

中華民國第 58 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國中組 生物科

030320

「塵室」獵人-植物滯塵量的研究

學校名稱：新北市立鷺江國民中學

作者： 國一 何敏暄 國一 呂笛璇 國一 陳芃瑄	指導老師： 黃瑞華
---	------------------

關鍵詞：空氣懸浮粒子、淨化空氣植物、植物滯塵量

摘要

為了研究植物葉片能吸附塵埃的能力，我們觀察校園常見盆栽，利用拍照及電腦分析植物有效截塵面積，並觀察氣孔和葉面特性，嘗試分析落塵停著和再次吹風後真正附著落塵的能力，並尋找增加滯塵量的方法。因此設計揚塵落塵實驗箱，研究 17 種植物葉片之滯塵效率。發現植物的確會降低空氣中的粉塵量。植物的滯塵量必須綜合考量面積、表面特質(如毛、波浪狀)或枝條凹陷處等。總葉面積、單葉面積大與停著滯塵量與有正相關。有效截塵面積較大者停著及附著滯塵量較高。附著滯塵量高者為是單葉小的植物。氣孔密度和附著滯塵量有正相關。潮溼葉片能增加滯塵量。單位面積滯塵效果佳者為仙人掌、羅漢松、四季秋海棠、迷迭香、西洋文竹、檸檬香蜂草、芙蓉。

壹、研究動機

近年來，空氣污染的情況愈來愈嚴重，學校新增了空氣盒子和空污旗，來監測空氣品質，並提醒我們改變生活的習慣。但我們有甚麼積極方法來改善空氣品質呢？我們每天待在教室的時間很長，在關心空氣污染之餘，室內的空氣品質更是不容忽視。根據環保署出版《淨化室內空氣之植物》資料顯示，除了加強通風、使用空氣清淨機之外，栽種室內植物是最自然又兼具美化功能的選擇。

我們在植物細胞觀察的實驗中，觀察了葉的表皮細胞。發現有的植物有明顯且數量很多的氣孔，有的葉片有細絨毛，而部分植物摸起來黏黏的，因此我們好奇是否有部分種類植物能有較好的淨化空氣能力。所以這次想要鎖定校園花台盆栽中容易搬進室內的種類，研究不同植物葉片能吸附塵埃的能力。希望能設計更好的植物窗台裝置，

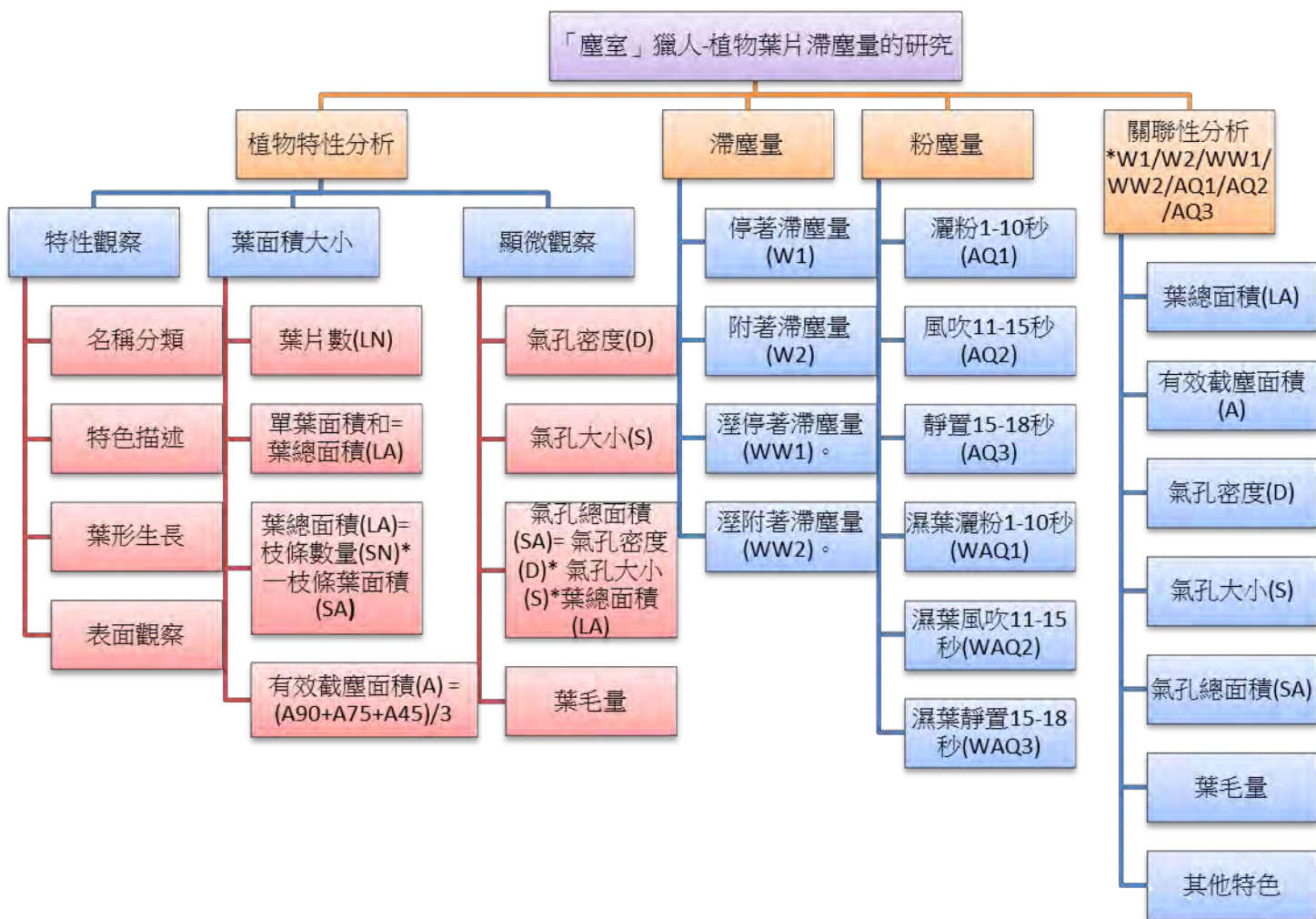
使大家變得更健康，讓心情和健康都變更好。

貳、研究目的

- 一、了解較大的葉面積是否滯塵量較高。
- 二、比較葉片生長較開闊，有效植物面積較大者是否滯塵量較高。
- 三、確認氣孔較多或較大的植物是否滯塵量較高。
- 四、研究有毛、波浪狀的葉片是否能提高滯塵量。

五、風吹後是否灰塵就會再飄散，分析真正附著粉塵量高的植物有甚麼特色。

六、溼葉片是否能增加滯塵量。



參、研究設備及器材

一、實驗植物(17種)：



	1 裸子植物 2 雙子葉被子植物			
1-1 羅漢松 <i>Podocarpus macrophyllus</i>		2-1 四季秋海棠 <i>Begonia semperflorens-cultorum</i>	2-2 非洲鳳仙花 <i>Impatiens walleriana</i>	2-3 檸檬香蜂草 <i>Melissa officinalis</i>

			3 單子葉被子植物	
2-4 仙人掌 <i>Echinopsis tubiflora</i>	2-5 長壽花 <i>Kalanchoe blossfeldiana</i>	2-6 芙蓉 <i>Crossostephium chinense</i>		3-1 西洋文竹 <i>Asparagus setaceus</i>
				
3-2 虎尾蘭 <i>Sansevieria trifasciata</i>	3-3 袖珍椰子 <i>Chamaedorea elegans</i>	3-4 蘆薈 <i>Aloe vera</i>	3-5 金針 <i>Hemerocallis citrina</i>	3-6 迷迭香 <i>Rosmarinus officinalis</i>
		4 蕨類		
3-7 黃金葛 <i>Epipremnum aureum</i>	3-8 孔雀竹芋 <i>Calathea makoyana</i>		4-1 山蘇花 <i>Asplenium antiquum</i>	4-2 卷柏 <i>Selaginella labordei</i>

圖一 17 種觀察植物

二、觀察與實驗器材：

- (一)相機、複式顯微鏡、解剖顯微鏡、Dino-EyeAM4023(R4)電子目鏡、電腦(imageJ、DinoCapture2.0 軟體測量葉面積、氣孔和毛大小)、葉面積測量器(兩個透明培養皿、尺)、整株葉型攝影棚(三個白色板子、尺)。




		
葉面積測量器：兩個透明培養皿，其中一個貼上尺標	可以把葉片夾住再用電腦分析面積	整株葉型攝影棚：用三個白色板子、並在各面上都貼上尺標

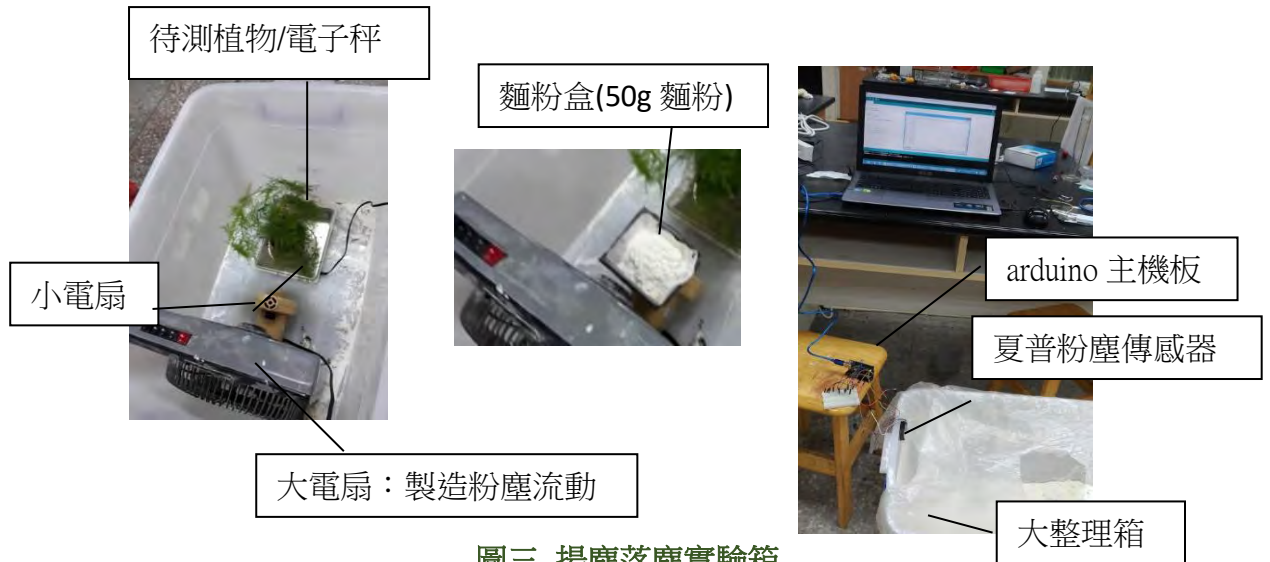
圖二 葉面積測量攝影器

(二)製作葉片表皮印模標本：指甲油、膠帶、玻片。

(三)揚塵落塵實驗箱：大整理箱、大小電風扇、麵粉、麵粉箱、篩網、電子秤、塑膠布、粉塵傳感器：電腦、arduino 主機板、杜邦線、夏普粉塵傳感器灰塵感測器

(sharp_dust_gp2y1010au-master)。

		
篩網(將麵粉過篩)	電子秤	塑膠布(蓋住土壤及盆子)



圖三 揚塵落塵實驗箱

肆、研究過程或方法

一、植物特性分析：

(一)植物選取與栽排、觀察記錄

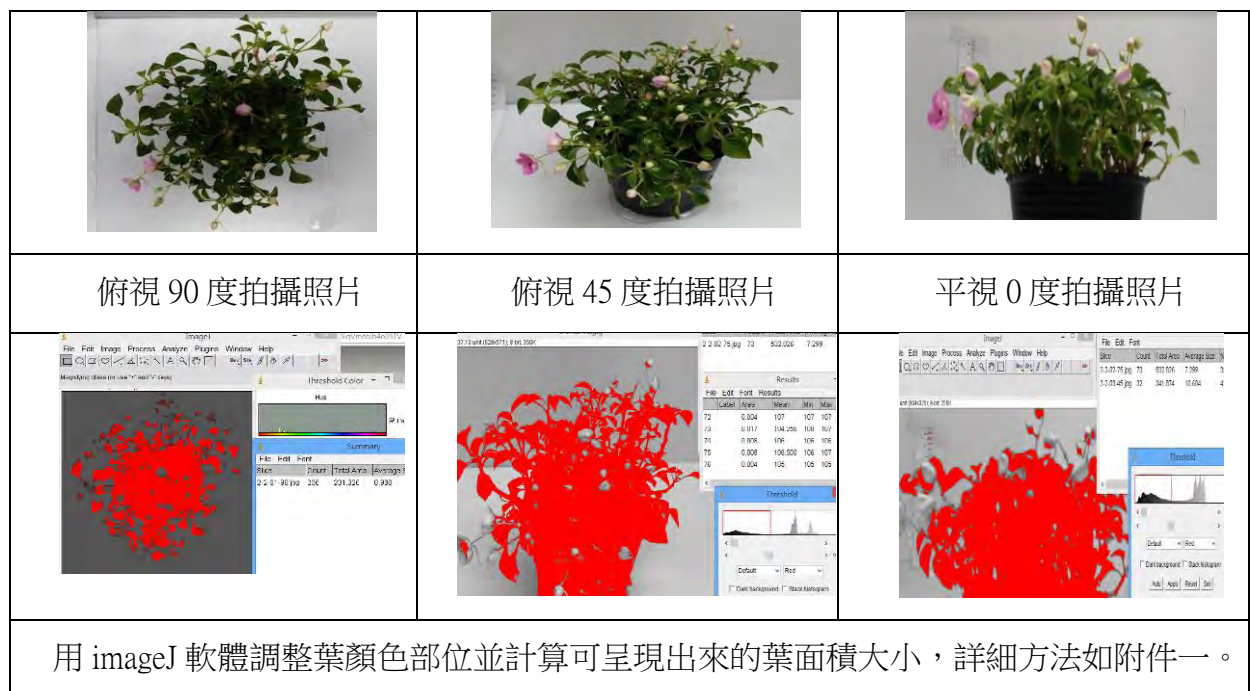
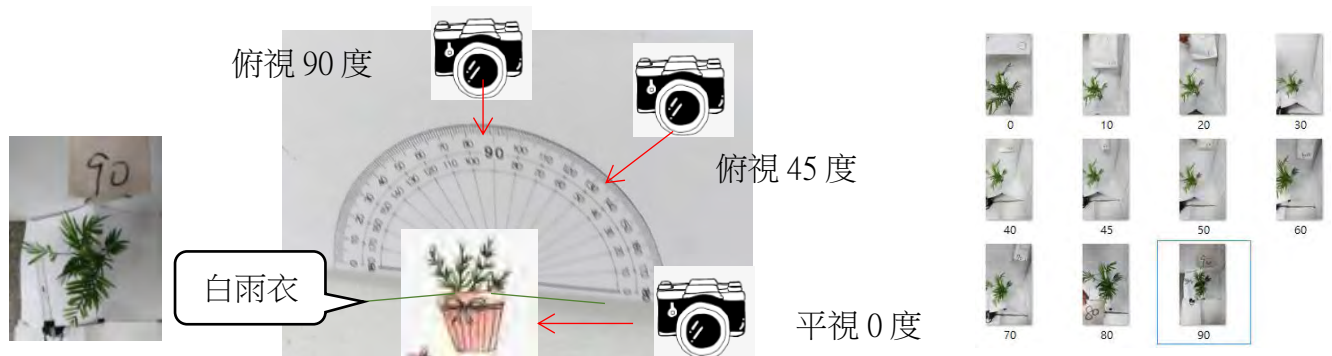
觀察校園花台盆栽植物，參考文獻和網路上推薦淨化室內空氣植物，選擇實驗的17種植物，用小型3吋盆栽選取大小相似的植株進行種植。紀錄這17種植物的分類別、觀察照片和植物實體，描述特色、葉排列情況、葉表面特色。

		
觀察校園花台盆栽植物		用3吋盆栽選取大小相似的植株

圖四 花圃植物觀察與栽培

(二)研究植物葉面積大小

1. 用相機拍攝植株每一葉片，並以 imageJ 軟體調整葉顏色部位，並計算每一葉片葉面積大小 (LAn)，加總到**總葉面積(LA)**。葉片可數者，計算所有葉片數量(LN)，葉片小又多者，以一枝條葉面積(SN)和枝條數(SA)來計算總葉面積大小。**葉總面積(LA)=枝條數量(SN)*一枝條葉面積 (SA)**
2. 將植物用白紙雨衣套住，減少土壤花盆影響，並放在白色背景的攝影區中，用相機拍攝各種俯視角度照片，並以 imageJ 軟體調整目標顏色部位，並計算可呈現出來的面積大小。計算每 10 度、30 度、45 度拍攝出的照片葉面積，計算發現 45 度平均和 30 度、10 度並無太大差異，因此我們以最簡單有鑑別度的拍攝角度組合，視為**有效截塵面積(如果葉片各自展開，可拍攝出較大面積，也應該更有效吸附落塵)**。**有效截塵面積(A) = (A90+A45+A0)/3**。A90、A45、A0 分別為俯視 90 度、俯視 45 度、平視 0 度葉片總面積。



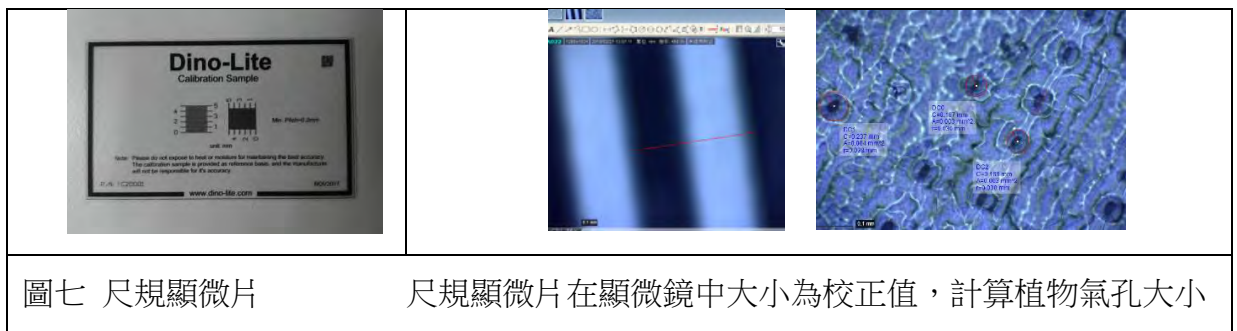
圖五 有效葉面積測量方式

(三)利用顯微觀察了解 17 種植物氣孔和葉表面特性

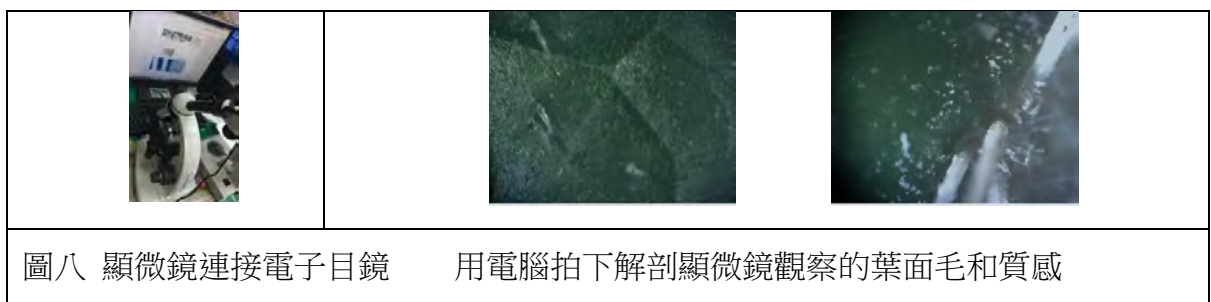
1. 以指甲油塗在葉片上下表皮 5 秒，待乾燥 3 秒後，用膠帶撕下指甲油，可將上下表皮一起撕下，放置玻片上用顯微鏡觀察氣孔。



2. 用 DinoCapture2.0 軟體測量氣孔大小：先拍攝尺規顯微片，量取尺規在顯微鏡中大小，再用軟體選取氣孔，紀錄 3 個氣孔平均大小。
3. 用 DinoCapture2.0 軟體計算標準畫面面積(A)為 0.865mm*0.623mm，數出每一畫面中氣孔數量(N)，每 1mm² 具有的氣孔量為 **氣孔密度(D) = 每一畫面中氣孔數量(N) / 標準畫面面積(A)**
4. 計算 **氣孔總面積(SA) = 葉總面積(LA) * 氣孔密度(D) * 氣孔大小(S)**。



5. **比較分析葉面毛和質感：將植物葉片放在解剖顯微鏡下，連接電腦拍照，分析氣孔外觀型態，並比較分析葉面毛和質感，能計算毛的數量者盡量描述。**

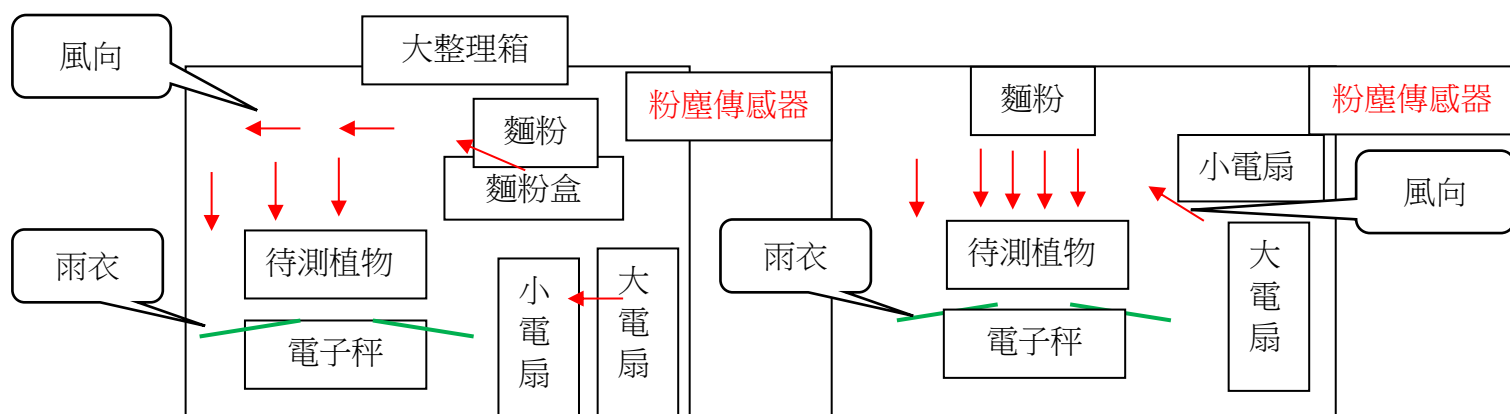


二、滯塵量分析：

(一)設計揚塵落塵實驗箱

第一代揚塵器是用大小兩組電風扇所組成，大風扇讓風向右方吹，小風扇讓風向上吹，讓粉可以往右上方通過濾網，布滿整個整理箱，而靠重力往下落下。**幫植物穿上小雨衣**，以避免測量到落在植物外土壤或花盆上的粉塵。但是每次實驗的粉並不一定都能均勻散布，

