

中華民國第 64 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 生物科

080305

構「泥」為巢--黃胸錐腹螺羸築巢行為和環境因子之關係

學校名稱： 臺東縣臺東市東海國民小學

作者： 小五 田浩昇 小五 楊滄扉 小五 林沐穎	指導老師： 陳玉齡 洪雪英
---------------------------------------	-------------------------

關鍵詞： 黃胸錐腹螺羸、蜂巢

摘要

本研究在探討黃胸錐腹蜾蠃的築巢位置、分布狀況、行為觀察、蜂巢類型與蜂巢環境的關係，以及出巢率和蜂巢結構與材料的關係。結果發現，黃胸錐腹蜾蠃築巢位置會選擇有利於覓食、孕育後代的環境，雌蜂的築巢方向並沒有特定的方位；統計後發現黃胸錐腹蜾蠃雌蜂和雄蜂，雌雄比是 1.125；也發現蜂巢的種類和外觀會因為環境的不同而有所差異；又發現雌蜂築巢使用泥土粒徑的粒徑大小和出巢率沒有直接的關係，但築巢材料粒徑大小和蜂巢結構有關係，而蜂巢結構會影響成蟲出巢率，蜂巢結構的長寬比和出巢數有密切的相關性，但是蜂巢結構的厚度並不會影響到成蟲的出巢，蜂巢結構中的有機質和出巢率相關性也非常密切。

壹、研究動機

我們在走廊上無意間發現一隻蜜蜂，牠抓著一隻和牠體型差不多大的蟲飛進巢穴，那種巢在每次打掃教室時都會看到，這讓我們很好奇這究竟是哪種蜜蜂的巢，為什麼是用泥土做的？查了資料之後發現原來牠並不是蜜蜂，而是黃胸錐腹蜾蠃，又叫黃胸泥壺蜂，根據文獻我們才知道那種巢正是牠用泥土和水蓋的，而且牠會抓蟲給自己的幼蟲吃，巢還會有壺口。看完這些資料後我們對黃胸錐腹蜾蠃產生了很大的興趣，我們想了解黃胸錐腹蜾蠃築巢位置、方式和環境有沒有相關性？我們也想了解黃胸錐腹蜾蠃的築巢行為模式？因此我們觀察校園裡的黃胸錐腹蜾蠃，進行研究。

貳、文獻資料

一、黃胸錐腹蜾蠃學名 *Delta pyriforme*(Fabricius, 1775)，膜翅目胡蜂科。體長 2.5 - 3cm，體型細長，屬於寄生蜂類，分布於低海拔山區。雌蜂會銜泥球築巢，蜂巢為酒壺狀，完成蜂巢後雌蜂會捕捉鱗翅目的幼蟲塞進巢內並產卵(資料來源:昆蟲臉書，2012)。

二、歷屆科展有關黃胸錐腹蜾蠃的相關研究

1、第 54 屆全國科展國中生物：「竹」巢高手-探討影響棕黃胸錐腹蜾蠃築巢因子

這份報告是研究棕黃胸錐腹蜾蠃築巢目的和築巢因子，研究發現築巢目的是為了繁衍後代，捉捲葉蛾幼蟲的目的，是為了幫壺蜂後代儲存食物，啣土做泥層是為了阻絕所有外來天敵或干擾，讓壺蜂的幼蟲後代可以順利成長；影響棕黃胸錐腹蜾蠃築巢的因子有氣味、障礙物和天敵。

2、第 57 屆全國科展國中生物：泥壺內的秘辛～赭腰圓領蜾蠃和黃胸錐腹蜾蠃生存策略探討

這份報告在比較校園中的赭腰圓領蜾蠃和黃胸錐腹蜾蠃兩種黃胸錐腹蜾蠃蜂巢、型態、生活史、築巢行為和生存策略。研究發現兩種壺蜂在蜂巢和型態各有不同，生活史齡期相同，但成蟲存活率有差異；在飼養環境中不會有築巢和獵捕行為，兩種雌蜂均會築巢、產卵、捕獵並置入幼蟲食物後封口並出巢驅趕，以防止小蜂、螞蟻等試圖入侵蜂巢的外來生物。

3、第 58 屆全國科展國小生物：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

這份報告在探討棕泥壺蜂、日本藍泥蜂、黃紋短腰蜾蠃、黑扁股泥蜂和細切葉蜂的築巢行為及成長習性。研究使用不同的材質觀察五種獨居蜂築巢；也觀察到這些獨居蜂都扮演著為植物傳播花粉以及生物防治的角色。

4、第 59 屆全國科展國中生物：泥造城堡-探討黃胸錐腹螺羸「銜泥建造巢室」的策略

這份報告發現黃胸錐腹螺羸築巢會先吸水→做泥球→做巢室→產卵→抓獵物→封口，製作泥球會將水與砂土攪拌→身體下壓→砂土成球狀；這報告也發現黃胸錐腹螺羸體長越大，建造巢底與壺口會越大，以及當黃胸錐腹螺羸發現巢室被寄生或破壞時會出現思考性的修補或棄巢行為。

5、第 63 屆全國科展國中生物：壺蜂的生殖行為—探討黃胸錐腹螺羸交尾、做巢、產卵、育幼的生殖過程研究

這份報告是在探討黃胸錐腹螺羸交尾、做巢、產卵、育幼等生殖行為。研究發現雄壺蜂平均性成熟時間、拍打泥球的速度和巢固定成型的相關性、卵柄張力、後代發育為雌蜂或雄蜂和獵物的數量有關，也觀察到後代攝食的方式。

參、研究目的

動物的巢就如同人類的家，家可以遮風避雨，也可以讓後代子女安全成長，動物的巢具相同功能。黃胸錐腹螺羸是築巢動物，他們會攜泥球築巢，因此我們想探討黃胸錐腹螺羸是否有偏好在特定環境築巢，也想了解黃胸錐腹螺羸的築巢行為和巢的結構是否和後代的孕育有關係。

- 一、了解校園中黃胸錐腹螺羸的築巢位置和分布狀況
- 二、黃胸錐腹螺羸築巢行為觀察
- 三、了解黃胸錐腹螺羸的蜂巢類型和蜂巢環境之間的關係
- 四、了解黃胸錐腹螺羸出巢率與蜂巢結構和材料之間的關係

肆、研究方法

方法一、野外調查

(一)範圍—整個校園

1、研究地點

觀察研究在 OO 國小校園進行，學校面積 2.2 公頃。學校校園為地上兩層和地下一層的三合院建築，校園除了建築物外，還有生態池、操場和向陽草原，另外還有一座實施食農教育的菜園。

校園位於市區，植被豐富，學生活動頻繁。研究區域包含以洗石子牆面為主的所有建築物、花圃、草皮和菜園。

2、土壤的地質

我們學校的母質是片岩，土壤型態是沖積土。(資料來源：小農農場經營管理系統)

(二)調查項目和方法：

我們調查黃胸錐腹螺羸巢的位置和外觀，並記錄每個巢間的數量，蒐集廢棄黃胸錐腹螺羸蜂巢，錄影觀察黃胸錐腹螺羸的築巢行為和黃胸錐腹螺羸出巢方式。

1、在校園示意圖標記蜂巢位置

我們調查黃胸錐腹螺羸巢在校園的位置，將蜂巢位置分別標示在校園一樓、二樓和地下室的校園示意圖上。

- (1) 黃胸錐腹螺羸蜂巢位置方法為以英文字母標示，在接下來的報告中，我們稱在 A 位置發現的蜂巢為蜂巢 A、在 B 位置發現的蜂巢為蜂巢 B……在 AA 位置發現的蜂巢為蜂巢 AA……在 AAA 位置發現的蜂巢為蜂巢 AAA……(圖 1、圖 2 和圖 3)。

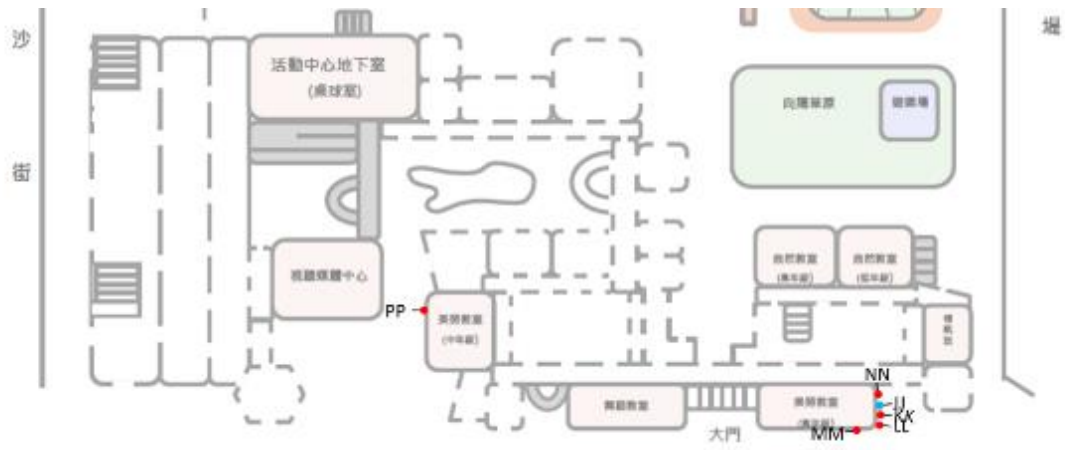


圖 1：地下室蜂巢位置

圖片來源：平面圖由學校提供

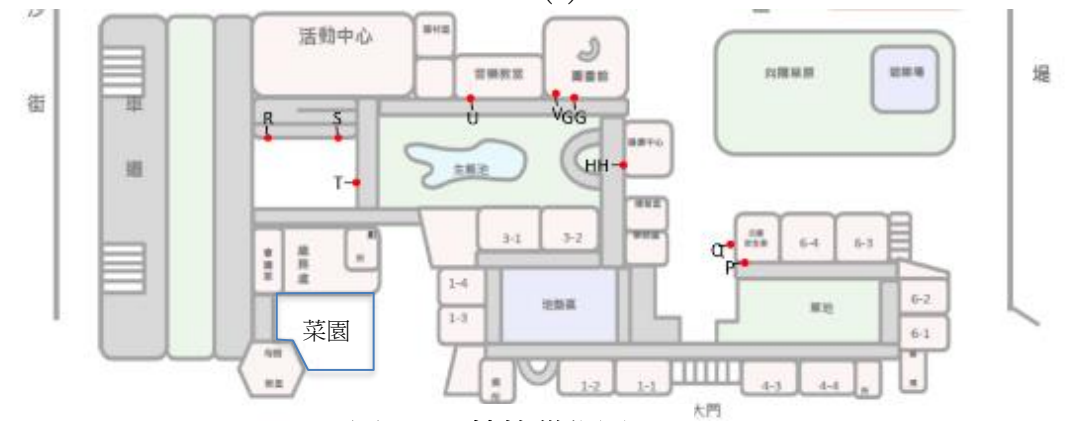


圖 2：一樓蜂巢位置

圖片來源：平面圖由學校提供



圖 3：二樓蜂巢位置

圖片來源：平面圖由學校提供

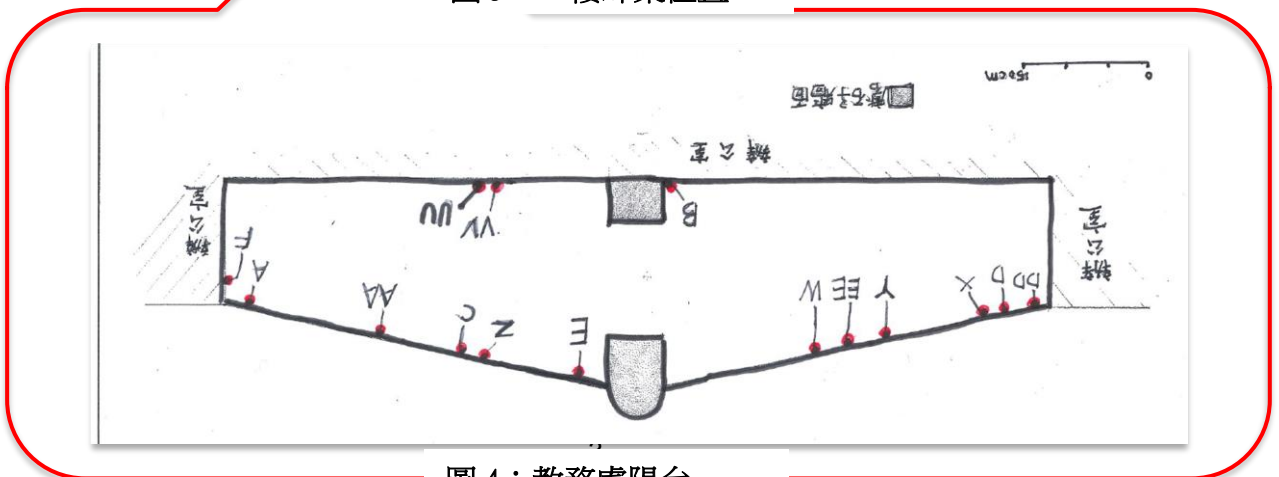


圖 4：教務處陽台

圖片來源：由作者自行繪製

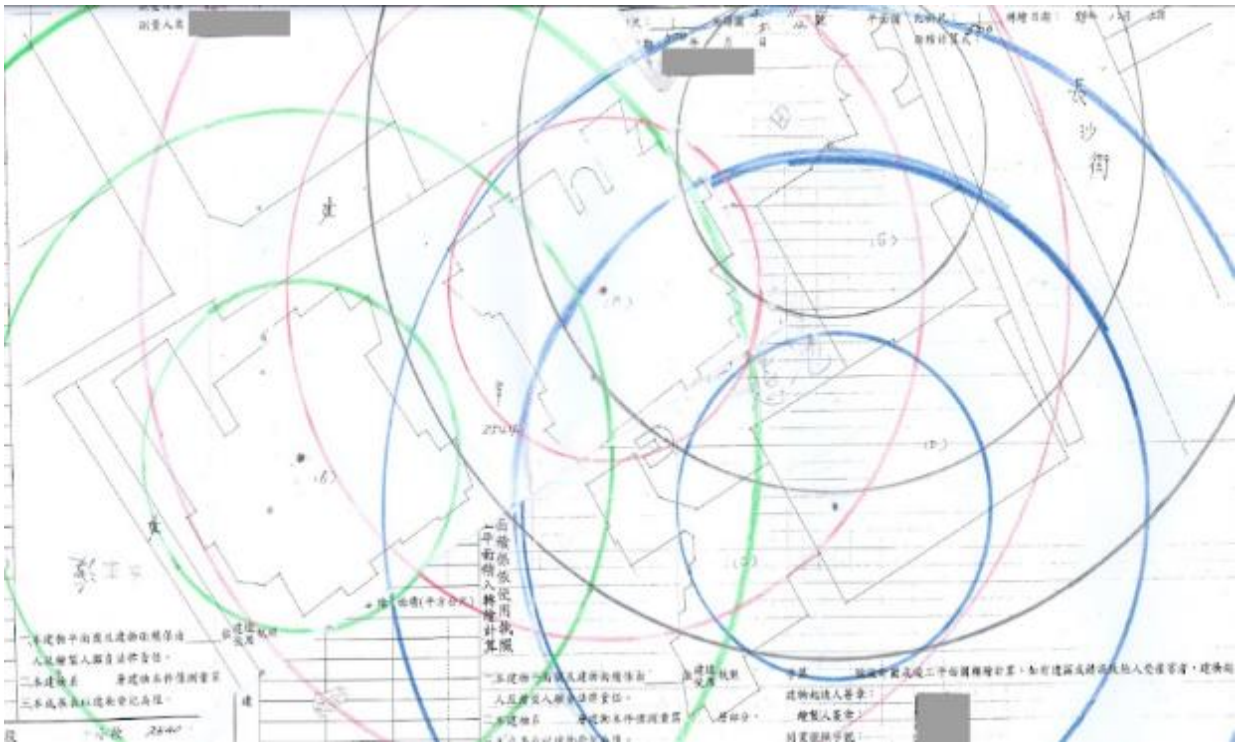
(2) 記錄黃胸錐腹螺羸巢間有出巢現象的方法為先記錄蜂巢位置，再計算黃胸錐腹螺羸巢間位置，例如：A-1、A-2……A-5，編號方式意為蜂巢 A 共有 5 個巢間，第一個巢間為 A-1、第二個巢間為 A-2……。

2、錄影觀察黃胸錐腹螺羸的築巢行為和出巢方式

我們使用平板 24 小時錄影跟拍正在築巢的黃胸錐腹螺羸，記錄牠們的築巢行為，並觀察巢間裡的黃胸錐腹螺羸成蟲出巢方式。

3、蜂巢附近有無水源和泥土

將校園分成 4 個區域，每個區域以最長邊的中心位置為圓心，畫 5 公分半徑的同心圓(黑色同心圓是第 1 區；紅色同心圓是第 2 區；綠色同心圓是第 3 區；藍色同心圓是第 4 區)，判斷每個區域的蜂巢 25 公尺內是否有水源和泥土(如圖 5)。



圖片來源：平面圖由學校提供，同心圓由作者繪製 **圖 5：校園分區圖**

4、蜂巢位置牆面的粗糙程度

我們調查校園全部黃胸錐腹螺羸的蜂巢後，將所有黃胸錐腹螺羸蜂巢附著的牆面分為 7 種類型，類型如表 1：

表 1：牆面種類

牆面種類	洗石子	磨石子+洗石子	水泥牆+洗石子	水泥牆	窗戶鋁框	窗戶鋁框+洗石子	欄杆+洗石子
牆面							
圖片							

圖片來源：由作者自行拍攝

5、蜂巢位置有無遮蔽物：我們的調查範圍為整個校園，紀錄蜂巢所在位置是否有走廊屋簷遮蔽或窗戶邊遮蔽，讓蜂巢不會直接受到雨水侵蝕。

6、蜂巢的類型：將不同類型的蜂巢作分類，我們將觀察的蜂巢分為兩類，有長橢圓和扁橢圓(如表 2)，長橢圓是指垂直於地面的蜂巢；扁橢圓是指平行於地面的蜂巢。




表 2：蜂巢類型

蜂巢類型	長橢圓	扁橢圓
圖片		

圖片來源：由作者自行拍攝

7、測量蜂巢厚度、寬度和長度(如表 3)

表 3：測量蜂巢厚度、寬度和長度方法

測量項目	厚度	寬度	長度
圖片			
測量方法	從蜂巢的貼牆面量到蜂巢的正面。	從蜂巢的從蜂巢的左側量到蜂巢的右側。	從蜂巢的最底部量到蜂巢的最頂端。

圖片來源：由作者自行拍攝

8、蜂巢壺口方位：利用指北針量測壺口方位，壺口方位按照十六方位分類，加上正上方共有十七個方位。


9、統計蜂巢的巢間數量

(1)拆解蜂巢觀察內部結構後從下往上數得知巢間數(如表 4)。

(2)長橢圓蜂巢(直的蜂巢)：從下往上數，最下面的為第 1 個巢，接著為第 2 個巢，以此類推。

(3)扁橢圓蜂巢(橫的蜂巢)：有壺口的蜂巢，壺口另一端為第 1 個巢，沒有壺口的蜂巢由左到右數，最左邊為第 1 個巢。

表 4：蜂巢的類型

巢的類型	直的蜂巢	橫的蜂巢(沒有壺口)	橫的蜂巢(有壺口)
圖片			

圖片來源：由作者自行拍攝

方法二、蜂巢位置的明亮程度測量

(一)撰寫 Arduino 程式 (如圖 6)。

(二)將光敏電阻接在 Arduino 板的類比腳位-A3，再將 LCD1602 的 GND 和 VCC 分別插在 Arduino 板的負極和正極上，SDA 和 SCL 則分別插在 Arduino 板的 A4 和 A5 腳位上(圖 8)。

(三)、使用光敏電阻偵測蜂巢周圍的明亮程度，偵測出數據後由 LCD1602 螢幕顯示(圖 7)。

(四)、連續測量紀錄三天不同時段(早上、中午、下午)蜂巢所在位置的明亮程度。



圖 6：Arduino 程式

圖片來源：由作者自行拍攝



圖 7：光敏電阻和 LCD1602

圖片來源：由作者自行拍攝

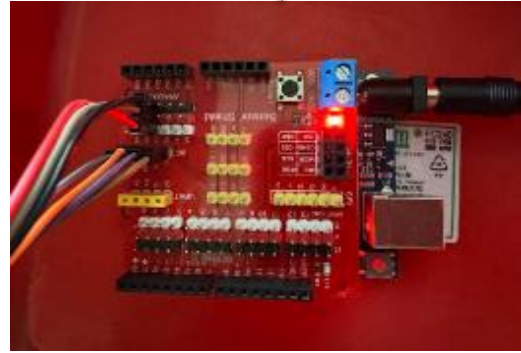


圖 8：Arduino 板

圖片來源：由作者自行拍攝

方法三、蜂巢結構、蜂巢材料及環境泥土分析

(一)黃胸錐腹螺羸蜂巢巢間結構分 2 類：如方法 1-8

- 1、長橢圓蜂巢
- 2、扁橢圓蜂巢

(二)蜂巢材料顆粒大小分析

- 1、將蜂巢的泥土用烤箱烤乾

進烤箱前先量 1 個巢間的蜂巢重量，烤完再量一次，如重量沒變化(重量誤差 ± 0.1)，不用再烤一次，如果重量有變化，就繼續烤到重量沒變化為止。

- 2、把烤好的泥土輕輕的磨碎(磨一次是 20 圈)

- 3、用篩網過篩

(1)篩網網眼大小分成：0.4、0.15、0.1、0.01(cm)




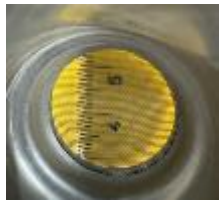
(2)過篩順序：由最大網眼到最小網眼

- 4.土壤粒徑大小

我們將四種網眼孔徑的篩網篩出五種土壤粒徑。粒徑大小分類如表 5：

- (1)網眼孔徑大於 0.4cm 的土壤粒徑稱為粒徑 1
- (2)網眼孔徑大於 0.15 小於等於 0.4cm 的土壤粒徑稱為粒徑 2
- (3)網眼孔徑大於 0.1 小於等於 0.15cm 的土壤粒徑稱為粒徑 3
- (4)網眼孔徑大於 0.01 小於等於 0.1cm 的土壤粒徑稱為粒徑 4
- (5)網眼孔徑小於 0.01cm 的土壤粒徑稱為粒徑 5

表 5：篩網網眼土壤粒徑

土壤粒徑	粒徑 1	粒徑 2	粒徑 3	粒徑 4	粒徑 5
網眼大小	粒徑>0.4	0.4≥粒徑>0.15	0.15≥粒徑>0.1	0.1≥粒徑>0.01	0.01>粒徑
照片	/				

圖片來源：由作者自行拍攝

(三)蜂巢與環境泥土成分分析

1、環境取樣範圍：我們將校園分為 4 區，如方法一-(二)。

2、環境取樣方法：

在 4 個區域半徑 25 公尺的圓內，有土的地方(不包含校外)，取 10 公克以上的土，共有 9 個取樣地點，並將每個取樣地點依照環 1、環 2……編號(如表 6)，研究結果內容每個地點以編號呈現。

(1)取樣地點如下：

表 6：取樣地點

編號	環 1	環 2	環 3	環 4	環 5	環 6	環 7	環 8	環 9
地點	菜園 (有種菜的部 分)	菜園 (沒有種菜的 部分)	生態池 (靠近教務 處)	生態池	花台	2 期教 學區草 皮	向陽草 園	回收室 外的泥 土	回收室 外的斜 坡

(2)取樣原因：

①第一區有土壤的地方只有菜園，有種菜的土壤會施肥，沒種菜的則不會施肥，兩種泥土的成分會不同，所以取兩個點(環 1、環 2)。

②第二區和第四區的取土位置在半徑 25 公尺的圓內都包括生態池，所以這兩個區域取兩個點(環 3、環 4)。

③第三區有土壤的地方很多，所以我們取了五個點(環 5、環 6、環 7、環 8、環 9)。

3、蜂巢取樣方法：

因為分析土壤重量須超過 10 公克，因此我們將已拆解且重量超過 10 公克的蜂巢做為分析的對象，樣本共有 10 個。

伍、研究設備及器材

平板、攝影鏡頭、研磨用具、培養皿、三角板、直尺、烤箱、篩網(四種網眼)、微量天平、指北針、光敏電阻、校園地籍圖

陸、研究結果

結果一：黃胸錐腹蜾蠃蜂巢校園分布

(一)、黃胸錐腹蜾蠃蜂巢在校園的分布位置圖

紅點標記為蜂巢位置，英文字母是蜂巢編號，依序為 A、B、C……共 44 個(如圖 1 至圖 4 所示)。

1、我們一共發現 44 個蜂巢，其中一樓發現 8 個蜂巢，二樓發現 30 個蜂巢，地下室發現 6 個蜂巢。

2、二樓發現的蜂巢數最多，教務處的陽台就發現 15 個蜂巢，約占學校二樓蜂巢數量 47%。

(二)、依照各樓層分類統計

我們學校樓層分為地下室、一樓、二樓。

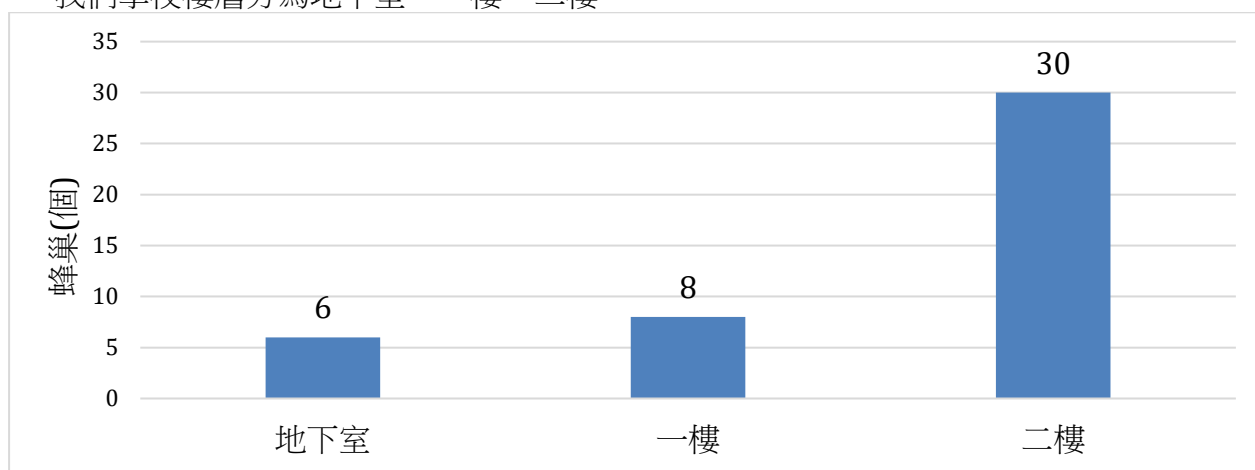


圖 9：各區域蜂巢數量長條圖

地下室有 6 個蜂巢，一樓有 8 個蜂巢，二樓有 30 個蜂巢，二樓的蜂巢最多，我們推測：二樓蜂巢較多的原因可能是因為二樓的可活動面積比一樓小，同學活動較不頻繁，蜂巢被破壞的可能性較低，二樓的光線較充足，因此蜂巢數比一樓及地下室多(如圖 9)。

