

中華民國第 62 屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

高級中等學校組 行為與社會科學科

佳作

052707

獨居蜂的築巢行為以及羽化觀察、影響羽化的  
因素之探討

學校名稱：國立中科實驗高級中學

作者： 高二 王晨翰	指導老師： 王郁茜 林靜英
---------------	---------------------

關鍵詞：獨居蜂、築巢行為、羽化

# 摘要

本研究在觀察校內和家附近的獨居蜂築巢行為，以及紀錄校內的獨居蜂子代從卵期到羽化的過程，並以加溫設備觀察其在特定溫濕度下的羽化時間。對比了周圍有水的環境和沒有水的環境後，前者獨居蜂產卵築巢的數量明顯較後者多，顯示出獨居蜂更偏好周遭有水的環境；以恆溫箱對棕泥壺蜂進行加溫羽化後得知，溫度對於其羽化的影響比時間大。另外也發現，棕泥壺蜂巢室內，有塗料土塊的吸水能力較無塗料的差。

## 壹、前言

### 一、研究動機

親戚經營著養蜂場，在搜尋蜜蜂及相關知識時偶然看到網站「城市養蜂是 bee 要的」，便開始研究相關內容，我對於獨居蜂如何不產蜜卻可以過冬，還有非社會性這幾點感到好奇，便想要透過觀察、實驗，更加了解獨居蜂。我在居家上課期間，於家中做了一組獨居蜂旅館做預先測試，成功觀察到獨居蜂築巢，於是打算在學校也做一組來實驗。後來發現學校曾有同學做過相關實驗，但很可惜沒有結果，在經過對方同意之後，取得了他們的實驗器材並加以改良，變得更符合獨居蜂習性及方便觀察。

### 二、研究目的

- (一)研究校內的獨居蜂生態，並觀察牠們的築巢行為
- (二)學習辨認獨居蜂種類
- (三)觀察獨居蜂的蛹化行為
- (四)觀察獨居蜂在特定溫濕度下的羽化行為

### 三、文獻回顧

#### (一)認識獨居蜂

在擁有超過兩萬多種的蜂族中，有 85%以上的物種是獨居蜂(COME BACK to ME, 2017)。不同於蜜蜂和虎頭蜂等社會性蜂類，獨居蜂具有獨棲性，並沒有社會性分工的行為，且大部分的獨居蜂的覓食距離都在 1500 公尺以下，最短的甚至只有 100 公尺(Zurbuchen et al., 2010)，表示獨居蜂的生態十分容易受到環境影響。獨居蜂並不會生產蜂蜜，但成蟲全以花粉和花蜜為食，且可依幼蟲的食性，大致分為吃花粉和吃肉的兩類，前

者稱為花蜂如小切葉蜂(*Heriade sauteri* Cockerell, 1911)；後者則稱為狩獵蜂如棕泥壺蜂(*Rhynchium brunneum*，又稱赭黃原喙螺羸)，所以獨居蜂經常在生態中扮演著傳播花粉以及生物防治的角色。日本學者岩田久二雄(K. Iwata)早從1930年代便已經開始觀察這一類蜂，首先使用“借坑性ハチ類”一詞，指利用孔洞或空洞築巢的蜂類(Hisamatsu and Suzuki, 1988)。

## (二)獨居蜂的築巢行為

獨居蜂雌蜂會蓋巢室在裡面產卵，並將捕捉到的獵物或是收集到的花粉放在巢室內，使子代安全孵化及羽化。例如：螺羸巢通常每坑洞構築一至數個巢室，巢室內有螺羸幼蟲與鱗翅目幼蟲(陸聲山、葉文琪、宋一鑫，2016)。獨居蜂多半會利用有孔洞的竹管作為巢室主體，不同的獨居蜂會使用不同的材料。例如：螺羸除了啣泥築窩外，也經常利用植物的莖稈、天然或人造的坑穴、孔道加以築巢(陸聲山，2015)，黑扁股泥蜂則是以乾草將竹管內部分為數個房間(吳采頤、吳明盡、林奕然、徐諾，2018)，或者，黃紋短腰螺羸之巢室隔間層與巢口似以一層淺褐色樹脂構成，築巢材料似與其它螺羸相異，因觀察數太少，仍有待進一步確認(陸聲山等，2016)。每種獨居蜂的築巢方式通常有一定順序，例如棕泥壺蜂的築巢順序是尋找獵物→築泥層→產卵→抓蟲→啣土→封口(羅兆珩、羅思果，2014)，黃紋短腰螺羸的築巢順序則是築後門→築巢室門→產卵→捉獵物→封大門。有些獨居蜂甚至會特別花心思在築巢上，吳采頤等(2018)提到，敏感的黃紋短腰螺羸在築門時除了很謹慎之外，更採用先築窄門只留通道再產卵再放獵物的策略，以降低獵物被寄生的危險。

## (三)獨居蜂的成長到羽化

以棕泥壺蜂的成長為例，可分為卵、幼蟲、蛹、成蟲時期，雌蜂會將很細很短的絲將卵懸掛在在管壁，孵化之後幼蟲會吸食獵物直到吃完，此時幼蟲最大隻，幼蟲分泌物質使管壁變黃，幼蟲變扁平、不光滑、不太活動有皺褶，到了蛹期，身體先出現頭、胸、腹特徵，再出現腳，外型像黃色成蟲，最後才出現橘色翅膀和黑色眼睛，之後羽化成蟲，體色棕褐色，腳橘色(吳采頤等，2018)。另外，陳抒函、施旻玟(2017)實驗得到棕泥壺蜂的幼蟲在吸食不同顏色的獵物的體液後，會改變自身的顏色。

## 貳、研究設備及器材

### 一、器材

#### (一)獨居蜂旅館的製作及觀察

竹管(校內 70 支，家中 11 支)、賽璐璐片、鐵絲、竹片、椅子(2 具)、木箱(2 個)、珍珠板、塑膠繩(2 條)、告示牌(2 張)、保麗龍膠、熱熔膠、砍刀、鋸子和穩定器、削邊器、美工刀、手機。

#### (二)食性觀察箱的製作

保麗龍膠、熱熔膠、剪刀、墊板、紙箱、賽璐璐片、膠帶。

#### (三)羽化觀察實驗

植物生長箱(型號 LG-600)、昆蟲飼養箱、手機

#### (四)土塊吸水實驗

淺盤、大塑膠盆、長尾夾、紗網、試管架、塑膠杯、電子秤重儀、鏟子、手機。

### 二、獨居蜂旅館的製作過程

#### (一)家中的獨居蜂旅館：

本獨居蜂旅館為自行設計，以簡單為重點，講求輕巧以方便放在牆壁邊緣。

	
<p>1.將竹子每 16 公分做一個標記，不足 16 公分者，至少要 12 公分以上才標記。標記時每一段都要有一個節眼和開口。</p>	<p>2.用鋸子按標記將其鋸下，一共 10 根竹管。</p>



