

新竹市第四十三屆中小學科學展覽會

作品說明書

科 別：生物科

組 別：國中甲組

作品名稱：探討暖化現象對蟻類族群活動與覓食行為的影響

關鍵字：螞蟻、暖化、臨界熱極限

編 號：

摘要

本研究在探討全球暖化對螞蟻族群的影響。我們以黑棘蟻(地上型物種)與疣胸琉璃蟻(地下型物種)為研究模式生物，在實驗室內設計不同升溫條件的飼養環境，觀察並分析螞蟻的覓食行為頻率、攝食量、族群繁殖速率、群聚性等是否受到影響。我們的研究結果發現：當環境溫度升高時，黑棘蟻的覓食活動頻率會提高，且攝食總量也有明顯的增加，在繁殖速率上則沒有因升溫而產生顯著差異，群聚性則會因蟻巢升溫而變得較離散且易受驚擾；疣胸琉璃蟻在環境升溫後的覓食活動頻率則會下降，攝食總量也會減少，且疣胸琉璃蟻在溫度升高的時候繁殖速率會下降，群聚性也會變得較離散。由以上結果可知，暖化對螞蟻的影響會因其種類與生存活動區域的不同而有差異，且較不利於地下型的蟻類物種族群。

壹、前言

一、研究動機

去年開始在學校教室的陽台及排水管路中，常發現大量的疣胸琉璃蟻出沒，除了造成清掃同學的困擾，這些螞蟻還會侵入到教室內，造成日常生活上的不便。

螞蟻是世界上最具入侵性的生物，牠們是外溫動物，幼蟲的發育和成蟲的活動也直接取決於氣候條件，因此非常容易受到氣候變遷的影響。隨著溫室效應日益嚴重，各種外來螞蟻群落迅速崛起，大量繁殖，影響當地農業及各方面的發展，也衍生出許多困擾。由文獻資料得知，螞蟻是了解生物體對地球環境和氣候變遷反應的良好模式生物，可藉由探討溫度對螞蟻行為上的影響，來驗證氣溫升高對蟻群擴張的相關性。因此我們設計了以下實驗，藉由模擬環境溫度升高，觀察溫度對螞蟻的繁衍及擴散有何影響。

二、研究目的

- (一)、環境溫度升高對蟻群覓食頻率的影響
- (二)、環境溫度升高對蟻群攝食量的影響
- (三)、環境溫度升高對蟻群繁殖速率的影響
- (四)、環境溫度升高對蟻群群聚性的影響
- (五)、比較環境暖化對於地上型與地下型螞蟻種類的影響差異

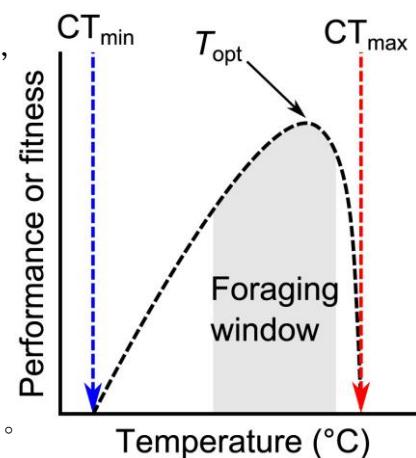
三、文獻回顧

根據文獻指出，螞蟻是外溫節肢動物，並不會根據氣溫變化來調節體溫，因此溫度會直接影響體內的各種生理功能。從幼蟲的發育到繁殖後代都與環境溫度密切相關。大多數的外溫動物的棲息溫度會比其最佳功能溫度(一外溫動物能發揮其最佳生理功能的溫度)低，如果溫度太高，代謝速率就會太快，生理功能就會異常。因此螞蟻是了解生物體對溫度變化和氣候變遷的優良模型。(文獻九)

螞蟻有耐熱程度的極限，稱為「臨界熱極限(CTL)」，最高臨界熱極限(CT_{max})為一物種所能承受的最高溫度；最低臨界熱極限(CT_{min})為其所能承受的最低溫度，在 CT_{min} - CT_{max} 的範圍內螞蟻皆可生存，若低於或超出其極限值，則可能會造成螞蟻生理功能的異常。在之後的報告中，我們將CTL值視為蟻種的耐熱能力， CT_{max} 值越高，代表不會影響螞蟻生理機能的溫度上限越高(文獻六)。

而螞蟻的耐熱程度會隨棲息地而變，生活在熱帶地區和熱變化微生境(樹冠、落葉層)的蟻種 CT_{max} 較小，較易受到氣候變遷的影響；生活在溫帶或土中的螞蟻(以下簡稱為地下型螞蟻)， CT_{max} 較大，族群較穩定，不易受高溫影響，但這是由於住在土壤中的螞蟻因為有土的遮蔽，導致太陽輻射無法照進巢內，故影響較小。體型大小也會影響螞蟻的臨界熱極限，體型較大的 CT_{max} 較大；體型較小的 CT_{max} 較小。

學者發現，當環境溫度上升，食蜜蟻的蜜攝取量就會增加(文獻五)。



(圖1-3-1)臨界熱極限示意圖

貳、研究設備及器材

一、實驗素材

物種名	類型	棲息地	食性	繁殖季節
黑棘蟻	地上活動型	樹冠(熱帶)	雜食	3-5月
疣胸琉璃蟻	地下活動型	地面、建築物縫隙 (溫、熱帶)	雜食(蜜食性)	無特定月份

(表2-1-1)兩種實驗素材的比較

我們選擇疣胸琉璃蟻作為地下型活動螞蟻的代表生物，因為此種類在我們的學校中數量多而取得容易；另外我們選擇常見易飼養的黑棘蟻作為地上型活動螞蟻的代表生物，以下簡介此兩物種：

(一)、疣胸琉璃蟻(*Dolichoderus thoracicus*)，俗稱小黑蟻，為現今大量擴散的螞蟻。偏好在土壤或建築物縫隙中築巢生活。主要以無脊椎動物屍體、植物花蜜及介殼蟲所分泌的蜜露為食。成熟蟻巢個體數超過數萬隻，為多蟻后制。在台灣地區因為全球暖化而逐漸由南向北擴散。



(圖2-1-1)疣胸琉璃蟻

(二)、黑棘蟻(*Polyrhachis dives*)為外來種螞蟻，大部分為樹棲，其中又以住在樹冠的種類為主。以蚜蟲分泌的蜜露為食，亦為大量擴散的蟻類。黑棘蟻工蟻平均壽命約4-6個月。蟻后通常會一直產卵，視當時環境狀況而定。上午通常會整理環境(搬屍體)、整理觸角、保持警戒。中午時會較頻繁的攝食。下午至深夜是牠們休息的時候，偶爾也會出來攝食。



(圖2-1-2)黑棘蟻

二、實驗器材與藥品

		
熱風機	Calorique加溫墊	Tapo C200錄影機
控溫器	保麗龍箱、紙箱(保溫環境)	透明塑膠罐(飼養環境)
白蠟油(Paraffin Oil)	石膏粉(CaSO ₄)	砂糖

