

中華民國第 52 屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

國中組 生物科

第三名

030313

叛逆生存－研究結實與不結實族群之差異性

學校名稱：新北市立義學國民中學

|                         |                     |
|-------------------------|---------------------|
| 作者：<br>國二 謝長宏<br>國二 曾翌盛 | 指導老師：<br>陳又君<br>徐燕華 |
|-------------------------|---------------------|

關鍵詞：竹仔菜(*Commelinadiffusa*Burm.f.)、資源分配(*Resourceallocation*)、生態區位(*Ecologyniche*)

## 摘要

比較竹仔菜結實與不結實族群型態及生長上的差異，發現前者的花瓣及雌蕊明顯較大、花粉可孕性高，但葉片較小；比較斷枝生長，前者較緩，但已開花結果，後者葉片生長快，顯示在營養與生殖器官已發展不同的資源分配(resource allocation)策略。兩族群在花序變異上，後者的變異較大，推論種內存在遺傳變異度。比較不同環境的生長，發現前者在養分多、不剪頂芽、綠光下生長佳，後者則在有剪頂芽、白光的環境，推論各族群已演化出特有的生存模式，占有特定的生態區位(Ecology niche)。模擬昆蟲的可見波段，發現結實族群的裝飾性雄蕊最明顯，但野外觀察發現兩族群都有昆蟲拜訪，顯示花朵的差異並不影響傳粉，可能因結實族群以自花授粉、不結實族群以無性繁殖為主，而演化出此模式。

## 壹、研究動機

竹仔菜是一種路邊常見的雜草，它的花是一種顯眼的藍色小花，仔細觀察，發現一個很奇怪的現象：有的地方的竹仔菜會結果實，有的卻不會。我們非常好奇它沒有果實又為什麼可以在野外大量繁殖？它是怎麼適應環境的呢？

## 貳、研究目的

- 一、找出竹仔菜不結實族群與結實族群的差異
- 二、比較兩族群的生長能力與適應能力
- 三、觀察兩族群的授粉生態

## 參、研究設備和器材

|    |                          |                |                               |         |                      |                       |
|----|--------------------------|----------------|-------------------------------|---------|----------------------|-----------------------|
| 說明 | 用於種植植物                   |                |                               |         | 支撐植物                 | 計算長度                  |
| 物品 | 有機培養土<br>陽明山土            | 盆栽             | 澆水器                           | 鏟子      | 銅線                   | Image J               |
| 說明 | 形態觀察                     |                |                               |         | 測量重量                 | 授粉者實驗                 |
| 物品 | Dinocapture<br>(JW-4011) | 解剖用具           | Hamlet<br>MB232-1 單眼複<br>式顯微鏡 | Dino 小尺 | 電子秤                  | 玻璃紙(藍<br>色、綠色、<br>紫色) |
| 說明 | 觀察細胞                     |                |                               |         |                      |                       |
| 物品 | 酒精燈                      | 複式顯微<br>鏡      | 醋酸洋紅                          | 纖維素酶    | 解剖用具                 | 濾紙                    |
| 說明 | 固定植物用                    |                |                               |         | 光線實驗                 | 養分實驗                  |
| 物品 | 酒精(70%、<br>95%)          | 秋水仙素<br>(0.1%) | 小塑膠瓶                          | 冰醋酸     | 玻璃紙(紅色、綠<br>色、藍色、透明) | 肥料                    |

## 肆、研究過程和方法

### 一、採集及種植竹仔菜

在生物學上，影響植物不結實的原因有二種，一是環境、二是遺傳。因採集時發現不同地區的竹仔菜有結實及不結實的變異，為避免是環境因素造成，先將兩種族群的植株帶回學校種植，以確定這種變異是穩定的。另外也到各地採集，了解這種變異是偶發性或是普遍存在。

#### (一)觀察族群



### 二、比較竹仔菜各族群的型態特徵

(一)測量葉之長度、花瓣、雄蕊、雌蕊等生殖構造的大小，並比較結實族群與不結實族群在型態上的差異。

(二)用 dino capture (JW-4011)拍照，以 Image J 測量大小。

### 三、以醋酸洋紅檢測花粉細胞的可孕比例

#### (一)醋酸洋紅染色法：

1. 實驗原理：醋酸洋紅染色法的原理是用過氧化氫酶來判斷花粉的活性。因為可孕性花粉當中含有過氧化氫酶，它可以激發柱頭的活性以結實。
2. 實驗方法：
  - (1) 將花粉從花藥上取出並放於載玻片上。滴上醋酸洋紅並用解剖針鈍端搗碎等待 3 分鐘以確保有成功染色。
  - (2) 放置顯微鏡下觀察有無染色花粉。
  - (3) 細胞質染上醋酸洋紅則此花粉細胞可孕（呈現飽滿紫紅色），沒有染上則此花粉細胞為不可孕（呈現透明無色）。
  - (4) 以固定倍率（10 倍）觀察鏡頭範圍內的花粉細胞。
  - (5) 結實族群與不結實族群的各統計 3 朵。
3. 可孕比例計算方法：
$$\frac{\text{染色飽滿花粉}}{\text{花粉總數}}$$

### 四、觀察細胞分裂行為

#### (一) 觀察減數分裂

##### 1. 實驗材料固定與保存：

- (1) 將嫩葉片兩側拉開，取出還存在莖內的花苞，長度約 0.2cm 的花苞最佳。
- (2) 將花苞泡在酒精(99.5%)和冰醋酸(99.5%)混合的溶液中，比例為 3：1。
- (3) 3 個小時後取出以清水漂洗並泡在酒精(70%)中，放入冷凍庫以保存。

##### 2. 實驗方法：

- (1) 將固定完成的竹仔菜花苞中的花藥取出，放置於載玻片上。
- (2) 滴上醋酸洋紅，用解剖針的頓端將花粉擠壓出來並搗碎。
- (3) 以鑷子將其中殘渣夾除，蓋上蓋玻片並於酒精燈來回火烤，為了避免醋酸洋紅沸騰，所以用手指降溫，來回火烤 2 分鐘。
- (4) 降溫後，將玻片放入對折的濾紙中，並隔著濾紙壓置玻片。
- (5) 放置在顯微鏡下觀察，尋找處於分裂階段的染色體，觀察比較是否有異常的染色體。

### 五、比較結實與不結實族群生長情形

實驗主要是比較結實與不結實族群植物生長的情形，種植一定時間後，比較植株的重量，以生物質 (biomass) 評估其生長情形，同時比較吸收養分後，花和枝條所分配的生物質的比例。

#### (一) 有結實與無結實的生長比較

1. 將有結實與不結實的族群，等重枝條插進同一盆土壤種植。
2. 兩個月後，秤量植株重量差並比較。

#### (二) 觀察營養的分配（花和枝條）

1. 將等重的有結實與不結實重在一起後記錄。
2. 兩個月後，秤量植株重量差並比較。

## 六、比較結實與不結實族群在不同環境的生長情形

不結實族群是結實族群的變異型，在自然界中，變異的族群因其缺陷常導致生存問題。我們到各棲地進行觀察後，發現它成功的在自然界中繁衍下去，可能因其存在特別的適應能力。本研究比較兩個族群的棲地，並歸納如下表，推測不同族群在不同光照、水分、養分……等環境可能生長狀況不同。

