【器材】1、刻度 100 度的溫度計二根

2、尺

【步驟】1、在蟻巢插入溫度計一根（插入 8 公分深，如照片所示），並在柚子樹上的尖刺掛溫度計一根。

2、固定於 6：00、9：00、12：00、15：00、18：00、21：00 記錄溫度。

3、記錄十天後，整理並比較蟻巢內外的溫度。

【結果】1、冬天溫度（單位：℃）

	6：00		9：00		12：00		15：00		18：00		21：00	
	巢內	巢外	巢內	巢外	巢內	巢外	巢內	巢外	巢內	巢外	巢內	巢外
12/22	19	17.5	20	19	21	21.5	20.5	19.5	20	18.5	20	18
12/23	19.5	18	20.5	20	21.5	21	20.5	20	20	19	19.5	18.5
12/24	19	18	20	19.5	20.5	21.5	20	19.5	19.5	19	19	18
12/25	20	18.5	21	23	20	23	21.5	20	22	20	21	18.5
12/26	19.5	17.5	20.5	21	21	21.5	20	19.5	20	19	18.5	18
12/27	18.5	17	19	18.5	19.5	20	19.5	19.5	19	18	19	17
12/28	19	18.5	20.5	21.5	21.5	22.5	21	21	20	19.5	19.5	18
12/29	17	16	18	17.5	19	18	18	17	17.5	16	17	15.5
12/30	16	15	17	15.5	18.5	16.5	17.5	16	16.5	15.5	16	15
12/31	19.5	18	20.5	20	19.5	21.5	19.5	19	19	18	19	17.5

2、夏天溫度（單位：℃）

	6：00		9：00		12：00		15：00		18：00		21：00	
	巢內	巢外	巢內	巢外	巢內	巢外	巢內	巢外	巢內	巢外	巢內	巢外
5/28	24.5	24	28	26	30	27.5	29.5	26.5	28	24	28	24.5
5/29	25	27	29.5	28.5	31	27.5	29	26	28	25	28	25
5/30	25.5	22.5	26.5	23.5	28	25.5	28	25.5	27.5	24.5	27	24
5/31	25	22	28	27	28	24.5	27	24.5	26	24	26	22
6/1	24	23	28	26.5	30	27	28	25	27.5	23.5	23	19
6/2	21.5	23	28	26.5	29	25.5	29.5	26.5	27.5	23	26	23
6/3	25.5	24	27	25	27	24.5	26	23	26	22.5	25	22
6/4	24	23	27	26	28.5	25.5	27.5	25	26.5	24	26	23.5
6/5	24	23.5	27.5	26.5	29.5	25	28	24.5	27	23.5	26.5	22.5
6/6	24.5	24	27.5	26	29.5	25.5	27.5	24	26	24	27	22.5



插著溫度計的舉尾蟻巢

【實驗五】舉尾蟻蟻巢的構造

【問題假設】舉尾蟻的巢穴有某種生物特性的結構建築。

【觀察日期】2002-03-03 15:00

【目的】了解舉尾蟻蟻巢的構造

【思考過程】螞蟻是一種高度社會化的動物，有分工合作的特性，牠們所生活的巢穴可能也有如人類房屋般分層建築吧！

【器材】1、廢棄舉尾蟻蟻巢一個

2、皮尺

3、放大鏡

4、刀

【步驟】1、取下桂花樹上廢棄的舉尾蟻蟻巢。

2、以皮尺量蟻巢的大小。

3、用刀將蟻巢上下最寬處橫切。

4、用放大鏡觀察蟻巢橫切面並計算由外至內共有幾層。

【結果】1、地面至蟻巢高度為 126 公分。

2、蟻巢長度為 14 公分。

3、蟻巢最大寬度（直徑）為 9 公分。

4、蟻巢最大圓周為 30 公分。

5、蟻巢的外形像一顆小球，蟻巢經風吹日曬雨淋外表有些殘破。

6、取下野外桂花樹上廢棄舉尾蟻蟻巢後，觀察發現還有約 20 至 30 隻螞蟻居住，另外還發現了小蟑螂，臭蟲出沒。

7、由外至內約有十層，橫切面成細長條型，之間有孔相通。



舉尾蟻巢的橫切面圖

【實驗六】舉尾蟻巢組成成分的觀察

【問題假設】舉尾蟻所築的蟻巢組成成分是利用周遭環境的東西所築成的。

【觀察日期】2002-02-23 17:00

【目的】了解蟻巢的組成成分

【思考過程】蟻巢從外表來看是呈現泥土色的樣子，我還發現蟻巢有一角突起的地方是一片枯葉子，那麼舉尾蟻建築蟻巢的材料可能是利用附近周圍容易取得的東西囉！或許再加上一些黏液就可以將蟻巢蓋好了，所以我想要藉著這次的觀察解決我的疑惑。