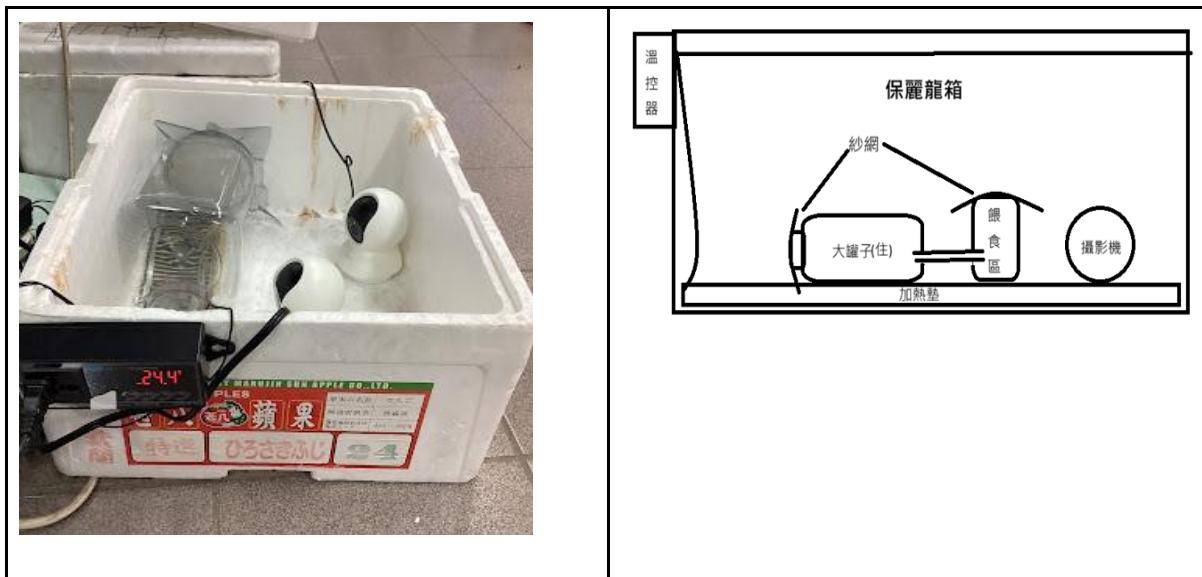
(表2-2-1)實驗器材

三、實驗裝置

(一) 黑棘蟻巢與實驗裝置

1. 實驗組(搭配加溫墊)

為了讓實驗組保持在我們設定的目標溫度，我們將蟻巢置於保麗龍控溫箱中，保麗龍箱內放置Tapo攝影機，監控螞蟻在蟻巢內的狀況。在蟻巢下則使用加溫墊，控制內溫達到目標溫度



(圖2-3-1、圖2-3-2)黑棘蟻實驗組

2. 對照組(無溫控)



(圖2-3-3)黑棘蟻對照組

3. 我們使用大型透明塑膠桶，桶內放置兩根透明塑膠管讓螞蟻休息，管外放水杯提供水分，然後外接一根通往餵食區的管子。

(二)、疣胸琉璃蟻-石膏蟻巢與實驗裝置

1. 實驗組-搭配熱風機



(圖2-3-4)琉璃蟻實驗組(用熱風機)



(圖2-3-5)對照組

2. 實驗組(搭配加溫墊)



(圖2-3-6)琉璃蟻實驗組(用加溫墊)



(圖2-3-7)對照組

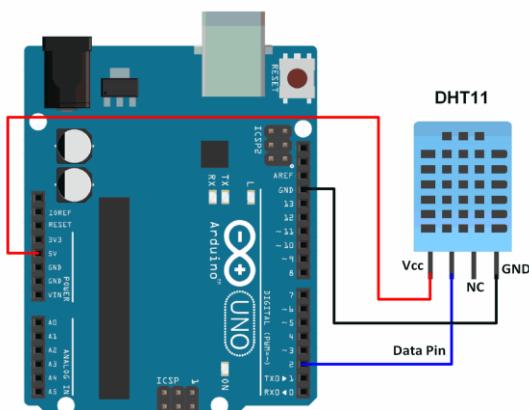
3.石膏蟻巢製作：

- (1)為了方便脫模，在塑膠盒內側塗滿塗凡士林。
- (2)接著製作蟻巢空穴形狀的黏土模，並在黏土模表面塗上凡士林。
- (3)將石膏、水以4：3合均勻(石膏800g：水600g)。
- (4)倒進已固定好的黏土模的塑膠盆裡面。
- (5)待石膏凝固後從塑膠盆取出。
- (6)將黏土模從石膏中脫模。

4.溫濕度感測裝置：

- (1)感測器arduino+ DHT11(溫濕度感測器)：

用arduino板連接溫溼度感測器，能偵測箱內的溫濕度變化，將數值傳置電腦做分析。

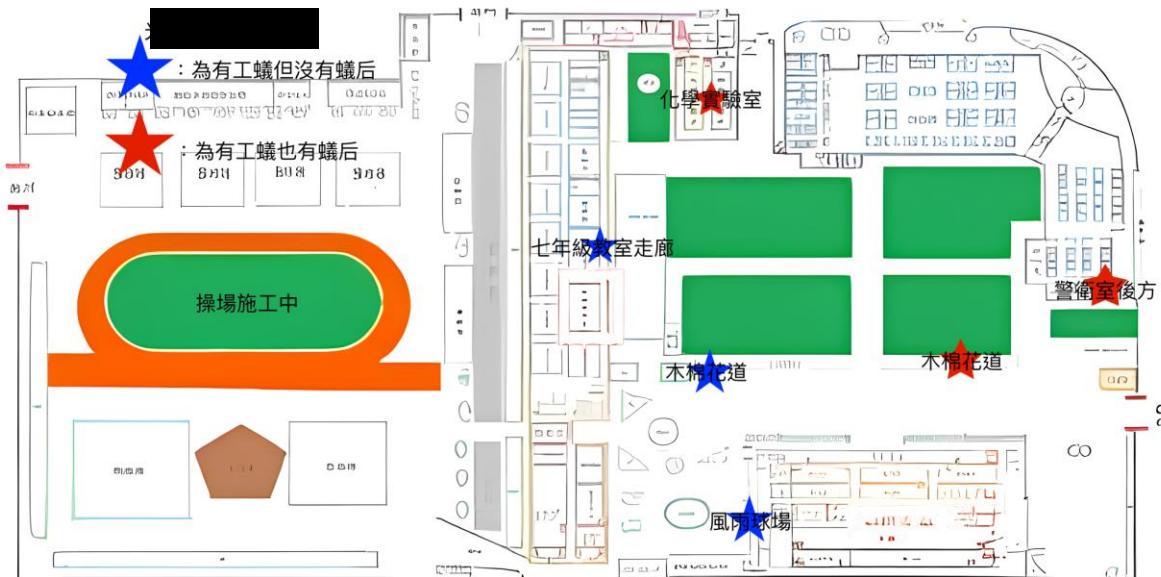


(圖2-3-8)arduino+DHT11 電路圖

參、研究過程及方法

一、捕捉疣胸琉璃蟻

以下為校園中我們有採集到疣胸琉璃蟻族群的分布圖：



(圖3-1-1)疣胸琉璃蟻在校園中出沒情況

捕捉方法如下：

1. 觀察疣胸琉璃蟻的移動方向，以此找到疣胸琉璃蟻群聚位置。

2. 用鏟子挖開土層，若有看到蟻后，將蟻后與工蟻集體裝進試管。

二、升溫裝置測試(前測)：探討加溫裝置在紙箱或保麗龍箱中的加溫效果

1. 热風機+紙箱

(1) 實驗組：以熱風機控溫在 $25^{\circ}\text{C} \sim 30^{\circ}\text{C}$ 加熱紙箱內環境，並用DHT11溫溼度感測器測量其溫溼度。

(2) 對照組：不加熱，用DHT11溫溼度感測器測量其溫溼度。

2. 热風機+保麗龍箱

(1) 實驗組：以熱風機控溫在 $25^{\circ}\text{C} \sim 30^{\circ}\text{C}$ 保麗龍箱內環境，並用DHT11溫溼度感測器測量其溫溼度。