### (一)棲地比較

| 結實族群       |       | 不結實族群          |          | 環境差別  |
|------------|-------|----------------|----------|---|
| 南雅奇岩       | 桶后林道  | 台大農場           | 蘭陽溪口     |   |
| 濱海環境       | 溪谷旁的山 | 農田埂間，<br>灌溉溝渠  | 濱海環境     | 水分的多寡   |
| 山坡地，半遮陰    |       | 沒有遮蔽物，<br>陽光曝曬 | 開闊地，陽光普照 | 光線環境因素<br>(紅光、藍光、綠光、白光)<br>● 紅光、藍光影響光合作用，因葉綠素與類胡蘿蔔素吸收比例最大。<br>● 綠光是模擬陰暗環境。<br>● 白光模擬在自然環境下的對照組。 |
| 有自然的落葉當做堆肥 |       | 農夫定期施肥         | 鹽分高，土地貧瘠 | 養分的多寡與種類不同  |
| 無人為破壞植物    |       | 農夫定期鋤草         | 海風大      | 頂芽破壞的程度   |

### (二)比較兩族群在不同環境的生長差異

1. 大量培育這兩種族群的斷枝條，每個枝條含兩個節點，選取健康的斷枝，作各種環境變因的實驗
2. 以等大的盆子種植結實族群及不結實族群各兩盆，選取六枝種植在每盆盆栽中，以四種變因處理各族群，種植一段時間後，測量植株重量變化，比較各族群的生長差異，借以了解其適應的環境。

| 因子      | 實驗模擬環境  |
|---------|---|
| 水分供應多寡  | 種在底盆有積水以及底盆無積水環境                              |
| 養分多寡或種類 | 分為有施肥以及無施肥，因為農場裡的農夫約一個星期施灑一次肥料，所以每個禮拜施灑 5 顆肥料 |
| 光線      | 在於盆栽外套上透明、紅色、綠色及藍色的玻璃紙                        |
| 剪頂芽     | 實驗組每個禮拜剪一次頂芽                                  |





測試水分、養分、剪頂芽因素的裝置圖













測試光線因素裝置圖

七、探討傳粉者是否能辨識兩種竹仔菜

(一) Ushimaru etc. (2007) 提到竹仔菜的近親---*Commelina communis* 的花藥空間排列以及顏色小會影響授粉者的行為，想了解昆蟲（授粉者）會不會因為結實族群和不結實族群花的外形不一樣，如花瓣較小，不孕性雄蕊顏色形狀不同，可孕性雄蕊大小及顏色不同，在加上空間上的排列不同，而影響授粉者的行為。

(二) 實驗想要了解昆蟲眼中的竹仔菜，由文獻得知昆蟲的能感受到的波長範圍是 240~650nm（紫外光~黃、橙色），而不能感受到紅光（700nm）。以三種色光來檢驗，1.紅光 2.紫光 3.藍光、綠光、紫光疊合的光。我們在校園中找了花公草、蟛蜞菊來做測試，。在烈日下，將三種色光的玻璃紙罩住相機鏡頭，去模擬昆蟲可見光的範圍。

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
| <p>1. 花公草</p>  <p>對照組</p> |  <p>紫色玻璃紙（一層）</p> |  <p>綠、藍、紫色玻璃紙疊合</p> |  |
|  |  <p>紫色玻璃紙（兩層）</p> |  <p>紅色玻璃紙</p>       |  |
|  | <p>紫色玻璃紙（一層）</p>   | <p>花瓣明顯，但與背景混雜</p>   |  |
|  | <p>紫色玻璃紙（兩層）</p>   | <p>整體模糊不清楚</p>   |  |
| <p>綠、藍、紫色玻璃紙疊合</p>   | <p>蜜線導引與背景對比強烈，能讓昆蟲明顯發現</p>  |  |  |
| <p>紅色玻璃紙</p>   | <p>與人的肉眼所觀察到的相似，花與背景混雜</p>   |  |  |

|  |   |  |
|--|---|--|
| <p>2. 蟛蜞菊</p>  <p>對照組</p> |  <p>紫色玻璃紙（一層）</p> |  <p>綠、藍、紫色玻璃紙疊合</p> |
|  <p>紫色玻璃紙（兩層）</p>        |  <p>紅色玻璃紙</p>    |  |
| <p>紫色玻璃紙（一層）</p>   | <p>花的顏色與背景相似，沒有很明顯</p>  |  |
| <p>紫色玻璃紙（兩層）</p>   | <p>可見到花，但模糊不清楚</p>  |  |
| <p>綠、藍、紫色玻璃紙疊合</p>   | <p>花朵顏色和背景對比強烈，突顯花的位置</p>   |  |
| <p>紅色玻璃紙</p>   | <p>與人的肉眼所觀察到的相似，花與背景混雜</p>  |  |



統整發現，花在藍光、綠光、紫光疊合之下，花與背景都有強烈的對比，配合昆蟲看布見紅光範圍(700nm)所以用這種色光去模擬昆蟲眼中的竹仔菜。

### (三) 野外觀察兩族群的受粉情形

#### 1. 觀察傳粉者

方法一：將兩盆竹仔菜相鄰種植，交雜在一起。

方法二：將兩族群開的花取下來插枝在一起。

|   |  |
|---|--|
|  |  |
| <p>A 為結實族群，B 為不結實族群</p>   | <p>C 為結實族群，D 為不結實族群</p>  |

