

2022 年【全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

國中組 成果報告表單

題目名稱：探究孤雌繁殖昆蟲之分巢行為-以畢氏粗角蟻為例

一、摘要

本文主要探究具有獨特孤雌生殖進行無性繁殖特性之畢氏粗角蟻 (*Ooceraea biroii*)，藉由觀察與實驗記錄並分析其分巢與社會行為。畢氏粗角蟻擁有特殊的無蟻后階級制度，在畢氏粗角蟻的群落中，並不存在蟻后或是任何有翅階級。本文想要研究，基於不同變因之操作與控制，觀察牠們體型生態與社會行為所產生之變化。透過實驗，包含製作人工巢室來實驗人工分巢等，進行畢氏粗角蟻分巢行為之觀察與探討。利用石膏製作出人工巢室，再來利用二氧化碳設備使畢氏粗角蟻陷入短暫的昏迷，接著再將昏迷的畢氏粗角蟻工蟻及卵幼，平均分配到兩個人工巢室內實施人工分巢，最後透過人工巢室中變因之操作與控制，觀察數週、統計並探討其分巢行為與結果。

二、探究題目與動機

在偶然間看見介紹飼養螞蟻的影片，激起好奇心，開始飼養螞蟻，在飼養途中認識了一種特殊的螞蟻「畢氏粗角蟻」！不像一般螞蟻擁有階級制度，牠們是無性繁殖、孤雌生雌的，每隻工蟻都具有繁殖能力，因為這個特性，使牠們能夠透過分巢行為來擴散族群。因此，想要進一步了解、研究畢氏粗角蟻是否適應人工巢室環境、新環境的影響，以及如何成功實施人工分巢？

三、探究目的與假設

探究目的有五點，即群落是否會因為環境不同而停滯發展亦或是滅亡、兩群體休眠及游牧期的週期是否還會相同、給予不同的環境，其群體卵幼數量的差距、給予不同的環境，其卵幼大小是否會有差距、給予不同的環境，其成蟲後的體型是否會有差距，探究目的與假設說明如下：

(一) 探討分巢後，群落是否會因為環境不同，而停滯發展亦或是滅亡。環境突然的劇變對於螞蟻來說，應該是會造成影響，那麼如果是將畢氏粗角蟻分巢呢？

(二) 探討分巢過後，兩群體休眠及游牧期的週期是否還會相同。如果原本一個生長週期一樣的群體，分為兩群後，其生長週期是否還會相同？

(三) 探討分巢後，給予不同的環境，土、石膏和純石膏，群體卵幼數量的差距，實驗週期為一輪休眠與游牧交替時間約 5-6 週。原本同一個群體，對於生長在不一樣環境，一個石膏和土、一個純石膏，其卵幼的數量是否會有差距，差距會很明顯嗎？

(四) 探討分巢後，給予不同的環境，土、石膏和純石膏，幼蟲大小是否會有差距，實驗週期為一輪休眠與游牧交替時間約 5-6 週。原本同一個群體，對於生長在不一樣環境，一個石膏和土、一個純石膏，其卵幼的大小是否會有差距，差距會很明顯嗎？



(五) 探討分巢後，給予不同的環境，土、石膏和純石膏，成蟲後的體型是否會有差距，實驗週期為一輪休眠與游牧交替時間約 5-6 週。原本同一個群體，對於生長在不一樣環境，一個石膏和土、一個純石膏，其成蟲後的大小是否會有差距，差距會很明顯嗎？

(六) 控制影響分巢行為的變因後，建構畢氏粗角蟻成功分巢模式。統整上述研究內容中，研究出會影響畢氏粗角蟻分巢結果之變因，控制後，試著建構出能使畢氏粗角蟻成功分巢之模式，並照著此模式，試著實施分巢。

