

中華民國第 62 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 生物科

080310

苔(球)盆栽培養及室內空氣淨化能力之探討

學校名稱：桃園市桃園區莊敬國民小學

作者： 小六 邱奕瑛 小六 蔡孟謙 小六 陳禹馨 小六 胡靖唯	指導老師： 葉淑慧
---	--------------

關鍵詞：苔盆栽、苔球、空氣清淨

摘 要

我們以真苔、扭口苔、鳳尾苔、鱗葉苔為觀察研究樣本，希望能培養出良好的苔(球)盆栽，並了解苔(球)盆栽對室內空氣淨化的效果。依據研究觀察四種苔植株結果，發現如下：(一)鱗葉苔耐旱性最佳，鳳尾苔次之，扭口苔、真苔最差。(二)耐酸性實驗中，pH<5 時，生長情形都不佳，推論酸雨不利其生長，在戶外種植，可監測空氣品質。(三)每日光照 4hr，苔植株生長狀態是最好的。(四)以多肉土種植成長良好，但與咖啡渣混合後，咖啡色素顏色影響植物外觀和生長，因此咖啡渣並不適合做為它們的培養基質。(五)苔(球)盆栽對 PM2.5 的移除能力最佳，對甲醛和揮發性有機物(TVOC)也有明顯的移除效果。(六)利用廢棄絲襪、不織布製作苔球盆栽，苔植株可正常生長。

壹、前 言

一、研究動機

全世界的苔蘚植物有二萬多種，它們對自然環境的適應力很強，除了腐爛後可以成為其他植物的養分外，水土保持的能力也極佳，對地球是非常友善的植物。近幾年，許多地方更開始製作苔蘚牆來淨化城市空氣，因此我們想了解，如果把長在戶外的苔蘚植物移至室內做為盆栽，對室內空氣淨化的效果好不好呢？要如何才能讓苔蘚植物在室內也可以順利生長呢？但因苔蘚植物種類繁多，經討論後，我們將研究範圍縮小，以我們學校校園可發現的「苔類」為研究對象，並以「探討苔(球)盆栽培養及室內空氣淨化能力」為研究主題。

二、研究目的

- (一) 探討苔類生長環境適應性。
- (二) 探討利用多肉土與咖啡渣混合為苔盆栽基質的適用性。
- (三) 探討苔盆栽淨化室內空氣效果。
- (四) 應用回收素材製作苔球盆栽。

貳、研究設備及材料

一、研究設備及材料如下：

量筒、量杯、燒杯、培養皿、攪拌棒、鑷子、滴管、保鮮膜、噴水器、塑膠透明水箱、計時器、玻片、顯微鏡手機架、線香、醋、咖啡渣。

				
PH 測定儀 (玻璃電極)	土壤檢驗儀	空氣檢測儀	複式顯微鏡	植物生長燈
				
電子秤	多肉土	水苔	塑膠盆器	魚線

二、儀器簡介

(一) 植物成長燈

規 格		
8 W	126 顆 led 燈	紅光+藍光(全光譜)

(二) PH 測定儀(玻璃電極)

工作溫度	精確度	檢測範圍
0 °C~+50 °C	±0.2 pH @25 °C	pH 值：0~14 (顯示解析度：0.1)

(三) 土壤檢驗儀

金屬探針長度	工作溫度	檢測範圍
200 mm	+5 °C~+40 °C	pH 值：3.5~9.0 (顯示解析度：0.5)

(四) 空氣檢測儀：

檢測項目	檢測技術	檢測原理
空氣中的甲醛、 TVOC、PM2.5	半導體傳感技術 (VESOM 傳感器)	鐳射散射原理
採樣方式	採樣時間	檢測範圍
擴散式採集	10 秒	0~1.999 mg/m ³ (甲醛) 0~9.999 mg/ m ³ (TVOC) 0~999 µg/m ³

參、研究過程或方法

一、準備工作

(一) 採集苔植株樣本

- 1.在校園尋找並選定培養苔(球)盆栽之苔植株樣本。
- 2.採集植株樣本 (含苔土)，每天噴灑自來水，保持溼潤，使樣本維持良好狀況。



圖(一) 採集苔類樣本

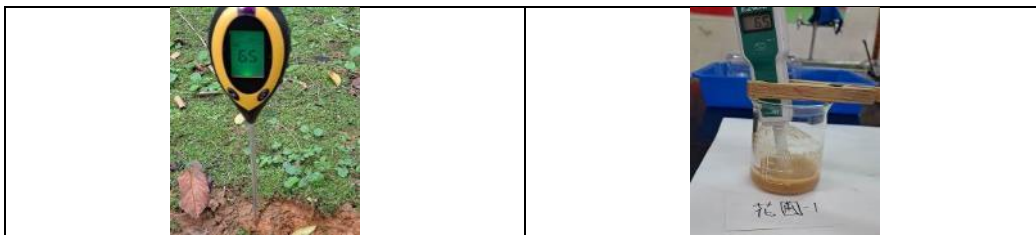
(二) 植株樣本分類辨識

- 1.外部型態觀察：用眼睛和手機放大鏡 App 觀察植物並拍照紀錄。
- 2.顯微鏡觀察：取樣本植株，利用顯微鏡觀察其構造。
- 3.上網搜尋苔類資料，對應觀察結果，辨識苔植株樣本所屬分類。

二、探討真苔、扭口苔、鳳尾苔、鱗葉苔之生長環境適應性

(一) 量測「真苔、扭口苔、鳳尾苔、鱗葉苔」生長環境之土壤酸鹼(pH)值

- 1.利用「土壤檢驗儀」量測苔類類樣本生長環境土壤的酸鹼(pH)值。(如圖二-1)
- 2.利用「pH 測定儀(玻璃電極)」量測苔類類樣本土壤酸鹼(pH)值。(如圖二-2)
 - (1)取樣本苔土 50 g、純水 50 g 等比例混合攪伴，靜置 30 分鐘。
 - (2)利用「pH 測定儀(玻璃電極)」量測混合之懸浮液酸鹼(pH)值。
- 3.記錄量測結果。



圖(二-1)土壤檢驗儀量測





圖(二-2) pH 測定儀(玻璃電極)量測

(二) 觀察研究「真苔、扭口苔、鳳尾苔、鱗葉苔」之耐旱性

- 1.在培養皿中置入 4 種植株樣本 (真苔、扭口苔、鳳尾苔、鱗葉苔皆含苔土)，植株連續噴灑自來水一週，維持良好狀況。
- 2.停止噴水 2 週，觀察植株生長情形，觀察記錄植株生長情形。
- 3.二週後開始噴水一週，觀察記錄植株生長情形。

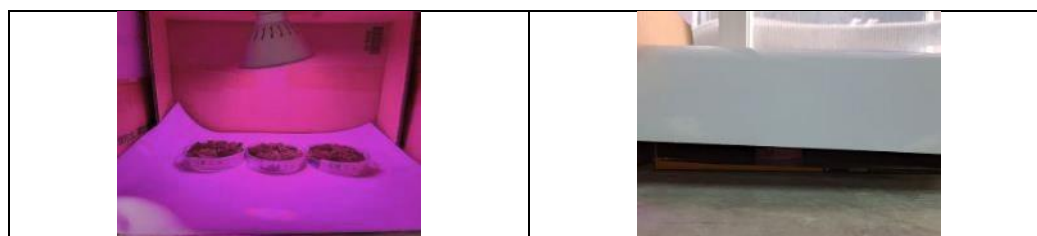
(三) 觀察研究「真苔、扭口苔、鳳尾苔、鱗葉苔」之耐酸性

- 1.一般的雨水的酸鹼(pH)值約 5.0-6.5，當雨水的酸鹼(pH)值小於 5.0，就稱為「酸雨」，因此以澄清石灰水、醋混合，調製 pH 6、pH 5、pH 4、pH 3 水溶液，量測確認酸鹼(pH)值後，再加入純水，製成 200 ml 的水溶液。(如表一)
- 2.培養皿中置入 4 種植株樣本 (真苔、扭口苔、鳳尾苔、鱗葉苔皆含苔土)，共設置 5 組。
- 3.每天分別以滴管在植株培養皿中加入 pH7(純水)和 pH 6、pH 5、pH 4、pH 3 的水溶液。
- 4.觀察記錄植株生長情形。

表(一) 量測水溶液酸鹼(pH)值記錄表				
				

(四) 研究觀察「真苔、扭口苔、鳳尾苔、鱗葉苔」之光照需求

- 1.安裝植物生長燈，製作光照箱(如圖三-1)；另設置一無光照箱(如圖三-2)。
- 2.在培養皿中置入 4 種植株樣本(真苔、扭口苔、鳳尾苔、鱗葉苔皆含苔土)，共設置 4 組。
- 3 每日光照時間分別為：無光照、2 小時、4 小時、6 小時。
- 4.光照後，置於無光照箱中。
- 5.連續 2 週觀察記錄植株生長情形。



圖(三-1) 光照箱

圖(三-2) 無光照箱

三、探討利用「多肉土」與「咖啡渣」混合為「苔類盆栽基質」的適用性

(一) 基土選擇

1. 培養室內盆栽時，為避免土壤含有蟲卵或其他病菌污染室內環境，因此以市售盆栽用土為基質。
2. 在市售盆栽用土中，因為我們想了解如果使用與原生環境酸鹼值和疏水性不同的基質，這四種苔植株是否也能正常生長，加上現在流行種植多肉植物，許多人家裡都會有多肉土，因此我們選用與原生環境土壤差異性較大的「多肉土」做為基質，探討其適用性。採用多肉土內容物為蛭石、火山石、椰纖、沙，量測 pH 值約 8.4。
3. 從網路資料得知(姚智元，2013)，咖啡渣除可當成肥料，並具有驅蟲的效果，因此我們將多肉土與咖啡渣混合做為「苔類盆栽基質」。
4. 配置不同比例多肉土與咖啡渣的「苔類盆栽基質」