有時會卡在麵粉盒中，或是部分傾倒。因此第二代揚塵器直接以大挖洞透明塑膠袋當作蓋子，挖洞的地方放置篩網，10秒內將定量的粉接落完，大小電風扇則是製造空氣流動，希望能增加粉塵擴散。



圖九 第一代揚塵落塵實驗箱

圖十 第二代揚塵落塵實驗箱

(二)計算 17 種植物停著塵量(W1)和附著塵量(W2)

1. 裝設揚塵落塵實驗箱，並將電腦、arduino 主機板、杜邦線、夏普粉塵傳感器與灰塵感測器(sharp_dust_gp2y1010au-master)連接(如附件二)，放置在箱側。
2. 為了讓塵土的顆粒大小和來源一致，我們先用麵粉來試驗。將麵粉放置無蓋保鮮盒中，用濾網均勻撒入透明大整理箱中，電線出口處用膠帶密封。
3. 先測量植物重量(W0)。
4. 經過揚塵箱 50 克麵粉，開啟揚塵大小風扇 10 秒後，計算植物**停著塵量(W1)** (暫時落於葉面上，一經外力或風吹隨即飛走的麵粉重)。
5. 再開大小風扇 5 秒，計算**附著塵量(W2)** (經風吹仍固著於葉面、氣孔或毛上的麵粉重)。
6. 粉塵傳感器測定步驟 4-5 之間的粒子濃度變化，每 2 秒讀取一數據，至粒子濃度不在下降為止(第 18 秒)。將**第一階段的灑粉期 2-10 秒的平均值紀錄為粉塵量 1(AQ1)**，**第二階段的風吹 12-14 秒的平均值紀錄為粉塵量 2(AQ2)**，**第三階段為靜置期，16-18 秒的平均值紀錄為粉塵量 3(AQ3)**。

(三)分析落塵停留在葉片的位置：用解剖顯微鏡觀察葉面落塵位置。

三、增加植物截塵方法之研究：

(一) 擦拭葉片後植物滯塵量的差別。

1. 用乾淨溼抹布擦拭葉片，讓葉片保持潮溼，並重新進行滯塵量分析(步驟二)，紀錄乾淨溼植物原重(WW0)，讓葉片保持潮溼，比較植物滯塵量的差別。經過揚塵箱 50 克麵粉測試後，計算植物**溼停著塵量(WW1)**。
2. 再開大小風扇 5 秒，計算**溼附著塵量(WW2)**。

3. 粉塵傳感器測定步驟 2-3 之間的粒子濃度變化，每 2 秒讀取一數據，至第 18 秒為止。第一階段的灑粉期 2-10 秒的平均值紀錄為溼粉塵量 1(WAQ1)，第二階段的風吹 12-14 秒的平均值紀錄為溼粉塵量 2(WAQ2)，第三階段為靜置期，16-18 秒的平均值紀錄為溼粉塵量 3(WAQ3)。

(二) 採取滯塵量高的三組植物進行組合植物花台，設計不同組合植物。未來可在設計更大的揚塵箱，進行滯塵量分析，比較植物滯塵量的差別。

(三) 利用家中空氣清淨機與植物淨化空氣的比較：在房間中擺放植物和開啟空氣清淨機各 1 小時，用粉塵傳感器測量房間空氣粒子濃度變化的差別。



圖十一 家中空氣清淨機與植物淨化空氣的比較

伍、研究結果

一、植物特性分析：

(一)植物特性觀察

紀錄這 17 種植物的分類別、觀察照片和植物實體，描述特色、葉排列情況、葉表面特色和相關補充於附件八。

1. 葉面積大小

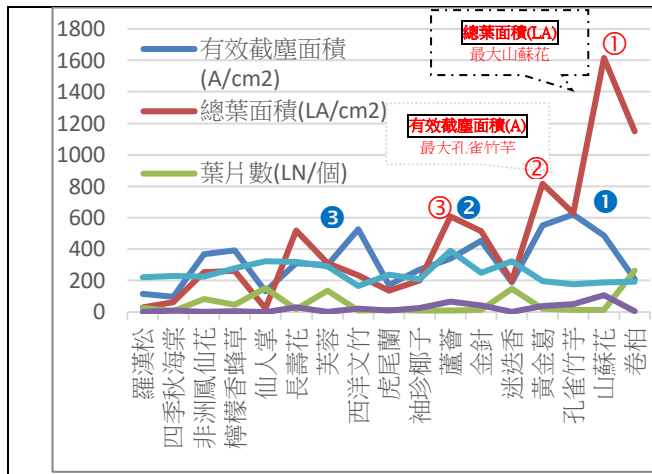
葉片數(LN)最多者為卷柏、仙人掌、迷迭香、芙蓉；**總葉面積(LA)**最大者為山蘇花、卷柏、黃金葛；平均單葉面積(LAn)最大的分別為山蘇花、蘆薈、孔雀竹芋、金針；但如果以整株拍照俯視 90 度、俯視 45 度、平視 0 度然後計算出來的**有效截塵面積(A)**，最大的則為孔雀竹芋、黃金葛、西洋文竹、山蘇花。兩種測量方式的面積相差甚大，我們假設總葉面積大的應該滯塵量較大，但是影響較為顯著的應該是考量整體伸展性的生長排列情況後的有效截塵面積(A)。各種植物有效截塵面積(A/cm²)、葉片數(LN/個)、總葉面積(LA/cm²)、平均葉面積(LAn/cm²)與植物原重(W0/g) 比較如圖十二，詳細紀錄如附件三。

2. 顯微觀察

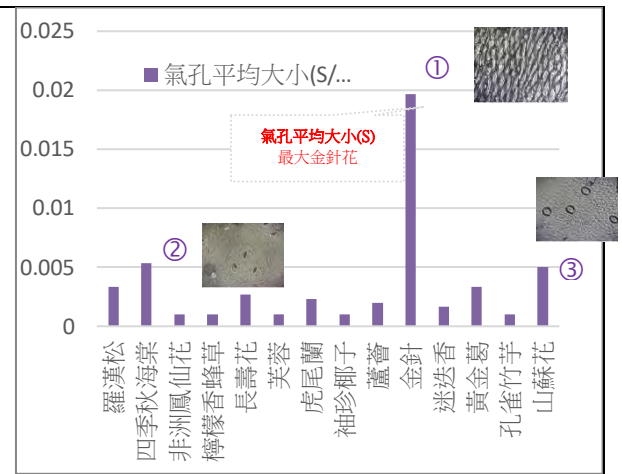
(1)氣孔平均大小(S/ mm²)最大的為金針，大部分細胞都像保衛細胞。其次為四季秋海棠、山蘇花、羅漢松、黃金葛。氣孔密度(D)(氣孔數/1mm²)大者依序為為金針、檸檬香蜂草、孔雀竹芋。氣孔總面積(SA/ cm²)最大者為金針、山蘇花，記錄分析植物平均氣孔大小如圖十三，

計算氣孔總面積(SA/ cm²)之詳細記錄如附件四。

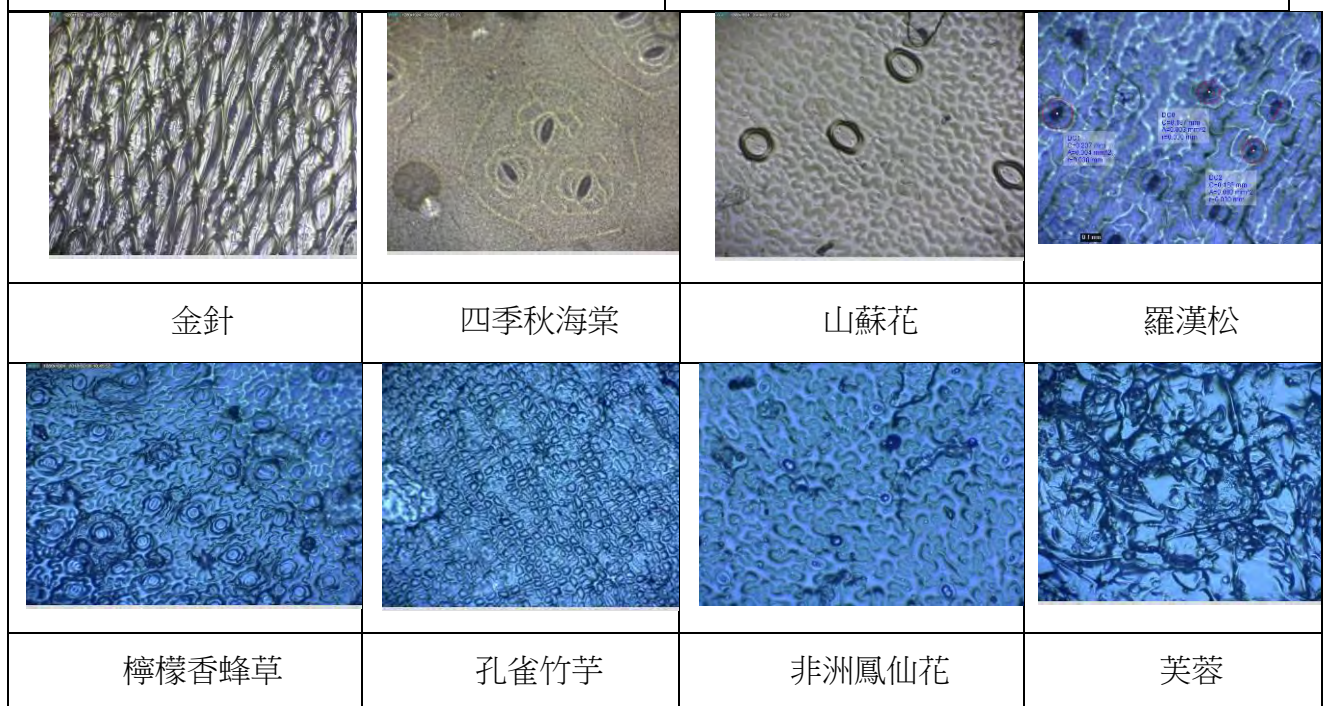
(2)比較分析葉面毛和質感：葉片多為光滑。**檸檬香蜂草**葉片上單位顯微鏡截圖中有3根毛，而有毛最綿密的為**芙蓉**，葉片密布灰白色絨毛；**迷迭香**葉上有細絨毛，單位視野面積下有15根毛，每3-4根為一組。完整17種植物顯微觀察照片和描述資料詳見附件八。



圖十二 各種植物葉面積、葉量、重量比較



圖十三 各種植物平均氣孔大小(mm²) 比較圖



圖十四 植物下表皮細胞複式顯微鏡觀察氣孔圖(完整17種植物資料詳見附件八)

二、滯塵量分析：

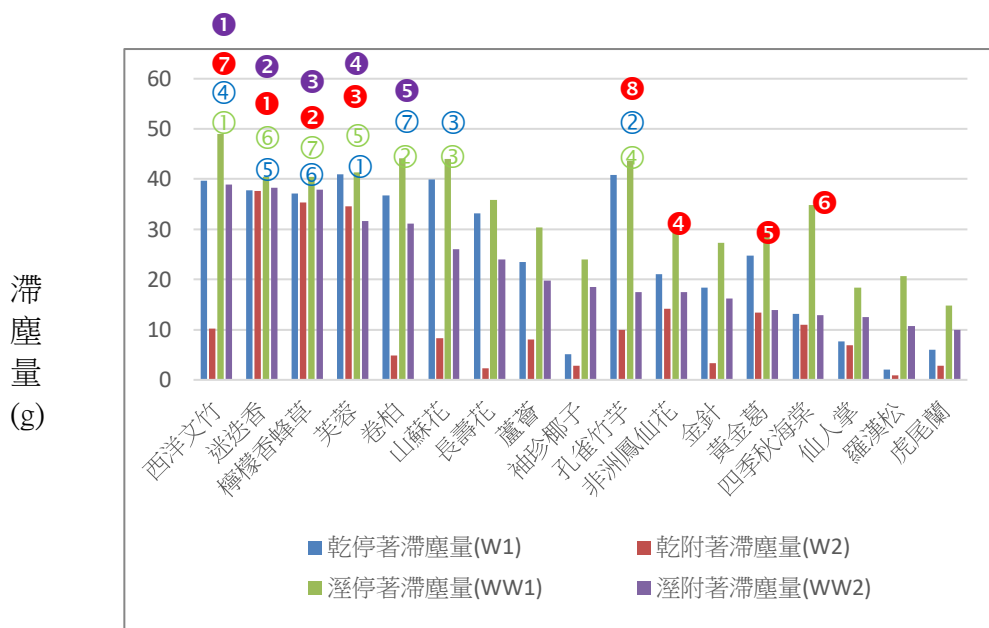
- (一) 灑粉10秒後，**停著滯塵量(W1)**最大者**芙蓉**，其次為孔雀竹芋、山蘇花、西洋文竹、迷迭香。如果再開風扇5秒，將落塵吹走後，還附著在植物上的**附著滯塵量(W2)**最多的依序為迷迭香、檸檬香蜂草、**芙蓉**、非洲鳳仙花、黃金葛。
- (二) 用乾淨溼抹布擦拭葉片後，**溼停著滯塵量(WW1)**與**溼附著滯塵量(WW2)**皆比乾燥的植物停著和附著量重。**溼停著滯塵量(WW1)**重量最大者依次為西洋文竹、卷柏、山蘇花、孔雀竹

芋、**芙蓉**。溼附著滯塵量(WW2)重量最大者依次為西洋文竹、迷迭香、檸檬香蜂草、**芙蓉**、卷柏。記錄分析如圖十五，詳細記錄如附件五。

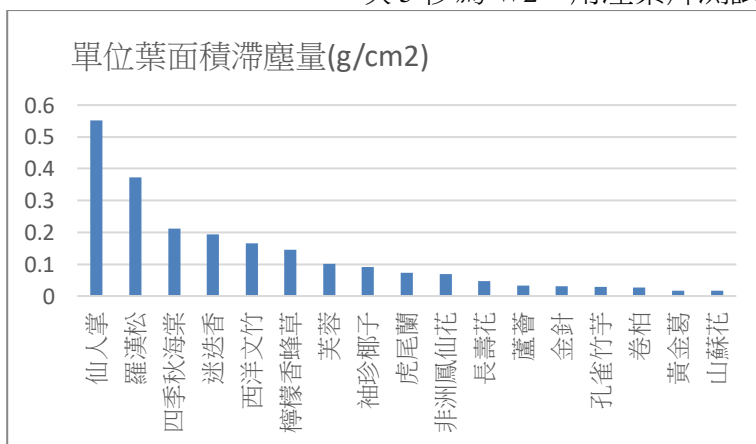
(三) 綜合上述試驗結果顯示，不論乾或溼的停著滯塵量或附著滯塵量，**芙蓉**皆為前五名之植物種類，其他都在前幾名的植物包括西洋文竹、迷迭香、檸檬香蜂草。

我們以植物滯塵量較高的乾淨的溼葉狀態，並以風吹亦不會馬上吹落的**溼附著滯塵量(WW2)**當作計算植物滯塵量的最佳選項，以植物總葉面積當分母，計算單位面積植物滯塵量比較結果如圖十六。**單位面積植物滯塵量(W)**前七名分別是仙人掌、羅漢松、四季秋海棠、迷迭香、西洋文竹、檸檬香蜂草、芙蓉。

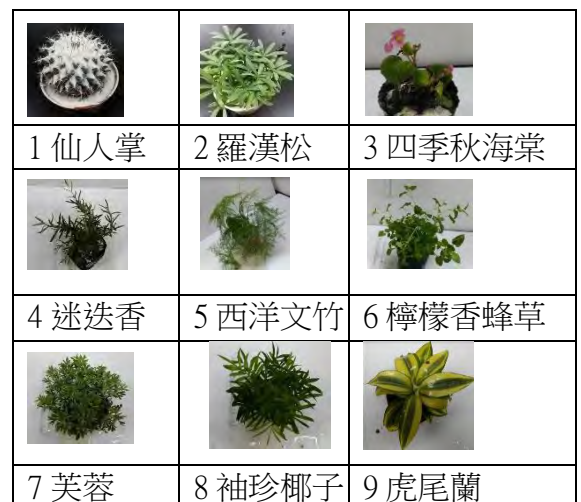
$$\text{單位面積植物滯塵量}(W)(g/cm^2) = \text{溼附著滯塵量}(WW2) / \text{總葉面積}(LA)$$



圖十五 各種植物滯塵量分析比較(50g 麵粉在揚塵箱 10 秒後植物增加重為 W1、再用風扇吹 5 秒為 W2，用溼葉片測試結果為 WW1、WW2)

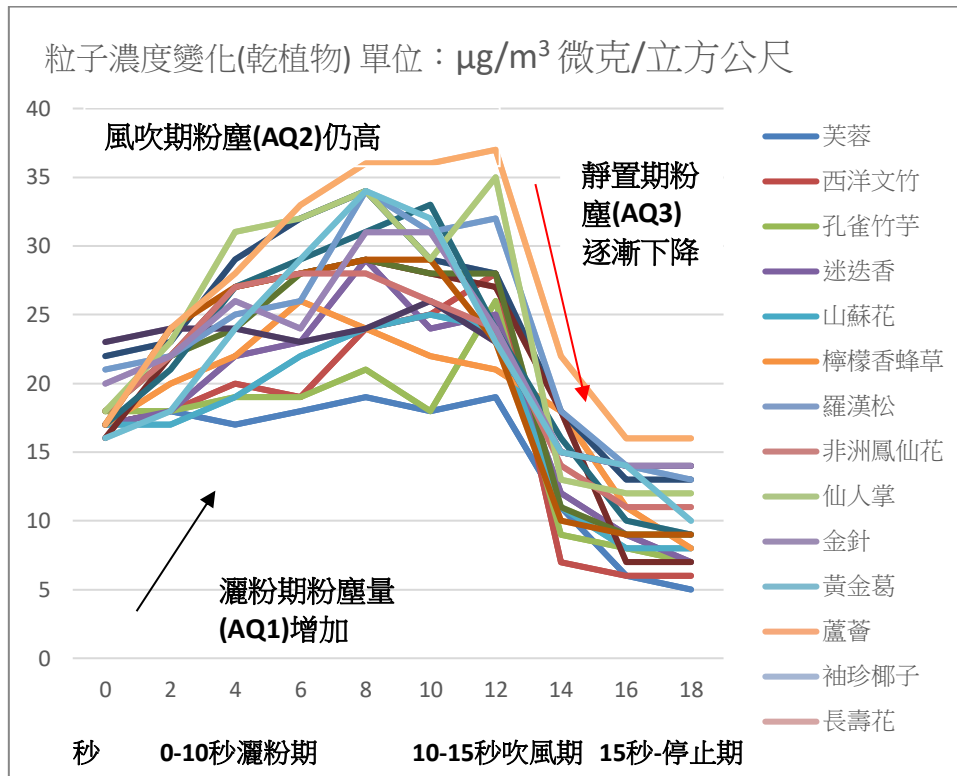


圖十六 17 種植物單位面積植物滯塵量(W)(g/cm²)比較



(四)以粉塵傳感器測量揚塵箱中粒子濃度變化，1-10 秒灑粉過程粉塵量逐漸增加，11-15 秒為開

電扇時間，粉塵量亦高，至 16、18 秒粉塵量下降。與沒有植物的組別相比，8 秒後有植物時粉塵量皆比無植物時下降，下降最多依序為芙蓉、西洋文竹、孔雀竹芋、迷迭香、山蘇花、檸檬香蜂草。記錄分析如圖十七，詳細記錄如附件六。用乾淨溼抹布擦拭葉片後，揚塵箱中粒子濃度有下降的趨勢，詳細記錄如附件七、擦溼葉片後空氣粒子濃度較低，可印證溼植物滯塵量的較高。

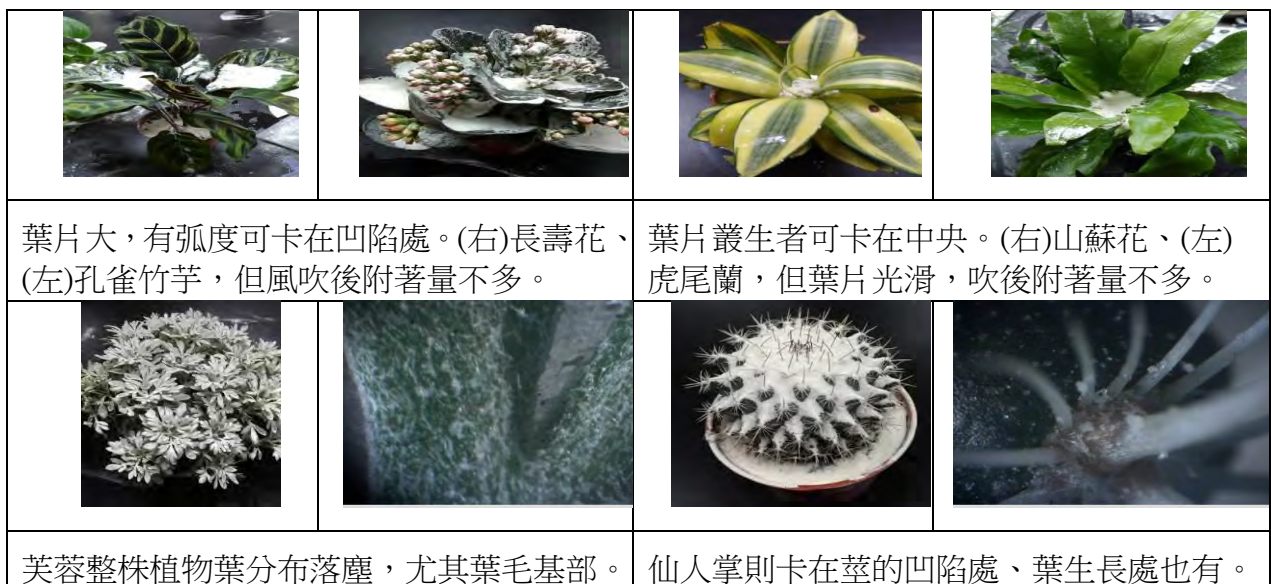


依照植物 0-18 秒粉塵量變化程度排列，下降最多為芙蓉。



圖十七 粉塵傳感器揚塵箱中粒子濃度變化(乾植物)