【器材】1、蟻巢碎片

2、放大鏡

3、水杯

4、筷子

5、濾網

6、顯微鏡

【步驟】1、觀察舉尾蟻除了覓食外還帶了哪些東西回巢。

2、在放大鏡下觀察蟻巢碎片。

3、將蟻巢碎片放入水中，觀察蟻巢碎片溶解狀況。

4、將水泡軟的蟻巢碎片，加水用筷子輕輕攪拌後，以濾網過濾用水沖洗加以觀察。

【結果】1、舉尾蟻在草叢間撿取草纖維，有的草纖維長達 1 公分，舉尾蟻將草纖維搬回巢中。

2、放大鏡下的蟻巢碎片如同撕開的瓦楞紙一般，纖維走向十分類似。

3、蟻巢碎片放在水中後，碎片在水面上浮了約 20 分鐘才沉入杯底。

4、蟻巢碎片沉入水中約一個月，外型仍十分完整。

5、過濾後發現草纖維極類似泥土顆粒。

6、蟻巢碎片的過濾水沉澱後，發現沉澱物類似泥沙。



舉尾蟻蟻巢表面的纖維走向

(三) 舉尾蟻的生活習性

【實驗七】觀察舉尾蟻出巢與返巢的活動量

【問題假設】舉尾蟻白天的活動量大於夜晚。

【觀察日期】2003-4-26~4-27

【目的】觀察舉尾蟻出巢與返巢的行為

【思考過程】從一年多來的觀察我發現舉尾蟻主要在白天活動，我想知道舉尾蟻一天的生活到底從什麼時候開始？是不是夜晚的活動量小於白天？

【器材】1、手錶

2、中央氣象局花蓮地區日出日沒表

【步驟】1、在舉尾蟻巢下方約 30 公分處設立一個活動量檢查點（如照片所示）。

2、每隔兩小時記錄一次，以每 30 秒通過舉尾蟻的數目為其活動量。

3、依中央氣象局花蓮地區日出日沒表，查出 92 年 4 月 26 日的日出時間為 05:24，日沒時間為 18:20。

【結果】1、2003 年 4 月 26 日活動量表：

天氣：陰（活動量／30 秒）

時間	05：00	07：00	09：00	11：00	13：00	15：00	17：00	19：00	21：00
活動量	>100	32	43	38	45	49	34	4	0

2、2003 年 4 月 27 日活動量表：

天氣：陰（活動量／30 秒）

時間	04：00	04：46	05：00	07：00	09：00	11：00	13：00	15：00	17：00
活動量	0	自蟻巢底部一擁而出瞬間即達百隻以上	72	47	22	39	24	62	35
時間	18：00	18：05	18：10	18：15	18：20	18：25	18：30	18：35	18：40
活動量	32+2	19+0	15+0	11+0	10+0	8+0	5+0	6+0	1+0
時間	18：45	18：50	18：55	19：00	19：05	※自 18：00 開始的記錄方式為「返巢數+出巢數」			
活動量	6+0	0+0	2+0	0+0	0+0				

備註：(1) 4 月 26 日清晨五點觀察時舉尾蟻已經出巢，因此 27 日決定提前至清晨四點觀察。

(2) 26 日的記錄中發現舉尾蟻在日沒之後的活動量大為減少，因此決定 27 日自 18：00 開始每隔五分鐘記錄一次，並區隔返巢與出巢。



計算舉尾蟻出返巢流量的觀察點



清晨 04：46，舉尾蟻從蟻巢底部湧出

三、舉尾蟻的食性

【實驗八】舉尾蟻平常吃什麼？

我看過小百科的敘述，舉尾蟻平時的食物來源主要是昆蟲的屍體、植物的種子、花蜜、樹汁等（蔡盛春，民 76），但並不是每一種食物都能輕易觀察到。我觀察舉尾蟻一年半以來，曾經用肉眼觀察到舉尾蟻在不被人類影響下的食物來源如下表：

食物	白蟻屍體	蚱蜢屍體	腐爛蛙肉	毛蟲屍體	白蟻翅膀	種子	金龜子屍體
觀 察 到 的日期	92-4-20、 91-11-10	91-10-22	91-5-13	92-2-24	92-4-20、 91-10-4	91-4-6、 91-9-17	92-3-5

（註：「腐爛蛙肉」這一項是一隻蛙類不知為何死在柚子樹上的尖刺，我發現的時候已經腐爛，正引起舉尾蟻的大量聚集。）

我觀察到的食物來源以「昆蟲屍體」為主，而且都是蟻巢樹下容易發現的昆蟲。不過像花蜜、樹汁等細微的食物我就沒辦法用肉眼觀察了，但是根據舉尾蟻吃生蝦肉的實驗（請看實驗九），舉尾蟻會把汁液吸進體內，回到巢裡再吐出來存放。