多肉土與咖啡渣配置比例：(1)150 g : 0 g (2)145 g : 5 g (3)135 g : 15 g (4)125 g : 25 g





(二) 去除 4 種植株樣本(真苔、扭口苔、鳳尾苔、鱗葉苔)的原有苔土。

(三) 將 4 種植株樣本(真苔、扭口苔、鳳尾苔、鱗葉苔)鋪蓋在「苔類盆栽基質」上。

(四) 觀察和苔類樣本生長情形。

四、探討苔球（盆栽）淨化室內空氣效果

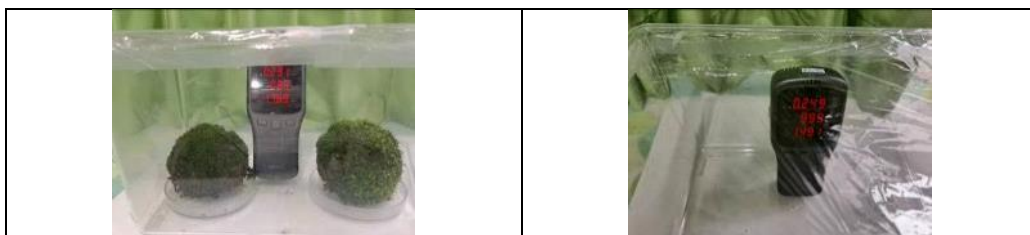
(一) 製作苔球，如表(二)。苔球，定期噴水 2 週，維持良好狀況。

			
1. 將水苔塑成球型	2. 苔片包覆在水苔球上	3. 以魚線纏繞固定苔片	4. 苔球完成

(二) 設置觀察箱

- 1.設置實驗組-有苔球，如圖(四-1)；對照組-無苔球，如圖(四-2)。
- 2.在 30 x 19 x 19.5 cm 的觀察箱上方覆蓋保鮮膜，除預留線香置入位置，餘以膠帶將保鮮膜與觀察箱接合處黏貼，使箱內氣體與懸浮物流失值降到最低。
- 3.將點燃線香從預留孔置入，計時 20 秒後取出，再以膠帶封貼預留孔。

(三) 觀量並記錄檢測儀量測甲醛、揮發性有機化合物(TVOC)及 PM2.5 數據。



圖(四-1) 有苔球




圖(四-2) 無苔球

五、應用回收素材製作苔球盆栽。

(一) 利用廢棄絲襪製作苔(球)盆栽，如表(三)。

表(三) 絲襪苔(球)盆栽製作步驟表			
			
1.將絲襪套放在布丁盒中，放入水苔、水肉土。	2.以橡皮筋封口。	3.將絲襪球置於布丁盒中。	4.鳳尾苔去除多餘泥土，鋪蓋在絲襪球上。

(二) 利用不織布製作苔(球)盆栽，如表(四)。




表(四) 不織布苔(球)盆栽製作步驟表		
		
1.將不織布放在布丁盒中，放入水苔、多肉土。	2.橡皮筋封口後，將不織布球置於布丁盒中。	3.真苔、扭口苔去除多餘泥土，鋪蓋在絲襪球上。

肆、研究結果

一、準備工作

(一) 在校園尋找並選定培養苔(球)盆栽之苔植株樣本

1.在校園發現苔類植物之環境，如表(五)。

表(五) 在校園發現苔類植物之環境簡介		
地 點	環 境 照 片	生 長 環 境 簡 介
前庭 -花圃 1		1.無樹蔭，受陽光直射或偏射。 2.土壤：黃土。 3.肉眼可發現 1 種苔類植株。
前庭 -花圃 2		1.樹木較多，部分範圍受陽光直射或偏射。 2.土壤：黃土。 3.肉眼可發現 1 種苔類植株。
前庭 -水溝蓋 旁		1.陽光不易照射。 2.環境較潮溼。 3.生長於水泥面上及石頭上。 4.肉眼可發現 1 種苔類植株。
走廊花台		1.大多有花台植物遮蔭，不易受陽光直接照射。 2.土壤：棕色泥炭土。 3.肉眼可發現 3 種苔類植株。

2. 選定培養苔(球)盆栽之苔植株樣本

(1)選擇標準：具觀賞性、植株數量多、易採集。

(2)選擇結果：「前庭-花圃」及「走廊花台」所發現之苔類植株，共計 4 種。

(二) 植株樣本分類辨識

1. 相關文獻資料(Yu Feng,2018)，如表(六)。

表(六) 植株樣本相關文獻資料表		
名稱	分類	簡介
真苔屬	苔類植物門(Bryophyta) 苔綱(Bryopsida) 真苔目(Bryales) 真苔科(Bryaceae)	1. 直立型苔，植物體高約 1 cm 。 2. 葉內凹卵形至披針形，叢生，綠色，乾燥時緊貼著莖。。 3. 中肋一條達葉尖 。 4. 葉細胞菱形至六角形。 5. 常見於土面上、水 泥縫或磚縫間。
扭口苔屬	苔類植物門(Bryophyta) 苔綱(Bryopsida) 叢苔目(Pottiales) 叢苔科(Pottiaceae)	1. 直立型苔類，植物體高約 1~2 cm 。 2. 葉卵形至披針形，叢生，綠色或黃綠色，乾燥時不內捲。。 3. 中肋一條粗壯達葉尖。 4. 葉細胞方形。。 5. 常見於公園或花園較陰暗的裸露土面上。
鳳尾苔屬	苔類植物門(Bryophyta) 苔綱(Bryopsida) 鳳尾苔目(Fissidentales) 鳳尾苔科(Fissidentaceae)	1. 半直立苔類，植物體高約 0.3~1 cm 。 2. 葉呈兩列互生，分為鞘部、前翅、背翅三個部分，綠色至黃綠色。 3. 中肋一條常達葉尖 4. 葉細胞形狀不太規則，四邊形到五、六角形都有(皆圓胖)。 5. 常見於公園或花園的土面或岩石上。
鱗葉苔屬	苔類植物門(Bryophyta) 苔綱(Bryopsida) 灰苔目(Hypnales) 灰苔科(Hypnaceae)	1. 匍匐型苔類，不規則分枝。 2. 葉橢圓至披針形，葉兩列扁平，黃綠色至褐色，大多具有光澤。 3. 中肋有兩條細弱或沒有。 4. 葉細胞長線型。 5. 常見於公園或花園的土面或石頭上。

2. 植株樣本觀察記錄




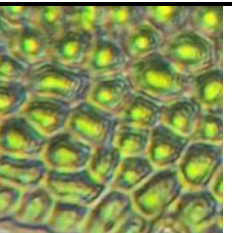
(1) 植株樣本一，如表(七-1)。

表(七-1) 植株樣本一 觀察記錄表			
			
◆綠色 ◆發現於校園花台	◆直立型苔 ◆叢生	◆內凹卵形至披針形 ◆中肋一條達葉尖	◆葉細胞：菱形至六角形




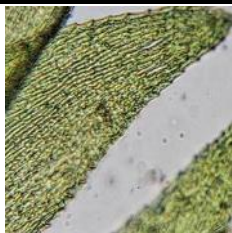
(2)植株樣本二，如表(七-2)。

表(七-2)植株樣本二 觀察記錄表			
			
<ul style="list-style-type: none"> ◆綠色或黃綠色 ◆發現於校園花台 	<ul style="list-style-type: none"> ◆直立型苔 ◆叢生 	<ul style="list-style-type: none"> ◆內凹卵形至披針形 	<ul style="list-style-type: none"> ◆葉細胞：方形





(3)植株樣本三，如表(七-3)。

表(七-3) 植株樣本三 觀察記錄表			
			
<ul style="list-style-type: none"> ◆綠色或黃綠色 ◆發現於校園花圃。 	<ul style="list-style-type: none"> ◆半直立型苔 ◆分鞘部、前翅、背翅三個部分 	<ul style="list-style-type: none"> ◆葉呈兩列互生 ◆中肋一條常達葉尖 	<ul style="list-style-type: none"> ◆葉細胞：形狀不太規則，皆圓胖

(4)植株樣本四，如表(七-4)。

表(七-4) 植株樣本四 觀察記錄表			
			
<ul style="list-style-type: none"> ◆黃綠色至褐色 ◆發現於校園花圃 	<ul style="list-style-type: none"> ◆匍匐型苔 	<ul style="list-style-type: none"> ◆中肋有兩條細弱或沒有 ◆葉橢圓至披針形 ◆葉兩列扁平 	<ul style="list-style-type: none"> ◆葉細胞：長線型