(五)分析落塵停留在葉片的位置多在葉的上表皮，不一定在氣孔上。如果葉的形狀有大葉波浪狀，則落塵可以卡在凹陷處，或是植物葉片叢生的中央，仙人掌則落塵容易卡在莖的凹陷處。



四、不同組合植物和位置滯塵量的差別：

圖十八 粉塵停留植物表面位置分析

以單位面積植物滯塵量(W)前七名的植物進行組合植物花台，包含仙人掌、羅漢松、四季秋海棠、迷迭香、西洋文竹、檸檬香蜂草、芙蓉等植物，西洋文竹、迷迭香、檸檬香蜂草、芙蓉，迷迭香、羅漢松可以生長至株高 1~2 公尺，可放置花台邊緣側，檸檬香蜂草、四季秋海棠放置第二層，然後較矮小的芙蓉、仙人掌放置第三層，四周再種植可以懸垂的西洋文竹。但因為我們的植物還不夠多，還未進行揚塵箱測試不同排列和不同植物的揚塵差異，可為未來研究的內容。

五、市售空氣清淨機與植物淨化空氣的比較：

在房間中擺放植物(1 盆黃金葛)和開啟空氣清淨機各 1 小時，用粉塵傳感器測量房間空氣粒子濃度變化的差別如表一，有開空氣清淨機空氣品質較佳、植物第二，比無植物時佳，再次證明植物能淨化空氣。

表一 市售空氣清淨機與植物淨化空氣的比較

	A 放植物	B 開空氣清淨機	C 對照組(都沒有)
空氣粒子濃度 單位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$	18	14	19

陸、討論

一、葉面積的測定拍攝

傳統葉面積的測定用方格紙計算，將葉片描在標準計算紙上，統計葉輪廓占的小方格數，達到或超過半格算一格，不足半格的捨去，把全部方格相加起即可得到葉面積，這樣會有許多誤差。也有人利用紙重法，將方格法測葉面積時描繪的紙膜剪下，得到紙膜稱重，但這樣要把每一個葉片都剪下來，也耗費不少時間。我們參考阿簡的生物筆記網站介紹以imageJ計算葉片面積，看起來只要用電腦分析，可以計算出正確數字。因此我們用白塑膠板當作底板，然後將葉片拍照後傳至電腦，將綠色部位調整至感應計算區中，就可記錄葉面積。

我們前後拍得很多次，一開始拍的時候沒有放上尺作為標誌，不知道要怎麼比較大小；第二次拍有時沒有拍到完整植物或角度不固定，第三次終於把每一種植物拍三個角度，包含尺標和整株植物，而且製作白色攝影棚，方便在電腦分析時能區分顏色。

		
<p>失敗 1：一次拍太多棵，沒有背景和尺標，後續無法測量面積。</p>	<p>失敗 2：角度不固定，只量到某一葉片。</p>	<p>失敗 3：照片中沒有整株植物，無法計算整株植物的面積。</p>
		
<p>拍完第一輪照片後決定需要重拍。把每一種植物拍三個角度，包含尺和整株植物，而且製作白色攝影棚，方便在電腦分析時能區分顏色，除了拍這每一株 3 個角度也拍攝每一片葉子大小。</p>		

圖十九 植物葉片拍攝檢討

二、葉面積和有效葉面積的測量

(一) 查閱前人相關研究(葉德銘，2010；蔡志明，2004)，多半把葉子採下後直接測量葉子滯塵量，但其滯塵量的測量未考慮葉片生長時的角度和整株盆栽的葉片排列組合。因此我們想整株測量截塵效果，我們把植物都整理成 3 吋盆，測量 90 度、45 度、0 度所拍攝的葉子照片，分析面積平均後當作有效葉面積。但測量大小時也遇到很多困難，雖然有白色背景攝影棚，但是有花、枝條、土和還有花盆，所以在選取時還是會選到其他物品，無法直接算出葉面積，所以我們把花、枝條也納入計算，畢竟枝條面積也可以承載灰塵。花盆都是用 3 吋盆，所以我們把上空 90 度拍攝的都包含花盆，而側面 45 度拍的都不包

含花盆，盡量讓每一株的影響一樣。但角度有時有誤差，用軟體測量時的標準尺有時拍攝照片空間上很難選成準確直線，因此每張照片計算時有誤差，如果可以用腳架固定攝影機應該可以更準確。

- (二) 單一葉片面積比較好測量，而整株測量葉片有效面積其實不容易，有時調整軟體時無法只出現葉子的部分，可能還要用其他繪圖軟體將所要的畫面圈出來才能減少誤差。
- (三) 有些植物葉子小又多，要每一片測量實在很耗費時間，因此我們選擇大、中、小各3片測量平均。
- (四) 由於不想把葉子拔光才能測量葉面積，所以我們是讓葉子直接在植株上，然後用兩個培養皿夾住拍照測量，但有些種類葉子太長，如山蘇花，無法完整測量，要改成用透明片；長壽花的葉子較厚，葉柄又短，有一個凸起來的形狀，壓扁的話會有部分破裂，所以前端要用估算的，可能導致誤差。
- (五) 仙人掌的葉子都變成針狀，測量有效面積時只有莖的面積，葉子面積是用長度大略估算。
- (六) 同一種植物也有每一株長的不同的情況，如我們測量的四季秋海棠好像長的不是很好，實驗完幾天就死亡了，還要從其他花台找相同種類的植物。如果能測量更多株植物來平均可能更有說服力，但限於時間不足，我們還是以每種一株為主，有機會再針對我們最有興趣的種類多做幾次。
- (七) 以全株植物測量滯塵量有其長處，但也可能因為葉序、葉形或拍攝角度造成測量的有效葉面積產生誤差。我們查詢相關資料發現有一種稱為「樹冠分析儀」，利用光線透射植物的量來測量葉面積。或許我們可以學習其方式，由地面向上拍攝植物冠層，然後看亮度，亮度愈小者葉面積指數愈大。

三、植物葉片特性分析與選擇

植物葉片和生長特性，我們直接觀察植物，拍照並用解剖顯微鏡分析葉的上下表皮。也上網查詢各植物的特色(<http://kplant.biodiv.tw>)，發現部分種類不是很確定正確的種類，所以部分只能寫出大概的種類，如仙人掌、羅漢松等，未來針對有興趣物種要再找專家鑑定，再找出正確學名。

四、室內空氣污染物種類與植物吸附的可能性

- (一) 依據我國空氣污染防制法（82.2.1 修正公佈）第二條第一款定義"空氣污染物"是「指空氣中足以直接或間接妨害國民健康或生活環境之物質」。空氣污染防制法施行細則（82.2.1

修正公佈) 第二條所定空氣污染種類可分為下列四大項目：

1. 氣狀污染物 (包括硫氧化物、一氧化碳、氮氧化物、碳氫化合物、氯氣、氯化氫、氟化物、氯化烴等)。
2. 粒狀污染物(包括懸浮微粒、金屬煤煙、黑煙、酸霧、落塵等)。
3. 二次污染物 (指污染物在空氣中再經光化學反應而產生之污染，包括光化學霧、光化學性高氧化物等)。
4. 惡臭物質(包括氯氣、硫化氫、硫化甲基、硫醇類、甲基胺類) 等。

(二) 落塵指能因重力逐漸落下，而引起公眾厭惡之物質。在教室中可能有許多灰塵、粉筆灰等。植物葉片表面是由角質層、蠟質及氣孔所組成，植物與外界進行的氣體交換是由高濃度往低濃度擴散，故大氣中濃度高之空氣污染物可能會往植物體內擴散。而空氣中的懸浮顆粒可能會卡在植物氣孔或表皮上，因此利用擺設室內植物可減少落塵，使我們日常活動空間更為舒適、健康。

(三)我們這次用麵粉測試，是因為取得方便，性質穩定，對健康無礙。但麵粉顆粒大，並不能代表各式空氣污染源，而且是一種水溶性材料，較易附著於潮濕表面，影響溼植物滯塵量觀察結果，並不能代表各式空氣污染源。所以我們也思考採用不同材料，可能會有不同的結果，尤其在教室也有很多粉筆灰等，未來也可以增加研究碳粉、煤煙或其他氣狀污染物。我們亦在光華商場選購了一氧化碳、煙霧MQ2(液化氣、丁烷、丙烷、甲烷、酒精、氫氣)、有害氣體感測器MQ135(氨、苯、酒精)，或是甲醛、輻射量也可以是未來研究內容。

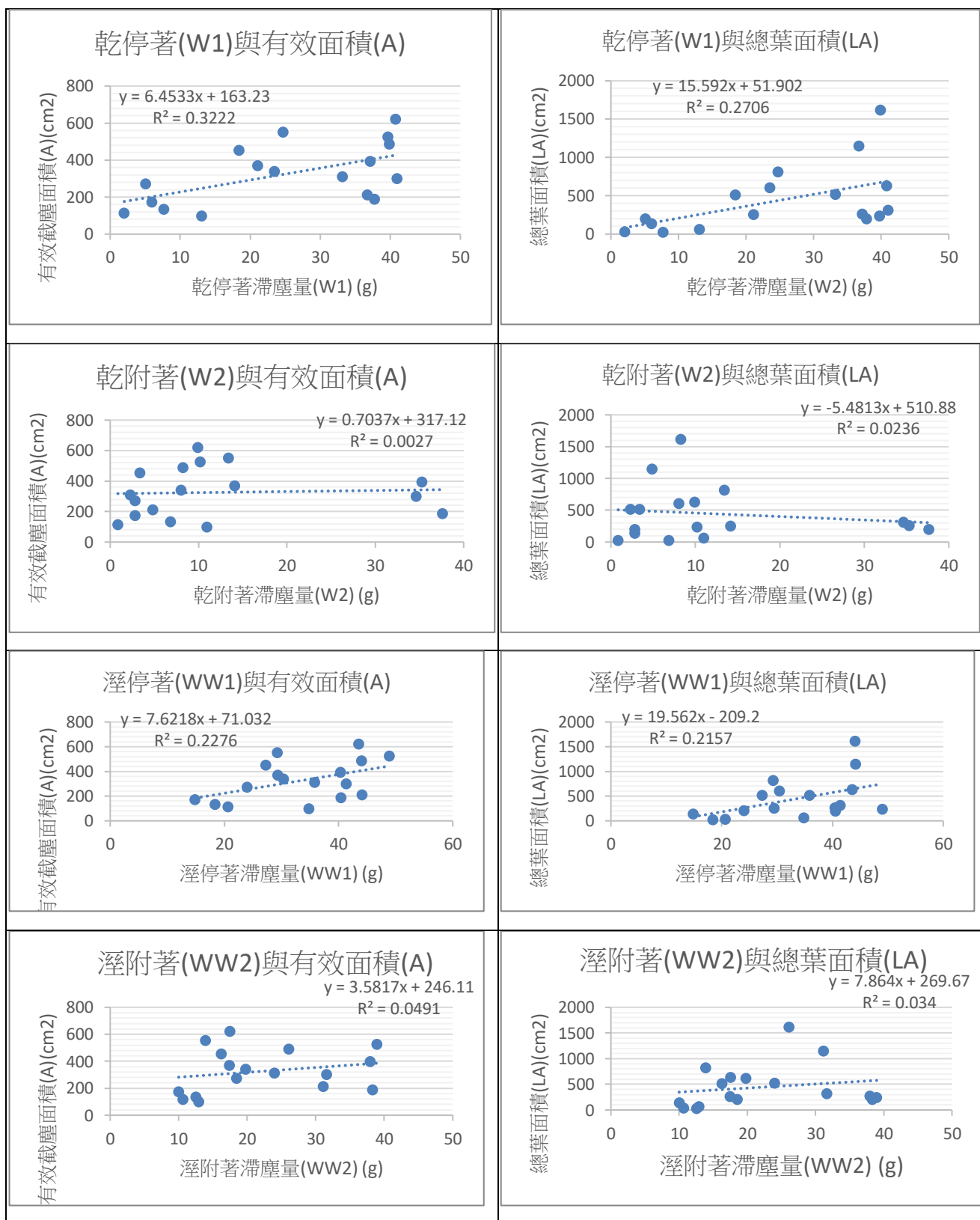
(四)市售空氣清淨機與植物淨化空氣能力的比較

在房間測試放置植物、開空氣清淨機、都沒有任何裝置1小時後的PM2.5含量。空氣清淨機效果佳。我們只有放1株黃金葛1個小時，在房間的實驗結果皆在都在低PM2.5指標等級(低於 $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$)，實驗前後差異就有 $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 的效果，如果有更多植物、更長時間或者在特殊污染事件中，應該有更明顯的差異。根據美國環境保護局資料顯示，42坪的屋子需要680株盆栽能得到明顯的空氣品質改善效果。

五、不同的植物截塵能力比較

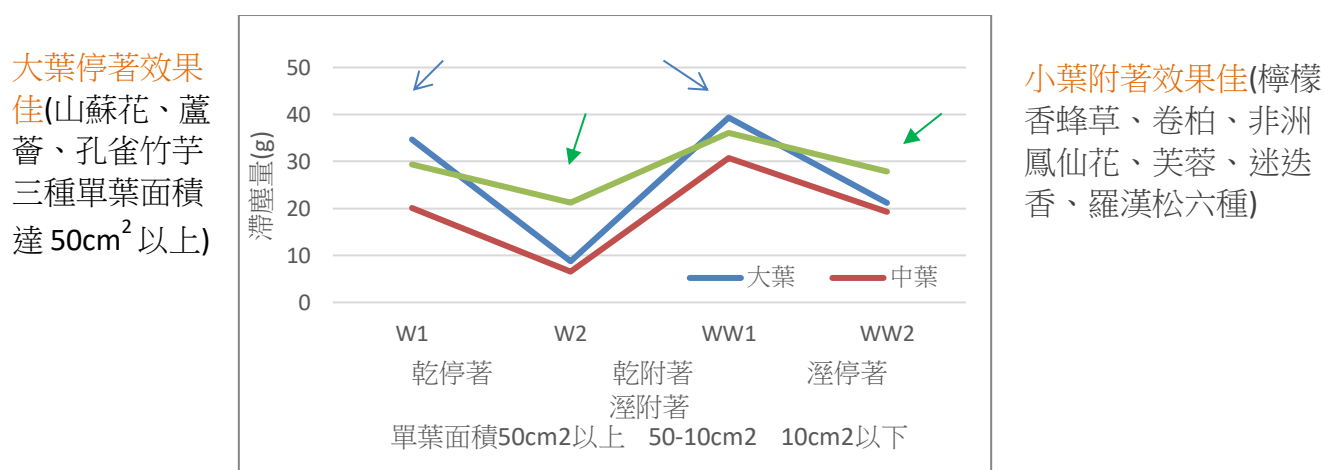
各種植物滯塵量相差很大，這和植物葉片的大小，葉面的粗糙程度以及葉子的著生角度等因素有關嗎？我們以植物乾停著(W1)、乾附著(W2)、溼停著(WW1)、溼附著(WW2)

來和有效截塵面積(A)、總葉面積(LA)來做關聯性分析，除了乾附著(W2)與葉總面積(LA)外，其餘皆呈正相關。**停著滯塵量與有效截塵面積(A)、總葉面積(LA)有正相關**、乾停著(W1)與有效植物平均面積(A)的 R^2 值為 0.322，是其中最大的，最具相關性，如圖二十。



圖二十 乾停著(W1)、乾附著(W2)、溼停著(WW1)、溼附著(WW2)和有效截塵面積(A)、總葉面積(LA)分析

將植物單葉面積區分成大葉(山蘇花、蘆薈、孔雀竹芋三種單葉面積達 50cm²以上)、中葉(單葉面積達 50cm²~10cm²)、小葉三組(單葉面積達 10cm²以下，包含檸檬香蜂草、卷柏、非洲鳳仙花、芙蓉、迷迭香、羅漢松六種)，並刪除仙人掌這種葉子退化針狀，葉面積測量有誤差的種類，比較乾停著(W1)、乾附著(W2)、溼停著(WW1)、溼附著(WW2)的差異，結果如圖二十一，發現大葉組在停著效果佳、小葉組附著滯塵量佳，中葉組效果皆較差。



圖二十一 單葉面積分組滯塵量比較

有效截塵面積(A)大的孔雀竹芋為乾停著(W1)最大，一般來說葉片寬大、平展、硬挺可以有較多的滯塵量。但是風吹後的乾附著量大的需要不易晃動、葉片粗糙多茸毛的植物，吸滯粉塵的能力較強，因此附著較大的前三名並不直接和葉面積大小正相關，而是有毛的迷迭香、檸檬香蜂草、芙蓉。葉片面積很小，但總面積大，細微處又有不少的凹陷處可累積其滯塵量的種類如西洋文竹，則在葉片擦拭後停著了許多的麵粉塵粒，所以有些植物雖然單位面積的截滯能力不算很強，但綜觀葉排列和葉面特色後，仍屬優良的防塵植物。

我們以溼附著滯塵量(WW2) 當作計算植物滯塵量的最佳選項，以植物總葉面積當分母，計算單位面積植物滯塵量比較結果，單位面積植物滯塵量(W)前七名分別是仙人掌、羅漢松、四季秋海棠、迷迭香、西洋文竹、檸檬香蜂草、芙蓉。仙人掌葉已退化成針狀，所以葉面積計算下來數值小，但莖的凹陷處可以累積灰塵，因此計算下來單位面積植物滯塵量高。而有毛的植物迷迭香、檸檬香蜂草、芙蓉都在前七名的榜單內。檸檬香蜂草、芙蓉、迷迭香、羅漢松等都屬於小葉組的。西洋文竹真正的葉其實是退化成鱗片狀，著生於葉狀莖的基部，而有羽毛狀的葉狀莖有許多小葉狀組成，可以附著許多灰塵。四季秋海棠的葉子呈現漏斗的立體狀，又開許多花，可以提高滯塵量，是我們意外的發現。

麵粉在不同的植物葉片會有不同的吸附情形，一般的麵粉幾乎為停著，具多毛的葉表面以附著居多，而只有停留者，經風吹後容易又揚塵，因此葉表具細短絨毛的葉片吸塵量比葉

表光滑質的效果佳，可增加葉片滯塵效率。表面無絨毛及加上光滑，使得滯塵量相對較少。不同植物的枝條、葉柄等也各有大小和凹凸起伏的形態，也有部分滯塵能力，影響了整株植物滯塵結果，是未來可以再研究的地方。

當植物葉片吸附很多懸浮粒子時，應該會阻礙植物正常生理運作，也會降低滯塵量，滯塵完後，要經過風吹雨淋，才能讓葉子自清變乾淨。因此我們在實驗完後再用電扇吹風五秒鐘測試，第二次更以水洗或以溼抹布擦拭過後，來淨化原本附著在植物上的麵粉，再比較植物的滯塵能力。室內實驗室可用澆水或以濕抹布擦拭，避免葉子氣孔有太多落塵阻擋。我們實驗過程中有幾株未清洗麵粉，後來就明顯生長不良，所以建議室內植物要經常清洗葉表面。而阻塞氣孔影響植物生長的情況或損傷其細胞組織，可在我們後續的研究中繼續探討。

潮溼的葉可增加微粒之停著和附著；但表面具有蠟質等容易乾的葉子，在葉片噴溼時，無法長期保溼。部分葉片本身有波狀的形狀，噴溼測定滯塵量，發現溼葉片和乾葉片的差別比較大。因植物種類而有不同比例的溼葉片滯塵量增加情況。噴溼停著滯塵量差異最大的為四季秋海棠，附著差異量最大的為西洋文竹。

植物葉表外層是接觸環境的第一線。部分植物表皮有毛或立體構造，可以保溼、防溼或吸附塵粒，可以利用開發成各種人工合成表面（如汽車鏡面、雨衣、口罩、防塵罩等），是未來可以開發應用的地方。

六、表皮與氣孔觀察

(一) 葉表皮細胞顯微玻片製作

氣孔開關對滯塵力的影響也是我們有興趣的主題，雖然氣孔多在葉的下表皮，但是用指甲油印模法可以看到清楚的葉表皮和氣孔，比我們在生物實驗時用撕取下表皮更容易成功，也看得清楚。在塗抹指甲油時，如果時間太短，用膠帶黏起來大多是油膠的痕跡，而時間太長可能乾掉，顏色與無塗指甲油部分太相近，無法正確黏取塗膠範圍。而膠帶需要快速平滑以減少氣泡，又能完整黏起葉表皮指甲油印模，且不把原本葉片組織黏起，造成影像很多層不容易觀察的情況。檸檬香蜂草等部分葉片較薄的種類，容易黏起部分葉片組織，因此我們多次試驗後發現塗在葉片上下表皮 5 秒，再黏上膠帶，待乾燥 3 秒後用膠帶撕下放置玻片用顯微鏡觀察氣孔，效果最佳。

