

# 新竹市第 41 屆中小學科學展覽會

## 作品說明書

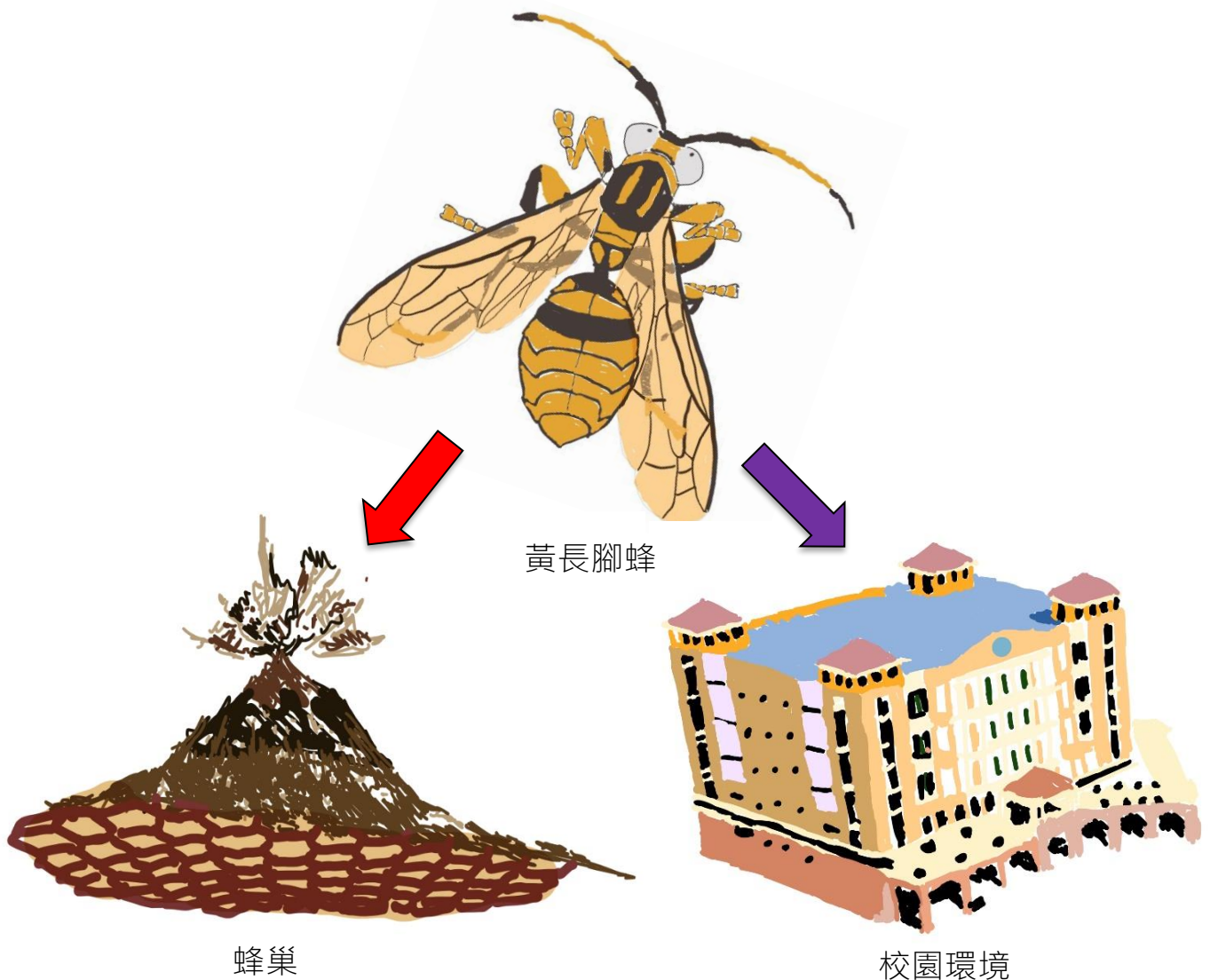
科 別：生物

組 別：國小組

作品名稱：「蜂」華絕代—黃長腳蜂生態族群變化之研究

關 鍵 詞：黃長腳蜂、蜂巢、校園環境

編 號：112PA - B002



## 摘要

本研究以探討黑紋長腳蜂（黃長腳蜂）*Polistes rothneyi* 兩個蜂巢的族群消長變化，我們從 2022 年 5 月至 2023 年 3 月間觀察學校兩個蜂巢的族群。A 蜂巢從 5/3 日成蟲 10 隻到 7/29 日時成蟲數高達 123 隻之多，短短 87 天的時間，成蟲成長迅速。反觀 B 蜂巢 5/3 日的 7 隻成蟲增長到 71 隻，因此可以比較出來兩個蜂巢的族群變化的差異性。A 巢的卵從 8/5 日就無紀錄，B 巢則 8/9 日還有 1 顆，AB 蜂巢從 8/9 日開始已無幼蟲的紀錄，同時繭的數量則在 8/26 日開始下降。因此得出黃長腳蜂的族群從中秋節後開始迅速成長，至中秋節前後停止族群的成長。A 蜂巢在 10/5 日全數離巢；B 蜂巢則一直在原處度冬，此時成蟲數剩下 6 隻；隔年 2023 年 2/13 日 A 巢處來了一批黃長腳蜂，數量約 12 隻，並在此處開始築巢，此時 B 蜂巢的蜂群尚未開始建築蜂巢。藉由兩個蜂巢來相互比較各自族群成長狀態，同樣的環境氣候，族群成長狀況卻不同。

### 壹、研究動機

我們學校位於青草湖旁，不但風景優美、生態豐富，校園內不時可以看到鳥類、蝴蝶、蜜蜂等小昆蟲飛舞。其中，色彩奪目且令人聞風喪膽的「黃長腳蜂」築巢在走廊窗戶的鋁窗上，雖然生性溫和不主動攻擊人，但是牠「平易近人」的性格，總是能讓校內的師生們驚聲尖叫，害怕被這些看似美麗卻長相兇惡的「蜜蜂」給螫咬，但牠不是蜜蜂！一般人根本不知道胡蜂跟蜜蜂是不同種類，看到這些種類通通都叫蜜蜂。雖說黃長腳蜂性情溫和，不會隨意螫咬人類，但說出來誰會相信呢？一些不經意的揮手動作甚至會引起黃長腳蜂的防禦行為－「螫人」，反倒是會引起師生恐慌。

藉此研究的機會，讓校園的師生們一起認識「黃長腳蜂」的生態行為，減少不必要的干擾動作而引起螫人的憾事發生，我們從去年五月份開始觀察研究黃長腳蜂的行為、習性、築巢分佈以及族群消長變化，希望可以在校內宣導並建立正確對蜂類的保育觀念。研究過程中，我們驚訝的發現，在前年，校舍某處的轉角鋁窗上，發現黃長腳蜂在此處蜂巢，蜂巢規模相當大，當時學校基於安全，果斷的將此蜂巢摘除，讓我們覺得相當可惜。

去年的春天，我們發現黃長腳蜂又在同一處築巢，連續兩年都在此築巢，相當神奇，且這次不只一個蜂巢，相鄰不到兩公尺又有一個蜂巢，這讓我們更想深入探討其原因，如果能知道黃長腳蜂築巢的喜好、生態習性等，就能夠推廣保育蜂類的重要性，讓校內師生們可以透過我們這次的研究，學習如何與蜂和平共存。

對於蜂類的生態習性及蜂巢的構造我們也有很多疑問，為什麼能做成完美的六角形？究竟用什麼材料可以做出又輕又堅固的蜂巢？為什麼蜂巢可以遮風避雨？我們是不是也可以為牠們打造一個舒適的家呢？這些疑問都值得我們研究探討。

## 貳、研究目的

- 一、 認識台灣的長腳蜂的分類及基本資料。
  1. 蒐集台灣相關的長腳蜂文獻資料。
  2. 製作校園長腳蜂蜂巢觀察記錄表格。
- 二、 校園蜂巢樣區的環境觀察與研究。
  1. 蜂巢環境探勘及築巢條件。
  2. 研究樣區的選定。
  3. 準備相關研究器材。
  4. 環境因子資料分析。
  5. 蜂巢的特性與結構研究
- 三、 研究黃長腳蜂的族群生態行為。
  1. 認識黃長腳蜂的生態習性。
  2. 探討 A、B 蜂巢的族群變化。
  3. 探討 A、B 蜂巢大小的消長情形。
  4. 探討黃長腳蜂的警戒反應與範圍。
  5. 分析黃長腳蜂在巢內的行為模式。
- 四、 推廣蜂類友好環境。
  1. 推廣蜂類保育教育及友善環境。
  2. 推廣蜂類對人類的貢獻。

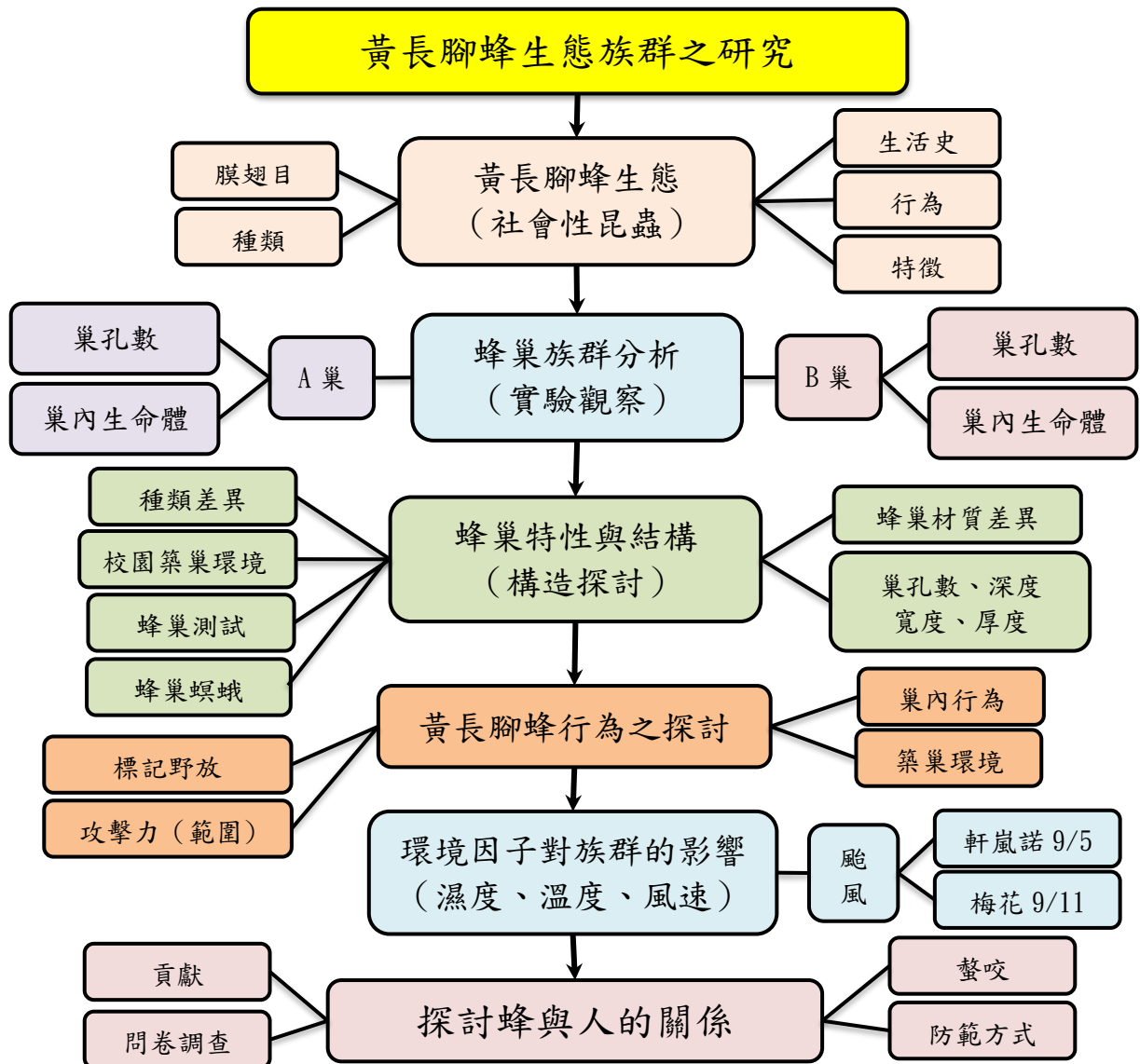
## 參、研究設備與器材

目的	設備與用品
1. 校園觀察	望遠鏡、紀錄表、筆、測距儀、相機、錄影機
2. 飼養	飼養箱、掉落的蜂巢
3. 觀察紀錄	筆記本、電腦、手機、平板電腦、攝影機、筆記本
4. 查詢資料	維基百科、嘎嘎昆蟲網、生命大百科、環境資訊中心、飛蛾資訊分享站
5. 實驗材料	瓦楞板、果汁機、保麗龍膠、白膠、石膏粉、臉盆、厚紙板、衛生紙、廚房紙巾、熱水、濾網、樹皮、樹葉、顏料色素、吹風機、皮尺、蠟燭、紙杯、膠帶、美工刀、剪刀、白板筆、測距儀、竹籤

表 3-1 研究設備與器材

## 肆、研究過程與方法

### 一、研究流程



### 二、認識台灣的長腳蜂分類與基本資料

#### (一) 認識長腳蜂的分類 (表 4-1)

動物名	長腳蜂
學名	<i>Polistinae</i>
分類	長腳蜂亞科 (馬蜂亞科)
分布	普遍分布於低、中海拔山區
形態	體長約為 14~40mm 不等，體色有鮮黃色、褐色等顏色錯綜，膜質翅膀 2 對，腳很長，各節為黑、黃相間的斑紋，腹部為紡錘型，有螫針，複眼為腎型狀。
習性	習慣築巢在樹叢或屋簷，刮取植物纖維拌合唾液成紙糊來製造蜂巢，不會主動攻擊人。但如果搖動樹枝或碰觸蜂巢，必定遭受攻擊。
行為	飛出巢穴尋找獵物給幼蟲吃，通常都會狩獵蝶蛾類幼蟲為主，不過也會獵捕蟬，竹節蟲等昆蟲。捕到獵物後會將獵物搓成肉球帶回巢穴，餵給幼蟲吃。

表 4-1 長腳蜂的基本介紹







(三)黃長腳蜂的幼蟲與成蟲食性 (圖 4-9~4-10)

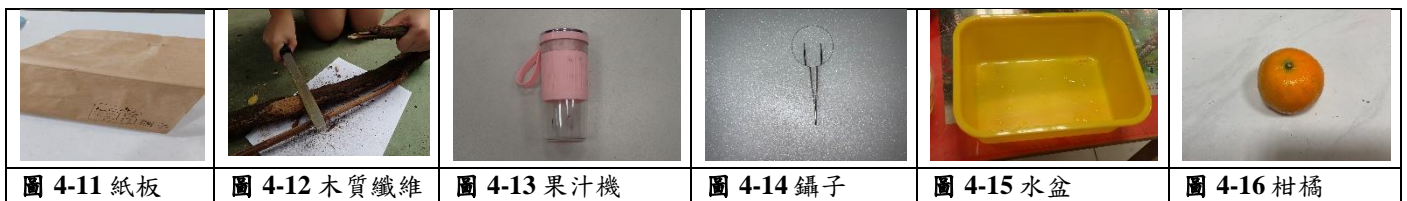
黃長腳蜂成蟲以雜食為主，花蜜、水果、樹液以及其他小型節肢動物；幼蟲則是成長階段，需要補充足夠的養分，故幼蟲時期多半都以肉食為主，以鱗翅目幼蟲為主，成蟲（工蜂）會外出找尋合適的食物，把捕獲的食物加工成肉球，在餵食巢內的幼蟲。



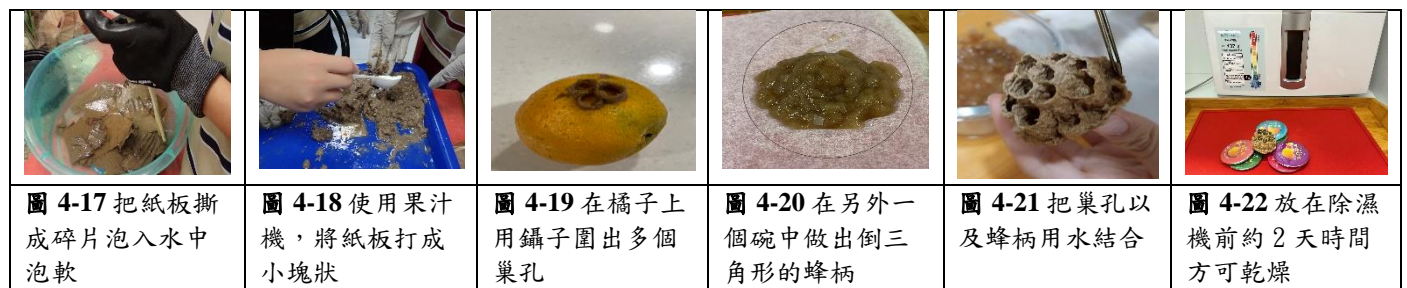
(四)蜂巢外部構造及材質之研究

為了探討蜂巢的結構材質，我們使用了木質纖維、紙箱、紙板等等…來模擬蜂巢材質，目的想瞭解蜂巢的結構特性。

1. 製作材料 (圖 4-11~4-16)