(2) 對照組：不加熱，用DHT11溫溼度感測器測量其溫溼度。

3. 加溫墊+紙箱

(1) 實驗組：以熱風機控溫在 $25^{\circ}\text{C} \sim 30^{\circ}\text{C}$ 保麗龍箱內環境，並用DHT11溫溼度感測器測量其溫溼度。

(2) 對照組：不加熱，用DHT11溫溼度感測器測量其溫溼度。

4.加溫墊+保麗龍箱

(1)實驗組：以熱風機控溫在25°C~30°C保麗龍箱內環境，並用DHT11溫溼度感測器測量其溫溼度。

(2)對照組：不加熱，用DHT11溫溼度感測器測量其溫溼度。

三、實驗一：環境溫度升高對螞蟻族群攝食頻率的影響

實驗一-1、蟻巢溫度對黑棘蟻攝食頻率的影響準備兩巢黑棘蟻：

實驗組：溫度設定25°C；原螞蟻數(1月20日)：31隻

對照組：放置於室溫(15~20°C)；原螞蟻數(1月20日)：30隻

1. 以數位監視器進行24小時錄影，紀錄螞蟻進入餵食區的次數。

(TAPO攝影機紀錄時間：1月21日 22:00-8:00；1月22日之後 24小時)

2. 攝食頻率計算方式

(1)計算錄影影片中，螞蟻進入餵食區的次數(僅算進入餵食區的次數)

例如：某一時段中觀察到螞蟻進入餵食區10次，則紀錄為10

(2)以每兩個小時為一計算單位，最後算出單位時間內的攝食次數。

(次數/兩小時)

實驗一-2、環境溫度升高對疣胸琉璃蟻群攝食頻率的影響

實驗組：溫度設定25°C；原螞蟻數(2月16日)：約50隻

對照組：放置於室溫(15~20°C)；原螞蟻數(2月16日)：約50隻

1.利用加溫墊將溫度控制在25—30度

2.使用Tapo小型監視器進行錄影，鏡頭對準食物上方，拍攝一天後，計算各時段內螞蟻取食的次數

四、實驗二：蟻巢溫度對螞蟻攝食量的影響

實驗二-1、蟻巢溫度對黑棘蟻攝食量的影響

1.加入15公克的砂糖於蟻巢入口

2.觀察約一週

3.紀錄螞蟻一週的吃糖量

4.換算成螞蟻吃糖的速度

實驗二-2、蟻巢溫度對疣胸琉璃蟻攝食量的影響

1.加入20公克的砂糖於蟻巢入口

2.觀察約一週

3.紀錄螞蟻一週的吃糖量

4.換算成螞蟻吃糖的速度

五、實驗三：蟻巢溫度對螞蟻繁殖速率的影響

實驗三-1、蟻巢溫度對黑棘蟻的繁殖速率的影響

1.準備兩巢黑棘蟻(實驗組、對照組)，皆附蟻后

實驗組：溫度設定25°C；原螞蟻數(1月20日)：31隻

對照組：放置於室溫(15~20°C)；原螞蟻數(1月20日)：30隻

2.用肉眼算數量計算數量(數量較少且體較大)並紀錄於表格

3.計算蟻后單天的平均產卵數，計算方式如下：

(第二天疣胸琉璃蟻數量 - 第一天疣胸琉璃蟻數量)／間隔天數

實驗三-2、蟻巢溫度對疣胸琉璃蟻繁殖速率的影響

1.25度(加溫於正中間)2小時

2.使用樣區法紀錄螞蟻總數(算增加數量)

由於琉璃蟻數量多且個體較小，因此我們使用樣區法估算。

3.計算活體與死亡的螞蟻隻數並紀錄於表格

4.計算蟻后單天的平均產卵數，計算方式如下：

(第二天黑棘蟻數量 - 第一天黑棘蟻數量)／間隔天數

六、計算螞蟻取食頻率的方法

計算方法如下：

1.如下圖，管中的螞蟻從蟻巢到餵食區(由右到左)算一次，餵食區到蟻巢(由左

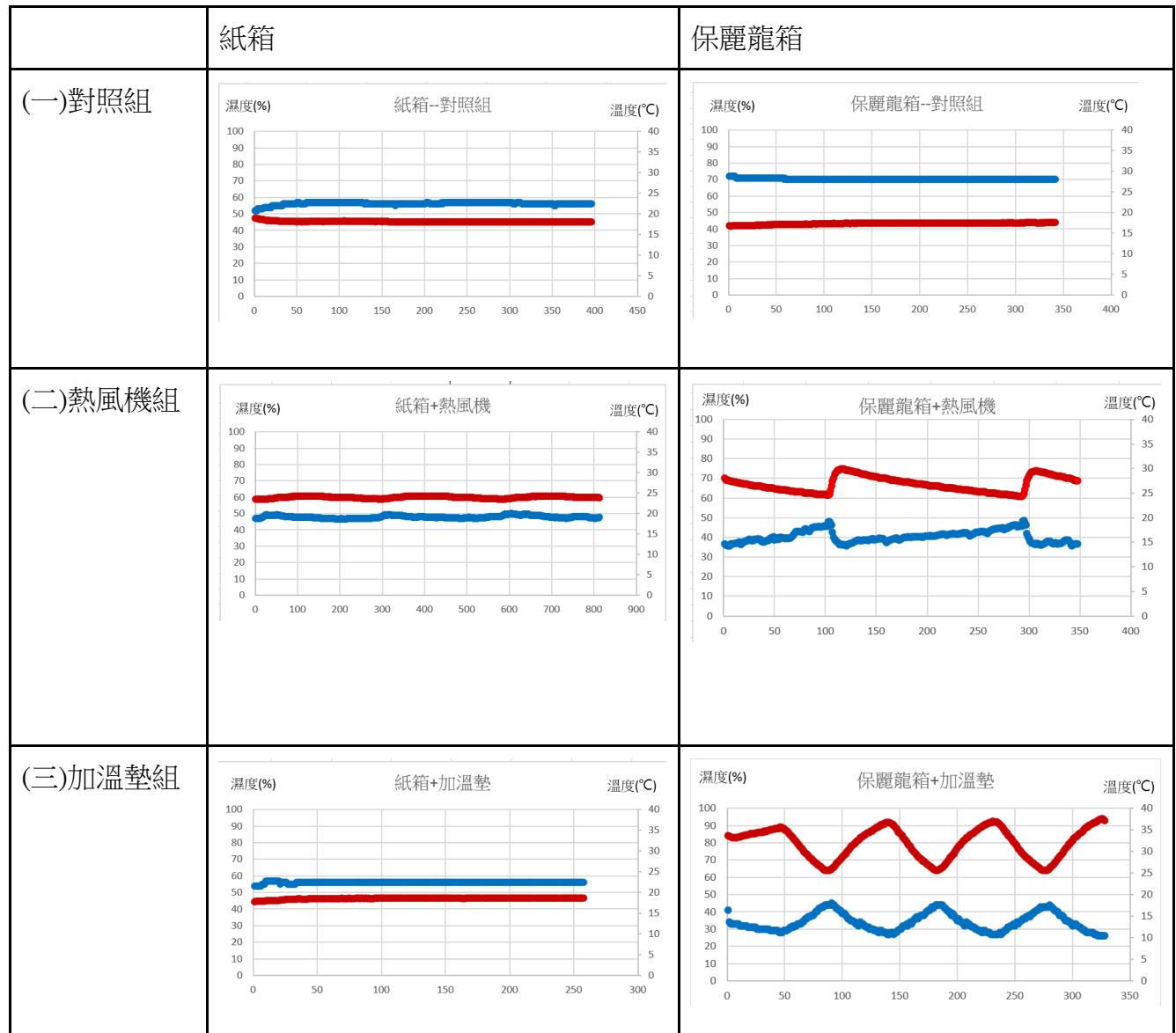
到右)則不計算，以兩個小時為單位紀錄一次。



肆、研究結果

一、前測：飼養環境溫溼度分析

藍線：濕度 紅線：溫度



橫軸：資料數(比) 縱軸：數值(左%、右°C)(表4-1-1)前測數據比較

由圖表可知：在沒有進行加熱時，紙箱的保溫效果跟保麗龍箱接近；在有熱風機的時候，紙箱的保溫效果比保麗箱穩定；在有加溫墊的時候，保麗龍箱的溫度波動比紙箱大，熱風機在運作的時候會有異味，且熱風機除了加溫還會有風送出，可能會影響到實驗，所以我們用加溫墊來達到加溫的效果。