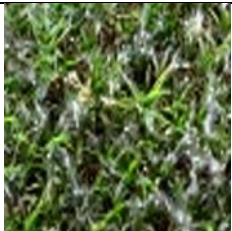






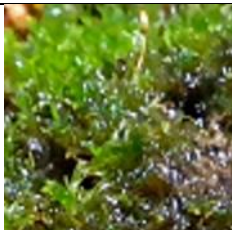

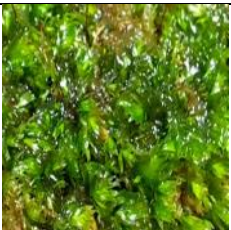

3.植株樣本分類辨識結果，如表(七-5)。

表(七-5) 植株樣本分類辨識結果			
			
真苔屬	扭口苔屬	鳳尾苔屬	鱗葉苔屬

二、探討培養苔(球)盆栽之苔植株樣本之生長環境適應性

(一)「真苔、扭口苔、鳳尾苔、鱗葉苔」之耐旱性

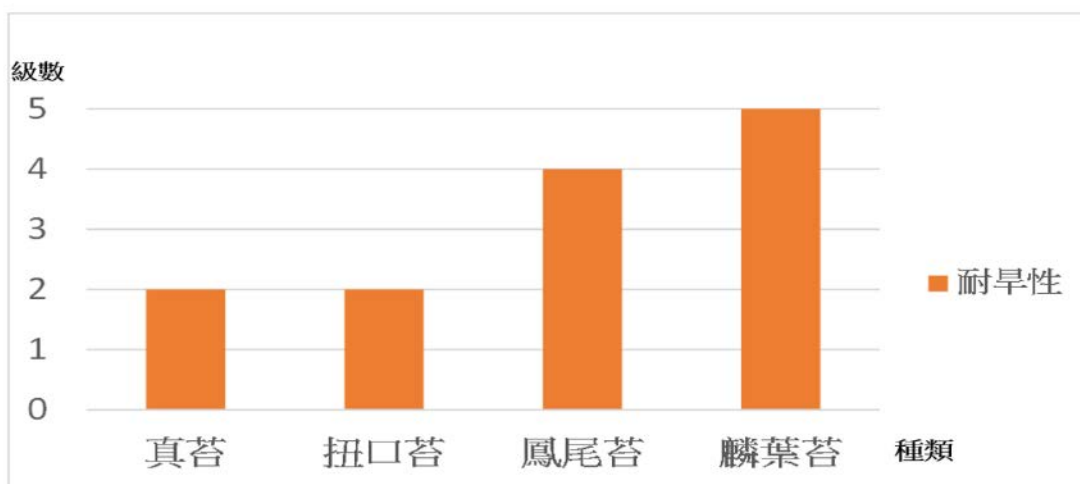
1.外觀生長變化觀察記錄，如表(八)。

表(八) 植株樣本耐旱性-外觀生長變化記錄表				
	真苔	扭口苔	鳳尾苔	鱗葉苔
原樣本				
	<ul style="list-style-type: none"> ◆溼潤 ◆葉展開 ◆葉鮮綠色 	<ul style="list-style-type: none"> ◆溼潤 ◆葉展開 ◆葉黃綠色 	<ul style="list-style-type: none"> ◆溼潤 ◆葉展開 ◆葉綠色、黃綠色 	<ul style="list-style-type: none"> ◆溼潤 ◆葉展開 ◆葉黃綠色
停止澆水 第一週				
	<ul style="list-style-type: none"> ◆輕微乾燥 ◆葉收成毛筆狀 ◆葉暗綠色 	<ul style="list-style-type: none"> ◆輕微乾燥 ◆葉無收起 ◆葉捲縮細長型 ◆葉暗綠色 	<ul style="list-style-type: none"> ◆輕微乾燥 ◆葉尾稍捲縮 ◆葉暗綠色 	<ul style="list-style-type: none"> ◆輕微乾燥 ◆葉無捲縮 ◆葉綠色
停止澆水 第二週				
	<ul style="list-style-type: none"> ◆極乾燥 ◆葉收成毛筆狀 ◆葉暗綠色，部分枯黑。 	<ul style="list-style-type: none"> ◆極乾燥，葉無收起。 ◆葉捲縮細長型 ◆葉暗綠色，部分枯黑。 	<ul style="list-style-type: none"> ◆極乾燥 ◆葉捲縮 ◆暗綠色，極少部分變枯黃。 	<ul style="list-style-type: none"> ◆極乾燥 ◆葉平貼土面 ◆葉灰綠色，無明顯枯黃。
恢復澆水 第一週				
	<ul style="list-style-type: none"> ◆枯黑植株未恢復生長 ◆約 1/2 植株恢復原生長狀態 	<ul style="list-style-type: none"> ◆枯黑植株未恢復生長 ◆約 1/2 植株恢復原生長狀態 	<ul style="list-style-type: none"> ◆枯黃植株未恢復生長 ◆大多植株恢復原生長狀態 	<ul style="list-style-type: none"> ◆目視所有植株恢復原生長狀態

2. 「真苔、扭口苔、鳳尾苔、鱗葉苔」之耐旱性觀察結果比較，表(九)、圖(五)

最佳	佳	尚可	差	最差
全部恢復	大多數 (約 4/5)恢復	多數 (約 3/5)恢復	約 1/2 恢復	小於 1/2 恢復

* 依恢復澆水第一週，目視恢復生長狀態觀察結果



圖(五) 「真苔、扭口苔、鳳尾苔、鱗葉苔」之耐旱性觀察結果比較圖

最佳：5	佳：4	尚可：3	差：2	最差：1
------	-----	------	-----	------

由表(八)、表(九)、圖(五)發現，耐旱性最佳的為鱗葉苔；鳳尾苔次之，扭口苔、真苔最差。

(二) 「真苔、扭口苔、鳳尾苔、鱗葉苔」之耐酸性

1. 外觀變化觀察記錄，如表(十)、表(十一)。

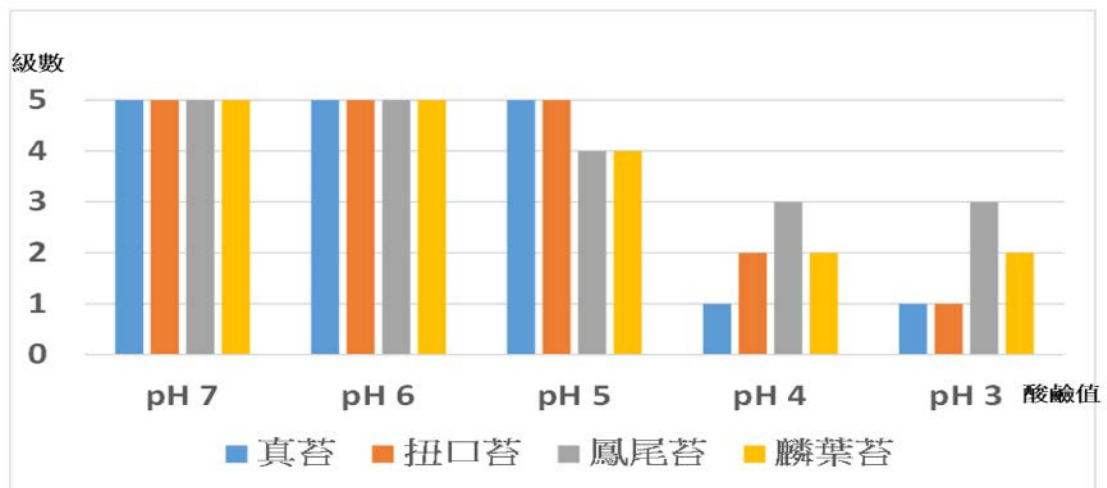
	pH7(純水)	pH 6	pH 5	pH 4	pH 3
第一天	真苔：○ 扭口苔：○ 鳳尾苔：○ 鱗葉苔：○	真苔：○ 扭口苔：○ 鳳尾苔：○ 鱗葉苔：○	真苔：○ 扭口苔：○ 鳳尾苔：○ 鱗葉苔：○	真苔：○ 扭口苔：○ 鳳尾苔：○ 鱗葉苔：○	真苔：○ 扭口苔：○ 鳳尾苔：○ 鱗葉苔：○
第二天	真苔：○ 扭口苔：○ 鳳尾苔：○ 鱗葉苔：○	真苔：○ 扭口苔：○ 鳳尾苔：○ 鱗葉苔：○	真苔：○ 扭口苔：○ 鳳尾苔：○ 鱗葉苔：○	真苔：◎ 扭口苔：◎ 鳳尾苔：◎ 鱗葉苔：◎	真苔：⊗ 扭口苔：◎ 鳳尾苔：◎ 鱗葉苔：◎
第三天	真苔：○ 扭口苔：○ 鳳尾苔：○ 鱗葉苔：○	真苔：○ 扭口苔：○ 鳳尾苔：○ 鱗葉苔：○	真苔：○ 扭口苔：○ 鳳尾苔：○ 鱗葉苔：○	真苔：◎ 扭口苔：◎ 鳳尾苔：◎ 鱗葉苔：◎	真苔：● 扭口苔：⊗ 鳳尾苔：◎ 鱗葉苔：⊗
第四天	真苔：○ 扭口苔：○ 鳳尾苔：○ 鱗葉苔：○	真苔：○ 扭口苔：○ 鳳尾苔：○ 鱗葉苔：○	真苔：○ 扭口苔：○ 鳳尾苔：◎ 鱗葉苔：◎	真苔：● 扭口苔：⊗ 鳳尾苔：◎ 鱗葉苔：⊗	真苔：● 扭口苔：● 鳳尾苔：◎ 鱗葉苔：⊗