四、探究方法與驗證步驟

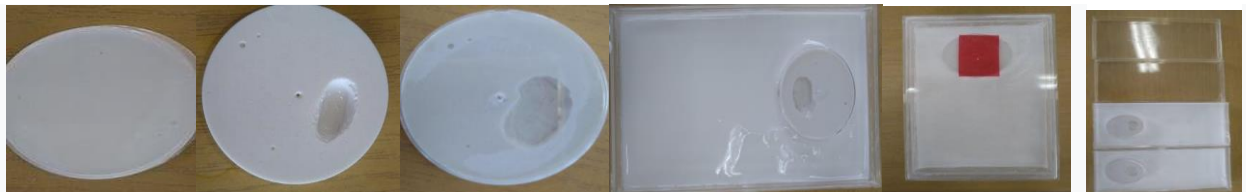
根據探究目的與假設，實驗材料羅料如表一所示。

表一 實驗材料

						
石膏粉	紅玻璃紙	塑膠盒	培養皿	滑石粉	安息香酸鈉	赤玉土
						
鑷子	微距鏡頭	小刷子	刻模機	雕刻刀	二氧化碳設備	棉花棒

一、巢室製作的過程

利用石膏粉製作兩個相同的蟻巢，將水加入盒子和培養皿，加入安息香酸鈉，加入石膏粉並且持續攪拌，持續攪拌至石膏漿成奶昔狀，輕敲擊容器的四角，使氣泡排出，靜置等待石膏凝固。接著開始使用刻模機和雕刻刀雕刻巢室，雕刻完成之後再放回培養皿中。將飼養盒的內壁、上蓋塗上滑石粉，使螞蟻無法向上攀爬，將紅玻璃紙放置在巢室的上方，如圖一所示。



圖一 巢室的製作過程

二、人工使用二氧化碳昏迷分巢

將二氧化碳灌入飼養盒中，使畢氏粗角蟻全數陷入昏迷。使用小刷子、鑷子和棉花棒平均分配工數及卵幼數後，將其分成兩巢飼養(畢氏 A 巢、畢氏 B 巢)，分巢過程，如圖二所示。進行人工分巢的時候，必須先將畢氏粗角蟻昏迷，以利進行分巢。昏迷的方法可以使用灌入二氧化碳，使其短暫性缺氧，或是利用冰，使溫度驟降，使其陷入昏迷。由於二氧化碳昏迷的時間較快、較好操作，所以本研究利用二氧化碳昏迷蟻群後，實施人工分巢。



圖二 利用二氧化碳昏迷蟻群後分巢

三、分巢及後續實驗

畢氏粗角蟻是很特殊的螞蟻，由於牠們是利用孤雌生殖來繁衍後代，每一個體都擁有繁衍後代之能力，所以並不具有一般螞蟻擁有的階級制度。所以在人工環境下，模擬牠們的分巢行為，設定控制與操縱變因，進行觀察牠們的幼蟲或是成蟲，是否會有差別，驗證步驟說明如下：

(一) 探討分巢後，群落是否會因為環境不同，而停滯發展亦或是滅亡。

8 週後因為 B 巢突發黃麴菌近乎滅巢，後決定將 B 巢再分為 B-1 和 B-2 來重新進行實驗。另外製作兩個小型的巢區分巢。將調好的石膏漿倒入培養皿中，待石膏凝固後取出，並且開始刻出巢室，刻完後再將石膏放回培養皿中。將刻好的培養皿巢室放入小塑膠盒中，接著將調好的石膏漿倒入小塑膠盒中，待石膏凝固後就完成兩個新的分巢巢區，新製作之人工巢室，如圖三所示。



圖三新製作之人工巢室

將 A 巢再平均分成 A-1 巢、A-2 巢，根據觀察，畢氏粗角蟻在二次分巢後，A-1 巢、A-2 巢生長週期停滯在休眠期，工蟻不再產卵，卵也不再孵化成幼蟲，更不用說生長成裸蛹進入游牧期。