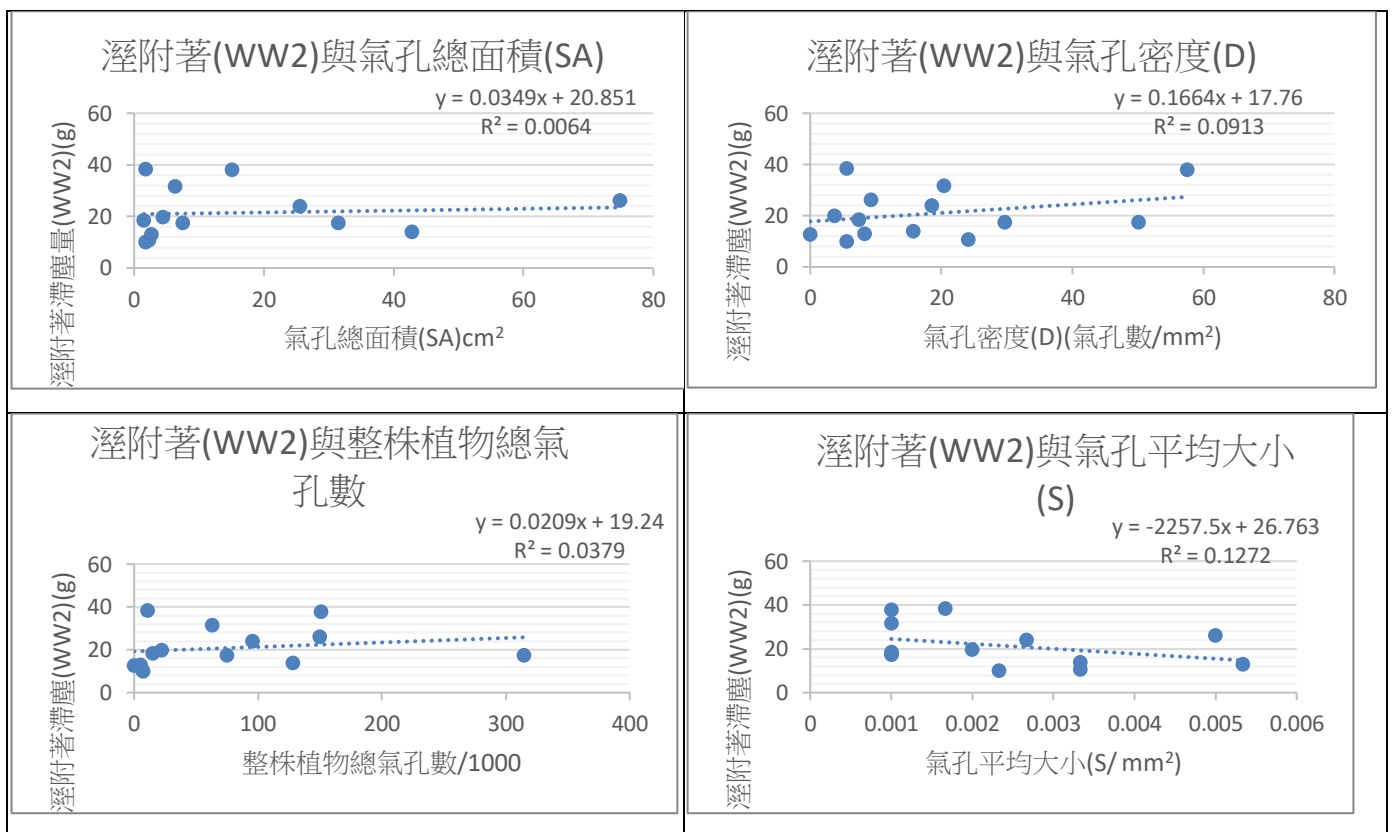
第一次我們只有用膠帶互黏製作成可以保存的玻片，但這樣不容易平整且氣泡太多，所以我們直接把膠帶黏在載玻片，成功率就大大提升。但仔細觀察玻片，不一定每次都能選取到漂亮成功的植物表皮，因此我們檢查時寫上編號和部位，成功的再標上 OK，不成功的再重新製作，然後測量大小和密度。



圖二十二 玻片製作

(二) 表皮與氣孔與滯塵量的關聯性

本來預期氣孔較多或是較大的種類，附著落塵的能力應該比較好，不過經由我們實驗比較，相關性不高。可能是因為我們測量的氣孔密度是固定單位，應該還要再乘上總葉面積，但是算出總氣孔數後與落塵量繪圖看是否有關連性，也把總氣孔數乘上平均氣孔大小，算出總氣孔大小來與落塵量相比，還是讓我們找不到相關性。可能氣孔大多是在下表皮，與落塵在上表皮較多的情況沒有直接相關，反而還是葉面特色和葉的形狀和排列較有相關。我們用效果較好的溼葉片，和最能減少空氣粒子濃度的附著重量來比較氣孔總面積(SA)、氣孔密度(D)、總氣孔數、氣孔平均大小來比較相關性如圖二十三，以**氣孔密度和溼附著滯塵量最有相關**。



圖二十三 平均氣孔大小、氣孔密度、總氣孔數量、總氣孔面積與溼葉附著麵粉重量關聯性圖

七、未來展望

(一)增加更多數量和種類的植物

我們選取的植物可能因為生長大小不同，如果能測量更多株植物來平均可能更有說服力，但有限於時間不足，我們還是以每種一株為主，有機會再針對我們最有興趣的種類多做幾次。

(二)找出氣孔生理反應和滯塵量的關係

由於植物的氣孔多在下表皮，可能和滯塵量沒有直接的關係。但同一種類的氣孔也會有大小差異，我們只取三個同一葉片的氣孔平均，其實也會有誤差，不同時間和生理狀態、環境乾溼度等也會影響氣孔的開關和大小。因此未來也可以研究氣孔開關對滯塵力的影響，如藍光

照射使氣孔開啟、土壤澆濕會讓氣孔打開或比較白天和晚上的滯塵力(白天氣孔開啟、晚上關閉)。

(三)找出粉塵影響植物健康的極限量

植物具有淨化空氣的作用，但植物對空氣污染忍受的極限在哪？我們在研究的過程中可持續觀察植物生長的健康度，找出粉塵影響植物健康的極限量，也可當作空氣污染的重要指標。

(四)不同材料的空氣污染源來測試

粉筆灰、碳粉、煤煙、一氧化碳、液化氣、丁烷、丙烷、甲烷、酒精、氫氣、氨、苯、酒精、醛、輻射量都是未來研究內容。

(五)利用植物表面的微小特性，開發人工仿生清淨機濾片

針葉勾、葉毛、特殊波浪可增加滯塵量，可開發植物人工表皮清淨機濾片，也可開發保溼、防溼或吸附塵粒口罩，可以利用開發成各種人工合成表面（如汽車鏡面、雨衣、口罩、防塵罩等）。

(六)不同花台植物組合、行道樹、綠圍籬的滯塵量

找出真正能放在講台、花台、綠圍籬或行道樹的植栽組合，對推廣空氣淨化最有效果，可為未來研究的內容。可使用我們組裝的空氣粒子傳感器監測講台、花台或研究室內植物組合和廟口、路口行道樹對淨化空氣效果，讓實驗更有參考價值。

柒、結論

經過我們實驗驗證了有植物比無植物空氣品質佳，推薦植物為仙人掌、羅漢松、四季秋海棠、迷迭香、西洋文竹、檸檬香蜂草、芙蓉，且定時清洗效果更好。而針葉勾、葉毛、特殊波浪可增加滯塵量，可開發植物人工表皮清淨機濾片。檢視實驗目的假說之設置檢驗，發現假說幾乎都可證實，說明如下：

- 一、總葉面積(LA)與停著滯塵量與有正相關。單葉面積大，停著滯塵量高。
- 二、葉片生長較開闊，有效截塵面積(A)較大者滯塵量較高。
- 三、平均氣孔大小和滯塵量無正相關，而氣孔密度和溼附著滯塵量有正相關。
- 四、以單位面積植物溼滯塵量(W)當作真正附著粉塵量高依據，前七名分別是仙人掌、羅漢松、四季秋海棠、迷迭香、西洋文竹、檸檬香蜂草、芙蓉。植物的滯塵量必須綜合考量有效滯塵面積、葉片表面特質如毛、波浪狀、枝條凹陷處等，並非單一特徵就能表現正相關。如有毛的植物如迷迭香、檸檬香蜂草、芙蓉；莖有凹槽的仙人掌；葉小但枝條開闊，有附著處的羅漢松、西洋文竹；葉片有波量附著點的四季秋海棠皆是滯塵效果佳的種類。

五、風吹後**附著滯塵量高者為是單葉小(10cm²以下)的植物。**

六、**潮溼葉片能增加滯塵量**，植物經常水淋擦拭洗淨有助於減少植物受粉塵侵害，並增加滯塵量。

捌、參考資料及其他

Arduino 動手做-利用 GP2Y1010AU0F 偵測空氣懸浮微粒污。2018 年 1 月 19 日 取自

PM2.5<http://lafudo.blogspot.tw/2013/12/arduino-gp2y1010au0fpm25.html>

吳雨璇、林宜蓁、翁之晴(民 105)。本來無一物，何處惹塵埃？中華民國第 56 屆中小學科學展覽會作品。

李睦樂、王冠人、蘇冠中(民 102)。變「型」綠巨人，天空之「塵」終結者。中華民國第 53 屆中小學科學展覽會。

居家植物可淨化霧霾？2018 年 5 月 27 日 取自 <https://www.natgeomedia.com/news/ngnews/55525>

林莉萍、王正楷、曾義星、朱宏杰(民 103)。應用空載光達資料估計森林樹冠高度模型及葉面積指數。航測及遙測學刊。第十九卷 第 2 期 第 107-123 頁。

挖知識(民 105)。臥室放這！「空氣清道夫」虎尾蘭 助吸收害氣體、一夜好眠！2018 年 1 月 23 日 取自 <https://www.youtube.com/watch?v=XU5BSPsDxYs>

健康生活(民 105)。一種草「專吸室內空氣中的有毒有害氣體」，你家新房放置了嗎？2018 年 1 月 23 日 取自 <http://www.thehealthdaily.org/node/15435>

葉德銘(民 99)。淨化室內空氣之植物應用及管理手冊：居家生活版。臺北市：行政院環境保護署。

蔡志明(民 93)。空氣污染微粒在植物表面之沈降與脫離。國立台灣大學森林研究所碩士論文。

鄧廷安、張翔巖(民 104)。埃到你無法呼吸。中華民國第 55 屆中小學科學展覽會。

簡志祥(民 96)。以 ImageJ 測量葉面積。2018 年 1 月 23 日 取自

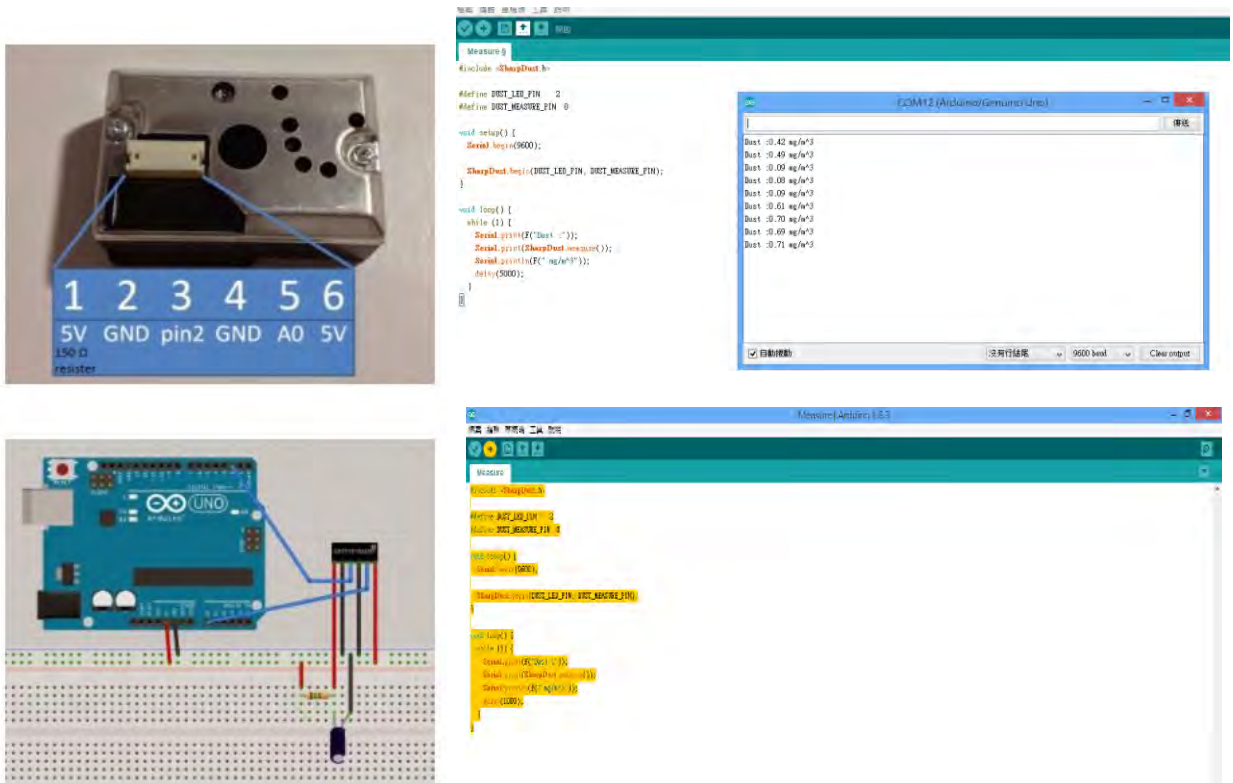
http://a-chien.blogspot.tw/2007/09/imagej_2149.html。

附件一 ImageJ 計算一片葉子面積的方法

1. 在網路上下載 ImageJ 軟體，執行並開啟 ImageJ
2. File-->Open ->開啟葉片與尺共同拍攝照片，背景為白色，葉片要壓平沒有陰影。
3. 將影像改為 8-bit 的影像 Image-->Type-->8-bit
4. 設定影像比例尺：
 - (1) 先以上方工具列的第 5 項的直線工具，在拍攝的尺上畫線，2 公分
 - (2) 打開 Analyze-->Set Scale 設定比例： Distance in Pixels：剛剛畫的那條線的長度，不用改。
 - (3) Know Distance:已知的長度，填 20。
 - (4) Pixel Aspect Ratio:不用改，除非你的影像被拉長過或是壓扁過才需要改。
 - (5) Unit of Length：長度的單位，填 mm
 - (6) Global:如果之後處理的影像都是相同比例尺，這裡打勾，之後就不用再到這邊設比例尺。但因為每張照片距離不同，所以都還是要重新設定。
5. 圈選葉子：選擇工具列的第一個方形工具，把葉子框起來，然後選擇 Image-->Crop
6. 設定閾值範圍：Image-->Adjus-->Threshold。調整 Threshold 的上下兩列的捲軸，使紅色的面積剛好覆蓋在葉子的綠色部份。
7. 計算葉片面積：Analyze-->Analyze Particles 至少 Display Results 或 Summarize 要打勾。這樣才知道結果 total area。

附件二 Arduino GP2Y1010AU0F 偵測空氣懸浮微粒的連接與操作

1. 參考網路連接方式將 GP2Y1010AU0F 偵測空氣懸浮微粒感測器連接在 arduino 主機板和電腦上。
2. 開啟下載至 library 的程式碼，按左上上傳按鍵，將感測器放入揚塵箱中測量。
3. 按工具/序列埠監控視窗即可紀錄空氣懸浮粒子濃度。



附件三 各種植物有效截塵面積(A)、總葉面積(LA)與植物原重(W0) 比較

編號	測量項目	90 度面積	45 度面積	0 度面積	有效截塵面積	葉片數量	總葉面積	平均單葉面積	植物原重
	單位	cm ²	cm ²	cm ²	cm ²	個	cm ²	cm ²	g
	植物名稱	A90	A45	A0	A	LN	LA	LAn	W0
1.1	羅漢松	193.939	72.556	76.45	114.315	26	28.626	1.101	223.44
2.1	四季秋海棠	84.823	125.051	81.92	97.26467	6	61.158	10.193	228.54
2.2	非洲鳳仙花	231.326	532.826	341.87	368.674	85	252.79	2.974	224.32
2.3	檸檬香蜂草	361.684	372.965	448.024	394.2243	45	262.35	5.83	279.00
2.4	仙人掌	107.958	194.471	99.302	133.9103	152	22.8	0.15	323.60
2.5	長壽花	285.294	321.833	322.165	309.764	17	517.123	30.419	319.40
2.6	芙蓉	291.776	327.237	281.824	300.279	134	310.076	2.314	288.80
3.1	西洋文竹	469.242	512.438	594.091	525.257	11	235.444	21.404	165.80
3.2	虎尾蘭	206.207	180.371	131.262	172.6133	12	136.476	11.373	238.60
3.3	袖珍椰子	306.858	266.399	242.123	271.7933	8	201.656	25.207	208.40
3.4	蘆薈	162.145	637.809	217.715	339.223	9	607.473	67.497	390.40
3.5	金針	301.261	402.902	653.04	452.401	12	513.252	42.771	248.00
3.6	迷迭香	183.394	169.007	209.156	187.1857	149	198.319	1.331	323.00
3.7	黃金葛	735.439	542.504	375.852	551.265	21	814.254	38.774	197.70
3.8	孔雀竹芋	806.257	581.621	473.986	620.6213	12	627.84	52.32	174.70
4.1	山蘇花	685.823	284.855	489.84	486.8393	15	1615.5	107.7	190.50
4.2	卷柏	281.073	165.075	185.793	210.647	264	1148.664	4.351	194.62

附件四 各種氣孔平均大小(S/ mm²)、氣孔密度(D)(氣孔數/1mm²)、氣孔總面積(SA)cm²比較

編號	植物名稱	氣孔 1 大小 mm ²	氣孔 2 大小 mm ²	氣孔 3 大小 mm ²	氣孔平均大小(S/ mm ²)	截圖氣孔數(個)	氣孔密度(D) (氣孔數/1mm ²)	氣孔總面積(SA)cm ²
1.1	羅漢松	0.004	0.003	0.003	0.003333	13	24.123	2.301628
2.1	四季秋海棠	0.006	0.005	0.005	0.005333	4.5	8.35	2.723537
2.2	非洲鳳仙花	0.001	0.001	0.001	0.001	16	29.690	7.505432
2.3	檸檬香蜂草	0.001	0.001	0.001	0.001	31	57.525	15.09172
2.4	仙人掌	無法測量						
2.5	長壽花	0.002	0.003	0.003	0.002667	10	18.556	25.5925
2.6	芙蓉	0.001	0.001	0.001	0.001	11	20.412	6.329315
3.1	西洋文竹	無法測量						
3.2	虎尾蘭	0.002	0.002	0.003	0.002333	3	5.566	1.772508
3.3	袖珍椰子	0.001	0.001	0.001	0.001	4	7.422	1.496811
3.4	蘆薈	0.002	0.002	0.002	0.002	2	3.711	4.509027
3.5	金針	0.015	0.023	0.021	0.019667	48	89.071	899.0956
3.6	迷迭香	0.001	0.002	0.002	0.001667	3	5.566	1.84042
3.7	黃金葛	0.003	0.003	0.004	0.003333	8.5	15.773	42.80653
3.8	孔雀竹芋	0.001	0.001	0.001	0.001	27	50.102	31.45637
4.1	山蘇花	0.005	0.005	0.005	0.005	5	9.278	74.94503
4.2	卷柏	無法測量						

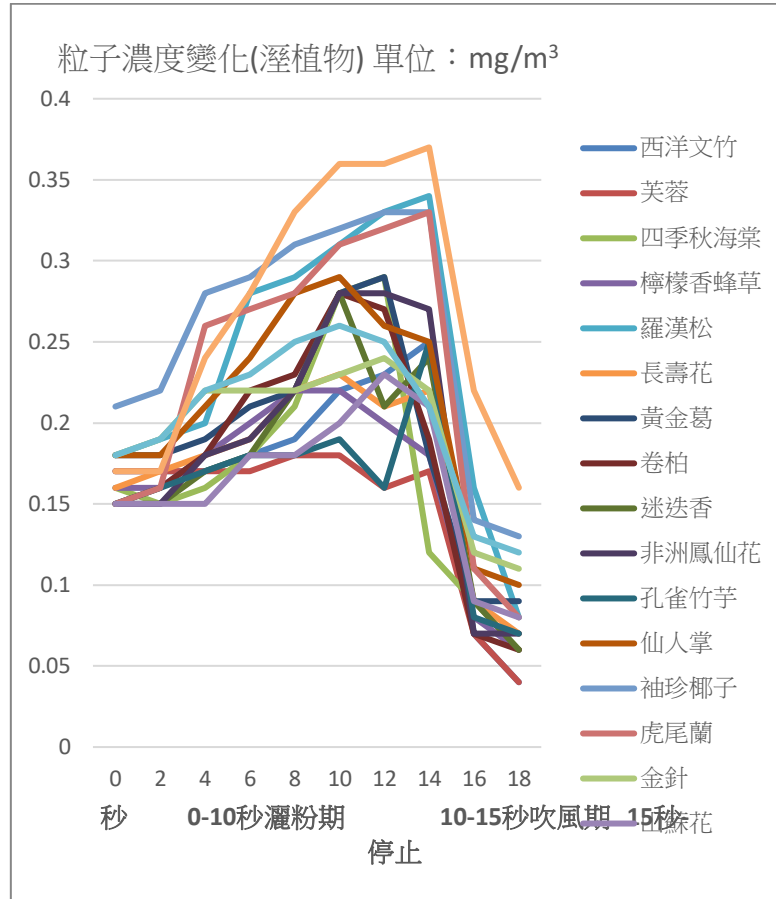
附件五 各種植物滯塵量分析比較 單位：g

編號	植物名稱	植物乾原重 W0	停著滯塵量 (W1)	附著滯塵量 (W2)	植物溼原重 WW0	溼停著滯塵 量(WW1)	溼附著滯塵 量(WW2)
2.6	芙蓉	288.80	41.00	34.62	290.38	41.40	31.62
3.8	孔雀竹芋	174.70	40.80	9.92	174.90	43.58	17.52
4.1	山蘇花	190.50	39.90	8.28	191.40	44.06	26.08
3.1	西洋文竹	165.80	39.70	10.20	164.60	48.94	38.96
3.6	迷迭香	323.00	37.80	37.65	324.10	40.47	38.32
2.3	檸檬香蜂草	279.00	37.18	35.30	281.50	40.39	37.95
4.2	卷柏	194.62	36.71	4.83	193.42	44.12	31.14
2.5	長壽花	319.40	33.20	2.28	318.24	35.88	24.00
3.7	黃金葛	197.70	24.70	13.41	198.24	29.30	13.90
3.4	蘆薈	390.40	23.50	8.05	391.45	30.39	19.79
2.2	非洲鳳仙花	224.32	21.10	14.13	225.43	29.41	17.44
3.5	金針	248.00	18.40	3.36	249.21	27.30	16.24
2.1	四季秋海棠	228.54	13.10	10.96	229.43	34.82	12.92
2.4	仙人掌	323.60	7.70	6.86	325.89	18.36	12.56
3.2	虎尾蘭	238.60	6.00	2.82	239.75	14.85	9.99
3.3	袖珍椰子	208.40	5.10	2.83	209.49	24.01	18.49
1.1	羅漢松	223.44	2.00	0.86	224.78	20.66	10.67

