

# 偉大的工程－泥蜂媽媽的育嬰房

## 國中組生物科第三名

台北市立桃源國民中學

作者：謝宗憲、陳威宇、劉純怡、陳姿樺

指導教師：陳麗美

### 一、研究動機

84 年 9 月 25 日上午 10 時打開體育器材室大門，赫然發現門角邊有一個被門撞破的土塊，土塊邊還躺著數條毛毛蟲，大家很好奇；那到底是什麼東西？是誰建造的？毛毛蟲為什麼跑來這裡？……一大堆問題也隨之產生。我們也去查詢許多資料，只知道這可能是一種狩獵蜂的窩。國內目前為止還少有人對牠詳細研究，於是我們在老師協助下開始探討，希望能為這些問題找到答案。

### 二、研究目的

我們查閱資料並請教專家後，初步認為這可能是泥蜂（狩獵蜂的一種）的育嬰房；我們希望經由測量與觀察了解以下問題：

- (一)巢的結構和佈置是什麼樣子？
- (二)毛毛蟲和泥蜂巢有什麼關係？
- (三)泥蜂媽媽如何建造牠的育嬰房？
- (四)泥蜂媽媽的小 Baby 是如何發育？
- (五)其他觀察過程中想到的新問題。

### 三、研究設備

- |          |          |          |
|----------|----------|----------|
| (一)照相機。  | (二)顯微鏡。  | (三)三樑天平。 |
| (四)直尺。   | (五)鑷子。   | (六)刀片。   |
| (七)刮刀。   | (八)盒子。   | (九)酒精。   |
| (十)棉花。   | (十一)昆蟲針。 | (十二)展翅台。 |
| (十三)樟腦丸。 | (十四)培養皿。 |          |

### 四、研究過程

9 月 25 日到 10 月 13 日期間利用午休去躲在器材室觀察，記錄泥蜂媽媽築巢

的方法和進度。10月13日後，因巢已連續一星期沒變化，又怕每天人來人往踏壞，所以用刮刀將巢取下，移入鋪紙的塑膠盒內，11月22日及23日陸續孵化出5隻成蟲。之後我們又在另一處屋簷下發現另一空泥蜂巢（可能是不同種但卻相近的泥蜂），我們也一併測量，現將不同階段研究工作分述如下：

(一)民國84年9月25日～10月13日間主要進行下列觀察：

1. 測量巢外觀的長、寬、高。
2. 測量不同位置巢壁厚度。
3. 稱量蜂媽媽搬運的小土球濕重量。
4. 記錄蜂媽媽特徵及築巢速度與步驟。
5. 觀察蜂媽媽對被門角刮破或被螞蟻搬走獵物的巢有何反應。
6. 試驗泥蜂媽媽能否辨別自己的巢。
7. 追蹤蜂媽媽運土方向。
8. 分析蜂巢建築材料。
9. 記錄毛毛蟲種類與數量。
10. 尋找相關書籍和資料。

(二)民國84年10月14日～85年1月31日期間主要進行下列工作：

1. 觀察蜂卵發育過程。
2. 觀測巢內壁的厚度及巢室配置。
3. 稱量小泥球及巢乾重量，計算蜂媽媽築巢時的運土次數。
4. 利用蜂體重及泥球濕重量估算蜂媽媽的搬運力。
5. 製做孵化成蜂標本。
6. 檢查巢內糞便成份，確定排糞主人。
7. 比較水和泥蜂唾液對巢堅固性的影響。
8. 拜訪台大和林試所老師，討論未決問題並鑑定成蟲性別。

## 五、研究結果和討論

(一)巢的結構和形態

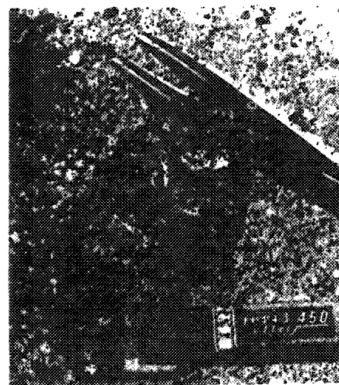
我們研究的泥蜂巢為多室結構，以泥土建造，直接建於平面基地上，（有些泥蜂只會在三度空間角落築巢），大小如雞蛋，兩個泥蜂巢如圖(一)-a～d所示。蜂巢大小測量結果如表(一)所示。