3.用手先將竹管的位置固定。



4.將竹管用鐵絲捆起來，放在門口的屋簷下，等待獨居蜂前來築巢。

圖一、家中的獨居蜂旅館的製作過程

(二)校內的獨居蜂旅館：

本獨居蜂旅館參考自木柵動物園的獨居蜂旅館，以可容納大量獨居蜂為原則設計。



1.我和家人上山砍新鮮的竹子。將竹子每 20 公分做一個標記，不足 20 公分者，至少要 16 公分以上才標記。標記時每一段都要有一個節眼和開口。



2.鋸竹子，圖中沒戴手套是危險的，後來有戴上去。鋸開時有水流出來，或是螞蟻傾巢而出，都是正常的，可以清理掉之後用白膠補起來，一樣能用。





3.請家人幫忙用砍刀，將竹管切下一部分。



4.將有髒汙的竹管清洗後放到太陽下曬乾。



5.將所有竹管削邊，屆時比較好用保麗龍膠黏合。



6.模擬使用賽璐璐片的情況，相當方便觀察。所有竹管皆有使用賽璐璐片。



7.右邊是原本其他同學使用的木箱，清理過後尚可使用，左邊是我訂做的，兩者長寬深皆相同(長 23cm、深 25cm、高 23cm)。

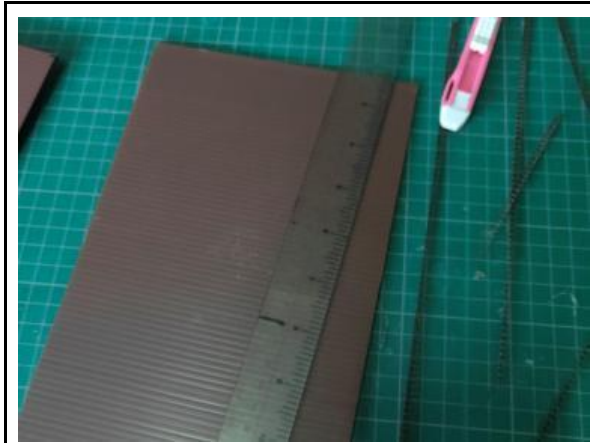


8.將較大、不適合做成巢的竹子，拿來做外部裝飾。



9.用熱熔膠黏上外部裝飾，並用白膠補上有缺洞的竹管。

10.整體造型完成。



11.裁切珍珠板。



12.黏上珍珠板，方便放置竹管。



13.等膠都乾了，就完成了。



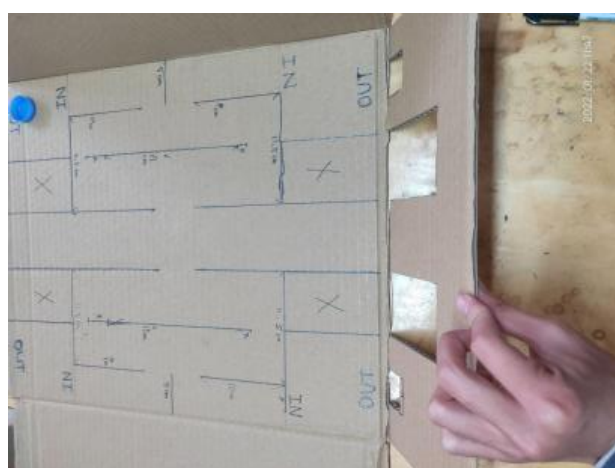
14.實際擺放圖片。

圖二、校內的獨居蜂旅館的製作過程

### 三、食性觀察箱的製作過程

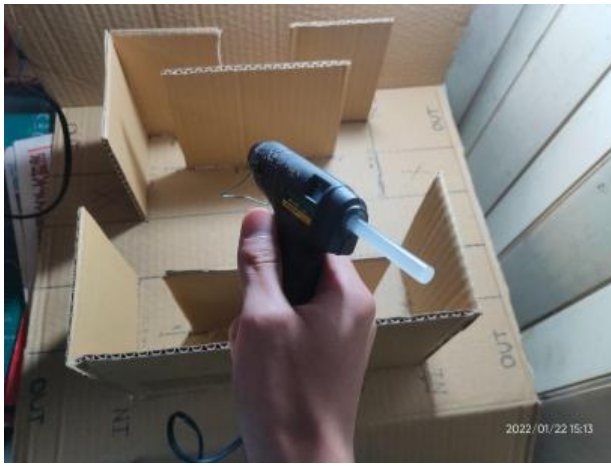


1.設計草圖。



2.裁切側邊的紙板，中間兩個較大的孔洞是用來讓手機鏡頭通過的。





3. 確認無誤後，將紙板用熱熔膠黏牢。



4. 製作可拉動的餵食孔，內外皆由一個小紙板卡住，避免不小心將獨居蜂放出來。



5. 觀察窗口實際觀察模樣。內置一個塑膠瓶蓋，可放置食物，測量獨居蜂的食量。



6. 食性觀察箱的引導管，用紙箱和賽璐璐片製作。



7. 完成後用賽璐璐片及膠帶封頂。整體尺寸為長 60cm、寬 40cm、高 15.5cm。



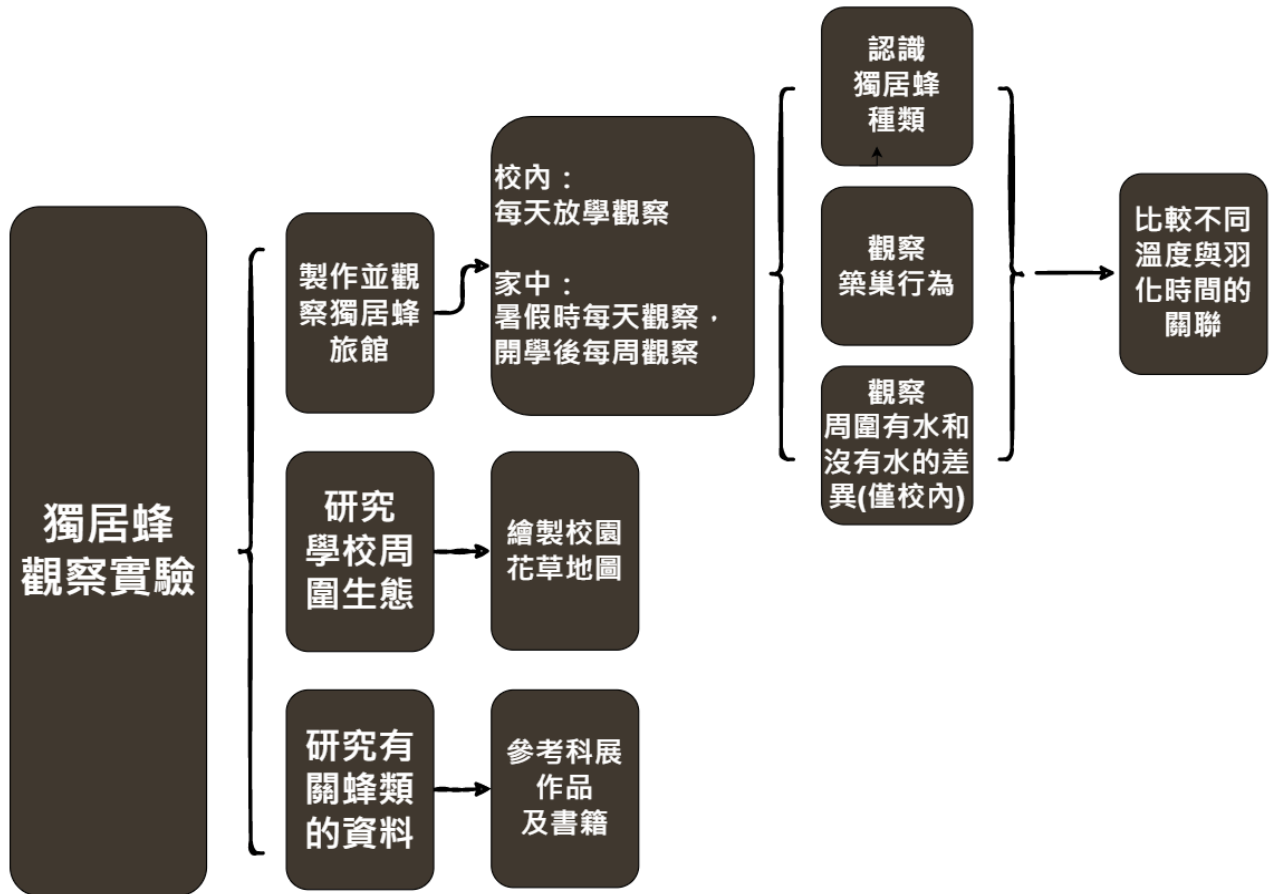
8. 食性觀察箱和引導管使用時的俯視圖。

圖三、食性觀察箱的製作過程



## 參、研究過程或方法

### 一、實驗架構圖



圖四、實驗架構圖

### 二、實驗方法

#### (一)定期觀察

1. 平日下午五點到六點，觀察學校的獨居蜂旅館，以手機拍照記錄竹管內外的狀況。
2. 週末下午三點到四點觀察家中的獨居蜂旅館，以手機拍照記錄。

#### (二)加溫實驗

1. 將收集得到的獨居蜂蛹放在昆蟲飼養箱內，以植物生長箱作為恆溫箱加溫。
2. 觀察獨居蜂的蛻皮方式、羽化過程。

### (三)土塊吸水實驗

- 1.將收集得到的土塊依表面是否有幼蟲分泌的物質分為兩組(下稱有塗料和無塗料兩組)，測量其重量。
- 2.將淺盆裡面放上試管架，用長尾夾把紗網固定在試管架上，並在淺盆裡面倒入過量的水，再把土塊放上去，用大塑膠盆蓋住整個淺盤和試管架。
- 3.測量兩組土塊在吸水前後的重量差異，計算每克土塊吸水重量。
- 4.檢驗兩組數據關係。

## 三、研究學校周圍生態

我透過繪製校園花草地圖，針對學校的環境選擇實驗地點，實際狀況如下：

### (一)選址原因：

甲點代表周圍沒有水源的區域，而乙點代表有充足水源的區域，兩者周圍都有足夠的蜜源，惟蜜源植物不同，我想要藉由這個實驗確認獨居蜂較喜歡在周圍有水的區域，並且會利用水源周圍的泥巴築巢。因此，我預測甲點的獨居蜂築巢的數量會遠小於乙點。