附件六 粉塵傳感器揚塵箱中粒子濃度變化(乾植物) 單位：μg/m³ 微克/立方公尺






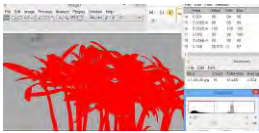
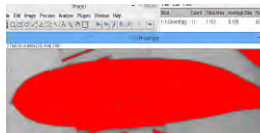
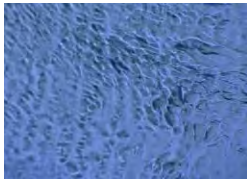
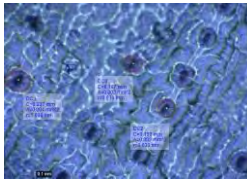


編號	秒數	1-10 秒灑粉						10-15 秒吹風		靜止		粉塵減少量 18-0 秒
		0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	
2.6	芙蓉	17	18	17	18	19	18	19	11	6	5	-12
3.1	西洋文竹	17	18	20	19	24	25	28	7	6	6	-11
3.8	孔雀竹芋	18	18	19	19	21	18	26	9	8	7	-11
3.6	迷迭香	17	18	22	23	29	24	25	12	9	7	-10
4.1	山蘇花	17	17	19	22	24	25	24	11	8	8	-9
2.3	檸檬香蜂草	17	20	22	26	24	22	21	18	11	8	-9
1.1	羅漢松	22	23	29	32	34	29	28	18	13	13	-9
2.2	非洲鳳仙花	16	22	27	28	29	28	27	18	7	7	-9
2.4	仙人掌	18	22	24	28	29	28	28	11	9	9	-9
3.5	金針	23	24	24	23	24	26	23	15	14	14	-9
3.7	黃金葛	17	21	27	29	31	33	24	16	10	9	-8
3.4	蘆薈	17	24	27	28	29	29	23	10	9	9	-8
3.3	袖珍椰子	21	22	25	26	34	31	32	18	14	13	-8
2.5	長壽花	18	22	27	28	28	26	24	14	11	11	-7
3.2	虎尾蘭	18	23	31	32	34	29	35	13	12	12	-6
4.2	卷柏	20	22	26	24	31	31	24	15	14	14	-6
2.1	四季秋海棠	16	18	24	29	34	32	23	15	14	10	-6
5.1	無植物	17	24	28	33	36	36	37	22	16	16	-1

附件七 粉塵傳感器揚塵箱中粒子濃度變化(溼植物) 單位：μg/m³ 微克/立方公尺



編號	秒數	1-10 秒灑粉						10-15 秒吹風		靜止		粉塵減少量
		0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	
3.1	西洋文竹	0.17	0.17	0.17	0.18	0.19	0.22	0.23	0.25	0.07	0.04	-0.13
2.6	芙蓉	0.17	0.17	0.17	0.17	0.18	0.18	0.16	0.17	0.07	0.04	-0.13
2.1	四季秋海棠	0.16	0.15	0.16	0.18	0.21	0.28	0.29	0.12	0.09	0.06	-0.1
2.3	檸檬香蜂草	0.16	0.16	0.18	0.2	0.22	0.22	0.2	0.18	0.08	0.06	-0.1
1.1	羅漢松	0.18	0.19	0.2	0.28	0.29	0.31	0.33	0.34	0.16	0.08	-0.1
2.5	長壽花	0.16	0.17	0.18	0.19	0.22	0.23	0.21	0.22	0.09	0.07	-0.09
3.7	黃金葛	0.18	0.18	0.19	0.21	0.22	0.28	0.29	0.18	0.09	0.09	-0.09
4.2	卷柏	0.15	0.16	0.18	0.22	0.23	0.28	0.27	0.19	0.07	0.06	-0.09
3.6	迷迭香	0.15	0.15	0.17	0.18	0.22	0.28	0.21	0.24	0.09	0.06	-0.09
2.2	非洲鳳仙花	0.15	0.15	0.18	0.19	0.22	0.28	0.28	0.27	0.07	0.07	-0.08
3.8	孔雀竹芋	0.15	0.16	0.17	0.18	0.18	0.19	0.16	0.25	0.08	0.07	-0.08
2.4	仙人掌	0.18	0.18	0.21	0.24	0.28	0.29	0.26	0.25	0.11	0.1	-0.08
3.3	袖珍椰子	0.21	0.22	0.28	0.29	0.31	0.32	0.33	0.33	0.14	0.13	-0.08
3.2	虎尾蘭	0.15	0.16	0.26	0.27	0.28	0.31	0.32	0.33	0.11	0.08	-0.07
3.5	金針	0.18	0.19	0.22	0.22	0.22	0.23	0.24	0.22	0.12	0.11	-0.07
4.1	山蘇花	0.15	0.15	0.15	0.18	0.18	0.2	0.23	0.21	0.09	0.08	-0.07
3.4	蘆薈	0.18	0.19	0.22	0.23	0.25	0.26	0.25	0.21	0.13	0.12	-0.06
5.1	無植物	0.17	0.17	0.24	0.28	0.33	0.36	0.36	0.37	0.22	0.16	-0.01

附件八 植物詳細資料

植物	01 (1-1)	名稱	羅漢松 <i>Podocarpus macrophyllus</i>	
分類	裸子植物	科別	羅漢松科(Podocarpaceae)羅漢松屬(Podocarpus)	
照片	有效面積 90 度	有效面積 75 度	有效面積 45 度	葉面
				
特色描述	學校操場旁的羅漢松已經長成小喬木或灌木，但我們使用取用拿來綠化教室和花台的小種子盆栽。			
葉排列	葉為線形或狹披針形，葉基銳形，葉端漸尖，葉源全緣，邊緣略反捲，主脈明顯。			
葉表面	葉上下表面光滑，革質。			
葉片數	26	葉總面積	28.626cm ²	
面積	有效面積 90 度	有效面積 75 度	有效面積 45 度	平均葉面積
				
	193.939 cm ²	72.556 cm ²	76.45 cm ²	1.101 cm ²
顯微照	複式上表皮*450	複式下表皮*450	解剖上表皮	解剖下表皮
				
葉毛	無			
氣孔密度	24.12343778 個/mm ²	平均大小	0.003333333 mm ²	
補充說明				

植物	02 (2-1)			名稱	四季秋海棠 <i>Begonia semperloevans-sulcatum</i>
分類	被子植物/雙子葉植物			科別	秋海棠科(Begoniaceae) 秋海棠屬(Begonia)
照片	有效面積 90 度	有效面積 75 度	有效面積 45 度	葉面	
特色描述	在我們學校的 4 樓花台有種植，開各種顏色的花很漂亮。常綠肉質草本，株高 15-45 公分，全株光滑無毛；基不多分枝，莖直立。				
葉排列	葉互生，具柄而長短差大，葉片卵形或廣卵形，長 10-30 公分，寬 8-15 公分；基部心形或微偏斜，先端鈍形或急尖，不整狀鋸齒緣或近全緣，兩面光滑，主脈常呈淡紅色。				
葉表面	葉面光滑且具有蠟質。				
葉片數	6		葉總面積 61.158 cm ²		
面積	有效面積 90 度	有效面積 75 度	有效面積 45 度	平均葉面積	
	84.823 cm ²	125.051 cm ²	81.9 cm ²	61.158 cm ²	
顯微照	複式上表皮*450	複式下表皮	解剖上表皮	解剖下表皮	
葉毛	無				

植物	03 (2-2)			名稱	非洲鳳仙花 <i>Impatiens walleriana</i>
分類	被子植物/雙子葉植物			科別	鳳仙花科 (Balsaminaceae) 鳳仙花屬(Impatiens)
照片	有效面積 90 度	有效面積 75 度	有效面積 45 度	葉面	
特色描述	非洲鳳仙花多年生宿根性草本植物，高 20-80 公分。學校花台有許多種栽，小果黃像一顆綠色炸彈，可以靠彈力傳播，是我們學習種子傳播方式的好材料。				
葉排列	單葉互生，螺旋狀排列；葉闊卵形或卵狀披針形，長 1.5-6 公分，寬 2.5-5.5 公分，頂端尖或漸尖，基部楔形，邊緣有銳鋸齒，基部有 1-2 枚具柄的腺體；兩面無毛；羽狀側脈 5-8 對；葉柄長 1.5-5 公分，具 1-2 枚具柄的托葉狀腺體。				
葉表面	紙質單葉，葉脈不明顯。				
葉片數	85		葉總面積 28.626 cm ²		
面積 cm ²	有效面積 90 度	有效面積 75 度	有效面積 45 度	平均葉面積	
	231.326 cm ²	532.826 cm ²	341.87 cm ²	2.974 cm ²	
顯微照	複式上表皮*450	複式下表皮	解剖上表皮	解剖下表皮	
葉毛	無				
氣孔密度	29.69038495 個/1mm ²		平均大小	0.001 mm	

植物	04 (2-3)			名稱	檸檬香蜂草 <i>Melissa officinalis</i>
分類	被子植物/雙子葉植物			科別	秋海棠科(Begoniaceae) 秋海棠屬(Begonia)
照片	有效面積 90 度	有效面積 75 度	有效面積 45 度	葉面	
特色描述	香味較濃烈。在健康生活網站說這是吸毒草，專吸室內空氣中的有毒有害氣體，如：甲醛、氨氣、苯氣、氯氣、二氧化硫、以及煙味、異味、二氧化碳，釋放負離子速度快、消毒殺菌。				
葉排列	地上部的葉呈方形並具分枝，分枝性強，極易形成叢生，株高約 30 至 60 公分高。具寬卵形或心臟形之圓鋸齒或鋸齒葉片，葉脈明顯，葉片對生，著生於每一莖節上。				
葉表面	莖及葉密布細絨毛。				
葉片數	26		葉總面積 28.626 cm ²		
面積 cm ²	有效面積 90 度	有效面積 75 度	有效面積 45 度	平均葉面積	
	361.684 (cm) ²	372.965 (cm) ²	448.024 (cm) ²	5.83 cm ²	
顯微照	複式上表皮*450	複式下表皮	解剖上表皮	解剖下表皮	
葉毛	解剖上表皮單位視窗內有 3 根毛				
氣孔密度	57.52512085 個/1mm ²		平均大小	0.001 mm	

植物	05 (2-4)			名稱	仙人掌(仙人球) <i>Echinocactus tubiflorus</i>
分類	被子植物/雙子葉植物			科別	仙人掌科 Cactaceae 仙人掌屬 Echinopsis
照片	有效面積 90 度	有效面積 75 度	有效面積 45 度	葉面	
特色描述	面對沙漠缺水 and 氣候的適應，仙人掌的葉子退化成短粗的小刺，以減少水份流失。				
葉排列	葉已退化為刺，無真正的葉。氣孔分布在肉質莖的表皮上，已特化針狀葉的結構上無氣孔的分布。氣體交換或行光合作用都轉化在肉質莖進行。				
葉表面	刺針狀。				
葉片數	152		葉總面積 22.8 cm ²		
面積	有效面積 90 度	有效面積 75 度	有效面積 45 度	平均葉面積	
	107.958 cm ²	194.471 cm ²	99.302 cm ²	0.224 cm ²	
顯微照					
葉毛	無				
氣孔密度	葉上無氣孔		平均大小	無	
補充說明					

植物	06(2-5)			名稱	長壽花 <i>Kalanchoe blossfeldiana</i>
分類	被子植物/雙子植物		科別	景天科(Crassulaceae) 伽藍菜屬(Kalanchoe)	
照片	有效面積 90 度	有效面積 75 度	有效面積 45 度	葉面	
特色描述	多肉植物，成熟植株高約 20~30 公分左右。學校盆栽中葉子最厚最特別，因此我們想拿來比較滯澀力和氣孔的特性				
葉排列	肉質，葉片肥厚，多汁，葉片呈深綠色，呈橢圓形或長橢圓形，葉緣有淺裂刻，葉十字對生。				
葉表面	葉片具有蠟質和光澤。				
葉片數	17		葉總面積	517.123 cm ²	
面積	有效面積 90 度	有效面積 75 度	有效面積 45 度	平均葉面積	
	285.294 cm ²	321.833 cm ²	322.165 cm ²	30.419 cm ²	
顯微照	複式上表皮 *450	複式下表皮	解剖上表皮	解剖下表皮	
葉毛	無				
氣孔密度	18.5564906 個/1mm ²		平均大小	0.002666667 mm ²	
補充說明					

植物	07(2-6)			名稱	芙蓉 <i>Crossostephium chinense</i>
分類	被子植物/雙子植物		科別	菊科(Compositae) 蕒艾屬(Crossostephium)	
照片	有效面積 90 度	有效面積 75 度	有效面積 45 度	葉面	
特色描述	台灣原生種，北部濱海植物。外型優雅經常作為盆栽觀賞植物。				
葉排列	莖葉多分枝，密被灰色柔毛，平展，而常成圓形灌叢。				
葉表面	密被灰白色絨毛，具香氣，葉柔革質，全緣；葉互生於枝端，披針形至倒披針形，全緣或先端三裂，長 2~5 公分，寬 0.2~2 公分。				
葉片數	134		葉總面積	310.076 cm ²	
面積	有效面積 90 度	有效面積 75 度	有效面積 45 度	平均葉面積	
	291.776 cm ²	327.237 cm ²	281.824 cm ²	2.314 cm ²	
顯微照	複式上表皮 *450	複式下表皮	解剖上表皮	解剖下表皮	
葉毛	上下皆有許多毛				
氣孔密度	20.41213966 個/1mm ²		平均大小	0.001mm ²	
補充說明					

植物	08 (2-1)			名稱	西洋文竹 <i>Asparagus setaceus</i>
分類	被子植物/單子植物		科別	百合科(Liliaceae) 天門冬屬(Asparagus)	
照片	有效面積 90 度	有效面積 75 度	有效面積 45 度	葉面	
特色描述	葉長得像羽毛，感覺應該可以增加滯澀量，因此我們拿來做實驗。查了資料才發現這不是真正的葉子，那假葉和針葉的差別在哪呢？正好可以好好研究。				
葉排列	株呈平展狀，莖細長，光滑，呈攀援狀，根稍肉質，植株叢生狀，莖半木質化，塊根與莖叢生，細長之莖由根際叢生，分枝多，具刺，小枝呈十字對生，柔軟彎曲而成下垂狀。				
葉表面	特殊葉狀莖，由莖上小枝發育成葉狀，不是葉子，仍是它的莖，稱為「假葉」，輪狀互生，假葉長 0.3-0.5 公分，1~2 枚或 3~4 枚群生，扁平線狀，黃綠色，具光澤，下垂狀或葉狀；真正的葉子早已退化消失。				
葉片數	11		葉總面積	235.444 cm ²	
面積	有效面積 90 度	有效面積 75 度	有效面積 45 度	平均葉面積	
	469.242 cm ²	512.438 cm ²	594.091 cm ²	21.404 cm ²	
顯微照	複式上表皮 *450	複式下表皮	解剖上表皮	解剖下表皮	
葉毛	無				
氣孔密度	看不清楚		平均大小	看不清楚	
補充說明					

植物	09 (3-2)			名稱	虎尾蘭 <i>Sansevieria trifasciata</i>
分類	被子植物/單子植物		科別	龍舌蘭科(Agavaceae) 虎尾蘭屬(Sansevieria)	
照片	有效面積 90 度	有效面積 75 度	有效面積 45 度	葉面	
特色描述	部分網站說虎尾蘭是「空氣清道夫」可以助吸收害氣體幫助一夜好眠！在校園盆栽中也是常見的種類，因此我們拿來研究實驗。				
葉排列	葉根生，2 至多枚簇生，直生或略斜生，帶狀披針形或倒狀披針形，長 30~100 公分，寬 3~8 公分，下部漸狹成槽狀柄，先端短尖而具硬銳尖頭，全緣，葉片上具白綠色或深綠色相間之橫斑紋。				
葉表面	直立，硬革質。				
葉片數	12		葉總面積	11.373 cm ²	
面積	有效面積 90 度	有效面積 75 度	有效面積 45 度	平均葉面積	
	206.207 cm ²	180.371 cm ²	131.262 cm ²	11.373 cm ²	
顯微照	複式上表皮 *450	複式下表皮	解剖上表皮	解剖下表皮	
葉毛	無				
氣孔密度	5.566947179 個/1mm ²		平均大小	0.002333333 mm ²	
補充說明					

植物	10 (3-3)			名稱	袖珍椰子 <i>Chamaedorea elegans</i>
分類	被子植物/單子植物			科別	棕櫚科 (Palmae) 茶馬椰子屬 (<i>Chamaedorea</i>)
照片	有效面積 90 度	有效面積 75 度	有效面積 45 度	葉面	
特色描述	室內最迷你你的棕櫚盆栽。				
葉排列	葉一般著生於枝幹頂，羽狀全裂，裂片披針形，互生，深綠色，有光澤。長 14~22 厘米，寬 2~3 厘米，頂端兩片羽葉的基部常合生為魚尾狀，嫩葉綠色，老葉墨綠色。				
葉表面	表面有光澤，如蠟製品。				
葉片數	8		葉總面積	201.656cm ²	
面積	有效面積 90 度	有效面積 75 度	有效面積 45 度	平均葉面積	
	306.858 cm ²	266.399cm ²	242.123 cm ²	25.207 cm ²	
顯微照	複式上表皮 *450	複式下表皮	解剖上表皮	解剖下表皮	
葉毛	無				
氣孔密度	7.422596239 個/1mm ²		平均大小	0.001 mm ²	
補充說明					

植物	11 (3-4)			名稱	蘆薈 <i>Aloe vera</i>
分類	被子植物/單子植物			科別	百合科 (Liliaceae) 蘆薈屬 (<i>Aloe</i>)
照片	有效面積 90 度	有效面積 75 度	有效面積 45 度	葉面	
特色描述	肉質常綠草本。				
葉排列	葉根生，叢生，呈鐘狀，葉片肥厚，肉質，含粘滑汁液，劍狀，長 15~40 公分，寬 2~8 公分，基部寬闊，先端長漸尖，粉綠色，具白斑，邊緣疏生刺狀小齒。				
葉表面	葉片肥厚，表皮光滑。				
葉片數	9		葉總面積	607.473cm ²	
面積	有效面積 90 度	有效面積 75 度	有效面積 45 度	平均葉面積	
	162.145 cm ²	637.809 cm ²	217.715 cm ²	67.497 cm ²	
顯微照	複式上表皮 *450	複式下表皮	解剖上表皮	解剖下表皮	
葉毛	無				
氣孔密度	3.711298119 個/1mm ²		平均大小	0.002 mm ²	
補充說明					

植物	12 (3-5)			名稱	金針 <i>Hemerocallis citrina</i>
分類	被子植物/單子植物			科別	百合科 (Liliaceae) 萱草屬 (<i>Hemerocallis</i>)
照片	有效面積 90 度	有效面積 75 度	有效面積 45 度	葉面	
特色描述	臺灣全境平野至山麓普遍作經濟食品栽培或庭園觀賞栽培，能食用觀賞。				
葉排列	葉自根部叢生，狹長呈劍狀線形，長 30-80 公分，寬 1~1.8 公分，基部抱莖，先端漸尖，全緣，稍肉質狀。				
葉表面	光滑。				
葉片數	12		葉總面積	513.252 cm ²	
面積	有效面積 90 度	有效面積 75 度	有效面積 45 度	平均葉面積	
	301.261cm ²	402.902 cm ²	653.040 cm ²	42.771 cm ²	
顯微照	複式上表皮 *450	複式下表皮	解剖上表皮	解剖下表皮	
葉毛	無				
氣孔密度	89.071154868 個/1mm ²		平均大小	0.019666667 mm ²	

植物	13 (3-6)			名稱	迷迭香 <i>Rosmarinus officinalis</i>
分類	被子植物/單子植物			科別	唇形花科 (Lamiaceae) 迷迭香屬 (<i>Rosmarinus</i>)
照片	有效面積 90 度	有效面積 75 度	有效面積 45 度	葉面	
特色描述	迷迭香全株香氣濃烈，用途廣泛，小花可裝飾沙拉、水果或甜點，葉片可消除魚、肉類腥味，或加入煎烤、燉煮、醃漬、海鮮等食物中增添料理風味，法國及義大利菜最常採用。				
葉排列	葉常在枝上叢生，線形，長 1~2.5 公分，寬 0.1~0.2 公分；先端鈍，基部漸狹，全緣，灰綠色，革質，向背面捲曲，上部稍具光澤，近無毛，下面密被白色星狀絨毛，具強烈辛香味；葉柄極短或無柄。				
葉表面	密被白色星狀絨毛。				
葉片數	149		葉總面積	198.319cm ²	
面積	有效面積 90 度	有效面積 75 度	有效面積 45 度	平均葉面積	
	183.394cm ²	169.007 cm ²	209.156 cm ²	1.331 cm ²	
顯微照	複式上表皮 *450	複式下表皮	解剖上表皮	解剖下表皮	
葉毛	細絨毛，單位視野面積下有 15 根毛，每 3-4 根為一組				
氣孔密度	5.566947179 個/1mm ²		平均大小	0.001666667mm ²	