#### 2. 觀察自花授粉

從花開到花閉，連續觀察雄蕊和雌蕊的位置變化。

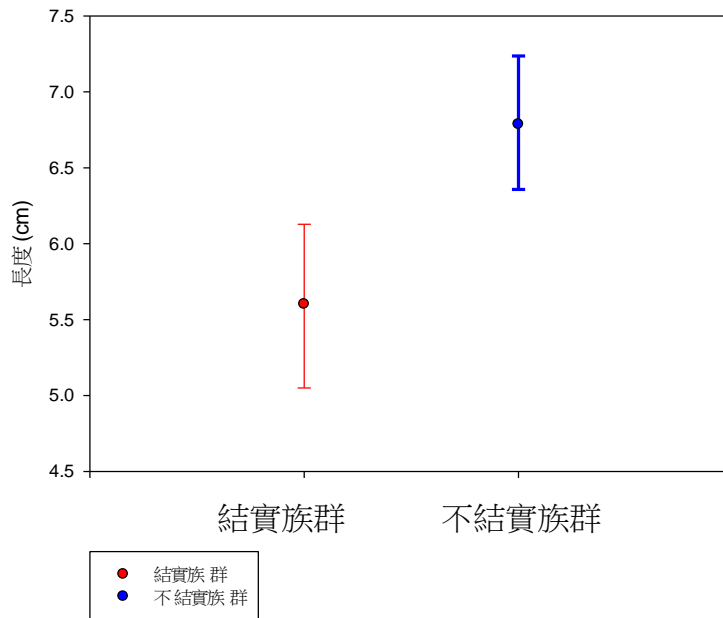


## 伍、研究結果

### 一、型態觀察

#### (一) 葉

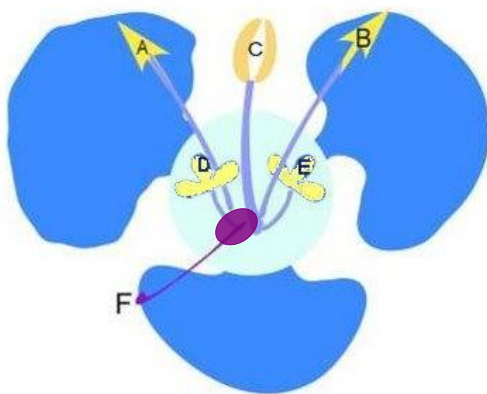
##### 1. 成熟葉片比較



從上圖發現，不結實族群的葉片普遍比結實族群大。

#### (二) 花

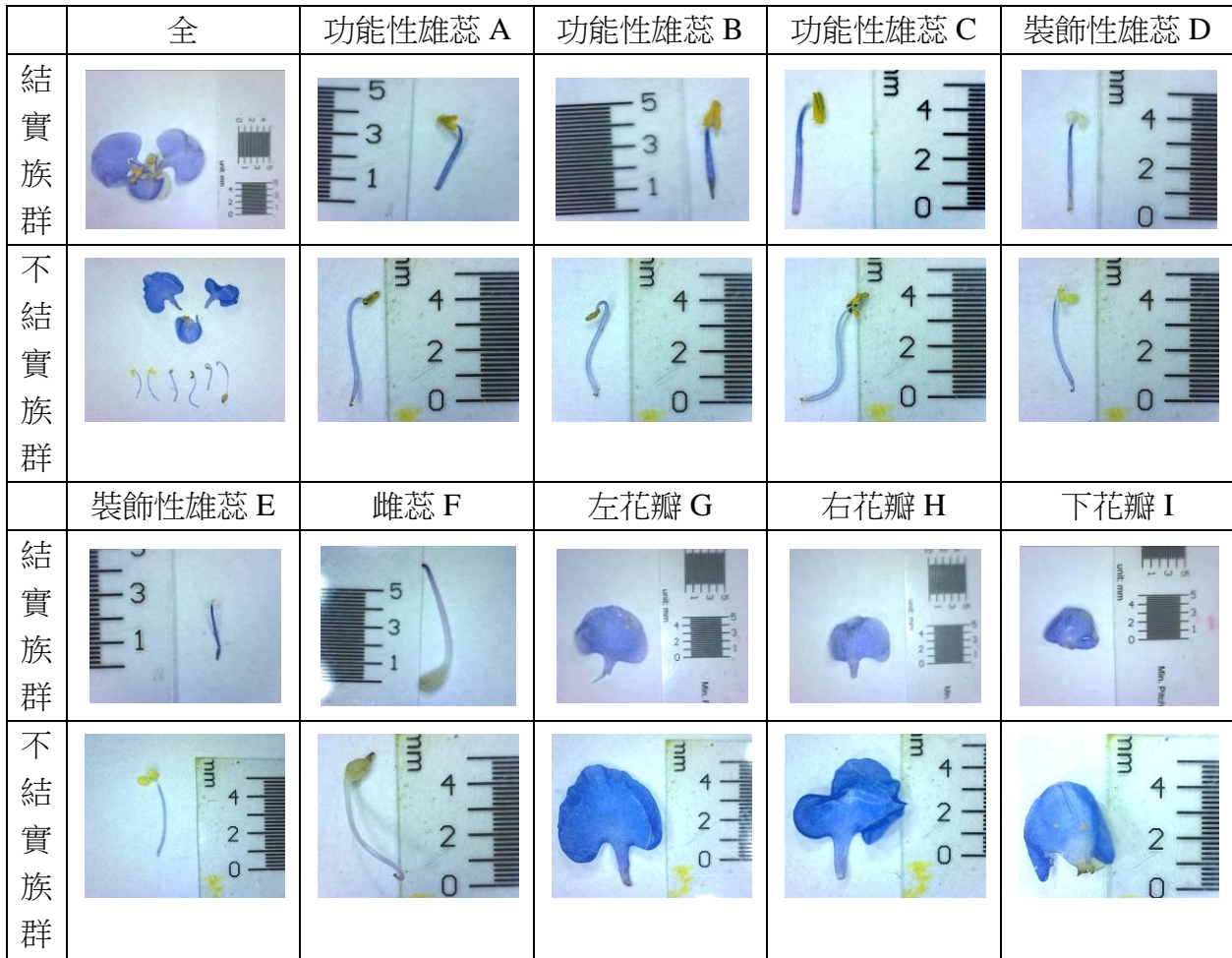
##### 1. 花朵示意圖



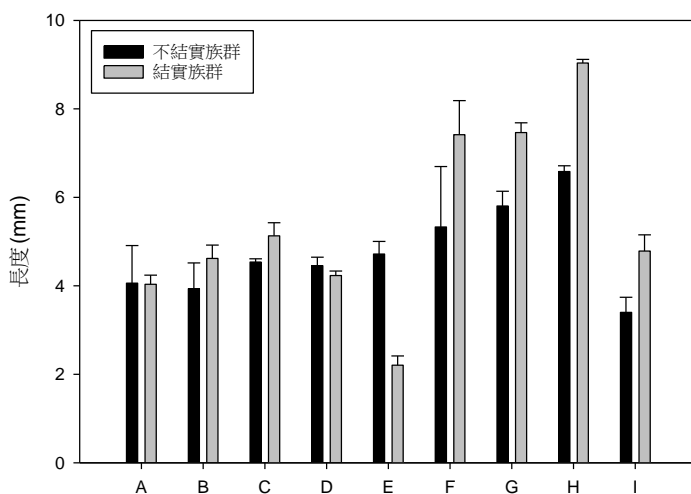
|   |                  |
|---|------------------|
| A | 功能性雄蕊(stamen)    |
| B | 功能性雄蕊(stamen)    |
| C | 功能性雄蕊(stamen)    |
| D | 裝飾性雄蕊(staminode) |
| E | 裝飾性雄蕊(staminode) |
| F | 雌蕊               |
| G | 左花瓣              |
| H | 右花瓣              |
| I | 下花瓣              |



## 2. 花朵構造



## 3. 花朵構造長度比較



|   |                  |
|---|------------------|
| A | 功能性雄蕊(stamen)    |
| B | 功能性雄蕊(stamen)    |
| C | 功能性雄蕊(stamen)    |
| D | 裝飾性雄蕊(staminode) |
| E | 裝飾性雄蕊(staminode) |
| F | 雌蕊               |
| G | 左花瓣              |
| H | 右花瓣              |
| I | 下花瓣              |