(三)、壺口方位統計

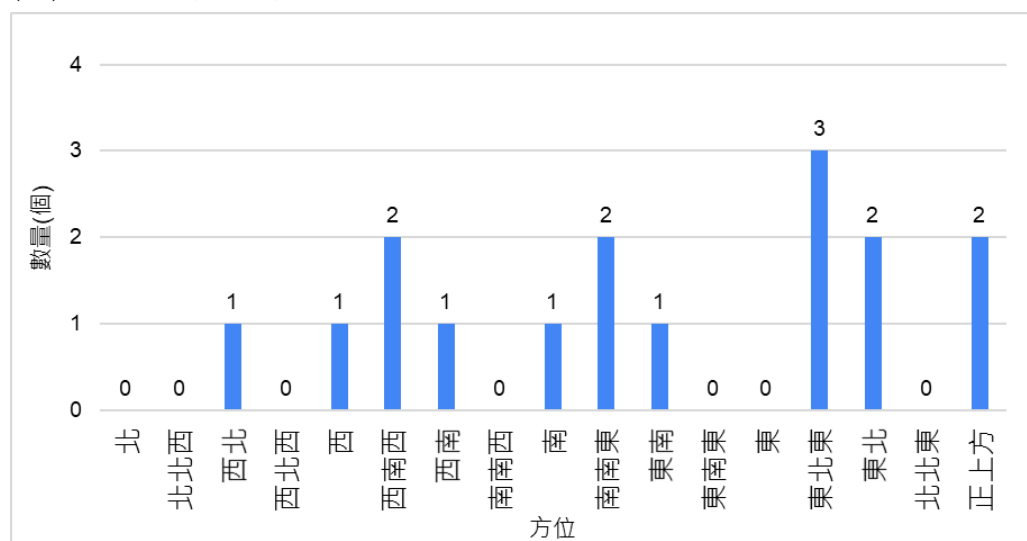


圖 10：蜂巢壺口各方為數量長條圖



圖片來源：由作者自行拍攝

- 1、壺口方向在方位南和方位西之間的蜂巢共有 3 個，在正南方和正西方的各有 1 個。
- 2、壺口方向在方位南和方位東之間的蜂巢共有 3 個。
- 3、壺口方向在方位東和方位北之間的蜂巢共有 5 個。
- 4、壺口方向在方位西和方位北之間的蜂巢只有 1 個。

討論：

- (一)在蜂巢調查數量中發現，二樓蜂巢數量最多(如圖 3)，其中大多在圖 4 位置，圖 4 所處位置面對學校菜園(如圖 2)。
- (二)根據觀察壺口方向發現，蜂巢的壺口面向的方位雖然以方位南的方向最多，但是蜂巢壺口方向並沒有特定的方位(如圖 10)。
- (三)我們根據蜂巢位置的調查結果發現，所有的蜂巢都位於有遮蔽物的建築物中，而且附近有種植農作物環境的建築物，蜂巢數量越多。

結果二：黃胸錐腹蜾蠃築巢行為

文獻三指出黃胸錐腹蜾蠃築巢會先吸水→做泥球→做巢室→產卵→抓獵物→封口。但我們觀察黃胸錐腹蜾蠃的築巢行為後，還發現雌蜂在築巢時會封口前檢查、將壺口封口、補強、裝飾蜂巢和檢查，最後巢間的成蟲會挖洞出巢。

(一)築巢

這個蜂巢位於二樓陽台，是蜂巢 E，雌蜂完成第二個巢間後(E-2)，接著築第三個巢間(E-3)。這個巢(E-3)，雌蜂一共用了 20 顆泥球，花了約 57.7 小時(約 2.5 天)完成(如表 7)。

表 7：築巢步驟

圖片				
築巢步驟說明	黃胸錐腹蜾蠃準備築第 3 個巢前，會先四處行走，丈量蜂巢要築的大小。	黃胸錐腹蜾蠃來回走動丈量要築的巢間大小後，開始塑形蜂巢。	黃胸錐腹蜾蠃會從蜂巢兩側的底部慢慢往蜂巢上方築，再往巢間中心築。	當黃胸錐腹蜾蠃將巢間築好時，會留一個口，用來製作蜂巢壺口。

圖片來源：由作者自行拍攝

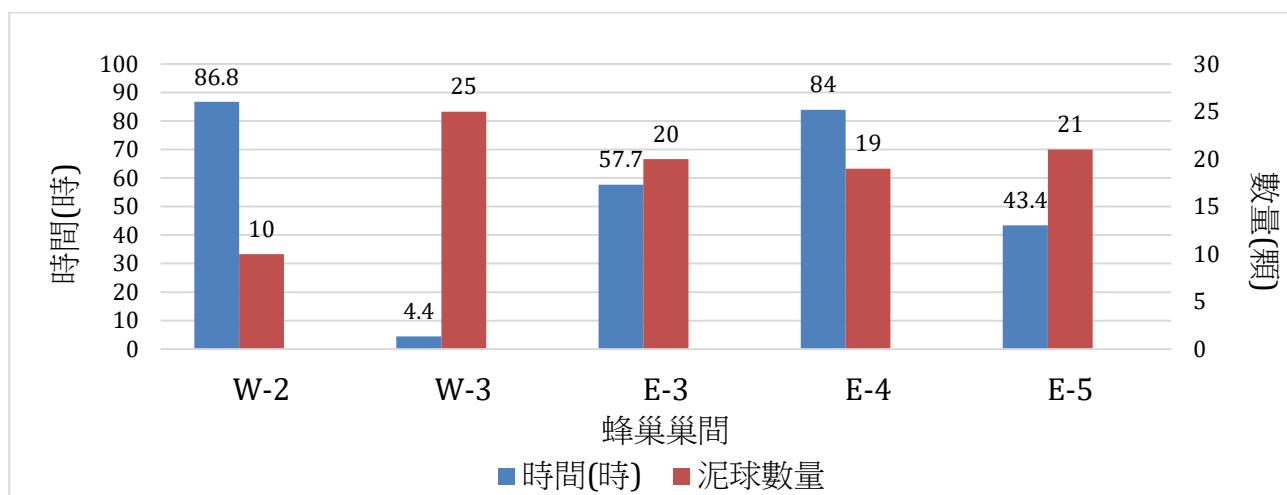


圖 11：完成一個巢間的時間和泥球數

- 1、平均完成 1 個巢間需要 2~4 天，使用的泥球數在 19~25 顆。
- 2、W-2 的築巢的時間最多，使用的泥球數最少，巢間裡的黃胸錐腹蜾蠃沒有出巢；W-3 築巢的時間最短，使用的泥球數最多，巢間裡的黃胸錐腹蜾蠃有出巢。
- 3、E-3、E-4、E-5 使用泥球數多，完成時間差異很大，但是三個巢間都有出巢。

(二)產卵行為






產卵行為	圖片	說明
拍動翅膀		雌黃胸錐腹蜾蠃會先使用泥球捏製壺口，完成後牠會拍動翅膀將壺口搨乾，然後產卵。
產 卵		做完壺口，雌黃胸錐腹蜾蠃會將尾部放進壺口內產卵，一個壺口只產一顆卵，產卵時間約10~20分鐘。

圖片來源：由作者自行拍攝

(三)捉蟲



我們發現雌黃胸錐腹蜾蠃會在每個巢間塞 3-4 隻蟲(如表 8)，我們觀察到的綠色的蟲一共有三種，第一種的外觀是深綠色，體型粗粗長長的，第二種外觀是亮綠色，體型是細長的，第三種外觀是綠色，體型是粗粗長長的(如表 9)。根據文獻，那些蟲都是尺蠖蟲。

表 8：各巢間捉蟲數量

巢間	W-1	W-3	E-2	E-3	E-4
照片					
說明	雌黃胸錐腹蜾蠃捉了 3 隻尺蠖蟲	雌黃胸錐腹蜾蠃捉了 2 隻尺蠖蟲	雌黃胸錐腹蜾蠃捉了 3 隻尺蠖蟲	雌黃胸錐腹蜾蠃捉了 5 隻尺蠖蟲	雌黃胸錐腹蜾蠃捉了 4 隻尺蠖蟲

圖片來源：由作者自行拍攝

表 9：尺蠖蟲顏色和長度



尺蠖蟲	圖片	說明
綠色		雌黃胸錐腹蜾蠃會在每個巢間捉 3-4 隻蟲，我們觀察到的綠色的蟲一共有三種，第一種的外觀是深綠色，體型粗粗長長的，第二種外觀是亮綠色，體型是細長的，第三種外觀是綠色，體型是粗粗長長的。 我們觀察到，黃胸錐腹蜾蠃捉的蟲幾乎每一隻都比自己長。
咖啡色		

圖片來源：由作者自行拍攝

(四)封口前檢查

雌黃胸錐腹螺贏在壺口封口前會出現兩種檢查方式(如表 10)，但是這兩次檢查牠都不帶泥球。第一種檢查會將頭探壺口內，根據文獻應該是檢查巢間內的蟲是不是要再注射麻醉，第二種檢查沒有將頭探進去，牠只會在壺口外觀察內部和外部蜂巢的狀況。

表 10：封口前檢查

檢查	探頭檢查	檢查
圖片		
說明	黃胸錐腹螺贏會到未封口的壺口上，並將頭探進壺口內檢查內部的狀況。	黃胸錐腹螺贏會到未封口的壺口上，檢查未封口的壺口和蜂巢的狀況。

圖片來源：由作者自行拍攝

(五)封口

根據我們觀察雌黃胸錐腹螺贏封口只會使用一顆泥球，封口時間約 1 分鐘(如表 11)。

表 11：封口行為

圖片	說明
	黃胸錐腹螺贏會到未封口的壺口上用一顆泥球封口，封口後的巢有時也會再進行補強。

圖片來源：由作者自行拍攝

(六)補強和裝飾

雌黃胸錐腹螺贏會在整個蜂巢完成後才會進行裝飾，但是並不是每一個蜂巢的黃胸錐腹螺贏都會攜帶和環境相似顏色的泥球裝飾蜂巢外觀(如表 12)。

雌黃胸錐腹螺贏也會在整個蜂巢完成後，開始檢查，隨時攜帶泥球進行整個蜂巢外觀的補強(如表 12)。

表 12：補強和裝飾行為



補強和裝飾	補強	裝飾
圖 片		
說 明	黃胸錐腹蜾蠃會到已封口的巢上進行巢外觀和壺口的補強。	黃胸錐腹蜾蠃會到整個完成的巢上使用和環境相似顏色的泥土進行外觀的裝飾。

圖片來源：由作者自行拍攝

(七)封口後檢查

根據我們觀察，雄黃胸錐腹蜾蠃會在蜂巢外來回走動，確認有雌黃胸錐腹蜾蠃即將出巢，再協助巢間內的雌黃胸錐腹蜾蠃挖洞(如表 13)。

表 13：封口後檢查行為

檢 查	檢查巢內有無雌蜂	出巢前檢查
圖 片		
說明	這隻黃胸錐腹蜾蠃是雄的，牠會停在蜂巢上，並四處爬行檢查蜂巢，這時的雄黃胸錐腹蜾蠃沒有攜帶泥球。	這隻黃胸錐腹蜾蠃是雄的，蜂巢的第三個巢間將有黃胸錐腹蜾蠃會出巢，所以雄黃胸錐腹蜾蠃在蜂巢外來回檢查，準備挖洞，這時的雄黃胸錐腹蜾蠃沒有攜帶泥球。

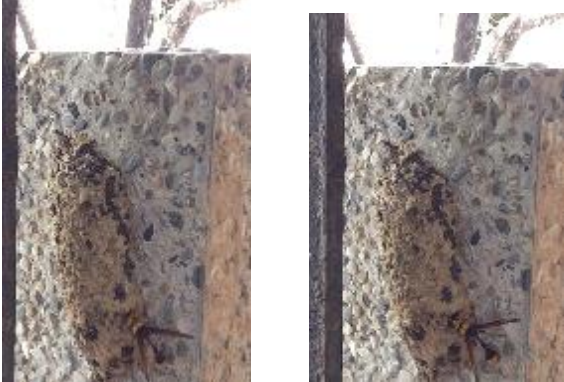
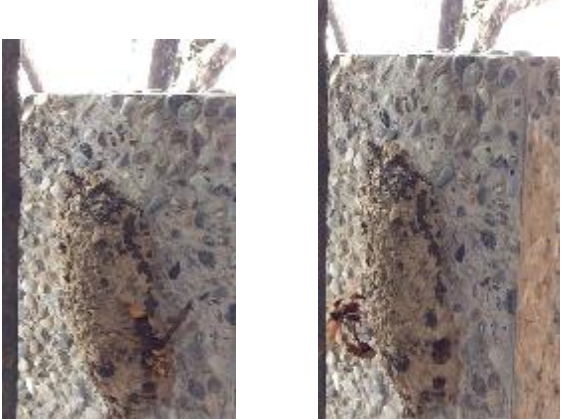
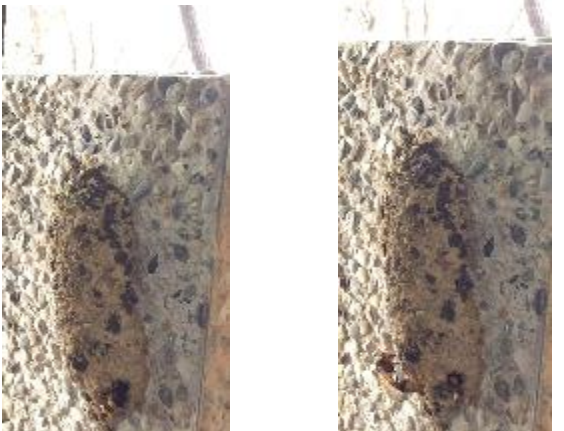
圖片來源：由作者自行拍攝

(八)出巢

1、黃胸錐腹螺贏出巢過程

這次的研究我們一共觀察到 6 隻黃胸錐腹螺贏出巢的過程，有 6 隻雌蜂和 1 隻雄蜂。在觀察中我們發現，每一隻雌黃胸錐腹螺贏出巢時都會有一隻雄黃胸錐腹螺贏在蜂巢外協助雌蟲挖洞，等到雌蜂從蜂巢間出來後，再帶著雌蜂一起飛走，但是，雄黃胸錐腹螺贏出巢時就沒有此現象，而是雄黃胸錐腹螺贏自己挖洞出來(如表 14)。

表 14：出巢行為

出巢	圖片	說明
挖洞		這隻黃胸錐腹螺贏是雄蜂，雄蜂會先到蜂巢內有即將出巢雌蜂的巢間，並在蜂巢外部幫忙裡面的雌蜂挖洞。
雌蟲出巢		影片中在蜂巢外的黃胸錐腹螺贏是雄蜂，雄蜂和巢間裡面的雌蜂將蜂巢挖開後，雄蜂會帶著雌蜂離開，這時雌蜂翅膀還沒有乾，是雄蜂夾帶著雌蜂飛行離開蜂巢。
雄蟲出巢		影片中的黃胸錐腹螺贏是雄蜂，我們觀察到出巢的雄蜂會自己在蜂巢巢間裡挖洞(外部不會有其他黃胸錐腹螺贏幫忙)，雄蜂將蜂巢挖開後，會掙脫白色的膜後，在蜂巢外晾翅，等翅膀乾後再飛走。

圖片來源：由作者自行拍攝

2、出巢率

根據觀察，蜂巢外觀如果有出現洞口，表示巢間的黃胸錐腹螺贏已成功出巢出洞，因此，我們統計出巢間中黃胸錐腹螺贏的出巢率，並由未出巢成功的黃胸錐腹螺贏外觀判斷雌雄，計算黃胸錐腹螺贏的雌雄比例(如表 15)。

(1)有出洞

- ①在這次的研究我們一共觀察到有 7 個蜂巢有黃胸錐腹螺贏出巢的現象，其中 D 巢的出巢率是 100%，BB 巢和 B 的出巢率很低，分別是 10%和 17%。
- ②我們在拆解 BB 巢、B 巢和 I 巢時發現，這三個巢都有死掉的黃胸錐腹螺贏成蟲，已可以分辨雌雄，但是卻沒有成功的挖洞出巢出巢間。
- ③我們也發現 F 巢、Y 巢、VV 巢和 XX 巢也都有沒有出巢成功挖出動的黃胸錐腹螺贏成蟲，F 巢、Y 巢和 XX 巢各有 1 隻，VV 巢有 2 隻，其中 Y 巢的成蟲是活的，但是我們拆解蜂巢後，成蟲沒有存活下來。




表 15：蜂巢出巢率

蜂巢(編號)	A	B	D	I	W	E	BB
巢間數(個)	7	6	5	6	4	8	10
出巢數(隻)	4	1	5	2	1	5	1
出巢率	57%	17%	100%	33%	25%	63%	10%
巢間未出巢的成蟲(隻)	雌	0	2	0	1	0	0
	雄	0	1	0	1	0	1

(2)巢間裡的成蟲沒有成功出巢

在拆解蜂巢時發現，有 3 個蜂巢裡的巢間有黃胸錐腹螺贏已是成蟲，可以分辨雌雄，但是卻沒有成功挖洞出巢，我們根據觀察推論，應該是巢間裡是雌蜂，牠沒有雄蜂協助挖洞，巢間裡如果是雄蜂，無法自行挖洞，成功出巢(如表 16)。

表 16：未成功出巢的成蟲

蜂巢	B	BB	F
圖片			
說明	B-5 和 B-6(B 的第 5 層和第 6 層)裡面各有一隻死掉的黃胸錐腹螺贏，B 整個蜂巢只有 1 隻黃胸錐腹螺贏出巢(B 整個巢有 6 層)。	BB-7(BB 的第 7 層)這個巢間沒有洞，裡面有一隻死掉的雄蜂，BB 整個蜂巢只有 1 隻黃胸錐腹螺贏出巢(BB 整個巢有 10 層)。	F-1(F 的第 1 層)裡面有一隻死掉的雄蜂，F 整個蜂巢沒有黃胸錐腹螺贏出巢(F 整個巢只有 2 層)。

圖片來源：由作者自行拍攝

(3)雌蜂數量和雄蜂數量的比率

這次的研究我們一共 17 隻可以分辨雌雄的成蟲，有 6 隻成蟲是經有拍攝的影片觀察到，有 11 隻成蟲是在拆解蜂巢時，在巢間發現的成蟲。這些成蟲有 9 隻雌黃胸錐腹螺贏，有 8 隻是雄黃胸錐腹螺贏，以我們觀察到的成蟲數量，雌蜂和雄蜂的數量差不多(如表 17)。

表 17：黃胸錐腹螺贏雌雄數

蜂巢(編號)	A	B	BB	D	F	Y	I	VV	XX	總數
雌(隻)	3	2	0	2	0	0	1	0	1	9
雄(隻)	0	1	1	1	1	1	1	2	0	8

討論:

- (一)黃胸錐腹螺贏築巢時，雌蜂會銜泥球築巢、產卵、捉蟲、封口前檢查、封口、補強和裝飾蜂巢、雄蜂檢查，最後巢間的成蟲會挖洞出巢八個過程。
- (二)黃胸錐腹螺贏蜂巢內的成蟲，有出巢成功的成蟲和未出巢成功的成蟲，出巢成功的成蟲，雄蜂會自己出巢，雌蜂則需要雄蜂幫忙才能出巢；未出巢成功的成蟲，推測雄蜂可能是因為巢間空間、蜂巢厚度、自身問題等因素；推測雌蜂可能是因為沒有雄蜂幫助挖洞，因此沒有出巢。
- (三)根據調查統計，我們發現黃胸錐腹螺贏成蟲雌蜂和雄蜂的數量差異不大。

結果三：黃胸錐腹螺贏的蜂巢類型和蜂巢環境之間的關係

(一)蜂巢類型

經過校園調查共調查 44 個蜂巢，我們將蜂巢的形狀分類，並根據透過分析了解和雌黃胸錐腹螺贏築巢的習性。我們也根據調查結果將蜂巢結構使用的材料顏色做統計，已了解雌黃胸錐腹螺贏築巢使用的泥土顏色會不會和築巢位置的環境有關係。

1、依形狀分類(如表 2)

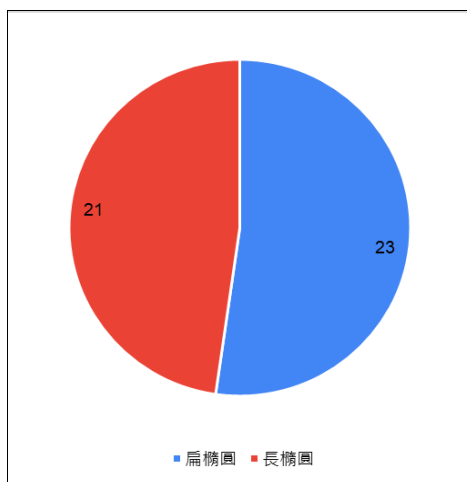





圖 12：蜂巢形狀數量占比圖

我們將蜂巢形狀分成兩類，分別是扁橢圓和長橢圓，44 個蜂巢裡兩種蜂巢形狀的數量差不多，扁橢圓的蜂巢只比長橢圓的蜂巢多 2 個。

2、依附著面的數量分類

我們根據 47 個蜂巢附著面的數量分成三種，分別為平面、二夾角和三夾角(如表 18)。

表 18：蜂巢附著面分類表

附著面數量	平面	二夾角	三夾角
圖片			

圖片來源：由作者自行拍攝

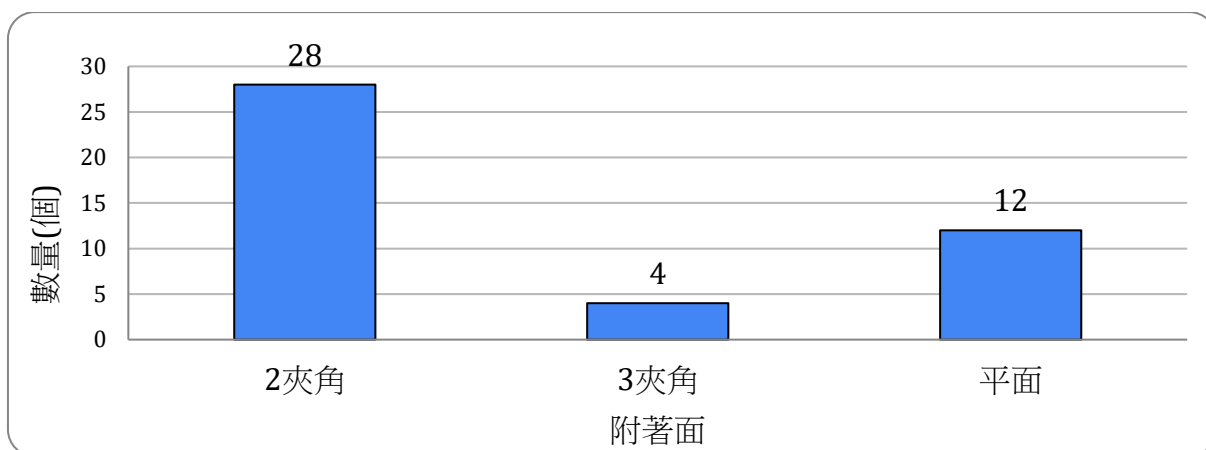


圖 13：不同蜂巢附著面分布情形

我們將附著面分成三類，其中蜂巢位置在 2 夾角數量最多，3 夾角的蜂巢數量最少(如圖 13)。

3、依蜂巢泥土的顏色和有無掩護色分類

(1)巢泥土的顏色

我們發現黃胸錐腹蜾蠃蜂巢內部土的顏色有土黃色和灰黑色兩種(如表 19)。

表 19：蜂巢內部土壤顏色分類表

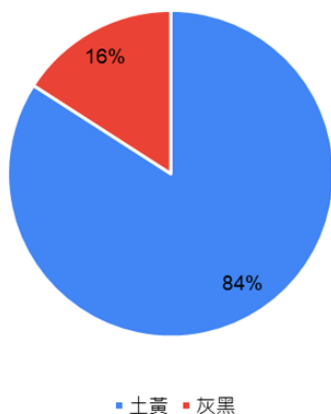




圖 14：蜂巢土的內部顏色占比圖

土的顏色	土黃	灰黑
圖片		



圖片來源：由作者自行拍攝

我們將蜂巢泥土內部顏色分為土黃和灰黑，其中蜂巢泥土內部顏色土黃數量較多，有 84%，泥土內部顏色灰黑的蜂巢數量較少，只有 16%(如圖 14)。

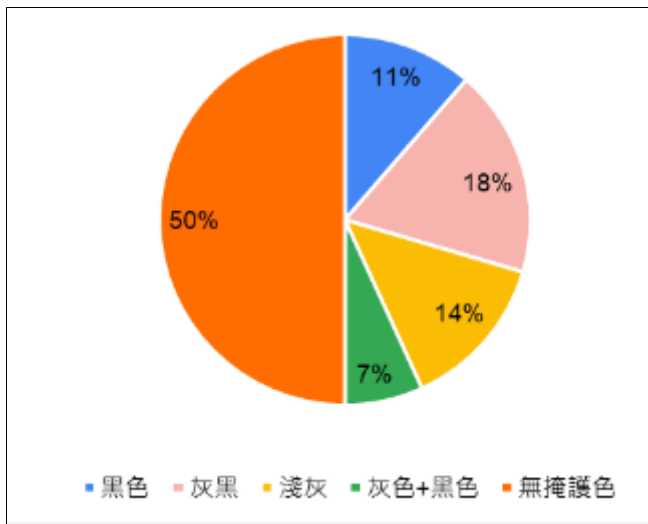
(2)蜂巢有無掩護色

我們發現黃胸錐腹蜾蠃蜂巢外部的顏色分成五種，有黑色、灰黑色、淺灰色、黑色+灰色和無掩護色(如表 20)。

表 20：蜂巢外部土壤顏色分類表

掩護色	黑色	灰黑	淺灰	黑色+灰色	無掩護色
圖片					

圖片來源：由作者自行拍攝



我們將蜂巢外部的掩護色分為黑色、灰黑、淺灰、灰色+黑色和無掩護色，其中無掩護色的蜂巢數量最多，有 50%，灰色+黑色的蜂巢數量最少(如圖 15)。

圖 15：蜂巢外部掩護色數量占比圖

(二)蜂巢位置

1、牆面種類

經過調查我們發現黃胸錐腹蜾蠃築巢的位置有七種(如表 21)。

表 21：蜂巢在七種牆面數量統計表

牆面種類	洗石子	磨石子+洗石子	水泥牆+洗石子	水泥牆	窗戶鋁框	窗戶鋁框+洗石子	欄杆+洗石子
蜂巢數	24	2	5	4	8	3	1
比例	53.2%	4.3%	10.6%	8.5%	17.0%	6.4%	2.1%