植物	14 (3-7)			名稱	黃金葛 <i>Epipremnum aureum</i>			
分類	被子植物/單子植物			科別	天南星科 (Araceae) 麒麟尾屬 (<i>Epipremnum</i>)			
照片	有效面積 90 度	有效面積 75 度	有效面積 45 度	葉面				
特色描述	可攀緣在樹幹、石壁或牆垣上，學校花台有地方長葉莖常延伸達 3 公尺以上，由節處會長氣根。可剪枝插在水中觀察無性生殖，綠化廁所和室內環境的好材料。							
葉排列	葉呈心臟形，隨莖葉伸高而長大。葉及葉柄、莖葉均呈黃綠色，葉片上有不規則黃金色或白色斑塊。							
葉表面	光滑。							
葉片數	21		葉總面積		814.254 cm ²			
面積	有效面積 90 度	有效面積 75 度	有效面積 45 度	平均葉面積				
	735.439 cm ²	542.504 cm ²	375.852 cm ²	38.774 cm ²				
顯微照	複式上表皮*450	複式下表皮	解剖上表皮	解剖下表皮				
葉毛	無							
氣孔密度	15.77301701 個/1mm ²		平均大小		0.003666667 mm ²			
補充說明								

植物	15 (3-8)			名稱	孔雀竹芋 <i>Calathea majestica</i>			
分類	被子植物/單子植物			科別	竹芋科 (Maranthaceae) 肖竹芋屬 (<i>Calathea</i>)			
照片	有效面積 90 度	有效面積 75 度	有效面積 45 度	葉面				
特色描述	原產於熱帶美洲，根據淨化室內空氣之植物應用及管理手冊指出他的甲醛、氮的去除能力為六星級。葉子色多美麗，猶如構成一幅水墨畫片，觀賞價值極高。							
葉排列	株高約 30-40 公分；卵形葉，長約 25-30 公分，寬 10 公分，葉面斑紋如同孔雀羽毛般。淡黃綠色半透明葉面上，中肋兩側鑲有橄欖綠色、卵形且大小互生的塊斑，羽狀細脈亦呈橄欖綠，而葉背的脈斑則呈紫紅色。							
葉表面	金屬光澤，明亮。葉子呈現波浪形。							
葉片數	12		葉總面積		627.84 cm ²			
面積	有效面積 90 度	有效面積 75 度	有效面積 45 度	平均葉面積				
	806.257 cm ²	581.621 cm ²	473.986 cm ²	52.32 cm ²				
顯微照	複式上表皮*450	複式下表皮	解剖上表皮	解剖下表皮				
葉毛	無							
氣孔密度	50.10252461 個/1mm ²		平均大小		0.001 mm ²			
補充說明								

植物	17 (4-2)			名稱	卷柏 <i>Selaginella labouderi</i>			
分類	蕨類			科別	卷柏科 (Selaginellaceae) 卷柏屬 (<i>Selaginella</i>)			
照片	有效面積 90 度	有效面積 75 度	有效面積 45 度	葉面				
特色描述	主軸側生多回分枝。							
葉排列	側葉在小枝上呈覆瓦狀排列，同枝的兩側緊靠斜展，卵狀長圓形，長 0.3-0.5 公分，寬 0.15-0.2 公分，鈍頭，基部心形，葉緣內側下方有微鋸齒，外側的中部以下幾全緣，兩側上方均有疏鋸齒。							
葉表面	光滑、薄片狀。							
葉片數	264		葉總面積		1148.664 cm ²			
面積	有效面積 90 度	有效面積 75 度	有效面積 45 度	平均葉面積				
	281.073 cm ²	165.075 cm ²	185.793 cm ²	4.351 cm ²				
顯微照	複式上表皮*450	複式下表皮	解剖上表皮	解剖下表皮				
葉毛	無							
氣孔密度	看不清楚		平均大小		無法計算			
補充說明	假葉很薄，不用製作指甲油印標本可以直接在複式顯微鏡下觀察比標本清楚。							

植物	16 (4-1)			名稱	山蘇花 <i>Asplenium adnigrum</i>			
分類	蕨類			科別	鐵角蕨科 (Asplenaceae) 鐵角蕨屬 (<i>Asplenium</i>)			
照片	有效面積 90 度	有效面積 75 度	有效面積 45 度	葉面				
特色描述	盆栽、附生於大樹上等。其葉片為優良花材。山地同胞取其芽為辟瘴劑，而且捲曲嫩葉可炒、煮食，亦可以煮稀飯和做泡菜。							
葉排列	葉序為叢生(簇生)，葉端漸尖為外型闊披針形，葉脈在僅中肋有明顯突出葉背，其葉色正面翠綠，葉柄、短而多肉、黑色、基部被有黑褐色線形鱗片。葉柄短，葉片披針形，全緣些微呈波浪形，間有小缺刻，全長約 70 公分，寬 10 公分。							
葉表面	光滑波浪形。							
葉片數	15		葉總面積		1615.5 cm ²			
面積	有效面積 90 度	有效面積 75 度	有效面積 45 度	平均葉面積				
	685.823 cm ²	284.855 cm ²	489.84 cm ²	107.7 cm ²				
顯微照	複式上表皮*450	複式下表皮	解剖上表皮	解剖下表皮				
葉毛	無							
氣孔密度	9.278245298 個/1mm ²		平均大小		0.005 mm ²			
補充說明								

【評語】 030320

本研究探討植物葉片特徵與塵埃吸附能力的相關性。但本作品欠缺適當的文獻探討，再者以麵粉充當粉塵，顆粒大小不一，且遠大於 PM2.5 顆粒，為已知內容，故研究的原創性稍差。

塵室獵人-仙人掌

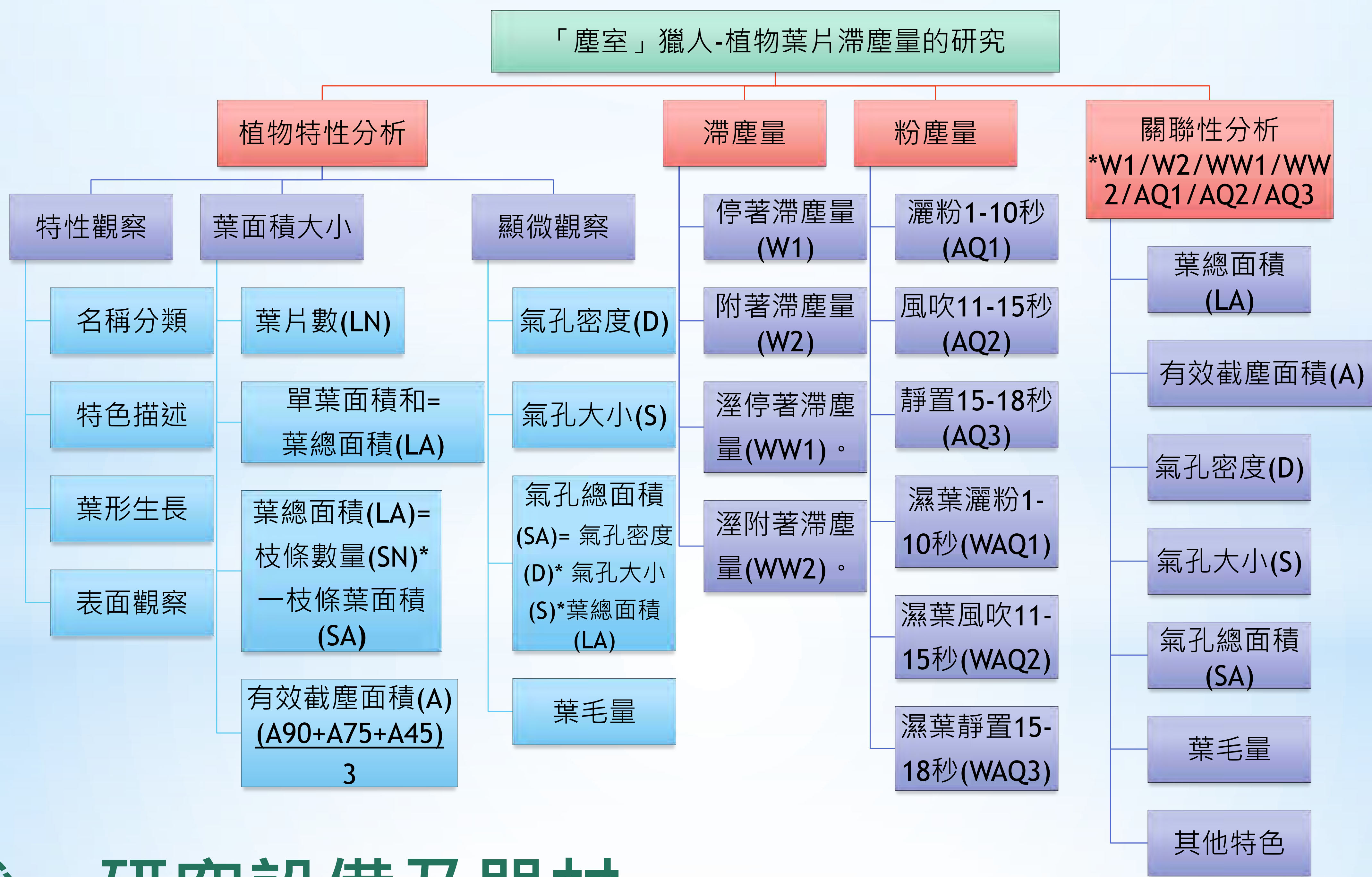
單位面積滯塵效果佳者為仙人掌、羅漢松、四季秋海棠、迷迭香、西洋文竹、檸檬香蜂草、芙蓉。植物的滯塵量必須綜合考量面積、表面特質(如毛、波浪狀)或枝條凹陷處等。總葉面積、單葉面積大與停著滯塵量與有正相關。有效截塵面積較大者停著及附著滯塵量較高。附著滯塵量高者為是單葉小的植物。氣孔密度和附著滯塵量有正相關。潮溼葉片能增加滯塵量。

壹、研究動機

近年來，空氣污染的情況愈來愈嚴重，我們有甚麼積極方法來改善空氣品質呢？植物氣孔、葉片上的細絨毛等特性不同，是否有部分種類植物能有較好的淨化空氣能力？因此我們研究不同植物葉片能吸附塵埃的能力。希望能設計更好的植物窗台裝置，使大家變得更健康，讓心情和健康都變更好。

貳、研究目的

- 一、了解較大的葉面積是否滯塵量較高。
- 二、比較葉片生長較開闊，有效植物面積較大者是否滯塵量較高。
- 三、確認氣孔較多或較大的植物是否滯塵量較高。
- 四、研究有毛、波浪狀的葉片是否能提高滯塵量。
- 五、風吹後是否灰塵就會再飄散，分析真正附著粉塵量高的植物有甚麼特色。
- 六、濕葉片是否能增加滯塵量。



參、研究設備及器材

一、實驗植物(17種)：二、觀察與實驗器材：

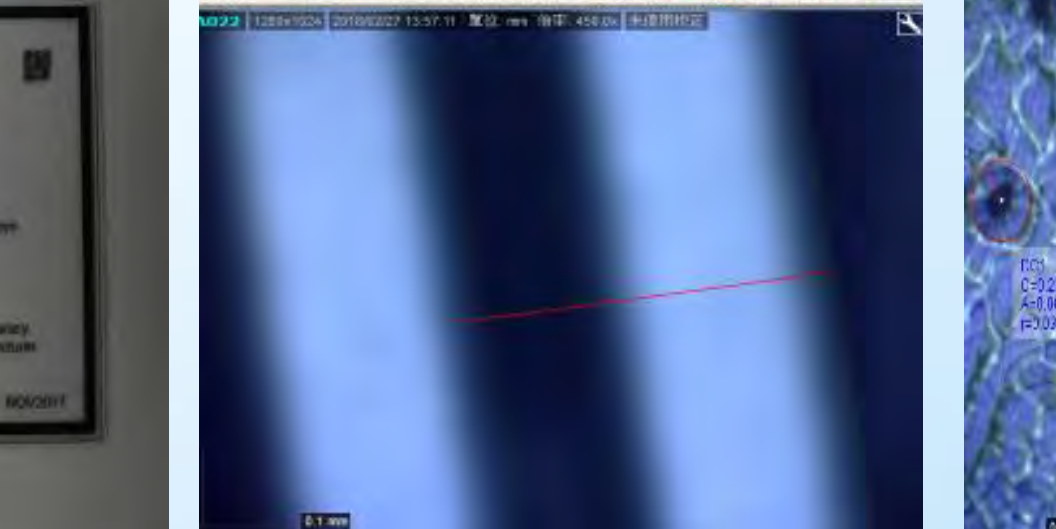
(一) 相機、複式顯微鏡、解剖顯微鏡、葉面積測量攝影器、量角器。

(二) 製作葉片表皮印模標本：指甲油、膠帶、玻片。

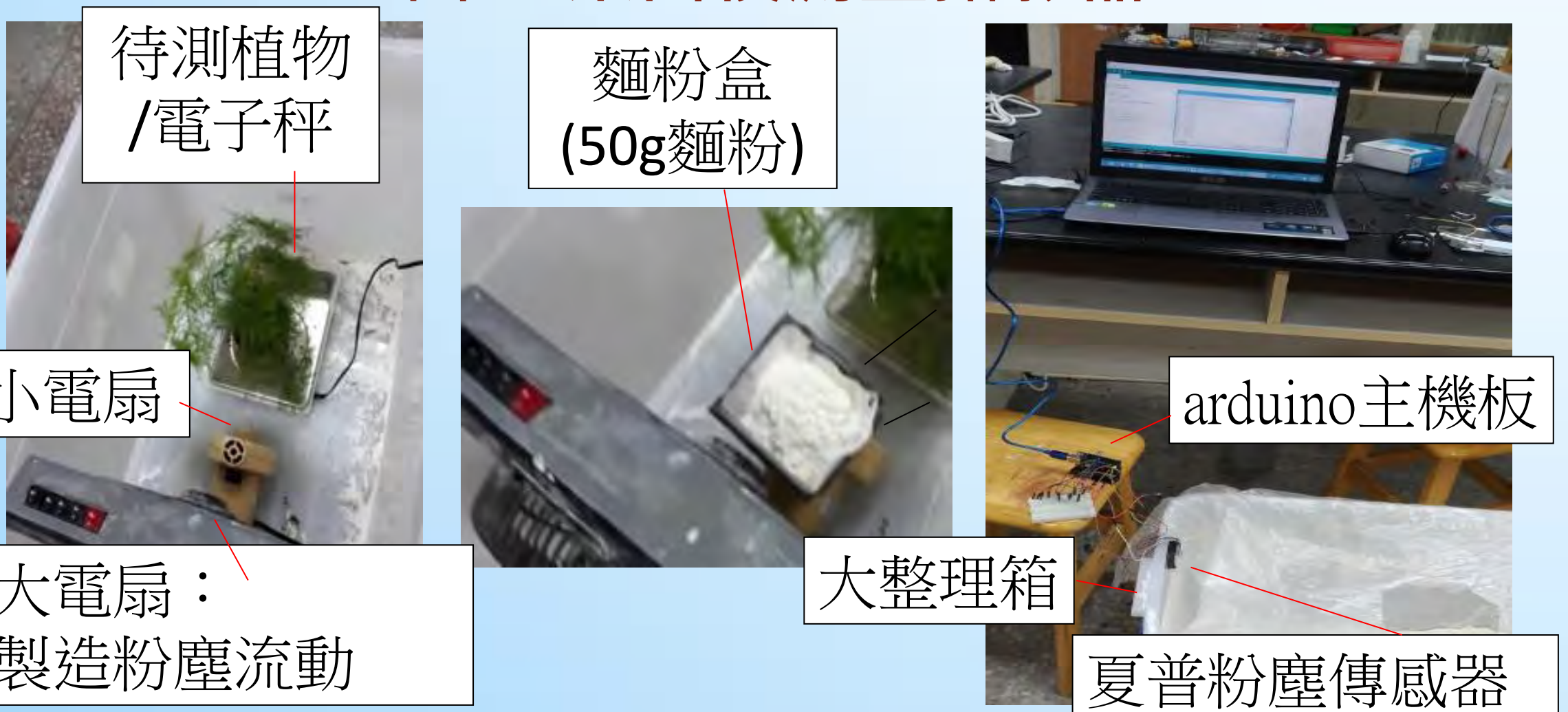
(三) 揚塵落塵實驗箱：整理箱、風扇、麵粉、麵粉箱、篩網、電子秤、塑膠布、粉塵傳感器



圖一 葉面積測量攝影器



拍攝尺規顯微片，尺規顯微片在顯微鏡中大小為校正值，計算植物氣孔大小



圖三 揚塵落塵實驗箱

圖二 葉片標本印模製作

肆、研究過程或方法

一、研究植物面積

1. 總葉面積(LA)=拍照實測每片葉面積總和，總葉面積葉片多者(LA)=枝條數量(SN)*一枝條葉面積(SA)
2. 有效截塵面積(A) = (A90+A45+A0)/3

二、滯塵量分析：

由揚塵落塵實驗箱撒50克麵粉，開啟揚塵大小風扇10秒後，計算植物停著塵量(W1) (暫時落於葉面上，一經外力或風吹隨即飛走的麵粉重)，再開大小風扇5秒，計算附著塵量(W2) (經風吹仍固著於葉面、氣孔或毛上的麵粉重)。由粉塵傳感器測定粒子濃度變化。並分析粉塵停留在植物的位置與植物特色