比較發現結實族群的花瓣及雌蕊都比不結實族群大，兩者雄蕊顏色也不一樣，不結實族群的顏色偏黃黑色，而結實族群的顏色為鮮黃色，結實族群的不孕性雄蕊小於不結實族群的。

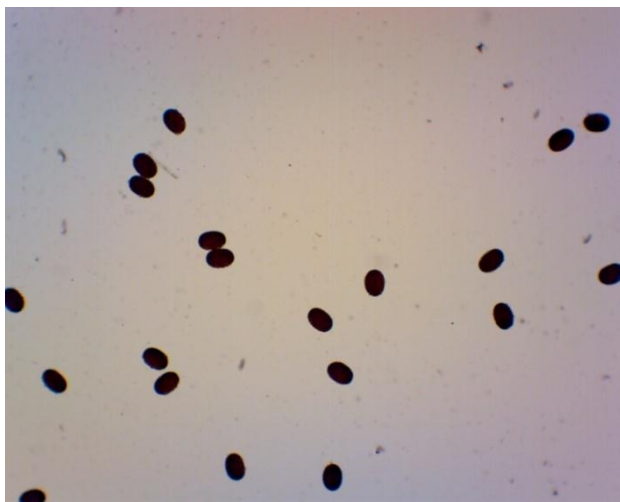
### (三) 兩族群的花序變異



一般的總苞片(上一圖)含有上下兩個單繖花序，上單繖花序約有 1~3 個花苞，而下單繖花序約有 2~5 個不等。在進行兩族群型態實驗的觀察時，發現結實族群含有些許變異(如上二圖)，另外也在不結實族群發現許多變異(如上三、四圖)，這代表竹仔菜這個種內存在著較大的遺傳變異度。

## 二、花粉可孕性

### (一) 花粉型態與可孕性



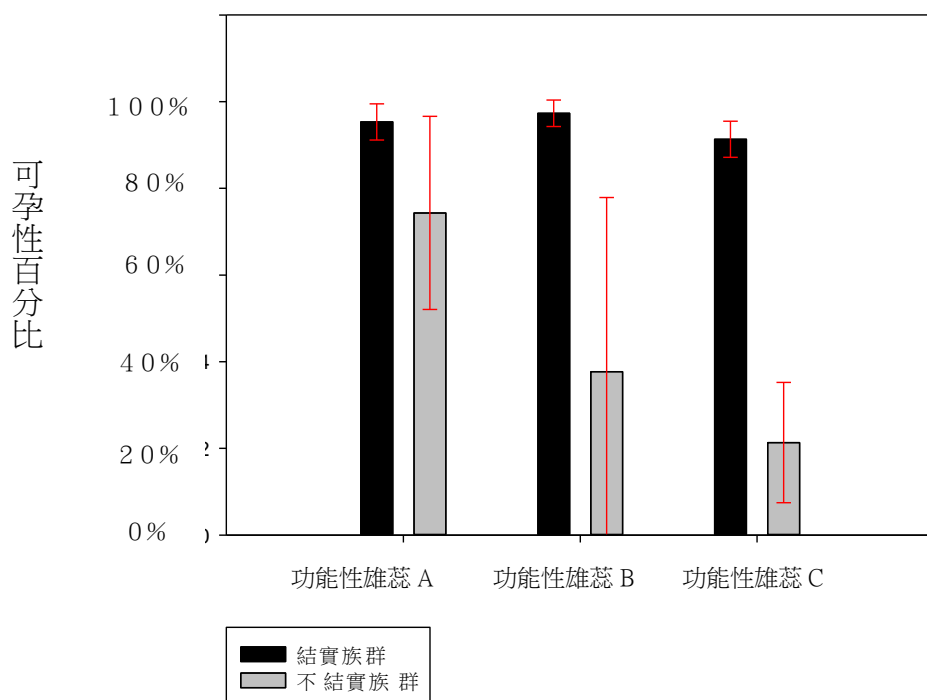
可孕性花粉：顏色飽滿，形狀圓潤



不可孕性花粉：顏色難染上，形狀乾扁

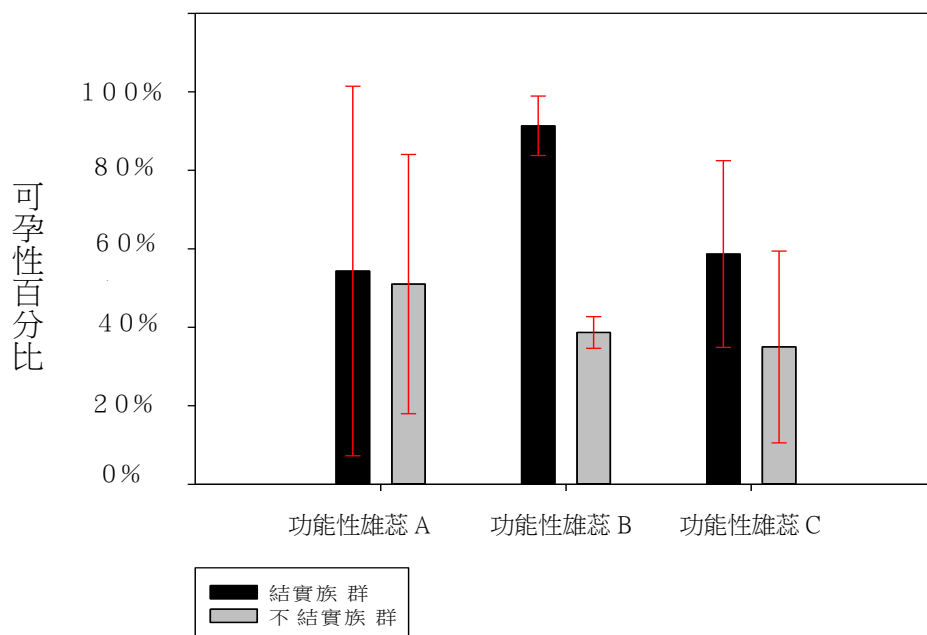
## (二)可孕性比較

### 1. 結實與不結實族群功能性雄蕊之大花粉可孕性比較



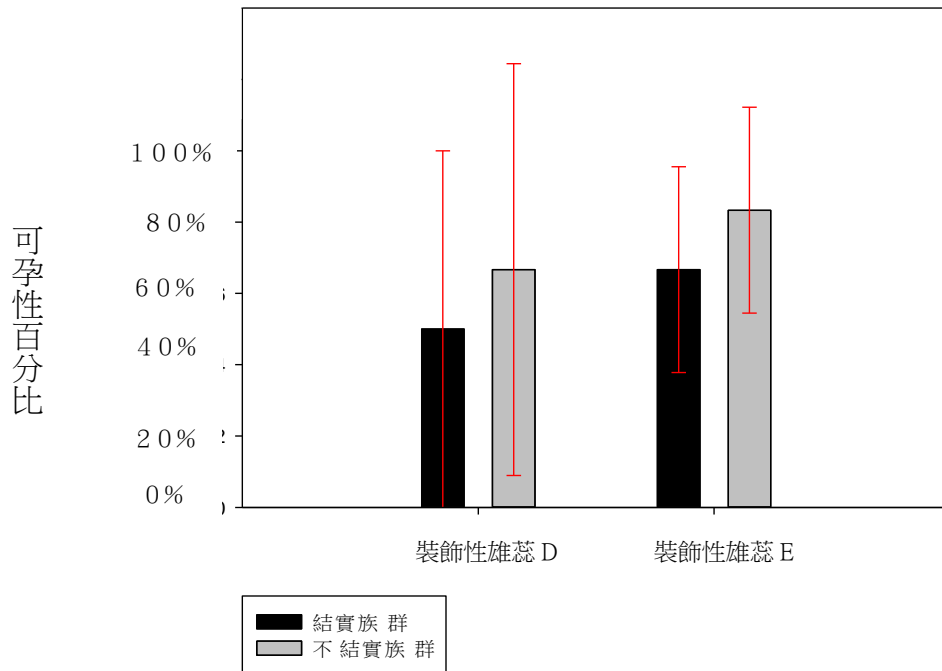
結實族群的大花粉數量約 180 顆，不結實族群約 60 顆，因為不結實族群花粉數很少，又在玻片上分布不均，以致造成標準差大。