○：外觀無異 ◎：輕微枯黃 ⊗：幾乎枯黃 ⊗：完全枯黃 ●：枯黑爛掉

	pH7(純水)	pH 6	pH 5	pH 4	pH 3
原樣本					
第四天					

2. 「真苔、扭口苔、鳳尾苔、鱗葉苔」之耐酸性觀察結果比較，如表(十二)、圖(六)。

最佳	佳	尚可	差	最差
外觀無異	輕微枯黃	幾乎枯黃	完全枯黃	枯黑爛掉
* 依第四天，目視恢復生長狀態觀察結果				



圖(六) 「真苔、扭口苔、鳳尾苔、鱗葉苔」之耐酸性觀察結果比較圖



最佳：5	佳：4	尚可：3	差：2	最差：1
------	-----	------	-----	------

由表(十)、表(十一)、表(十二)、圖(六)，發現如下：

- (1) 扭口苔、真苔在酸性為 pH>5 時，皆能正常成長；鳳尾苔和鱗葉苔在酸性為 pH>6 時皆能正常成長。
- (2) 四種平地苔類在酸性 pH<5 時，皆開始發黑或變黃，植株生長狀況不佳。

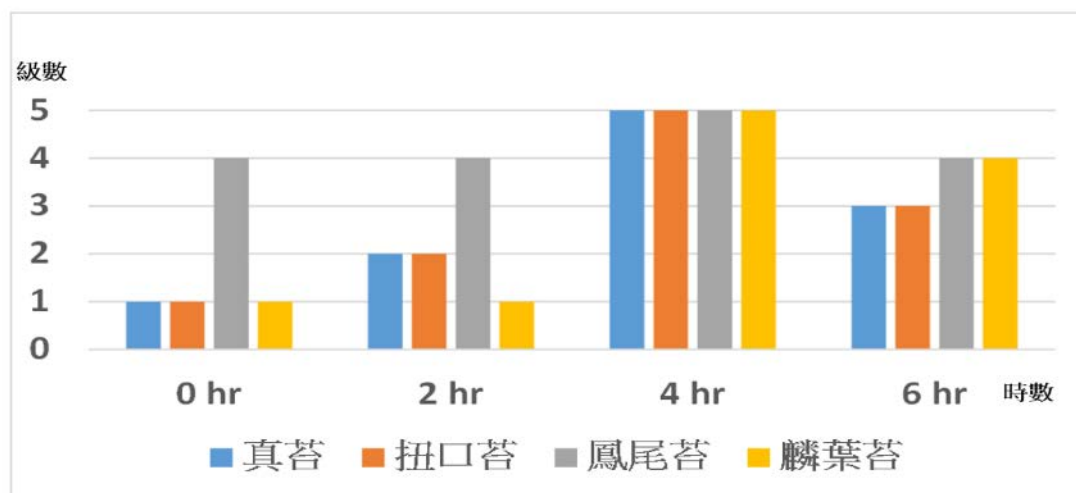
(三) 「真苔、扭口苔、鳳尾苔、鱗葉苔」之光照需求

1.外觀變化比較表，如表(十三)。

表(十三) 植株樣本光照需求-外觀生長變化記錄表				
	0 hr/日	2 hr/日	4 hr/日	6 hr/日
原樣本				
第一週				
	<p>◆生長情形：</p> <p>1.真苔、扭口苔部分植株變黑、軟爛。</p> <p>2.原鳳尾苔樣本植株孢蒴健康生長。</p> <p>◆外觀：顏色較暗淡。</p> <p>◆溼潤度：土面和植株溼潤度高。</p>	<p>◆生長情形：</p> <p>1.真苔、扭口苔部分植株變黑、爛掉。</p> <p>2.原鳳尾苔樣本植株孢蒴健康生長。</p> <p>◆外觀：顏色較暗淡。</p> <p>◆溼潤度：土面和植株溼潤度適中。</p>	<p>◆生長情形：</p> <p>1.植株皆健康，真苔長出新孢蒴。</p> <p>2.原鳳尾苔樣本植株孢蒴健康生長。</p> <p>◆外觀：顏色鮮綠</p> <p>◆溼潤度：適中</p>	<p>◆生長情形：</p> <p>真苔、扭口苔部分植株乾枯。</p> <p>◆外觀：原色呈現</p> <p>◆溼潤度：土面和植株溼潤度較乾。</p>
第二週				
	<p>◆生長情形：</p> <p>1.除鳳尾苔，其餘樣本植株部變黃或變黑、軟爛。</p> <p>2.原鳳尾苔樣本植株孢蒴健康生長。</p> <p>◆外觀：顏色較暗淡</p> <p>◆溼潤度：土面和植株溼潤度高。</p>	<p>◆生長情形：</p> <p>1.除鳳尾苔其餘樣本植株部變黃或變黑、軟爛。</p> <p>2.原鳳尾苔樣本植株孢蒴健康生長。</p> <p>◆外觀：顏色較暗淡</p> <p>◆溼潤度：土面和植株溼潤度適中</p>	<p>◆生長情形：</p> <p>1.植株皆健康，鳳尾苔、真苔長出新孢蒴。</p> <p>2.原鳳尾苔樣本植株孢蒴健康生長。</p> <p>◆外觀：顏色鮮綠</p> <p>◆溼潤度：適中</p>	<p>◆生長情形：</p> <p>1.真苔、扭口苔部分植株乾枯。</p> <p>◆外觀：原色呈現</p> <p>◆溼潤度：土面和植株較乾。</p>

2. 「真苔、扭口苔、鳳尾苔、鱗葉苔」之光照需求觀察結果比較，如表(十四)、圖(七)。

最佳	佳	尚可	差	最差
全部健康生長 顏色鮮明 溼潤度適中	約 4/5 健康生長 顏色鮮明 溼度較乾或溼	約 3/5 健康生長 顏色暗淡 溼度較乾或溼	約 1/2 健康生長 顏色暗淡 溼度較乾或溼	小於 1/2 健康生長 顏色暗淡 溼度較乾或溼
* 依第二週，目視恢復生長狀態觀察結果				





圖(七) 「真苔、扭口苔、鳳尾苔、鱗葉苔」之光照需求觀察結果比較圖

最佳：5	佳：4	尚可：3	差：2	最差：1
------	-----	------	-----	------

由表(十三)、表(十四) 圖(七)，發現如下：

- (1)光照 0hr，除鳳尾苔可正常生長，其他植株都有變黑軟爛的現象。
- (2)四種苔類每日光照 4hr，皆能健康成長，植株顏色也很鮮明。
- (3)四種苔類每日光照 6hr，明顯表面水分變少，呈現較乾的情況，但植株顏色最能顯現原色。真苔、扭口苔有部分植株乾枯。

(四) 真苔、扭口苔、鳳尾苔、鱗葉苔生長環境土壤酸鹼(pH)值量測記錄，如表(十五)。

地點	發現苔類	土壤類型	土壤檢驗儀 (pH 值)	pH 測定儀 (pH 值)
前庭花園	鱗葉苔、鳳尾苔	 黃土	6.5	6.5
走廊花台	真苔、扭口苔	 泥炭土	7.0	7.2

三、探討以「多肉土與咖啡渣混合」基質，培養真苔、扭口苔、鳳尾苔、鱗葉苔適用性。

以「多肉土與咖啡渣混合」為苔盆栽基質，真苔、扭口苔、鳳尾苔、鱗葉苔之長變化觀察記錄，如表(十六)。

表(十六) 以「多肉土與咖啡渣混合」為苔盆栽基質-植株樣本外觀生長變化記錄表				
	多 150 g	多 145 g : 咖 5 g	多 135 g : 咖 15 g	多 125 g : 咖 25 g
第一週				
	<ul style="list-style-type: none"> ◆生長情形：植株生長良好。 ◆外觀：顏色鮮明。 	<ul style="list-style-type: none"> ◆生長情形：植株正常生長。 ◆外觀：橄欖綠。 	<ul style="list-style-type: none"> ◆生長情形：除扭口苔，餘植株有部分枯黑。 ◆外觀：橄欖綠。 	<ul style="list-style-type: none"> ◆生長情形：鱗葉苔、扭口苔植株部分壞死，餘全部枯黑壞死。 ◆外觀：除鱗葉苔，其餘皆變黑硬。
第二週				
	<ul style="list-style-type: none"> ◆生長情形：植株生長良好。 ◆外觀：顏色鮮明。 	<ul style="list-style-type: none"> ◆生長情形：植株正常生長。 ◆外觀：橄欖綠。 	<ul style="list-style-type: none"> ◆生長情形：鳳尾苔全部枯黑壞死，餘部分壞。 ◆外觀：鳳尾苔變黑硬，餘植株呈深棕色。 	<ul style="list-style-type: none"> ◆生長情形：鱗葉苔變枯黃，其餘全部枯黑壞死。 ◆外觀：除鱗葉苔，餘皆變黑硬。