器材室的巢原為雙層建築，但每次開門就會刮破上層，而泥蜂媽媽也前後三次重築上層巢室，但補築三次後終於放棄而形成單層的巢。泥蜂巢內每一室可孵育一個卵，每室內部空間大約相似，但形狀不一定相同。屋簷下的巢因為沒有採集到成蟲，故無法判斷是否和器材室的蜂同種，也因樣本太

少，所以無法確定每一種泥蜂築巢時，其巢室的排列方式是否有特定模式；但可確定的是泥蜂媽媽雖只是一隻小小昆蟲，卻有能力建造精準的巢室。



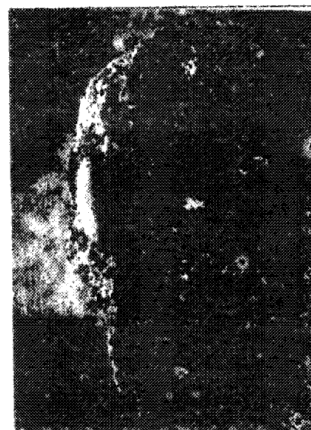
圖(一)－ a 器材室的泥蜂巢頂面觀



圖(一)－ b 器材室的泥蜂巢底面觀


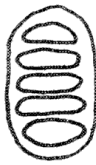


圖(一)－ c 屋簷下泥蜂巢頂面觀



圖(一)－ d 屋簷下泥蜂巢底面觀

表(一)：兩個泥蜂巢的基本資料

觀測項目 \ 巢 別	器 材 室 的 巢	屋 簷 下 的 巢
長×寬×高 (公分)	8 × 4.5 × 1.5	7.9 × 4 × 3
巢 室 配 置	單層，一層共 6 室	雙層，下層有 5 室，上層有 3 室，共有 8 室
巢室壁的厚度 (公分)	0.2 ~ 0.8 不等，有些地方厚，有的地方薄	同樣約 0.2 ~ 0.7 不等，外圍壁較厚
各巢室的排列方式		