正在大吃青蛙肉的舉尾蟻群

【實驗九】舉尾蟻偏好哪種食物？

【問題假設】舉尾蟻喜歡吃甜食及腐食。

【觀察日期】2003-1-26 至 2-5

【目的】觀察舉尾蟻覓食的情形及對食物種類的喜好

【思考過程】一般印象中螞蟻都喜歡甜食，而我看過舉尾蟻愛吃腐爛蛙肉，所以我想實驗看看，舉尾蟻究竟喜歡哪種食物。

【器材】1、馬錶

2、體積 2cm（長）×2cm（寬）×1cm（高）的生魚片、蛋糕、生蝦肉、香蕉、芭樂芯、木瓜、蘋果、小番茄、胡蘿蔔、熟馬鈴薯、全麥麵包、飯粒、清蒸魚、熟豬肉。

3、相機

【步驟】1、設定食物放置地點。

2、測量舉尾蟻到食物放置地點的行徑路線長度。

3、設定各種類食物觀察時數：五分鐘。

4、按順序插食物。

【結果】1、各類食物的聚集時間及數量表：

※蟻巢至食物地點路徑長：120 公分

※食物體積：2cm（長）×2cm（寬）×1cm（高）；沙拉油則為 4c.c.

食物類別	食物名稱	第 60 秒時聚集的數量	5 分鐘後聚集的數量	備註
五穀類	全麥麵包	0	3	
	飯粒	2	7	多顆飯粒
	熟馬鈴薯	2	6	
油脂類	沙拉油	3	9	4c.c.
	豬油	5	13	凝固狀態
蛋白質類	生魚片	10	40	
	生蝦肉	21	約 100	
	清蒸魚	5	11	
	熟豬肉	3	8	
	奶油蛋糕	9	19	
蔬菜水果類	木瓜	4	13	
	香蕉	2	10	
	芭樂芯	5	16	
	蘋果	3	12	
	小番茄	2	9	
	胡蘿蔔	0	4	未煮過
糖類	白砂糖（顆粒）	0	2	
	白砂糖（加水）	3	14	未完全溶解

四、舉尾蟻的領域行爲

【實驗十】舉尾蟻與不同蟻群的覓食領域界線

【問題假設】舉尾蟻與其他蟻群在覓食範圍裡有其勢力消長的情形。

【觀察日期】2003-05-1 至 05-2

【目的】觀察舉尾蟻與附近的花居單家蟻在覓食行爲上的領域界線。

【思考過程】「搶食物」在螞蟻之間會不會發生呢？舉尾蟻與附近的花居單家蟻的覓食勢力界線在哪裡呢？

【步驟】1、準備生蝦肉。

2、以自家牆壁爲起點，將生蝦肉放在紙片上吸引花居單家蟻，每隔 2 分鐘向舉尾蟻所在的柚子樹方向移動 5 公分。

3、以乾魚池爲起點，放置生蝦肉吸引花居單家蟻，每隔 2 分鐘向舉尾蟻所在的柚子樹方向移動 5 公分。

【結果】1、舉尾蟻與花居單家蟻的覓食界線（平面圖西面）：

食物距牆壁的距離（cm）	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
花居單家蟻數＋舉尾蟻數（隻）	6+0	15+0	28+1	41+3	51+4	55+5	55+6	55+10	55+11	49+13
食物距牆壁的距離（cm）	55	60	65	70	75	80	95	100	105	110
花居單家蟻數＋舉尾蟻數（隻）	40+19	40+22	34+26	29+29	25+30	15+33	15+40	9+40	2+41	0+50
註：（1）食物於每一定點皆停留 1 分鐘 （2）牆壁距離舉尾蟻巢 4.2 公尺										