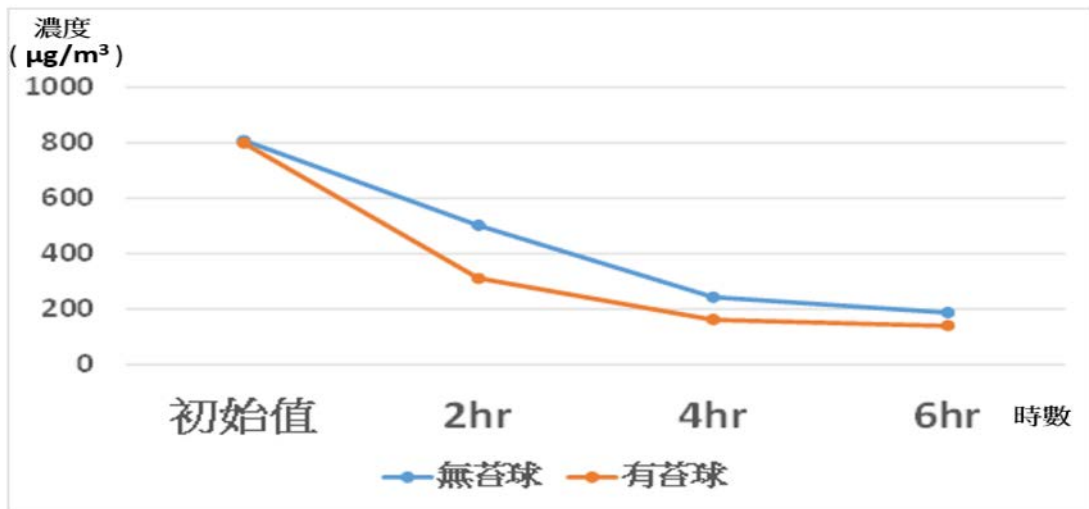
由表(十六)的觀察記錄，發現如下：

- (一) 本次使用多肉土(pH8.4)為弱鹼性，四種樣本植株，以多肉土為基質時，生長情況良好，且顏色鮮明。
- (二) 四種樣本植株，以比例為多肉土 145 g : 咖啡渣 5 g 生長情況較佳，但植株顏色受咖啡色素影響呈棕色，無法顯現植株原色，；其餘比例皆植株皆變黑壞死。

四、探討苔(球)盆栽淨化室內空氣效果。

(一) 苔(球)盆栽移除甲醛之能力

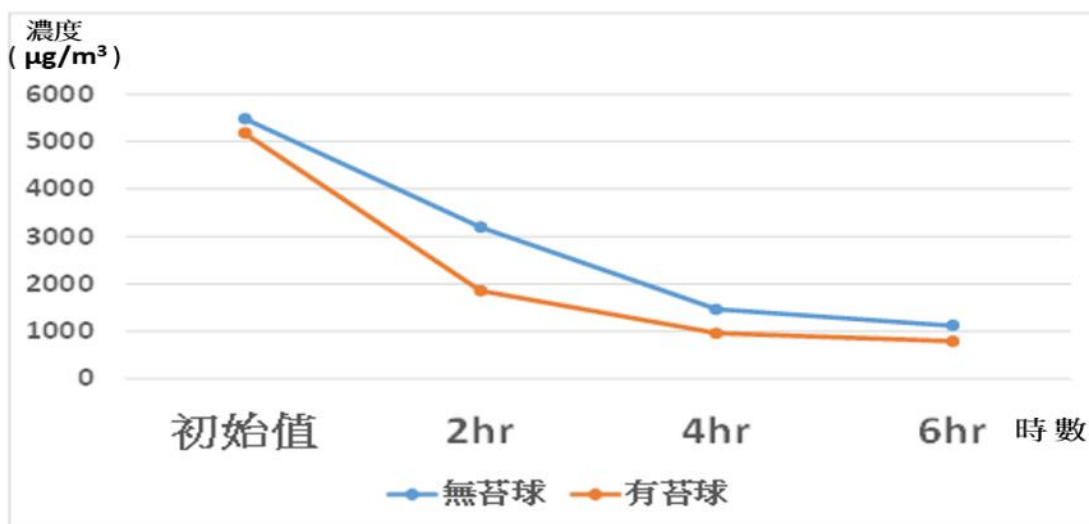
	初始值	2 hr	4 hr	6 hr
無苔球 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	809	502	243	187
有苔球 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	800	311	161	139



圖(八-1) 甲醛量測觀察結果比較圖

(二) 苔(球)盆栽移除揮發性有機物(TVOC)之能力

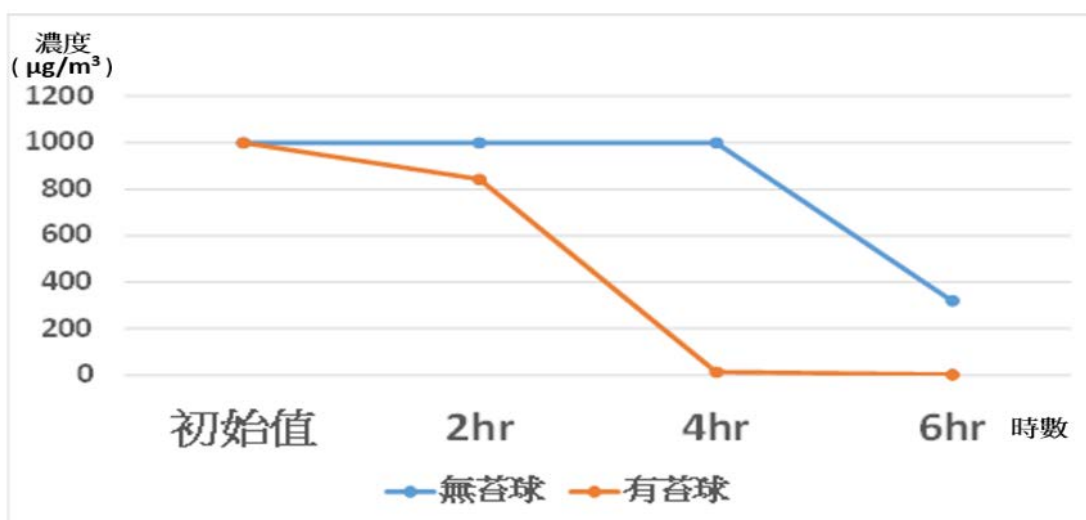
	初始值	2 hr	4 hr	6 hr
無苔球 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	5480	3194	1469	1122
有苔球 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	5171	1854	966	797



圖(八-2)揮發性有機物(TVOC)量測觀察結果比較圖

(三) 苔(球)盆栽移除 PM2.5 之能力

	初始值	2 hr	4 hr	6 hr
無苔球 (µg/m³)	999	999	999	319
有苔球 (µg/m³)	999	843	14	3



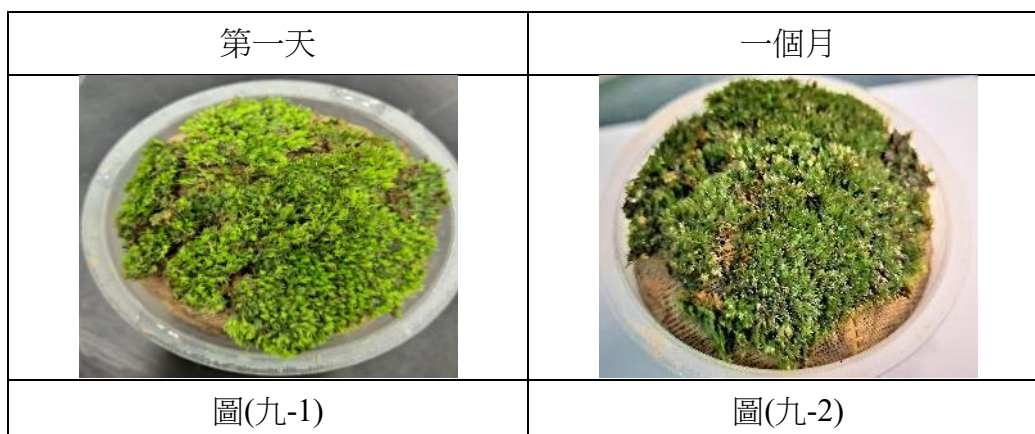
圖(八-3) PM2.5量測觀察結果比較圖

由圖(八-1)、(八-2)、(八-3)，發現如下：

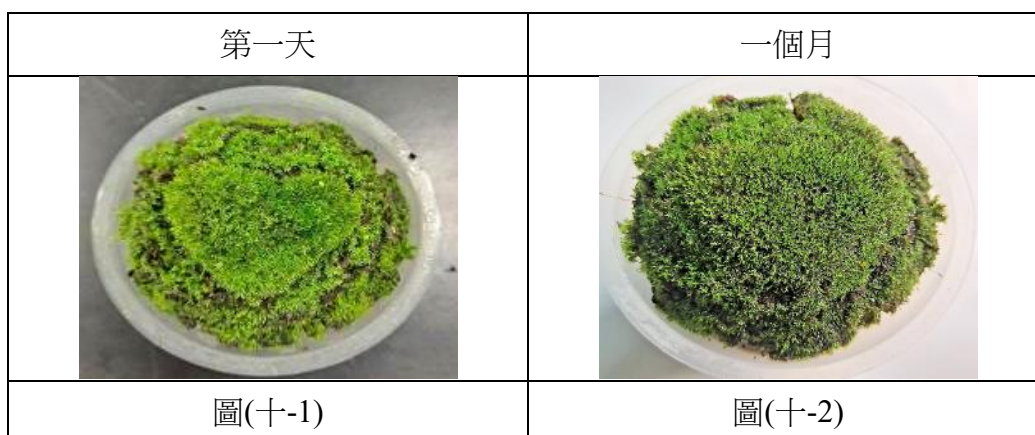
在觀察時間內，放置苔(球)盆栽時，PM2.5、甲醛、和揮發性有機物(TVOC)的數值都較無放置苔(球)盆栽的數值低。