## (二)毛毛蟲和蜂巢的關係：

泥蜂媽媽築好巢後會在每一室產一個卵，之後就出去捕捉獵物放入巢室作為幼蟲發育的食物，我們就下列幾項來說明研究結果。

### 1. 築一個巢要捉多少隻毛毛蟲？

根據記錄，每一室會放置 3 ~ 4 隻毛毛蟲，如果以一個有 8 室的巢估算，約需 30 隻左右的毛毛蟲，而一隻泥蜂一生可能捕捉 500 隻以上毛毛蟲。

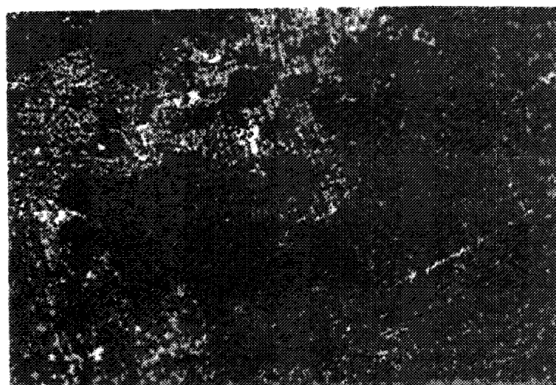
### 2. 蜂巢內的毛毛蟲是活的還是死的？

根據以下觀察，我們確定巢室內的毛毛蟲是活的 ——

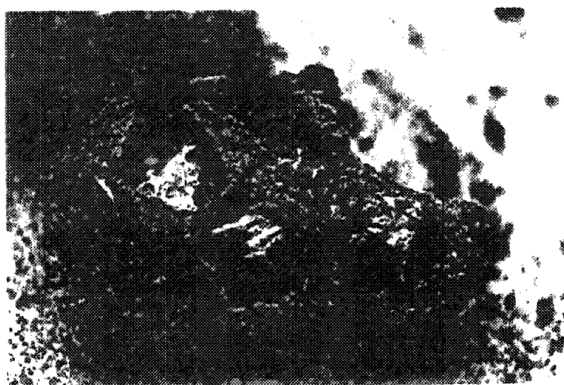
①因巢室破壞而裸露的毛毛蟲在碰觸牠時，身體會輕微扭動。

②各巢室內的黑色顆粒狀糞便內含維管束中的導管細胞，證明糞便為草食性毛蟲所排放，而關在巢室內的毛蟲應仍有生命，否則不會排便。

根據查閱資料得知，狩獵蜂捉到獵物後只將獵物麻醉，而並不殺死獵物，以供應幼蟲發育期間有新鮮食物可用。



圖(二)泥蜂巢中的獵物都是尺蠖蛾



圖(三)泥蜂巢室內有毛毛蟲排的糞便

### 3. 獵物的種類是一種還是多種？

資料顯示，有些狩獵蜂會獵捕多種不同獵物，而有些種類則專門捕捉某一種生物，我們發現的這種泥蜂，則只看到牠捕獵同一種尺蠖蛾的幼蟲。

## (三)泥蜂媽媽的偉大築巢工程：

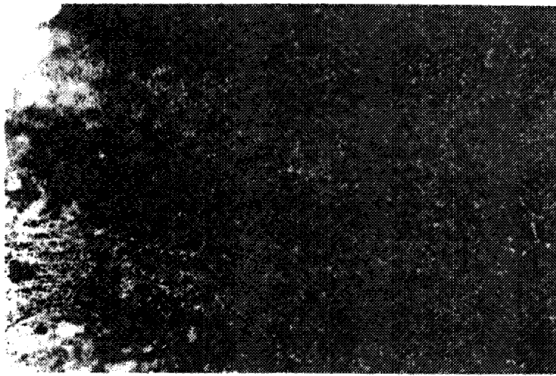
觀察泥蜂媽媽的築巢工作是十分感人的，他會飛到有水的地方吸水，再將唾液混合泥土形成小球，用嘴和前腳夾帶回工地，再用口器和腳來建築它的巢室，以下是我們觀測的結果：

### 1. 泥蜂媽媽的築巢步驟為何？

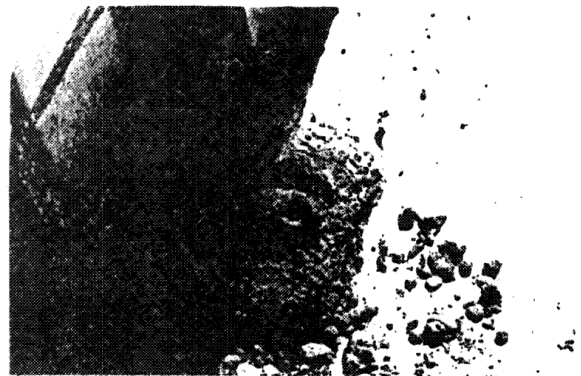
- (1)以地面為底先蓋一個個陶甕狀的巢室，此時巢室的壁厚約 0.2 公分。
  - (2)每蓋好一巢室就在室內產一個卵，並開始去捕捉獵物，食物存夠後則將巢室口封閉，再續蓋其他室，而完成下層巢室。
  - (3)將各巢室外圍用泥土修飾，使巢室壁加厚，外表也更平整。
  - (4)再接著蓋上層巢室，也是一個個產卵，封貯獵物。
  - (5)最後再做全巢整體修飾，此時外圍的壁甚至可厚達 0.8 公分。
- 我們猜想這樣的築巢步驟可能有下列好處：

- ①若築巢工作中途受阻，已完工巢室中的幼蟲仍有發育機會。
- ②貯存好一巢室就封口，避免螞蟻或其他天敵趁機奪取獵物。
- ③修飾工作使巢有更好的堅定性和隱藏性。

我們也觀察到他種泥蜂的不同修飾風格，有不平整的甚或不修飾，其對族群的意義值得進一步探討。



圖(四)－ a 以地面為底開始建一甕狀巢室



圖(四)－ b 下層完成再築上層



圖(四)－ c 巢室以地為底

## 2. 築巢的材料是什麼？

我們發現泥蜂巢的泥土是砂質含量頗重的泥土，可是被雨水浸濕後只是巢稍軟卻不崩坍。我們猜想是否泥蜂的唾液比水更能使泥壁堅固？所以用水加巢的泥沙和好用手塑型，結果乾燥後的壁組織十分鬆散，由此推想，泥蜂唾液中的某些成分可能是築巢不可缺少的材料。另外我們推想砂質泥土築巢可能有下列因素：