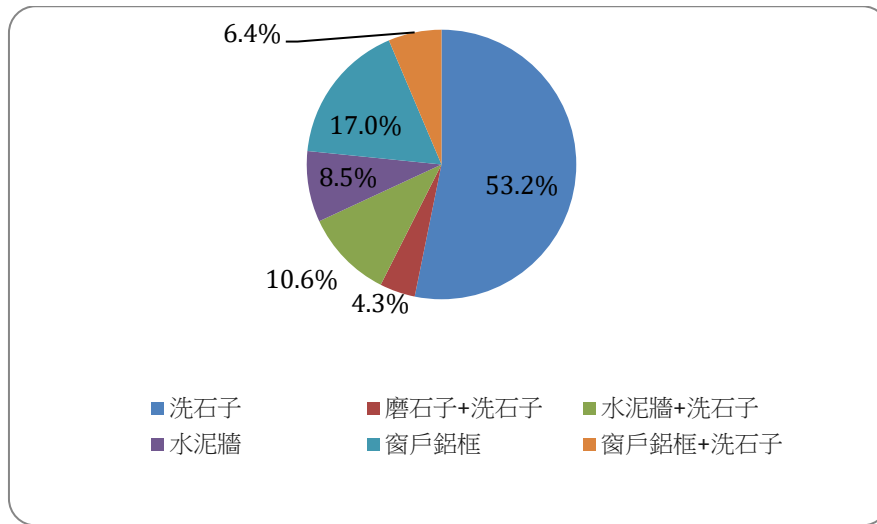


圖 16：蜂巢附著牆面數量百分比占比圖

- (1)我們將蜂巢附著的面分成 7 類，其中在洗石子牆面蜂巢最多，占了 51.1%，其次是在窗戶鋁框牆面的，蜂巢在欄杆+洗石子牆面地最少。
- (2)蜂巢單獨附著的牆面有 3 種，共占 76.6%；蜂巢築在兩種不同牆面的有 4 種，共占 23.4%。其中洗石子牆的蜂巢數最多，欄杆+洗石子牆面的蜂巢數最少。
- (3)蜂巢附著的面有包含洗石子的牆面共占 74.5%。

2、牆面粗糙程度和蜂巢類型的關係

(1)蜂巢形狀和牆面粗糙程度的關係

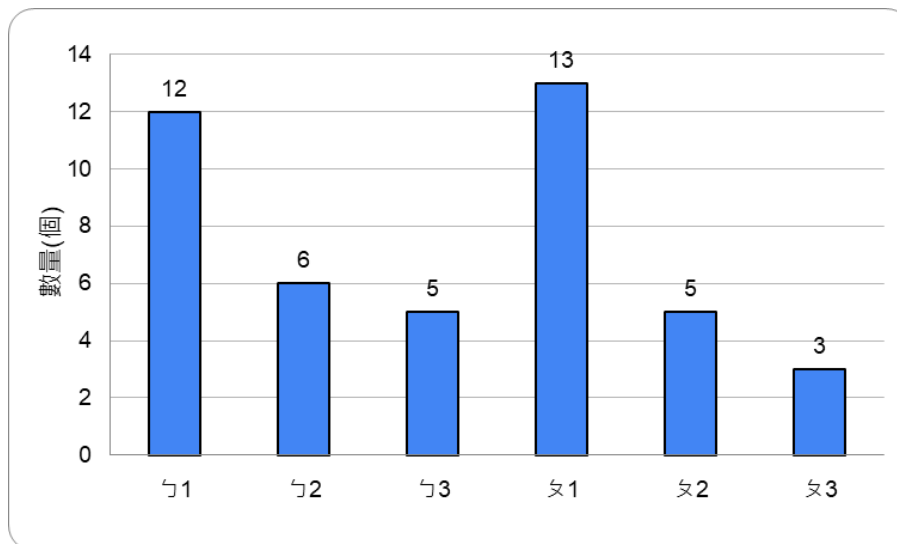


圖 17：蜂巢形狀和牆面粗糙程度的關係

註：

ㄅ 1 表示形狀扁橢圓且在粗糙牆面的蜂巢	ㄆ 1 表示形狀長橢圓且在粗糙牆面的蜂巢
ㄅ 2 表示形狀扁橢圓且在光滑牆面的蜂巢	ㄆ 2 表示形狀長橢圓且在光滑牆面的蜂巢
ㄅ 3 表示形狀扁橢圓且在粗糙+光滑牆面的蜂巢	ㄆ 3 表示形狀扁橢圓且在粗糙+光滑牆面的蜂巢

- ①在牆面粗糙的環境，扁橢圓和長橢圓蜂巢形狀的數量差異不大。
- ②在牆面光滑的環境，扁橢圓和長橢圓蜂巢形狀的數量差異不大。
- ③在牆面粗糙+光滑的環境，扁橢圓和長橢圓蜂巢形狀的數量差異不大。
- ④不管是扁橢圓或長橢圓蜂巢，在牆面粗糙的蜂巢最多。

(2)蜂巢掩護色和牆面粗糙程度的關係

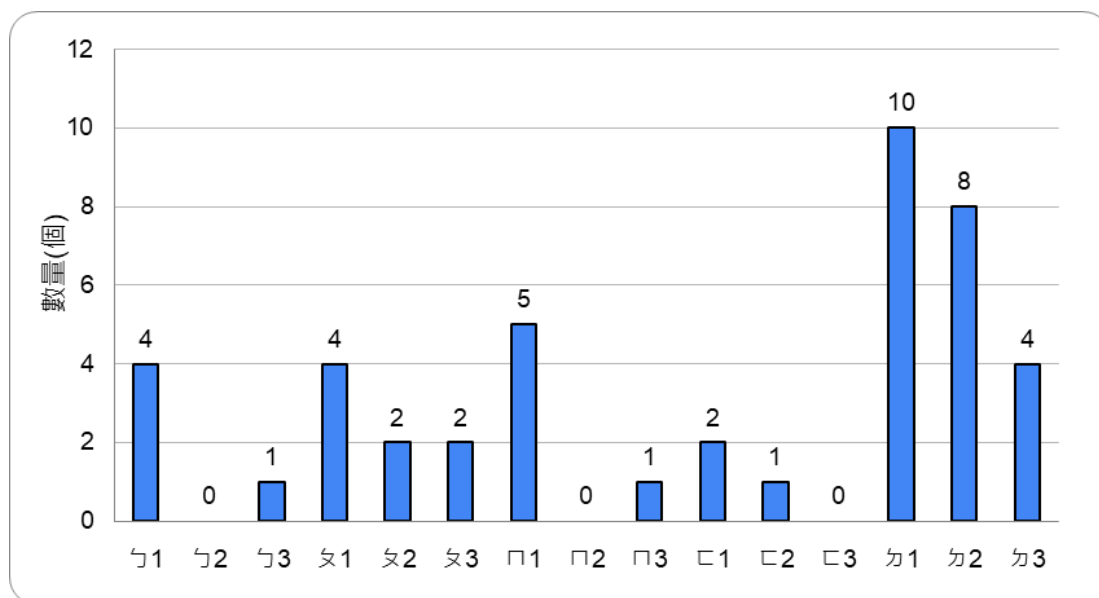


圖 18：蜂巢掩護色和牆面粗糙程度的關係

註:

ㄅ 1 表示掩護色為黑色且在粗糙牆面的蜂巢 ㄅ 2 表示掩護色為黑色且在光滑牆面的蜂巢 ㄅ 3 表示掩護色為黑色且在粗糙+光滑牆面的蜂巢	ㄆ 1 表示掩護色為灰黑且在粗糙牆面的蜂巢 ㄆ 2 表示掩護色為灰黑且在光滑牆面的蜂巢 ㄆ 3 表示掩護色為灰黑且在粗糙+光滑牆面的蜂巢
ㄇ 1 表示掩護色為淺灰且在粗糙牆面的蜂巢 ㄇ 2 表示掩護色為淺灰且在光滑牆面的蜂巢 ㄇ 3 表示掩護色為淺灰且在粗糙+光滑牆面的蜂巢	ㄏ 1 表示掩護色為灰色+黑色且在粗糙牆面的蜂巢 ㄏ 2 表示掩護色為灰色+黑色且在光滑牆面的蜂巢 ㄏ 3 表示掩護色為灰色+黑色且在粗糙+光滑牆面的蜂巢
ㄏ 4 表示無掩護色且在粗糙牆面的蜂巢 ㄏ 5 表示無掩護色且在光滑牆面的蜂巢 ㄏ 6 表示無掩護色且在粗糙+光滑牆面的蜂巢	

- ①在牆面粗糙的環境，黑色、灰黑和淺灰的蜂巢數量是 4~5 個，灰色+黑色蜂巢數量是 2 個，無掩護色的蜂巢數量是 10 個。
- ②在牆面光滑的環境，黑色和淺灰的蜂巢數量是 0 個，灰色+黑色蜂巢數量是 1 個，灰黑的蜂巢數量是 2 個，無掩護色的蜂巢數量是 8 個。
- ③在牆面粗糙+光滑的環境，黑色和淺灰的蜂巢數量是 1 個，灰黑的蜂巢數量是 2 個，灰色+黑色的蜂巢數量是 0 個，無掩護色的蜂巢數量是 4 個。
- ④不管是哪種粗糙程度的牆面，無掩護色的蜂巢數量都是最多的。

(3)蜂巢土的顏色和牆面粗糙程度的關係

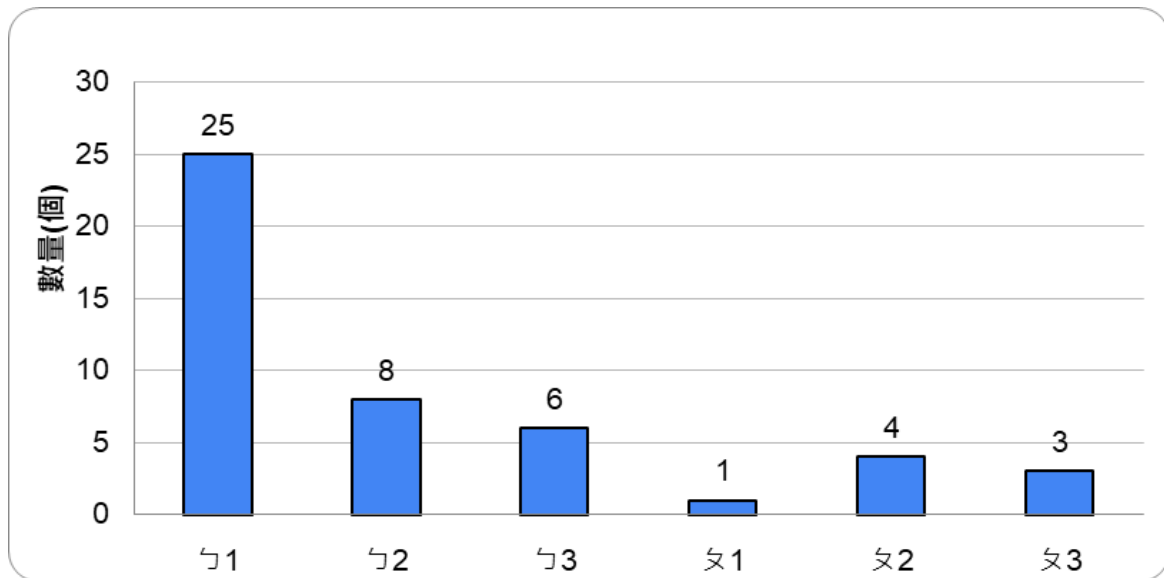


圖 19：蜂巢土的顏色和牆面粗糙程度的關係

註:

ㄅ1 表示蜂巢土為土黃色且在粗糙牆面的蜂巢	ㄆ1 表示蜂巢土為灰黑且在粗糙牆面的蜂巢
ㄅ2 表示蜂巢土為土黃色且在光滑牆面的蜂巢	ㄆ2 表示蜂巢土為灰黑且在光滑牆面的蜂巢
ㄅ3 表示蜂巢土為土黃色且在粗糙+光滑牆面的蜂巢	ㄆ3 表示蜂巢土為灰黑且在粗糙+光滑牆面的蜂巢

- ①在牆面粗糙的環境，蜂巢土的顏色以土黃色最多。
- ②在牆面光滑的環境，蜂巢土的顏色以土黃色最多。
- ③在牆面粗糙+光滑的環境，蜂巢土的顏色以土黃色最多。
- ④在不同牆面的粗糙程度下，土黃色的蜂巢都是最多的。

3.環境明亮程度和蜂巢類型的關係

我們發現的 44 個蜂巢都有遮蔽物，且遮蔽物的大小會影響明亮程度，因此我們將三個樓層 44 個蜂巢的所在位置明亮程度分成四個亮度區間分析蜂巢類型的關係，亮度區間為：亮度 0-700，亮度 701-800，亮度 801-900 和亮度 901-1000。

(1)各樓層平均明亮程度

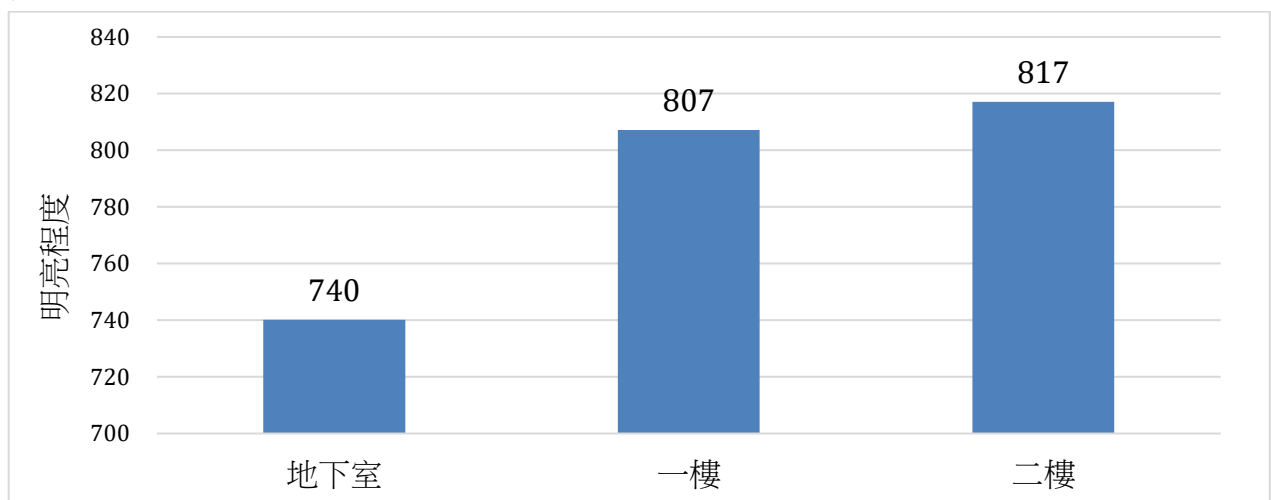


圖 20：各樓層平均明亮程度

我們將各樓層蜂巢的所在位置明亮程度算出平均，再和其他樓層蜂巢所在位置明亮程度的平均做比較，比較後發現二樓蜂巢所在位置平均明亮程度最高，地下室蜂巢所在位置平均明亮程度最低。

(2)明亮程度和蜂巢形狀關係

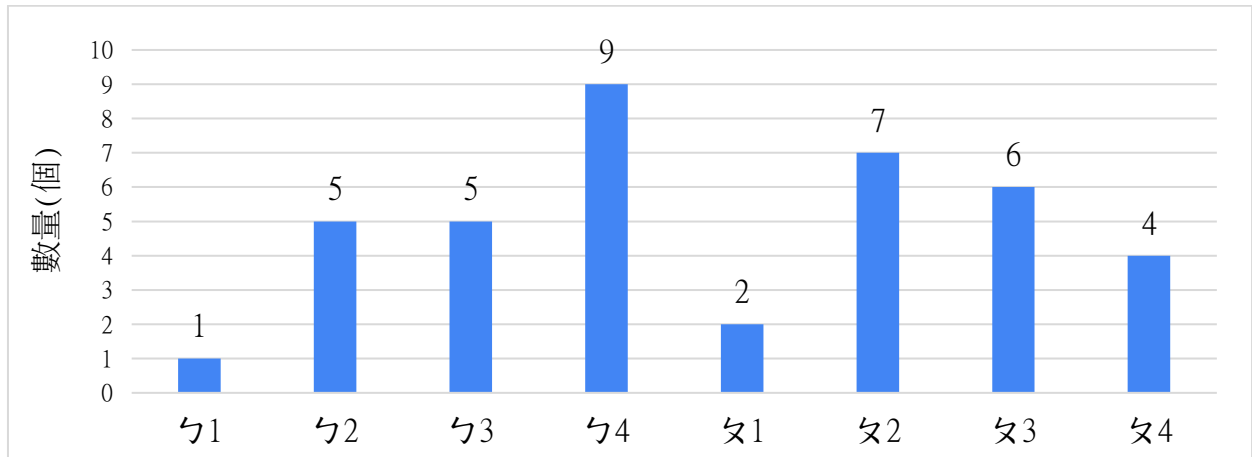


圖 21：明亮程度和蜂巢形狀關係

註:

ㄅ 1 表示形狀扁橢圓且環境亮度 0~700 的蜂巢	ㄆ 1 表示形狀長橢圓且環境亮度 0~700 的蜂巢
ㄅ 2 表示形狀扁橢圓且環境亮度 701~800 的蜂巢	ㄆ 2 表示形狀長橢圓且環境亮度 701~800 的蜂巢
ㄅ 3 表示形狀扁橢圓且環境亮度 801~900 的蜂巢	ㄆ 3 表示形狀長橢圓且環境亮度 801~900 的蜂巢
ㄅ 4 表示形狀扁橢圓且環境亮度 901~1000 的蜂巢	ㄆ 4 表示形狀長橢圓且環境亮度 901~1000 的蜂巢

- 在環境明亮程度 0~700 間、在明亮程度 701~800 間和在明亮程度 801~900 間，扁橢圓和長橢圓的蜂巢數量差異不大。
- 在環境明亮程度 901~1000 間，扁橢圓和長橢圓的蜂巢數量相差 5 個。
- 隨著環境明亮程度增加，扁橢圓和長橢圓的蜂巢數量都會增加。

(3)明亮程度和掩護色關係

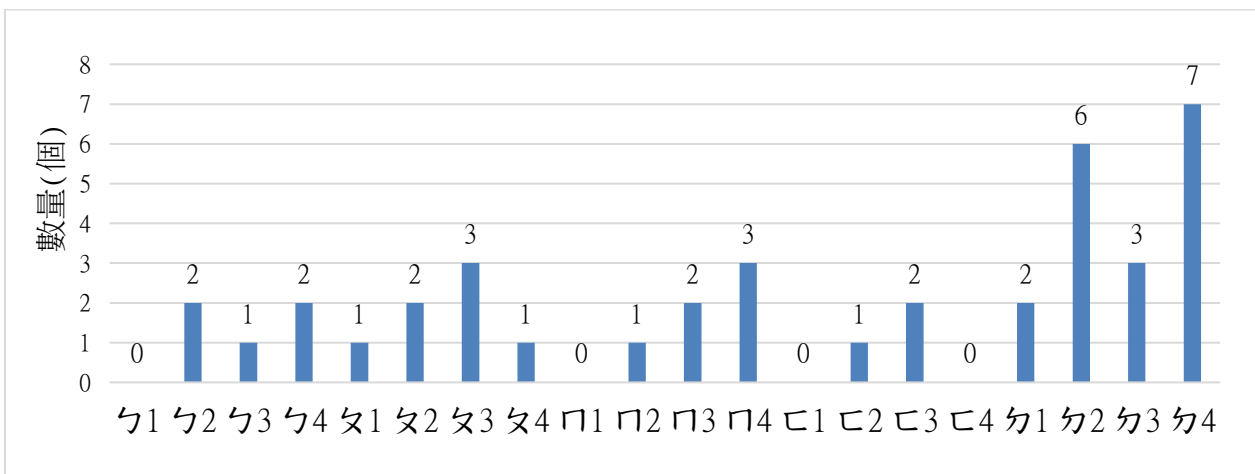


圖 22：明亮程度和掩護色關係

註:

ㄅ 1 表示掩護色為黑色且環境亮度 0~700 的蜂巢	ㄆ 1 表示掩護色為灰黑且環境亮度 0~700 的蜂巢
ㄅ 2 表示掩護色為黑色且環境亮度 701~800 的蜂巢	ㄆ 2 表示掩護色為灰黑且環境亮度 701~800 的蜂巢
ㄅ 3 表示掩護色為黑色且環境亮度 801~900 的蜂巢	ㄆ 3 表示掩護色為灰黑且環境亮度 801~900 的蜂巢
ㄅ 4 表示掩護色為黑色且環境亮度 901~1000 的蜂巢	ㄆ 4 表示掩護色為灰黑且環境亮度 901~1000 的蜂巢

□1 表示掩護色為淺灰且環境亮度 0~700 的蜂巢 □2 表示掩護色為淺灰且環境亮度 701~800 的蜂巢 □3 表示掩護色為淺灰且環境亮度 801~900 的蜂巢 □4 表示掩護色為淺灰且環境亮度 901~1000 的蜂巢	◻1 表示掩護色為灰色+黑色且環境亮度 0~700 的蜂巢 ◻2 表示掩護色為灰色+黑色且環境亮度 701~800 的蜂巢 ◻3 表示掩護色為灰色+黑色且環境亮度 801~900 的蜂巢 ◻4 表示掩護色為灰色+黑色且環境亮度 901~1000 的蜂巢
ㄅ1 表示無掩護色且環境亮度 0~700 的蜂巢 ㄅ2 表示無掩護色且環境亮度 701~800 的蜂巢	ㄅ3 表示無掩護色且環境亮度 801~900 的蜂巢 ㄅ4 表示無掩護色且環境亮度 901~1000 的蜂巢

- ①在環境明亮程度 0~700 間，灰黑色的蜂巢 1 個，無掩護色的蜂巢 2 個，其它掩護色的蜂巢都沒有。
- ②在環境明亮程度 701~800 間，黑色、灰黑、淺灰和灰色+黑色的蜂巢數量都是 1~2 個，無掩護色的蜂巢有 6 個。
- ③在環境明亮程度 801~900 間，灰黑和淺灰的蜂巢數量都有 2 個，灰色+黑色和無掩護色的蜂巢數量都有 3 個，黑色的蜂巢數量只有 1 個。
- ④在環境明亮程度 901~1000 間，黑色、灰黑、淺灰的蜂巢數量都是 1~3 個，灰色+黑色蜂巢數量是 0 個，無掩護色的蜂巢有 7 個。
- ⑤隨著環境明亮程度增加，黑色蜂巢數量雖然會增加，但數量差異不大；灰黑色的蜂巢數量會增加，但到明亮程度最高時，數量會下降；灰色+黑色的蜂巢數量會增加，但到明亮程度最高時，數量會下降；淺灰色蜂巢和無掩護色蜂巢數量都會增加。

(4)明亮程度和土的顏色關係

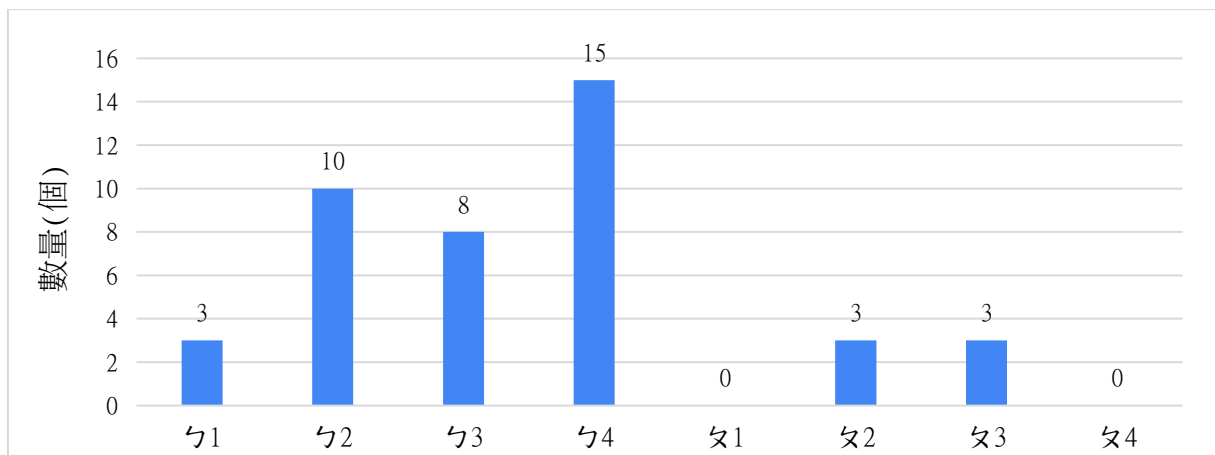


圖 23：明亮程度和土的顏色關係

註:

ㄅ1 表示蜂巢土為土黃色且環境亮度 0-700 的蜂巢 ㄅ2 表示蜂巢土為土黃色且環境亮度 701-800 的蜂巢 ㄅ3 表示蜂巢土為土黃色且環境亮度 801-900 的蜂巢 ㄅ4 表示蜂巢土為土黃色且環境亮度 901-1000 的蜂巢	ㄅ1 表示蜂巢土為灰黑且環境亮度 0-700 的蜂巢 ㄅ2 表示蜂巢土為灰黑且環境亮度 701-800 的蜂巢 ㄅ3 表示蜂巢土為灰黑且環境亮度 801-900 的蜂巢 ㄅ4 表示蜂巢土為灰黑且環境亮度 901-1000 的蜂巢
---	---