五、應用回收素材製作苔(球)盆栽。

(一) 利用廢棄絲襪製作苔球盆栽



(二) 利用不織布製作苔球盆栽



伍、討 論

一、準備工作

(一) 選定培養苔(球)盆栽之苔植株樣本

- 1.我們所選擇的樣本，主要目的在培養成室內盆栽，因此將具觀賞性列為標準之一。
- 2.因需做多項觀察，樣本需求大，因此植株數量多寡及採集難易度也列為選擇的標準。

(二) 植株樣本分類辨識

- 1.苔植株本身並未有真正的根、莖、葉，但有時習慣會以根、莖、葉稱呼，另也有人稱為假根、假莖、假葉。
- 2.有些苔類生長環境和外型很相似，且常會混生，在我們收集植株樣本的地方，常在扭口

苔群聚中混生幾株真苔或其他種類的苔，為避免採集錯誤，採集前我們先以手機的放大鏡 App 確認後，再採集。

3.由於扭口苔的葉細胞，在顯微鏡高倍數時，葉綠素太過密集，很難看出葉細胞形狀，因此改用較低倍數，在沒有葉綠素干擾下，能較清楚看出葉細胞的形狀。

4.透過手機放大鏡和複式顯微鏡的觀察，依照苔的外型和細胞壁的形狀，並對照網路查詢到的資料，辨識出苔的種類分別是真苔、扭口苔、鳳尾苔和鱗葉苔。

二、探討培養苔(球)盆栽之苔植株樣本之生長環境適應性。

因為要培養苔(球)盆栽，我們在正式培養前，想先了解我們的樣本植株對於生長環境的需求，在討論後，我們以植物所需要的土壤、水、和陽光，做為苔植物對環境適應性的觀察因素。

(一) 耐旱性

1.因是室內植株培養，所以我們決定將樣本植株放置在教室窗臺進行觀察，另從文獻資料中得知。苔的耐旱性可達 2 週左右，因而我們將不澆水的時間訂為二週。

2.由表(八)、表(九)、圖(五) 的觀察記錄結果發現，耐旱性最佳的為鱗葉苔；鳳尾苔次之，扭口苔、真苔最差。

(二) 耐酸性

1.考慮安全性和方便取得的特點，我們本來想用小蘇打粉與醋配製酸性水溶液，但因取得的小蘇打粉為食用級的，酸鹼值(pH)約為 8.1，而醋的酸鹼值(pH)約為 2.6，因此提高的酸鹼值有限，所以後來我們改用酸鹼值(pH)約為 12 的澄清石灰水調製水溶液。

2.由表(十)、表(十一)、表(十二)、圖(六)的觀察記錄結果，發現如下：

(1)扭口苔、真苔在酸性為 $\text{pH}>5$ 時，皆能正常成長；鳳尾苔和鱗葉苔在酸性為 $\text{pH}>6$ 時皆能正常成長。

(2)四種平地苔類在酸性 $\text{pH}<5$ 時，皆開始發黑或變黃。從實驗結果證明：酸雨不利於四種苔植株生長。

(3)從文獻資料(維基百科)得知酸雨($\text{pH}<5.6$)，是由於空氣中的有害物質過量，導致雨水過酸，因此推論：藉由在室外培養苔類也可監測環境的空氣品質。

(三) 光照需求

1. 為避免採用自然光會受到天氣因素影響實際光照時間，因此我們使用模擬太陽光譜的植物生長燈，使光照條件一致。

2. 由表(十三)、表(十四)、圖(七)的觀察記錄結果，發現如下：

(1) 光照 0 hr，除鳳尾苔可正常生長，其他植株都有變黑軟爛的現象。因此推論：除鳳尾苔，其他種類植株，需放置在窗台等有光照的地方，或使用植物照射。

(2) 四種苔類每日光照 4 hr，皆能健康成長，植株顏色也很鮮明。

(3) 四種苔類每日光照 6 hr，明顯表面水分變少，呈現較乾的情況，但植株顏色最能顯現原色。真苔、扭口苔有部分植株乾枯。因此推論：光照過長時，易使水分消散較快，需適時補充水分。

(4) 由觀察結果推論：鳳尾苔光照需求最低，在無光照時亦能生長；真苔、扭口苔以 4 hr 最佳；鱗葉苔光照時間 4-6 hr 之間皆可。

三、探討以「多肉土與咖啡渣混合」為培養真苔、扭口苔、鳳尾苔、鱗葉苔盆栽的適用性
由表(十六)的觀察記錄，發現如下：

(一) 本次使用多肉土(pH 8.4)為弱鹼性，四種樣本植株，以多肉土為基質時，生長情況良好，且顏色鮮明，此類多肉土適合做為真苔、扭口苔、鳳尾苔、鱗葉苔的基質。

(二) 四種樣本植株，以比例為多肉土 145g：咖啡渣 5 g，生長情況較佳，但植株顏色受影響，無法顯現植株原色，觀賞性不佳；其餘比例皆植株皆變黑壞死，不適合做為培養基質。

(三) 以「多肉土與咖啡渣混合」為基質時，植株顏色皆會受影響，咖啡渣比例愈高，影響度愈高，甚至變黑結塊。推論因苔植株高度較低，且主要以假葉吸收水分，因此易受咖啡渣溶出之色素影響生長。

(四) 由觀察結果推論：「多肉土與咖啡渣混合」並不適合做為之真苔、扭口苔、鳳尾苔、鱗葉苔之盆栽基質

四、探討苔(球)盆栽淨化室內空氣效果

(一) 由圖(八-1)、(八-2)、(八-3)，發現如下：

苔(球)盆栽對 PM2.5 的移除能力最佳；對甲醛和揮發性有機物(TVOC)也有明顯的移除效果。由觀察結果可證明，苔(球)盆栽對室內空氣淨化是有幫助的。對於 PM2.5 的移

除效果最佳，我們推論是因為植物具有滯塵能力，能吸附空氣中的懸浮顆粒(葉德銘，2018)，而苔類植物植株小，假葉的生長方式不論叢生或互生，單位面積中可吸附懸浮顆粒的假葉面積相對較高，另也因為植株群的密集度高，植株群形成像絨毯般較粗糙的表面，摩擦力較大，可增加滯塵的效果，所以對 PM2.5 有較好的移除能力。

(二) 在沒有苔球的情況下，觀察箱中的量測數據仍會下降，我們在查閱過相關資料和討論後，推論因素如下：

1. 實驗中所使用的 PE 保鮮膜具透氣性，所以有些許氣體會外溢，但考量在室內環境，空氣本來就具流通性，而覆蓋保鮮膜可減緩觀察箱內線香燃燒後，所產生之氣體散失到箱外的速度，因此我們沒有變更觀察箱的以保鮮膜當上蓋的設計。

2. 空氣中的懸浮微粒，會因空氣流動而彼此碰撞而相互附著成較大顆粒，再因重力關係而掉落，而我們所使用的檢測儀是檢測空氣中的懸浮微粒，所以在無苔球的狀態下，數據仍會下降。

(三) 我們量測的數據中，PM2.5 的數據測量達到機器測量範圍最大值 $999\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，為什麼數據值會這麼高，我們推測是因我們所使用的儀器測量呈現結果是每立方公尺的濃度，而我們所使用的觀察箱為半密閉空間，空間容量約為 $10000\text{cm}^3(0.01\text{ m}^3)$ ，因此在較小的空間容量中，懸浮微粒較聚集，因此測得的濃度會較高。

五、應用回收素材製作苔(球)盆栽

(一) 由圖(九-1)、圖(九-2)發現，利用廢棄絲襪製作苔球盆栽，苔植株可正常生長。

(二) 由圖(十-1)、圖(十-2)發現，利用不織布製作苔球盆栽，苔植株可正常生長。

(三) 由觀察結果可證明：苔植株以非土石之基質，也能順利成長，因此可利用更方便包覆水苔和土石成圓形的絲襪和不織布來製作苔球。

陸、結 論

一、探討培養苔(球)盆栽之苔植株樣本之生長環境適應性

(一)「真苔、扭口苔、鳳尾苔、鱗葉苔」之耐旱性

鱗葉苔耐旱性最佳，鳳尾苔次之，扭口苔、真苔最差。

(二)「真苔、扭口苔、鳳尾苔、鱗葉苔」之耐酸性

酸雨不利於四種苔植株生長，藉由在室外培養苔類也可監測環境的空氣品質。

(三)「真苔、扭口苔、鳳尾苔、鱗葉苔」之光照需求

1.四種苔類需放置窗台等有光照的地方，若無法放置在有光照的地方，也可使用植物燈代替自然光照。

2.光照過長，四種苔類容易缺水，需較常補充水分。

二、探討以「多肉土與咖啡渣混合」為培養真苔、扭口苔、鳳尾苔、鱗葉苔盆栽的適用性

(一)我們所購買的多肉土適合當作真苔、扭口苔、鳳尾苔、鱗葉基質。

(二)苔類植株的外觀及生長會受到咖啡色素的影響，所以不適合作為真苔、扭口苔、鳳尾苔、鱗葉的基質。

四、探討苔(球)盆栽淨化室內空氣效果

苔(球)盆栽對 PM2.5 的移除能力最佳，對甲醛和揮發性有機物(TVOC)也有明顯的移除效果，苔(球)盆栽對室內空氣淨化是有幫助的。

五、應用回收素材製作苔(球)盆栽

苔植株以非土石的非織布為基質，也能順利成長。

六、總結

真苔、扭口苔、鳳尾苔、鱗葉苔適合以弱酸或弱鹼的基質培養，想要培養出具觀賞性和成長情形好的苔植株，適當的水分和光照是必須的，而苔(球)盆栽除了具有觀賞及療癒性外，對室內空氣淨化也是有幫助的。