二、環境溫度升高對蟻群行動頻率的影響

(一)黑棘蟻25°C 對照組(當時日均溫約為15.7°C)：

時間 日期	1/21	1/22	1/23	1/24	1/25	1/26	1/27	1/28	1/29	1/30	平均覓 食隻數
0-2	-	0	0	2	2	0	-	-	7	6	2
2-4	-	0	0	4	1	0	-	-	3	9	2
4-6	-	0	0	1	2	1	-	-	2	2	1
6-8	-	8	3	25	4	12	-	-	10	11	10
10-12	-	10	6	16	0	8	-	15	20	17	12
12-14	-	6	-	3	4	7	-	12	26	15	10
14-16	-	0	3	5	4	2	-	18	11	14	7
16-18	1	0	0	-	1	1	-	44	11	8	8
18-20	3	1	0	9	1	3	-	19	3	9	5
20-22	3	0	3	6	4	4	-	0	12	3	4
22-24	0	0	1	4	0	11	-	6	6	4	4

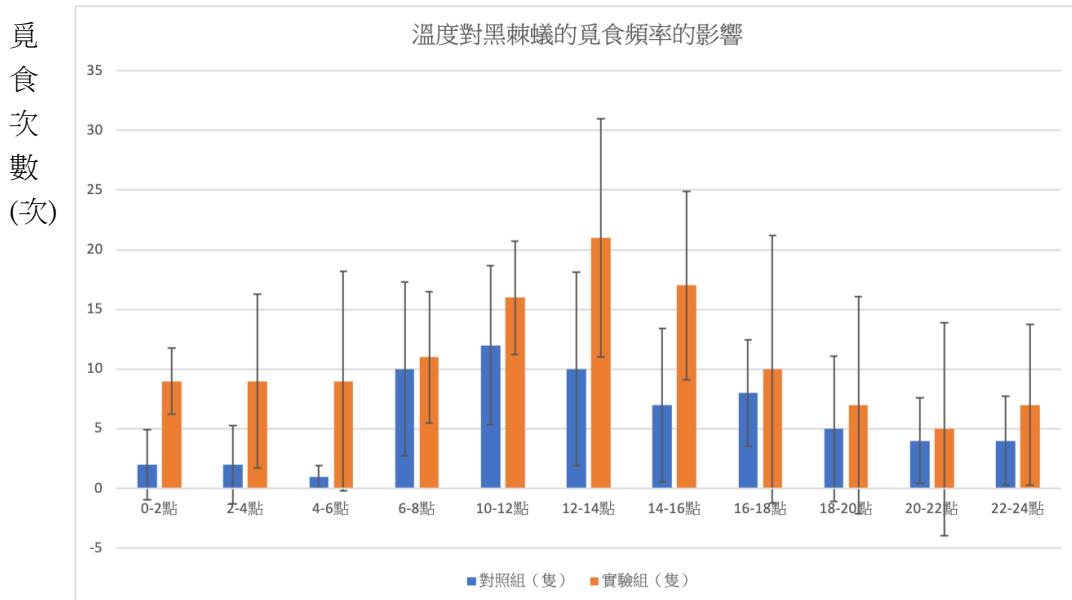
表(4-2-1)對照組(室溫)黑棘蟻的覓食情況(-表示未觀測)(8-10點皆沒有錄影)

(二)黑棘蟻25°C 實驗組：

時間 日期	1/21	1/22	1/23	1/24	1/25	1/26	1/27	1/28	1/29	1/30	平均覓 食隻數
0-2	23	2	1	1	7	0	-	-	22	4	9
2-4	18	2	0	0	3	0	-	-	26	13	9
4-6	26	1	6	2	5	0	-	-	17	8	9
6-8	28	2	9	8	3	2	-	-	15	10	11
10-12		4	14	21	12	56	-	35	23	6	16
12-14	24	4	-	81	6	32	-	6	20	5	21
14-16	2	3	-	32	31	50	-	26	16	8	17
16-18	9	5	-	-	9	56	-	28	9	2	10
18-20	5	4	-	0	2	47	-	26	10	2	7
20-22	3	1	2	3	0	51	-	21	8	4	5
22-24	3	0	2	2	0	60	-	30	11	10	7

(表4-2-2)實驗組(25度)黑棘蟻的覓食頻率影響情況(-表示未觀測)(8-10點皆沒有錄影)

以上結果顯示白天時段螞蟻攝食頻率明顯較高，而實驗組的攝食頻率則略高於對照組。



(圖4-2-1)控溫25°C 黑棘蟻覓食情況

我們的實驗結果發現，當環境溫度升高至25°C時，黑棘蟻的覓食活動頻率會較室溫對照組高。且日間時段黑棘蟻的覓食頻率也較高。

(三)黑棘蟻30°C的對照組(當時日均溫約為15.8°C)：

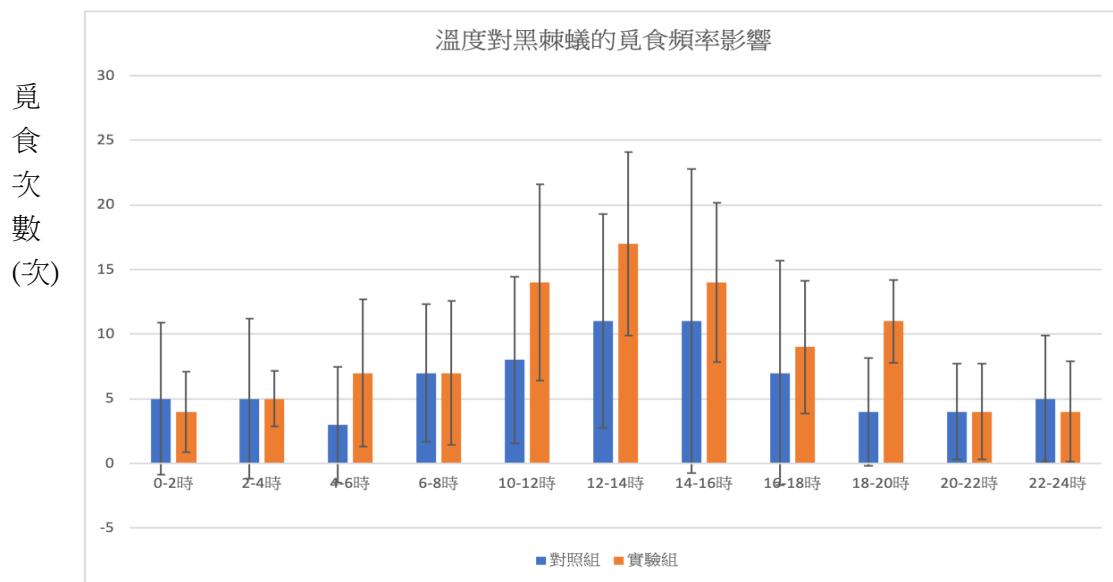
時間 日期	2/18	2/19	2/20	2/21	2/22	2/23	2/24	2/25	2/26	2/27	平均覓 食隻數
0-2	0	2	19	0	6	7	4	11	0	0	5
2-4	0	1	20	0	9	3	9	8	0	0	5
4-6	0	2	16	1	2	2	5	4	0	1	3
6-8	8	4	17	12	11	10	1	1	0	7	7
10-12	10	0	12	8	17	20	6	3	0	4	8
12-14	6	4	-	7	15	26	9	23	0	7	11
14-16	0	4	3	2	14	11	41	21	4	8	11
16-18	0	1	0	1	8	11	29	13	1	4	7
18-20	1	1	0	3	9	3	14	1	5	6	4
20-22	0	4	3	4	3	12	8	0	0	1	4
22-24	0	14	1	11	4	6	10	3	0	0	5