(二)校園花草地圖



圖五、校園花草地圖(僅記錄常見的部分花草樹木)




## 肆、研究結果

### 一、觀察獨居蜂行為及種類

以下是我的觀察研究日誌：

#### (一)家中

我在 6 月 27 日將無賽璐璐片的獨居蜂旅館放於預定地點，並在後續觀察時看到了一些獨居蜂的築巢狀況，一共築了四管，並將重點照片提出整理如下：

照片	敘述
 <p data-bbox="180 1218 699 1261">圖六、家中的獨居蜂旅館的築巢狀況</p>	<p data-bbox="863 728 1310 770">棕泥壺蜂雌蜂正在築巢的模樣。</p> <p data-bbox="863 808 1433 882">由上到下，分別為每個竹管編號為家 1、家 2、家 3、家 4。</p> <p data-bbox="863 891 1441 1010">家 1、家 2 為同一隻雌蜂所產卵，但無法確定家 1、家 2、家 3、家 4 是否為同隻雌蜂所產卵。</p>

而在隔年 2 月 6 日時，我將家中的 4 管用砍刀剖開，觀察到的內容如下：

照片	敘述
 <p data-bbox="180 1984 539 2027">圖七、將竹管砍開的模樣</p>	<p data-bbox="863 1516 1426 1590">家 1 是沒有卵的假巢室，除了土之外空無一物。</p> <p data-bbox="863 1599 1190 1641">家 2 有一個較小的蛹。</p> <p data-bbox="863 1650 1265 1693">家 3 有一個羽化失敗的屍體</p> <p data-bbox="863 1700 1190 1742">家 4 有一個較大的蛹。</p>



圖八、獨居蜂所用的土塊

棕泥壺蜂幼蟲在結蛹時分泌的物質，會黏在管壁及土塊上，使得土塊較為光滑及堅固。

獨居蜂蓋巢所用的土塊，有的看起來較亮，摸起來較堅固、有的較為粗糙。經過文獻參考，該塗料是可能是棕泥壺蜂幼蟲在結蛹時分泌的物質。



圖九、羽化失敗的獨居蜂的屍體以及牠的蛹皮

在家 3 的發現的羽化失敗的獨居蜂的屍體以及牠的蛹皮。

可以看到牠缺少一支前翅，可能是我砍開的時候受損的，或是牠天生就缺少這個部分。

從身長、外觀判斷它應該是棕泥壺蜂雄蜂。

## (二)校內

我在 9 月 24 日將兩個獨居蜂旅館放於預定地點，並在後續觀察時看到了一些獨居蜂的築巢狀況，一共築了兩管，並將重點提出整理如下：

1.棕泥壺蜂會將卵和捕捉到的幼蟲放在最內部，並用泥土將裡面分成數房間，最外層也用泥土封起來。

照片	敘述	編號
 <p data-bbox="181 779 443 813">圖十、乙箱第一管</p>	<p data-bbox="762 360 1219 524">裡面的綠色幼蟲應該是捲葉蛾的幼蟲，同陸聲山等(2016)所觀察到，蝶羸的幼蟲以鱗翅目幼蟲為食。</p> <p data-bbox="762 562 1190 645">透過透明片可以看到裡面的牆壁是用泥土糊起來的。</p>	<p data-bbox="1241 360 1406 443">乙箱第一管 (簡稱乙一)</p>
 <p data-bbox="181 1265 475 1299">圖十一、乙箱第二管</p>  <p data-bbox="181 1720 373 1753">圖十二、家 2</p>	<p data-bbox="762 846 1190 929">獨居蜂利用泥土所蓋的半月形窄門。</p> <p data-bbox="762 967 1114 1001">家中和學校內都有出現。</p>	<p data-bbox="1241 846 1433 969">1.乙箱第二管 (簡稱乙二) 2.家 2</p>