(二) 探討分巢過後，兩群體休眠及游牧期的週期是否還會相同

畢氏休眠期與游牧期的差別在於幼蟲生長情形，游牧期會四處帶著幼蟲游牧、遊走、探索環境，尋找新棲息地並在途中不斷覓食，侵入其他蟻窩竊取幼蟲食用。休眠期幼蟲即將成蛹不需進食，會從游牧期替換為休眠期，休眠期會尋找一個棲息地居住約 5-6 周等待蛹孵化，不會離開巢室覓食，如需要移動也非常緩慢。實驗共進行 16 週，觀察族群生長週期，結果紀錄於表格內。

(三) 探討分巢後，給予不同的環境，土、石膏和純石膏，群體卵幼數量的差距，實驗週期為一輪休眠與游牧交替時間約 5-6 週。本研究將畢氏粗角蟻分成兩群體飼養，每群工蟻數量固定為 200 隻，居住在兩個不同的人工環境中，模擬牠們在野外分巢的情形。接著給予牠們不一樣的環境，紀錄群體卵幼數量的差距。

(四) 探討分巢後，給予不同的環境，土、石膏和純石膏，幼蟲大小是否會有差距。此實驗週期為一輪休眠與游牧交替時間約 5-6 週。分成兩群體，每群工蟻固定為 200 隻，居住在兩個不同的人工環境中，模擬牠們在野外分巢情形。接著給予牠們不一樣的環境，觀察並紀錄卵幼大小差距。

(五) 探討分巢後，給予不同的環境，土、石膏和純石膏，成蟲後的體型是否會有差距，實驗週期為一輪休眠與游牧交替時間約 5-6 週。分成兩群體飼養，每群工蟻控制為 200 隻，居住在兩個不同的人工環境，模擬牠們在野外分巢情形。接著給予牠們不一樣的環境，紀錄成蟲後體型差距。

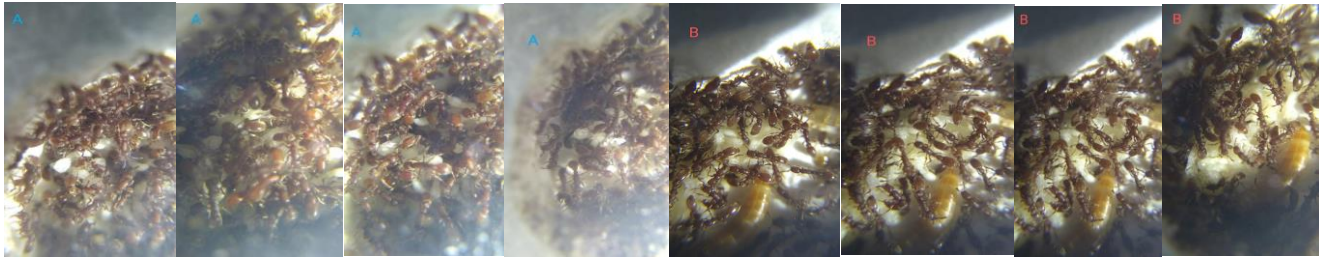
(六) 控制影響分巢行為的變因後，建構畢氏粗角蟻成功分巢模式：統整上述結果，探究影響畢氏粗角蟻分巢結果之變因，建構使畢氏粗角蟻成功分巢之模式。研究發現影響畢氏粗角蟻分巢之變因，為黃麴菌生長和分巢數量大小，原因是關於群體免疫力和環境抗菌力，黃麴菌會導致畢氏

粗角蟻大量死亡，使群體無法繼續發展。分巢數量過小，會導致畢氏粗角蟻停滯生長週期。

五、結論與生活應用

一、探討分巢後，群落是否會因為環境不同，而停滯發展亦或是滅亡

分巢過五個禮拜，A、B 巢內的生長情形皆呈現穩定，透過放大鏡觀察，可同時看見蛹和卵，牠們的幼蟲已成為蛹不須再進食，工蟻們也開始產卵，表示現在群落生長的狀況是沒有中斷的。



圖四分巢過後約五個禮拜 A 巢 B 巢生長情形

分巢後八週，B 巢內發現孳生黃麴菌，群體免疫力和環境的抗菌力尚弱，且食物未食用完畢，食物堆積造成黃麴菌滋生，個體身上長出菌絲。推測集體死亡的原因可能為，混入已受感染或混入身上已沾染黃麴菌的個體，導致小空間內螞蟻集體迅速死亡，如圖五所示。