- ①在明亮程度 0~700 間，土黃色的蜂巢數量有 3 個，灰黑的蜂巢有 0 個
- ②在明亮程度 701~800 間，土黃色的蜂巢數量有 10 個，灰黑的蜂巢有 3 個
- ③在明亮程度 801~900 間，土黃色的蜂巢數量有 8 個，灰黑的蜂巢有 3 個
- ④在明亮程度 801~1000 間，土黃色的蜂巢數量有 15 個，灰黑的蜂巢有 0 個
- ⑤隨著明亮程度增加，土黃色和灰黑色的蜂巢數量都會增加，但是土黃色的蜂巢數量最多。

4.蜂巢位置環境有無水源和泥土數量統計

我們發現 44 個蜂巢在 25 公尺範圍內都有黃胸錐腹蜾蠃製作泥球的泥土材料，其中的 77%的蜂巢在 25 公尺的範圍內也有黃胸錐腹蜾蠃製作泥球的泥土材料-水源。

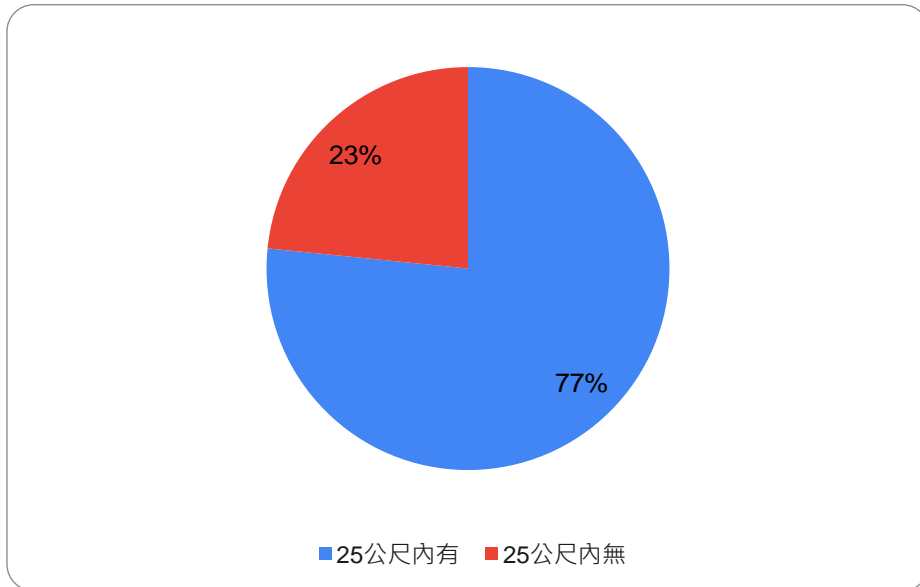


圖 24：蜂巢 25 公尺內有無水源百分率占比圖

討論：

- (一)黃胸錐腹蜾蠃築巢方式，在形狀方面長橢圓和扁橢圓的數量差不多；築巢在牆面 2 夾角的蜂巢最多；不管是哪一種牆面，黃胸錐腹蜾蠃築巢都以土黃色泥土為主，雌蜂築巢多以洗石子牆面為主，且無掩護色。
- (二)隨著環境明亮程度增加，土黃色和灰黑色的蜂巢數量都會增加，但是土黃色的蜂巢數量最多；明亮程度達到最高時，蜂巢外觀掩護色是淺灰色蜂巢和無掩護色蜂巢數量也會增加，但外觀掩護色是黑色、灰黑和灰色+黑色的數量會減少。
- (三)我們發現黃胸錐腹蜾蠃築巢的位置都會選擇附近有泥土和水源的環境。

結果四：黃胸錐腹蜾蠃出巢數和蜂巢結構與材料之間的關係

(一)出巢數和蜂巢結構的關係

我們統計出了有出巢的 8 個蜂巢做結構比較，扁橢圓蜂巢有 1 個，長橢圓蜂巢有 7 個。

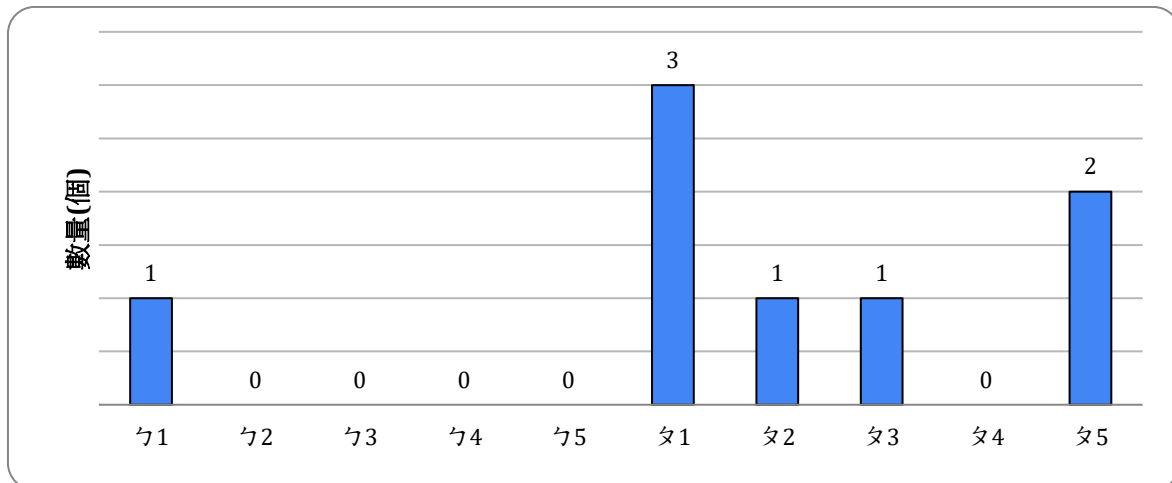


圖 25：蜂巢結構和出巢數關係

註：

ㄅ 1 表示蜂巢結構扁橢圓有 1 隻黃胸錐腹螺贏出巢	ㄅ 1 表示蜂巢結構長橢圓有 1 隻黃胸錐腹螺贏出巢
ㄅ 2 表示蜂巢結構扁橢圓有 2 隻黃胸錐腹螺贏出巢	ㄅ 2 表示蜂巢結構長橢圓有 2 隻黃胸錐腹螺贏出巢
ㄅ 3 表示蜂巢結構扁橢圓有 3 隻黃胸錐腹螺贏出巢	ㄅ 3 表示蜂巢結構長橢圓有 3 隻黃胸錐腹螺贏出巢
ㄅ 4 表示蜂巢結構扁橢圓有 4 隻黃胸錐腹螺贏出巢	ㄅ 4 表示蜂巢結構長橢圓有 4 隻黃胸錐腹螺贏出巢
ㄅ 5 表示蜂巢結構扁橢圓有 5 隻黃胸錐腹螺贏出巢	ㄅ 5 表示蜂巢結構長橢圓有 5 隻黃胸錐腹螺贏出巢

- 1、扁橢圓蜂巢的總巢間數 4 個，只有 1 隻出巢，出巢率 25%；長橢圓蜂巢的總巢間數 44 個，有 18 隻出巢，出巢率 41%。
- 2、在相同的環境下(在第一區、平面、洗石子牆面)，扁橢圓蜂巢的總巢間數 4 個，只有 1 隻出巢，出巢率 25%；長橢圓蜂巢的總巢間數 20 個，有 13 隻出巢，出巢率 65%。
- 3、長橢圓的蜂巢結構出巢率比扁橢圓的蜂巢結構高。

(二)出巢數和蜂巢結構關係

我們測量黃胸錐腹螺贏蜂巢的厚度、長度和寬度，比較出巢數和蜂巢厚度與出巢數和蜂巢長度寬度的關係。

1、出巢數和蜂巢結構—厚度的關係:

我們發現黃胸錐腹螺贏的出巢數和蜂巢結構—厚度的關係是零相關，也就是黃胸錐腹螺贏的出巢數多寡和蜂巢厚度沒有相關。

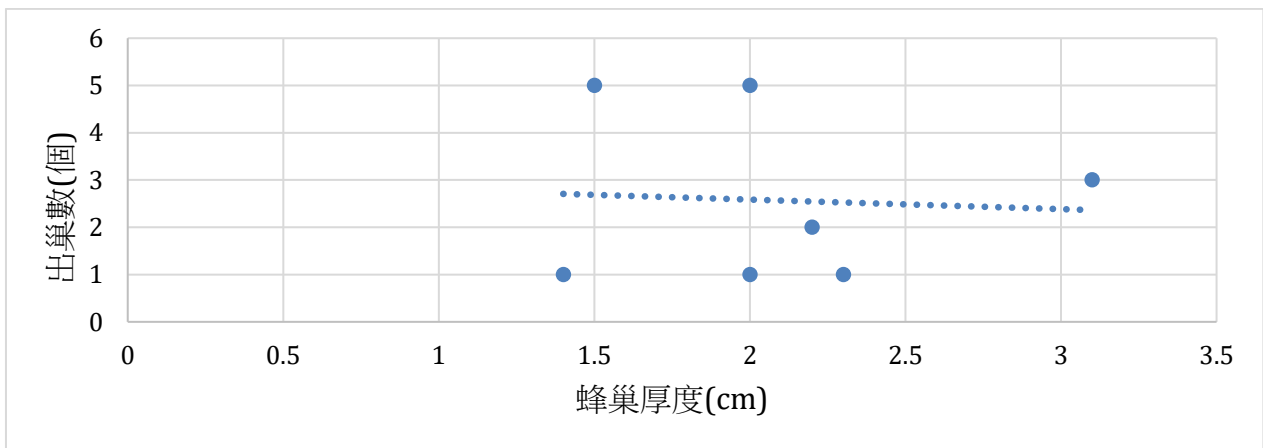


圖 26：出巢數和蜂巢結構—厚度關係散布圖

2、出巢數和蜂巢結構--長比寬的關係:

我們發現黃胸錐腹螺贏的出巢數和蜂巢結構--長比寬為正相關，也就是蜂巢結構長寬比越高，黃胸錐腹螺贏的出巢數越高；蜂巢結構長寬比越低，黃胸錐腹螺贏的出巢數越低。

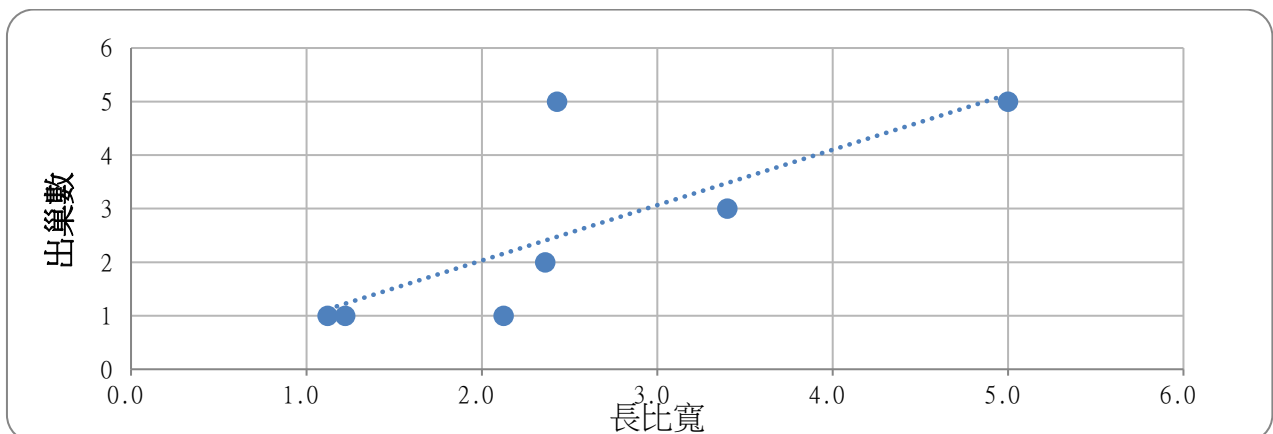


圖 27：出巢數和蜂巢結構--長比寬關係散布圖

(三)蜂巢結構材料分析

- 1、長橢圓使用第 2、3、4 個土壤粒徑的比例比扁橢圓用的偏多。
- 2、不管是哪種蜂巢結構，都需要用到粒徑 1。
- 3、扁橢圓使用粒徑 5 的比例比長橢圓多。
- 4、長橢圓屬於垂直的蜂巢，扁橢圓屬於平行的蜂巢，所以長橢圓使用較大粒徑的材料會比扁橢圓多。

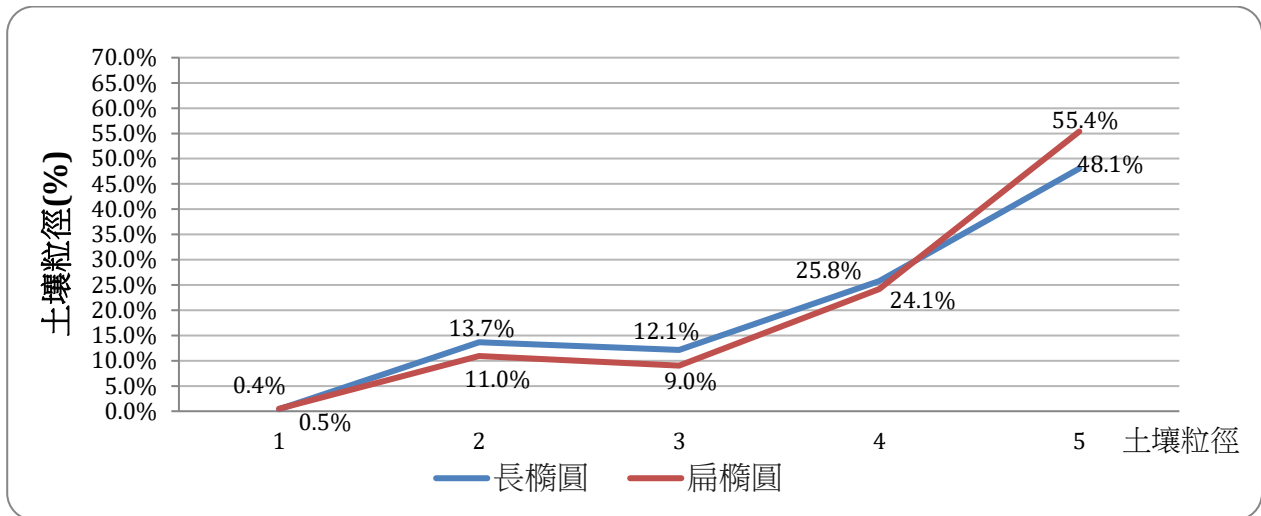







圖 28：蜂巢結構和土壤粒徑關係

註：長橢圓蜂巢 n=12 扁橢圓蜂巢 n=5

表 22：BB 蜂巢材料土壤粒徑分類圖

粒徑	粒徑 1	粒徑 2	粒徑 3	粒徑 4	粒徑 5
BB 巢					

圖片來源：由作者自行拍攝

(四)蜂巢結構土壤粒徑的出巢率

我們以錄影機觀察到的四個蜂巢(蜂巢 A、蜂巢 D、蜂巢 E 和蜂巢 W)來分析黃胸錐腹螺羸築巢時的蜂巢結構和出巢率，結果發現如下：

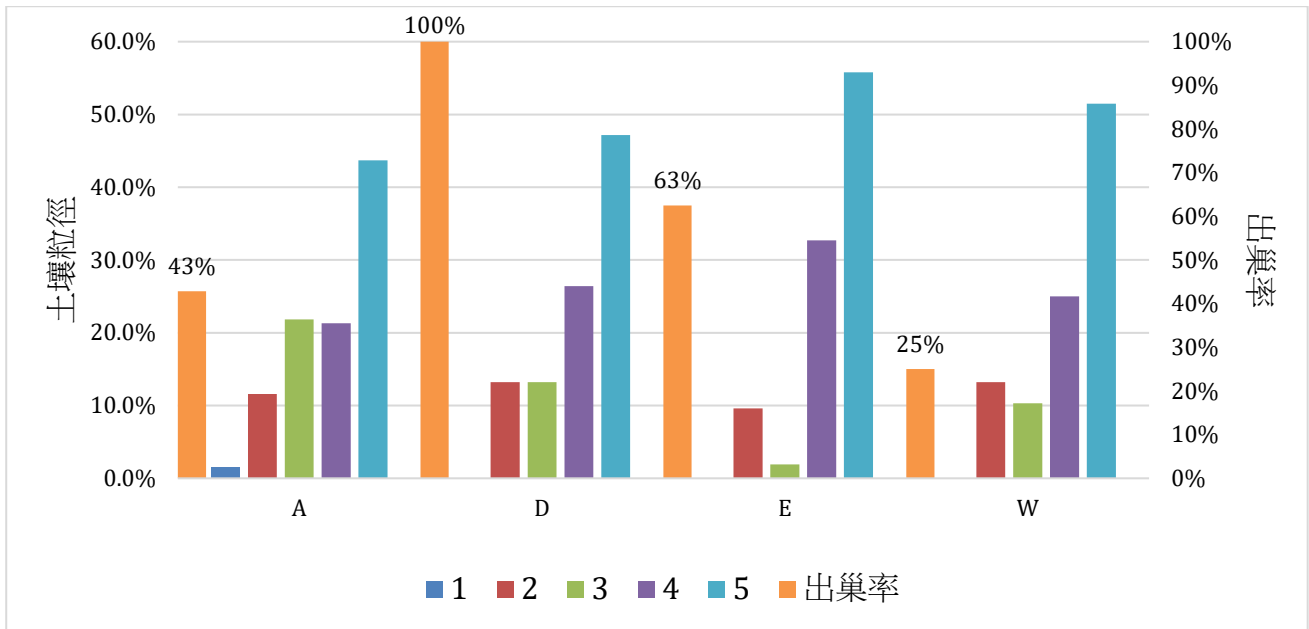


圖 29：蜂巢結構土壤粒徑和出巢率關係圖

1、蜂巢 A 是一個很特別的蜂巢，它的結構有 2 層，第 1 層有 7 個巢間，第 2 層有 6 個巢間 (如表 23)，蜂巢 A 使用的粒徑 1、2、3 都高於其他蜂巢，所以蜂巢 A 的硬度高，但是出巢率只有 43%。

表 23：蜂巢 A 內部結構

蜂巢 A		
圖片		
說明	蜂巢 A 是一個 2 層的蜂巢，這個蜂巢的厚度是全部調查的蜂巢最厚的，所以在拆解蜂巢的過程中，A 蜂巢硬度高，很難拆解。	

圖片來源：由作者自行拍攝

- 2、蜂巢 A 和 E 都是長橢圓、平面的，但使用的材料差異很大，蜂巢 A 使用的粒徑 1、2、3 都高於其他蜂巢，蜂巢 E 使用的粒徑 1、2、3 都低於其他蜂巢，出巢率也差很多，蜂巢 A 出巢率是 43%，蜂巢 E 出巢率是 63%。
- 3、蜂巢 D 是長橢圓，蜂巢 W 是扁橢圓，兩個蜂巢使用的材料差異不大，但蜂巢 D 的出巢率是 100%，蜂巢 W 的出巢率是 25%。
- 4、由此可知，長橢圓和扁橢圓蜂巢所使用的材料各有差異，但使用的材料不會影響出巢率。

(五)泥土成分和出巢率的關係分析

1、築巢時是否會篩選泥土

我們委請農業部臺東區農業改良場分析 9 個環境取樣和 10 個黃胸錐腹螺贏蜂巢做泥土成分分析，發現在有機質含量部分，環境樣本有機質含量都高於蜂巢有機質含量。

表 24：環境土壤和蜂巢泥土有機質含量表

蜂巢	A	D	E	I	W	AA	BB	UU	XX	EEE
有機質(%)	1.15	0.78	1.09	1.60	1.34	1.36	0.65	1.59	1.24	1.02
環境樣本	環 1	環 2	環 3	環 4	環 5	環 6	環 7	環 8	環 9	
有機質(%)	2.54	2.18	2.32	3.81	2.77	2.34	4.87	47.17	3.51	

協助土壤分析機構：農業部臺東區農業改良場

2、蜂巢有機質對出巢率的影響

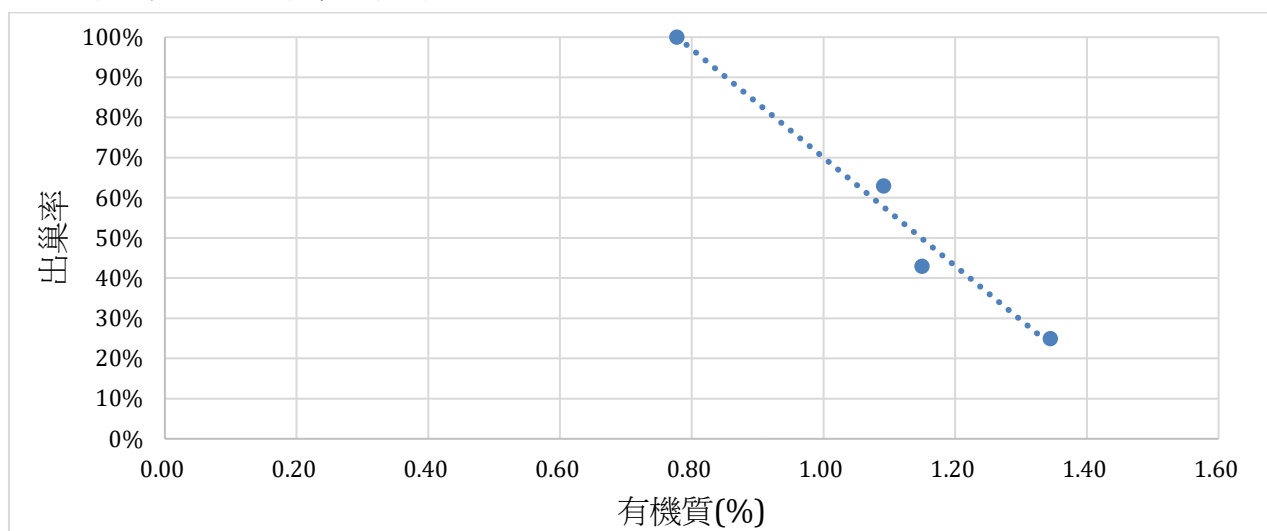


圖 30：蜂巢有機質含量和黃胸錐腹螺贏的出巢率關係散佈圖

蜂巢有機質含量比例和出巢率是負相關，也就是當蜂巢有機質含量越低時，黃胸錐腹螺贏的出巢率越高；蜂巢有機質含量越高時，黃胸錐腹螺贏的出巢率越低。因為根據農業部臺東區農業改良場的分析人員說明，蜂巢有機質高，會讓蜂巢容易腐敗。

討論:

- (一)長橢圓的蜂巢結構出巢率比扁橢圓的蜂巢結構高，且蜂巢結構的長寬比和出巢數相關性高，但是出巢數和蜂巢結構的厚度沒有相關性。
- (二)長橢圓屬於垂直的蜂巢，扁橢圓屬於平行的蜂巢，長橢圓使用較大粒徑的材料會比扁橢圓多。
- (三)長橢圓和扁橢圓的蜂巢所使用的材料各有差異，但使用的材料不會影響出巢率。
- (四)黃胸錐腹螺贏蜂巢中的有機質相較於環境泥土較低，且出巢率和有機質含量比例的相關性高。

柒、結論

一、校園中黃胸錐腹蜾蠃的築巢位置和分布結論

- (一)黃胸錐腹蜾蠃築巢位置的選擇條件為緊鄰覓食和孕育後代的環境，雌蟲的築巢方向並沒有特定的方位。
- (二)黃胸錐腹蜾蠃蜂巢都位於有遮蔽物的建築物，以免蜂巢受到雨水侵蝕崩解。

二、黃胸錐腹蜾蠃行為觀察結論

- (一)黃胸錐腹蜾蠃從選擇築巢環境位置到蜂巢內的黃胸錐腹蜾蠃成蟲出巢會有九個過程。



- (二)未出巢成功的雄蜂和雌蜂未出巢的原因不同，雄蜂沒有出巢會影響雌蜂有沒有羽化，雌蜂沒有出巢會影響繁衍下一代，沒有下一代，黃胸錐腹蜾蠃族群數量就會逐漸減少。
- (三)統計後發現本調查區黃胸錐腹蜾蠃雌蜂和雄蜂，雌雄比是 1.125。

三、黃胸錐腹蜾蠃的蜂巢類型和蜂巢環境之間的關係結論

- (一)黃胸錐腹蜾蠃築巢的形狀分成兩種，這兩種形狀的蜂巢數量在不同環境下差異不大。
- (二)大部分的黃胸錐腹蜾蠃會把蜂巢築在 2 夾角的洗石子牆面，蜂巢顏色大多為土黃色，且無掩護色。
- (三)在相同明亮程度的環境下，環境的明亮程度不會影響雌黃胸錐腹蜾蠃築巢外觀有沒有加上掩護色；在不同明亮程度的環境下，環境越亮，蜂巢的掩護色越淺，甚至完全沒有掩護色，反之，蜂巢外觀的掩護色不會受到明亮程度的影響。
- (四)黃胸錐腹蜾蠃在築巢前會先找一個適合黃胸錐腹蜾蠃幼蟲生長、築巢的環境。

四、黃胸錐腹蜾蠃出巢率與蜂巢結構與材料之間的關係結論

粒徑大小和出巢率沒有直接的關係，但築巢材料粒徑和蜂巢結構有關係，而蜂巢結構會影響出巢率，蜂巢結構的長寬比和出巢數的關係是正相關，蜂巢結構的厚度不會影響到出巢數，蜂巢結構中的有機質和出巢率的關係是負相關。

五、我們的發現和文獻比較

比較的項目	文獻資料	我們的發現
築巢位置	黃胸錐腹蜾蠃築巢會築在轉角角落、屋簷、地板(文獻 2)	黃胸錐腹蜾蠃築巢會築在轉角角落、屋簷、地板，也會在單面牆築巢
蜂巢方位	蜂巢大多分佈在一樓附近有花園的地方，通常面向南側(文獻 2)	黃胸錐腹蜾蠃的蜂巢不會朝向特定的方位
築巢、捉蟲時間	黃胸錐腹蜾蠃築一個巢間約需 6 小時 13 分 32 秒，捉一隻蟲約需 57 分(文獻 4)	築巢和捉蟲的時間取決於蜂巢位置附近有無築巢材料和獵物