	<p>觀察到獨居蜂雌蜂正用顎銜著泥土塊，要去蓋乙二。透過觀察外觀，推測牠是棕泥壺蜂。</p>	<p>乙二</p>
---	--	-----------

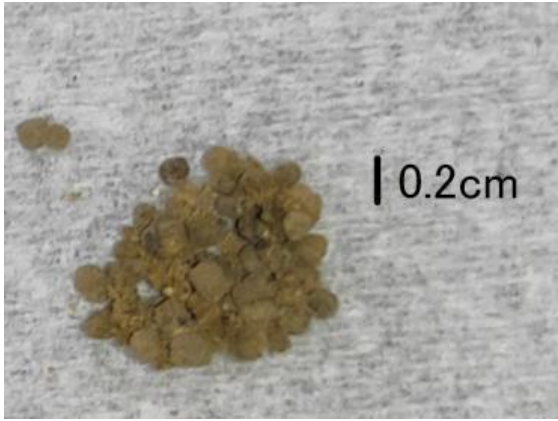
圖十三、獨居蜂雌蜂正用顎銜著泥土塊

2.棕泥壺蜂的幼蟲會吸食裡面獵物的體液，還會因為吃的獵物的顏色而改變體色，同陳抒函等(2017)所提到。

照片	敘述	編號
	<p>右邊的綠色的蟲是吃了許多綠色捲葉蛾幼蟲而改變體色的棕泥壺蜂幼蟲。</p>	<p>乙一</p>
	<p>棕泥壺蜂的幼蟲有辦法將造成體色改變的物質代謝掉。</p>	<p>乙一</p>

圖十四、綠色的乙一幼蟲

圖十五、白色的乙一幼蟲

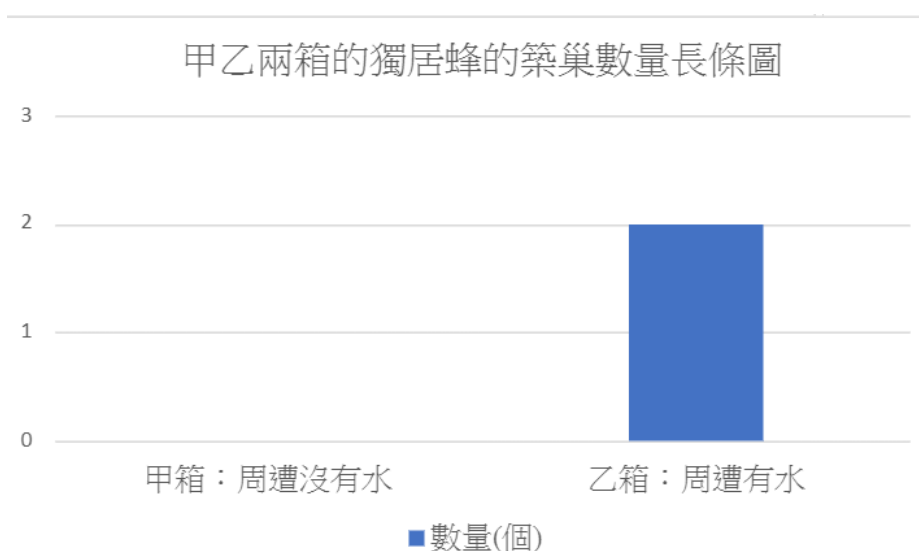
 <p>圖十六、乙一幼蟲的糞便</p>	<p>打開竹管後，發現這可能是棕泥壺蜂的幼蟲的糞便。</p>	<p>乙一</p>
--	--------------------------------	-----------

### 3.棕泥壺蜂的結蛹狀況

照片	敘述	編號
 <p>圖十七、乙一結蛹的樣子</p>	<p>棕泥壺蜂的幼蟲結蛹後，便會維持這個模樣，通常會等到 5 月後才破蛹而出。此時發現管壁變得不透明，同吳采頤等 (2018)觀察到管壁變黃，幼蟲變扁平、不光滑、不太活動有皺褶的狀況。</p>	<p>乙一</p>
 <p>圖十八、乙一的半透明物質</p>	<p>將透明片撕開時，透明片上黏了一層物質，正是造成管壁變黃、不透明的主因。</p>	<p>乙一</p>

## 二、研究獨居蜂築巢地點的偏好

本次實驗於校內收集到的蜂蛹總共兩隻，皆為棕泥壺蜂。經過校園花草地圖的觀察，我發現在秋冬時，學校內的蜜源和花粉源植物不夠充足，僅有生態池後面有許多的大花咸豐草可以提供蜂類充足食物和水源，讓棕泥壺蜂可以製作濕泥土築巢，並提供獨居蜂繁殖幼蟲所需的食物。因此，獨居蜂更偏好在周遭有水的生態池周遭築巢繁衍(乙箱)，而不是周遭沒有水的警衛室附近(甲箱)，如(圖十九)所示。



圖十九、甲乙兩箱的獨居蜂的築巢數量長條圖

## 三、研究獨居蜂在特定溫濕度下的羽化狀況

多數在臺灣的蜾蠃，有越冬習性，適當活動季節多為春季至夏秋季。(陸聲山等，2016)，因此我想了解溫度和時間何者對獨居蜂的羽化影響較大。而我目前累計有 4 個獨居蜂的前蛹，皆已過冬。

	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
氣溫(°C)	17	17.7	20.1	23.5	26.4	28.1	28.9	28.4	27.8	25.5	22.6	18.7
相對濕度(%)	74.4	75.2	74.6	75.1	75.7	76.2	74.9	77.4	74.3	70.8	72.4	72.6

圖二十、台中月平均氣溫、相對溼度(資料來源：交通部中央氣象局，2020)

參考氣象資料後，我以植物生長箱作為恆溫箱，模擬 5 月時的溫度 27°C，相對濕度 75%，自 2 月 7 日上午 10 點開始，將家 2、家 4、乙一放置在同一個昆蟲飼養箱加溫。確認每個都活著之後，2 月 9 日下午 4 點將乙二拿出，其他繼續放置在恆溫箱內。




(一)加溫羽化時，我得到的實驗數據如下：

溫度(°C)	相對濕度(%)	蛻去前蛹蛹皮時間
27°C	75%	16.00±5.57 天

透過比較乙一和乙二的狀況，得知獨居蜂的蛹可以透過加溫提早羽化，因此推論溫度對於獨居蜂羽化的影響大於時間。

(二)加溫羽化時，我觀察得到的重點整理如下：

1.棕泥壺蜂的前蛹會扭動腹部，蛻去前蛹蛹皮。

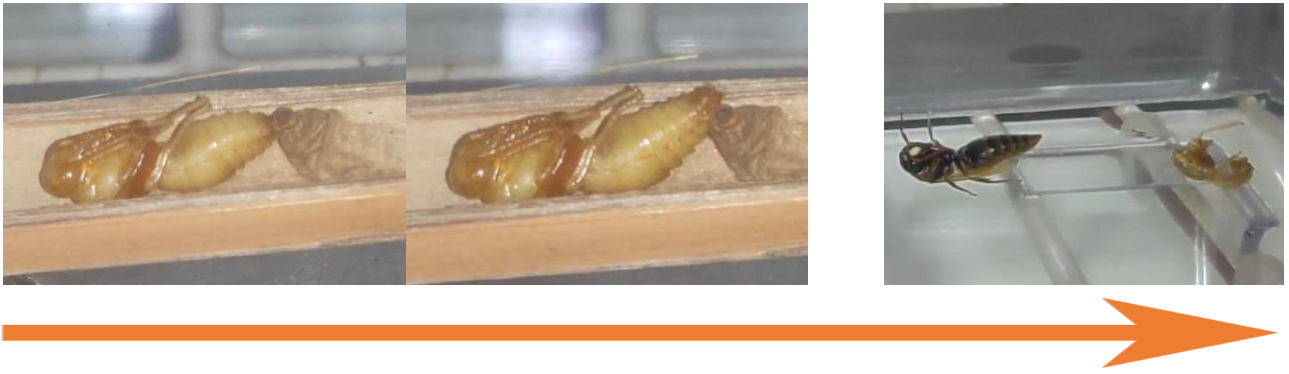
照片	敘述	編號
 <p>圖二十一、扭動到竹管外的家 4</p>	<p>早上 10 點打開時植物生長箱時，家 4 突然出現竹管外。昨天下午有確認每一個都在竹管內，才放回植物生長箱加溫，推測棕泥壺蜂的前蛹可能會自行扭動。</p>	<p>家 4</p>