### 2. 結實與不結實族群功能性雄蕊之小花粉可孕性比較



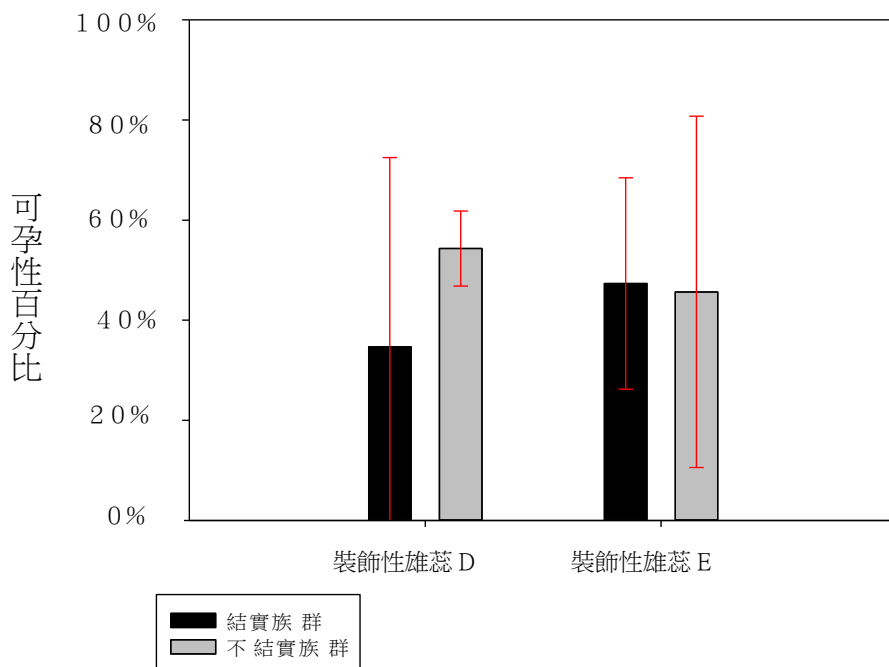
兩族群的小花粉數量都明顯少於大花粉，在加上在玻片上分布不均，因此標準差很大，但值得注意的是結實族群功能性雄蕊 B，卻含有許多可孕的小花粉。

### 3. 結實與不結實族群裝飾性雄蕊大花粉可孕比例比較



兩族群裝飾性雄蕊的大花粉都很少，不結實族群的可孕性略大於結實族群。

### 4. 結實與不結實族群裝飾性雄蕊小花粉可孕比例比較




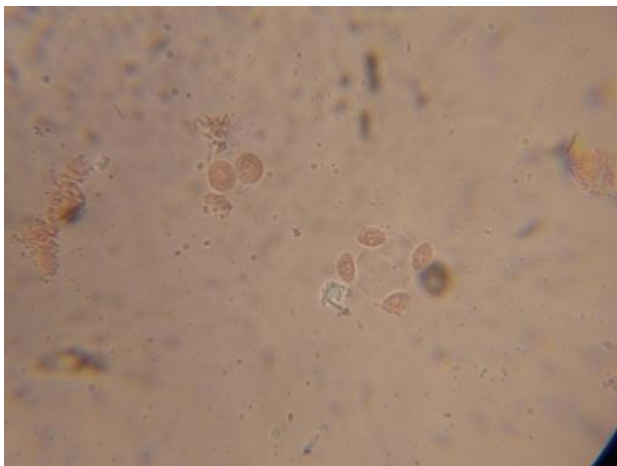
兩族群裝飾性雄蕊的小花粉都很少，可孕性沒有明顯差別，都較低。

統合上面四圖表示，結實族群不論是大花粉或是小花粉的功能性雄蕊其花粉可孕性都要比不結實族群的來的高，但裝飾性雄蕊的花粉可孕性則較低。



### 三、觀察細胞分裂行為

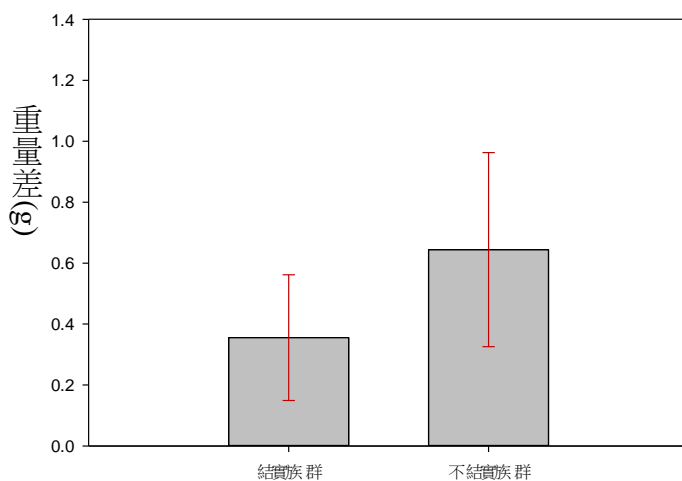
#### (一) 觀察減數分裂

| 結實族群  | 不結實族群  |
|---|--|
|  |  |
| 減數分裂後期分成四個子細胞   | 減數分裂後期分成四個子細胞  |

比較兩者減數分裂後期，並無不同。

### 四、比較兩族群在同一環境的生長差異

#### (一) 結實與不結實族群實驗前後生物質比較

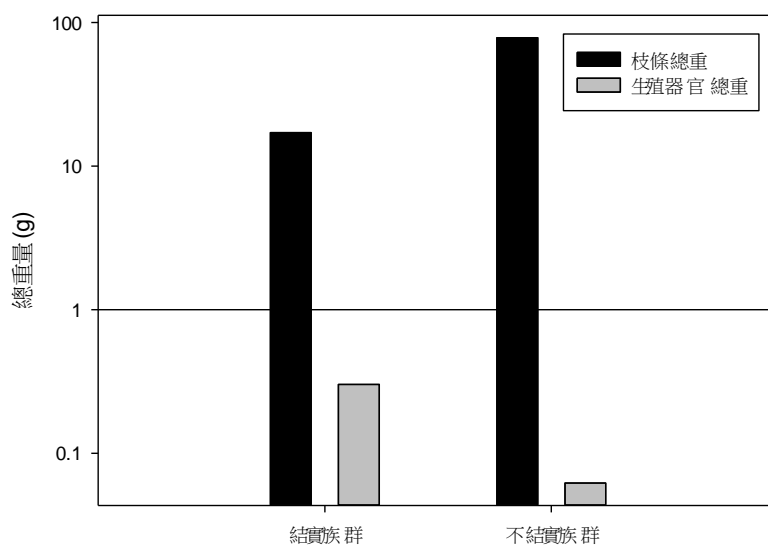


由上圖發現，在同一時間限制內，不結實族群增加生物質較結實族群高。



不結實族群(左)的葉片茂盛，沒有開花現象；結實族群(右)的葉片稀疏，但有開花結果現象。

(二) 比較兩族群在生殖器官和營養器官資源分配的情形

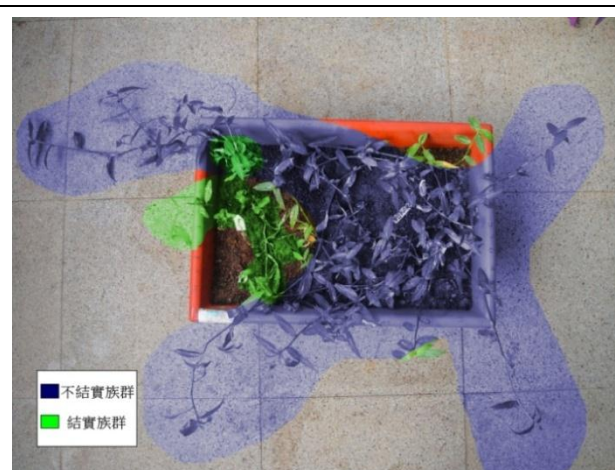


| 族群              | 結實族群   | 不結實族群  |
|-----------------|--------|--------|
| 生殖構造所佔的生物質(兩個月) | 2.68%  | 0%     |
| 生殖構造所佔的生物質(四個月) | 1.836% | 0.018% |