黃胸錐腹螺羸捉取獵物方式	捉取比自己長的獵物，會將獵物折彎 1/3(文獻 5)	黃胸錐腹螺羸捉比自己長的獵物時，會將獵物慢慢塞進巢內，不會有折半的行為
黃胸錐腹螺羸修築巢間	黃胸錐腹螺羸修築間不進蜂巢(文獻 2)	黃胸錐腹螺羸修築間不進蜂巢，但會探頭進巢
巢間數量	大部分 1 個巢間或由下而上堆築 2~3 個巢間(文獻 2)	蜂巢由下而上堆築約 5~8 個巢間，但也發現平行的蜂巢，巢間數約 2~4 個
黃胸錐腹螺羸雌雄數量	雌蜂捕捉獵物的多寡，會影響幼蟲發育為雌蜂或雄蜂(文獻 5)	黃胸錐腹螺羸會捉 3~5 隻蟲給黃胸錐腹螺羸幼蟲吃，但不會影響幼蟲發育為雌蜂或雄蜂

六、推論

根據我們觀察，雌蜂出巢成功出巢間，會有雄蜂協助出巢後由雄蜂帶著雌蜂飛走，因此我們推論巢間沒有出巢成功的雌蜂，會因為沒有雄蜂而失敗，進而死在巢間。雄蜂沒有協助的原因可能是雄蜂遇到天敵死亡和雄蜂在覓食過程中誤食有農藥的植物死亡以至於數量減少。

七、未來展望

黃胸錐腹螺羸捉蟲繁衍下一代，每個巢間平均會捉 3-5 隻蟲，那些蟲都是危害蔬菜成長的毛毛蟲，因此，我們建議可以利用生物防治法，養殖黃胸錐腹螺羸或保護黃胸錐腹螺羸的生存環境，讓雌蜂的孕育行為可以減少人類農藥的使用，減少農藥的使用也可以讓雌蜂或雄蜂在覓食時減少死亡，讓黃胸錐腹螺羸族群延續，讓黃胸錐腹螺羸種族繁衍和人類生活可以達到雙贏的目的。

捌、參考資料

- 一、許耀仁(2021)。黃胸錐腹螺羸蜂巢建築特性與繁殖成功之關係。東海大學生命科學系碩士論文
- 二、羅兆珩(2014)。「竹」巢高手-探討影響棕黃胸錐腹螺羸築巢因子。中華民國第 54 屆中小學科學展覽會國中組生物科作品說明書
- 三、林孟寬等(2019)。泥造城堡--探討黃胸錐腹螺羸「銜泥建造巢室」的策略。中華民國第 59 屆中小學科學展覽會國中組生物科作品說明書
- 四、吳采頤等(2018)。獨行俠的神秘生活--五種獨居蜂築巢行為及成長習性之探討。中華民國第 58 屆中小學科學展覽會國小組生物科作品說明書
- 五、黃芑迎(2017)。泥壺內的秘辛~赭腰圓領螺羸和黃胸錐腹螺羸生存策略探討。中華民國第 57 屆中小學科學展覽會國中組生物科作品說明書
- 六、陳抒函(2017)。麻醉大師--壺蜂麻醉獵物的策略與幼蟲捕食間關係。中華民國第 57 屆中小學科學展覽會國中組生物科作品說明書
- 七、黃仕傑(2102)。昆蟲臉書(210-213 頁)。天下文化出版社。

【評語】 080305

研究主題：

本研究以黃胸錐腹螺羸的築巢位置、分布狀況、行為觀察、蜂巢類型與蜂巢環境的關係，以及出巢率和蜂巢結構與材料的關係，對於關於黃胸錐腹螺羸的築巢行為和蜂巢結構的探討提供了生態行為的深入理解。

創意、學術或實用價值：

研究的目的是在於探討黃胸錐腹螺羸在築巢選址、蜂巢結構及築巢材料上的策略，並分析這些因素對出巢率的影響，這些都是理解螺羸生態和生殖行為的重要因素。研究使用了觀察、統計分析和比較不同環境條件下的巢穴特徵，這些方法有效地揭示了黃胸錐腹螺羸在築巢過程中的決策模式和行為選擇。探討黃胸錐腹螺羸築巢行為和環境因子之關係，對本土環境生態與相關愛好者來說本計畫具有吸引力與重要性。

科學方法之適切性：

作者說明了研究目的、詳細列出實驗材料與器材，也提供相關照片佐證實驗結果，並採用現地觀察等方式紀錄資料。

總結：

研究發現蜂巢結構的長寬比和有機質含量與出巢率密切相關。建議可以進一步擴展研究範圍，比如考慮更多不同地理區域或季節的影響，以及不同年齡段和性別對築巢行為的差異，以提升對黃胸錐腹螺羸生態和行為的全面理解。

作品簡報

構「泥」為巢

黃胸錐腹螺贏築巢行為和
環境因子之關係



壹、研究動機

我們在走廊上無意間發現一隻蜜蜂，牠抓著一隻和牠體型差不多大的蟲飛進巢穴，那種巢在每次打掃教室時都會看到，這讓我們很好奇這究竟是哪種蜜蜂的巢，為什麼是用泥土做的？查了資料之後發現原來牠並不是蜜蜂，又叫黃胸泥壺蜂，根據文獻我們才知道那種巢正是牠用泥土和水蓋的，而且牠會抓蟲給自己的幼蟲吃，巢還會有壺口。看完這些資料後我們對黃胸錐腹螺贏產生了很大的興趣，我們想了解黃胸錐腹螺贏築巢位置、方式和環境有沒有相關性？我們也想了解黃胸錐腹螺贏的築巢行為模式？因此我們觀察校園裡的黃胸錐腹螺贏，進行研究。

貳、文獻資料(略)

參、研究目的

動物的巢就如同人類的家，家可以遮風避雨，也可以讓後代子女安全成長，動物的巢具相同功能。黃胸錐腹螺贏是築巢動物，他們會攜泥球築巢，因此我們想探討黃胸錐腹螺贏是否有偏好在特定環境築巢，也想了解黃胸錐腹螺贏的築巢行為和巢的結構是否和後代的孕育有關係。

- 一、了解校園中黃胸錐腹螺贏的築巢位置和分布狀況
- 二、黃胸錐腹螺贏築巢行為觀察
- 三、了解黃胸錐腹螺贏的蜂巢類型和蜂巢環境之間的關係
- 四、了解黃胸錐腹螺贏出巢率與蜂巢結構和材料之間的關係

肆、研究方法

方法一、野外調查

(一)範圍一整個校園

1、研究地點

觀察研究在OO國小校園進行，學校面積2.2公頃。學校校園為地上兩層和地下一層的三合院建築，校園除了建築物外，還有生態池、操場和向陽草原，另外還有一座實施食農教育的菜園。

校園位於市區，植被豐富，學生活動頻繁。研究區域包含以洗石子牆面為主的所有建築物、花圃、草皮和菜園。

2、土壤的地質 我們學校的母質是片岩，土壤型態是沖積土。(資料來源：小農農場經營管理系統)

(二)調查項目和方法：

我們調查黃胸錐腹螺贏巢的位置和外觀，並記錄每個巢間的數量，蒐集廢棄黃胸錐腹螺贏蜂巢，錄影觀察黃胸錐腹螺贏的築巢行為和黃胸錐腹螺贏出巢方式。

1、在校園示意圖標記蜂巢位置

我們調查黃胸錐腹螺贏巢在校園的位置，將蜂巢位置分別標示在校園一樓、二樓和地下室的校園示意圖上。

- (1)黃胸錐腹螺贏蜂巢位置方法為以英文字母標示，在接下來的報告中，我們稱在A位置發現的蜂巢為蜂巢A、在B位置發現的蜂巢為蜂巢B.....在AA位置發現的蜂巢為蜂巢AA.....在AAA位置發現的蜂巢為蜂巢AAA.....(圖1、圖2和圖3)。
- (2)記錄黃胸錐腹螺贏巢巢間有出巢現象的方法為先記錄蜂巢位置，再計算黃胸錐腹螺贏巢間位置，例如：A-1、A-2.....A-5，編號方式意為蜂巢A共有5個巢間，第一個巢間為A-1、第二個巢間為A-2.....。

2、錄影觀察黃胸錐腹螺贏的築巢行為和出巢方式

我們使用平板24小時錄影跟拍正在築巢的黃胸錐腹螺贏，記錄牠們的築巢行為，並觀察巢間裡的黃胸錐腹螺贏成蟲出巢方式。

3、蜂巢附近有無水源和泥土

將校園分成4個區域，每個區域以最長邊的中心位置為圓心，畫5公分半徑的同心圓(黑色同心圓是第1區；紅色同心圓是第2區；綠色同心圓是第3區；藍色同心圓是第4區)，判斷每個區域的蜂巢25公尺內是否有水源和泥土(如圖5)。

4、蜂巢位置牆面的粗糙程度

我們調查校園全部黃胸錐腹螺贏的蜂巢後，將所有黃胸錐腹螺贏蜂巢附著的牆面分為7種類型，類型如表1：

5、蜂巢位置有無遮蔽物：

我們的調查範圍為整個校園，紀錄蜂巢所在位置是否有走廊屋簷遮蔽或窗戶邊遮蔽，讓蜂巢不會直接受到雨水侵蝕。

6、蜂巢的類型：

將不同類型的蜂巢作分類，我們將觀察的蜂巢分為兩類，有長橢圓和扁橢圓(如表2)，長橢圓是指垂直於地面的蜂巢；扁橢圓是指平行於地面的蜂巢。

7、測量蜂巢厚度、寬度和長度(如表3)

8、蜂巢壺口方位：利用指北針量測壺口方位，壺口方位按照十六方位分類，加上正上方共有十七個方位。

9、統計蜂巢的巢間數量

- (1)拆解蜂巢觀察內部結構後從下往上數得知巢間數(如表4)。
- (2)長橢圓蜂巢(直的蜂巢)：從下往上數，最下面的為第1個巢，接著為第2個巢，以此類推。
- (3)扁橢圓蜂巢(橫的蜂巢)：有壺口的蜂巢，壺口另一端為第1個巢，沒有壺口的蜂巢由左到右數，最左邊為第1個巢。

方法二、蜂巢位置的明亮程度測量

(一)撰寫Arduino程式(如圖6)。

(二)將光敏電阻接在Arduino板的類比腳位-A3，再將LCD1602的GND和VCC分別插在Arduino板的負極和正極上，SDA和SCL則分別插在Arduino板的A4和A5腳位上(圖8)。

(三)使用光敏電阻偵測蜂巢周圍的明亮程度，偵測出數據後由LCD1602螢幕顯示(圖7)。

(四)連續測量紀錄三天不同時段(早上、中午、下午)蜂巢所在位置的明亮程度。

方法三、蜂巢結構及泥巢材料分析

(一)黃胸錐腹螺贏蜂巢巢間結構分2類： 1、長橢圓蜂巢 2、扁橢圓蜂巢

(二)蜂巢材料顆粒大小分析

1、將蜂巢的泥土用烤箱烤乾：進烤箱前先量1個巢間的蜂巢重量，烤完再量一次，如重量沒變化(重量誤差±0.1)，不用再烤一次，如果重量有變化，就繼續烤到重量沒變化為止。

2、把烤好的泥土輕輕的磨碎(磨一次是20圈)

3、用篩網過篩(1)篩網網眼大小分成：0.4、0.15、0.1、0.01(cm)

(2)過篩順序：由最大網眼到最小網眼

4、土壤粒徑大小：我們將四種網眼孔徑的篩網篩出五種土壤粒徑。粒徑大小分類如表5：

(三)蜂巢與環境泥土成分分析

1、環境取樣範圍：我們將校園分為4區，如方法一-(二)。

2、環境取樣方法：

在4個區域半徑25公尺的圓內，有土的地方(不包含校外)，取10公克以上的土，共有9個取樣地點，並將每個取樣地點依照環1、環2.....編號(如表6)，研究結果內容每個地點以編號呈現。

(1)取樣地點如表6

(2)取樣原因：

3、蜂巢取樣方法：因為分析土壤重量須超過10公克，因此我們將已拆解且重量超過10公克的蜂巢做為分析的對象，樣本共有10個。

伍、研究設備及器材(略)

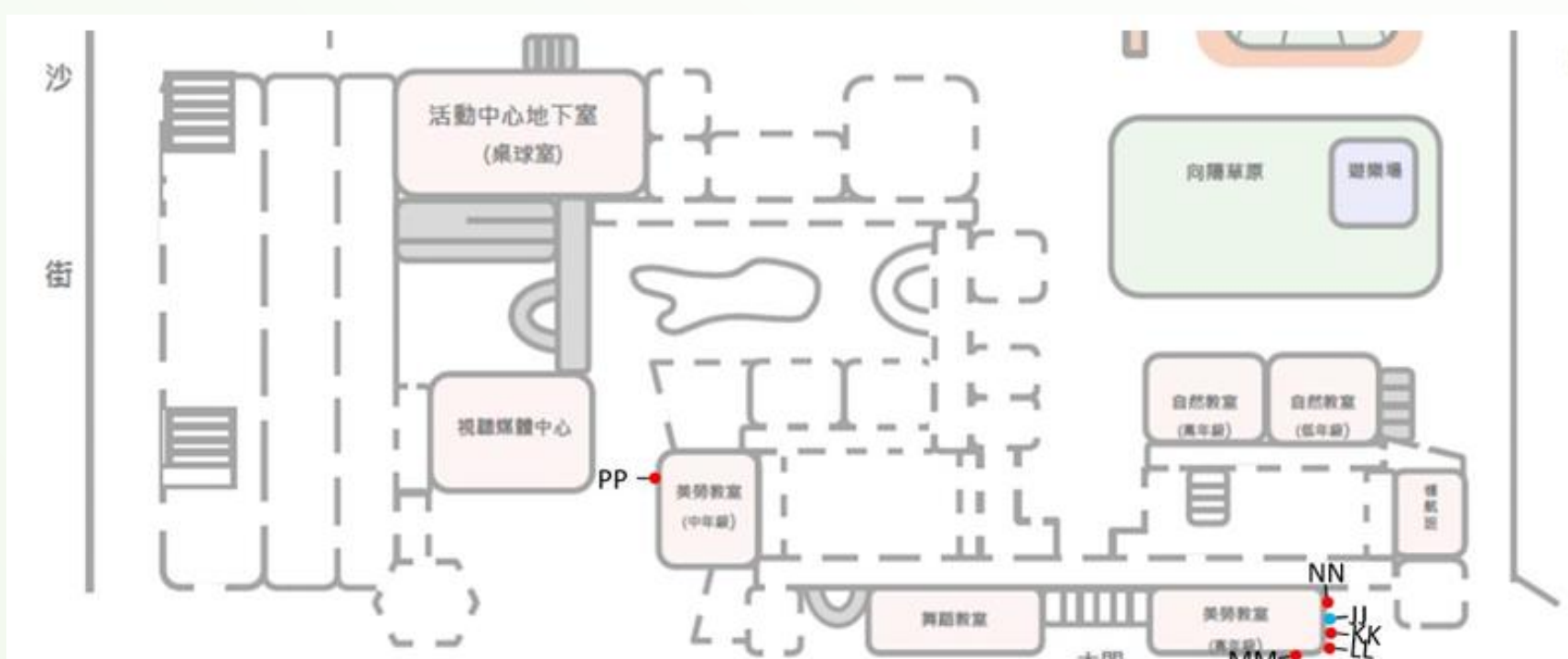


圖1：地下室蜂巢位置



圖2：一樓蜂巢位置



圖3：二樓蜂巢位置

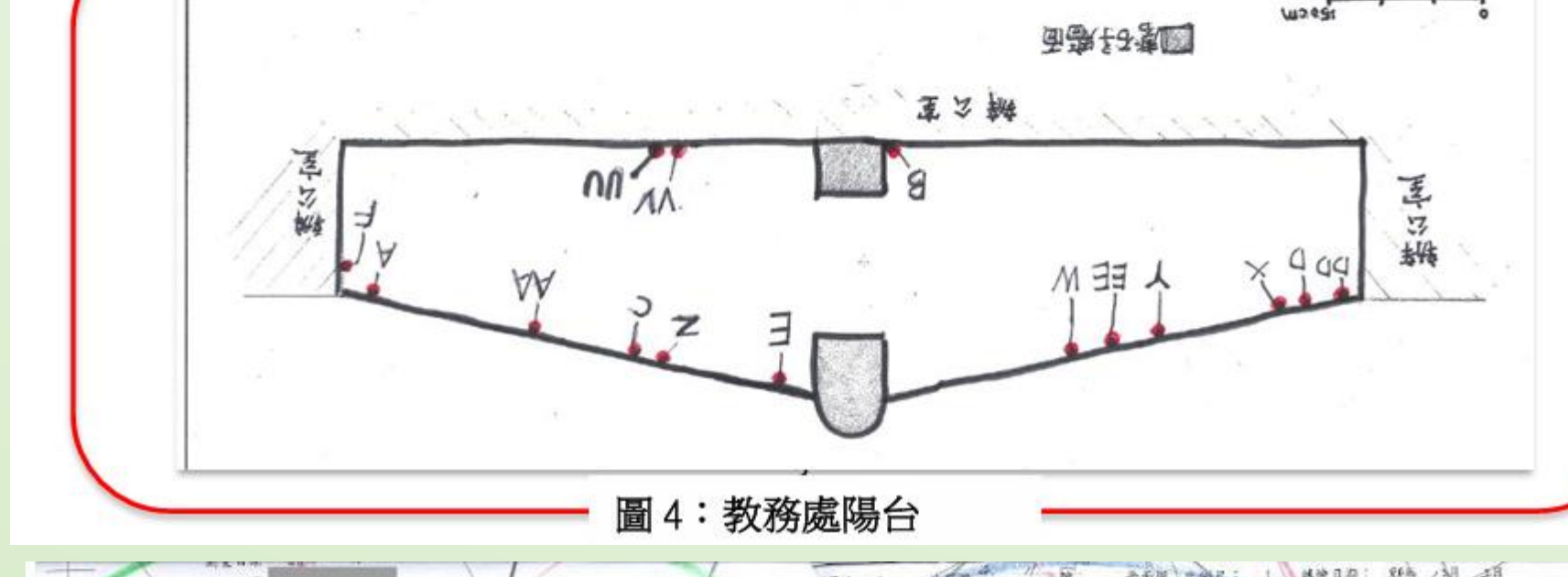


圖4：教務處陽台

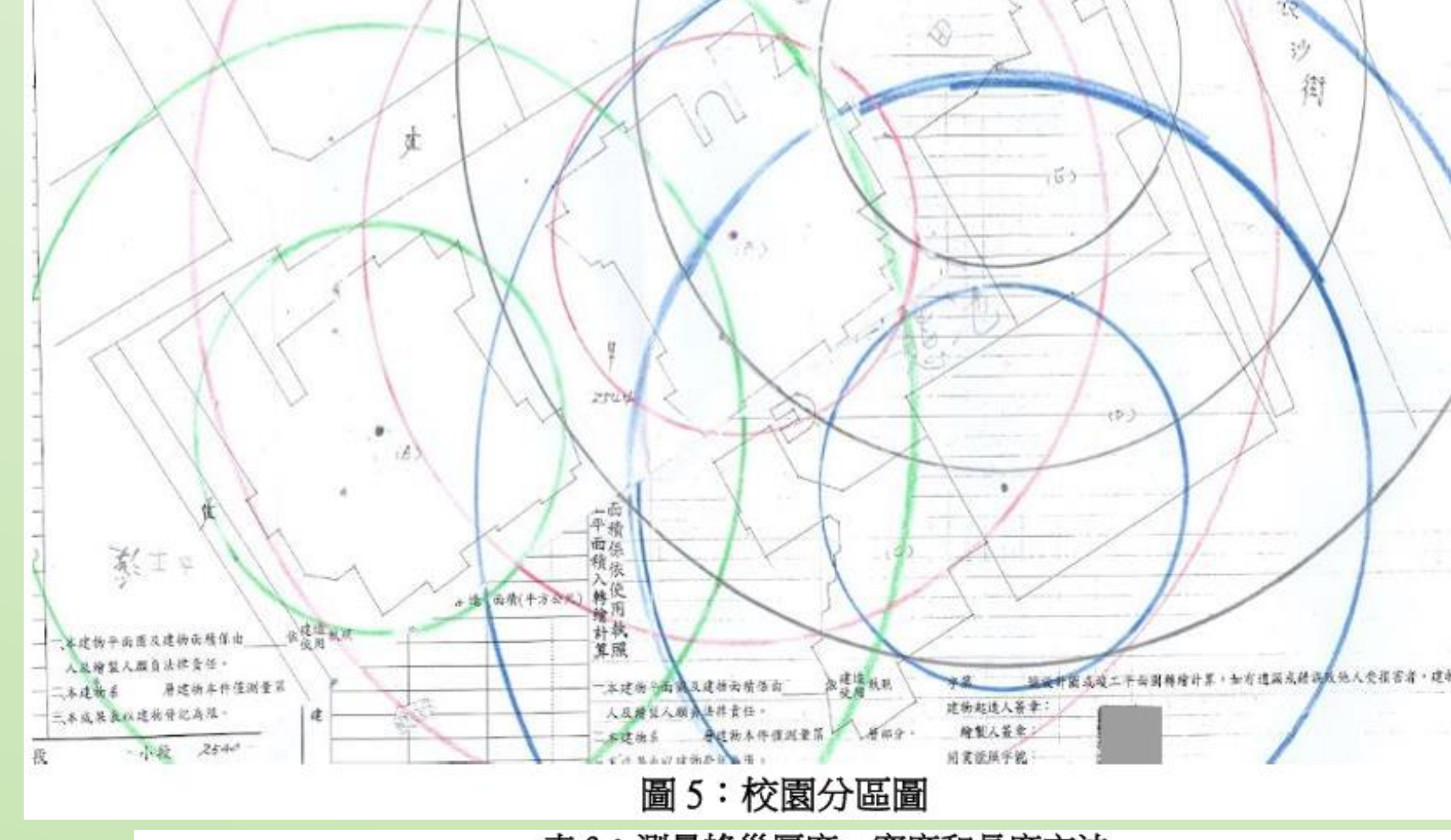


圖5：校園分區圖

測量項目	厚度	寬度	長度
圖片			
測量方法	從蜂巢的貼牆面量到蜂巢的正面。	從蜂巢的從蜂巢的左側量到蜂巢的右側。	從蜂巢的最底部量到蜂巢的最頂端。

圖片來源：由作者自行拍攝

巢的類型	直的蜂巢	橫的蜂巢(沒有壺口)	橫的蜂巢(有壺口)
圖片			

圖片來源：由作者自行拍攝



圖6：Arduino程式



圖7：光敏電阻和LCD1602



圖8：Arduino板

土壤粒徑	粒徑1	粒徑2	粒徑3	粒徑4	粒徑5
網眼大小	粒徑>0.4	0.4≥粒徑>0.15	0.15≥粒徑>0.1	0.1≥粒徑>0.01	0.01≥粒徑
照片					

圖片來源：由作者自行拍攝

編號地點	環1	環2	環3	環4	環5	環6	環7	環8	環9
	菜園(有種菜的部份)	菜園(沒有種菜的部份)	生態池(靠近教務處)	生態池	花台	2期教學區草皮	向陽草原	回收室外的泥土	回收室外的斜坡