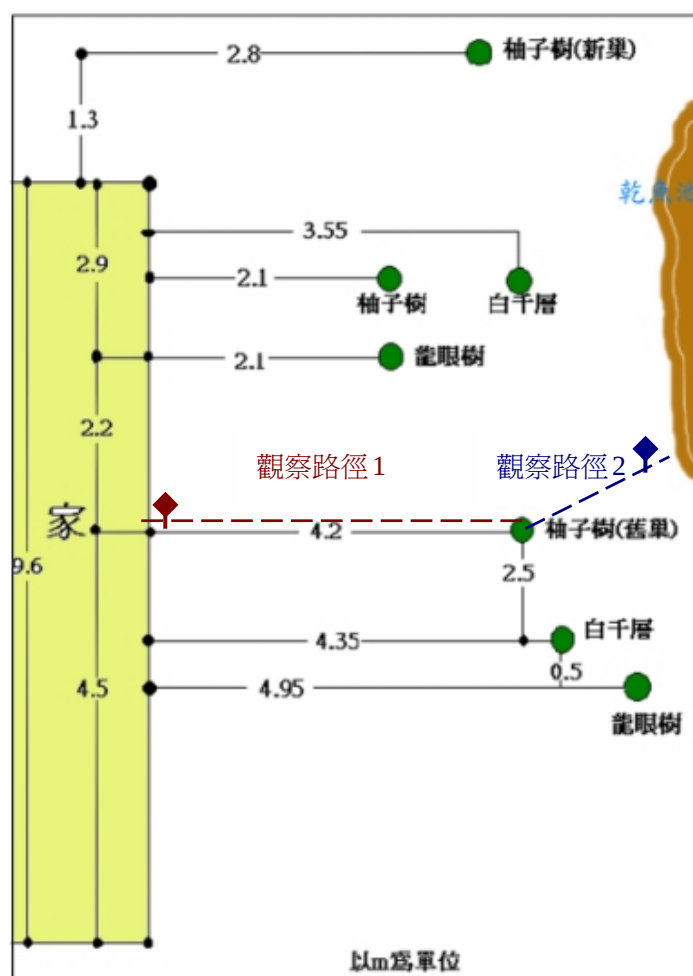


舉尾蟻在覓食過程中，數量越來越多

2、舉尾蟻與花居單家蟻的覓食界線（平面圖東面）：

食物距乾魚池的距離（cm）	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
花居單家蟻數＋舉尾蟻數（隻）	4+0	10+0	19+0	35+0	40+2	45+5	55+7	56+11	50+19	40+23
食物距乾魚池的距離（cm）	55	60	65	70	75	80	95	100	105	110
花居單家蟻數＋舉尾蟻數（隻）	35+30	29+38	29+38	20+41	14+40	8+43	3+51	3+49	0+50	0+47
註：（1）食物於每一定點皆停留 1 分鐘 （2）乾魚池距離舉尾蟻巢 3 公尺										

3、以平面圖呈現：



◆ 及 ◆ ：開始有舉尾蟻覓食的界線

五、舉尾蟻巢的干擾防禦實驗

【實驗十一】靜物干擾：舉尾蟻巢的破壞與重建

【問題假設】舉尾蟻對於入侵蟻巢的事物有抵禦應變的行為。

【觀察日期】2002-03-20 至 2002-04-22

【目的】就蟻巢的破壞與重建來觀察舉尾蟻的行為

【思考過程】舉尾蟻對於自己的領域巢穴是不是也會有保衛的行為呢？

台灣大學生物資源學系

【步驟】1、將竹枝插入蟻巢約兩公分，而且不拔出來並將竹枝固定。

2、觀察舉尾蟻的反應。

3、七天後將竹枝拔出並觀察舉尾蟻對這個巢上的小洞如何處理。

【結果】1、插入蟻巢的竹枝，使舉尾蟻四處奔跑，更有一些舉尾蟻跑到竹枝，在竹枝上來回奔跑，似乎在尋找有無外敵，這些舉尾蟻應該是負責警戒。大約過了半小時舉尾蟻才平靜下來，但是竹枝上仍有許多舉尾蟻巡來巡去。

2、七天後將竹枝拔出來，同樣又引起一陣騷動，觀察發現竹枝與蟻巢間的縫隙已經補滿，拔出後觀察發現竹枝上有沾黏蟻巢碎屑，推測舉尾蟻已經接受蟻巢內有一枝竹枝的事實。

3、從小洞向內觀察舉尾蟻是一件相當有趣的事情，巢中的每一隻舉尾蟻都是頭朝外似乎是在警戒的模樣。

4、從竹枝拔出的那天算起，舉尾蟻總共花了 22 天的時間將蟻巢破洞補滿。補破洞的順序是由內而外。觀察新補巢的顏色材料與舊巢有明顯的不同，新補巢的顏色較深草纖維較少，這可能與不同季節舉尾蟻所能得到的築巢材料不同有關。



舊巢與新補巢比較有明顯不同

【實驗十二】物理性干擾的反應

【問題假設】舉尾蟻在遭受外來動態事物的干擾時，會有一批蟻出巢穴驅離入侵者。

【觀察日期】2002-03-25 至 2002-03-31

【目的】觀察舉尾蟻對物理性干擾的反應

【思考過程】在【實驗七】中知道舉尾蟻對入侵的靜物的反應，但是牠們對於動態的干擾也是採取同樣的方式嗎？應該會和入侵者有所互動吧！我想知道舉尾蟻在受到外來的、會動的東西干擾時，牠們會怎麼保衛家園？

【步驟】1、請爸爸用手用力搖晃樹枝觀察舉尾蟻反應。

2、用棉花棒以不弄破蟻巢的力量摩擦蟻巢觀察舉尾蟻反應。

3、夜間以強光手電筒照射行進中舉尾蟻觀察舉尾蟻反應。

4、下雨時觀察舉尾蟻反應。

5、雨停後觀察舉尾蟻反應。

【結果】1、爸爸用手用力搖晃樹枝後，發現舉尾蟻幾乎傾巢而出，並且向上急奔，整個數隻佈滿了舉尾蟻，每隻舉尾蟻都將腹部舉起，呈現出警戒狀態，一直到約 30 分鐘後才逐漸恢復正常。