柒、參考資料及其他

一、歷屆科展資料

- 1.鄭景馨、李芩諭、林凱堉。蘚苔植物的妙用-以苔土種植豆科植物之研究。中華民國第 59 屆中小學科學展覽會作品說明書。

二、其他重要網路資料

1. Yu Feng (2018, 06 月 23 日)。淺談真苔 (Bryaceae)。苔蘚學堂。
取自：<https://daintsuoh.medium.com/苔蘚學堂-淺談真苔-f30e7b75bb36>
2. Yu Feng (2018, 04 月 06 日)。淺談叢苔(Pottiaceae)。苔蘚學堂。
取自：<https://daintsuoh.medium.com/苔蘚學堂-淺談叢苔-b02a96f5aaa5>
3. Yu Feng (2018, 04 月 06 日)。淺談鳳尾苔(Fissidentaceae)。苔蘚學堂。
取自：<https://daintsuoh.medium.com/苔蘚學堂-淺談鳳尾苔-fissidentaceae-fbbc74df728b>
4. Yu Feng (2018, 11 月 10 日)。平地常見苔類的辨識 PART 3。苔蘚學堂。
取自：<https://daintsuoh.medium.com/真苔蘚學堂-平地常見苔類的辨識-part-3-6cd40b8089b5>
- 5.姚智元 (2013, 02 月 25 日)。你所不知道的咖啡渣。環境教育及訓練第 70 期電子報。生活小百科。<http://record.epa.gov.tw/epaper/10270/index.html>
- 6.葉德銘 (2018, 12 月)。應用植物淨化室內空氣。科學發展, 552, 32。
- 7.台灣生命大百科
- 8.維基百科

【評語】 080310

本研究進行苔類培養與淨化空氣的研究，有應用的潛力。但實驗的規劃與執行有以下幾點缺點，謹建議參考改進：

1. 苔類的分類辨別上，除了文獻特徵的比對外，最好也能諮詢專家：若已有諮詢，請將相關訊息放入報告中。
2. 耐旱性實驗中，最好能提供培養土的含水量變化資料，特別是實驗起始的含水量數據，以確保實驗處理的無偏差性。另外，以單次實驗的單盆數據結果，來進行肉眼的耐旱分級，也不恰當。
3. 在耐酸性的實驗中，同學們知道酸雨的主成分為硫酸根和硝酸根等離子嗎？為何要使用石灰水與醋酸來配製不同的模擬酸液呢？另外，苔類為不耐酸的環境指標生物屬於已知的科學知識，同學們為什麼還要進行此次實驗呢？
4. 苔類已知是光合生物，需要進行光合作用以生產養分，不知同學們為何還要進行無光照的實驗處理？另外，不同光照時間的處理也會造成水份蒸發量的差異，同學們不知有做適合的處理，以控制單一變因呢？

作品簡報

苔(球)盆栽培養 及 室內空氣淨化能力之探討

國小組 生物科





研究動機與目的



樣本辨識

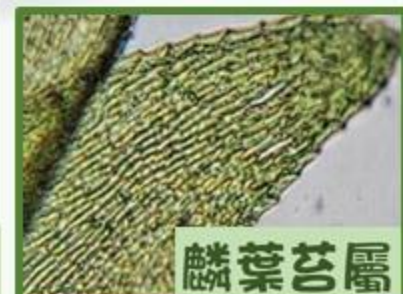
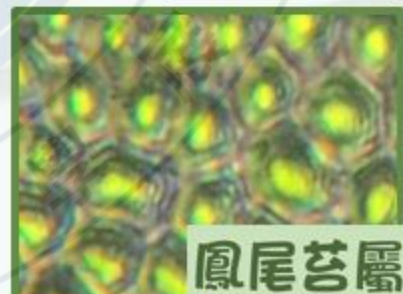
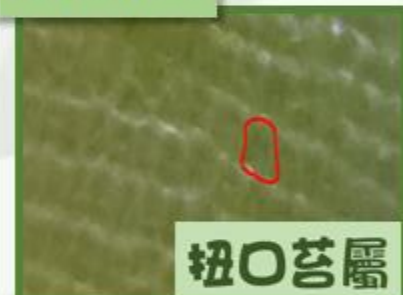
校園苔蹤跡