2. 製作過程 (圖 4-17~4-22)

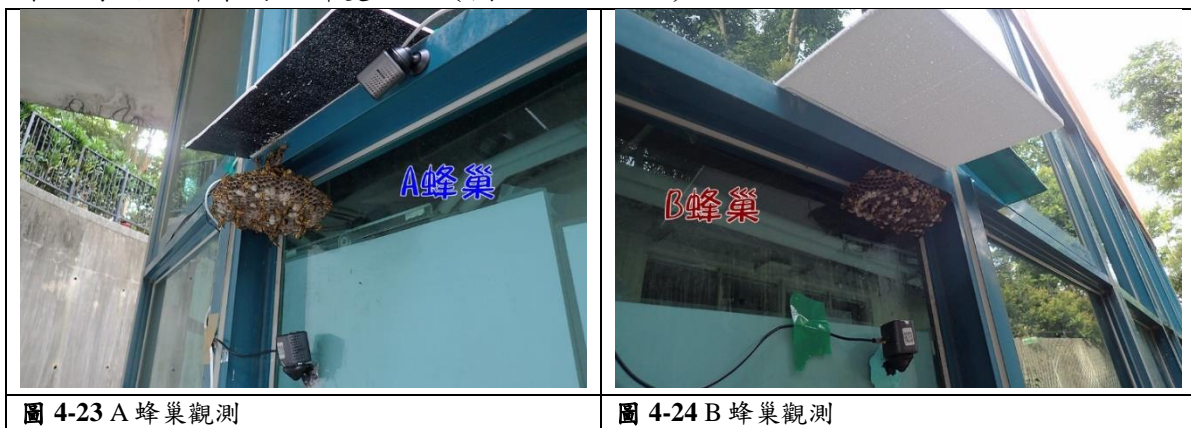


五、觀察蜂巢內部族群變化

黃長腳蜂為社會性昆蟲，會製作蜂巢來撫育下一代，且有階級制度。為了長期觀察，我們在兩個蜂巢底下距離約 20 公分處架設錄影機，以利監測這兩個蜂巢的消長變化。

1. 觀察記錄用材料

因蜂巢在窗戶外，所以請老師協助我們加裝錄影機，希望利用錄影機來監測蜂巢。材料有：監測鏡頭、鏡頭座、3M 雙面膠、膠帶、網路線、珍珠板遮陽（因為鏡頭背光，導致影像呈現不佳，故在蜂巢頂部加裝遮陽板，減少光害，以利觀察影像），再利用拍攝的照片來記錄兩個蜂巢的族群變化。（圖 4-23~4-24）





2. A 蜂巢內部族群 5/3~10/5 的週期變化：（圖 4-25~4-44）




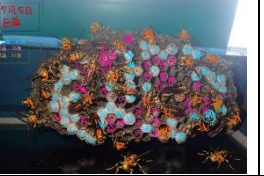
















<b>圖 4-25</b> 觀察日：5/03 繭：16 個 幼蟲：4 隻 成蟲：10 隻	<b>圖 4-26</b> 觀察日：5/10 繭：8 個 幼蟲：23 隻 成蟲：13 隻	<b>圖 4-27</b> 觀察日：5/16 繭：3 個 幼蟲：25 隻 成蟲：17 隻	<b>圖 4-28</b> 觀察日：5/24 繭：9 個 幼蟲：14 隻 成蟲：15 隻	<b>圖 4-29</b> 觀察日：5/31 繭：24 個 幼蟲：26 隻 成蟲：16 隻
<b>圖 4-30</b> 觀察日：6/8 繭：30 個 幼蟲：18 隻 成蟲：16 隻	<b>圖 4-31</b> 觀察日：6/14 繭：44 個 幼蟲：33 隻 成蟲：26 隻	<b>圖 4-32</b> 觀察日：6/21 繭：67 個 幼蟲：37 隻 成蟲：26 隻	<b>圖 4-33</b> 觀察日：7/05 繭：67 個 幼蟲：63 隻 成蟲：66 隻	<b>圖 4-34</b> 觀察日：7/19 繭：125 個 幼蟲：73 隻 成蟲：69 隻
<b>圖 4-35</b> 觀察日：7/29 繭：38 個 幼蟲：5 隻 成蟲：123 隻	<b>圖 4-36</b> 觀察日：8/05 繭：72 個 幼蟲：72 隻 成蟲：79 隻	<b>圖 4-37</b> 觀察日：8/12 繭：67 個 幼蟲：0 隻 成蟲：66 隻	<b>圖 4-38</b> 觀察日：8/19 繭：87 個 幼蟲：0 隻 成蟲：91 隻	<b>圖 4-39</b> 觀察日：8/26 繭：75 個 幼蟲：0 隻 成蟲：93 隻
<b>圖 4-40</b> 觀察日：9/02 繭：54 個 幼蟲：0 隻 成蟲：65 隻	<b>圖 4-41</b> 觀察日：9/15 繭：64 個 幼蟲：0 隻 成蟲：72 隻	<b>圖 4-42</b> 觀察日：9/22 繭：37 個 幼蟲：0 隻 成蟲：70 隻	<b>圖 4-43</b> 觀察日：9/29 繭：49 個 幼蟲：0 隻 成蟲：68 隻	<b>圖 4-44</b> 觀察日：10/05 離巢 繭：0 個 幼蟲：0 隻 成蟲：0 隻

※註：在 2022 年 10 月 5 日早上發現整個蜂巢的蜂群全數離巢。當日氣溫：27°C、濕度：72%

3. B 蜂巢內部族群 5/10~11/3 的週期變化：（圖 4-45~4-69）

<b>圖 4-45</b> 觀察日：5/10 繭：9 個 幼蟲：9 隻 成蟲：5 隻	<b>圖 4-46</b> 觀察日：5/17 繭：7 個 幼蟲：13 隻 成蟲：1 隻	<b>圖 4-47</b> 觀察日：5/24 繭：11 個 幼蟲：12 隻 成蟲：7 隻	<b>圖 4-48</b> 觀察日：5/30 繭：22 個 幼蟲：28 隻 成蟲：4 隻	<b>圖 4-49</b> 觀察日：6/08 繭：22 個 幼蟲：29 隻 成蟲：11 隻



				
<b>圖 4-50</b> 觀察日：6/14 繭：30 個 幼蟲：20 隻 成蟲：12 隻	<b>圖 4-51</b> 觀察日：6/21 繭：24 個 幼蟲：26 隻 成蟲：11 隻	<b>圖 4-52</b> 觀察日：6/28 繭：36 個 幼蟲：28 隻 成蟲：20 隻	<b>圖 4-53</b> 觀察日：7/05 繭：47 個 幼蟲：36 隻 成蟲：24 隻	<b>圖 4-54</b> 觀察日：7/19 繭：45 個 幼蟲：29 隻 成蟲：46 隻
				
<b>圖 4-55</b> 觀察日：7/21 繭：22 個 幼蟲：28 隻 成蟲：4 隻	<b>圖 4-56</b> 觀察日：7/29 繭：6 個 幼蟲：3 隻 成蟲：71 隻	<b>圖 4-57</b> 觀察日：8/05 繭：8 個 幼蟲：7 隻 成蟲：68 隻	<b>圖 4-58</b> 觀察日：8/12 繭：2 個 幼蟲：0 隻 成蟲：42 隻	<b>圖 4-59</b> 觀察日：8/19 繭：5 個 幼蟲：0 隻 成蟲：37 隻
				
<b>圖 4-60</b> 觀察日：8/26 繭：0 個 幼蟲：0 隻 成蟲：36 隻	<b>圖 4-61</b> 觀察日：9/01 繭：0 個 幼蟲：0 隻 成蟲：18 隻	<b>圖 4-62</b> 觀察日：9/8 繭：0 個 幼蟲：0 隻 成蟲：29 隻	<b>圖 4-63</b> 觀察日：9/15 繭：2 個 幼蟲：隻 成蟲：42 隻	<b>圖 4-64</b> 觀察日：9/22 繭：3 個 幼蟲：隻 成蟲：37 隻
				
<b>圖 4-65</b> 觀察日：9/29 繭：0 個 幼蟲：0 隻 成蟲：36 隻	<b>圖 4-66</b> 觀察日：10/5 繭：0 個 幼蟲：0 隻 成蟲：12 隻	<b>圖 4-67(蜂巢掉落)</b> 觀察日：10/15 繭：0 個 幼蟲：0 隻 成蟲：9 隻	<b>圖 4-68</b> 觀察日：10/27 繭：0 個 幼蟲：0 隻 成蟲：7 隻	<b>圖 4-69</b> 觀察日：11/03 繭：0 個 幼蟲：0 隻 成蟲：7 隻

※註：2022 年 9 月 29 日蜂群就開始不活動；事隔約 17 日，蜂巢突然掉落，剩餘數量約七隻。

## 六、探討環境與地形 (圖 4-70)

### (一) 新竹市柴橋里的前世今生

柴橋這個名字在客語中為木橋的意思，於 1946 年改為柴橋里行政單位，隸屬於香山區。範圍涵蓋客雅溪中游左側山地及三姓公溪的源頭山坡。周圍大部分為丘陵環境，因為鄰近新竹科學園區，故有許多大型別墅社區群分佈在此區域。因偏處於郊區，環境優美寧靜，生態資源還算豐富。

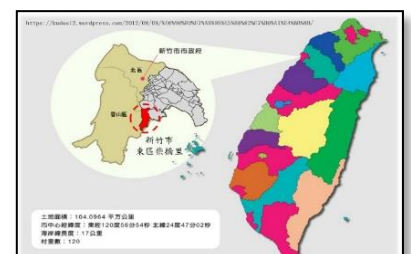


圖 4-70 新竹市柴橋里地理位置圖

### (二) 研究樣區的環境分析 (圖 4-71)

我們研究樣區位於新竹市東區的國家藝術園區旁，此地已經開發超過 20 年以上，大部分都是住宅建築為主，因大規模的開發，導致剩餘的綠地不多，左右兩側還保留

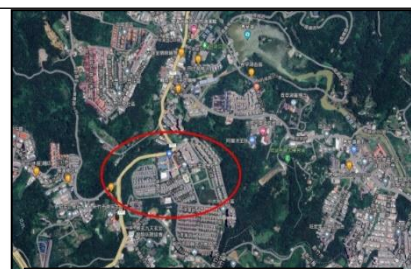


圖 4-71 研究樣區周圍環境圖



一部分的綠地，是動物主要棲息的地方，其他都是人為開墾的區域。

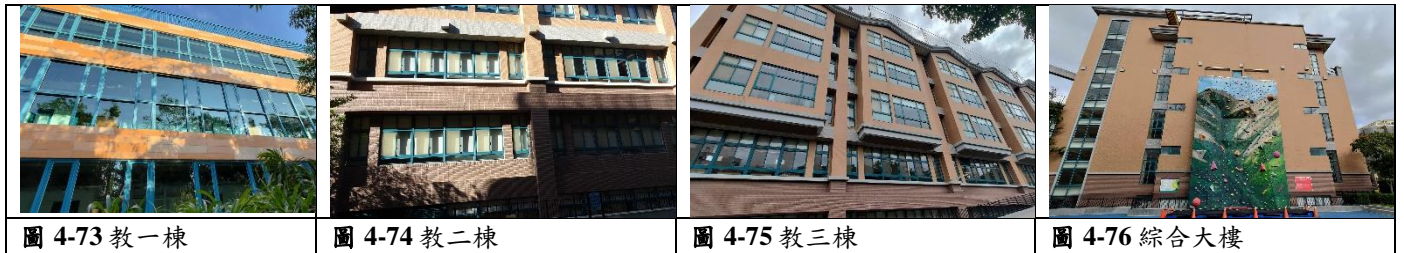
### (三) 調查範圍的介紹 (圖 4-72~4-76)

校園環境共有四棟建築物，每棟建築物的方向皆不同，會以這些建築物來介紹。

1. 教一棟：鄰近社區，並位處於校園內最裡面的建築物。
2. 教二棟：夾在兩棟建築物的中間。
3. 教三棟：北面靠近柴橋路，人為噪音及干擾較大。
4. 綜合大樓：東側靠近美國學校，南側則鄰近社區。



圖 4-72 調查範圍樣區圖

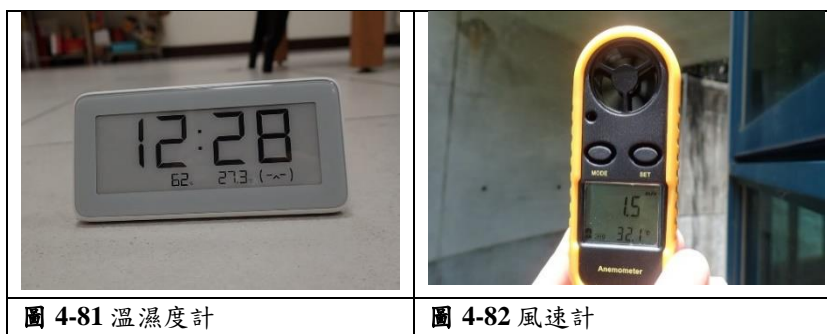


### (四) 校園環境調查器材 (圖 4-77~4-80)



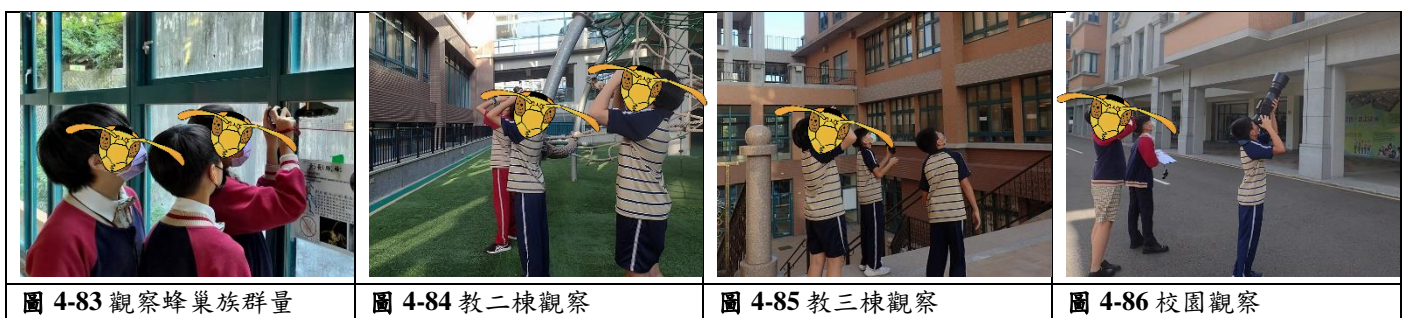
### (五) 環境因子的監測器材 (圖 4-81~4-82)

透過儀器的紀錄，可以有效紀錄各種環境因子，方可推測出蜂巢的族群變化的關聯性。



### (六) 校園蜂巢觀察與紀錄 (圖 4-83~4-86)

我們實際走訪校園觀察並紀錄，發現各校舍牆角、凹縫處都能夠發現築巢的跡象。



## 伍、研究結果

### 一、環境因子資料分析

透過監測環境因子來推測蜂巢族群量的變化。

#### (一) 環境因子資料分析

##### 1. 溫度 (圖 5-1)

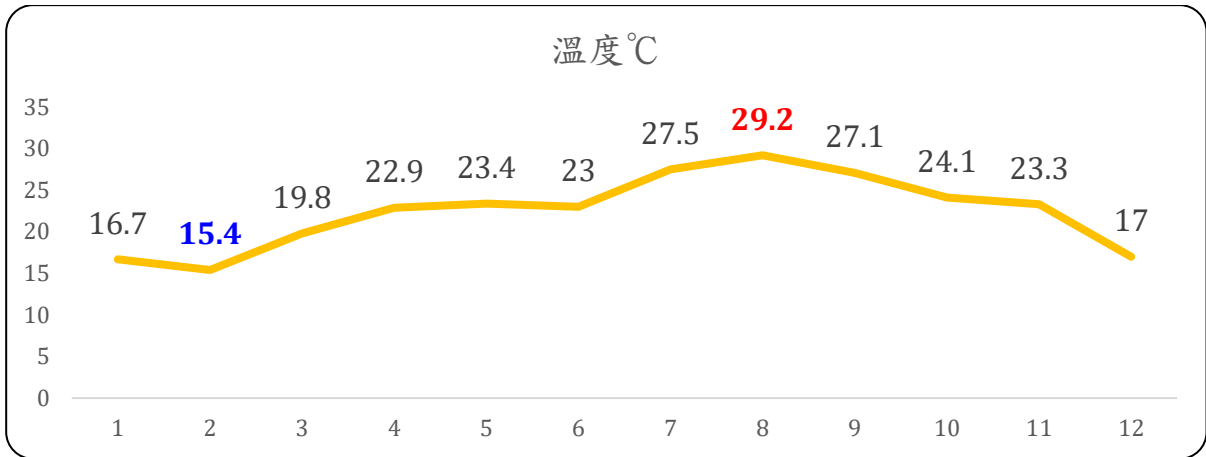


圖 5-1 2022 年各月份的溫度數值表

分析：從三月開始溫度漸漸上升，直到九月溫度又開始慢慢下降至十二月。二月份最冷落在 15.4°C，八月份則是最炎熱的月份 29.2°C，整體年均溫落在 22.4°C。