2、以棉花棒震動蟻巢時，會發現震動區域會有 2 至 3 隻舉尾蟻出來查看，其他區域的舉尾蟻並沒有反應，這和後述的【實驗十四—生物性干擾】相對照，可以發現蟻巢警戒舉尾蟻的警戒區域是固定的。

3、夜間以強光手電筒照射行進中舉尾蟻觀察舉尾蟻，發現毫無反應。我又發現舉尾蟻工作的時間並不固定，工作時間的長短也不固定，不知道他們的生物時鐘是如何運作的。

4、我觀察舉尾蟻對下雨的反應，可以這樣區分，在雨量足以讓地面全濕了，並且下雨的時間超過 10 分鐘以上，那舉尾蟻就打道回府了。

5、下雨時由小洞觀察蟻巢，可以發現蟻巢並不能防水，整個蟻巢看起來都非常潮濕，但卻沒有積水的情形，依此推測蟻巢應擁有良好的排水機能。

6、大雨後舉尾蟻做的第一件事，就是修補蟻巢。此時可見蟻巢上佈滿密密麻麻的舉尾蟻，而舉尾蟻大都往地面行進，可能去尋找建材了。



正在修補蟻巢的舉尾蟻

【實驗十三】化學性干擾的反應

【問題假設】舉尾蟻對外來特殊氣味會有激烈反應。

【觀察日期】2002-04-05 至 2002-04-10

【目的】觀察舉尾蟻對化學性（氣味）干擾的反應

【思考過程】已經知道舉尾蟻對於物理性的干擾有腹部舉起的警戒反應，讓我想到假如我們不動手也不用物體去騷擾牠們，而是用「氣味」這種無形的干擾的話，舉尾蟻是否也會有所反應？印象中幾乎所有的昆蟲都對於氣味特別敏感，所以我想藉這次的實驗來驗證看看。

【器材】1、機油
2、蒜頭
3、薄荷腦

【步驟】1、在舉尾蟻必經的樹枝上，分別選定數處環狀塗上有異味的東西，觀察舉尾蟻的反應。

2、環狀剝皮是臨時起意，雖非化學性也列入此項作為對照。

【結果】1、舉尾蟻遇到各種阻撓的共同反應是停頓、聚集、不知所措。一直要等第一隻鼓起勇氣的舉尾蟻通過後才會正常通行。

2、不同測試物的反應如下表：

測試物	舉尾蟻的反應
機油	聚集在塗有環狀機油的兩側，企圖通過，但是仍是無法通過。一直到第二天，機油看起來乾了一些，才恢復正常歷時約 18 小時。
蒜頭	約阻擋 3 分鐘氣味消失後通過。
薄荷腦	會聚集在塗薄荷的地方，似乎很喜歡薄荷味。
醋	約阻擋 3 分鐘氣味消失後通過。
辣椒	阻擋 7 分鐘氣味變淡後就通過。
洗碗精（未加水）	阻擋 90 分鐘等洗碗精略乾後才通過。
樹枝環狀剝皮	幾秒猶豫之後其中一隻通過後其它舉尾蟻就跟著通過。

【實驗十四】生物性干擾的反應

【問題假設】舉尾蟻對於外來入侵的馬陸及攀木蜥蜴會有防禦的行為。

【觀察日期】2003-02-26

【目的】觀察舉尾蟻對入侵蟻巢的生物干擾有何反應

【思考過程】前兩個實驗觀察舉尾蟻對於物理性及化學性干擾的反應，
想了解若有生物性外敵入侵，舉尾蟻的反應行為是否會有不同？

【器材】1、馬陸三隻
2、攀木蜥蜴兩隻
3、捕捉夾

【步驟】1、將一隻馬陸放在蟻巢表面。

2、觀察舉尾蟻與馬陸的反應。

3、放置第二隻、第三隻馬陸，繼續觀察舉尾蟻的反應，以驗證結果是否相同。

4、三十分鐘後夾一隻攀木蜥蜴在蟻巢表面。

5、觀察舉尾蟻舉尾的程度與攀木蜥蜴的反應。

【結果】1、在馬陸的實驗觀察中發現，馬陸一被放在蟻巢表面，舉尾蟻與馬陸會互相避開，馬陸立即往下走，離開蟻巢。

2、遇到馬陸時，舉尾蟻尾巴的舉尾程度約只有 0 度至 45 度的舉起，巢內的舉尾蟻並沒有慌亂及防禦的動作。

3、第二隻、第三隻馬陸的實驗觀察結果與上述相符。

4、在攀木蜥蜴的實驗觀察中發現，舉尾蟻對攀木蜥蜴的反應非常激烈，每隻在蟻巢表面的舉尾蟻其舉尾程度都超過 90 度，巢內的舉尾蟻有超過三十隻跑出來，行走匆忙，看起來很慌張急迫。