圖二十二、家 4 的扭動狀況

經過觀察，每個前蛹都會稍微扭動腹部，以蛻去前蛹蛹皮。

2.棕泥壺蜂的後蛹會扭動腹部，蛻去後蛹蛹皮。



圖二十三、乙一的扭動狀況

經過觀察，每個後蛹都會扭動腹部，以蛻去後蛹蛹皮。

3.棕泥壺蜂的羽化步驟。

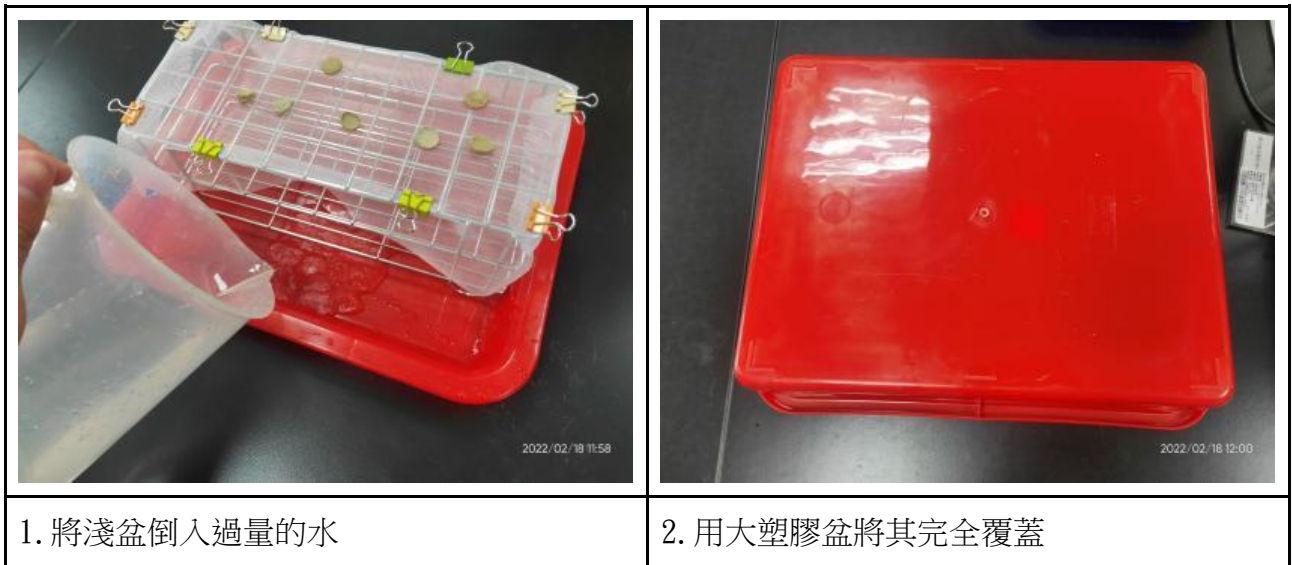
總結前面幾點，棕泥壺蜂的羽化步驟應為：

		
<p>1.蛻去前蛹蛹皮，已經可大致分出頭胸腹三節、翅膀輪廓。</p>	<p>2.眼睛變黑，腹部開始變細。</p>	<p>3.腹部變得更細，且翅膀變得更加明顯。</p>
		
<p>4.身體器官越來越完整，身上顏色變得更深。</p>	<p>5.扭動腹部蛻去後蛹蛹皮，此時仍然還不會飛，也不會平衡身體、翻身。</p>	<p>6.等到翅膀長好，身體能平衡後，就算成蟲了。</p>

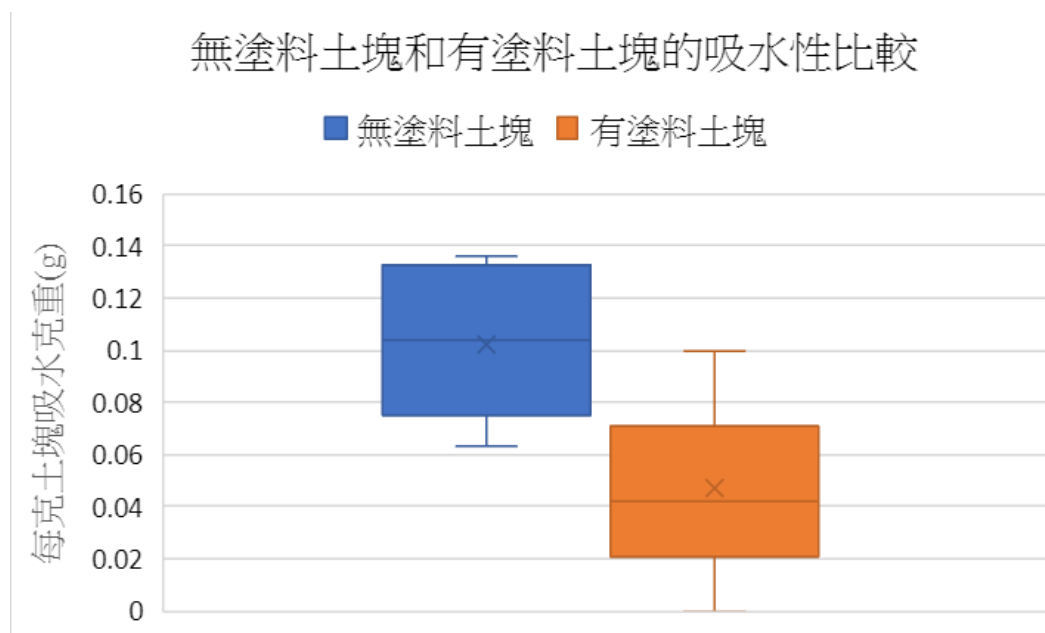
圖二十四、棕泥壺蜂的羽化步驟

#### 四、研究棕泥壺蜂的特殊塗料的作用

棕泥壺蜂會的幼蟲在結蛹時會分泌物質，在巢室隔間和管壁上塗上一層特殊的塗料，使整個土塊看起來較為光滑，感覺較為堅固。由於不清楚這麼做的目的，我猜測牠可能是想防止濕氣進入，避免竹管內溫度受到影響，因此我想測試塗上他的塗料的土塊的吸水能力，因此我將每個竹管收集到的土塊置於濕度 100%的環境，測試吸水能力。