##### 2. 溼度 (圖 5-2)

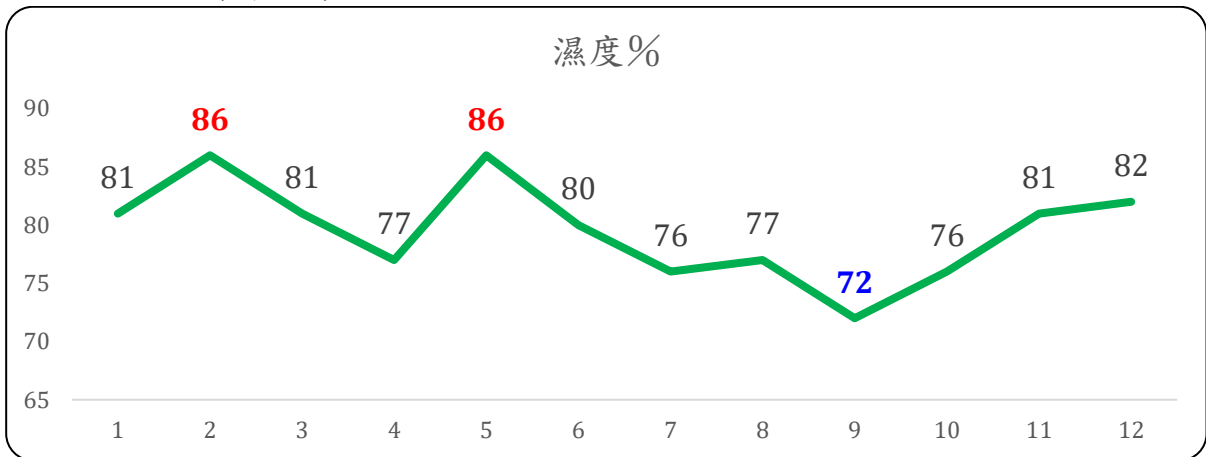


圖 5-2 2022 年各月份的濕度數值表

分析：五月份為梅雨季節，此時濕度較高，相對影響了蜂群的活動，到了 78 月份降雨量降低，濕度開始驟降，直到九月份濕度最低，落在 72%。

##### 3. 風速 (圖 5-3)

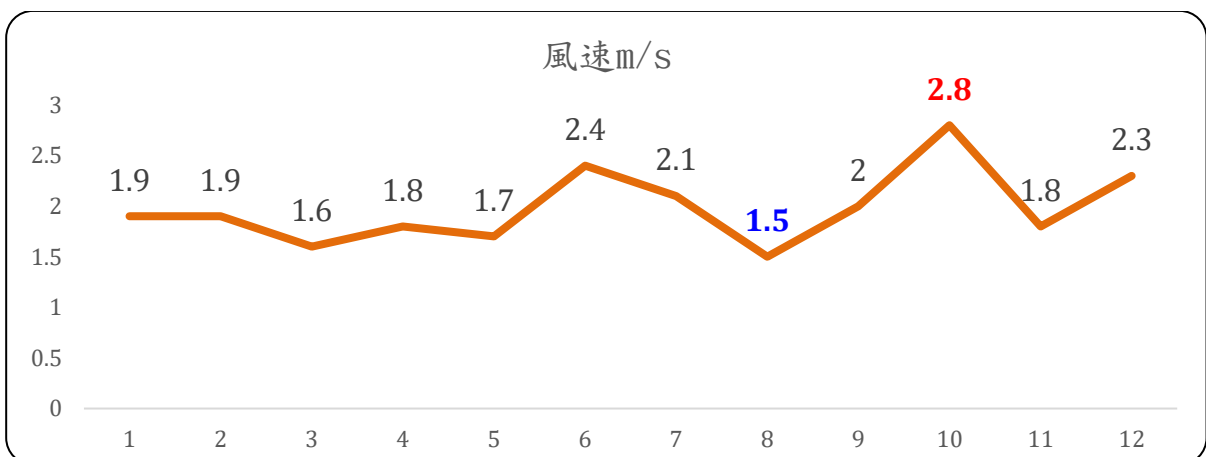


圖 5-3 2022 年各月份的風速數值表



分析：整年的風速都相當穩定，平均落在 2m/s 左右，最低 8 月份，最高 10 月份。

#### 4. 降雨量 (圖 5-4)

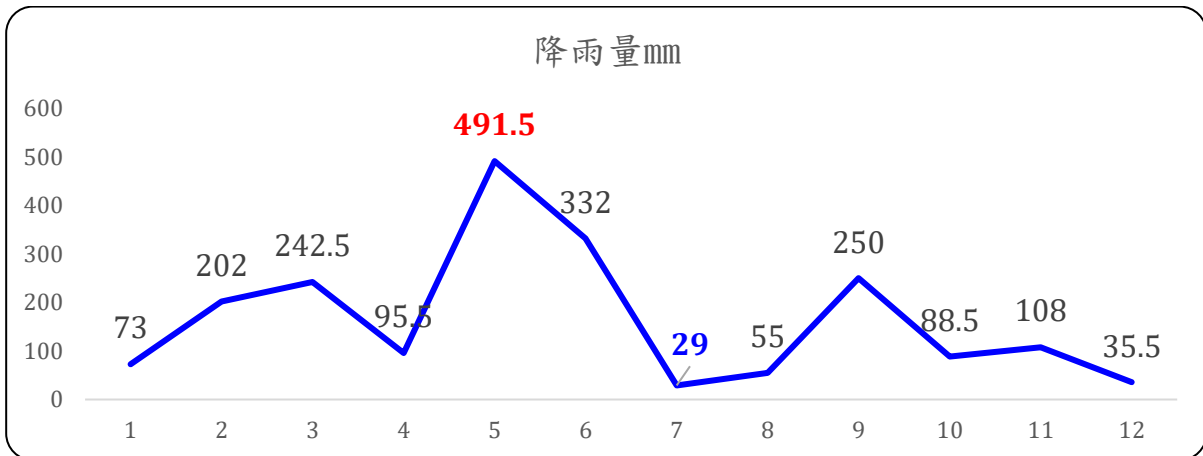


圖 5-4 2022 年各月份的降雨量數值表

分析：2022 年降雨量約 166mm，相較於 2021 年的 99mm 多上 67mm 之多，在五月份梅雨季大量的下雨，讓整個月份的降雨量達到 491.5mm，此時影響了蜂群的活動，7 月分則是整年份降雨最低的月份，也是蜂群族群最高峰的季節，因此得知天氣的因素會影響蜂群的增長。

#### (二) 颱風影響之變化

2022 年八月及九月來了兩個中度颱風，分別是軒嵐諾及梅花。外在環境因素是影響蜂巢族群發展的重要條件，蜂類族群是否壯大，環境氣候的影響則是最大關鍵。

##### 1. 軒嵐諾 (圖 5-5)

軒嵐諾是 2022 年太平洋颱風季第 11 個被命名的颱風。它並非真正經過臺灣，一開始雖然事先朝著臺灣的方向，但卻在一半時朝往日本和中國之間通過。

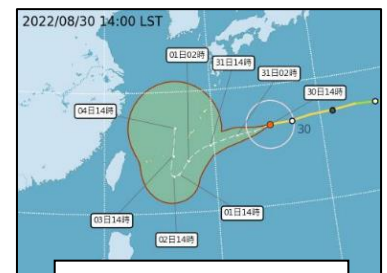


圖 5-5 軒嵐諾路徑

##### 2. 梅花 (圖 5-6)

9 月 8 日於菲律賓東方海面生成，朝臺灣東南方海域接近，於同日 8 時 30 分發布海上颱風警報。此颱風造成 64 件災情，3 人受傷，截至 9 月 15 日 17 時止造成全臺農業產物估計損失約 447 萬元。它從菲律賓東邊直上朝往中國，沒有經過臺灣。

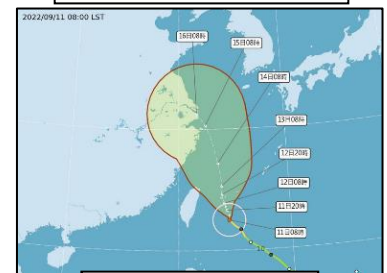


圖 5-6 梅花路徑

##### 3. 颱風的影響

颱風對蜂巢的影響，是決定牠們族群壯大的因素之一。這兩個颱風並沒有真正入侵台灣本島，再者新竹環境呈現出畚箕地形，颱風入侵影響不大，外加我們主要觀察的兩個蜂巢都築巢在建築物的南面且有屋簷保護，受風面不高，因此族群影響不大。

## 二、校園長腳蜂蜂巢築巢位置之分析研究

校園建築物有許多凹凸不平的鋪面設計，是很適合讓生物躲藏築巢的環境，經過我們一年的走訪校園環境觀察下，除了我們研究的兩個蜂巢外，意外的在其他校舍的牆角（壁）上找尋到其它蜂巢，整個校園以目測的數量就高達 24 處之多。

#### (一) 進行校園蜂巢數量之調查

調查校園蜂巢的目的是想要了解蜂巢會在那種環境下築巢，築巢高度、方位及數量，藉此推論校園環境那些環境是蜂類喜愛築巢的環境，藉由這些環境去推測蜂巢族群的建構大小。

### 1. 探討各校舍蜂巢高度 (圖 5-7)

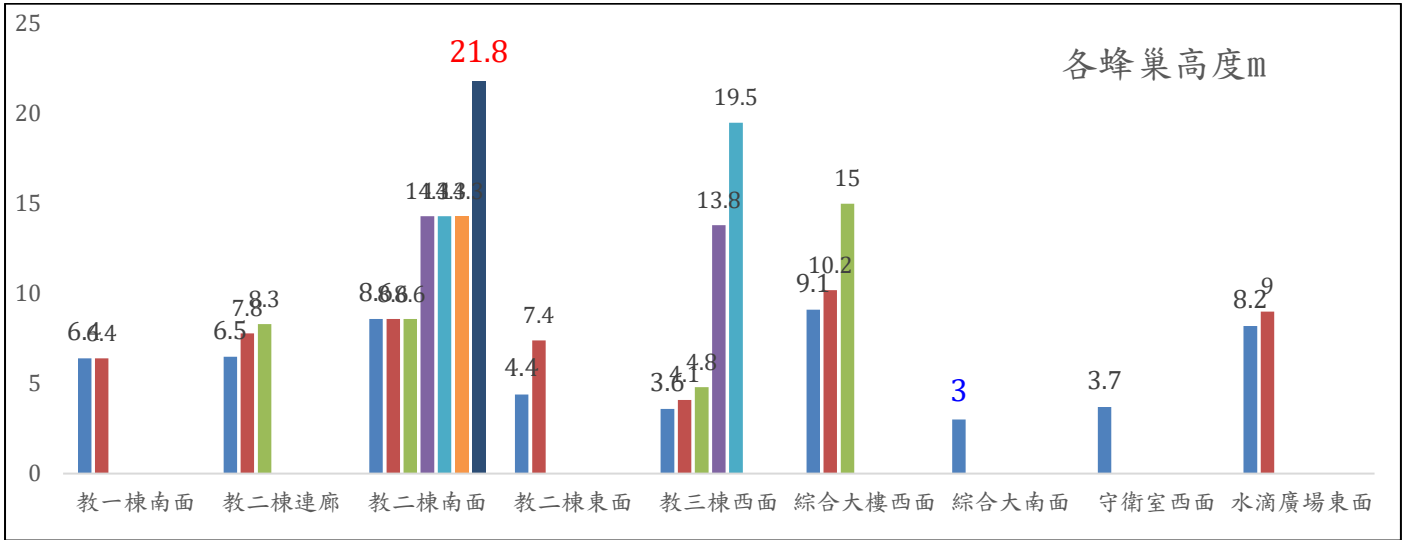


圖 5-7 校園各蜂巢高度圖

分析：校舍最高有六樓，目前我們調查出最高的蜂巢（黃長腳蜂）的蜂巢高度為 21.8 公尺，最低的則落在 3 公尺，種類為雙斑長腳蜂；平均高度落在 8 公尺左右。

### 2. 探討各校舍蜂巢數量 (圖 5-8)

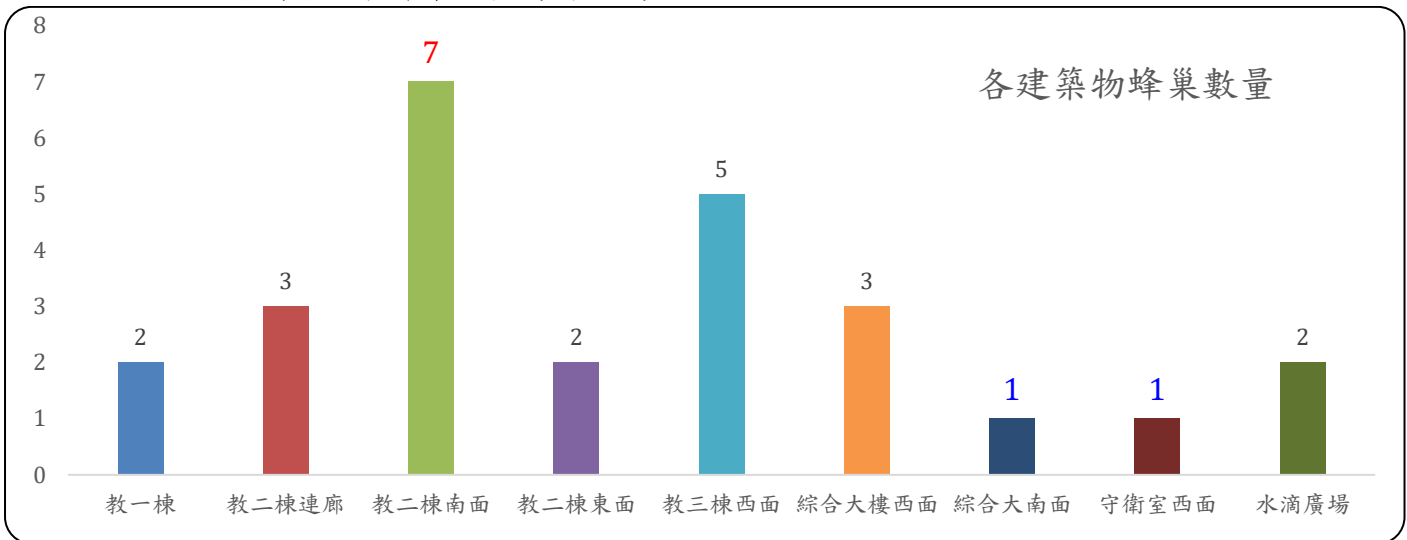


圖 5-8 校園各蜂巢數量圖

分析：在整個校園我們共調查到 26 個蜂巢，調查出教二棟的數量最多，有 7 個之多，反觀在綜合大樓及守衛室落在一個，調查得知，幾乎每個建築物都有蜂群築巢的跡象。

### 3. 探討各蜂巢的築巢方位 (圖 5-9)

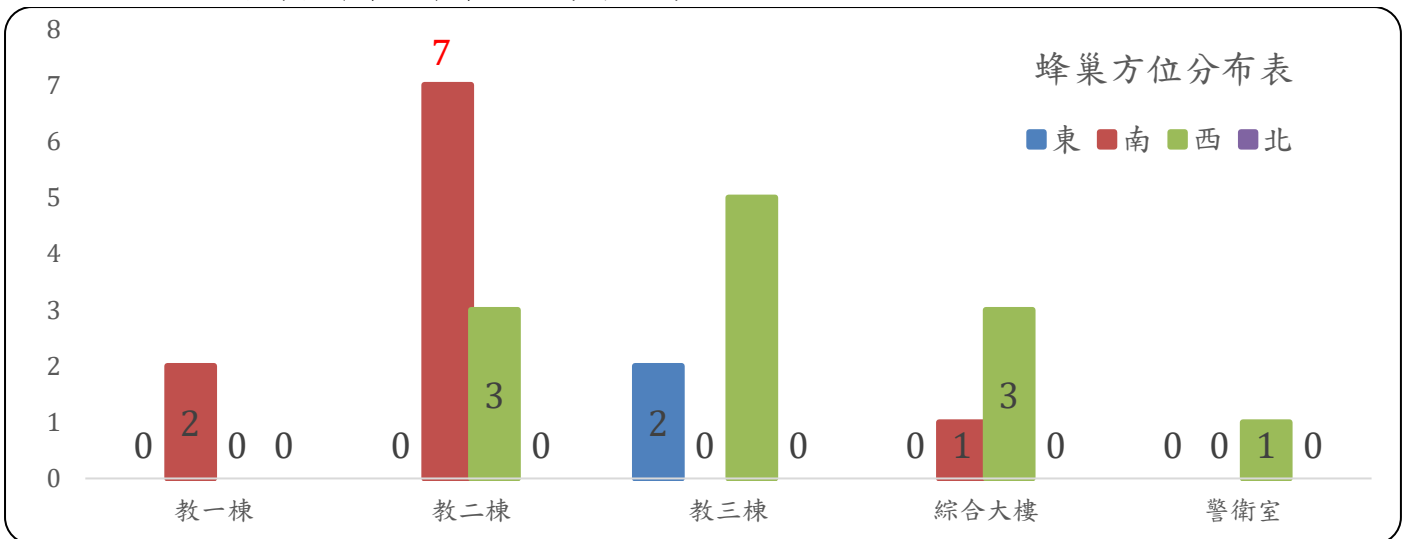


圖 5-9 校園各蜂巢方位數量



分析：教二棟蜂巢共有 10 個蜂巢，南面 7 個，西面 3 個。第二多的是教三棟，共 7 個，東面 2 個，西面 5 個。綜合大樓則是第三多的，有 4 個蜂巢，西面 3 個，南面 1 個。而我們主要觀察的教一棟只有 2 個（A 巢、B 巢）都在南面。最後是只有一個蜂巢的警衛室在西面。因此得知南面是蜂類最喜歡築巢的方位。