(表4-2-3)對照組(室溫)黑棘蟻的覓食情況(-表示未觀測)

(四)黑棘蟻30°C的實驗組

時間 日期	2/18	2/19	2/20	2/21	2/22	2/23	2/24	2/25	2/26	2/27	平均覓 食隻數
0-2	-	4	4	3	7	4	0	10	4	0	4
2-4	3	7	2	9	4	3	6	5	6	4	5
4-6	2	11	2	8	15	5	0	2	7	16	7
6-8	7	19	5	4	11	1	5	3	1	11	7
10-12	18	30	10	11	12	1	11	12	19	17	14
12-14	21	23	9	19	20	17	21	13	27	3	17
14-16	11	11	14	4	23	12	11	16	25	17	14
16-18	4	13	10	8	15	3	3	15	13	3	9
18-20	12	16	13	9	11	7	15	11	6	10	11
20-22	1	8	6	1	11	1	7	4	1	1	4
22-24	1	2	10	3	5	0	0	11	2	3	4

(表4-2-4)實驗組(30度)黑棘蟻的覓食情況(-表示未觀測)(8-10點皆沒有錄影)



(圖4-2-2)控溫30°C 黑棘蟻覓食情況

實驗組和對照組的取食高峰都在中午，實驗組的取食頻率略高於對照組。

(五)黑棘蟻35°C 對照組(當時日均溫約為19.8°C)：

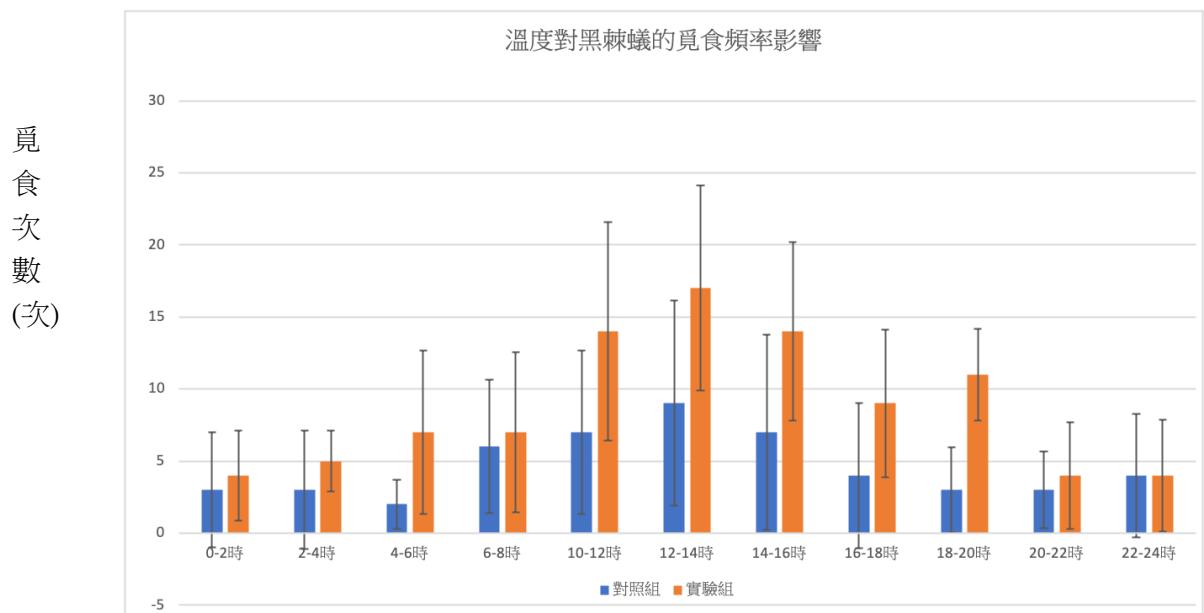
時間/ 日期	3/13	3/14	3/15	3/16	3/17	3/18	3/19	3/20	3/21	平均覓 食隻數
0-2	0	0	2	0	7	2	11	19	4	5
2-4	1	0	3	0	3	1	8	20	15	6
4-6	0	0	3	0	2	2	4	16	12	4
6-8	6	0	11	8	10	4	1	17	9	7
8-10	37	4	21	10	20	0	3	12	22	14
10-12	12	1	28	6	26	4	23	22	26	16
12-14	18	13	16	0	11	4	21	3	25	12
14-16	10	5	14	0	11	1	13	0	10	7
16-18	12	0	4	1	3	1	1	0	6	3
18-20	6	1	1	0	12	4	0	3	2	3
20-22	5	0	0	0	6	0	3	1	5	2
22-24	1	1	1	2	5	4	6	13	7	4

(表4-2-5)對照組(室溫)黑棘蟻的覓食情況(-表示未觀測)

(六)黑棘蟻35°C 實驗組：

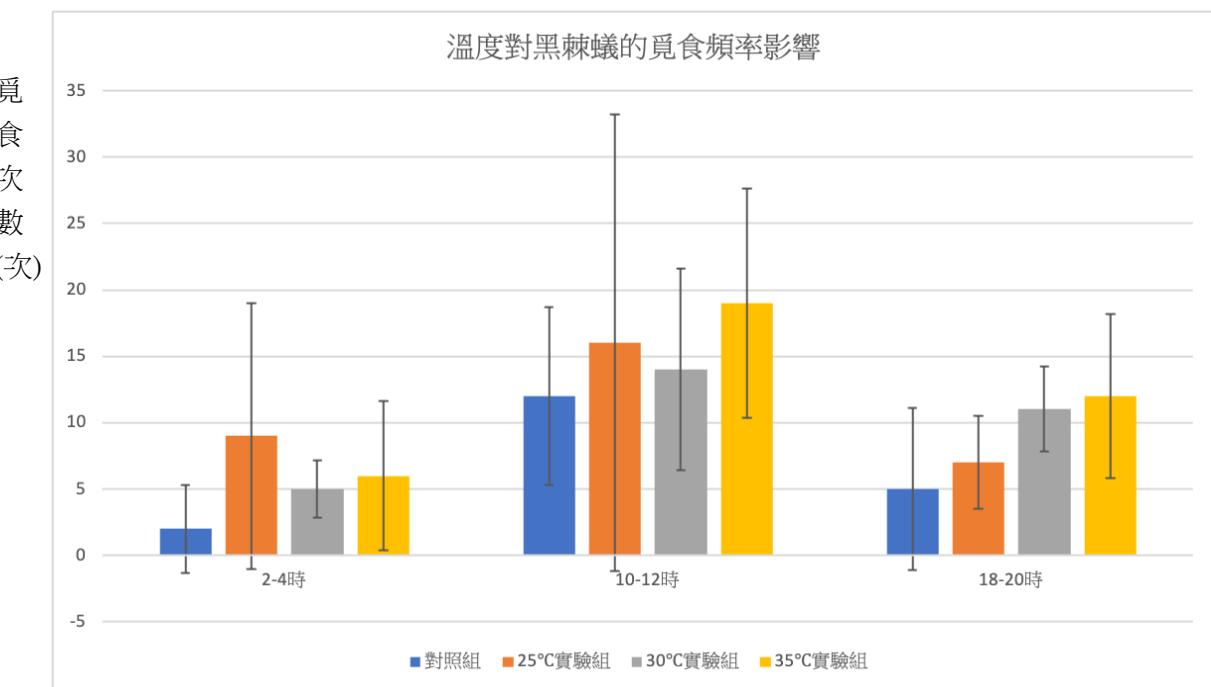
時間/ 日期	3/13	3/14	3/15	3/16	3/17	3/18	3/19	3/20	3/21	平均覓 食隻數
0-2	11	6	8	0	7	5	13	3	1	6
2-4	7	5	18	0	11	3	8	6	0	6
4-6	8	3	5	29	14	18	10	14	4	12
6-8	8	10	7	33	12	19	3	17	17	14
10-12	20	33	19	11	7	27	12	28	18	19
12-14	11	13	17	21	18	22	15	13	12	16
14-16	22	4	11	2	7	24	6	8	18	11
16-18	5	19	7	7	2	21	8	16	18	11
18-20	9	12	8	7	8	25	8	9	19	12
20-22	17	15	2	8	6	16	0	4	14	9
22-24	4	6	0	6	6	18	7	8	1	6