圖二十五、土塊吸水實驗步驟



圖二十六、無塗料土塊和有塗料土塊的吸水性比較

經過實驗後發現，有塗料土塊的吸水能力較無塗料的差，推論該塗料具備些微防潮的功能，可以使巢室內的蛹不容易受到外面濕氣的影響。

## 五、食性觀察箱

本次實驗中，製作了一個食性觀察箱，要用以觀察獨居蜂對花粉和花蜜的喜好程度，並量化獨居蜂的食量。食性觀察箱之設計理念為：讓蜂類單純以嗅覺分辨花粉和花蜜，並在兩者當中做出選擇。從開口到四個餵食孔的距離相等，避免獨居蜂由距離作選擇的可能，而中間的牆壁則是用來觀察獨居蜂的路徑選擇。四個餵食孔旁邊皆有開口可以放置手機，以近距離觀察獨居蜂進食時的模樣。



雖然後來因昆蟲飼養箱的孔洞過大，導致兩隻棕泥壺蜂逃出，無法對其進行觀察，但若未來能成功收集羽化成功的獨居蜂，將以此食性觀察箱進行後續實驗。



## 伍、討論

經過了上述的觀察和實驗，我發現了一些問題值得討論，如下：

### 一、假巢室的出現

棕泥壺蜂偶爾會築假巢室，有可能是不讓其他雌蜂來產卵及分散卵被掠食者侵犯的風險，但這仍有待繼續觀察探討（吳采頤等，2018）。在整段觀察紀錄當中，家中的獨居蜂旅館觀察到一個假巢室，而學校內並沒有出現，可能代表學校的環境裡面沒有針對蜂類的掠食者，或是沒有其他雌蜂來爭奪築巢的竹管。

### 二、共同的禦敵行為

吳采頤等 (2018) 提到，黃紋短腰蜾蠃會先築一個窄門，來降低獵物被寄生的風險。也就是說，雖然兩者的主要築巢材料不同，棕泥壺蜂使用泥土，而黃紋短腰蜾蠃使用樹脂，棕泥壺蜂可能跟同為胡蜂科的黃紋短腰蜾蠃有著類似的禦敵行為。

### 三、羽化失敗的可能原因

將家中的竹管砍開時，出現了一個羽化失敗的棕泥壺蜂的屍體，而我想探討牠無法成功羽化的可能原因，以下為我的結果推測：

(一)土太厚，獨居蜂沒有足夠的力氣。

砍開時，可以看見還有許多的土是結成塊狀的，這代表土沒有被挖開，只是被我砍開的時候碎裂而已。可能牠沒有力氣挖開所有的土，最後餓死在裡面。

(二)在天氣寒冷的情況下羽化，導致失溫而死。

棕泥壺蜂的主要築巢期間是 5 月到 9 月，而卵到羽化的天數是 20 到 30 天(吳采頤等，2018)。而該雌蜂來產卵時已經到 9 月了，如果在這時候羽化，可能會因為天氣寒冷失溫而死。因此有些蛹會選擇越冬，如同家中和學校的其他蛹。

## 陸、結論

- 1.獨居蜂偏好在周圍有水的環境築巢。
- 2.推測棕泥壺蜂的幼蟲在校園內是以捲葉蛾幼蟲為主要食物。
- 3.獨居蜂之間可能有共同的禦敵行為，像是築窄門。

- 4.棕泥壺蜂羽化失敗可能是因為土太厚挖不開，或者在寒冷的天氣下羽化，導致失溫而死。
- 5.溫度對於棕泥壺蜂羽化的影響程度大於時間的影響程度
- 6.棕泥壺蜂的幼蟲所分泌於巢室內的塗料可能具有些微防潮功能。

## 柒、參考文獻資料

- 1.交通部中央氣象局（2020）•台北市•氣候月平均•取自  
<https://www.cwb.gov.tw/V8/C/C/Statistics/monthlymean.html>
- 2.吳采頤、吳明盡、林奕然、徐諾（2018）•〈中華民國第 58 屆中小學科學展覽會 080310 獨行俠的神祕生活——五種獨居蜂築巢行為及成長習性之探討〉
- 3.陳抒函、施旻姩（2017）•〈中華民國第 57 屆中小學科學展覽會 030311 麻醉大師--壺蜂麻醉獵物的策略與幼蟲捕食間關係〉
- 4.陸聲山（2015 年 11 月 24 日）•螺贏的生態哲學•環境資訊中心•取  
<https://e-info.org.tw/node/111634>
- 5.陸聲山、葉文琪、宋一鑫（2016 年 9 月 1 日）•〈臺灣雲嘉地區農林環境之借坑性築巢蜂類物候及群聚分析〉•*台灣昆蟲*•36 卷 3 期 (2016 / 09 / 01) • P107 - 123
- 6.羅兆珩、羅思果（2014）•〈中華民國第 54 屆中小學科學展覽會 030307 「竹」巢高手—探討影響棕泥壺蜂築巢因子〉
- 7.COME BACK to ME（2017 年 10 月 26 日）•【舞春的食農科普】城市裡的寶可夢：獨居蜂•農傳媒•取自 <https://www.agriharvest.tw/archives/18407>
- 8.Hisamatsu M, Suzuki K. 1988. Habits of some Eumenid wasps. Bull Fac Edu Chiba Univ 36: 83-92. (in Japanese)
- 9.Zurbuchen, A., Landert, L., Klaiber, J., Müller, A., Hein, S. & Dorn, S. 2010. Maximum foraging ranges in solitary bees: only few individuals have the capability to cover long foraging distances. *Biological Conservation* 143(3): 669–676. doi: 10.1016/j.biocon.2009.12.003

## 【評語】 052707

本研究主要是利用觀察紀錄的方式，呈現獨居蜂的築巢狀態以及羽化過程。審查委員對本研究有以下的問題、建議：

1. 從本作品的撰寫，並不知道此研究的主要假說為何？從對文獻的回顧和對研究背景的介紹中，也無法清楚得知本研究欲回答的問題為何。
2. 本研究似乎有以下的實驗設計：築巢箱設置的地點分為有水源跟沒有水源，以及土塊塗料的有無。然而，作者並未清楚說明選擇操弄這兩個變項的原因，對於相關結果的呈現也不夠清楚（例如：圖 26 的結果應有更清楚的說明）。
3. 作者有提及築巢的分泌物具有防潮的效果，這與此研究的相關性為何？有何重要性？另外，假如要看溫度對於羽化的影響的話，實驗設計應該是將蛹置入不同溫度環境的培養箱中觀察其羽化時間和影響，而不是僅僅與常溫下的環境做比較。
4. 延續以上的意見，本研究比較像是觀察報告，而不是透過系統性地操弄，來驗證研究假設。另外，由於本研究的樣本數很少，會影響其結果的意義和價值。
5. 作者最後將本研究觀察到的差異，做了一些可能的解釋與討論，但其見解為事後的詮釋，有可能流於主觀，和理論或實徵資料未必一致，也沒有獲得有力的支持。