圖五 巢室內黃麴菌及死亡個體

二、探討分巢過後，兩群體休眠及游牧期的週期是否還會相同

畢氏粗角蟻休眠期和游牧期的差別在於幼蟲的生長情形。原為同一巢蟻群，如果生長時給予幼蟲的食物量相同，那麼兩群體休眠期與游牧期週期就會相同。第八週時，黃麴菌感染。紀錄 A-1、A-2 巢八週，共兩筆數據，分別為 A、B 和 A-1、A-2。實驗從第一週開始，兩巢都是處於游牧期的狀態，進行至第五週時 A、B 巢週期相同，進入休眠期。實驗進行至第八週時黃麴菌爆發，必須使用 A 巢再分成 A-1、A-2 巢，以利持續至第 16 週。A 巢再分成 A-1、A-2 巢，每巢數量 100 隻，持續餵食，可是 A-1、A-2 巢未在轉變週期成游牧期。實驗數據紀錄，如表二所示。

表二 A、B、A-1、A-2 巢週期紀錄 (單位：週)

	首次游牧期週	首次休眠期週
A 巢	1	5
B 巢	1	5
A-1 巢	8	無
A-2 巢	8	無

三、探討分巢後，給予不同的環境，土、石膏和純石膏，群體卵幼數量的差距，實驗週期為一輪休眠與游牧交替時間約 5-6 週

畢氏粗角蟻分成兩群體飼養，每群工蟻 200 隻，在不同的人工環境中，模擬牠們在野外分巢情形。給予土、石膏 (A 巢) 和純石膏 (B 巢)，紀錄群體卵幼數量，數據紀錄如表三所示。

表三 A、B 巢卵幼數量、巢幼大小與巢成蟲大小統計

	第一週	第二週	第三週	第四週	第五週
A 巢卵幼數量	228	228	225	224	222
B 巢卵幼數量	228	226	210	210	210
A 巢幼大小	1.2	1.5	1.7	2.2	2.5
B 巢幼大小	1.2	1.4	1.7	2.3	2.5
A 巢成蟲大小	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
B 巢成蟲大小	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5

四、探討分巢後，給予不同的環境，土、石膏和純石膏，卵幼大小是否會有差距，實驗週期為一輪休眠與游牧交替時間約 5-6 週

將畢氏粗角蟻分成兩群體飼養，數量控制為 200 隻，居住在兩個不同的人工環境，模擬在野外分巢情形。接著給予牠們不一樣的環境，土、石膏 (A 巢) 和純石膏 (B 巢)，紀錄幼蟲大小差距，每巢測量十隻平均。數據紀錄，如表三所示。

五、探討分巢後，給予不同的環境，土、石膏和純石膏，成蟲後的體型是否會有差距，實驗週期為一輪休眠與游牧交替時間約 5-6 週

將畢氏粗角蟻分成兩群體飼養，每群工蟻數量固定控制為 200 隻，居住在兩個不同的人工環境中，模擬牠們在野外分巢的情形。紀錄成蟲後的體型差距。數據紀錄，如表三所示。

六、控制影響分巢行為的變因後，建構畢氏粗角蟻成功分巢模式

控制甲乙 (含土) 兩巢變因，十三週後兩巢均發現卵幼。於十一週時，甲巢發現畢氏粗角蟻開始進行繁殖產卵，於十二週甲巢的卵孵化成幼蟲，出現覓食行為，進入游牧期，幼蟲體型尚小。實施人工分巢十三週後，甲巢畢氏粗角蟻已擁有中等體型幼蟲，且進入游牧期，覓食行為積極，畢氏粗角蟻成群在外捕食。對於純石膏巢室甲巢來說，群體逐漸步上正軌，圖六為照片說明。