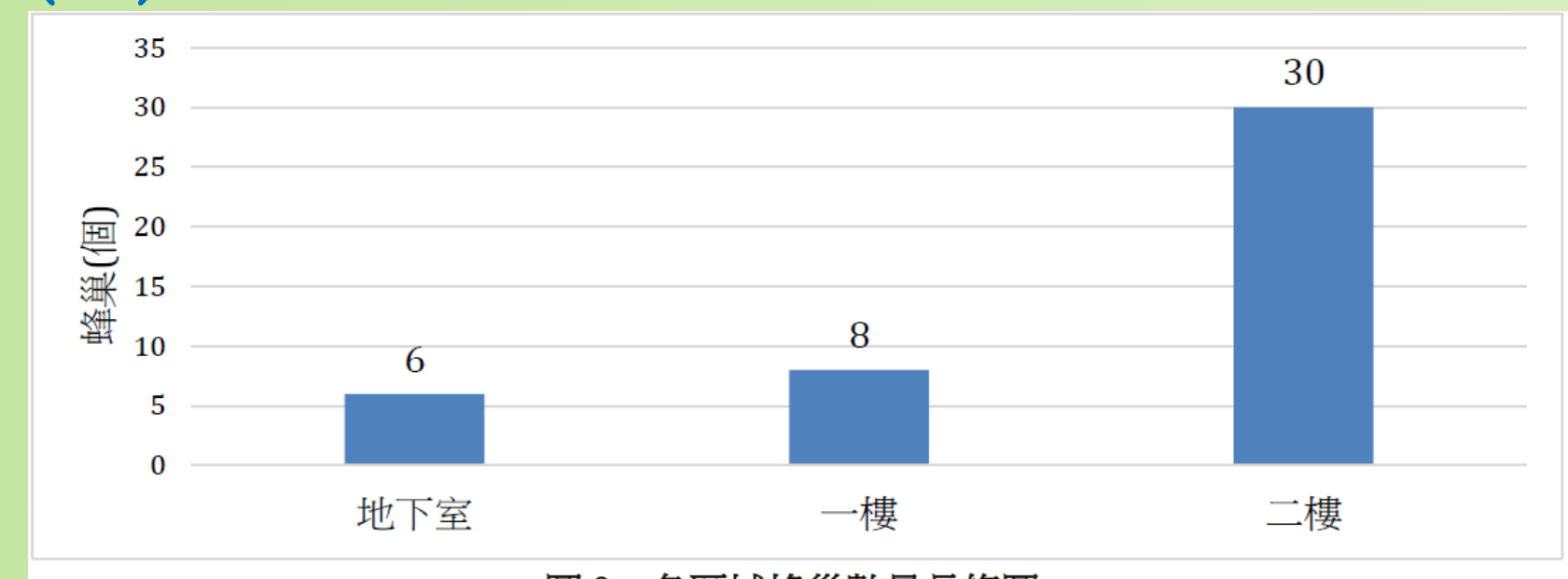
陸、研究結果

結果一：黃胸錐腹螺贏蜂巢校園分布

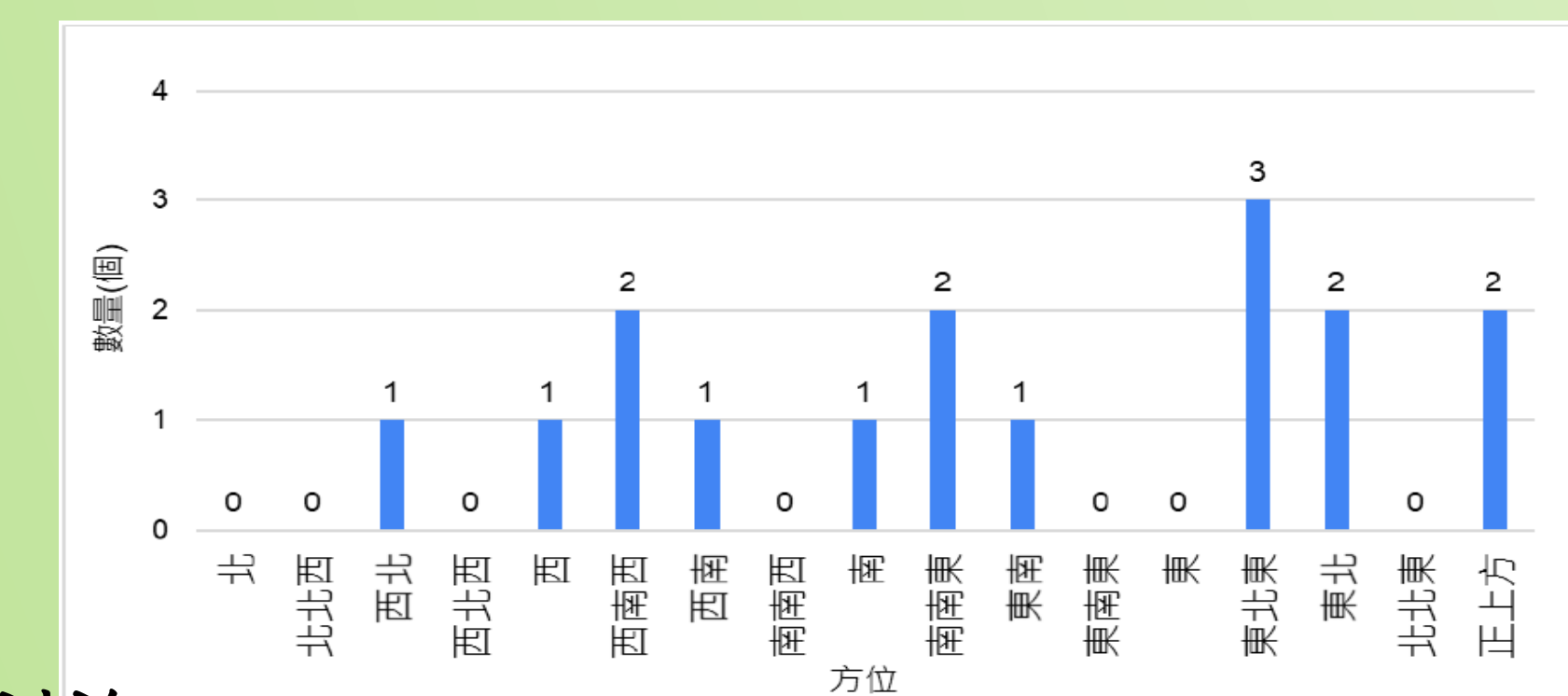
(一)、黃胸錐腹螺贏蜂巢在校園的分布位置圖

紅點標記為蜂巢位置，英文字母是蜂巢編號，依序為A、B、C……共44個(如圖1至圖4所示)。

(二)、依照各區域分類統計



(三)、壺口方位統計



討論：

- 在蜂巢調查數量中發現，二樓蜂巢數量最多(如圖3)，其中大多在圖4位置，圖4所處位置面對學校菜園(如圖2)。
- 根據觀察壺口方向發現，蜂巢的壺口面向的方位雖然以方位南的方向最多，但是蜂巢壺口方向並沒有特定的方位(如圖10)。
- 我們根據蜂巢位置的調查結果發現，所有的蜂巢都位於有遮蔽物的建築物中，而且附近有種植農作物環境的建築物，蜂巢數量越多。

(七)封口後檢查

檢查	檢查巢內有無雌蜂	出巢前檢查
圖片		
說明	這隻黃胸錐腹螺贏是雄的，牠會停在蜂巢上，並四處爬行檢查蜂巢，這時的雄黃胸錐腹螺贏沒有攜帶泥球。	這隻黃胸錐腹螺贏是雄的，蜂巢的第三個巢間將有黃胸錐腹螺贏出巢，所以雄黃胸錐腹螺贏在蜂巢外來回檢查，準備挖洞，這時的雄黃胸錐腹螺贏沒有攜帶泥球。

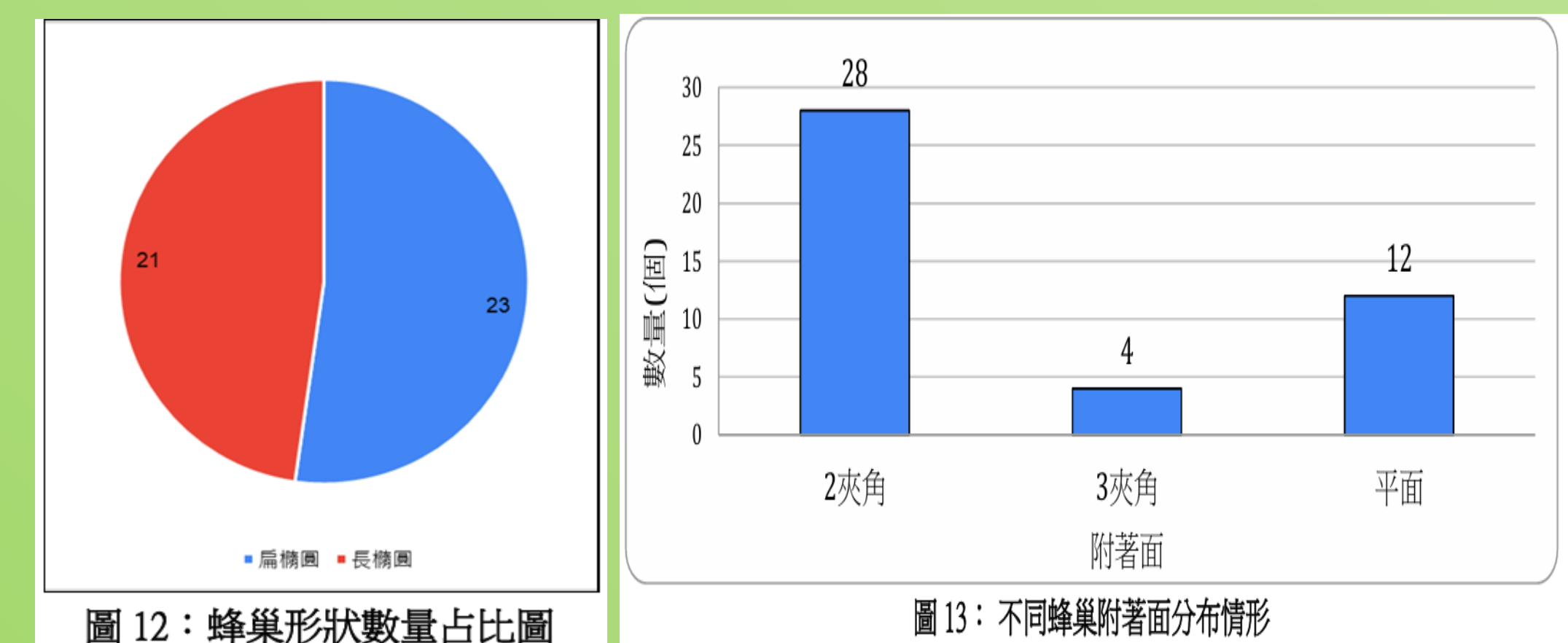
討論：

- 黃胸錐腹螺贏築巢時，雌蜂會銜泥球築巢、產卵、捉蟲、封口前檢查、封口、補強和裝飾蜂巢、雄蜂檢查，最後巢間的成蟲會挖洞出巢八個過程。
- 黃胸錐腹螺贏蜂巢內的成蟲，有出巢成功的成蟲和未出巢成功的成蟲，出巢成功的成蟲，雄蜂會自己出巢，雌蜂則需要雄蜂幫忙才能出巢；未出巢成功的成蟲，推測雄蜂可能是因為巢間空間、蜂巢厚度、自身問題等因素；推測雌蜂可能是因為沒有雄蜂幫助挖洞，因此沒有出巢。
- 根據調查統計，我們發現黃胸錐腹螺贏成蟲雌蜂和雄蜂的數量差異不大。

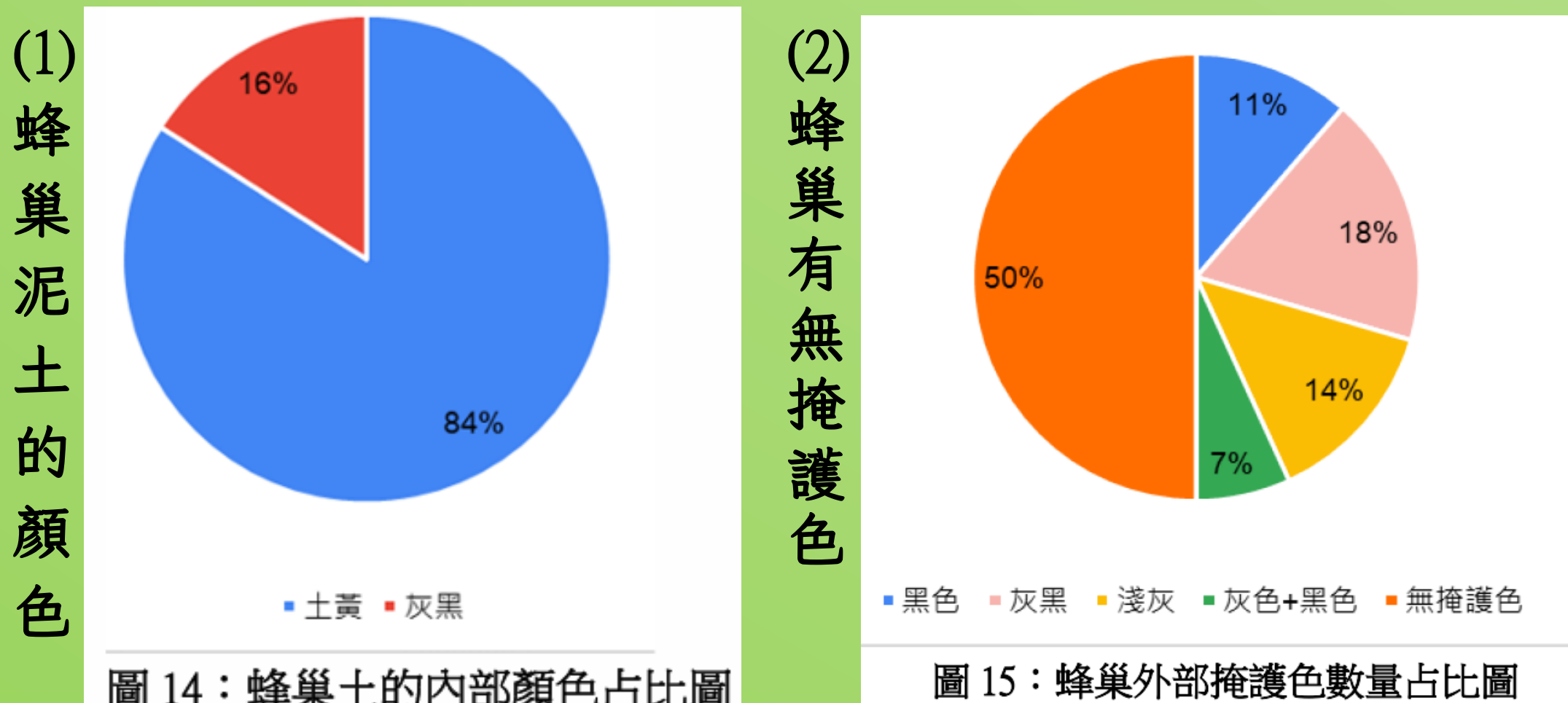
結果三：黃胸錐腹螺贏的蜂巢類型和蜂巢環境之間的關係

(一)蜂巢類型

1、依形狀分類(如表2) 2、依附著面的數量分類

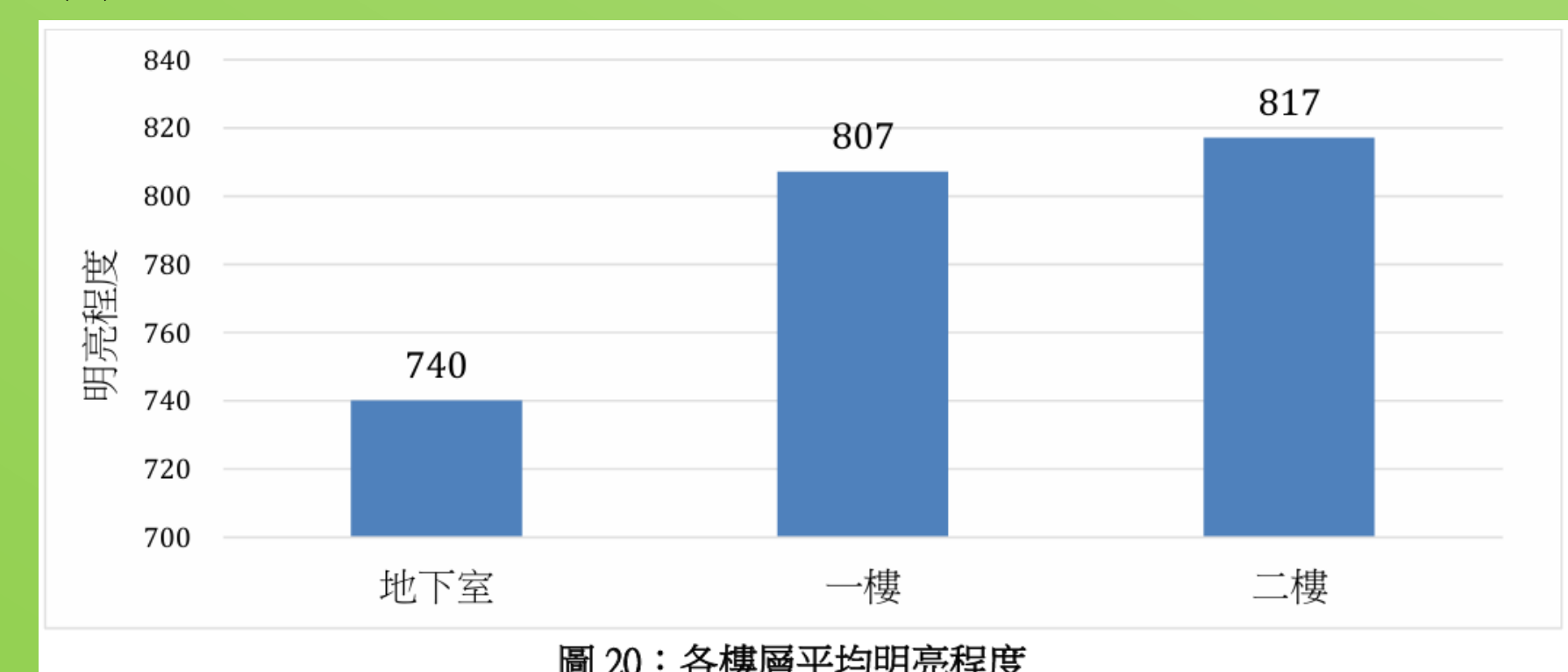


3、依蜂巢泥土的顏色和有無掩護色分類



3.環境明亮程度和蜂巢類型的關係

(1)各樓層平均明亮程度



結果二：黃胸錐腹螺贏築巢行為 (一)築巢

圖片	築巢步驟說明
	黃胸錐腹螺贏準備築第3個巢前，會先四處行走，丈量蜂巢要築的大小。
	黃胸錐腹螺贏來回走動丈量要築的巢間大小後，開始塑形蜂巢。
	黃胸錐腹螺贏會從蜂巢兩側的底部慢慢往蜂巢上方築，再往巢間中心築。
	當黃胸錐腹螺贏將巢間築好時，會留一個口，用來製作蜂巢壺口。

(二)產卵行為

產卵行為	圖片	說明
拍動翅膀		雌黃胸錐腹螺贏會先使用泥球捏製壺口，完成後牠會拍動翅膀將壺口搗乾，然後產卵。
產卵		做完壺口，雌黃胸錐腹螺贏會將尾部放進壺口內產卵，一個壺口只產一顆卵，產卵時間約10-20分鐘。

(四)封口前檢查

檢查	圖片	說明
探頭檢查		黃胸錐腹螺贏會到未封口的壺口上，並將頭探進壺口內檢查內部的狀況。
檢查		黃胸錐腹螺贏會到未封口的壺口上，檢查未封口的壺口和蜂巢的狀況。

(五)封口

補強和裝飾	補強	裝飾
圖片		
說明	黃胸錐腹螺贏會到已封口的巢上進行巢外觀和壺口的補強。	黃胸錐腹螺贏會到整個完成的巢上使用和環境相似顏色的泥土進行外觀的裝飾。

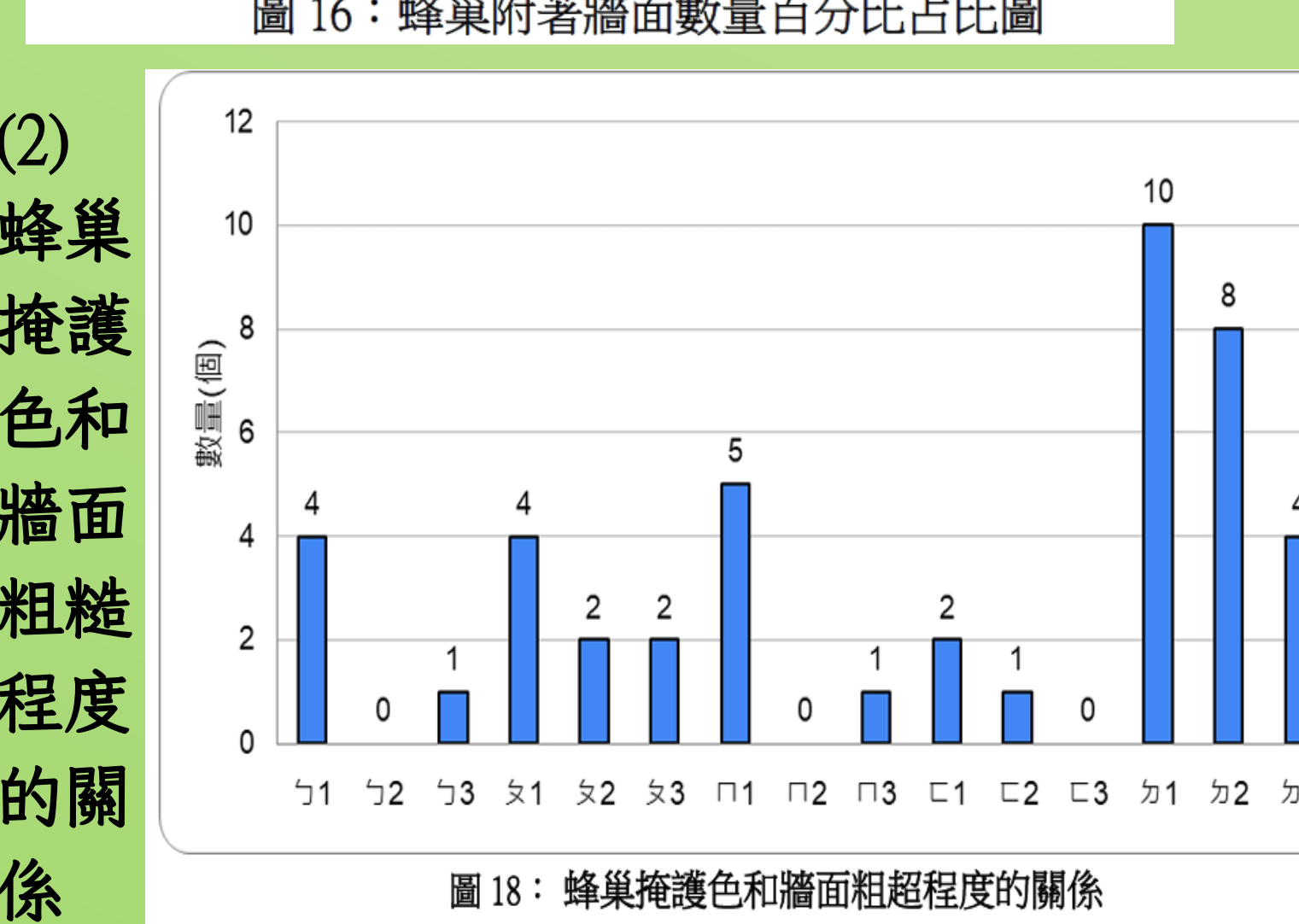
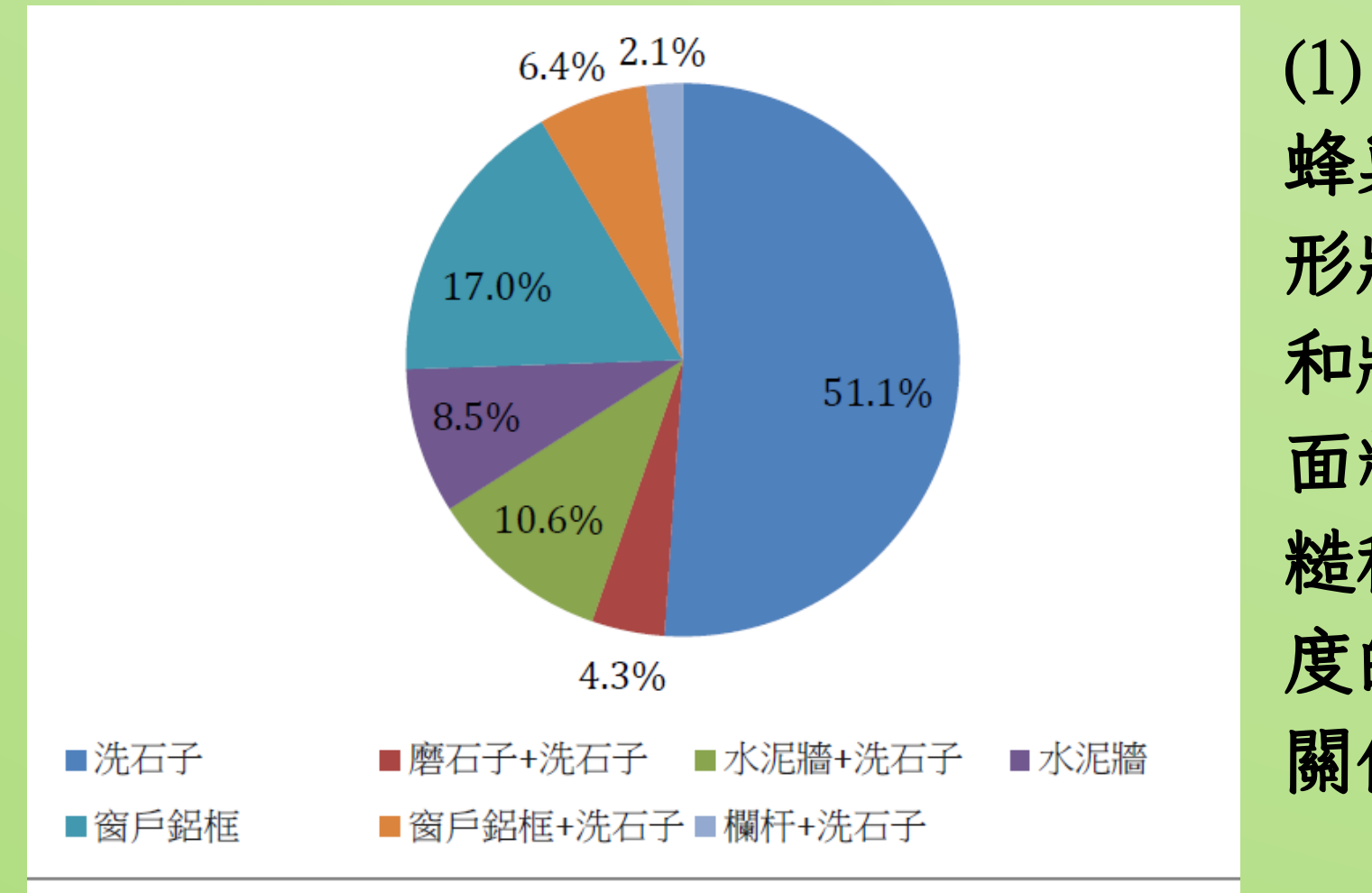
(八)出巢 1、黃胸錐腹螺贏出巢過程

出巢	圖片	說明
挖洞		這隻黃胸錐腹螺贏是雄蜂，雄蜂會先到蜂巢內有即將出巢雌蜂的巢間，並在蜂巢外部幫忙裡面的雌蜂挖洞。
雌蟲出巢		影片中在蜂巢外的黃胸錐腹螺贏是雌蜂，雌蜂和巢間裡面的雌蜂將蜂巢挖開後，雌蜂會帶著雌蜂離開，這時雌蜂翅膀還沒有乾，是雄蜂夾帶著雌蜂飛行離開蜂巢。
雄蟲出巢		影片中的黃胸錐腹螺贏是雄蜂，我們觀察到出巢的雄蜂會自己在蜂巢巢間裡挖洞(外部不會有其他黃胸錐腹螺贏幫忙)，雌蜂將蜂巢挖開後，會掙脫白色的膜後，在蜂巢外晾翅，等翅膀乾後再飛走。