(表4-2-6)實驗組(35度)黑棘蟻的覓食情況(-表示未觀測)(8-10點皆沒有錄影)



(圖4-2-3)控溫35°C 黑棘蟻覓食情況

我們發現黑棘蟻在溫度升高至35°C的情況下取時頻率會明顯高於室溫時黑棘蟻的取食頻率



(圖4-2-4)對照組(15.7°C)、控溫25°C、30°C、35°C 黑棘蟻覓食情況比較

我們發現黑棘蟻的覓食頻率主要分布在中午時段，且溫度升高會讓他們的覓食頻率增加。

(七).疣胸琉璃蟻25°C對照組(當時氣溫約為15.8°C)

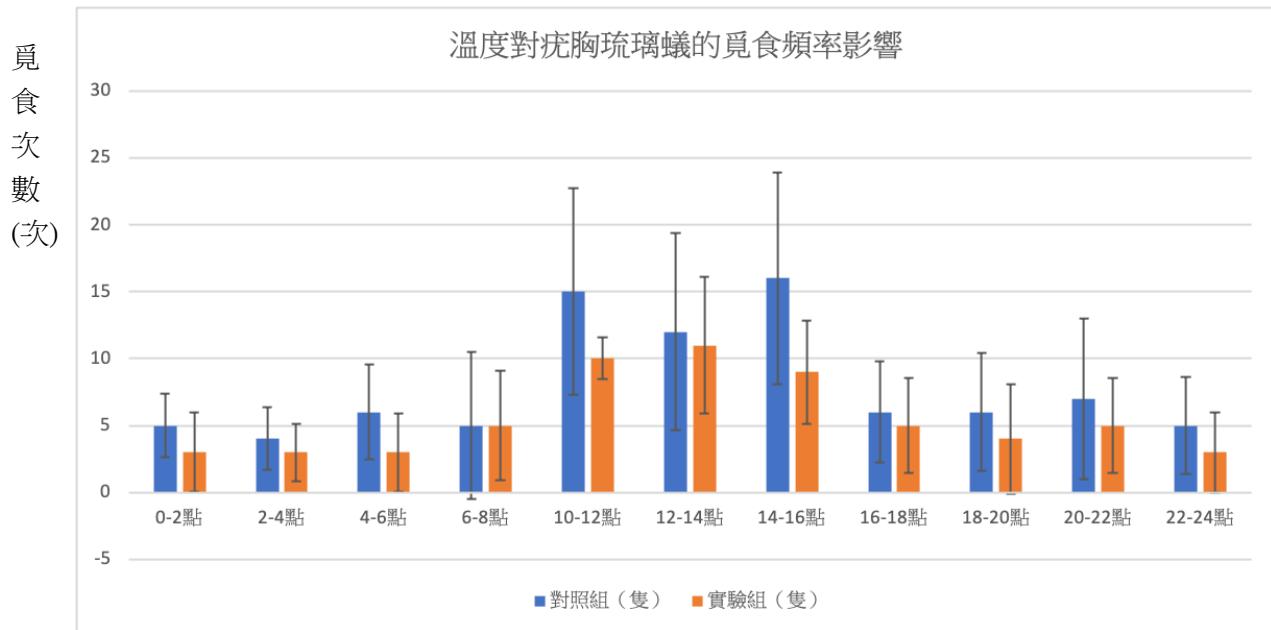
時間/ 日期	2/17	2/18	2/19	2/20	2/21	2/22	2/23	2/24	2/25	對照組 平均
0-2	-	-	6	4	1	7	5	4	9	5
2-4	-	-	5	7	5	5	0	5	1	4
4-6	-	-	7	9	4	11	0	9	4	6
6-8	-	-	2	1	2	2	16	11	2	5
10-12	-	-	10	7	15	9	13	26	28	15
12-14	-	-	8	4	3	12	17	12	26	12
14-16	-	-	4	7	19	14	17	30	18	16
16-18	-	-	5	1	9	2	5	13	6	6
18-20	-	7	8	0	5	3	7	16	4	6
20-22	-	2	3	1	1	5	12	19	9	7
22-24	-	4	8	2	1	10	1	9	1	5

(表4-2-7)對照組(室溫)疣胸琉璃蟻的覓食情況(-表示未觀測)

(八)疣胸琉璃蟻25°C 實驗組

時間/ 日期	2/17	2/18	2/19	2/20	2/21	2/22	2/23	2/24	2/25	實驗組 平均
0-2	-	3	5	1	1	8	0	7	0	3
2-4	-	6	4	1	2	1	3	6	0	3
4-6	-	4	4	3	5	0	0	9	0	3
6-8	-	5	6	9	12	0	3	1	0	5
10-12	-	9	11	10	8	9	13	11	-	10
12-14	-	7	19	4	12	18	10	9	-	11
14-16	-	7	14	11	11	9	11	1	-	9
16-18	-	5	7	11	3	1	7	0	-	5
18-20	5	0	8	2	1	1	12	0	-	4
20-22	8	5	10	9	4	0	6	0	-	5
22-24	4	9	3	3	0	0	-	0	-	3

(表4-2-8)實驗組(25°C)疣胸琉璃蟻的覓食情況(-表示未觀測)



(圖4-2-5)控溫25°C琉璃蟻覓食情況

由上圖可知，實驗組的琉璃蟻和黑棘蟻取食高峰主要是在早上10~16點。(實驗組一天取食2次，而對照組只有一次)