### 三、蜂巢結構的探討

製作蜂巢模型的主要目的是幫助我們更了解蜂巢的纖維材質及蜂巢整體構造外，還能夠在製作過程中發現其蜂巢的內部纖維的神奇結構。

			
<b>圖 5-10</b> 人工蜂巢蜂巢壁較厚，如果以單一片蜂巢壁而言，人工蜂巢只用單一原料且不易看出層次。	<b>圖 5-11</b> 人工蜂巢纖維柔軟、分佈密，厚實纖維大部分重疊。	<b>圖 5-12</b> 天然蜂巢蜂巢壁較薄，在蜂巢上用肉眼就可看出其排列纖維。	<b>圖 5-13</b> 天然蜂巢纖維蜂巢壁薄、防水，層次分明，以單一蜂巢壁而言，天然蜂巢較容易透光。

#### (一) 探討蜂巢的材質與結構

##### (1) 各種蜂巢材質的異同

毛織等編織製品的纖維互相交錯，形成許多空隙，可以把熱空氣保持在空隙內就如同羽絨外套裡的羽絨同樣概念，目的是要讓熱空氣在交錯的纖維層裡能夠停留久一點，不讓溫度散失太快，纖維交錯形成的空隙，可以減少空氣的熱對流，空隙越小保暖效果越好。（表 5-1）

蜂巢相似材質	原理	目的
毛織物	纖維間形成許多空隙	讓熱空氣在交錯的纖維層裡能夠停留久一點
編織物品	可以把熱空氣保留纖維	防止溫度散失太快，纖維交錯形成的空隙
羽絨外套	保持在空隙內溫度	讓空氣對流、空隙越小，保暖效果越好





表 5-1 蜂巢材質比較





##### (2) 蜂巢與其他材質之比較

探討人工蜂巢的防水及防風程度，長腳蜂利用蜂巢進行繁殖或成長，蜂巢的大小決定蜂巢的建築位置和形狀；主要針對纖維、防水、防風進行探討，測試蜂巢種類有黃長腳蜂、棕長腳蜂和雙斑長腳蜂這三種蜂巢。

##### 1. 顯微鏡觀察（圖 5-14~5-21）

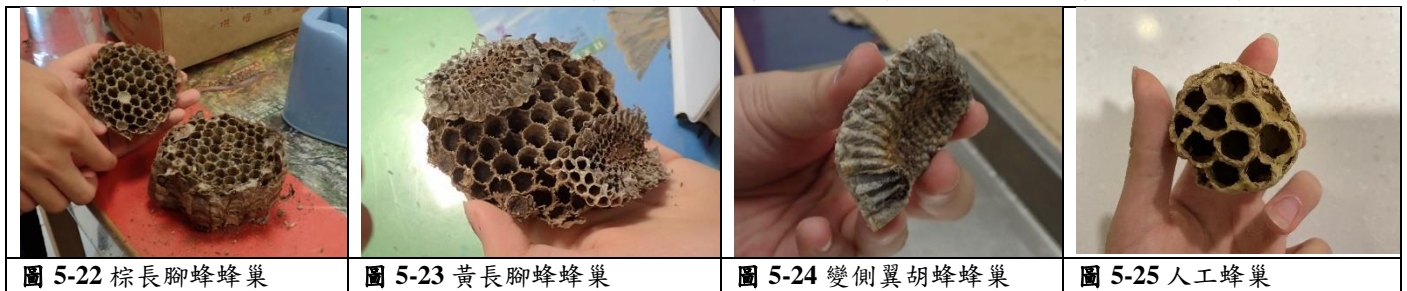
透過顯微鏡我可以觀察出各蜂巢的纖維質的組成與差異性，我們發現天然的蜂巢有個特性，纖維組織較細膩且堅固，整體結構非常強韌。同時比較其它類似的纖維，發現這些纖維層都有類似的結構，甚至想知道蜂巢的保暖效果是否跟毛衣雷同，因此還觀察了毛衣的纖維結構，發現毛衣纖維空隙較明顯，不像天然蜂巢或紙類纖維那樣細緻飽滿。

	長腳蜂蜂巢	面紙纖維	紙板纖維	手提袋纖維
照片				
	<b>圖 5-14</b> 纖維都相互纏繞 蜂巢 A	<b>圖 5-15</b> 纖維結構細膩 蜂巢 A-1	<b>圖 5-16</b> 纖維交錯編織 蜂巢 D	<b>圖 5-17</b> 纖維纏繞相交 毛衣纖維

照片				
	圖 5-18 材質硬結構堅固	圖 5-19 纖維中有枯木成分	圖 5-20 巢孔小結構硬且脆	圖 5-21 空隙多可保存空氣

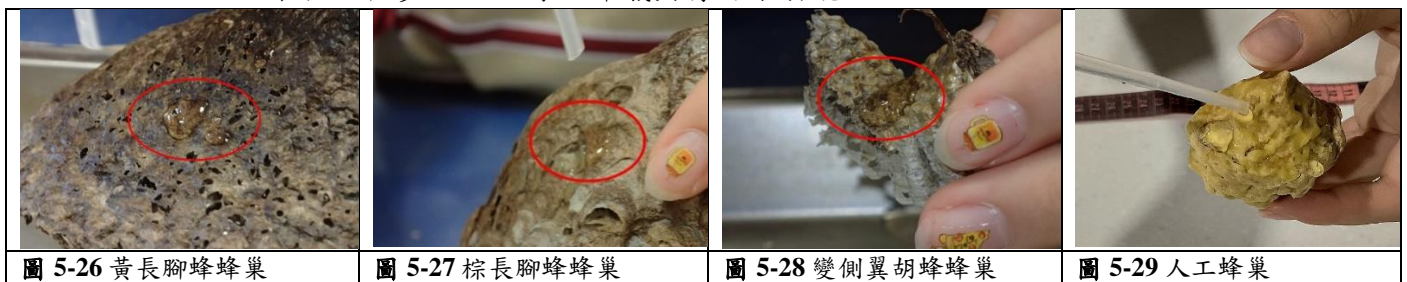
## 2. 厚度比較 (圖 5-22~5-25)

不同的蜂巢有不同的扎實感，我們發現越小型的蜂類，蜂巢較鬆軟且輕薄，反觀黃長腳蜂的蜂巢結構較扎實堅固。而棕長腳蜂蜂巢較薄一點，且質地較輕。至於人工蜂巢則巢壁比較厚實較堅固扎實，在於製作過程無法像蜂類這般製作細膩。



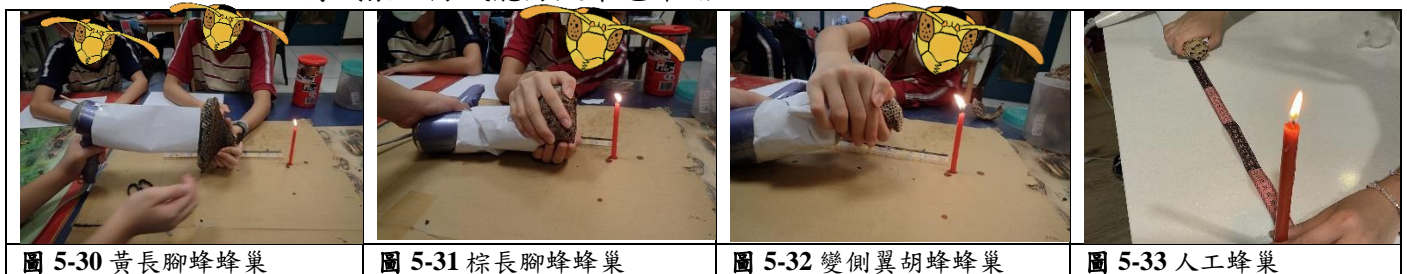
## 3. 防水測試 (圖 5-26~5-27)

經過我們防水實驗測試發現每個蜂巢的防水能力都很高，蜂巢上方都有一層蠟，這蠟質是防水的關鍵，難怪在雨天過程，蜂巢都不會淋濕，我們將整個蜂巢浸在水裡，蜂巢承受不住大量的溼度，最後整個蜂巢都濕了，如同紙張泡水那樣。人工蜂巢表面起初尚未塗抹蜂蠟，滴水後會滲透纖維層，後來塗抹蜂蠟後，防水效果就好很多，因此得知蜂蠟具有防水功能。



## 4. 防風測試 (圖 5-30~5-33)

我們利用吹風機來測試蜂巢的透風狀況，發現各蜂巢的防風能力都很不錯。在接近蠟燭約 10 公分距離，火苗都不會熄滅。人工蜂巢是紙漿製作而成，纖維密度如同紙張，防風能力效果也不錯。



## 5. 透光測試 (圖 5-34~5-37)

想知道蜂巢的透光效果如何，使用手電筒測試發現其透光度不是很好，因此得知蜂巢擁有不錯的遮光效果，隔絕外在光源，讓巢孔內的幼蟲可以安全生長。人工蜂巢的透光效果不彰，因為是紙漿捏做而成，密合度不錯，透光能力不好。



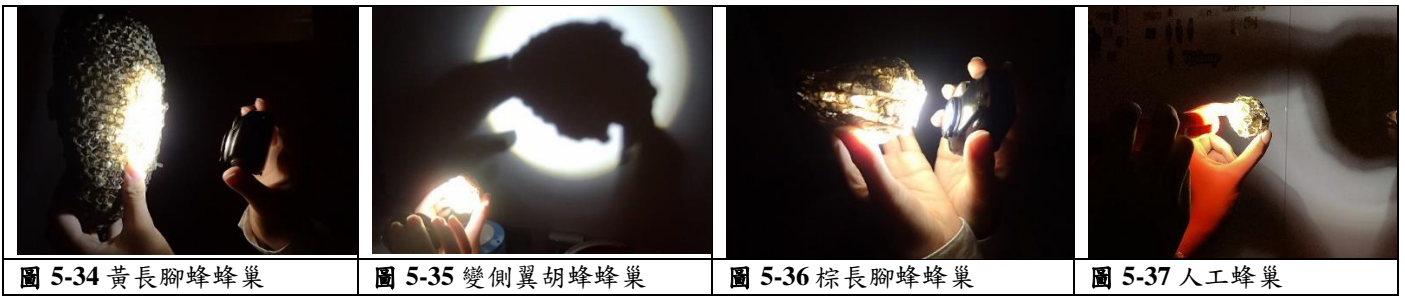


圖 5-34 黃長腳蜂蜂巢

圖 5-35 變側翼胡蜂蜂巢

圖 5-36 棕長腳蜂蜂巢

圖 5-37 人工蜂巢

#### 四、蜂巢螟蛾的採集飼養與觀察

在 11/15 日我們發現 B 蜂巢掉落，於是將掉落的蜂巢撿起，發現有不知名的灰色幼蟲在掉落的蜂巢內蠕動，我們懷疑是這種幼蟲將蜂巢啃食殆盡，經過一個月的飼養後，養出成蟲，經過查證比對，證實為**蜂巢螟蛾** *Hypsopygia postflava*。（圖 5-38~5-40）



圖 5-38 幼蟲大小約 12mm，體色灰色，頭部咖啡色，體側有許多細小斑紋



圖 5-39 幼蟲會集體結繭在某一處，數量甚多，外圍有絲繭保護內部的蛹



圖 5-40 成蟲展翅約 15mm，翅面紅紫色，外緣黃色體肥胖短小尾部黃褐色

※註：我們在掉落的 B 蜂巢裡，發現蜂巢螟蛾的幼蟲數量有 **73 隻** 之多，數量驚人，難怪會將直徑大小 20 公分的蜂巢，在短時間內啃食殆盡，快速分解蜂巢本體。

※蜂巢螟蛾 (*Hypsopygia postflava*) 是一種小型的夜行性蛾類昆蟲，分布在東南亞地區，包括中國南部、泰國、馬來西亞和印度尼西亞等地。蜂巢螟蛾的幼蟲主要以**蜜蜂**和**胡蜂**的蜂巢內部為食，因此也被稱為「**黃蜂蜂巢螟蛾**」。成蟲則主要吸食花蜜和果汁等植物汁液。蜂巢螟蛾對蜜蜂產業造成一定的危害，因為牠們會將卵產在蜂巢內，幼蟲孵化後以巢材為食，導致蜂巢結構瓦解。

#### 五、探討 A、B 蜂巢的族群變化

A、B 蜂巢的築巢位置是在教一棟一樓南側，分別懸掛在兩個窗戶的左右上角。A 巢築巢時間比較早，推估四月中；B 巢則比較晚築巢，推估為四月底。

(一) A、B 蜂巢的築巢位置 (圖 5-41~5-42)



圖 5-41 A、B 蜂巢相距約兩公尺距離



圖 5-42 下課期間都有小朋友來觀察

(二) A、B 蜂巢外形結構分析 (圖 5-43~5-44)

A、B 蜂巢築巢時間相差不遠，但整個蜂巢發展大小卻有差異性，長度皆為 20 公分，但形狀則有所差異，**A 蜂巢為圓形**，**B 蜂巢為長橢圓形**。巢孔的全盛期 **A 蜂巢有 440 個孔洞**，**B 蜂巢則有 280 個孔洞**，相差 160 個之多，因此整體蜂群數量也有落差，**A 蜂巢全盛期有 123 隻成蟲**，**B 蜂巢則是 71 隻**。



圖 5-43 A 蜂巢的整體結構比較大，族群量也比較多，整個蜂巢形狀呈現圓形。



圖 5-44 B 蜂巢的整體結構比較小，族群量相對比 A 蜂巢少，整個蜂巢形狀呈現長橢圓形。

### (三) A、B 蜂巢族群消長比較

#### 1. A 蜂巢 (圖 5-45)

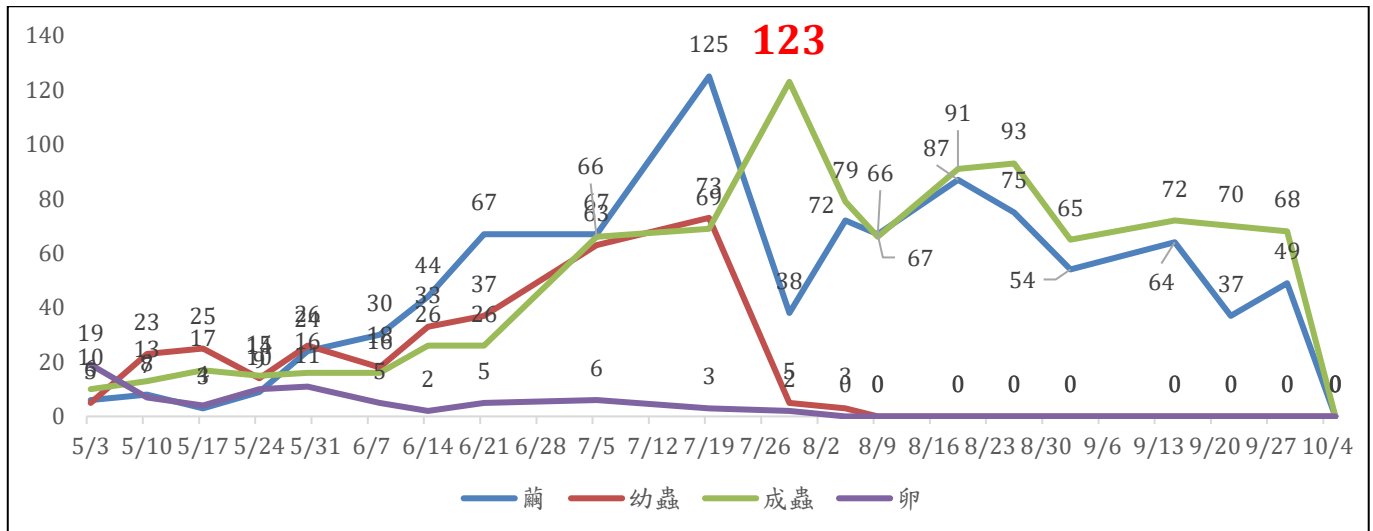


圖 5-45 A 蜂巢族群消長變化

從 2022 年 5/3 日紀錄開始，直到 10/4 日離巢，共計 154 日。5~7 月間是整個蜂群增長的季節，這段期間溫度穩定，食物量充足，蜂群的活動力較活躍，外出補食次數也比較頻繁，因此蜂后大量繁殖，在 7/29 日成蟲數達到高峰 123 隻。到了 8 月以後，因為接近秋天，溫度開始略降，鱗翅目幼蟲較少，蜂群的活動力開始下降，蜂后也停止繁殖，整個族群停止增長，直到 10/4 日整個蜂群離巢，結束為期 154 日的活動期。