前庭-花園1	前庭-花園2	前庭-水溝蓋旁	走廊花台
			

辨識種類



葉細胞形狀



環境適應性-耐旱性

觀察結果比較

停止澆水二週

真苔屬



扭口苔屬



鳳尾苔屬

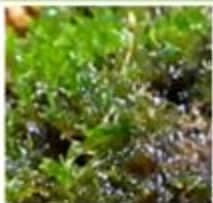


鱗葉苔屬



恢復澆水一週

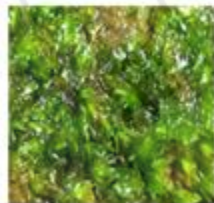
真苔屬



扭口苔屬



鳳尾苔屬



鱗葉苔屬



圖(五)「真苔、扭口苔、鳳尾苔、鱗葉苔」之耐旱性觀察結果比較圖

最佳：5 佳：4 尚可：3 差：2 最差：1

鱗葉苔耐旱性最佳

環境適應性 - 耐酸性

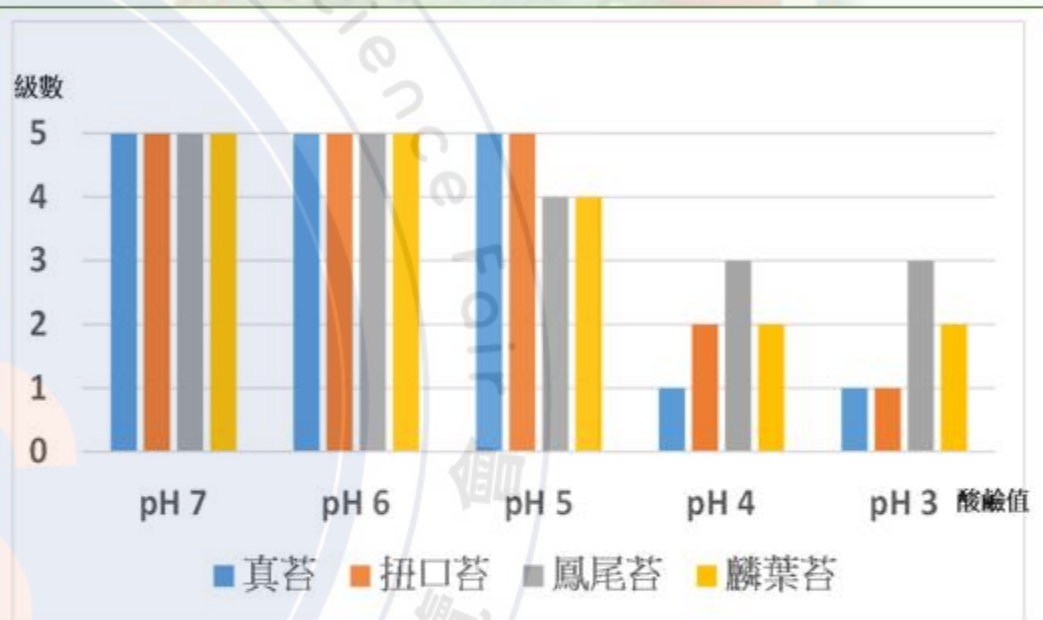
觀察結果比較

調製酸性水溶液



生長變化情形

	pH7(純水)	pH 6	pH 5	pH 4	pH 3
原樣本					
第四天					



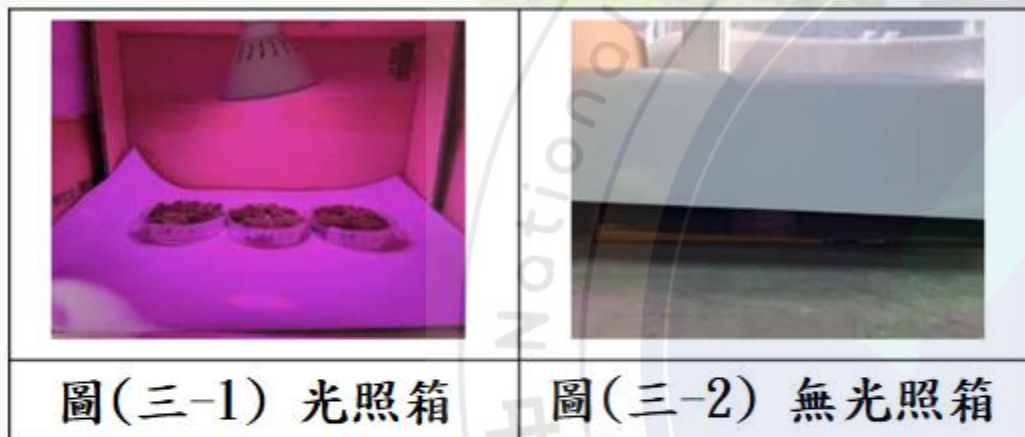
圖(六)「真苔、扭口苔、鳳尾苔、鱗葉苔」之耐酸性觀察結果比較圖

最佳：5 佳：4 尚可：3 差：2 最差：1

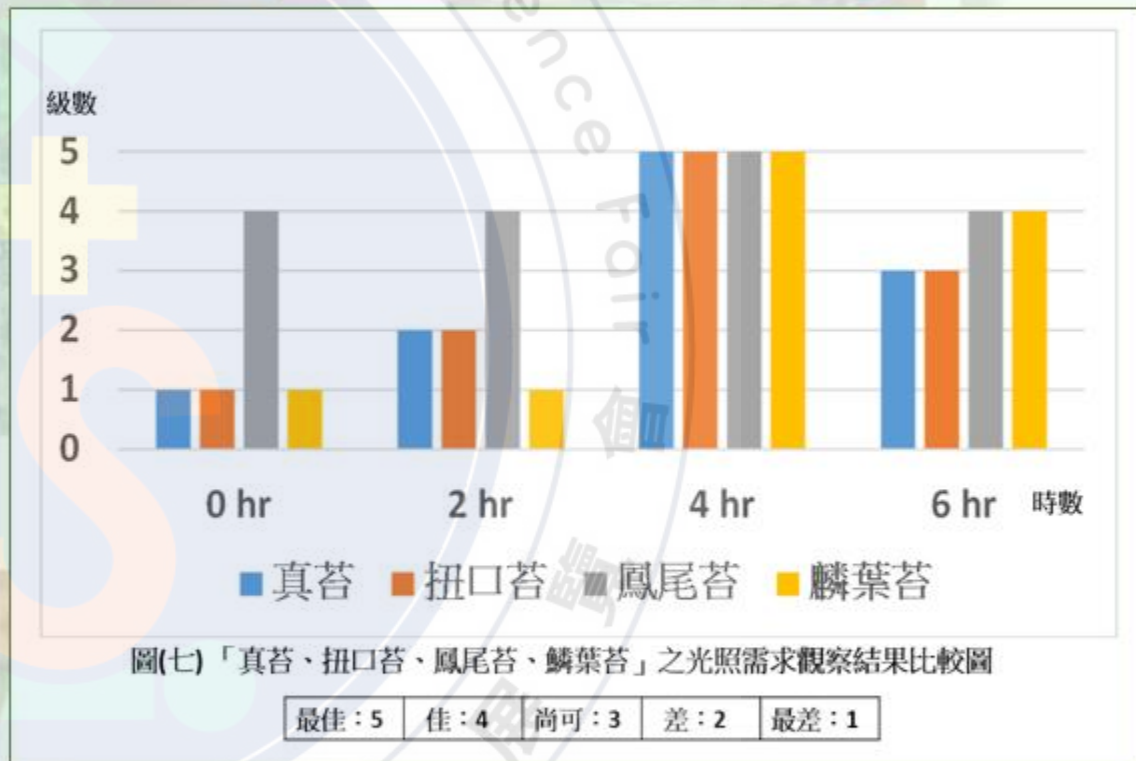
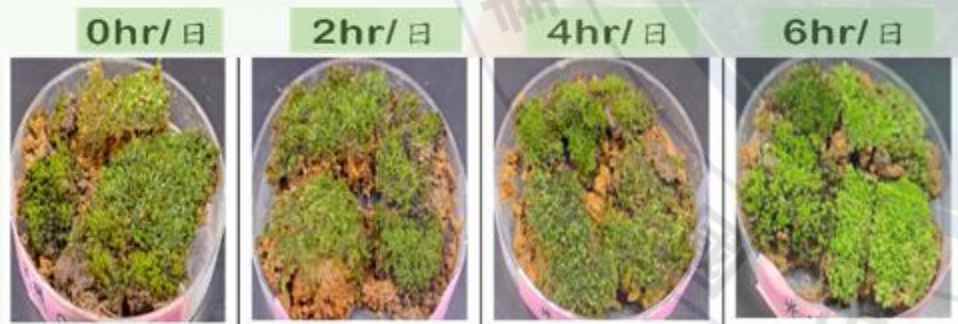
**PH < 5 不利於四種苔植株生長
可監測環境的空氣品質**

環境適應性-光照需求

觀察結果比較



光照二週



光照 4 hr 最佳

基質-多肉土與咖啡渣混合

P. 06

第二週 生長情形

多 150 g



多 145 g : 咖 5 g



多 135 g : 咖 15 g



多 125 g : 咖 25 g



使用多肉土為基質-生長情況良好

咖啡渣成分會影響苔植株外觀及生長

淨化室內空氣效果

P. 07



圖(四-1) 有苔球



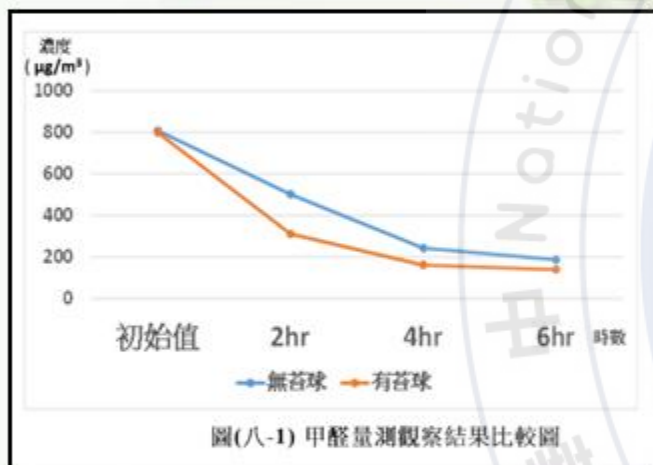
圖(四-2) 無苔球

**觀察箱上方覆蓋保鮮膜
放入點燃線香，計時20秒後取出**

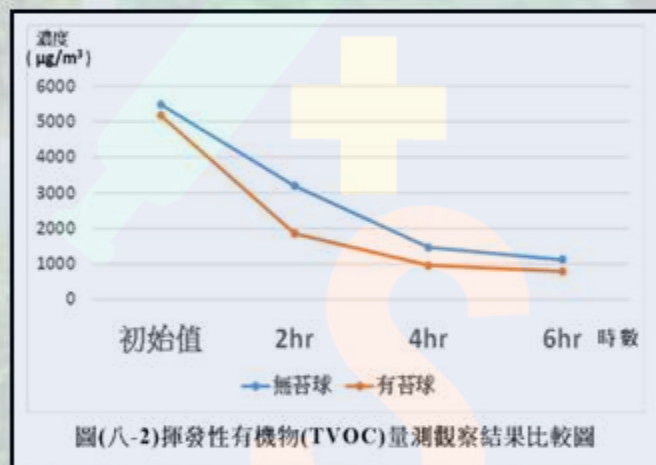
淨化室內空氣效果

P. 08

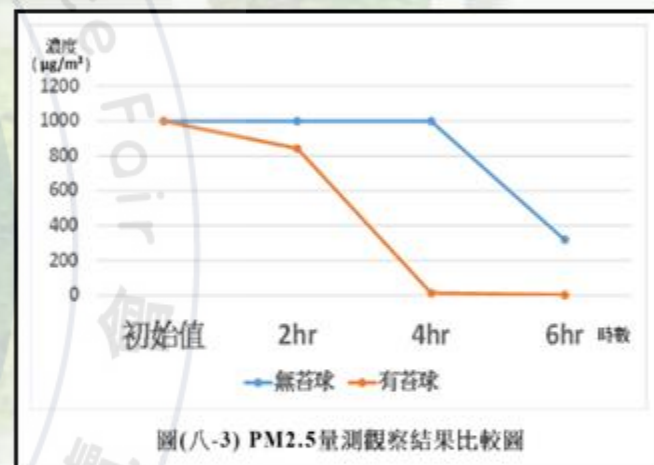
甲醛



TVOC



PM2.5



苔(球)盆栽PM2.5的移除能力最佳
苔(球)盆栽對室內空氣淨化是有幫助的

應用回收素材

廢棄絲襪



一個月

生長正常



廢棄網狀不織布



一個月



結 論

- * 真苔、扭口苔、鳳尾苔、鱗葉苔適合在**偏中性**的環境中培養。
- * 要培養出具有觀賞性和成長情形好的苔植株，需適當的**水分**和**光照**。
- * 苔(球)盆栽除了具有觀賞及療癒性外，對室內空氣**淨化**也有幫助。
- * 種在室外，可用來監測空氣品質。



參考資料

P. 11

1. Yu Feng (2018, 06月23日)。淺談真苔 (Bryaceae)。苔蘚學堂。
取自：<https://daintsuoh.medium.com/苔蘚學堂-淺談真苔-f30e7b75bb36>
2. Yu Feng (2018, 04月06日)。淺談叢苔(Pottiaceae)。苔蘚學堂。
取自：<https://daintsuoh.medium.com/苔蘚學堂-淺談叢苔-b02a96f5aaa5>
3. Yu Feng (2018, 04月06日)。淺談鳳尾苔(Fissidentaceae)。苔蘚學堂。
取自：<https://daintsuoh.medium.com/苔蘚學堂-淺談鳳尾苔-fissidentaceae-fbbc74df728b>
4. Yu Feng (2018, 11月10日)。平地常見苔類的辨識 PART 3。苔蘚學堂。
取自：<https://daintsuoh.medium.com/真苔蘚學堂-平地常見苔類的辨識-part-3-6cd40b8089b5>
5. 姚智元 (2013, 02月25日)。你所不知道的咖啡渣。環境教育及訓練第70期電子報。生活小百科。
<http://record.epa.gov.tw/epaper/10270/index.html>
6. 葉德銘 (2018, 12月)。應用植物淨化室內空氣。科學發展, 552, 32。
7. 台灣生命大百科
8. 維基百科