三、擦濕葉片後植物滯塵量的差別

用乾淨濕抹布擦拭葉片後，讓葉片保留潮濕，計算植物溼停著塵量(WW1)。再開大小風扇5秒，計算溼附著塵量(WW2)。

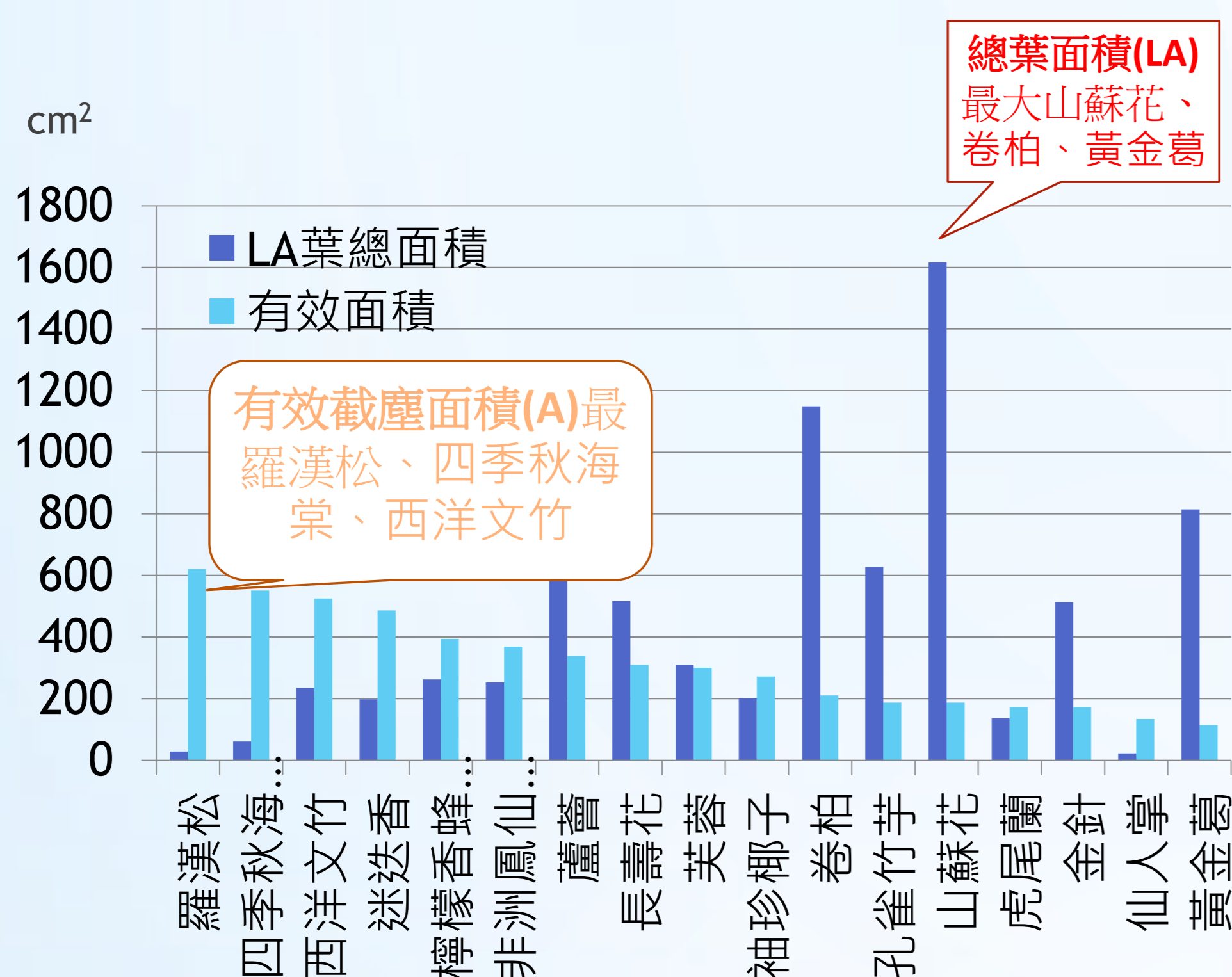


用imageJ軟體調整葉顏色部位並計算可呈現出來的葉面積大小

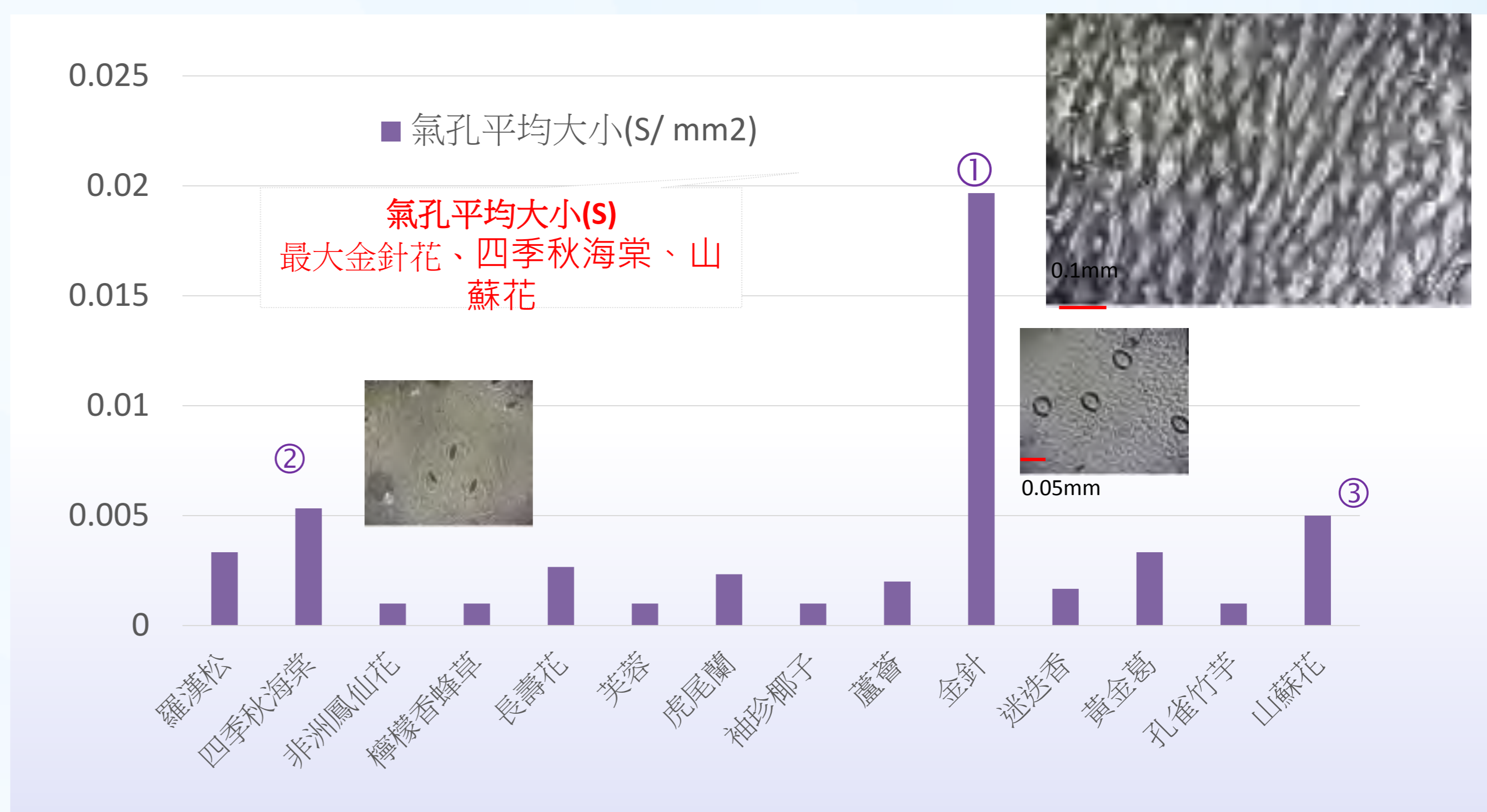
圖四 有效截塵面積測量

伍、研究結果

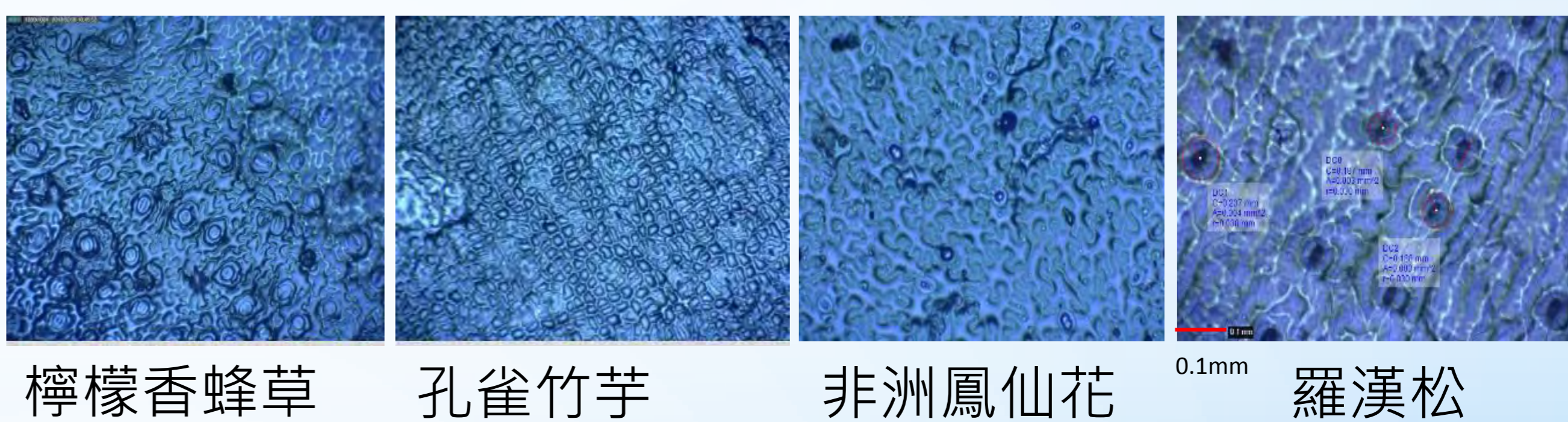
一、植物特性分析：



圖五 各種植物葉面積、葉量、重量比較

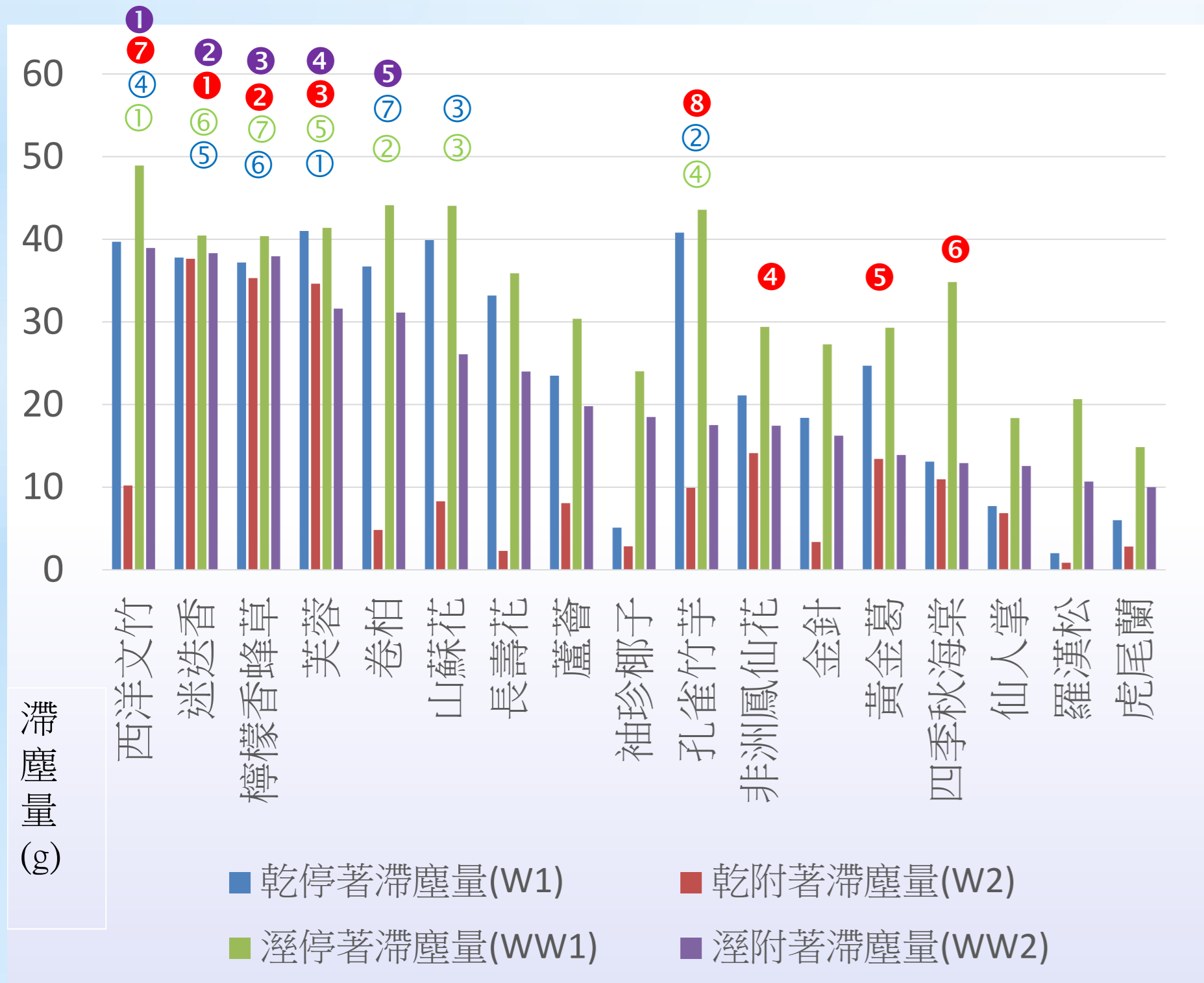


圖六 各種植物氣孔平均大小比較

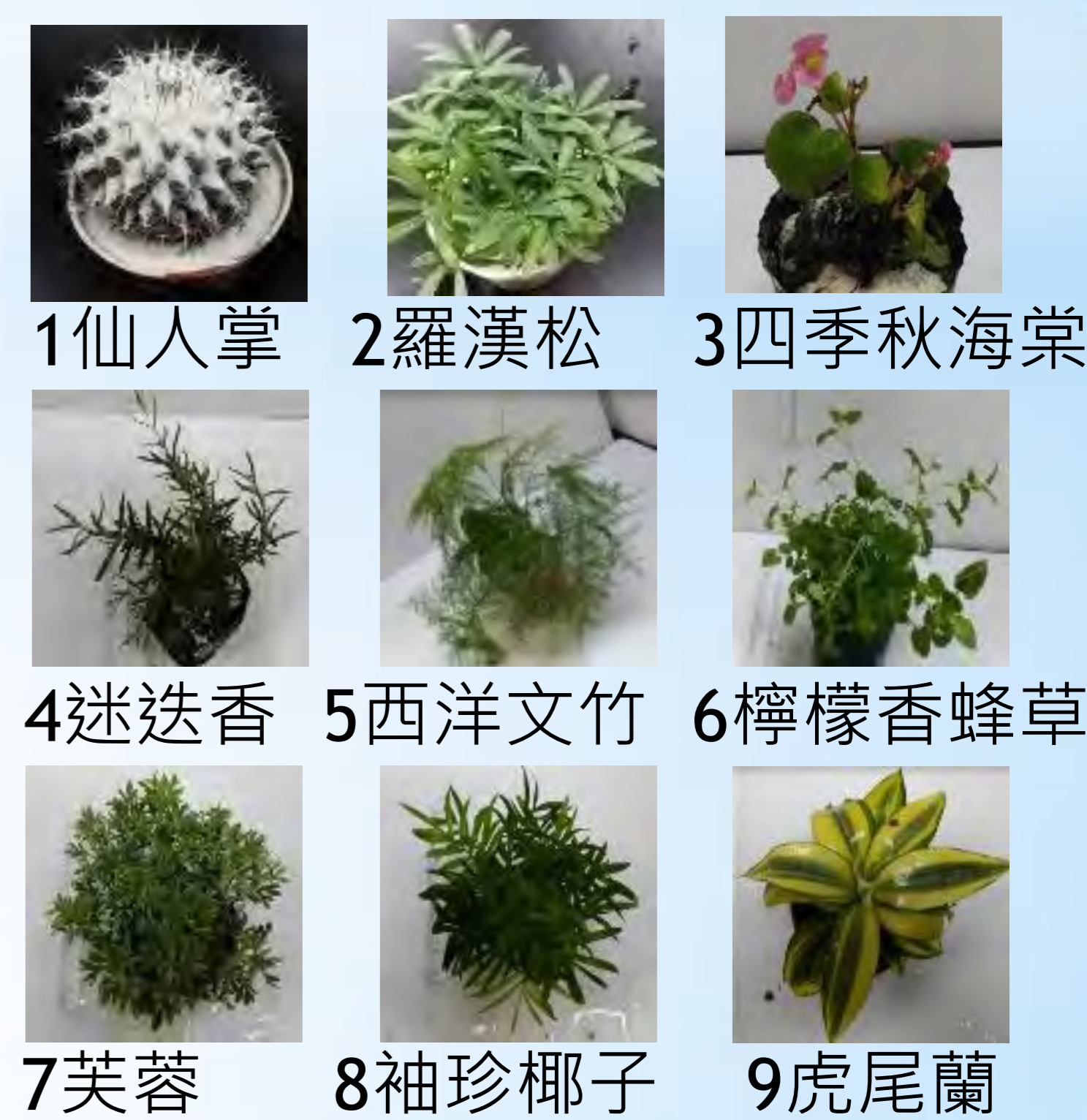
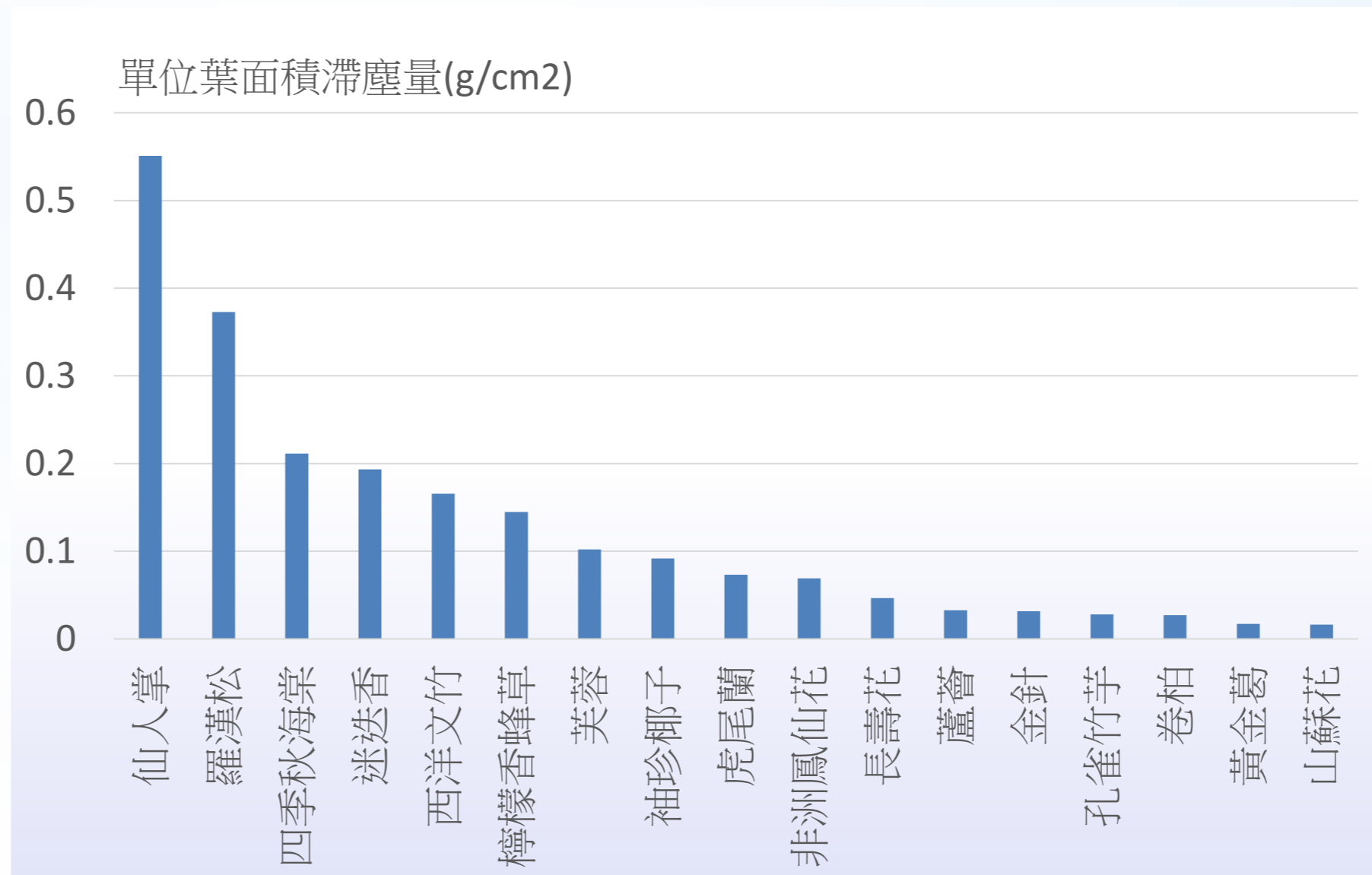