圖六 群體的發展

甲巢於十一週時開始出現卵，但十一週乙巢沒有動靜，處於休眠期，只可看見赤玉土上細小畢氏粗角蟻挖掘的洞口。於十二週時甲巢卵孵化成幼蟲，乙巢無動靜，到十三週時，發現畢氏粗角蟻已經產卵了，不過數量不多，貌似才剛開始進行繁殖產卵而已，照片說明於圖七。



圖七 繁殖產卵

十三週時乙巢發現卵蹤跡，剛開始進行生產，處於休眠期中，對食物沒有反應，也沒有出現積極覓食行為。分巢可能導致群落免疫力和環境抗菌力不足造成生存環境發霉，且分巢時單一群體數量不能過少，並且在含有土的生長環境時，能有效減少幼蟲的死亡。結果與討論說明如下：

一、探討分巢後，群落是否會因為環境不同，而停滯發展亦或是滅亡

畢氏粗角蟻移至一個全新環境，群體免疫力和環境抗菌力不足，導致群落大量傷亡。將製作好的巢室放入畢氏居住環境，使具有群體免疫力和環境抗菌力，就能降低分巢後的群落大量傷亡。

二、探討分巢過後，兩群體休眠及游牧期的週期是否還會相同

可以使用上一點提到的方法，就不用二次分巢，完整記錄分巢後 16 週的生長週期。未來給予分巢後的兩群體生存的環境或是食物更加不同，實驗牠們的生長週期會不會就不一樣。

三、探討分巢後，給予不同的環境，土、石膏和純石膏

當畢氏粗角蟻在有土的生長環境時，能有效減少幼蟲的死亡。觀察延長實驗時間是否能使有土和沒有土的環境，卵幼數量差距多一點，即能證實在有土生長環境時，能有效減少幼蟲死亡。

四、探討分巢後，給予不同的環境，土、石膏和純石膏，卵幼大小是否會有差距。

五、探討分巢後，給予不同的環境，土、石膏和純石膏，成蟲後的體型是否會有差距。

在含有土和純石膏的環境中生存，並不會對其成蟲的大小造成影響。建議使用食物作為實驗的變因，進行驗證。以食物作為變因，是否能對其成蟲的大小造成些微的影響呢？

六、控制影響分巢行為的變因後，建構畢氏粗角蟻成功分巢模式

透過探討分巢後群落是否會因為環境不同，而停滯發展亦或是滅亡、兩群體休眠及游牧期的週期是否還會相同、給予不同的環境，土、石膏和純石膏，群體卵幼數量大小和成蟲後的體型的差距。分巢可能導致群落免疫力和環境抗菌力不足造成生存環境發霉，能左右畢氏粗角蟻分巢成敗的關鍵為群體免疫力和環境抗菌力。根據探究及實驗可得知，分巢不會造成畢氏粗角蟻的週期產生變化，給予不同的環境也不會使畢氏粗角蟻的幼蟲、成蟲體型造成改變。未來可將實驗時間拉長，將實驗變因改為食物，觀察並記錄食物對畢氏粗角蟻分巢後其幼蟲與成蟲體型的影響。

參考資料

林宗岐、吳文哲 (2003)。臺灣螞蟻相 (膜翅目：蟻科) - 並附亞科與屬檢索表。國立臺灣博物館年刊，46，5-69。

鍾兆晉 (2008)。黑棘蟻聚落分工機制及生物時鐘表現。博士學位論文。臺北市：國立臺灣大學。DOI：10.6342/NTU.2008.02400

Bharti, H., & Akbar, S. A. (2013). Taxonomic studies on the ant genus *Cerapachys* Smith (Hymenoptera, n. Formicidae) from India. *ZooKeys*, 336, 79.

Tranter, C., Graystock, P., Shaw, C., Lopes, J. F. S., & Hughes, W. O. H. (2014). Sanitizing the fortress: protection of ant brood and nest material by worker antibiotics. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 68(3), 499-507.

Tragust, S., Mitteregger, B., Barone, V., Konrad, M., Ugelvig, L. V., & Cremer, S. (2013). Ants disinfect fungus-exposed brood by oral uptake and spread of their poison. *Current Biology*, 23(1), 76-82.