- ①有助於巢室的通氣。
- ②較易乾燥，縮短建巢時間。
- ③成蟲較易破巢而出，因壁的堅韌度比黏土質土壤低。

## 3. 泥蜂媽媽一次可以背負多少重量的泥土回巢？

我們收集到 2 個泥蜂媽媽搬運的小泥球，分別重 0.24 克和 0.203 克，而泥蜂媽媽的體重約 0.37 克，據此計算泥蜂媽媽可背負牠體重 65% 的重物飛行，而文獻曾指出，有些狩獵蜂可背負體重 2 倍以上獵物回巢，真是大力士昆蟲。

## 4. 泥蜂媽媽築一個巢，須搬運多少次泥土？

器材室的巢包括 3 次修補時搬運的泥土共重 74.03 克，而乾燥的小泥球分別為 0.2 克、0.17 克，據此估計可得下表：

表(二)築巢運土次數估計表

巢的類別	乾燥的巢重(克)	以小泥球乾重量(0.2 克及 0.17 克)估算的搬運次數
器材室的巢	74.03	最大值 $74.03 \div 0.17 \approx 435$ 次 最小值 $74.03 \div 0.2 \approx 370$ 次
屋簷下的巢	44.59	最大值 $44.59 \div 0.17 \approx 262$ 次 最小值 $44.59 \div 0.2 \approx 223$ 次

我們估計泥蜂建造一個巢約需搬運 230 ~ 400 次的泥土，對一隻小小昆蟲而言，實在不是小數目。

## 5. 泥蜂媽媽建一個巢要花多少時間？

記錄顯示：

9 月 22 日下午 3:30 以後器材室關閉，此時尚無蜂巢蹤跡。

9 月 25 日上午 10:00 已築到第二層的第二巢室，但打開門撞壞了上層的兩室。

9 月 26 日上午 10:00 又補築 2 室，開門後再被破壞。

9月27日中午12:00又補築1.5個室，當天又再被門撞破。

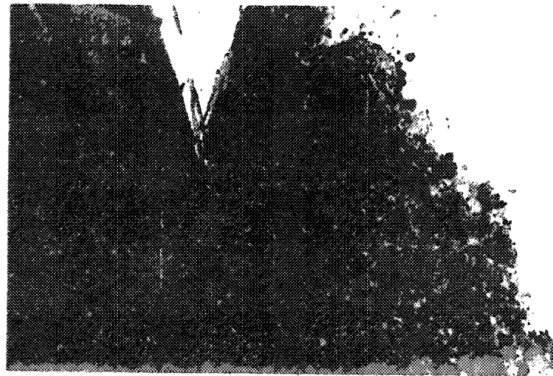
9月28日中午12:30又補築1個室，當天再度被破壞。

9月29日中午12:20保留一層的巢已修飾平整，之後再再無變化。

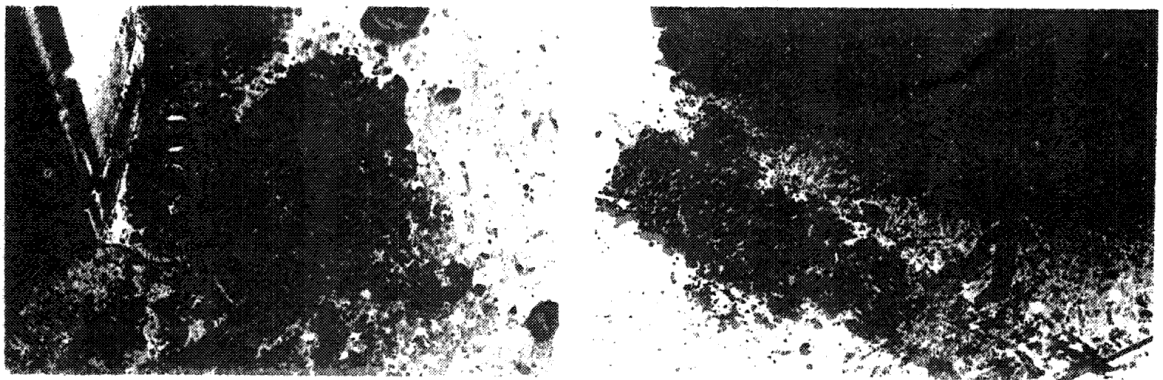
因此估計，若無外力干擾，則建築一個雙層巢約需4~5天。當然獵物取得的難易也可能影響其築巢速度。