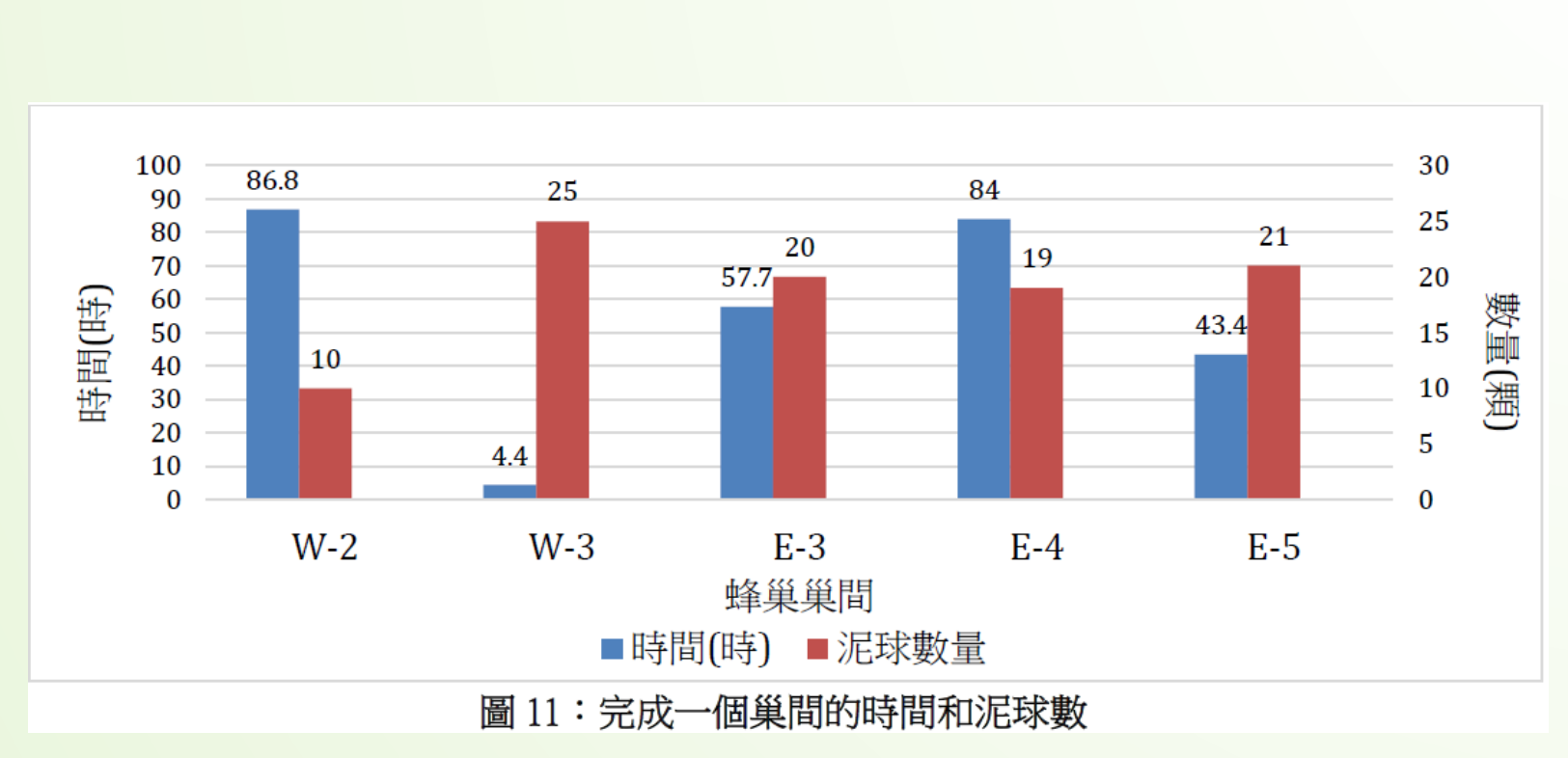
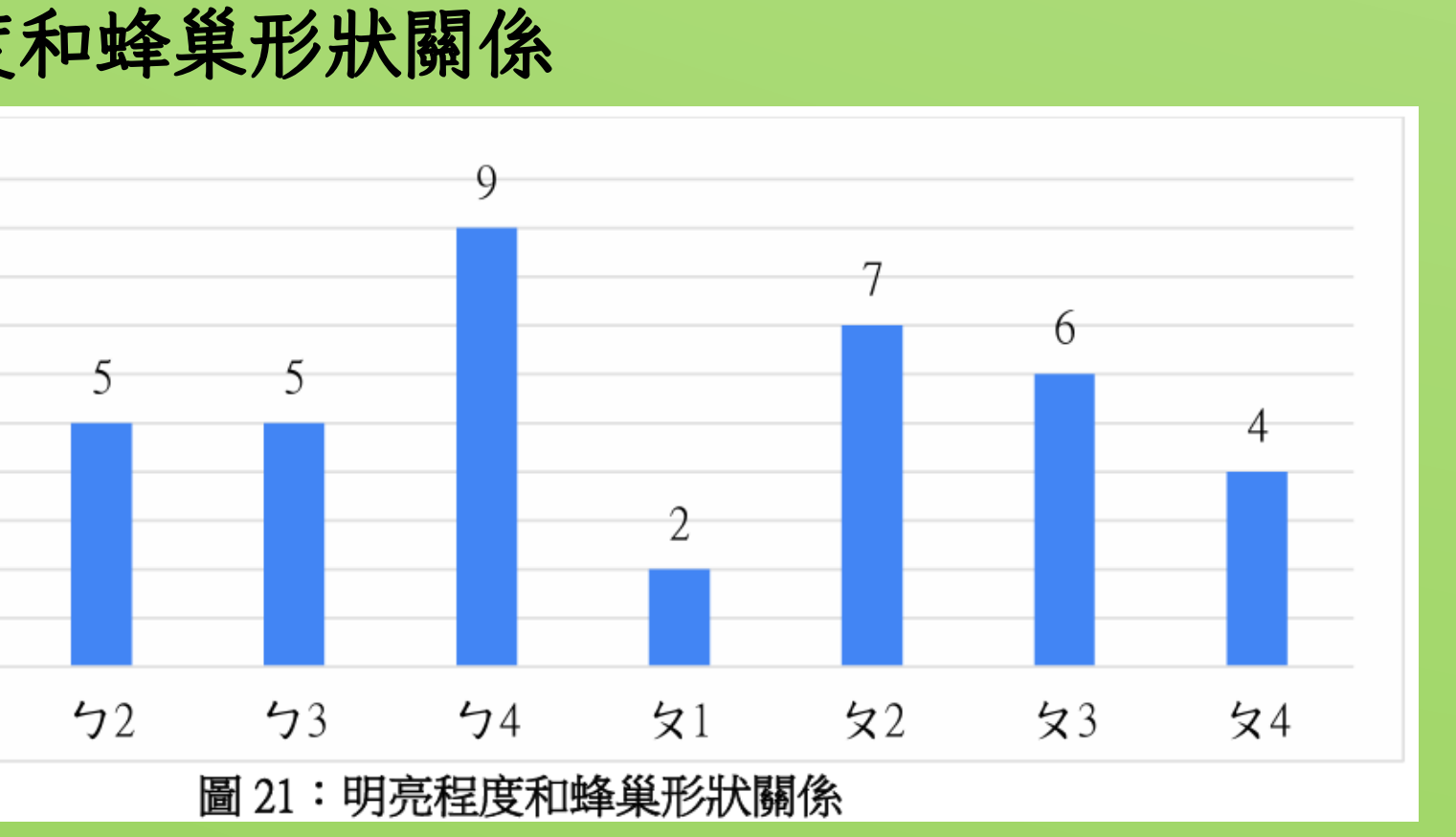
(3)雌蜂數量和雄蜂數量的比率

蜂巢(編號)	A	B	BB	D	F	Y	I	VV	XX	總數
雌(隻)	3	2	0	2	0	0	1	0	1	9
雄(隻)	0	1	1	1	1	1	1	2	0	8

(二)蜂巢位置 1、牆面種類



(2)明亮程度和蜂巢形狀關係



巢間	W-1	W-3	E-2	E-3	E-4
照片					
說明	雌黃胸錐腹螺贏捉了3隻尺蠖蟲	雌黃胸錐腹螺贏捉了2隻尺蠖蟲	雌黃胸錐腹螺贏捉了3隻尺蠖蟲	雌黃胸錐腹螺贏捉了5隻尺蠖蟲	雌黃胸錐腹螺贏捉了4隻尺蠖蟲

尺蠖蟲	圖片	說明
綠色		雌黃胸錐腹螺贏會在每個巢間捉3-4隻蟲，我們觀察到的綠色的蟲一共有三種，第一種的外觀是深綠色，體型粗粗長長的，第二種外觀是亮綠色，體型是細長的，第三種外觀是綠色，體型是粗粗長長的。
咖啡色		我們觀察到，黃胸錐腹螺贏捉的蟲幾乎每一隻都比自己長。

補強和裝飾	補強	裝飾
圖片		
說明	黃胸錐腹螺贏會到已封口的巢上進行巢外觀和壺口的補強。	黃胸錐腹螺贏會到整個完成的巢上使用和環境相似顏色的泥土進行外觀的裝飾。

2、出巢率

(1)有出洞

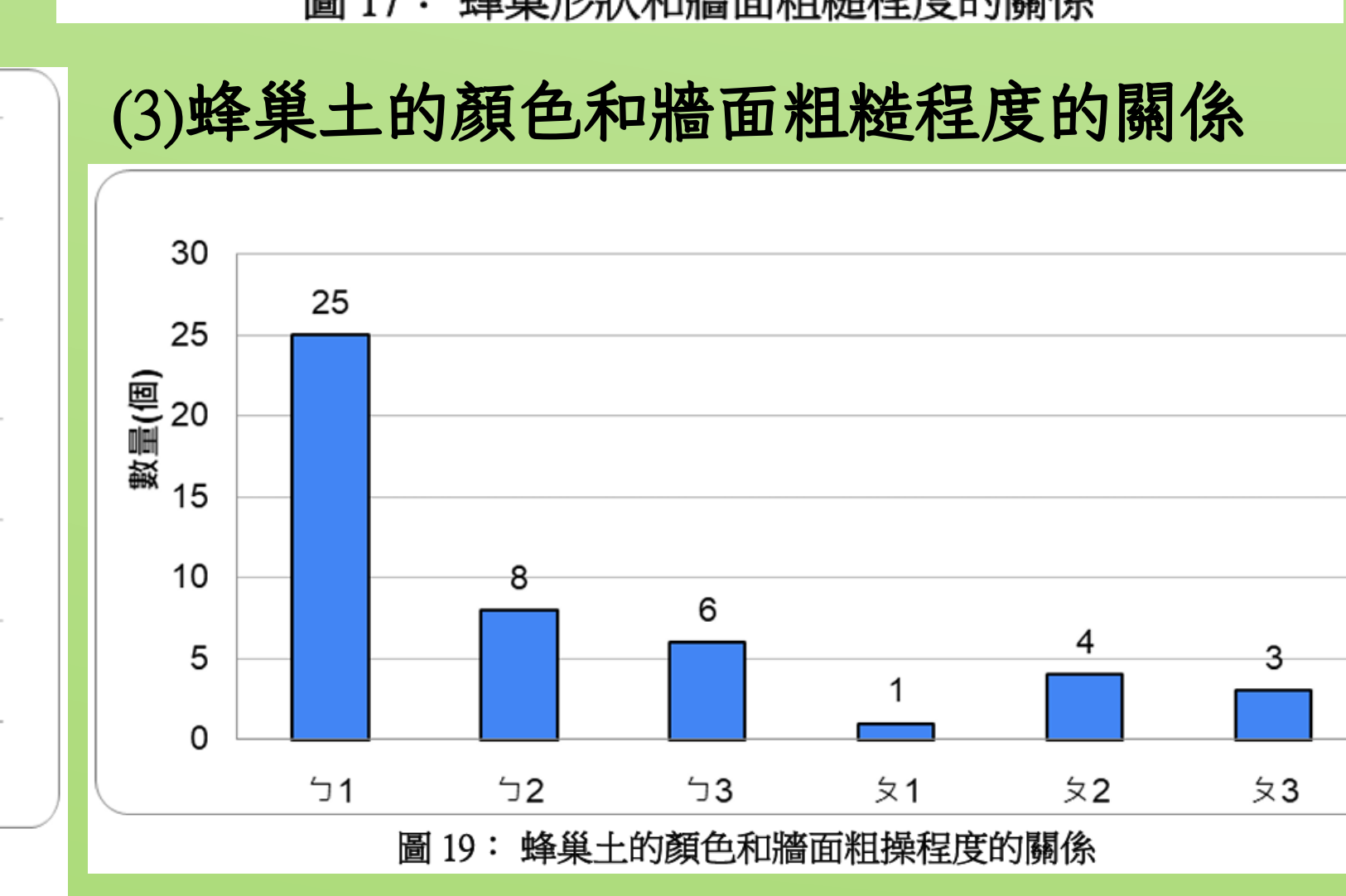
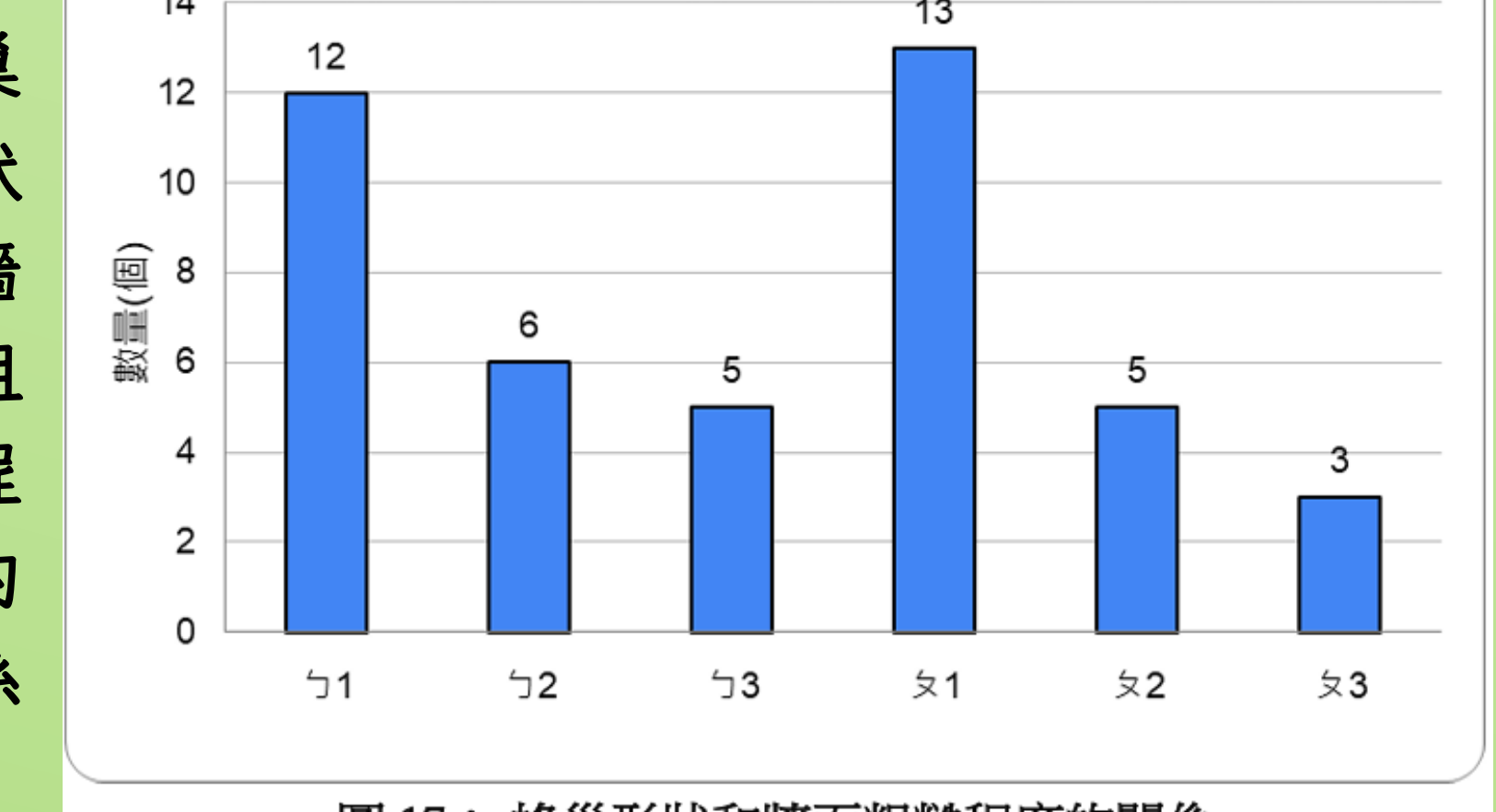
蜂巢(編號)	A	B	D	I	W	E	BB
巢間數(個)	7	6	5	6	4	8	10
出巢數(隻)	4	1	5	2	1	5	1
出巢率	57%	17%	100%	33%	25%	63%	10%
巢間未出巢的成蟲(隻)	雌: 0, 雄: 0	雌: 2, 雄: 1	雌: 0, 雄: 0	雌: 1, 雄: 1	雌: 0, 雄: 0	雌: 0, 雄: 0	雌: 0, 雄: 1

(2)巢間裡的成蟲沒有成功出巢

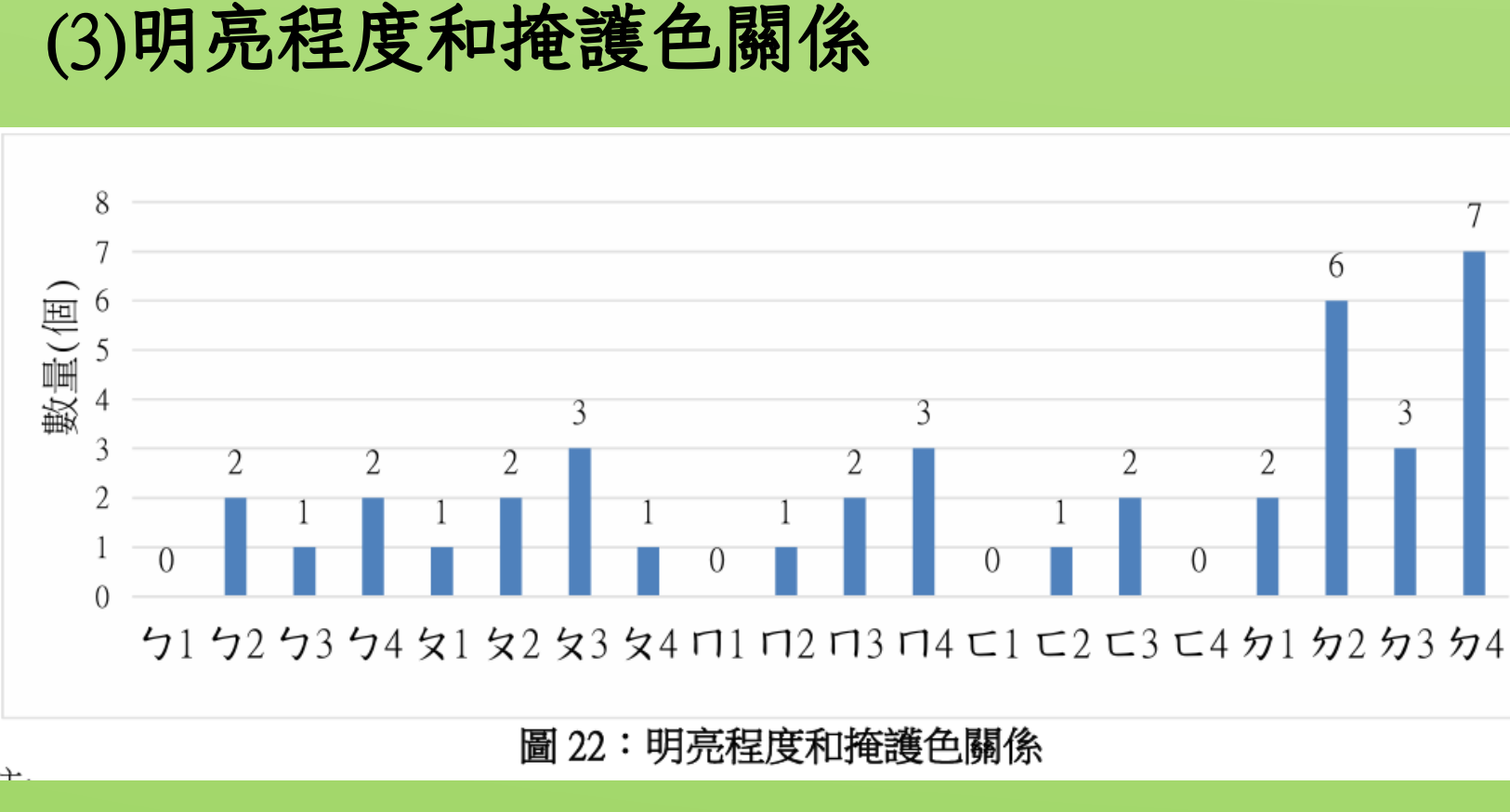
蜂巢	B	BB	F
圖片			
說明	B-5和B-6(B的第5層和第6層)裡面各有一隻死掉的黃胸錐腹螺贏，B整個蜂巢只有1隻黃胸錐腹螺贏出巢(B整個蜂巢有6層)。	BB-7(BB的第7層)這個巢間沒有洞，裡面有一隻死掉的雄蜂，BB整個蜂巢只有1隻黃胸錐腹螺贏出巢(BB整個巢有10層)。	F-1(F的第1層)裡面有一隻死掉的雄蜂，F整個蜂巢沒有黃胸錐腹螺贏出巢(F整個巢只有2層)。

2、牆面粗糙程度和蜂巢類型的關係

(1)蜂巢形狀和牆面粗糙程度的關係



(3)明亮程度和掩護色關係



(4)明亮程度和土的顏色關係

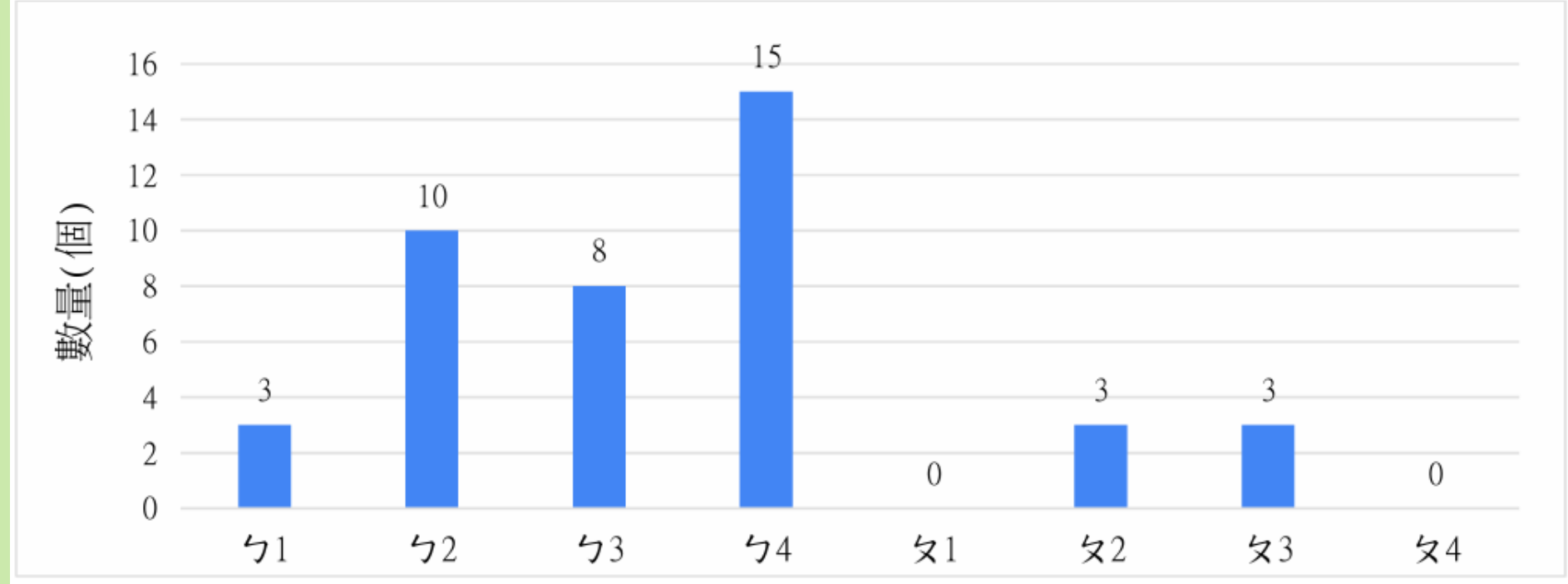


圖 23：明亮程度和土的顏色關係

4.蜂巢位置環境有無水源和泥土數量統計

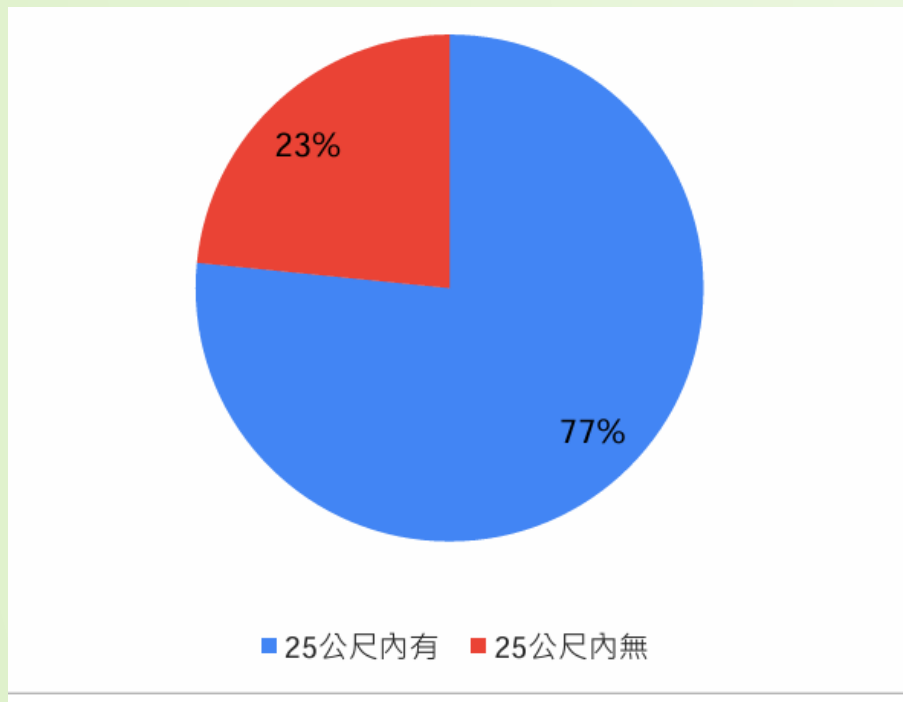


圖 24：蜂巢 25 公尺內有無水源百分比占比圖

討論：

- (一)黃胸錐腹螺贏築巢方式，在形狀方面長橢圓和扁橢圓的數量差不多；築巢在牆面2夾角的蜂巢最多；不管是哪一種牆面，黃胸錐腹螺贏築巢都以土黃色泥土為主，雌蜂築巢多以洗石子牆面為主，且無掩護色。
- (二)隨著環境明亮程度增加，土黃色和灰黑色的蜂巢數量都會增加，但是土黃色的蜂巢數量最多；明亮程度達到最高時，蜂巢外觀掩護色是淺灰色蜂巢和無掩護色蜂巢數量也會增加，但外觀掩護色是黑色、灰黑和灰色+黑色的數量會減少。
- (三)我們發現黃胸錐腹螺贏築巢的位置都會選擇附近有泥土和水源的環境。