5、攀木蜥蜴在被我們夾住尾巴放在蟻巢表面時，舉尾蟻爬到攀木蜥蜴身上啃咬攻擊。

6、當我們將攀木蜥蜴移走蟻巢並放生後，蟻巢上的舉尾蟻還呈現著警戒狀態，沒有停止高舉尾巴的現象，至 26 分鐘後才逐漸恢復平靜狀態。



將攀木蜥蜴放在近蟻巢處，發現數隻舉尾蟻準備警戒

六、舉尾蟻與介殼蟲的共生關係

【實驗十五】舉尾蟻與介殼蟲的生活觀察

【觀察日期】2002-03-19 至 2002-09-19

【目的】觀察舉尾蟻與介殼蟲互相幫助的生活習性。

【思考過程】從課外書中知道螞蟥與蚜蟲有一種共生關係，是互相幫助的，這讓我想到珊瑚會讓魚蝦躲藏，魚蝦會提供排泄物給珊瑚當食物，同樣也是互相幫助的情況。

【器材】1、放大鏡
2、照相機

【步驟】1、觀察並記錄舉尾蟻與介殼蟲的互動關係。

【結果】1、這是一段只有三秒鐘的畫面，有一隻草綠色的小蜘蛛迅速接近介殼蟲，就在這時舉尾蟻趕過來，小蜘蛛立刻跳開，這畫面如同 Discovery 頻道所播放的畫面真實的呈現。

2、曾觀察到舉尾蟻管理介殼蟲的情形，以觀察現場來看，只要有介殼蟲的地方，就會有舉尾蟻出現，不管是白天夜晚、刮風下雨，這些負責照顧管理介殼蟲的舉尾蟻都不會離開。

3、舉尾蟻會用觸角撫摸介殼蟲，不知是在幫介殼蟲清理排泄物－蜜露，或是用撫摸的動作來促進蜜露的分泌，或著根本只是單純的收集蜜露而已。

4、有時可見到落單的白色介殼蟲在樹幹上行走，但是經過的舉尾蟻卻不理不睬，我想這可以證明舉尾蟻有明顯的分工，不是自己的工作，就不理睬。



柚子樹葉背面的舉尾蟻與介殼蟲，可清楚看到舉尾蟻用觸角撫摸介殼蟲



舉尾蟻與介殼蟲

【實驗十六】介殼蟲的房子

【觀察日期】2002-04-20 至 2002-09-18

【目的】了解舉尾蟻如何幫助介殼蟲築巢

【器材】放大鏡

【步驟】1、觀察舉尾蟻幫助介殼蟲的築巢的過程。

【結果】1、舉尾蟻除了會驅逐介殼蟲的敵人外，還會替介殼蟲蓋房子來加以保護，這個房子我暫時稱之為「介殼蟲巢」。

2、介殼蟲巢所指用的材料與蟻巢類似，感覺有泥與草纖維。

3、建立介殼蟲巢的位置大多數是位於柚子葉的背面（如照片所示），正面也有部分發現，被發現築巢的葉片多呈現捲曲形，顏色變黃，可見得葉片因為介殼蟲的危害而呈現營養不良的現象。

4、但是最大型的介殼蟲巢卻不是在葉片上發現的，而是在離地面 5 公尺的樹梢處的樹枝上發現的，如果說葉片上的介殼蟲巢是套房，那麼樹梢上的介殼蟲巢就可以說是透天厝了。

5、樹梢上的介殼蟲巢營建的時間大約花了 15 天，營建介殼蟲巢時，舉尾蟻也幾乎是全巢出動，舉尾蟻在樹枝上來來往往，如同是高速公路上奔馳的車輛。



↑ 柚子葉片後的介殼蟲巢可以見到葉片捲曲的現象



↑ 舉尾蟻取徑葉片之間，來到介殼蟲的棲息處



← 樹梢上的介殼蟲巢，本來我以為舉尾蟻要興建新的蟻巢，觀察到最後，才知道不是那麼一回事

陸、討 論

本研究觀察自家庭院裡柚子樹上的舉尾蟻巢及其生活型態，從舉尾蟻的「外形觀察」、「社會分工」、「生活環境」、「蟻巢的構造」、「覓食情況」、「領域行爲」、「干擾防禦」及「共生行爲」八個面向來進行觀察實驗並討論，其主要結果如下：