三、環境溫度升高對蟻群攝食量的影響

1.黑棘蟻

日期	實驗組(g)	對照組(g)
3月13日	10	10
3月17日	8.7	9.3

(表4-3-1)黑棘蟻實驗組與對照組攝食量比較

上表顯示黑棘蟻在溫度升高的時候攝食糖的量比較多

2.疣胸琉璃蟻

日期	實驗組(g)	對照組(g)
2月18日	20	20
2月26日	19.4	18.2

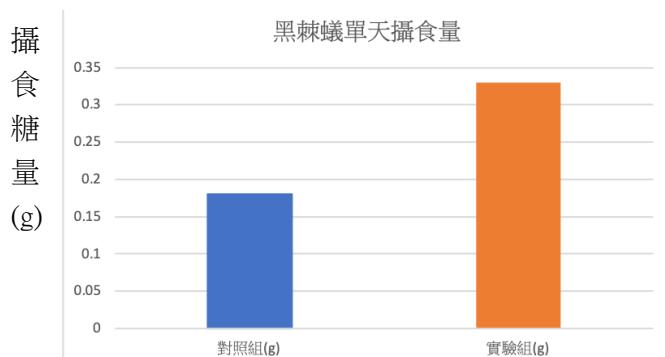
(表4-3-2)疣胸琉璃蟻實驗組與對照組攝食量比較

3.黑棘蟻與疣胸琉璃蟻的單天平均攝食量比較

	實驗組(g)	對照組(g)
黑棘蟻單天平均	0.33	0.18
疣胸琉璃蟻單天平均	0.08	0.18

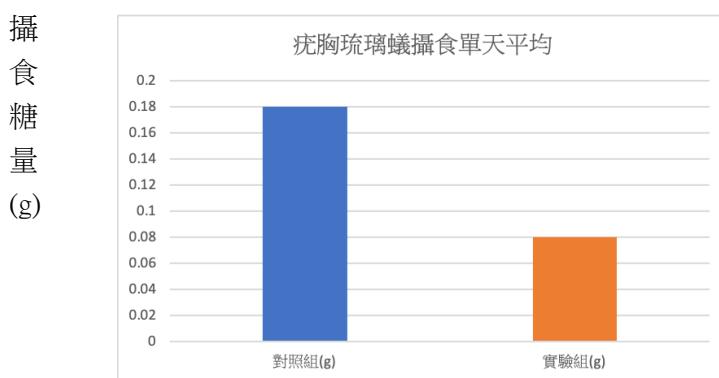
(表4-3-3)疣胸琉璃蟻與黑棘蟻之實驗組與對照組單天平均攝食量比較

黑棘蟻在有加熱的時候實驗組攝食量比較多，琉璃蟻則相反。



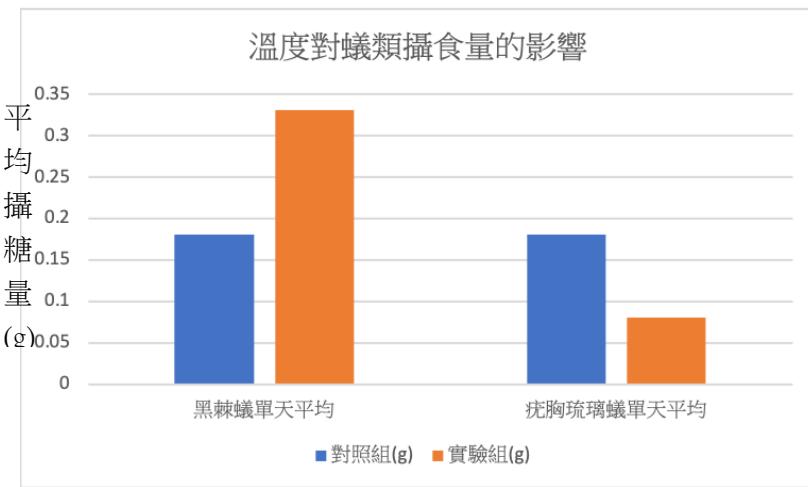
(圖4-3-1)黑棘蟻實驗組與對照組攝食量比較

我們發現在黑棘蟻的實驗組攝食量大於對照組的攝食量。



(圖4-3-2)疣胸琉璃蟻實驗組與對照組攝食量比較

我們發現在疣胸琉璃蟻的實驗組攝食量小於對照組的攝食量。



(圖4-3-3)疣胸琉璃蟻與黑棘蟻之實驗組與對照組單天平均攝食量比較

我們發現黑棘蟻在有加溫的時候攝食的量較多，疣胸琉璃蟻在沒有加溫的時候攝食的量較多。

四、環境溫度升高對蟻群繁殖速率的影響

(一)、我們把黑棘蟻放入保麗龍箱看他們的繁殖情況，觀測後結果如下

1.第一次實驗：黑棘蟻族群數量變化

日期	1/18	1/27
實驗組 (隻)	31	33
對照組(隻)	30	30

(表4-4-1)第一次實驗黑棘蟻族群數量變化

2.第二次實驗：黑棘蟻族群數量變化

日期	2/13	2/21
實驗組 (隻)	31(2后)	28
對照組(隻)	32(2后)	29

(表4-4-2)第二次實驗黑棘蟻族群數量變化

由於冬季不是黑棘蟻繁殖期，短期的溫度調整對黑棘蟻的繁殖也沒有顯著影響

(二)、我們把疣胸琉璃蟻放入保麗龍箱觀察他們的繁殖情況(每巢個一隻蟻后)，結果如下：

1.第一次實驗：疣胸琉璃蟻族群數量變化-對照組

日期	11/19	11/21	平均單天繁殖數
數量	870	984	38

(表4-4-3)第一次實驗疣胸琉璃蟻族群數量變化-對照組

2.第二次實驗：疣胸琉璃蟻族群數量變化-對照組

日期	12/9	12/10	平均單天繁殖數
數量	166	194	28

(表4-4-4)第二次實驗疣胸琉璃蟻族群數量變化-對照組

3.第三次實驗：疣胸琉璃蟻族群數量變化-實驗組

日期	3/4	3/10	平均單天繁殖數
數量	170	232	10

(表4-4-5)第三次實驗疣胸琉璃蟻族群數量變化-實驗組

4.第四次實驗：疣胸琉璃蟻族群數量變化-實驗組

日期	3/17	3/21	平均單天繁殖數
數量	48	54	2

(表4-4-6)第四次實驗疣胸琉璃蟻族群數量變化-實驗組

我們發現疣胸琉璃蟻在有加溫時，繁殖速率會減慢。

補充說明：實驗組琉璃蟻於蟻巢加溫後發生多次不適應狀況，包括：

(1)加溫1天後整群死亡(12/16)。

(2)整個族群逃出實驗裝置消失(含蟻后)(3/3、3/4共計2次)，因此每組實驗天數不一。

五、環境溫度升高對蟻群聚性的影響

(一)、黑棘蟻

實驗組	對照組(群聚於桶內的管中)
	
群聚較離散，一遇到輕微擾動就會造成劇烈的反應，往兩側逃散。	聚集較密集，反應較平緩，只有少部分螞蟻會往管外逃竄。

(表4-5-1)黑棘蟻實驗組與對照組群聚性比較

由上圖可知，實驗組的群聚較為鬆散，稍受擾動就會有劇烈反應；對照組會密集的聚集於桶中的管中，且較不易受到干擾，可知溫度升高會使黑棘蟻的敏感度提高，且黑棘蟻群聚點會遠離高溫區。

(二)、疣胸琉璃蟻

實驗組	對照組
	
有加溫的時候，疣胸琉璃蟻的群聚情形較鬆散。	在沒有加溫的時候，疣胸琉璃蟻的聚集較緊密。

(表4-5-2)疣胸琉璃蟻實驗組與對照組群聚性比較

由結果可知，實驗組的疣胸琉璃蟻的群聚情形較鬆散，而對照組聚集較緊。

伍、討 論

一、實驗環境升溫裝置的測試分析：

(一)由於前測顯示保麗龍箱與紙箱皆有一定的保溫效果，但是保麗龍箱達到的溫度比較接近我們的期望，因此我們實驗初期以保麗龍箱作為實驗組飼養環境。黑棘蟻在此實驗環境中適應良好。