在二個月內的生長中，結實族群將部份資源分配在生殖器官的發育，不結實族群則完全用於營養器官的發育。在四個月內，結實族群減少將養分放在發展營養器官，而不結實族群正好相反，其逐漸開始有開花的跡象。由此可見，兩族群資源分配(Resource allocation)的對策不一樣。



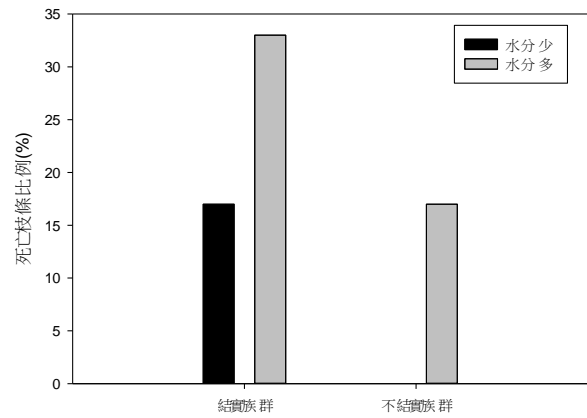
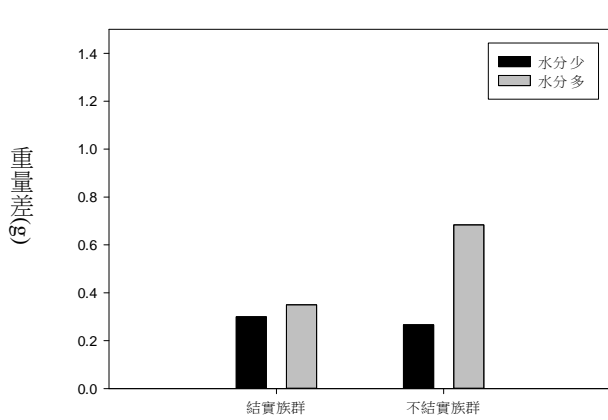
種植約一個星期的情形



種植四個月後的情形

## 五、比較不同環境生長差異

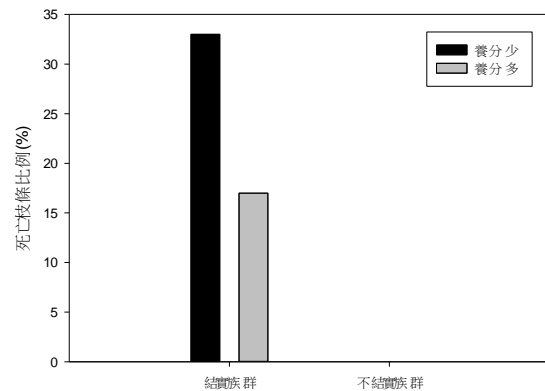
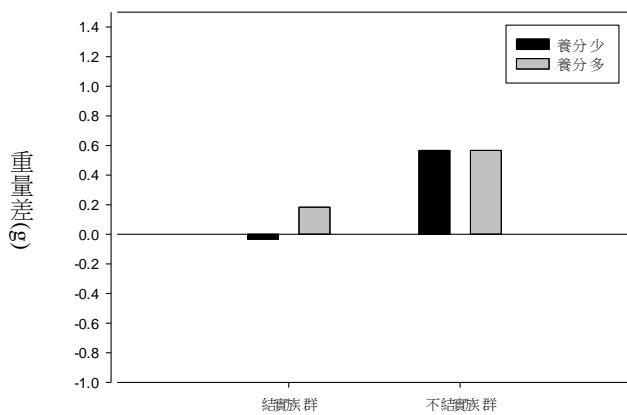
### (一) 兩族群在水分條件不同情況下生長所獲得的生物質 (biomass)



結實族群和不結實族群都在水分多的環境獲得的生物質較多的生物質。

顯示結實族群和不結實族群在水分多的環境存活率較高。

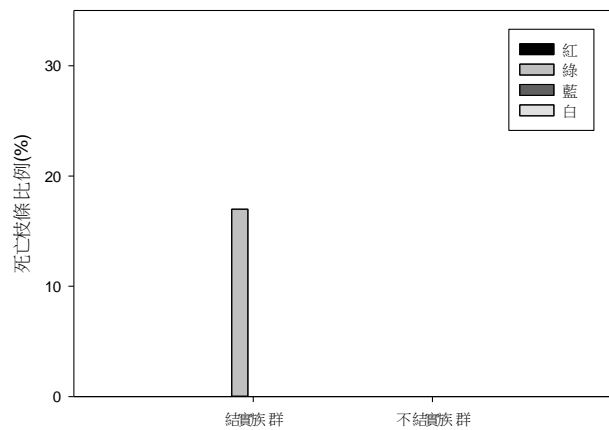
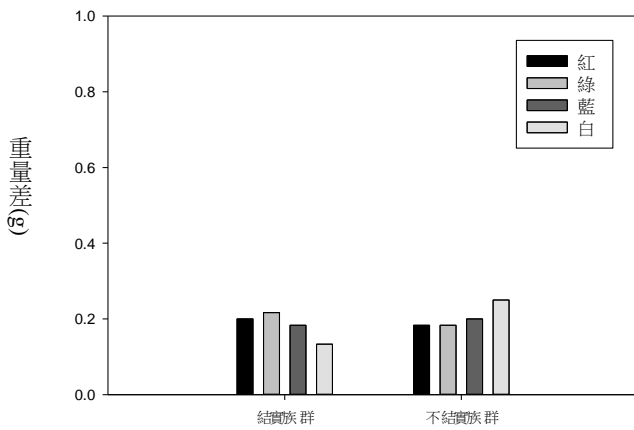
### (二) 兩族群在養分條件不同情況下生長所獲得的生物質 (biomass)