- (一) 舉尾蟻身體雖然小，但是有許多地方可利用來保護家園社會，如利用大顎來作戰，【實驗十四】中多隻舉尾蟻展現群體性，對抗入侵者，啃咬攀木蜥蜴。此外，舉尾蟻可以從腹尖放出蟻酸，有麻醉效果。
- (二) 舉尾蟻社會角色分明，每個階級各有職司，就像人類社會一般。蟻后負責產卵，雄蟻負責交配，在每年的 5 到 6 月間，雄蟻會與雌蟻一起飛出蟻巢，在空中交配，工蟻數量最多，他們其實是不能產卵的雌蟻，負責覓食、築巢、照顧幼蟻等工作。從牠們的蟻巢結構裡也可以看出群體性的分工，放大鏡下的廢棄蟻巢結構呈現出一格一格的層次，每個小室各有各的功能，有的用來儲藏蟻卵，有的專門養育幼蟲，還有食物儲藏室、蟻塚、女王房間、有翅蟻的房間等（小林勇，民 79），其間還有許多孔與通道相連，整個社會內部井然有序，每隻舉尾蟻做好份內的事，維持群體的和諧，與螞蟻世界裡不同身分從事不同工作的分類觀念相符。
- (三) 在觀察過廢棄蟻巢的構造及組成成分後，知道螞蟻的巢窩有著適合牠們生物性的構造，在經過〈實驗四〉的溫度測量之後，發現在清晨及夜間室外溫度較低的時刻，蟻巢內的溫度會比室外高約 1.5°C 至 2.5°C ；而在中午及 15:00、9:00，室外溫度暖熱的時刻，則蟻巢內的溫度會比室外低約 1.5°C 至 2°C ，顯示無論冬夏，舉尾蟻的生活巢穴會因應四周溫度的變化，具有調節溫度的功能。
- (四) 廢棄的舉尾蟻巢包住樹枝的分叉處，剖開之後蟻巢容易剝落，表面佈滿明顯的草纖維，運用濾網過濾後，也發現了舉尾蟻大量利用了周遭的泥土與植物纖維進行築巢，頗符合就地取材的用法。
- (五) 「偏好甜食」是一般人對於螞蟻覓食的印象，但是在此次觀察中發現，舉尾蟻偏好「生的、易腐、帶有腥味的動物類食物」，其氣味在一分鐘之內即能吸引超過二十隻的舉尾蟻前來覓食。舉尾蟻的覓食方式很特別，如果食物含有水分，牠們會吸食它的汁液，若無，則用啃食的，搬運時，牠們會分工合作的把食物撕成小塊後帶回巢。在生蝦肉的觀察中發現，首先舉尾蟻大量聚集吸食生蝦肉的汁液，將汁液儲存在腹內的嗉囊（社

會胃)裡帶回，回巢後被空腹的同伴用觸角擊打大顎後，從口中吐出汁液來(夏元瑜編，民 76)，交給同伴。我也發現在吸允至一定程度後，有幾隻舉尾蟻負著一小丁點的生蝦肉逐漸回到蟻巢。因此，舉尾蟻的覓食情況是「群體合作」的方式，我把它叫做「呼朋引伴」的方式，先是一兩隻前來覓食，也有些舉尾蟻回巢用觸角通知其他同伴繼續前來覓食，從生蝦肉就可清楚看出，當覓食的舉尾蟻數目到達數不清的程度時，我發現食物附近的枝幹，可明顯看出來來去去的舉尾蟻都是往食物前進。我發現牠們是經過一兩隻舉尾蟻呼朋引伴前來取食，搬食物時沒有規則性，但很合作，因為牠們懂得「接力搬運」的方法。

此外，我也發現舉尾蟻搬運食物時腹部翹得高高的，我用樹枝去阻礙牠的前進，牠呈現出慌亂緊張的感覺，發現在覓食過程中，牠們仍保持警戒以保衛食物的安全。

- (六) 舉尾蟻與花居單家蟻的覓食界線裡，兩次實驗都是從花居單家蟻平時出沒的地盤開始移動，發現觀察路徑 1 是在第 15 公分處即有舉尾蟻出現，第 70 公分處雙方勢均力敵；觀察路徑 2 則是在第 25 公分開始有舉尾蟻出現，第 55~60 公分處雙方勢均力敵。初時，一兩隻舉尾蟻探頭探腦，擠不太進去食物點，而舉尾蟻的體型比花居單家蟻來得大，在食物移動過程中並沒有引起兩蟻群的戰鬥，而是舉尾蟻在與花居單家蟻勢力界線附近逐漸接收食物。
- (七) 舉尾蟻初時對於竹枝入侵的反應是一陣騷動與慌亂，並出現舉尾的警戒狀態，但是再過了一段時間後，舉尾蟻似乎已經習慣了竹枝存在於蟻巢的事實了，也逐漸將竹枝周圍所破壞的洞修補起來，已將此靜態的入侵物包圍住。對於動態的入侵物，舉尾蟻會出巢觀看並呈現警戒狀態，腹部舉起在自己的警戒區進行巡邏，一直到動態入侵物離去呈現靜止狀態。
- (八) 化學性氣味對舉尾蟻會造成一種無形的壓力，阻礙舉尾蟻的前進，可見人造化學物所散發出的氣味對於觸覺敏感的蟻來說也可以算是入侵，但對此舉尾蟻選擇避開，或是等待氣味散了、淡了，再繼續進行原來工作。
- (九) 舉尾蟻在面臨生物性入侵實驗時，牠們舉尾的情形與平時有所變化，當牠們遇到敵人時，舉尾程度比平時行走時明顯大許多，甚至有接近 180 度(幾近翻過來)的程度，顯示舉尾蟻在面臨外來刺激時，會在外表呈現出較平常激烈的反應。這一點讓我想到人類在遇到外來的威脅、刺激或誘惑時，也會呈現某些生理反應，如臉紅、心跳加速、汗毛直豎等，同樣會表現出人類的情緒及接受到刺激時的表現，是難以掩飾的。
- (十) 介殼蟲以吸食植物汁液維生，汁液的主要成份為水分及少量的糖分與蛋白質，由於蛋