#### 2. B 蜂巢 (圖 5-46)

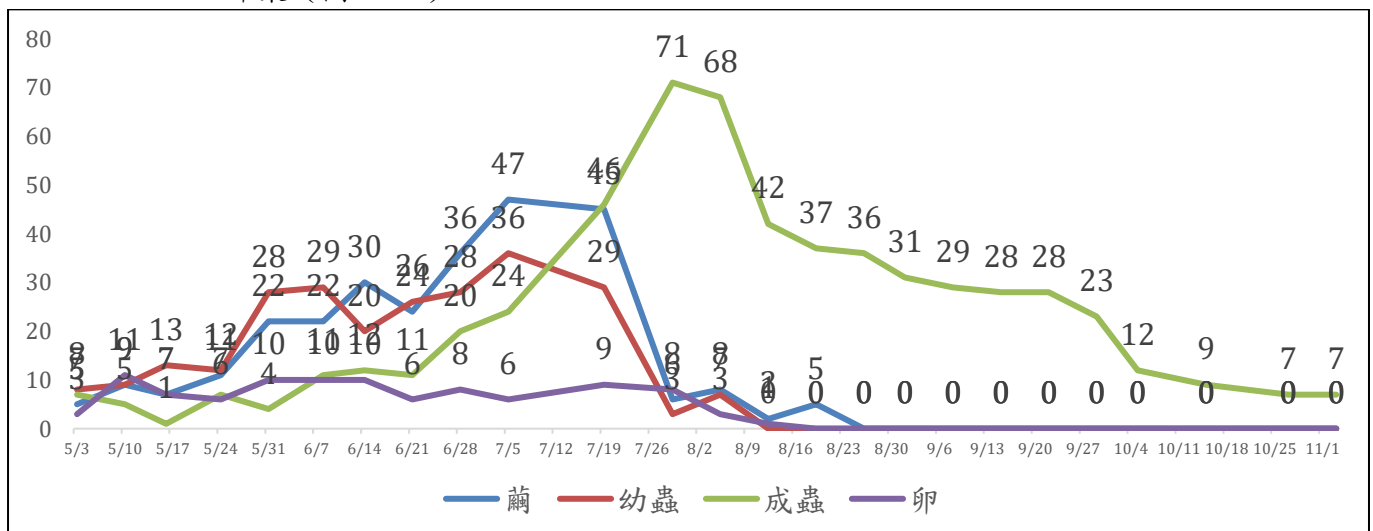


圖 5-46 B 蜂巢族群消長變化

從 2022 年 5/3 日紀錄開始，直到 10/15 日蜂巢掉落，共計 166 日，5/3 日~8/12 日期間大量繁殖，推測黃長腳蜂在較溫暖的春夏會進行繁殖，秋天則停止繁殖動作，原



因有以下三點：

- (1) 溫度較低讓變溫動物的黃長腳蜂活動力降低。
- (2) 秋季後食物缺乏，加上鱗翅目幼蟲則較少。
- (3) 花相較春夏也來得少，食物唯恐不足。

以上原因蜂群從八月後開始不再進行繁殖。隨著季節的變化，溫度開始逐月下降，許多成蜂陸續死亡，剩下不到 10 隻。11/15 日，突然蜂巢掉落，整個蜂群又下降到 6~7 隻左右。但該蜂群持續在原處過冬，並不會蜂巢掉落而整群飛走，一直逗留在原處，直到 3/8 日 B 巢剩餘蜂群全數離巢。

### 3. A、B 蜂巢族群消長比較 (圖 5-47~5-48)

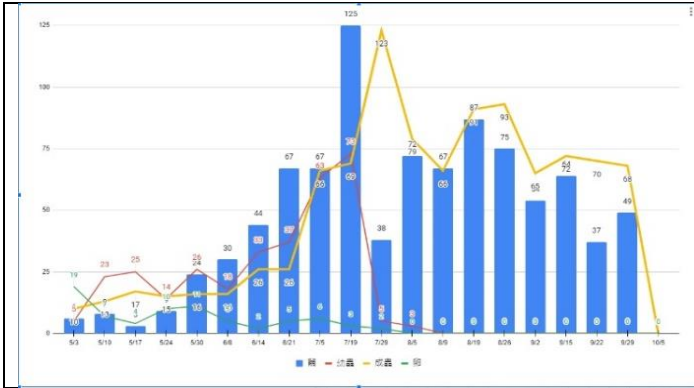


圖 5-47 A 蜂巢族群消長變化表

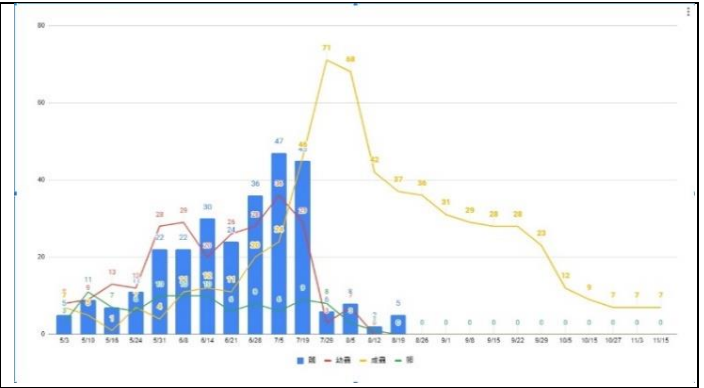


圖 5-48B 蜂巢族群消長變化表

分析：黃長腳蜂從 5/3 日族群數量漲到 7/5 日，7/5~8/5 日為高峰期，從 8/5 日開始族群下降，10/5 日 A 蜂巢離巢，而 B 蜂巢族群數急數下降。因此得知黃長腳蜂在夏季溫度穩定的時候族群增長繁殖，進入秋季後便不再增加族群，緊接著開始過冬。

## 六、 探討 A、B 蜂巢的消長變化

### 1. 蜂巢長度探討 (圖 5-49~5-50)

- (1) A 蜂巢從 5/3 日開始等速的增長，平均每一週增長 1 公分左右，直到 7/19 日增長到 19 公分後就停止，到整個蜂群離巢都停在 19 公分的長度。
- (2) B 蜂巢則從 5/3 日的 4 公分開始增長，平均每週同樣增長約 1~2 公分，直到 7/15 日增長到 19 公分後就停止，反倒比 A 蜂巢快四天到達 19 公分的長度。

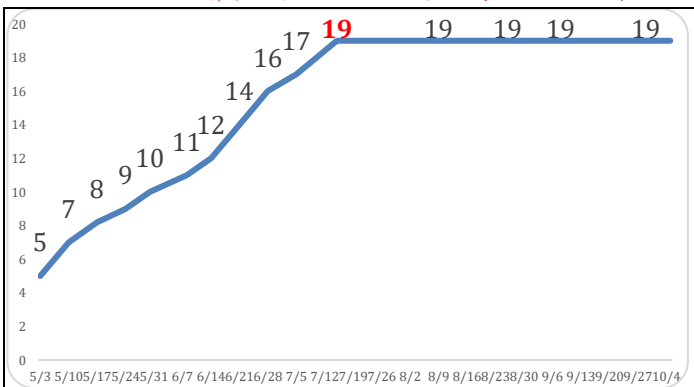


圖 5-49A 蜂巢巢體長度

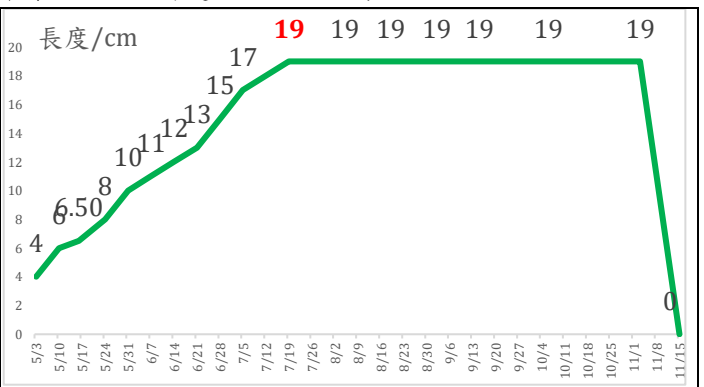


圖 5-50 B 蜂巢巢體長度

### 2. 蜂巢巢孔數量探討 (圖 5-51~5-52)

- (1) A 蜂巢的巢孔發展比較快，且數量也比較多，從 5/3 日平均以 37 個巢孔數量增加，最多落在 6/21~6/28 增長了 117 個巢孔之多，數量相當驚人，然而從 7/15 日後就停止增加巢孔數，最終落在 440 個巢孔。
- (2) B 蜂巢的巢孔發展較慢且數量較少，總數落在 280 個巢孔。從 5/3 日平均以 24 個孔洞數增長，但發現 6/7~6/21 這 2 週的巢孔數卻沒有增加，停在 151 個，然後從 6/28 開始瞬間增長 55 個，直到 7/19 日增長到 280 個孔洞後就停止增長，整體孔洞數會比 A 巢少，最主要有兩週的時間孔洞數沒有增長為主要原因。

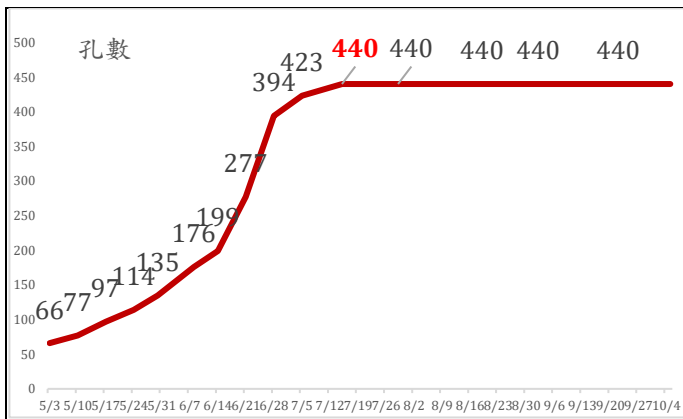


圖 5-51 A 蜂巢巢孔增長表

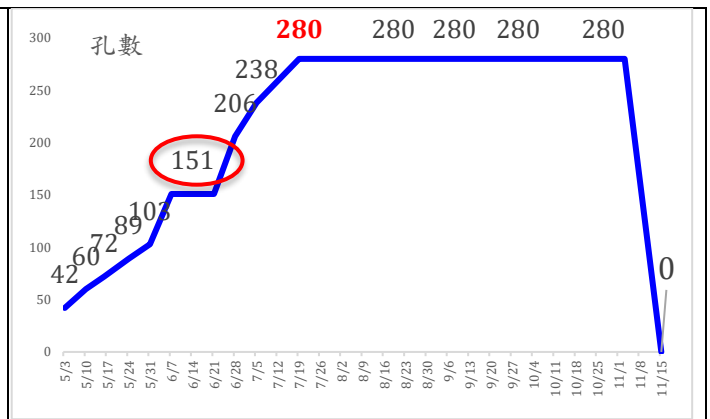


圖 5-52 B 蜂巢巢孔增長表

## 七、 探討黃長腳蜂的生態行為

### (一) 個體標記野放測試

標放的用意是想要實驗兩蜂巢的蜂群在這麼近的距離下，是否會飛錯蜂巢。經過個體標記野放實驗後，我們觀察到黃長腳蜂被我們抓走幾小時或一天後，標記野放的個體還是可以順利飛回自己的蜂巢。我們在蜂巢上面會有被標記過的長腳蜂。(圖 5-53~5-54)



圖 5-53 A 蜂巢以標記紅色



圖 5-54 B 蜂巢以標記白色

### (二) 黃長腳蜂公母的差異性 (圖 5-55)

經過觀察發現有些個體型態有所差異，在標放的時候也發覺捕獲的個體外觀有明顯不同，經過查證才知道公母的外部型態的分別方式。

**雄蜂**：臉型較四方，面部淺黃色，觸角特長且尖端為黑色球狀膨大，複眼較淡褐色，尾部圓鈍。

**雌蜂**：臉成五角形，有尖刺的因素，尾部比較尖

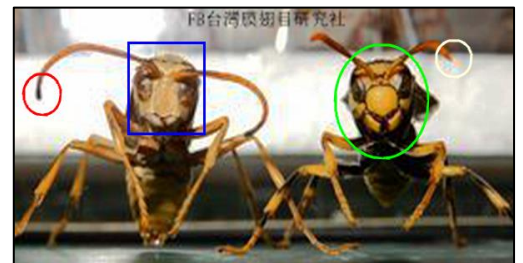


圖 5-55 左雄右雌

### (三) 探討黃長腳蜂攻擊範圍 (圖 5-56~5-58)

眾所皆知蜂類有護巢行為，為了想知道蜂群對護巢的攻擊範圍是多少，我們利用竹籤末端連接樂樂棒球來的桿子接觸蜂巢，實驗結果發現在靠近蜂巢距離約 10 公分的時候，蜂群不為所動，我們持續接近蜂巢至快接觸到蜂巢的距離約 2 公分，才觀察到蜂群在振翅警戒，最後嘗試輕碰蜂巢，果真蜂群都飛離蜂巢並嘗試攻擊樂樂棒球的行為。護巢行為需要碰觸蜂巢，牠們才會啟動禦敵的行為。



圖 5-56 A 蜂巢



圖 5-57 B 蜂巢



圖 5-58 謹慎打開窗戶碰觸實驗



(四)A、B 蜂巢後期蜂群行為之探討 (圖 5-59~5-60)

1. A 蜂巢處：此處在 10/5 日全數蜂群皆離巢，因此我們將此蜂巢摘除。事隔 132 天的 2/13 日又發現 12 隻黃長腳蜂在此處開始築巢，這讓我們非常驚訝，在這裡加上這個蜂巢如果築巢成功，就已經紀錄三個蜂巢了，代表該處非常適合蜂群建立蜂巢，我們推測該處上頭有陸橋遮陽又避風，干擾少是主要原因。
2. B 蜂巢處：從 8/9 日開始，蜂群就不再增長，直到 11/15 日蜂巢掉落後，蜂群數量驟減剩下 8 隻，然而牠們就在原處一直逗留到，最近 3/7 日最後一次紀錄，剩下不到 3 隻黃長腳蜂，代表這群蜂會在原處過冬，後續還會再觀察牠們是否會在此處築巢。



圖 5-59 A 處 2/13 日來了 12 隻成蜂



圖 5-60 B 巢 11/15 掉落到 2023 年 3/7 剩下 3 隻

(五)探討各時段黃長腳蜂巢內行為

透過監視錄影機來監測各時段蜂群在蜂巢內的行為，發現溫度是影響蜂群活動的重要因子，夏季溫熱活動頻繁，早春及冬季溫度較低，幾乎都在巢中休息不動。夏季時分早上五點時段，溫度較低，蜂群較為慵懶不太動，直到七點左右溫度開始回升，蜂群開始活絡起來，開啟忙碌工作的一天。接近中午時段因溫度較高，大部分都在巢體上方休息躲避陽光，甚至有些個體會有振翅散熱的行為。到了下午四點左右，溫度略降蜂群又開始活動，在巢內各自忙碌著，有的個體會外出覓食工作，有的個體會在巢內做事，當然也有觀察到偷懶的個體，著實有趣。

1. A 蜂巢：早上時段許多個體都外出覓食，整個蜂群數量不多，到了中午時段，個別的蜂都陸續返巢休息，就會觀察到一堆蜂擠在蜂巢上；到了傍晚時分，原本以為蜂群應該會休息不太動，觀察下來發現原來晚上蜂群都在走動忙碌，顛覆了我們對蜂類晚上休息的印象。(圖 5-61~5-63)

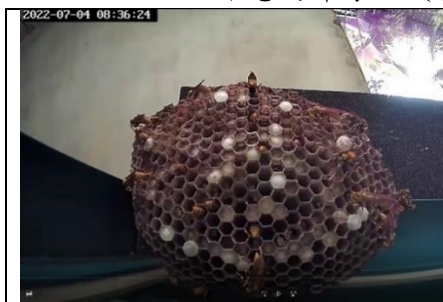


圖 5-61 早上七點開始忙碌



圖 5-62 中午時段多半都在巢內休息



圖 5-63 晚上七點巢內活動頻繁

2. B 蜂巢：族群量相較於 A 蜂巢較少，早上逗留在蜂巢上個體不少，同樣到了中午時段，許多外出的蜂群相繼回巢，都在巢上休息活動，晚上時分同樣也相當活絡各自忙各自的。(圖 5-64~5-66)

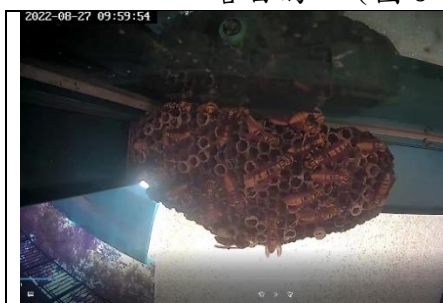


圖 5-64 早上十點很活躍



圖 5-65 中午時段多半都在巢內休息

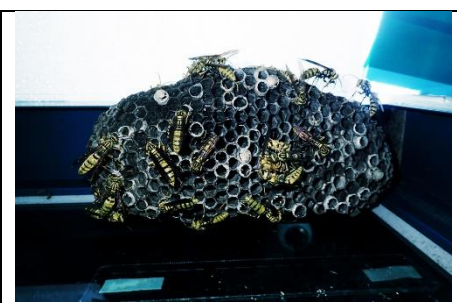


圖 5-66 晚上六點巢內活動頻繁

## 陸、討論

### 一、探討蜂類築巢的季節 (圖 6-1~6-2)

2022 年五月份我們發現 A、B 蜂巢後便開始著手記錄，發現 A 蜂巢族群壯大較快，族群數量成長驚人，且在 10/5 日就集體離巢；同日的 B 蜂巢則數量略減外，就沒有離開原處，直到 11/15 日蜂巢被蜂巢螟蛾啃食殆盡掉落，殘存的蜂群剩下不到 10 隻並在原處過冬，隔年 3/8 日才離巢。2/10 日 A 處又來了一批黃長腳蜂在此築巢，數量約 12 隻成蟲。