#### 6. 泥蜂媽媽能否辨識自己的巢？

我們在泥蜂巢邊做了一個相似假巢，如圖(五)，結果泥蜂媽媽也只在真巢上動工，可見牠有辨識力，只是不知牠如何分辨。



圖(五)下方為人工假巢



圖(六)一 a 一再受破壞的巢

圖(六)一 b 螞蟻趁機掠奪毛毛蟲

#### 7. 築巢過程受擾時，是否會放棄？

器材室另一邊的門角也曾有另一隻蜂建了2個巢室，後因搬器材破壞，巢內毛蟲被螞蟻搬走，之後則放棄築巢，而我們觀察對象卻在上層巢室被破壞三次後才放棄，並不忘為巢做修飾工作。

#### 8. 泥蜂媽媽終其一生可以築幾個巢？

專家解剖雌蜂卵巢，根據卵細胞數目估算此類泥蜂一生可築17個巢，這類



蜂的生殖就以幼蟲生長及發育的巢爲中心不斷重複堆砌。

9. 泥蜂媽媽搬運築巢材料的飛行路線是否固定？

泥蜂每次飛入巢室的方向並不相同，不知是否會根據太陽照射角度定位飛行。

10. 辛苦建造的蜂窩可否重覆使用？

目前爲止未發現泥蜂媽媽在已孵化的巢中再產卵，可能有以下的原因：

- ①巢內有許多糞便可能對新個體不好。
- ②兩層巢室要再重新裝入獵物可能有所不便。

但在孵化的巢室中發現某些蠅類的蛹殼，也看到許多極小昆蟲住在裡面，可見泥蜂巢在自然界中可能還和其他多種生物有關。

11. 泥蜂媽媽費力建築育嬰房，能否增加子代的生存機會？

泥蜂媽媽會選擇隱蔽處所建構堅固的巢，可能有下列好處：

- ①堅固的巢保護幼蟲，減少天敵捕捉。
- ②供應充足食物，增加幼蟲存活機會。
- ③選擇適當地點築巢，免受其他生物干擾。

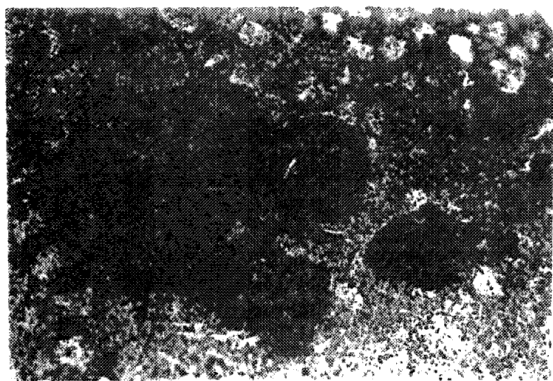
因此推論，築巢行爲可增加子代存活率，對泥蜂族群的生存有意義。

(四) 蜂寶寶的發育：

泥蜂是屬於完全變態的昆蟲，生活史要經過卵→幼蟲→蛹→成蟲的不同階段。

1. 由卵到成蟲，泥蜂的形態有什麼改變？