(二)後來因實驗組疣胸琉璃蟻持續發生集體死亡及集體逃逸狀況，我們推測是因為保麗龍箱不適合牠們，後續實驗將實驗組的琉璃蟻移至紙箱進行加溫實驗。

二、關於溫度對螞蟻覓食活動情況的分析探討：

(一)對照組不論是地下型或地上型螞蟻的攝食時段都呈現日週期，中午時段較頻繁。

(二)當我們將環境溫度上升時，黑棘蟻整體活動力較高，但是琉璃蟻的整體活動力卻顯著低於對照組。應證了文獻中所述，居住於地下的螞蟻CTmax較低，較不耐熱，而地上型的螞蟻CTmax高，較耐熱(文獻十)。

(三)黑棘蟻實驗組在30°C和35°C時，有集中一天大量覓食的情況，推測是因為溫度太高刺激到他們。

三、關於溫度對螞蟻攝食量的分析探討：

(一)疣胸琉璃蟻的攝食量明顯多於黑棘蟻，可能是因為黑棘蟻天生攝食量少，或因疣胸琉璃蟻隻數較多而消耗量較大。

(二)比較黑棘蟻實驗組與對照組，實驗組的攝食量大於對照組，顯示在加溫環境中黑棘蟻代謝速率提高，所需能量也增加。

(三)比較疣胸琉璃蟻實驗組與對照組，對照組攝食量比對照組多。實驗組琉璃蟻攝食量較少表示其代謝速率減緩，顯示加溫環境對疣胸琉璃蟻不利。

(四)此結果印證文獻八中螞蟻覓食與活動皆受到溫度影響。

四、關於螞蟻族群繁殖速率的分析探討：

(一)溫度對黑棘蟻族群在短期之內沒有太大的影響。

(二)在本實驗中黑棘蟻蟻后在實驗期間並無生產幼蟲之跡象，可能是因為我們實驗的時間非黑棘蟻的繁殖季節，造成蟻后沒有繁殖現象。

(三)第一次實驗黑棘蟻工蟻異常大量死亡，可能是因為居住環境有有毒物質。而第二次實驗族群較穩定。

(四)琉璃蟻在正常情況下繁殖速率很快，但是加溫時繁殖速率較慢，推論琉璃蟻並不適合在加溫的環境下繁殖。

五、關於螞蟻群聚性的分析探討：

不論是黑棘蟻還是疣胸琉璃蟻，當環境溫度升高時，族群聚集都會變得較鬆散，且不易受到驚擾。螞蟻族群在休息時會有群聚的情況是為了節省能量及抵禦敵人，然而，當環境溫度上升時，黑棘蟻可能會因代謝、活動力、食量增加而聚集比例漸少，對於疣胸琉璃蟻而言，雖然代謝亦提升，但對他們的族群可能有其他不利於其族群的因素，詳細原因還有待後續設計實驗進行近一步研究。

六、螞蟻的體型大小對螞蟻的耐熱溫度比較：

黑棘蟻屬於大型螞蟻，而疣胸琉璃蟻屬於中小型螞蟻，文獻指出體型較大的個體將具有更高的CTmax，且物種平均最大值將與地面活動程度呈正相關(文獻十)，我們實驗中的黑棘蟻其各項生理反應的耐熱性皆較疣胸琉璃蟻佳，符合理論說法。

七、總結比較實驗結果，我們認為暖化對於螞蟻的影響會因其類型而有不同：

(一)對於黑棘蟻等地上活動型蟻類來說，當溫度上升時，他們的取食頻率、攝食量都會增加，顯示暖化會有利於此類螞蟻的生存與擴張。

(二)對於疣胸琉璃蟻等地下活動型蟻類來說，因為他們平常都躲的地底下，而我們直接加熱他們的蟻巢，所以會造成他們的族群大量死亡、逃跑、取食頻率下降、攝食量下降，顯示當環境溫度持續的提升，長期來看將不利於此類螞蟻的生存。

陸、結論

- 一、環境溫度升高後，對黑棘蟻等地上型蟻類的覓食活動頻率會有明顯的增加，但對於疣胸琉璃蟻等地下活動型蟻類則會降低頻率。
- 二、環境的溫度升高的時候，對黑棘蟻等地上型蟻類的攝食量會有增加的情況，而疣胸琉璃蟻的攝食量則會有減少的情形
- 三、環境溫度升高的時候，對黑棘蟻的繁殖速率短期不會有太大的影響，而對於疣胸琉璃蟻會有不利繁殖的影響。
- 四、環境溫度升高時，會讓黑棘蟻與疣胸琉璃蟻的族群群聚情況都變得較離散。
- 五、綜合本實驗的結果，我們認為當暖化持續到超過一定的溫度，地上型活動蟻類較能夠適應環境溫度，而地下型活動蟻類的生存較容易受到影響。

柒、參考文獻資料

- 1.公共電視我們的島. (2021). 失控的琉璃蟻—本土蟻種突然迅速擴張族群. 我們的島. <https://ourisland.pts.org.tw/content/5633>
- 2.蘇敏嘉、沈泰暘、林凡歲、洪子茵、李浤嶸. (2016). 第56屆全國科展—黑武士進太空艙～人工飼養黑棘蟻對環境刺激的行為模式探究. 台灣全國科學展覽會. <https://twsf.nts.ec.gov.tw/activity/race-1/56/pdf/080319.pdf>
- 3.吳欣叡、廖翊程、顏暉儒. (2013). 黑棘蟻棲地選擇喜好之探討. 第53屆全國中小學科展作品. <https://www.ntsec.edu.tw/science/detail.aspx?a=21&cat=10049&sid=10240>
4. Ant-Home. (ca. 2011). 黑棘蟻飼養重點說明. *Ant-Home 蟻窩*. Retrieved March 21, 2025, from <http://www.ant-home.idv.tw/888/a-2/a2-pic-a06-2.htm>
黑棘蟻資料
5. Kaspari, M., Clay, N. A., Lucas, J., Yanoviak, S. P., & Kay, A. (2015). Microhabitat and body size effects on heat tolerance : Implications for responses to climate change (army ants : Formicidae, Ecitoninae). *Journal of Animal Ecology*, 84(5), 1322 – 1330. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.12388>
6. Calcaterra, L. A., & Prior, K. M. (2022). The response of ants to climate change. *Annual Review of Entomology*, 67(1), 289 – 308.
<https://reurl.cc/RY6X3z>

- 7.Arnan, X., Cerdá, X., & Retana, J. (2022). Critical thermal limits in ants and their implications under climate change. *Biological Reviews*, 97(3), 1015 – 1031. <https://doi.org/10.1111/brv.12843>
- 8.Falibene, A., & Josens, R. (2014). Environmental temperature affects the dynamics of ingestion in the nectivorous ant *Camponotus mus*. *Journal of Insect Physiology*, 71, 14 – 20. <https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2014.09.011>
- 9.Berville, L., & Boulay, R. (2018, April 16). *Ants : Sentinels of the impact of global change*. Encyclopédie de l' Environnement. <https://www.encyclopedie-environnement.org/en/life/ants-sentinels-impact-global-change-2/>
- 10.East, M. L., Hofer, H., & de Boer, W. F. (2015). Lions, hyenas and mobs (*Homo sapiens*) : Human – wildlife conflict 10 years after the death of the last lion in the Selous Game Reserve. *Journal of Animal Ecology*, 84(1), 37-48. <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1365-2656.12388>

【作品內圖表照片說明】

本作品『探討暖化現象對蟻類族群活動與覓食行為的影響』內容所有照片、圖片、圖表皆由作者自行拍攝、繪製。