圖 6-1 A 蜂巢處 2/10 開始有蜂群來築巢



圖 6-2 B 蜂巢處尚有七隻個體在此度冬

### 二、分析各類蜂巢材質的差異

我們走訪校園各地發現了不少蜂巢外，撿拾及摘採一些離巢的蜂巢，經過我們觀察紀錄比對，歸納出四種蜂巢型態，分別是黃長腳蜂、棕長腳蜂、褐長腳蜂、雙斑長腳蜂及變側異腹胡蜂，只有黃長腳蜂、雙斑長腳蜂、變側異腹胡蜂這三種蜂巢可以確認物種外，其他兩種是依靠蜂巢的孔洞大小及外觀構造來判定，在經過查證及詢問下，才得以初步判定是為此兩種蜂類。



圖 6-3 A 蜂巢 (主要觀察的蜂巢)

長 20cm、寬 15cm、高 14cm、深 8cm、孔徑 0.8cm  
完整巢孔：490 個；不完整巢孔：95 個



圖 6-4 2021 年的蜂巢

長 21cm、寬 16cm、高 12cm、深 7cm、孔徑 0.8cm  
完整巢孔：640 個；不完整巢孔：60 個

分析：這兩個蜂巢都是黃長腳蜂 *Polistes rothneyi* 的蜂巢，族群量大，相對蜂巢型態較大，只要周邊環境許可，蜂巢型狀就呈現圓形，巢孔數量逼近 500 個之多，孔徑大小為在 0.8 公分。蜂巢顏色呈現暗褐色為主，蓮蓬頭形狀是其特色，蜂巢結構也較強韌堅固。(圖 6-3~6-4)



圖 6-5 A-1 蜂巢

長 10.5cm、寬 6.6cm、高 10.3cm、深 7.3cm、孔徑 1cm  
完整巢孔：64 個；不完整：56 個

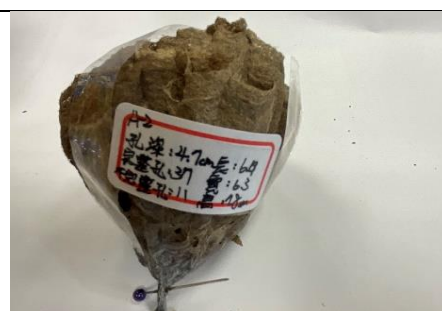


圖 6-6 A-2 蜂巢

長 6.7cm、寬 6.3cm、高 7.8cm、深 4.7cm、孔徑 1.2cm  
完整巢孔：37 個；不完整：11 個

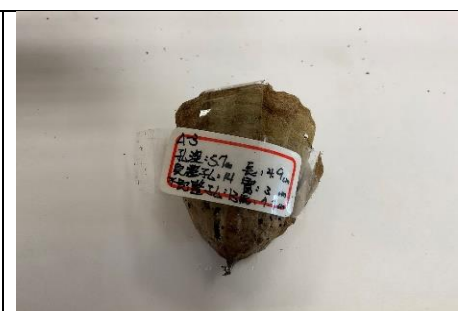
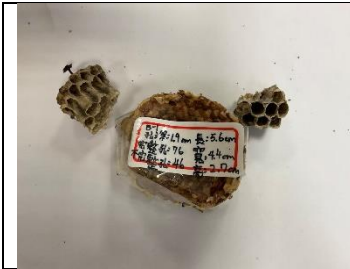


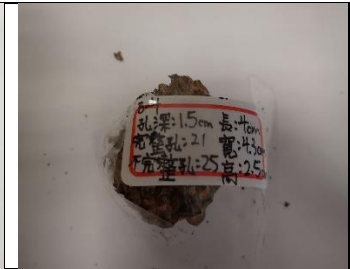


圖 6-7 A-3 蜂巢

長 4.9cm、寬 3cm、高 7.7cm、深 5.7cm、孔徑 0.8cm  
完整巢孔：14 個；不完整：13 個



分析：A 系列蜂巢初步判定為**棕長腳蜂** *Polistes gigas*，因棕長腳蜂個體較大，此孔徑較其他蜂巢大外，深度也比較深，雖撿拾的蜂巢多半較小，但整體形狀來說呈現紡錘型構造，不像黃長腳蜂屬於蓮蓬頭形狀，以木質纖維為主要製作材料，故蜂巢個體顏色較為深色。蜂巢材質較蓬鬆且薄又輕，整個感覺就是紙糊的樣子。（圖 6-5~6-7）

			
<b>圖 6-8 B-1 蜂巢</b> 長 5.6cm、寬 4.4cm、 高 2.7cm、深 1.9cm、 孔徑 0.5cm 完整巢孔：76 個； 不完整巢孔：46 個	<b>圖 6-9 B-2 蜂巢</b> 長 4.9cm、寬 4.6cm、 高 1.9cm、深 2.7cm、 孔徑 0.6cm 完整巢孔：55 個； 不完整巢孔：32 個	<b>圖 6-10 B-3 蜂巢</b> 長 4.4cm、寬 3.5cm、 高 3.9cm、深 1.7cm、 孔徑 0.5cm 完整巢孔：43 個； 不完整巢孔：22 個	<b>圖 6-11 B-4 蜂巢</b> 長 4cm、寬 4.3cm、 高 2.5cm、深 1.5cm、 孔徑 0.5cm 完整巢孔：21 個； 不完整巢孔：25 個

分析：B 系列蜂巢我們初步判定為是**雙斑長腳蜂** *Polistes takasagonus*，體長約 11-16mm，巢孔大小落在 0.5 公分左右，因為蜂巢很小，我們撿拾的個體多半都落在 5 公分左右，巢孔平均落在 48 個左右，有築巢在鋁門窗上，葉子底下皆有發現。材質較為蓬鬆且軟，很容易一捏就變型。（圖 6-8~6-11）

			
<b>圖 6-12 C-1 蜂巢</b> 長 7.4cm、寬 5.6cm、 高 8.5cm、深 6.7cm、 孔徑 0.8cm 完整巢孔：47 個； 不完整巢孔：27 個	<b>圖 6-13 C-2 蜂巢</b> 長 3.9cm、寬 3.3cm、 高 4.6cm、深 4.3cm、 孔徑 0.8cm 完整巢孔：11 個； 不完整巢孔：13 個	<b>圖 6-14 C-3 蜂巢</b> 長 3.4cm、寬 3.2cm、 高 5.2cm、深 4.7cm、 孔徑 0.8cm 完整巢孔：16 個； 不完整巢孔：3 個	<b>圖 6-15 C-4 蜂巢</b> 長 3.2cm、寬 2.9cm、 高 5.2cm、深 3.1cm、 孔徑 0.8cm 完整巢孔：10 個； 不完整巢孔：11 個

分析：初步判定為**褐長腳蜂** *Polistes tenebricosus*，撿拾的蜂巢都很小，巢孔數量多落在 50 以內，甚至有的只有 10 個完整的巢孔，築巢地點多半都在水泥護欄、木做欄杆底下發現，族群數量不多，蜂巢孔洞較薄，且質地較蓬鬆，跟棕長腳蜂蜂巢有點相似。（圖 6-12~6-15）

	
<b>圖 6-16 D-1 蜂巢</b> 長 12cm、寬 3.6cm、高 2.7cm、 深 1.3cm、孔徑 0.4cm 完整巢孔：204 個； 不完整巢孔：41 個	<b>圖 6-17 D-2 蜂巢</b> 長 5cm、寬 3.6cm、高 2.7cm、 深 1.3cm、孔徑 0.4cm 完整巢孔：73 個； 不完整巢孔：46 個

分析：此蜂巢形狀特殊，蜂巢整體會往上翹，呈現勺子狀形狀，相當特殊，初步判定為**變側異腹胡蜂** *Parapolybia varia*，因為蜂巢形狀特殊，較好分辨，喜愛築巢在葉子及樹叢下，此蜂體型較小，相對蜂巢也比較小，可以看得出孔徑多半落在 0.4 公分左右，撿拾的個體，最大可達 204 個孔洞。（圖 6-16~6-17）

### 三、校園蜂巢築巢環境的選擇條件

蜂類喜歡在屋簷下方或是陰涼處的地方築巢，我們在校內發現的蜂巢都是在陰涼處以及屋簷下，而且在各校舍的屋簷、凹縫處、陰涼處的牆面上是最多蜂巢。圖 6-18~6-21)



### 四、蜂類教育推廣與保育方法

在台灣有各式各樣的蜂類，在一般民眾的印象多半是負面的，甚至產生極大的厭惡及恐懼感！但蜂類在整個生態環節扮演著重要的角色，授粉、捕食農作害蟲或寄生等生態功能，為人熟悉的就是蜜蜂，但全世界僅 11 種蜜蜂，占了蜂類家族極小部分，然而其他的蜂類則不產蜜。大部分的蜂類都是過著獨居的生活，只有少部分種類會有築巢建立族群，並有階層制度及社會性行為，這些都值得我們人類深入研究與認知。

#### (一) 蜂類的對人的貢獻

蜂類提供的主要功能以授粉為主。蜂類在生態系統中扮演著非常重要的角色，因為許多植物都需要蜂類授粉，人類需要蜂類進行授粉才有今日水果及蔬菜可食用。

#### (二) 蜂類螫咬的防範

1. 野外郊遊應避免走入無人走過的草叢，毒蜂也常出沒垃圾堆、花園及地形險惡處。
2. 戶外郊遊吃剩的果皮、飲料、食物及袋子都要包好，再放入垃圾袋密封丟棄。
3. 每年秋季登山健行時，遇雨天要特別注意蜂類多在巢內不出，特別擁擠，易被激怒。
4. 戶外活動登山最好穿戴表面光滑及淺色衣帽，避免顏色鮮豔，白色、藍色及表面粗糙的衣物，褲子紮到靴子或襪子裡最好。
5. 戶外活動盡量不用香水或有香氣的化妝品。
6. 蜂類從身旁飛過，最好站立不動，不用手拍打或揮動衣物驅趕。
7. 若有兩三隻蜜蜂在你身邊打轉，表示牠們正在打探你們是敵人，應視若無睹，保持冷靜，靜待牠們離去。
8. 蜂類已被激怒，用衣服或雨衣包住頭逆風快跑躲避，但勿邊跑邊用衣物驅趕，以防造成陰影和氣流，使蜂類更能認清目標。

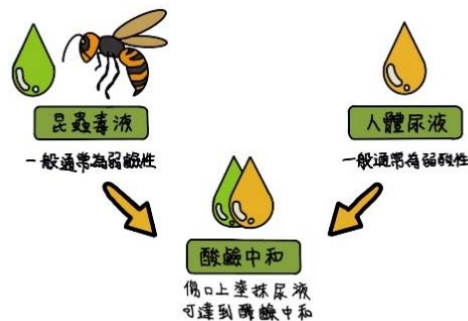


圖 6-22 蜂毒酸鹼中和

#### (三) 蜂類螫傷自救

1. 在被螫傷的部份，找出蜂刺並用尖頭鑷子拔針。不要用手擠壓傷口以免再次刺傷自己。
2. 蜂毒屬微酸性，所以使用鹼性阿摩尼亞水（氨水，尿液也有此成分）或小蘇打水塗抹傷處，可中和毒液。（圖 6-22）
3. 傷處腫脹疼痛時，可先冰敷及使用抗胺藥膏，再到醫院請醫師詳細檢查。
4. 全身被螫的傷者，在送醫途中，可將全身浸在小蘇打水冰水中或用肥皂水先沖洗全身，中和及抑制蜂毒在血液中擴散。
5. 當傷者出現呼吸困難、意識不清、昏迷等症狀時，一定要儘快延醫救治。

#### (四) 推廣蜂類保育教育網（圖 6-23）

我們製作了一個蜂類保育網站，希望能夠利用我們實地觀察研究的成果，透過網路平台分享蜂類的保育知識，教育大眾不要過度害怕蜂類，進而認識、包容及和這群面惡心善的蜂類共存。



圖 6-23 蜂類生態教育網



## 五、校內師生對蜂類的問卷調查

我們訪談 146 名在校師生，並請這些師生們填寫問卷，其目的是想要知道在校師生對蜂類這生物的熟識度，以利我們做後續推廣教育使用。（圖 6-24）



圖 6-24 蜂類問卷調查

### 1. 受訪性別與年齡層

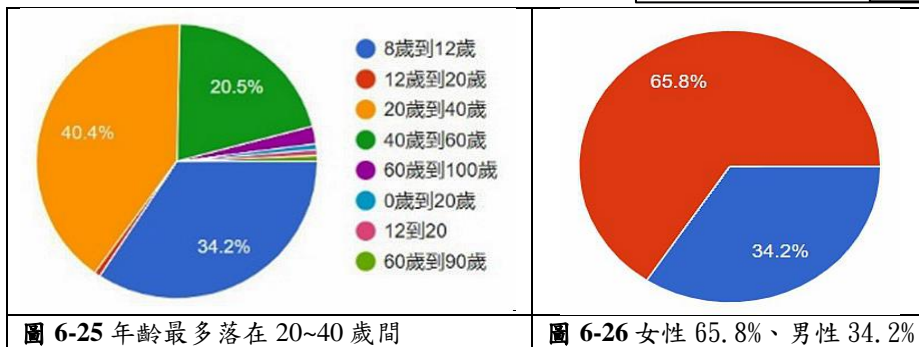


圖 6-25 年齡最多落在 20~40 歲間

圖 6-26 女性 65.8%、男性 34.2%

※填寫問卷的女性大於男性，年齡層則落在 20~40 歲之間最多，因此得知學校教職員女性老師人數大於男性老師，年齡層普遍偏年輕。（圖 6-25~6-26）

### 2. 黃長腳蜂的認知

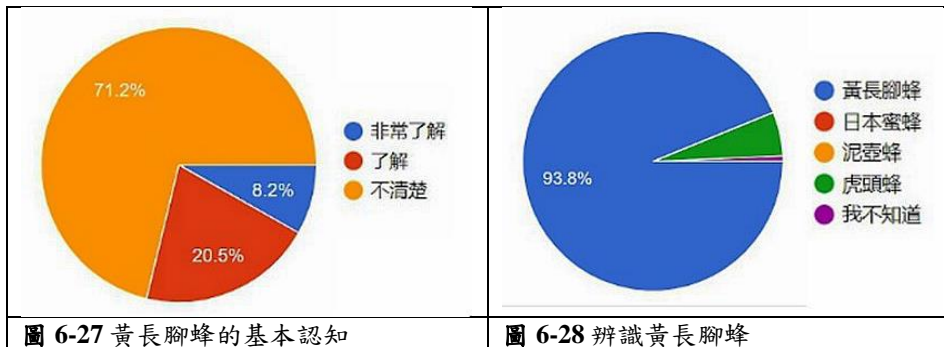


圖 6-27 黃長腳蜂的基本認知

圖 6-28 辨識黃長腳蜂

※大部分的師生對黃長腳蜂的認知較不清楚，高達 71.2%，代表一般民眾對此物種的認知較不足；圖片的辨識倒是準確率頗高的，高達 93.8%。（圖 6-27~6-28）