泥蜂卵爲長橢圓型，幼蟲則是有 13 個體節但沒有腳的胖小子，卵爲米色，幼蟲和蛹都是黃色，非常漂亮。而成蟲身上綴有褐紅色及黑色斑紋，是一種引人注目的美麗蜂。

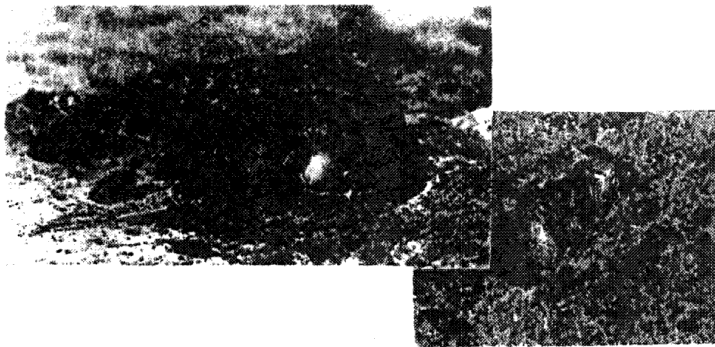


圖(七)－a 泥蜂的米黃色卵

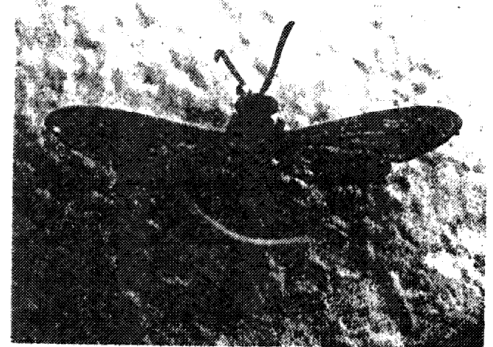


圖(七)－b 沒有腳的泥蜂幼蟲





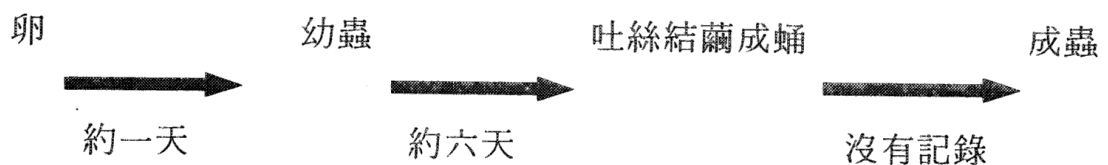
圖(七)－c 泥蜂不吃不動的蛹



圖(七)－d 泥蜂的成蟲

## 2. 由卵發育到成蟲要多少天？

因為卵在封閉巢室內孵化，所以沒記錄到卵→幼蟲，幼蟲→蛹各是多少天，但 10 月 13 日取下巢時卵已發育成蛹。查詢國外種類，其發育時間如下：



可以確定的是，獵物雖仍有生命，但是在無法進食的情況下，也不可能長期保存，因此幼蟲必須在一星期左右的時間內進食完畢並化蛹是可以想像的。至於蛹→成蟲的發育期因和環境的溫度有密切關係，所以時間有極大差異。

## 3. 蜂卵的孵化率有多少？

利用取得的 2 個蜂巢，計算其孵化率，結果如下表：

巢的位置	產卵數 (巢室數)	孵化數	孵化率 (%)	備註
器材室的巢	6	5	83.3	沒孵化的那一室尚留有毛毛蟲體，表示尚未發育到幼蟲階段就停止了。
屋簷下的巢	8	7	87.5	未孵化的巢室留有一隻幼蟲（沒有腐爛）覺得很奇怪。

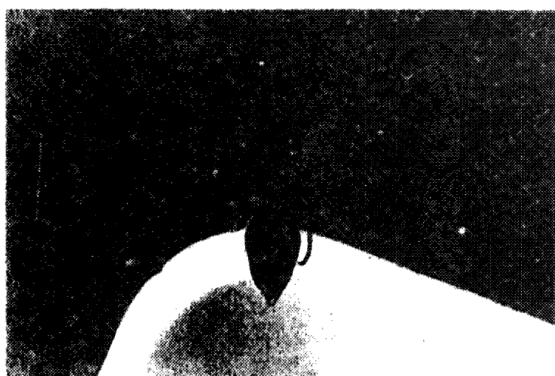
平均 85% 左右的孵化率還是很不錯，只是不知道那些原因使蜂卵不能發育為成蟲。

## 4. 成蟲中雌雄的比例有多少？

我們的泥蜂雌雄在外表上就有明顯的區別：

比較項目 性別	體型	尾部刺針	頭 上 觸 角	腹 部 形 態
雌蜂 (♀)	較大	有	黃褐色 無明顯節痕	較胖短，只有一條 寬黑色條紋
雄蜂 (♂)	較小	無	尾端顏色較深 有明顯節痕	較細長有多條黑色 條紋