結實族群在養分多的環境得到的生物質較多，但不結實族群則影響不大。

顯示結實族群在養分多的環境存活率較高，不結實族群的影響不大。

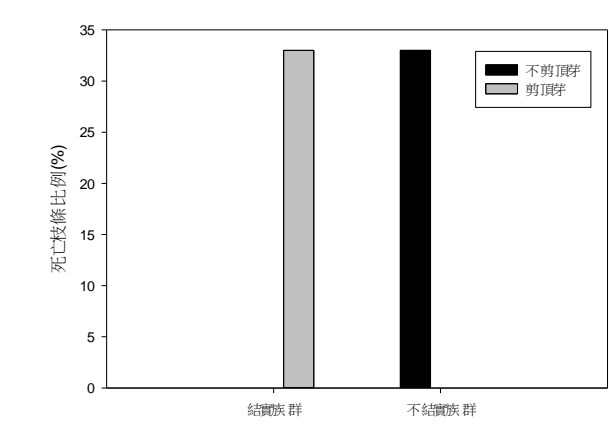
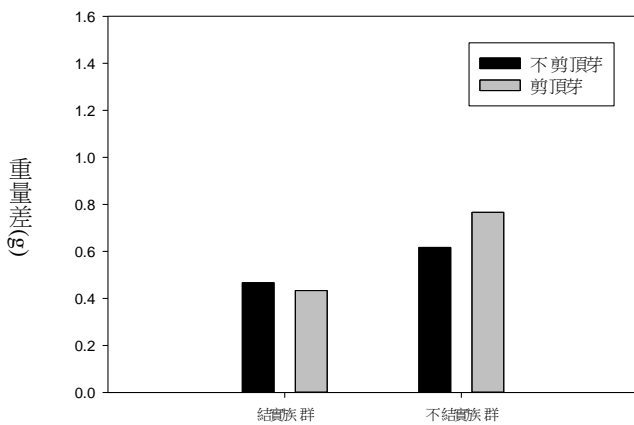
(三) 兩族群在光線條件不同情況下生長所獲得的生物質 (biomass)



結實族群在綠光的環境下得到較多的生物質，而不結實族群則是在白光的環境。

兩族群在紅光、藍光、白光的環境存活率高，唯結實族群在綠光的環境存活率較低

(四) 兩族群在頂芽是否破壞不同情況下生長所獲得的生物質 (biomass)



結實族群在不剪頂芽的環境得到較多的生物質，不結實族群有剪頂芽的環境得到較多的生物質

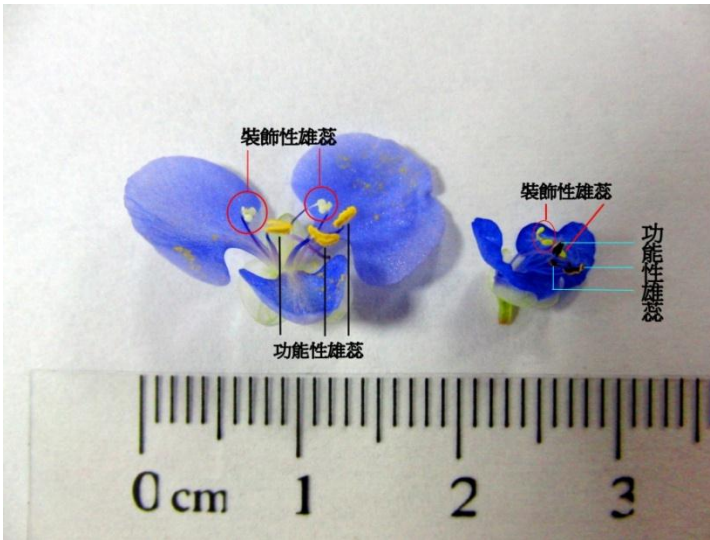
結實族群在不剪頂芽的環境存活率較高，不結實族群在有剪頂芽的環境下存活率較高

(五) 比較不同環境生長總整理

| 族群 \ 環境因素 | 水分  | 養分       | 光線 | 剪頂芽  |
|-----------|-----|----------|----|------|
| 結實族群      | 水分多 | 養分多      | 綠光 | 不剪頂芽 |
| 不結實族群     | 水分多 | 養分多寡影響不大 | 白光 | 有剪頂芽 |



六、觀察兩族群的授粉生態  
 (一)比較外觀型態的差別  
 1. 以肉眼觀察



結實族群—  
 功能性雄蕊的花藥為黃色、  
 裝飾性雄蕊的花藥為白色。

不結實族群—  
 功能性雄蕊的花藥為黃黑色、  
 裝飾性雄蕊的花藥為黃色。

2. 透過綠、藍、紫疊合之玻璃紙拍攝花朵，模擬昆蟲看到的狀態。

|       |  |  |
|-------|--|--|
| 結實族群  |  |  |
| 不結實族群 |  |  |

由上圖發現結實群白色的裝飾性雄蕊最明顯，其次是結實族群黃色的功能性雄蕊和不結實族群黃色的裝飾性雄蕊，而不結實族群黃黑色的功能性雄蕊最不清楚。

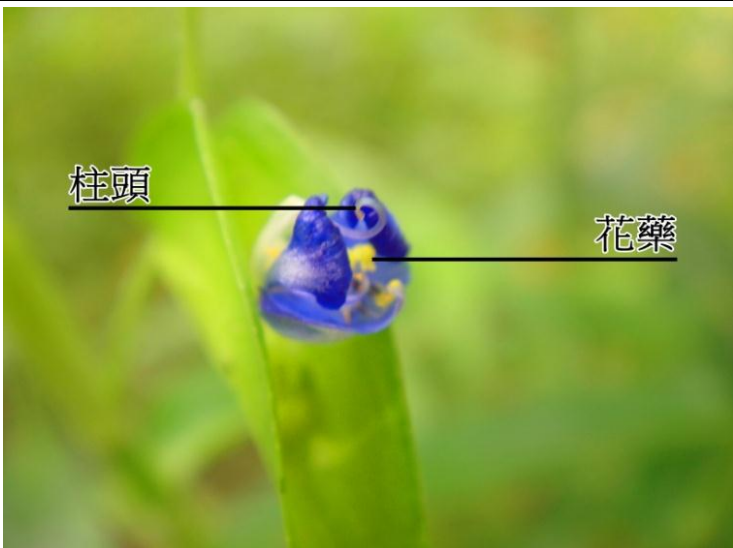
(二)野外觀察兩族群的受粉情形

1. 觀察傳粉者

| 結實族群  | 不結實族群  |           |
|---|--|-----------|
|                    |                  |           |
| <p>拜訪昆蟲：</p>  |  |           |
| <p>細頸金花蟲（左圖）</p>  | <p>螢金花蟲（右圖）</p>  | <p>蒼蠅</p> |

2. 觀察自花授粉

|             |  |   |
|-------------|--|---|
| <p>結實族群</p> |  | <p>在花閉時，結實族群的花朵會進行自花授粉，其柱頭（紅圈處）和花藥會漸漸碰觸在一起，即完成自花授粉。</p> |
|-------------|--|---|

|       |   |                                   |
|-------|---|-----------------------------------|
| 不結實族群 |  | 不結實族群在花閉時，柱頭和花藥不會碰觸在一起，即不會進行自花授粉。 |
|-------|---|-----------------------------------|

## 陸、討論

### 一、型態上的差異

比較野外兩族群的形態，發現結實族群的花朵較大，不結實族群的葉片較大。而植物花部構造最主要的功用在於吸引傳粉者及傳宗接代，葉片則是行光合作用，使植物長大。結果顯示兩族群在營養器官及生殖器官的生長上不同。

將兩族群帶回學校栽種於相同環境，再比較斷枝生長的情形，也發現結實族群會較不結實族群先長出生殖構造，但不結實族群則致力於營養器官的發育。故推測結實族群與不結實族群有不同的資源分配 (resource allocation) 策略。