### 3. 黃長腳蜂食性與分布

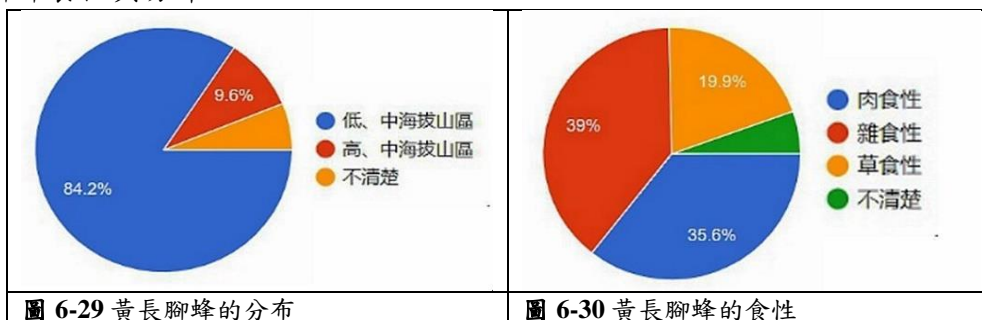


圖 6-29 黃長腳蜂的分布

圖 6-30 黃長腳蜂的食性

※受訪者在對於黃長腳蜂的分布及食性皆概略明白。（圖 6-29~6-30）

### 4. 黃長腳蜂攻擊行為與蜂巢用途

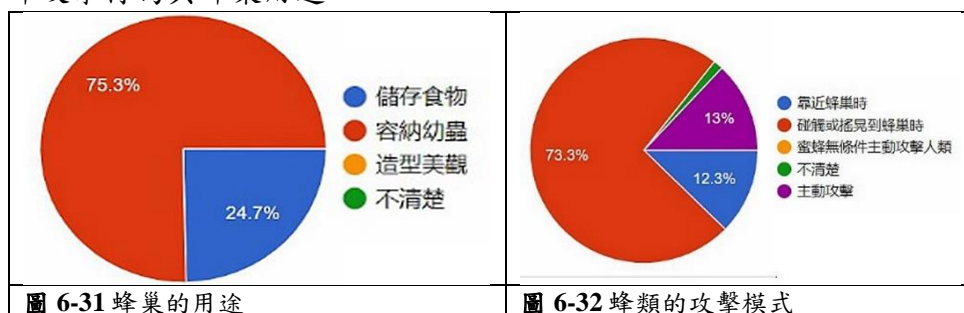
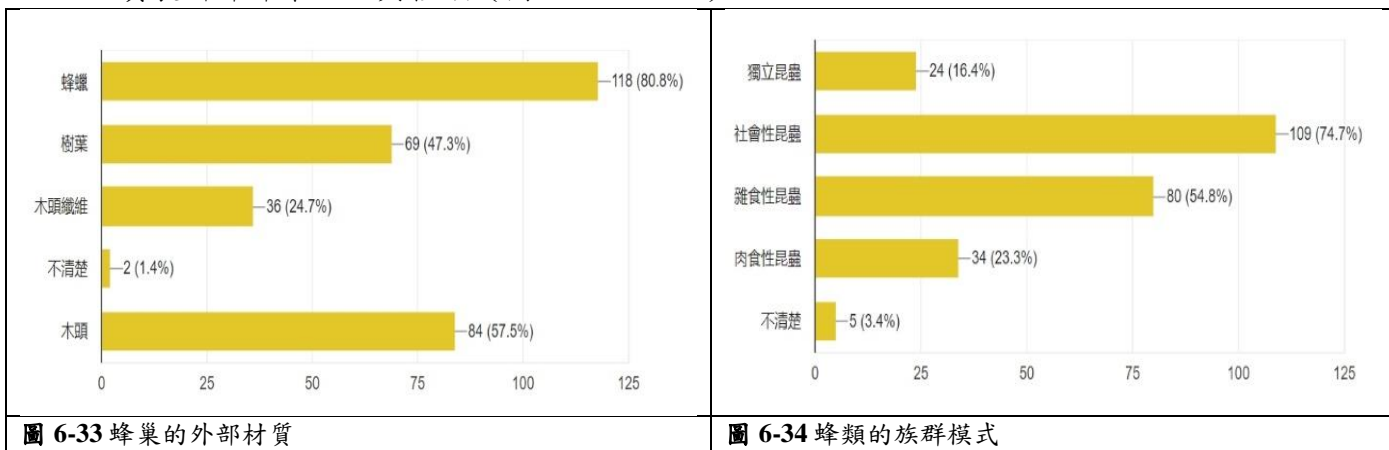


圖 6-31 蜂巢的用途

圖 6-32 蜂類的攻擊模式

※有 75.3% 的受訪人都知道蜂巢的使用功能；蜂群的攻擊行為在一般民眾來說，是碰觸到或是進入警戒範圍內才會遭受到蜂群攻擊。（圖 6-31~6-32）

## 5. 黃長腳蜂蜂巢認知與種類 (圖 6-33~6-34)

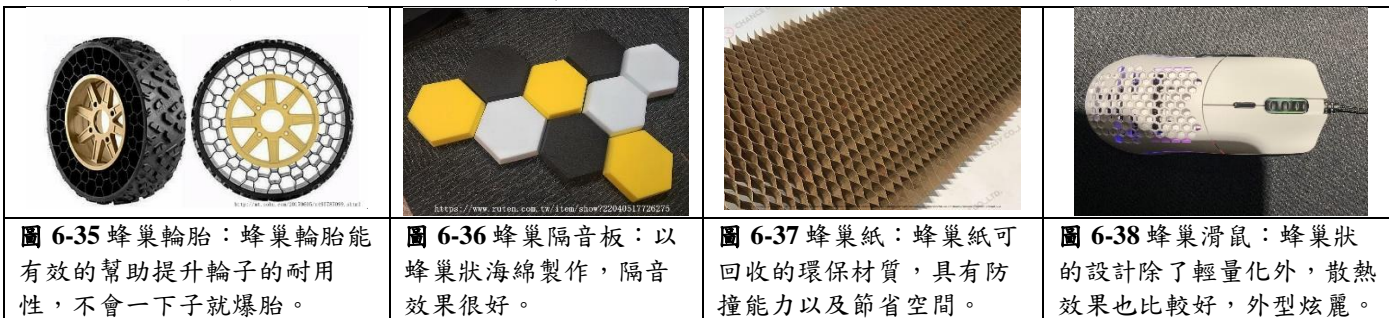


※有 80.8% 的受訪者都認為黃長腳蜂的蜂巢是蜂蠟製作，詢問下得知他們認為黃長腳蜂是蜜蜂，所以認為蜂巢是蜂蠟做的；有 74.7% 的師生們對蜂類是社會性昆蟲都很熟悉。

## 六、蜂巢的生活應用

### 1. 民間應用 (圖 6-35~6-38)

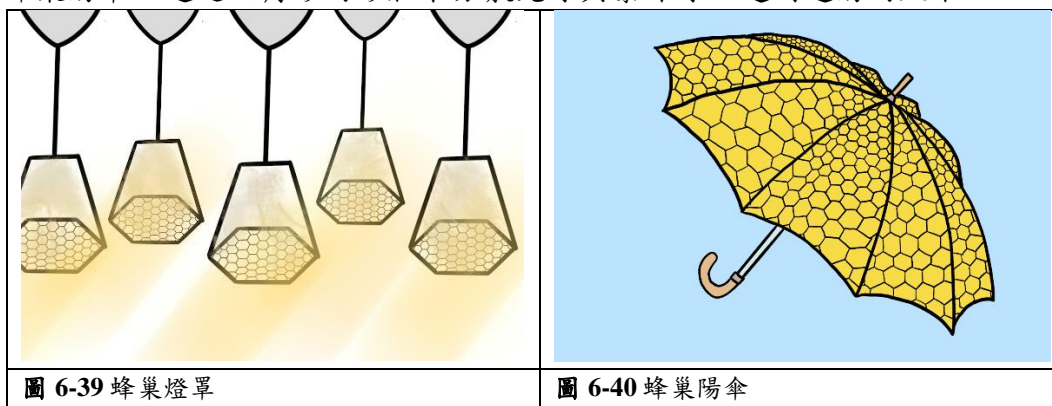
蜂巢狀的設計不但能夠輕量化外，相對耐久性、散熱佳、可塑性高及成本降低為優勢，坊間多半以仿造蜂巢型態為設計導向，除了上述優勢外外型也格外好看。



- (1) 蜂巢壁紙：將蜂巢經過處理後做成壁紙，可以在室內營造出自然、溫馨的氛圍。
- (2) 蜂巢育苗紙：這種栽培法是一種立體種植方式，可以在有限的空間中種植更多的植物。還可以為植物提供更好的通風和排水，使植物的根系更加健康。
- (3) 蜂巢裝飾：將蜂巢切割成所需的形狀，製作成壁掛、餐桌裝飾等，可以創造出別緻的裝飾效果。

### 2. 創意想法 (圖 6-39~6-40)

1. 蜂巢燈：蜂巢造型的燈，會讓光線通過蜂巢散發出柔和的光線。
2. 蜂巢陽傘：透過六角形的形狀來分散光線與紫外線，達到遮陽的效果。



※總結來說，蜂巢具有獨特的紋理和形狀，可以被廣泛地應用於創意設計中，創造出獨特的風格和氛圍。



## 柒、結論

### 一、探討校園建築物蜂巢的組成與特性

#### 1. 教一棟 (圖 7-1~7-3)

在 2021 年我們發現該處有一個黃長腳蜂蜂巢，然而校方怕蜂會螫傷學生進而摘除。隔年 2022 年又發現兩組黃長腳蜂在相同的位置築巢，兩巢相距不到 3 公尺，直到 11/15 日，B 蜂巢掉落，而 A 蜂巢在 10/5 日飛離該區到其他地方避冬。2023 年 B 蜂巢還有 6 隻蜂，而在 2/13 日 A 處飛來 12 隻蜂群，然後又在此處繼續築巢。通常蜂巢只會使用一年，長腳蜂新蜂后就會棄巢，並在其他地方重建蜂巢。該 A 處我們已經摘除掉兩個蜂巢，今年又再次造訪該處，就等於連三年都在同一處築巢，這是非常神奇的地方。



圖 7-1 教一棟南面 AB 蜂巢相距不遠

圖 7-2 A 蜂巢

圖 7-3 B 蜂巢

#### 2. 教二棟 (圖 7-4~7-18)

分析：教二棟的南面是目前調查出最多蜂巢的地方，數量就有 7 個之多，該處鄰近教一棟的北面，且建築物的結構凹凸不平，許多蜂巢都築巢在角落處，遮風避雨非常棒，甚至有兩處的蜂巢有兩個，還有觀察到同一個蜂巢上又築一個小蜂巢，代表該處非常適合蜂群生活的環境。反觀其他地方的蜂巢大小都很小，長度落在 10 公分左右。

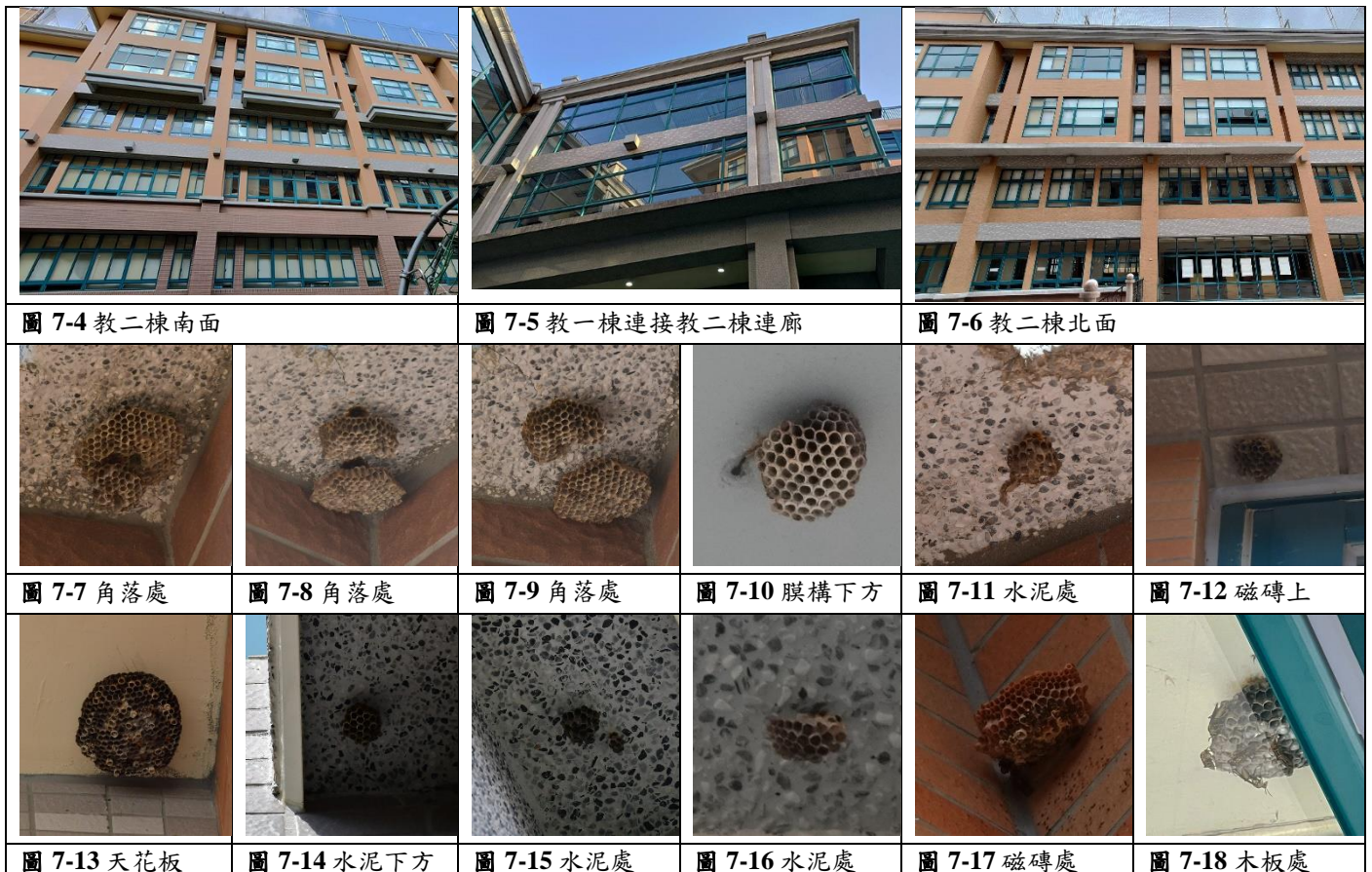


圖 7-4 教二棟南面

圖 7-5 教一棟連接教二棟連廊

圖 7-6 教二棟北面

圖 7-7 角落處

圖 7-8 角落處

圖 7-9 角落處

圖 7-10 膜構下方

圖 7-11 水泥處

圖 7-12 磁磚上

圖 7-13 天花板

圖 7-14 水泥下方

圖 7-15 水泥處

圖 7-16 水泥處

圖 7-17 磁磚處

圖 7-18 木板處



### 3. 教三棟 (圖 7-19~7-27)

分析：教三棟的北面受風面較大，蜂巢數量較少，多半都築在暗處，且族群都很小。西面的蜂巢都築的比較高，該處比較避風，且都在鋁窗上面築巢，至於南面則蜂巢數量只有兩個，其中一個還有蜂群在巢內活動。



### 4. 綜合大樓、警衛室、水滴廣場 (圖 7-28~7-36)

分析：綜合大樓的西面屬全日照環境，該處有發現三個蜂巢，但族群量都不大，甚至大小不到 10 公分；水滴廣場面向東面，受到東北季風的影響，該處的蜂巢量不多外，發現的蜂巢個體也很小，甚至孔洞不到 10 個；警衛室只有一處有個小蜂巢，該蜂巢看的出來已經很久了，整體狀況不佳。





## 二、探討環境因子對黃長腳蜂的族群變化之影響

### 1. A 蜂巢

分析：A 蜂巢整體發展較迅速，且族群量比較大，全盛時期成蟲將近 123 隻，這只是估算在巢上的蜂群數量，外出覓食工作的都還沒算。我們可以從圖表發現，從 6/14 日開始，族群量持續往上攀升外，繭的數量也相當多，相對成蟲數也會增加。此時這個時段的溫度相對較為穩定，蜂群成長幅度較大，5/17 這日突然溫度驟降到 16.8°C，觀察到該週蜂群數反而下降，數量從 17 隻降到 15 隻。此蜂巢族群完整，到了入秋後的 10/5 日就全數離巢，在這時成蟲數還有 68 隻之多。（圖 7-37）



圖 7-37 A 蜂巢環境因子及族群變化分析表

### 2. B 蜂巢

分析：B 蜂巢的發展較 A 巢規模小，全盛期成蟲數落在 71 隻，比 A 蜂巢少了 52 隻之多，但此蜂巢很特別，在 10/15 日時，蜂巢突然掉落，檢拾蜂巢發現該蜂巢內部有不明幼蟲在裏頭，數量有 73 隻，後來查詢資料後，得知是蜂巢螟蛾的幼蟲，在這之後，遺留下來的蜂群剩下 7 隻，並在原處過冬，3/8 日全數才離巢。蜂群漲幅最大的月份落在暑假期間，整體蜂群增長速度較 A 蜂巢慢。（圖 7-38）