## 作品簡報



行為與社會科學科

高級中等學校組

獨居蜂的築巢行為

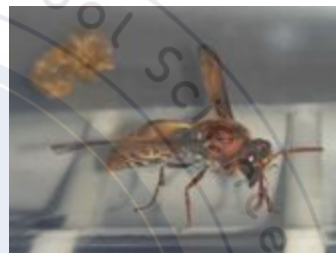
以及羽化觀察、影響羽化的因素之探討



# 前言—— 認識獨居蜂



圖一、蜜蜂[1]



圖二、棕泥壺蜂



圖三、虎斑泥壺蜂[2]

- 1.在擁有超過兩萬多種的蜂族中，有**85%以上的物種是獨居蜂**。
- 2.不同於蜜蜂和虎頭蜂等社會性蜂類，獨居蜂具有獨棲性，並沒有社會性分工的行獨居蜂的覓食距離都在1500公尺以下，最短的甚至只有100公尺，表示**獨居蜂的生態十分容易受到環境影響**。
- 3.獨居蜂並不會生產蜂蜜，但成蟲全以花粉和花蜜為食，且可依幼蟲的食性，大致分為吃花粉和吃肉的兩類。

★獨居蜂經常在生態中扮演著**傳播花粉**以及**生物防治**的角色★

# 架構圖



## 研究目的

1. 獨居蜂的築巢行為以及其材料
2. 獨居蜂子代的食物
3. 觀察獨居蜂在特定溫濕度下的羽化行為

圖四、實驗架構圖

# 研究過程：

## 一、製作、觀察獨居蜂旅館



圖五、獨居蜂旅館製作過程



圖六、觀察獨居蜂旅館

### (一)定期觀察

以手機拍照記錄竹管內外的狀況。

### (二)加溫實驗

- 1.將收集得到的獨居蜂蛹放在昆蟲飼養箱內，以植物生長箱作為恆溫箱加溫。
- 2.觀察獨居蜂的蛻皮方式、羽化過程。

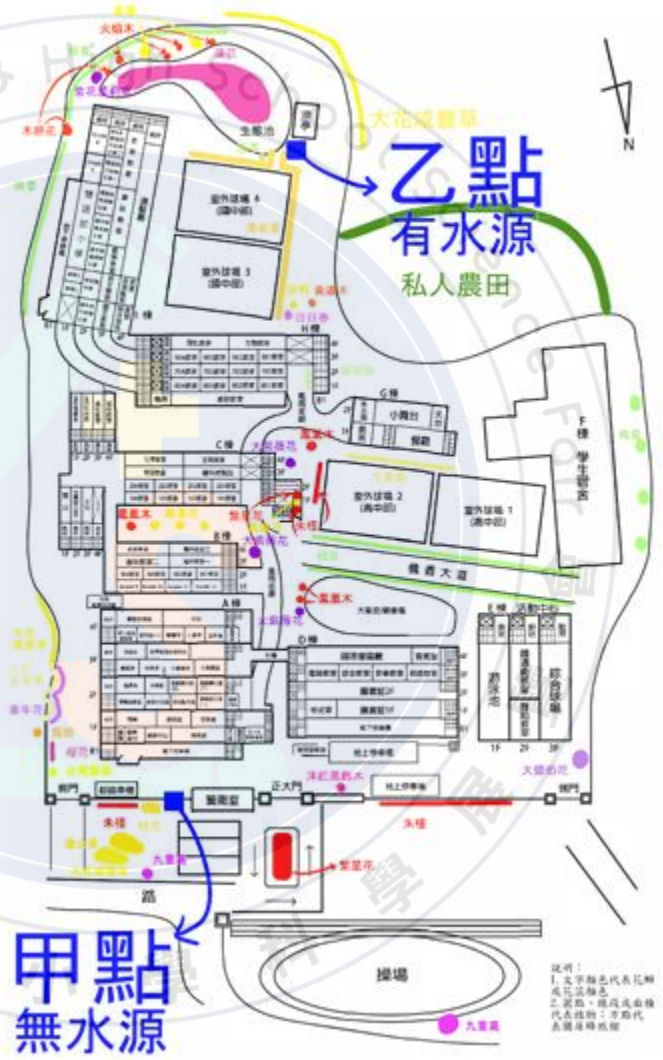


# 研究過程：

## 二、繪製校園花草地圖

透過繪製校園花草地圖認獨居蜂旅館的擺放位置是否合宜

甲點和乙點周遭，最大的差異是有無水源  
乙點周遭的水源是生態池



圖七、校園花草地圖



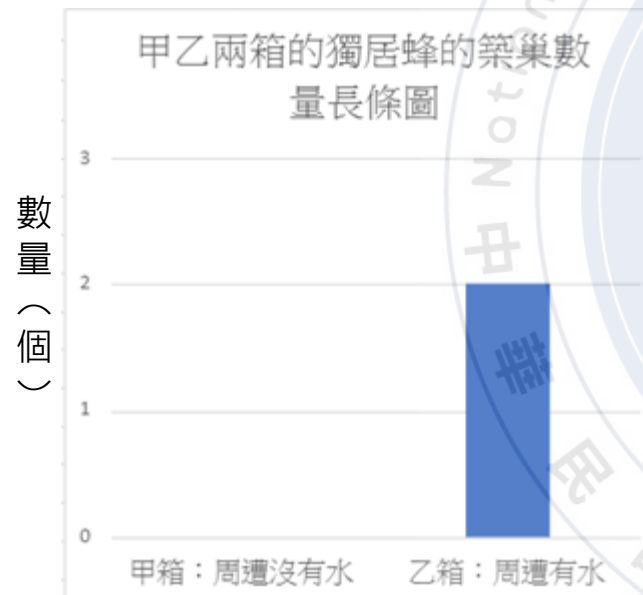
圖八、乙點擺放位置



圖九、甲點擺放位置

# 研究結果

## 1. 獨居蜂偏好在周圍有水的環境築巢，其子代在校內以捲葉蛾幼蟲為主食



圖十、甲乙兩箱的獨居蜂的築巢數量長條圖



圖十一、乙箱的棕泥壺蜂雌蜂正在築巢，口中銜著濕泥土



圖十二、乙箱第一管的棕泥壺蜂幼蟲以捲葉蛾幼蟲為食。

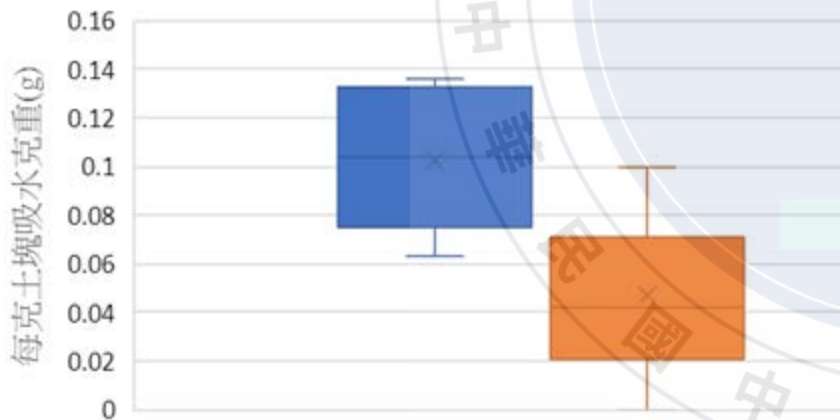
# 研究結果

## 2. 棕泥壺蜂的幼蟲所分泌於巢室內的塗料

可能具有些微防潮功能

無塗料土塊和有塗料土塊的吸水性比較

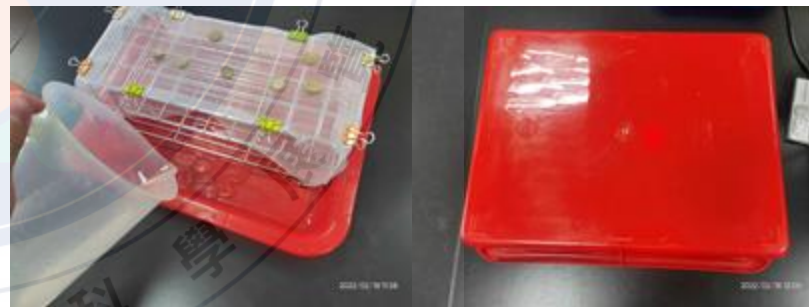
■ 無塗料土塊 ■ 有塗料土塊



圖十三、無塗料土塊和有塗料土塊的吸水性比較圖



圖十四、棕泥壺蜂會的幼蟲在結蛹時所分泌的物質



圖十五、將土塊放置在100%濕度的環境下測試吸水性



# 研究結果

## 3.獨居蜂之間可能有共同的禦敵行為

吳采頤、吳明盡、林奕然、徐諾 (2018) 提到「黃紋短腰蜾蠃會先築一個窄門，來降低獵物被寄生的風險。」也就是說，雖然兩者的主要築巢材料不同，棕泥壺蜂使用泥土築窄門，而黃紋短腰蜾蠃使用樹脂，棕泥壺蜂可能跟**同為胡蜂科**的黃紋短腰蜾蠃**有著類似的禦敵行為**。



圖十六、乙箱第二管

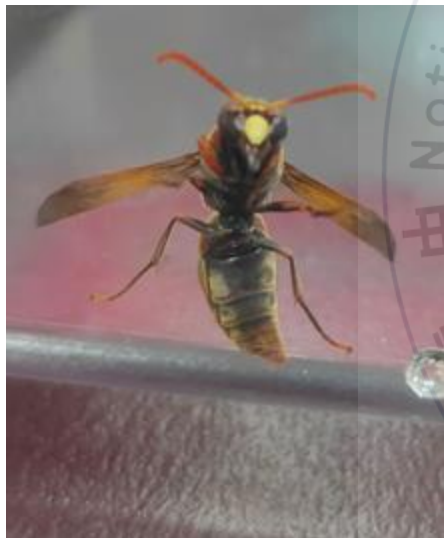


圖十七、家中第二管



# 研究結果

## 4.溫度對於棕泥壺蜂羽化的影響程度大於時間的影響程度



圖十七、左：乙一。右：乙二。

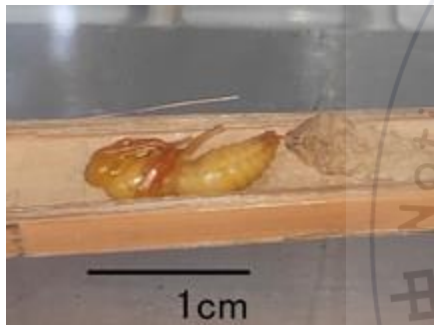