### 二、族群變異度

觀察發現兩族群花序都有變異，不結實族群的變異程度大於結實族群，花序內的花朵數增加許多，且常在一些花苞沒有開花前，整個苞片就枯萎了。由變異普遍存在兩個族群，推測竹仔菜這種植物種內應該存在蠻大的遺傳變異度，也就是它是一個不穩定的種，如果變異出適應環境生存的族群，漸漸地又和原本的族群產生隔離，而本身又可以順利的繁殖下去，極有可能演化出一個新種。

### 三、花粉可孕性比較

竹仔菜有兩種雄蕊：功能性雄蕊 (Stamen) 和裝飾性雄蕊 (Staminode)，雄蕊內含大小兩種花粉，研究發現結實族群的功能性雄蕊的花粉可孕性明顯比不結實族群高，而不結實族群剛好相反，是裝飾性雄蕊的花粉可孕性較高。但因功能性雄蕊的花粉量明顯大於裝置性雄蕊的，因此整體而言，結實族群的花粉可孕比例高於不結實族群的。推測這也是導致不結實的原因。

#### 四、比較兩族群減數分裂的行為

比較兩族群減數分裂後期，發現都平均的四個子細胞，並沒有發現差異，但是不結實族群的花粉卻顯然發育不良且可孕性低，推測造成不結實的原因應該是在染色體的缺失或基因的調控...等。

#### 五、生長能力比較

本研究以生物質 (Biomass) 比較生長能力，生長能力佳的會行光合作用，將養分存在植物體內，使植株重量增加。研究發現不結實族群是以斷枝進行大量的無性繁殖，迅速增加生物質的速率，結實族群分配許多能量在花部生長，對整體生物質的貢獻較低。因此就占領棲地的能力來說，不結實族群較強。

#### 六、生態區位的選擇

將兩族群的斷枝分別種於不同環境因素下，研究發現不結實族群在水分較多、有剪頂芽、白光環境下生長較佳；而結實族群則在水分較多、養分多、不剪頂芽及綠光的環境生長較佳。比較實際的棲地，發現兩族群都在水分多的環境生長較佳，而生活在農地及海邊的不結實族群，是開闊地所以光較強，且常有農夫鋤草或強風吹襲，因此在本實驗中，以剪頂芽模擬被干擾的情況、以白光模擬開闊地，都顯現出較佳的生長狀況。而結實族群在森林下，半遮蔭，常有枯枝落葉為養分，較少人為干擾。在本實驗中，以綠光模擬半遮蔭環境、定時給予養分，也發現其生長較佳。因此推測，它們之所以都可以在野外生存，因為他們已演化出特有的生存模式，在野外已佔有各自的生態區位(Ecology niche)，各自發展，互不侵略。

#### 七、觀察兩族群的授粉生態

實驗透過綠、藍、紫疊合之玻璃紙，來模擬昆蟲眼中的竹仔菜，發現結實族群白色的裝飾性雄蕊最明顯，其次是結實族群黃色的功能性雄蕊和不結實族群黃色的裝飾性雄蕊，而不結實族群黃黑色的功能性雄蕊最不清楚。

實驗將兩族群鄰近種植，使兩族群交雜在一起，或將兩種花近距離擺放，觀察昆蟲是否偏愛哪一族群，發現常有螞蟻及椿象出沒，但並沒有拜訪花朵，而金花蟲和蒼蠅會停留在花朵內，離去時身體會沾有花粉，當昆蟲拜訪下一朵時，就有機會完成授粉。但兩族群都有昆蟲拜訪，顯示花朵的差異並不會影響傳粉。此外，也可證實不結實的現象不是因為缺少傳粉者造成的。

觀察開花全程又發現結實族群在花開末期，雌蕊的柱頭會碰觸到雄蕊的花藥，即使沒有傳粉者也會結果，而且結實率很高，推斷其以自花授粉為主，一般認為，自花授粉是保留植物現在最適應環境生存的特徵之生殖方式，而不結實族群是以斷枝進行無性繁殖，快速占領地盤，這兩種生殖方式都不依靠昆蟲，推測因此對此兩族群花朵的發育就不是重點，以致即使花的大小及顏色有所差距，但對昆蟲卻無差別。



## 八、竹仔菜的演化與適應

不結實的族群應該是結實族群的變異，然因為極強的生命力及適應力，即使沒有果實也可以用斷枝到處傳播並占領棲地。

## 柒、結論

- 一、結實與不結實族群在型態上存在明顯差異，比較生殖與營養器官的生長，推測兩者存在各自的資源分配策略（resource allocation）。
- 二、兩族群的花序都出現變異，不結實族群的變異較大，顯示種內存在遺傳變異度。
- 三、不結實的原因在於花粉發育不全。
- 四、兩族群在野外的棲地不盡相同，在實驗室模擬各種條件，實驗結果與棲地條件吻合，因此推測兩者已演化出不同的適應力，以佔有各自的生態區位（Ecology niche）。
- 五、模擬昆蟲視覺，發現結實族群的裝飾性雄蕊最明顯，但實際觀察昆蟲來訪情形，發現兩者皆有昆蟲傳粉，表示花朵形態的差異並不影響昆蟲。
- 六、結實族群以自花授粉，保留目前最佳的遺傳特徵。不結實族群以枝條迅速進行無性繁殖，推測因其生命力極強，即使不結實，族群仍能遍布各地。

## 捌、參考文獻

- 一、于海源，無日期，LED 植物生长灯的各种波长对植物的影响，取自：  
<http://www.ledvy.com/news/1841.html>
- 二、左丹丹，明軍，劉春，王麗娜（2007）。植物花粉生活力檢測技術進展。安徽農業科學（2007年16期）
- 三、陳敬富，昆蟲影像紀錄—六足王國，取自：[freebsd.tspes.ntpc.edu.tw/~afu/](http://freebsd.tspes.ntpc.edu.tw/~afu/)
- 四、國科會化學中心，無日期，Biomass，取自：[gc.chem.sinica.edu.tw/biomass.html](http://gc.chem.sinica.edu.tw/biomass.html)
- 五、Adriana D. Briscoe and Lars Chittka, 2001, The Evolution Of Color Vision In Insects, *Annu. Rev. Entomol.* 46:471-510
- 六、Atushi Ushimaru, Takeshi Watanabe, and Kensuke Nakata. 2007. Colored Floral Organs Influence Pollinator Behavior And Pollen Transfer In *Commelina Communis*. *American Journal of Botany* 94(2): 249-258.
- 七、D.G. Stavenga, 2002, Colour In The Eyes Of Insects, *J Comp Physiol*, 188:337-348
- 八、Veenu Kaul, Namrata Sharma, and A. K. Koul (2002). Reproductive effort and sex allocation strategy in *Commelina benghalensis* L., a common monsoon weed. *Botanical Journal of the Linnean Society* (403-413)

## 【評語】 030313

1. 作品說明書內容，圖表完整，詳實。
2. 現場展示看板清楚，且說明有條理，應答佳。
3. 研究之動機及材料選擇具科學研究性。
4. 兩族群為同種或不同種，可進一步以自交、互相雜交，進行 F1 之觀察，加以證明，或未來以分子生物技術 DNA 層次加以確認。