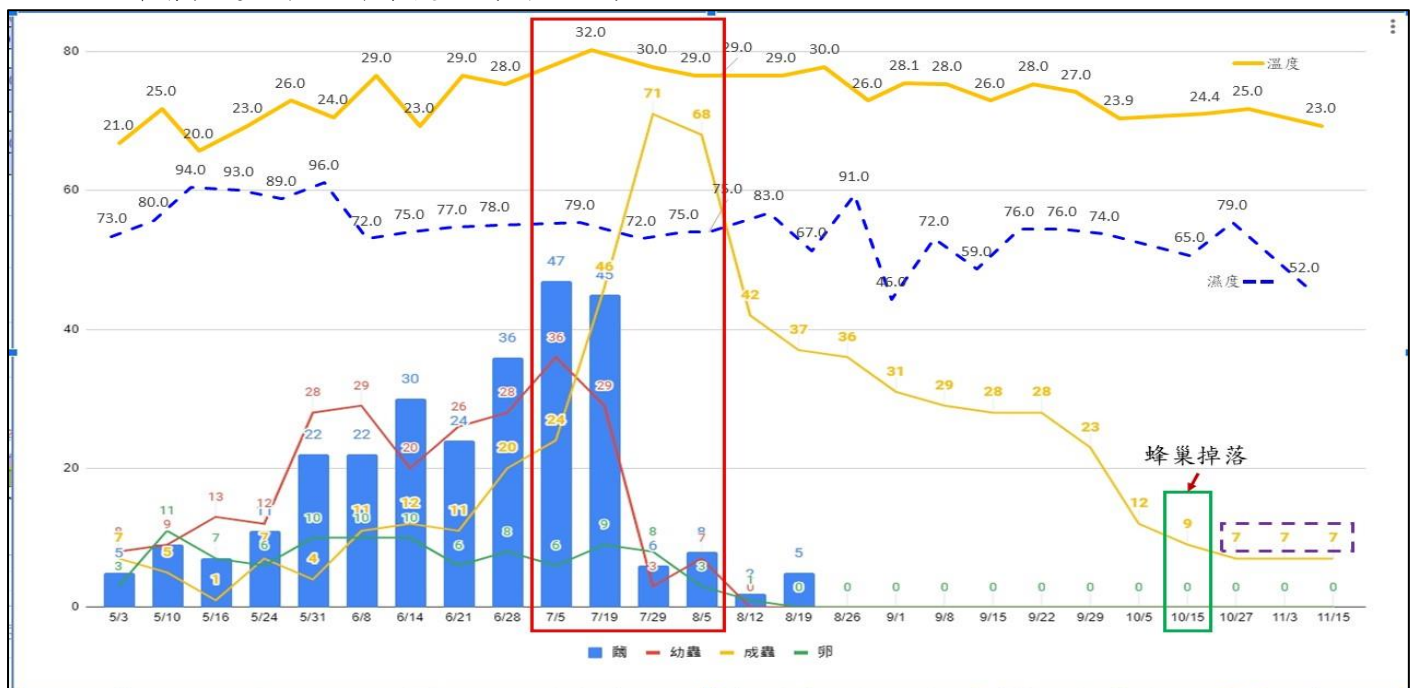


圖 7-38 B 蜂巢環境因子及族群變化分析表

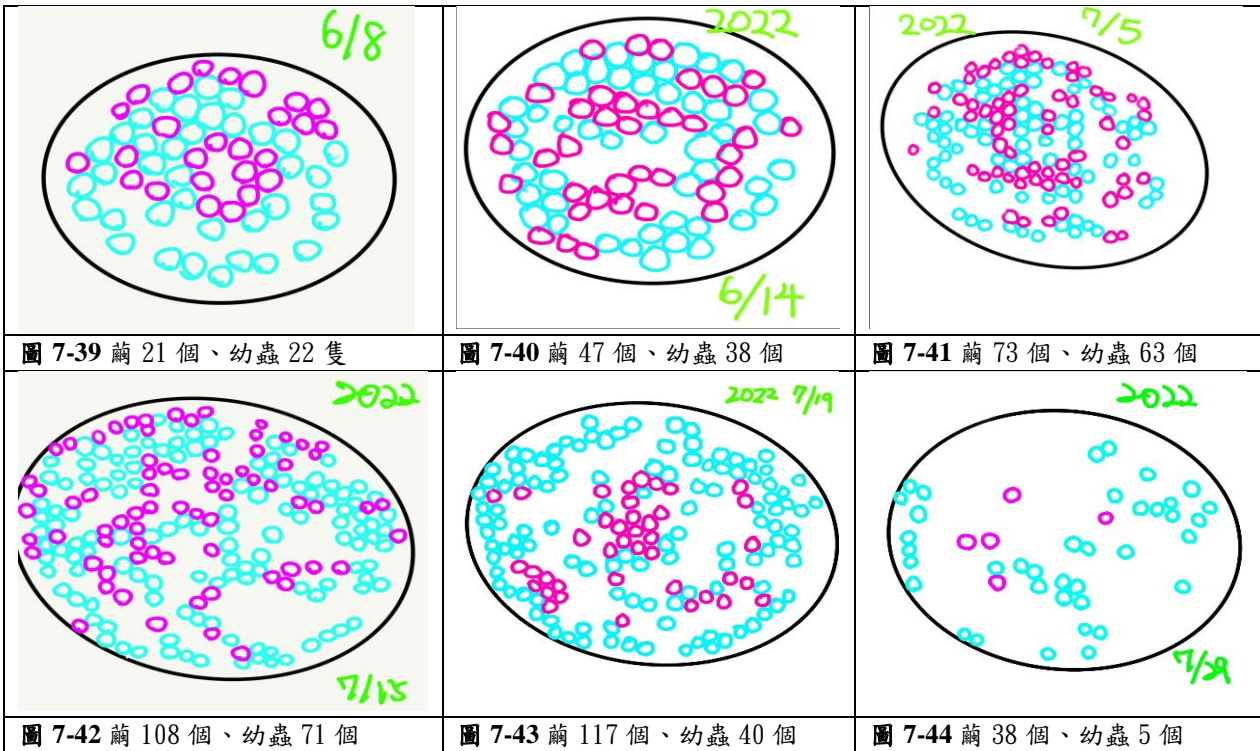
### 3. 總結歸納

1. **棲息地**：黃長腳蜂生活在開闊的草原或農田中，需要足夠的食物和繁殖場所。隨著城市化和農業現代化的進展，這些棲息地受到了很大的破壞和壓縮，對黃長腳蜂的族群數量產生了負面影響。
  2. **溫度和濕度**：黃長腳蜂生活在溫暖和潮濕的環境中，如果環境過冷或過乾燥，會影響牠們的生長和繁殖。
  3. **氣候變化**：全球氣候變化對昆蟲的族群數量產生了深遠的影響，也包括了黃長腳蜂。例如，氣溫升高可能會使一些區域變得過於乾燥，使黃長腳蜂失去棲息地和食物。
  4. **天敵和疾病**：黃長腳蜂面臨著多種天敵和疾病的威脅，例如蜘蛛、鳥類和其他寄生蟲。這些天敵和疾病對黃長腳蜂的族群數量產生了負面影響。
- ※總結來說：**環境因子對黃長腳蜂的族群數量產生了很大的影響**，對其生存環境進行保護和管理，也是維護其族群數量的重要措施。

### 三、探討蜂巢族群內部消長變化

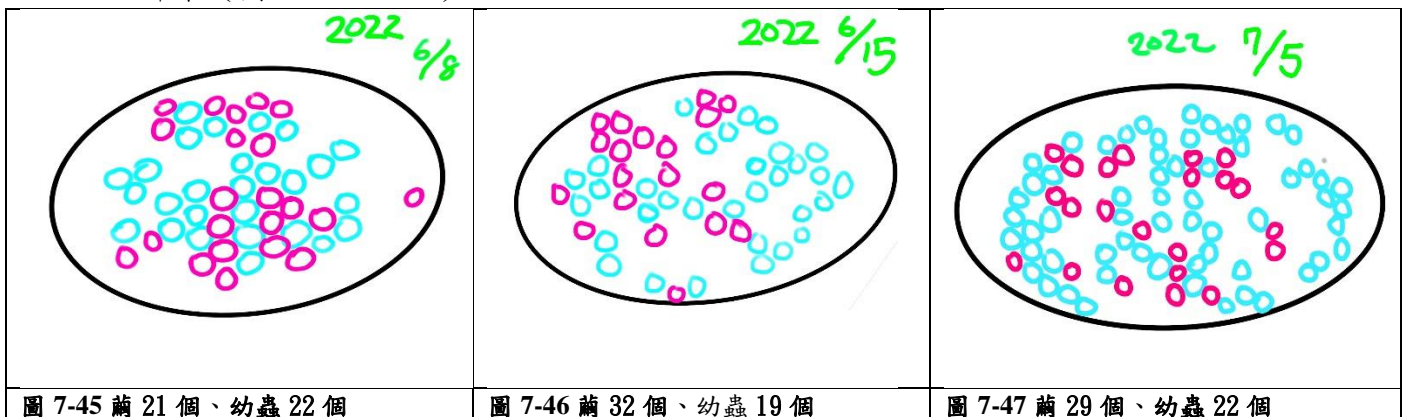
我們從蜂巢族群較穩定的時候開始記錄內部消長變化，從6/8日，紀錄蜂巢長度11公分，以紫圈及淺藍圈來標記繭跟幼蟲的變化。（圖7-39~7-44）

#### 1. A 蜂巢

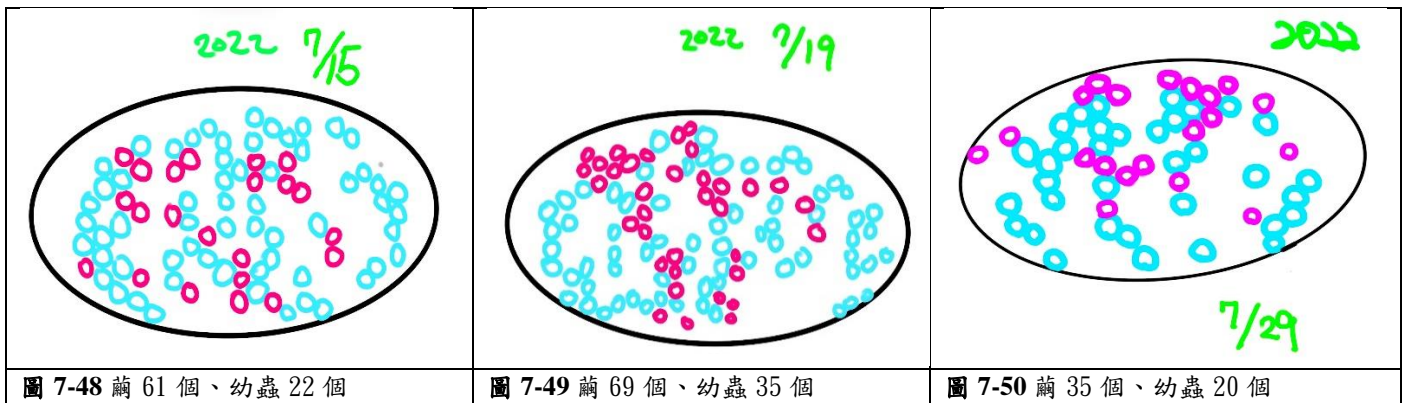


分析：6/8日到7/19日的繭的數量比較多，但到了7/29卻變少。此時7/29的成蟲數達到123隻之多。我們發現從蜂巢最外圍往內看的順序是**幼蟲→繭→幼蟲→繭**，所以推測蜂巢內的幼蟲分佈位置是有一定的年齡規律。

#### 2. B 蜂巢（圖7-45~7-50）







分析：6/8 日的繭比 6/15 日較少，不過幼蟲數量卻相對較高。從 6/15 日到 7/29 日的繭數量變化非常大，而幼蟲數量只有 7/15 到 7/19 日的差距最大，此時 7/29 成蟲數達 71 隻，我們推斷出幼蟲每天結繭比幼蟲孵化的速度還快。

#### 四、探討黃長腳蜂警戒範圍

1. 蜜蜂-蜜蜂的警戒範圍約 50-100 公尺。
2. 虎頭蜂-虎頭蜂當中警戒範圍最廣的是黑腹虎頭蜂，直徑約有 100 公尺左右。而警戒範圍最小的則是黃腰虎頭蜂，警戒範圍約 10 公尺。
3. 黃長腳蜂-碰觸或搖晃到蜂巢時才會發動攻擊，警戒範圍約直徑 5 公分。

#### 五、黃長腳蜂巢內行為之探討 (圖 7-51~7-54)

我們都知膜翅目昆蟲絕大部分都有社會階層行為，這是少部分僅次於人類的社會階層制度。通常由女王蜂帶領著少許的雄蜂及大量的工蜂一起建立整個蜂巢王國，為期六個月的觀察下，我們發現蜂群在巢內的行為有以下幾種模式。

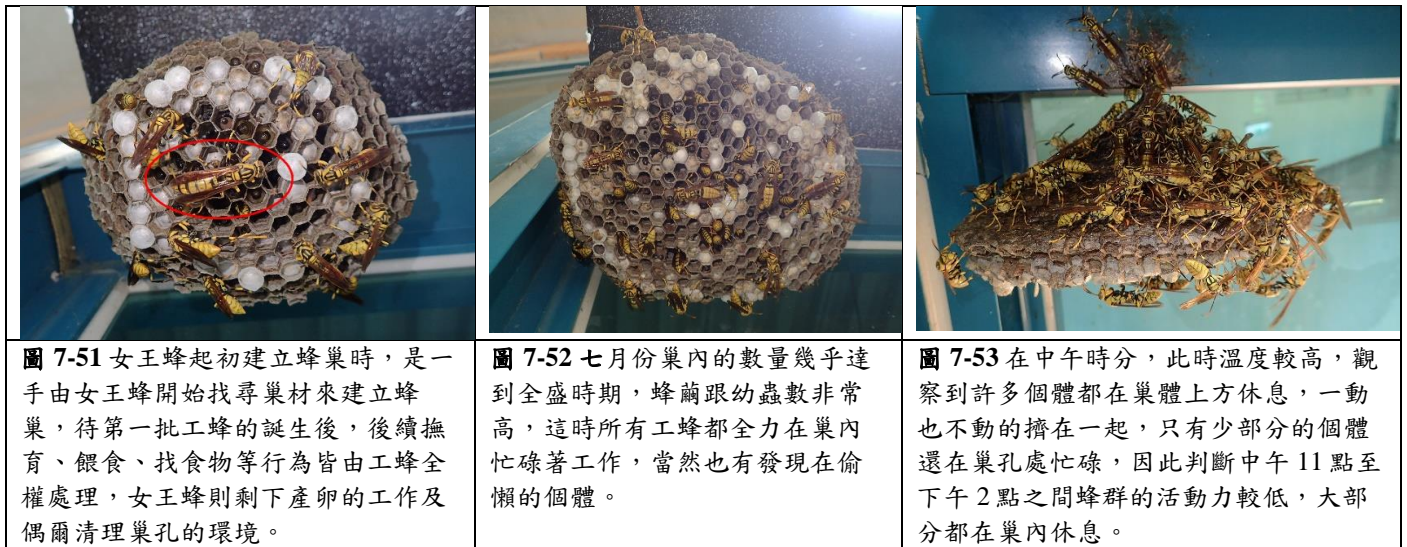


圖 7-54 工蜂是整個蜂群裡最為辛苦，負責找尋巢材、找尋食物、餵食、捍衛家園等工作。

## 捌、參考文獻資料

- 一、楊維晟 (2010)。野蜂放大鏡。台北市：天下遠見出版股份有限公司。
- 二、張永仁 (1998)。昆蟲圖鑑。台北市：遠流出版事業股份有限公司。
- 三、中華民國第 61 屆中小學科學展覽會-紙糊的房子蓋在哪裡好呢？- 研究長腳蜂屬 (*Polistes sp.*) 的生態行為。
- 四、中華民國第 58 屆中小學科學展覽會-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。
- 五、中華民國第 59 屆中小學科學展覽會-獨居蜂 hostel?-獨居蜂人工巢室最佳化。
- 六、中華民國第 52 屆中小學科學展覽會-衝「蜂」陷陣- 棕馬蜂生活史與生活習性研究。
- 七、中華民國第 59 屆中小學科學展覽會-泥造城堡- 探討黃胸泥壺蜂「銜泥建造巢室」的策略。
- 八、陸聲山，葉文琪，宋一鑫 (2017) 專題論述- 都市胡蜂之生態及其監測。林業研究專訊 No. 3。
- 九、林威均，蔣宗元，劉柏君，許甄伊 (2005) 校園追「蜂」俠。中華民國第 45 屆中小學科學展覽會。
- 十、陸聲山，葉文琪，宋一鑫 (2013) 陽明山國家公園胡蜂調查。國家公園學報第二十三卷第四期。
- 十一、陸聲山，宋一鑫，葉文琪 (中華民國 100 年) 陽明山國家公園胡蜂科資源調查。
- 十二、林宗岐 (2007) 專題報導世間的精靈—昆蟲—社會性昆蟲。科學發展，409 期。
- 十三、楊佩瑜，楊慈，黎芷晴，樹木叢生，百草「蜂」茂- 胡蜂科文獻探討與校園內蜂巢之調查。
- 十四、李鍾旻 (2012) 【蟲蟲的祕密】紙雕大師長腳蜂。環境資訊中心- 生物簡介。
- 十五、魏映雪，楊平世 (1990) 鱗翅目昆蟲族群估算- 標識再捕法。動物園學報。
- 十六、嘉義市第 31 屆中小學科學展覽會-土樓神秘客——泥壺蜂生態研究。
- 十七、台灣飛蛾資訊戰。<https://taiwanmoth.myspecies.info/>
- 十八、嘎嘎昆蟲網。<http://gaga.biodiv.tw/9701bx/in94.htm>
- 十九、生命大百科。<https://taieol.tw/>
- 二十、中央氣象局。<https://www.cwb.gov.tw/V8/C/>