乙一和乙二的巢室被築好只相差一天，但乙一因為放在恆溫箱加熱，故提早羽化於三月，而正常情況下棕泥壺蜂應該會在夏秋季羽化。



圖十八、以植物生長箱作為恆溫箱

# 研究結果

## 5. 觀察棕泥壺蜂的羽化過程



1. 蛻去前蛹蛹皮，已經可大致分出頭胸腹三節、翅膀輪廓。



2. 眼睛變黑，腹部開始變細。



3. 腹部變得更細，且翅膀變得更為明顯。



4. 身體器官逐漸完整，顏色變深。



5. 扭動腹部蛻去後蛹蛹皮，此時身體仍然平衡、難以翻身。



6. 等到翅膀長好，身體能平衡後，就算成蟲了。

圖十九、  
棕泥壺蜂的羽化過程

# 結論

- 1.獨居蜂偏好在周圍**有水的環境**築巢，其子代在校內以捲葉蛾幼蟲為主食
- 2.棕泥壺蜂的幼蟲所分泌於巢室內的塗料可能具有些微**防潮功能**
- 3.獨居蜂之間可能有**共同的禦敵行為**，例如：築窄門。
- 4.**溫度**對於棕泥壺蜂羽化的影響程度大於時間的影響程度

# 討論

棕泥壺蜂偶爾會築**假巢室**，有可能是**不讓其他雌蜂來產卵及分散卵被掠食者侵犯**的風險。在整段觀察紀錄當中，家中的獨居蜂旅館觀察到一個假巢室，而學校內並沒有出現，可能代表**學校的環境裡面沒有針對蜂類的掠食者，或是沒有其他雌蜂來爭奪築巢的竹管。**

# 未來展望

推廣自製獨居蜂旅館，幫助獨居蜂築巢繁衍，減少害蟲對於農作物收成的影響，達到**生態防治**的作用。

## 參考文獻

- 1.吳采頤、吳明盡、林奕然、徐諾 ( 2018 ) • 〈中華民國第 58 屆中小學科學展覽會 080310 獨行俠的神祕生活 —— 五種獨居蜂築巢行為及成長習性之探討〉
- 2.陳杼函、施旻妘 ( 2017 ) • 〈中華民國第 57 屆中小學科學展覽會 030311 麻醉大師--壺蜂麻醉獵物的策略與幼蟲捕食間關係〉
- 3.陸聲山 ( 2015 年 11 月 24 日 ) • 蝶贏的生態哲學•環境資訊中心•取自<https://e-info.org.tw/node/111634>
- 4.陸聲山、葉文琪、宋一鑫 ( 2016 年 9 月 1 日 ) • 〈臺灣雲嘉地區農林環境之借坑性築巢蜂類物候及群聚分析〉• *台灣昆蟲* • 36卷3期(2016/09/01) • P107 - 123
- 5.羅兆珩、羅思果 ( 2014 ) • 〈中華民國第 54 屆中小學科學展覽會 030307 「竹」巢高手 - 探討影響棕泥壺蜂築巢因子〉
- 6.COME BACK to ME ( 2017 年 10 月 26 日 ) • 【舞春的食農科普】城市裡的寶可夢：獨居蜂•農傳媒•取自<https://www.agriharvest.tw/archives/18407>
- 7.Zurbuchen, A., Landert, L., Klaiber, J., Müller, A., Hein, S. & Dorn, S. 2010. Maximum foraging ranges in solitary bees: only few individuals have the capability to cover long foraging distances. *Biological Conservation* 143(3): 669–676. doi: 10.1016/j.biocon.2009.12.003

圖片來源：

[1]蜜蜂：<https://www.natgeomedia.com/e-mag/environment/content-385.html>

[2]虎斑泥壺蜂：<https://blog.xuite.net/m49.k5083/twblog/153767689>