結果四：黃胸錐腹螺贏出巢數和蜂巢結構與材料之間的關係

(一)出巢數和蜂巢結構的關係

我們統計出了有出巢的8個蜂巢做結構比較，扁橢圓蜂巢有1個，長橢圓蜂巢有7個。

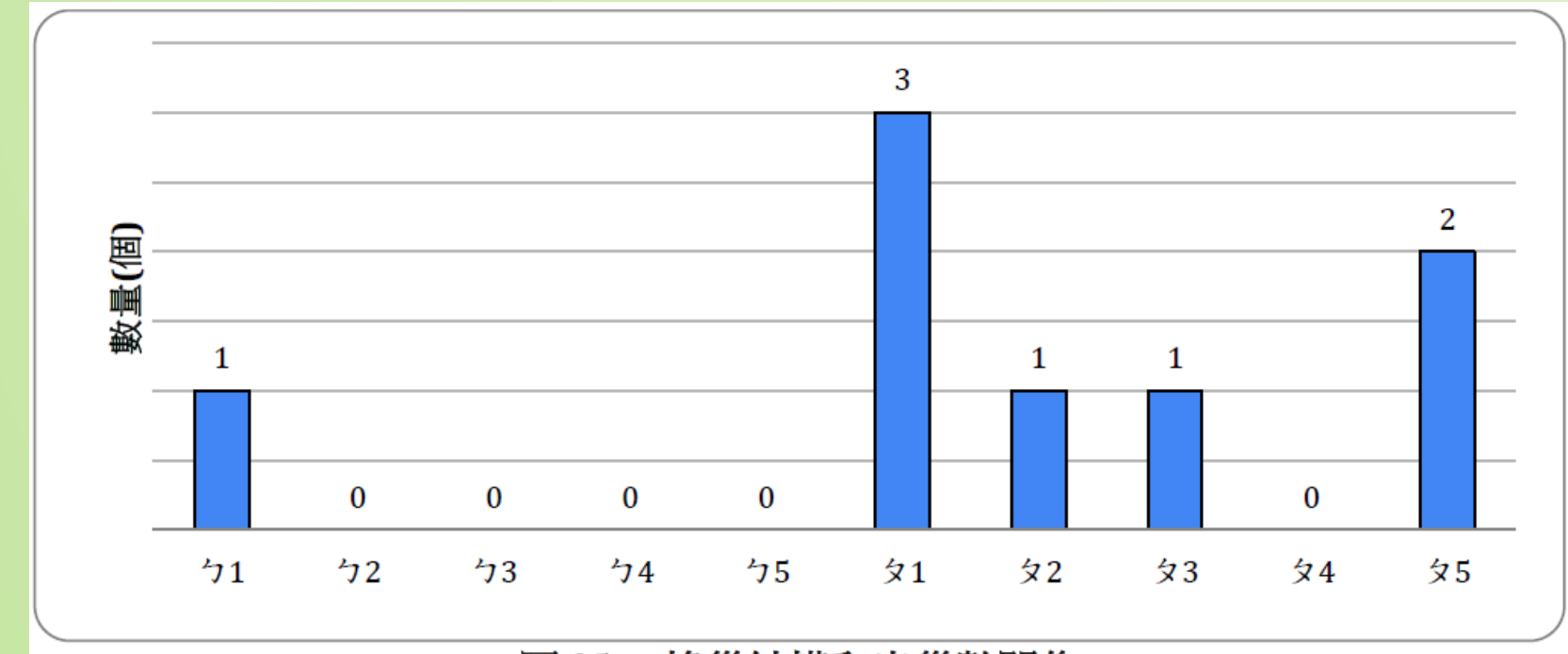


圖 25：蜂巢結構和出巢數關係

(二)出巢數和蜂巢結構關係

1、出巢數和蜂巢結構—厚度的關係:

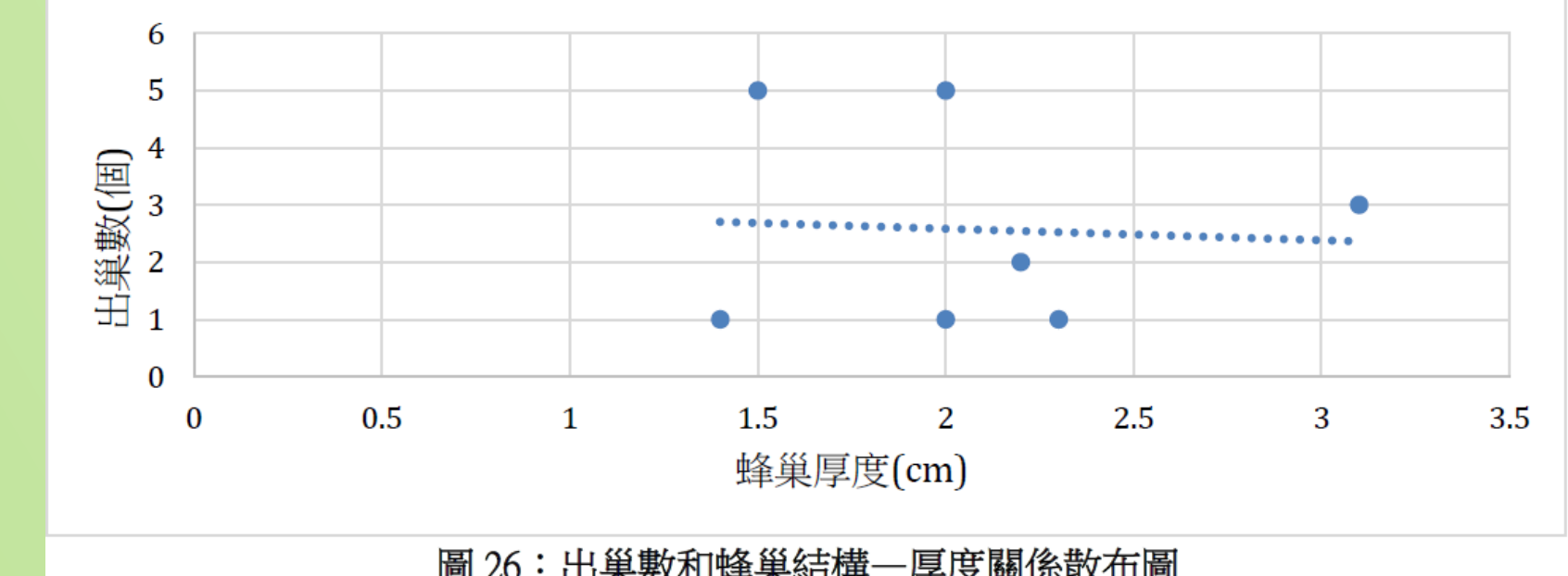


圖 26：出巢數和蜂巢結構—厚度關係散佈圖

2、出巢數和蜂巢結構--長比寬的關係:

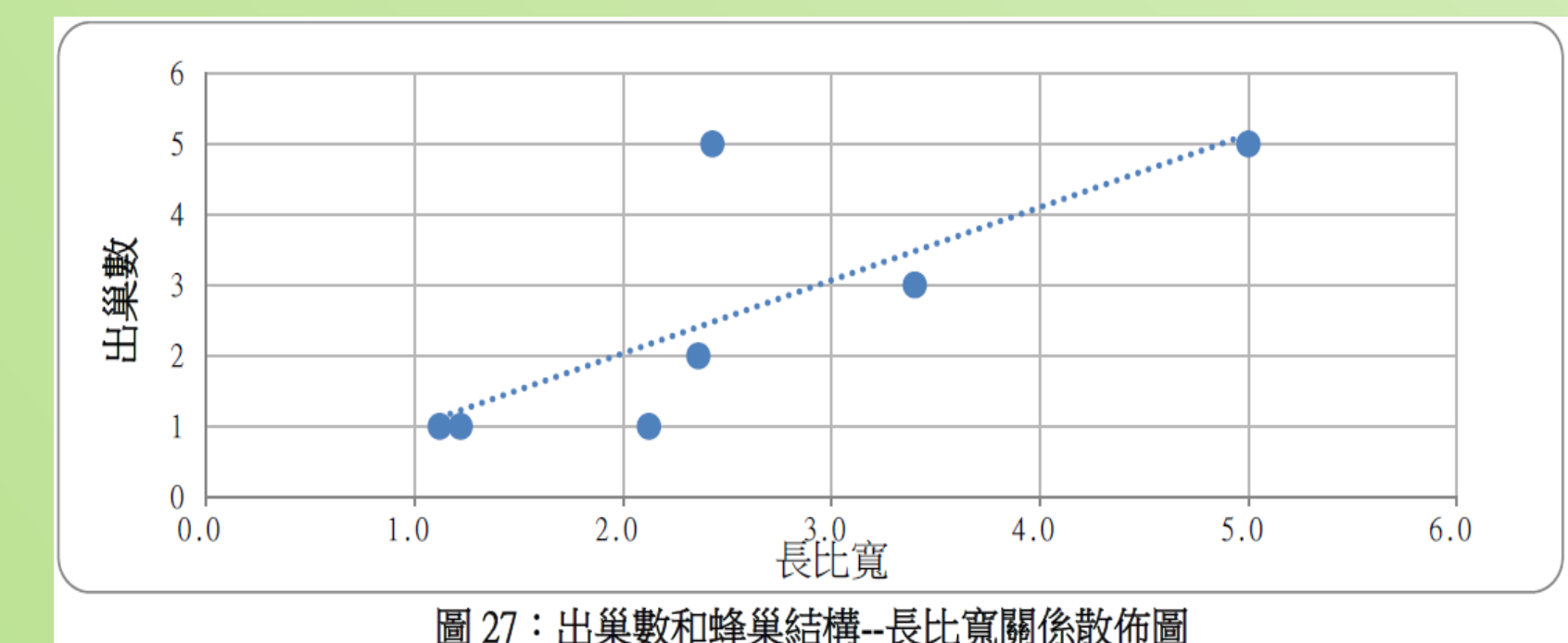


圖 27：出巢數和蜂巢結構--長比寬關係散佈圖

(三)蜂巢結構材料分析

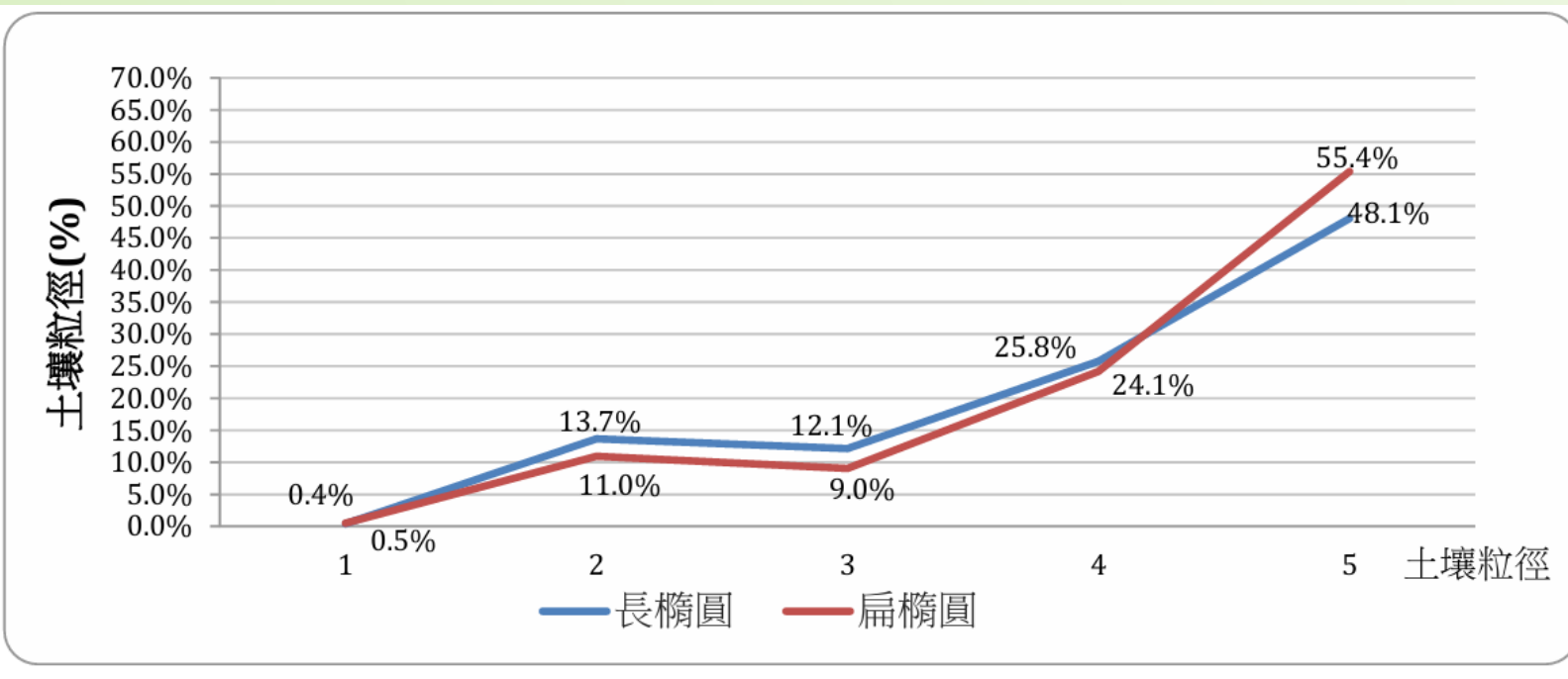


圖 28：蜂巢結構和土壤粒徑關係

註:長橢圓蜂巢 n=12 扁橢圓蜂巢 n=5

(五)泥土成分和出巢率的關係分析

1、築巢時是否會篩選泥土

表 24：環境土壤和蜂巢泥土有機質含量表

蜂巢	A	D	E	I	W	AA	BB	UU	XX	EEE
有機質(%)	1.15	0.78	1.09	1.60	1.34	1.36	0.65	1.59	1.24	1.02
環境樣本	環 1	環 2	環 3	環 4	環 5	環 6	環 7	環 8	環 9	
有機質(%)	2.54	2.18	2.32	3.81	2.77	2.34	4.87	47.17	3.51	

協助土壤分析機構：農業部臺東區農業改良場

2、蜂巢有機質對出巢率的影響

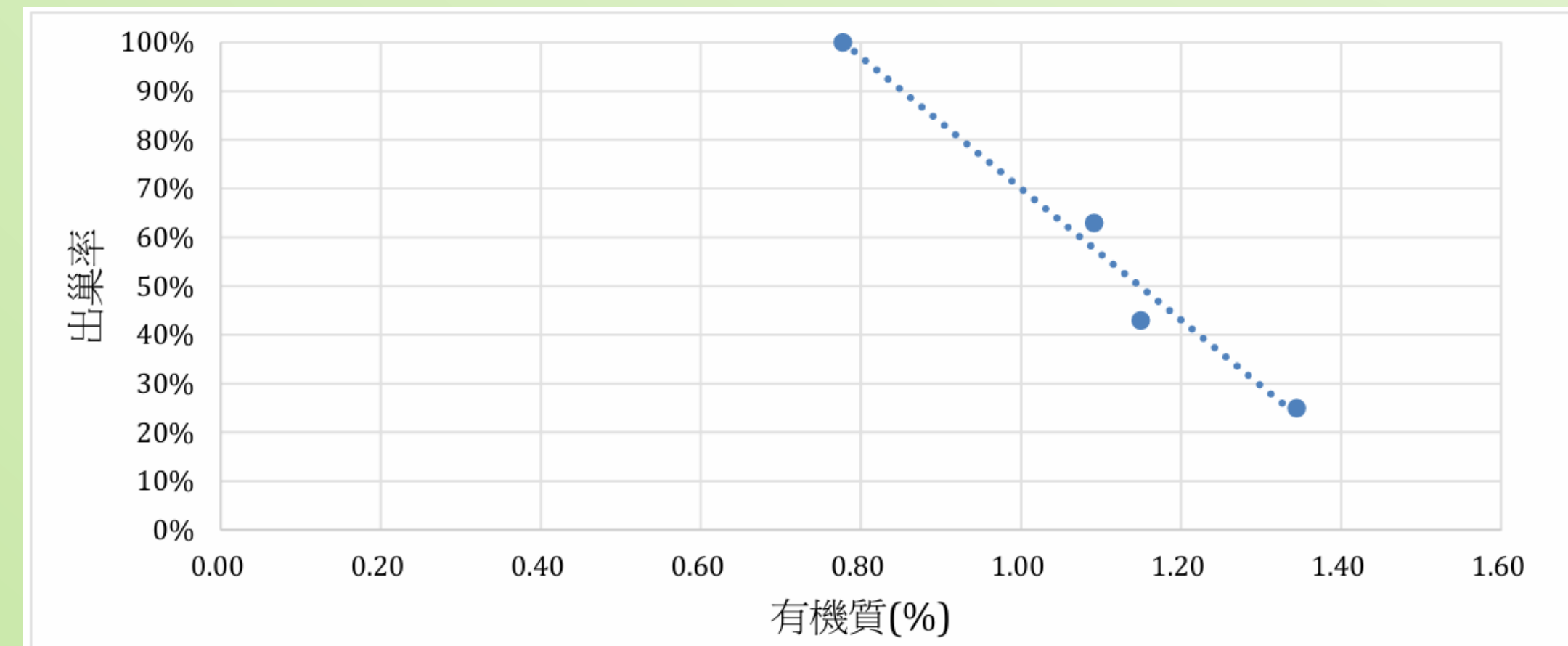


圖 30：蜂巢有機質含量和黃胸錐腹螺贏的出巢率關係散佈圖

(四)蜂巢結構粒徑大小的出巢率

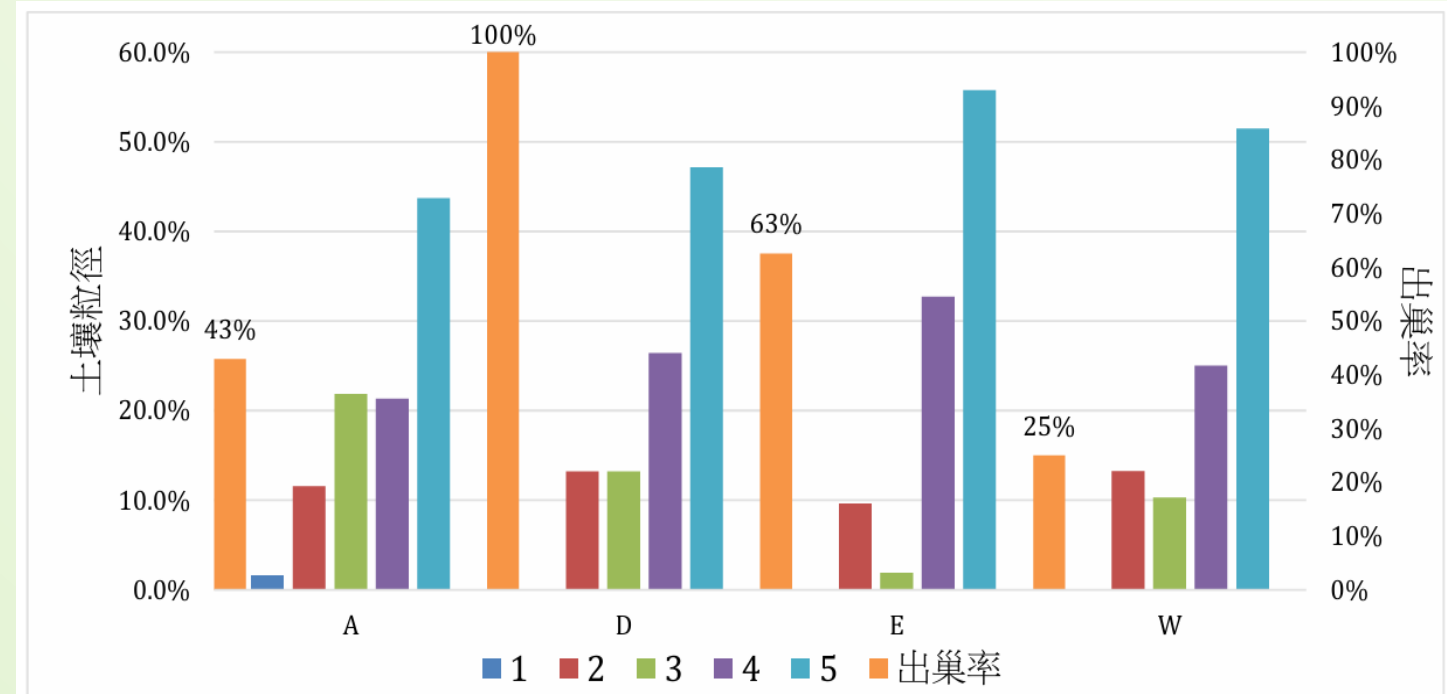


圖 29：蜂巢結構土壤粒徑和出巢率關係圖

討論:

- (一)長橢圓的蜂巢結構出巢率比扁橢圓的蜂巢結構高，且蜂巢結構的長寬比和出巢數相關性高，但是出巢數和蜂巢結構的厚度沒有相關性。
- (二)長橢圓屬於垂直的蜂巢，扁橢圓屬於平行的蜂巢，長橢圓使用較大粒徑的材料會比扁橢圓多。
- (三)長橢圓和扁橢圓的蜂巢所使用的材料各有差異，但使用的材料不會影響出巢率。
- (四)黃胸錐腹螺贏蜂巢中的有機質相較於環境泥土較低，且出巢率和有機質含量比例的相關性高。

柒、結論

一、校園中黃胸錐腹螺贏的築巢位置和分布結論

- (一)黃胸錐腹螺贏築巢位置的選擇條件為緊鄰覓食和孕育後代的環境，雌蟲的築巢方向並沒有特定的方位。
- (二)黃胸錐腹螺贏蜂巢都位於有遮蔽物的建築物，以免泥巢受到雨水侵蝕崩解。

二、黃胸錐腹螺贏行為觀察結論

- (一)黃胸錐腹螺贏從選擇築巢環境位置到蜂巢內的黃胸錐腹螺贏成蟲出巢會有九個過程。



- (二)未出巢成功的雄蜂和雌蜂未出巢的原因不同，雄蜂沒有出巢會影響雌蜂有沒有羽化，雌蜂沒有出巢會影響繁衍下一代，沒有下一代，黃胸錐腹螺贏族群數量就會逐漸減少。
- (三)統計後發現本調查區黃胸錐腹螺贏雌蜂和雄蜂，雌雄比是1.125。

三、黃胸錐腹螺贏的蜂巢類型和蜂巢環境之間的關係結論

- (一)黃胸錐腹螺贏築巢的形狀分成兩種，這兩種形狀的蜂巢數量在不同環境下差異不大。
- (二)大部分的黃胸錐腹螺贏會把蜂巢築在2夾角的洗石子牆面，蜂巢顏色大多為土黃色，且無掩護色。
- (三)在相同明亮程度的環境下，環境的明亮程度不會影響雌黃胸錐腹螺贏築巢外觀有沒有加上掩護色；在不同明亮程度的環境下，環境越亮，蜂巢的掩護色越淺，甚至完全沒有掩護色，反之，蜂巢外觀的掩護色不會受到明亮程度的影響。
- (四)黃胸錐腹螺贏在築巢前會先找一個適合黃胸錐腹螺贏幼蟲生長、築巢的環境。

四、黃胸錐腹螺贏出巢率與蜂巢結構與材料之間的關係結論

粒徑大小和出巢率沒有直接的關係，但築巢材料粒徑和蜂巢結構有關係，而蜂巢結構會影響出巢率，蜂巢結構的長寬比和出巢數的關係是正相關，蜂巢結構的厚度不會影響到出巢數，蜂巢結構中的有機質和出巢率的關係是負相關。

五、我們的發現和文獻比較

比較的項目	文獻資料	我們的發現
築巢位置	黃胸錐腹螺贏築巢會築在轉角角落、屋簷、地板(文獻2)	黃胸錐腹螺贏築巢會築在轉角角落、屋簷、地板，也會在單面牆築巢
蜂巢方位	泥巢大多分佈在一樓附近有花園的地方，通常面向南側(文獻2)	黃胸錐腹螺贏的蜂巢不會朝向特定的方位
築巢、捉蟲時間	黃胸錐腹螺贏築一個巢間約需6小時13分32秒，捉一隻蟲約需57分(文獻4)	築巢和捉蟲的時間取決於蜂巢位置附近有無築巢材料和獵物
捕捉獵物方式	捕捉比自己長的獵物，會將獵物折彎1/3(文獻5)	黃胸錐腹螺贏捉比自己長的獵物時，會將獵物慢慢塞進巢內，不會有折半的行為
修築巢間	黃胸錐腹螺贏修築間不進蜂巢(文獻2)	黃胸錐腹螺贏修築間不進蜂巢，但會探頭進巢
巢間數量	大部分1個巢間或由下而上堆築 2~3 個巢間(文獻2)	蜂巢由下而上堆築約5~8個巢間，但也發現平行的蜂巢，巢間數約2~4個
雌雄數量	雌蜂捕捉獵物的多寡，會影響幼蟲發育為雌蜂或雄蜂(文獻5)	黃胸錐腹螺贏會捉3~5隻蟲給黃胸錐腹螺贏幼蟲吃，但不會影響幼蟲發育為雌蜂或雄蜂

六、推論

根據我們觀察，雌蜂出巢成功出巢間，會有雄蜂協助出巢後由雄蜂帶著雌蜂飛走，因此我們推論巢間沒有出巢成功的雌蜂，會因為沒有雄蜂而失敗，進而死在巢間。雄蜂沒有協助的原因可能是雄蜂遇到天敵死亡和雄蜂在覓食過程中誤食有農藥的植物死亡以至於數量減少。

七、未來展望

黃胸錐腹螺贏捉蟲繁衍下一代，每個巢間平均會捉3-5隻蟲，那些蟲都是危害蔬菜成長的毛毛蟲，因此，我們建議可以利用生物防治法，養殖黃胸錐腹螺贏或保護黃胸錐腹螺贏的生存環境，讓雌蜂的孕育行為可以減少人類農藥的使用，減少農藥的使用也可以讓雌蜂或雄蜂在覓食時減少死亡，讓黃胸錐腹螺贏族群延續，讓黃胸錐腹螺贏種族繁衍和人類生活可以達到雙贏的目的。

捌、參考資料(略)