孵化的 5 隻成蟲是 4 雌 1 雄，雄性的比例極低，不像人類社會男女約各佔 50%，雄蟲唯一任務就是和雌蟲交配生殖下一代，因為不具有刺針，所以食性也可能和雌蟲不同，而蜂類的刺針大多由產卵管特化而來，雌蜂的刺針是否只用來獵取幼蟲食物或是和牠攝食也有關係，則尚待進一步研究。



圖(八)－ a 泥蜂的雌蟲



圖(八)－ b 泥蜂的雄蟲

## 六、結論

全世界已知的泥蜂種類約有 12,000 種，主要分佈在熱帶和亞熱帶。泥蜂是獨居性蜂類，大多數為捕獵性，少數為寄生性，其捕獵性及築巢本能複雜。大多數的泥蜂在土中挖穴築巢，有些會用唾液混合泥土建造堅硬的巢，少數則用樹枝、竹筒或其他昆蟲舊巢築巢。我們研究的泥蜂在分類上是胡蜂的近親，為 Potter wasps 類的一種，可能是 *Delta maxillosa* 的相近種，牠會用泥土築巢，並會獵捕尺蠖蛾幼蟲做為泥蜂幼蟲的食物，其育嬰方式屬於「大量供糧型」，有能力建造精準堅固的巢室，一隻泥蜂一生可能捕捉 500 隻以上毛蟲，毛蟲被麻醉置入巢室約供應幼蟲一週食用，幼蟲藉泥巢保護成長，直到發育為成蟲後才破巢而出。泥蜂族群中雌性數量遠大於雄性，雄蟲唯一任務就是和雌蟲交配生殖；而雌蜂的一生就以幼蟲生長及發育的巢為中心，週而復始的進行著堆砌的動作。

國內的泥蜂家族是一群還沒有被我們了解的 6 腳動物，可是我們的不了解卻與牠們的作息不相干，牠們日復一日、年復一年的在我們身邊繁衍、捕獵、築巢，真是既神秘又神奇。這段時間的觀察使我們對牠的生活史、築巢方法、捕獵對象及繁殖數量有了粗淺的了解，可是也因這粗淺的了解，使我們對未知的部分抱持更多的敬意，例如：

(一)牠如何麻醉獵物？到哪裡去找這麼多同種的毛毛蟲？

(二)牠如何把毛毛蟲塞入小小洞中？

(三)為什麼要先產卵再放獵物？

(四)牠會算數嗎？不然怎知貯存的毛毛蟲已經足夠了？

(五)造巢的泥土去那裡找？

(六)受到干擾時，是什麼理由使牠決定放棄築巢？

(七)族群中雌雄比例為什麼這麼懸殊？牠的性別是由什麼決定的？

一串串待決的問題總連接一串串對大自然奧妙的讚嘆。這次對巢採破壞性研究，實在情非得已，老師一再提醒我們，千萬別因人類的研究而破壞大自然，往後我們也會更加注意。在此除了感謝曾經給我們指導的老師們之外，也要向泥蜂媽媽說聲抱歉，也期待有緣能再訪泥蜂的世界。

## 七、參考資料

1. 法布爾 昆蟲記—大自然的小刺客—狩獵蜂 1994 東方出版社。
2. 李淳陽 昆蟲世界奇觀 民國 70 年 白雲文化事業公司
3. 石達愷 台灣社會性昆蟲 民國 80 年 國立自然科學博物館
4. 吳燕如等 中國大百科全書—生物學 II 之膜翅目部 1994 年 錦繡出版事業

## 評語

對台灣泥蜂築巢的行為，有初步的觀察與認識，尤其在此試驗中，發現台灣的泥蜂的取食與育嬰行為與一般的昆蟲不同，牠的雌蟲先將食物（毛毛蟲）先行麻醉，然後搬運回巢內，等幼蟲成長後取食，是一非常有趣的發現，另外就是將泥蜂不同的形態研究清楚，也有科學的價值，但是未將此種泥蜂的學名定出，為其小缺點，故給第三名。