白質含量並不多，因此介殼蟲必須大量吸食以補充所需，樹汁中所含的糖分是介殼蟲不需要的，因此就由背上的蜜管排出，稱為蜜露（小牛頓雜誌社，民 73 ;光復書局出版，民 77）。蜜露的糖液是螞蟻喜歡的食物，所以介殼蟲與舉尾蟻就形成了親密的共生關係。如果介殼蟲分泌的蜜露不被螞蟻清除的話，就會長出黑黴菌使介殼蟲死亡。此外，舉尾蟻是介殼蟲的保護者，他會驅逐介殼蟲的敵人，例如瓢蟲與蜘蛛，兩者互利共存，稱為「共生關係」。

柒、結 論

- (一) 舉尾蟻腳上有節，身體也有分節，舉尾蟻身體可以明顯分為「頭部」、「胸部」與「腹部」三部分，頭部有一對觸角，兩對顎與一對眼睛；胸部有三對腳；腹部佔舉尾蟻身體的最大部分，所有的消化、生殖與分泌等器官都在這裡。而許多構造如觸角、大顎、嗉囊等都對於螞蟻的群體性社會分工有相當多助益。
- (二) 舉尾蟻社會裡有蟻后、雄蟻、工蟻，各司其職，但一年半以來並未觀察到兵蟻出沒，仍要再繼續觀察。
- (三) 舉尾蟻巢具有調節溫度的功能，天氣熱的時候，巢內溫度比巢外來得低；天氣冷的時候，巢內溫度比巢外來得高。
- (四) 舉尾蟻巢的結構符合螞蟻分工合作的性質，裡頭有不同的小室分別負責不同的功能；蟻巢的成分主要是以草纖維、泥土、樹葉等就地取材的材料來建築。
- (五) 對舉尾蟻最具吸引力的食物是「腐敗、多汁液的動物屍體或生的食物」。
- (六) 螞蟻在行進時，腹部會分泌費洛蒙，後面的螞蟻就靠著此味道認路，因此舉尾蟻覓食時，以呼朋引伴的方式用觸角通知其他同伴繼續前來覓食，另外還有負責守衛的螞蟻在蟻巢表面巡邏。
- (七) 觀察路徑 1 裡，舉尾蟻與花居單家蟻在第 70 公分處勢力相當；觀察路徑 2 裡，在第 55~60 公分處勢力相當。
- (八) 舉尾蟻對於外物入侵先是一陣戒備及騷動，再視外物的動向而定警戒的時間，對於特殊的化學氣味會等待氣味散掉或淡掉再行動。

捌、參考資料

【專書】

彭武康（民 73）。螞蟻王國。臺北市：圖文。

王效岳（民 77）。螞蟻的天地。臺北市：省立博物館。

小林勇（民 79）。螞蟻。臺北市：漢聲雜誌社。

楊玉齡譯，艾德華·威爾森 Edward O. Wilson 原著（民 86）。大自然的獵人。臺北市：天下遠見。

蔡承志譯，伯特·霍德伯勒 Bert Holldobler，艾德華·威爾森 Edward O. Wilson 原著（民 89）。

螞蟻·螞蟻：威爾森與霍德伯勒的螞蟻探索之旅。臺北市：遠流。

張永仁（民 90）。昆蟲圖鑑。臺北市：遠流。

夏元瑜主編（民 76）。螞蟻王國。嘉義：明統。

光復書局出版（民 77）。認識昆蟲及其同類。台北：光復。

【期刊】

小牛頓雜誌社（民 73），「春天最早出巢活動的黑山蟻」。小牛頓第 4 期，頁 14。

小牛頓雜誌社（民 75），「螞蟻愛吃什麼？」。小牛頓第 24 期，頁 72。

賴肅如（民 88.09），「來自地底的訊息—淺談螞蟻的社會及生態角色」。自然保育季刊 27 期，頁 33-37。

詹家龍·楊平世·徐堉峰（民 86.08），「小灰蝶與螞蟻的共生」。科學月刊 28:8=332，頁 624-631。

【錄影資料】

美國 BCH 公司製作；Discovery 頻道播出（民 89），「螞蟻雄兵：叢林之虎」。臺北市：楷笙科技公司發行。

評語

本作品為研究舉尾蟻的群體性，其研究方法與觀察能力均佳，所得舉尾蟻的生態習性、行為、共生關係等結果富學術價值，如無兵蟻，可能與介殼蟲的關係等。唯在區分兵蟻、工蟻的形態觀察上仍待努力，以証實無兵蟻之現象。本作品值得一提的是紀錄詳確。