圖七 植物下表皮細胞複式顯微鏡觀察氣孔圖

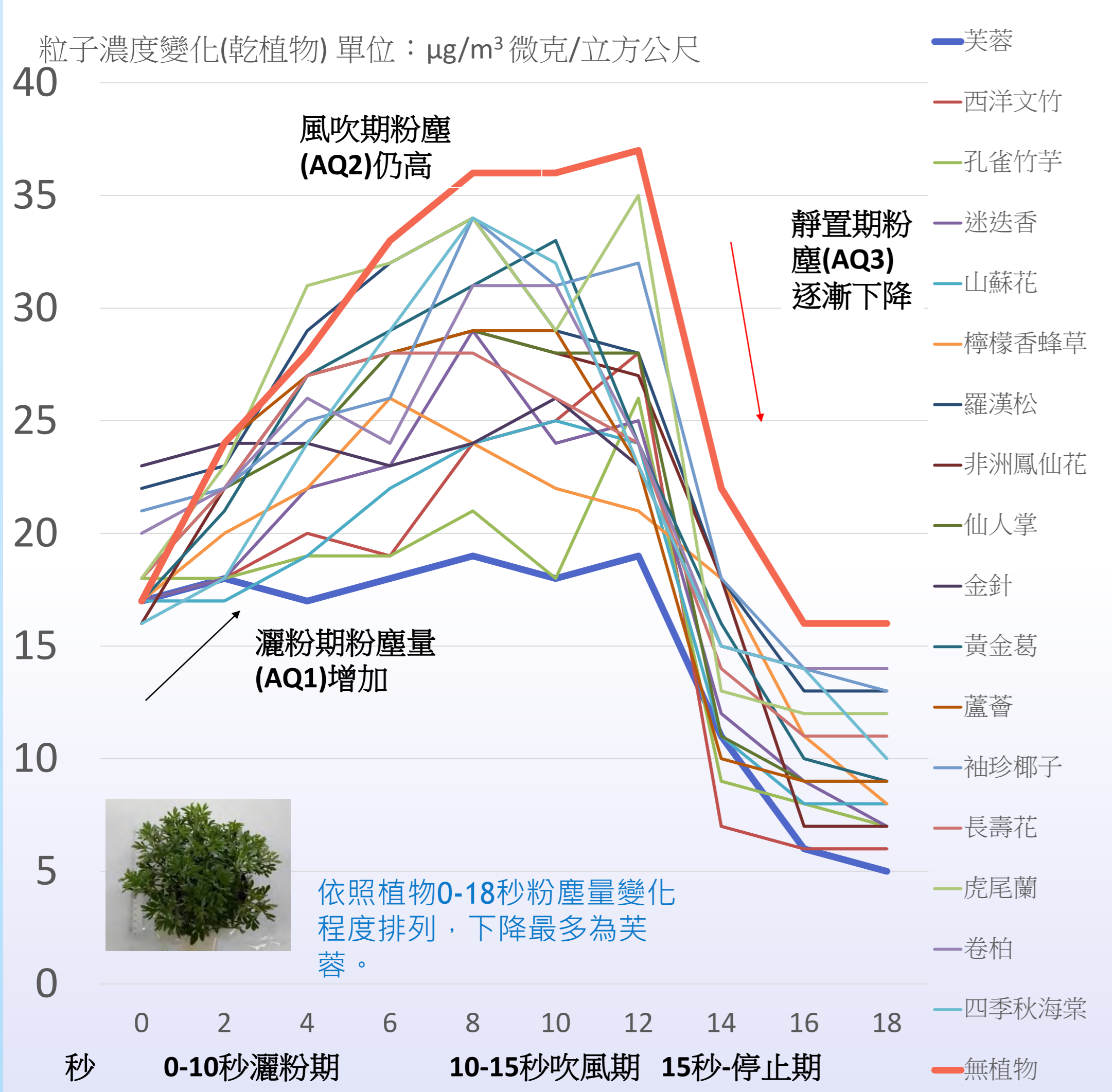
二、滯塵量分析：



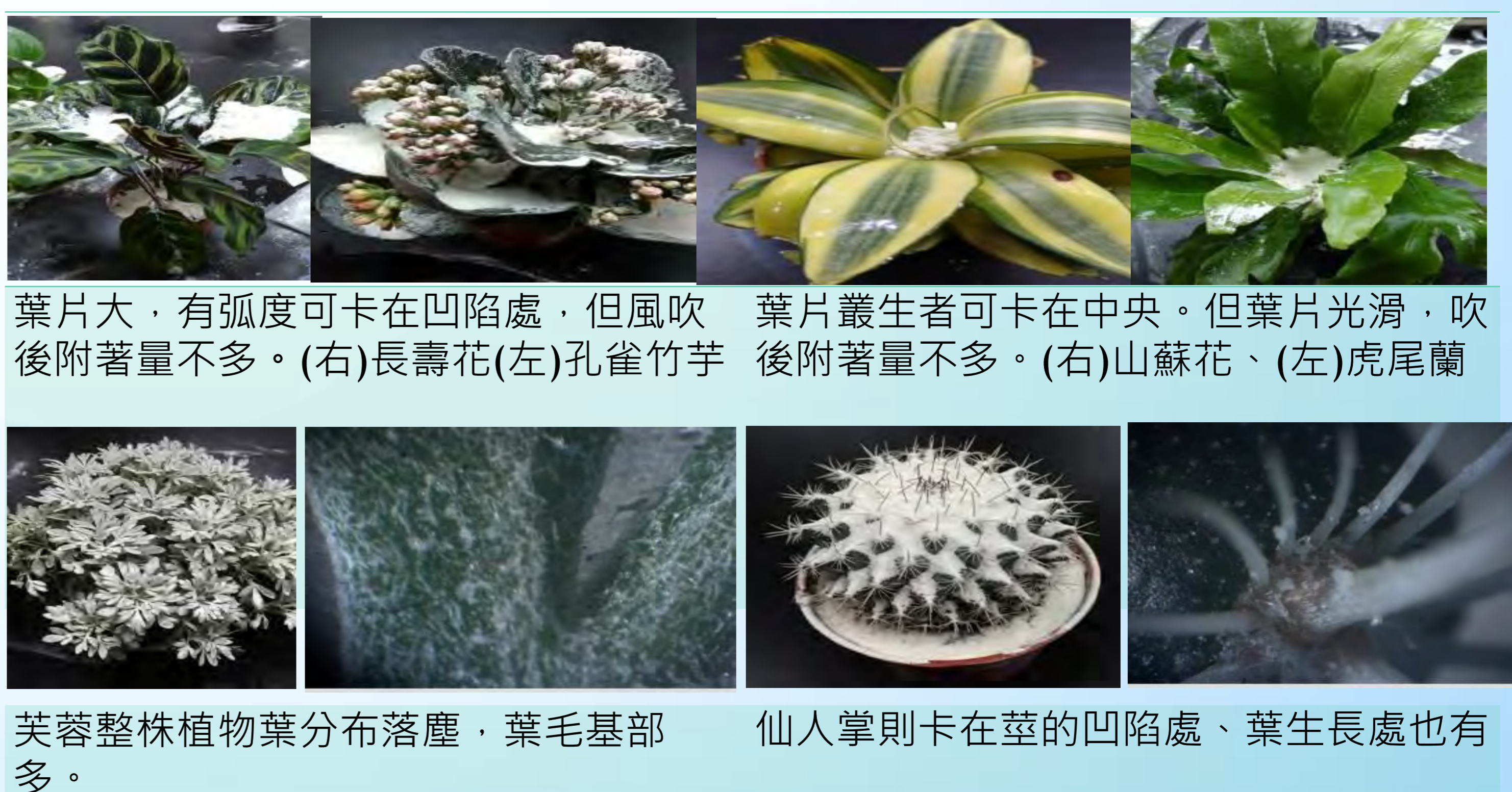
圖八 各種植物滯塵量分析比較



圖九 單位面積植物滯塵量與前9名植物型態比較



圖十 粉塵傳感器揚塵箱中粒子濃度變化



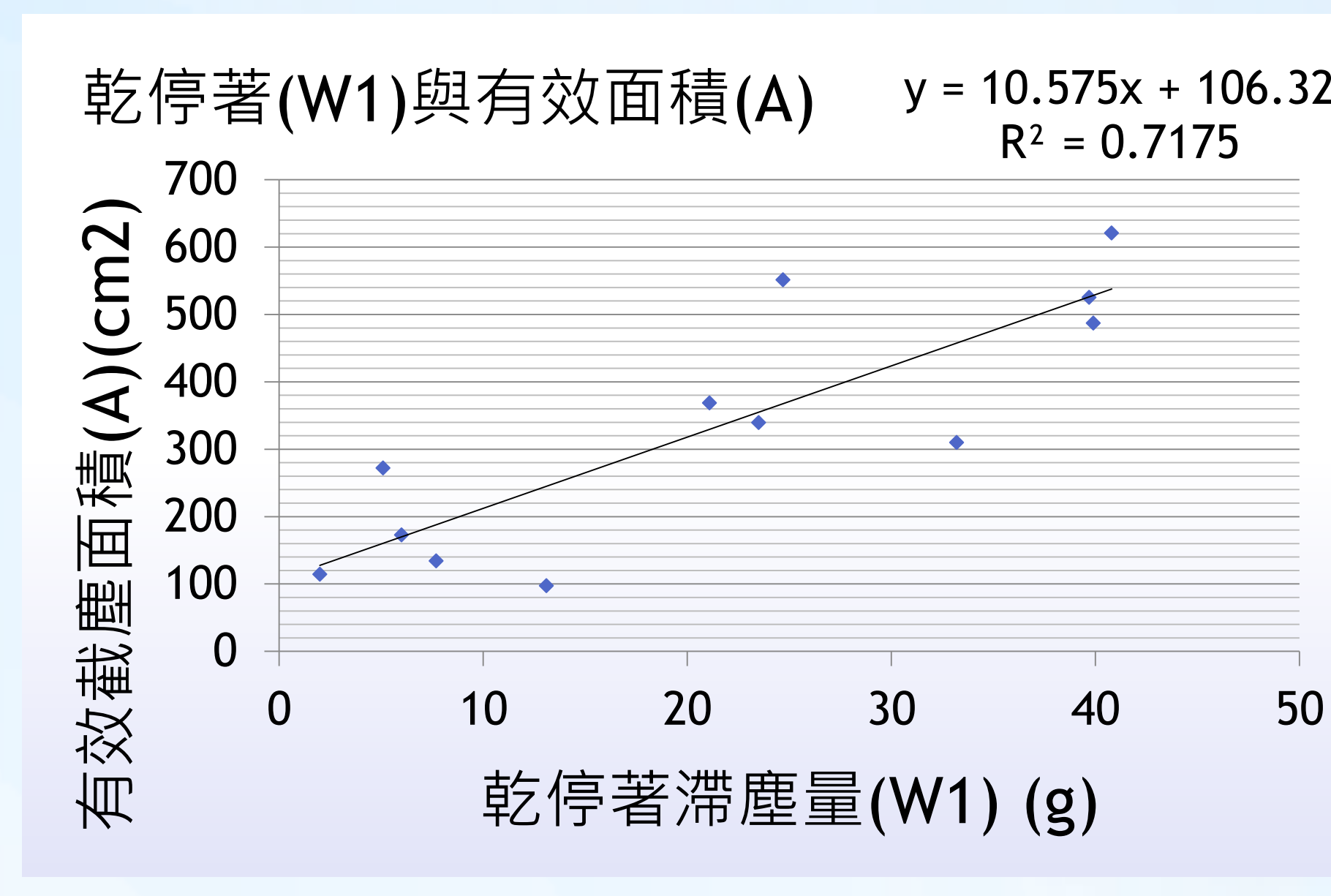
圖十一 粉塵停留植物表面位置分析

陸、討論



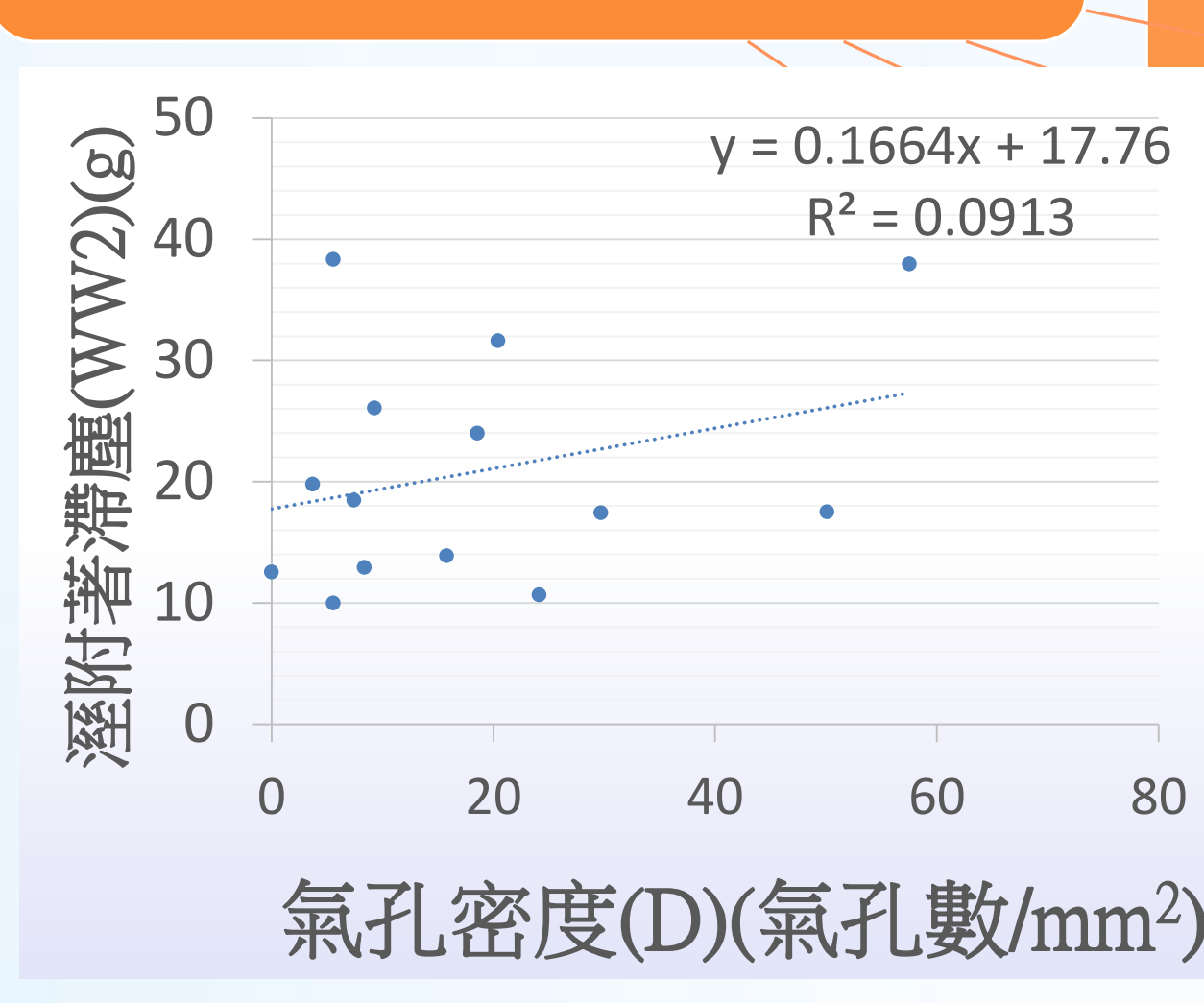
(二) 滯塵量與面積

1. 葉片粗糙多茸毛的植物，吸滯粉塵的能力較強，如迷迭香、檸檬香蜂草、芙蓉。
2. 排除葉片有毛、針狀的植物，乾停著(W1)與有效植物平均面積(A)有正相關(R²值0.72)，如孔雀竹芋，葉片寬大、平展、硬挺可以有較多的乾停著滯塵量。
3. 將葉片分組比較，發現大葉組在停著效果佳、小葉組附著滯塵量佳。所以單位面積溼附著仙人掌效果佳。



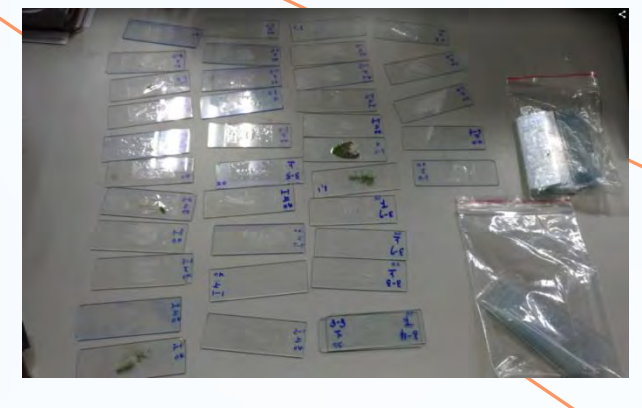
圖十二 乾停著(W1)與有效面積(A)正相關

(三) 滯塵量與氣孔



圖十五 氣孔密度與滯塵量

- 1 氣孔玻片53貼：塗油5秒，黏膠3秒，貼玻片。
2. 低相關性
- 3 位於下表皮
- 4 大小比麵粉小
5. 未來研究生理性



圖十四 氣孔玻片

(四) 與空氣清淨機比較

放1株黃金葛5個小時，實驗前後差異就有4μg/m³的效果，如果有更多植物、更長時間或者在特殊污染事件中，應該有更明顯的差異。

(四) 與空氣清淨機比較

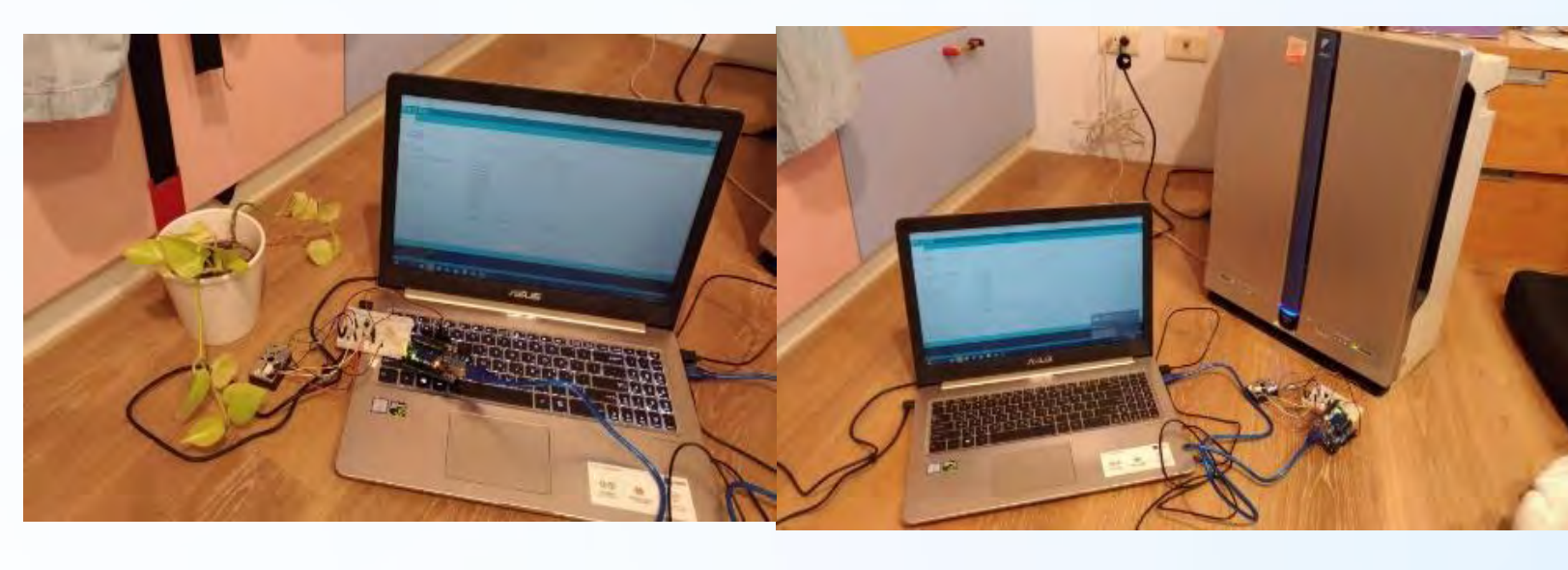


圖十三 大中小葉組的植物滯塵量比較

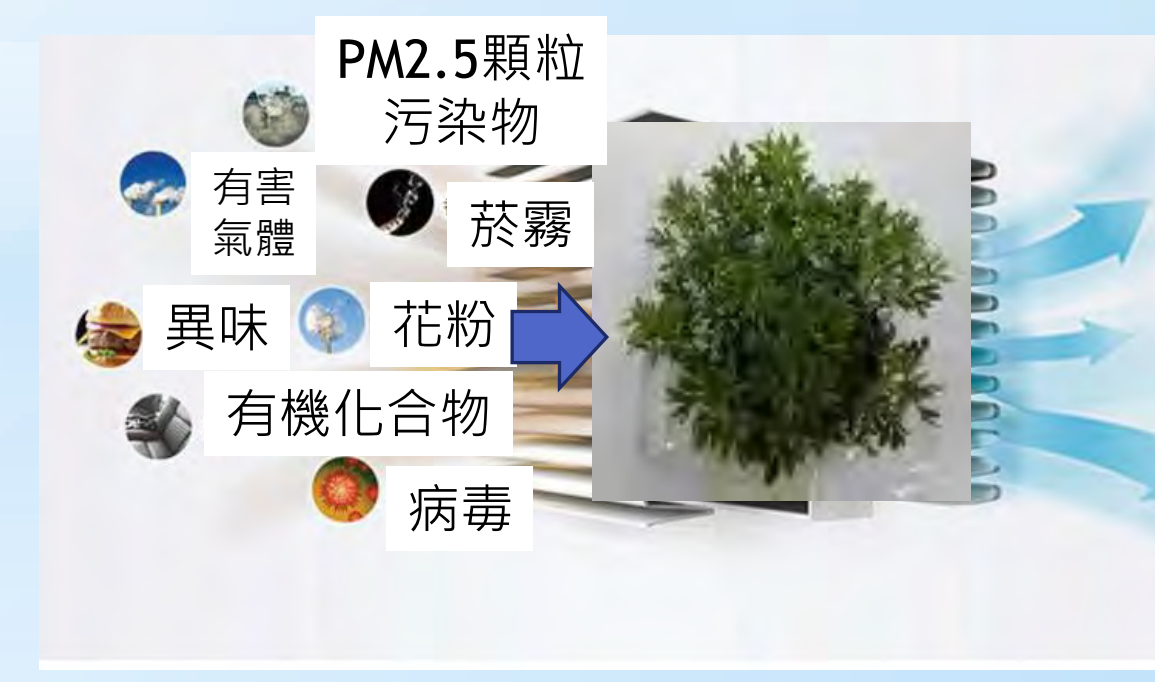
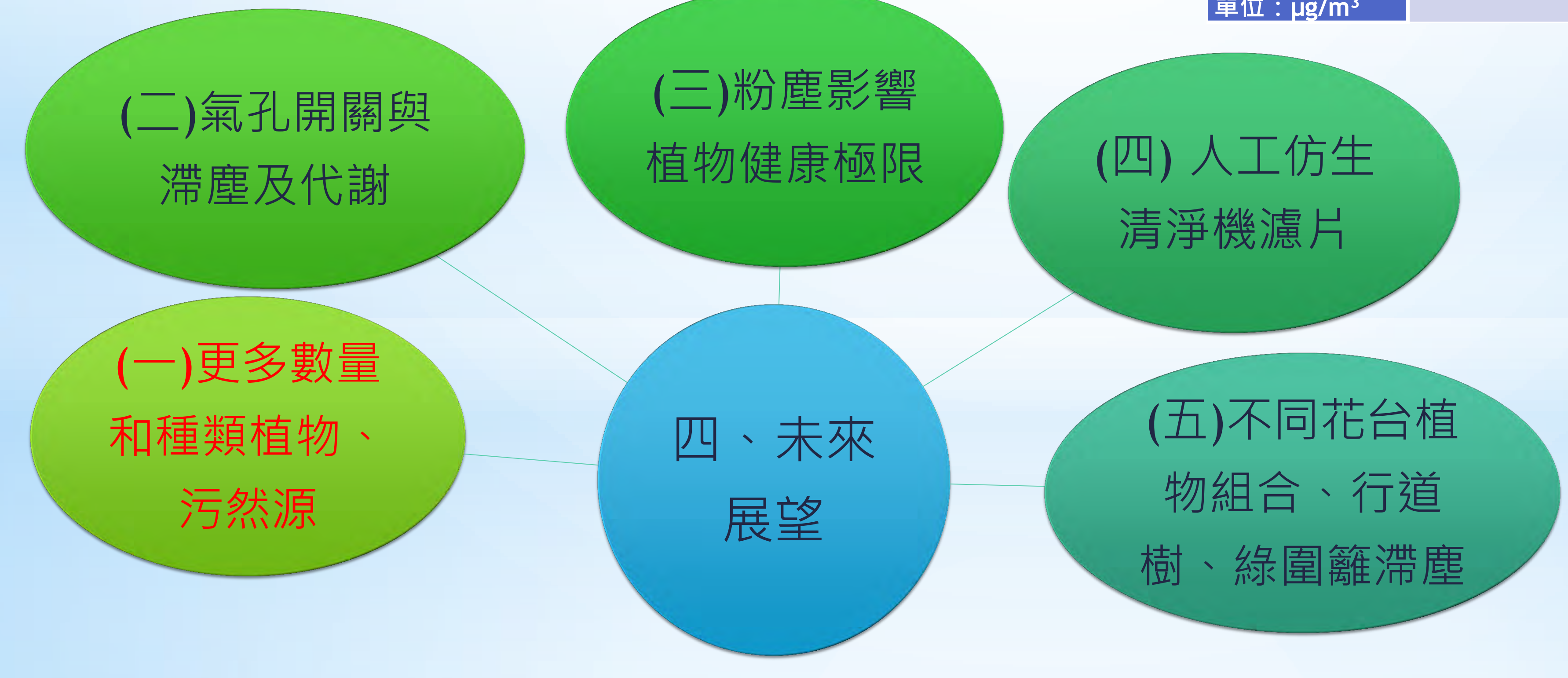
A組：植物盆栽 B組 空氣清淨機

表一 市售空氣清淨機與植物淨化空氣的比較
 T=14.69 P<0.005

空氣粒子濃度	A放植物	B開空氣清淨機	C對照組(都沒有)
單位：μg/m ³	15	12	19



圖十六 放植物、空氣清淨機5小時後空氣粒子濃度



柒、結論

- (一) 葉無毛勾者，停著滯塵與有效植物面積(A)有正相關。附著滯塵則為小葉植物佳。
- (二) 氣孔大小密度和滯塵量低相關。
- (三) 以單位面積植物溼滯塵量(W)當作真正附著粉塵量高依據，前七名分別是仙人掌、羅漢松、四季秋海棠、迷迭香、西洋文竹、檸檬香蜂草、芙蓉。植物的滯塵量必須綜合考量有效滯塵面積、葉片表面特質如毛、波浪狀、枝條凹陷處等。
 選擇高滯塵植物公式 推薦分數=0.054X+65.396 x為有效植物面積
- (四) 潮溼葉片能增加滯塵量，植物經常水淋擦拭洗淨有助於減少植物受粉塵侵害。