

屏東縣第 60 屆國中小學科學展覽會
作品說明書

科 別：地球科學科

組 別：國小組

作品名稱：捲土蔥來—土壤毛細對植物生長的影響

關 鍵 詞：土壤分類、毛細現象、珠蔥種植

編號：A5003

目錄

摘要	1
壹、研究動機	2
貳、研究目的	2
參、研究設備及器材	3
肆、研究過程與方法	4
伍、研究結果	14
陸、討論	15
柒、結論	16
捌、參考資料及其他	18

摘要

校園中常見不同土壤，與生活息息相關，因此我們利用簡單的器材，以校園不同質地的土壤：榕樹區黃土、操場砂坑砂土和學校菜園砂質壤土，加上屏東縣長治地區黑壤作為比較，進行毛細現象與珠蔥生長的研究。

本研究從土壤特性和毛細現象探討，發現菜園的砂質壤土的毛細現象最明顯。再進一步以相同之土壤樣本種植珠蔥蔥段，試圖瞭解土壤的特性、土壤和植物的毛細現象對生長的影響，發現菜園砂質壤土的種植珠蔥生長率最高。印證在本研究取樣之各樣本中以『菜園區的砂質壤土』為所有土壤樣本中，最適合珠蔥蔥段生長的土壤。

應用實驗結果，未來可做一個利用毛細現象自動供給植物水分的模組，解決長期無法澆水的問題。

壹、研究動機

在四年級自然課裡學過「毛細現象」，我們當下覺得好神奇，水竟然會沿著物體往上爬，在這次的研究討論過程中，剛好有同學提到這個蠻有趣的議題，於是我們就開始探討水在泥土中的毛細現象問題。此外，學校在這學期開闢一塊新菜園，種植許許多多的蔬菜，寒假期間這些蔬菜可能因為沒有人澆水而枯死，因此我們想探討如何運用自動供給水分系統，透過毛細現象來解決這個問題。學期中恰逢學校種植多年的榕樹突然倒塌，經植物專家研判為染病枯死，也讓我們聯想到榕樹染病和土壤條件是否有相關性。

因菜園臨近砂坑和榕樹區，因此採集這三處的土壤以瞭解不同土壤質地的特性和對植物生長的影響。實驗中的植物樣本珠蔥來自老師家中田地，因此採集生長地的黑壤與上述三處土壤樣本一併進行比較和研究。

貳、研究目的

- 一、如何觀測土壤中毛細現象的方法。
- 二、不同土壤吸水性之比較。
- 三、瞭解不同土壤的吸水性狀況對珠蔥生長發育之影響。

參、研究設備及器材

一、 土壤：

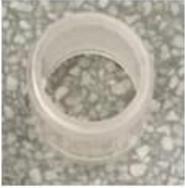
(一) 黃土：校園榕樹區

(二) 黑壤：長治鄉農地

(三) 砂子：學校砂坑

(四) 砂質壤土：學校菜園

二、 器材：

			
壓克力筒	玻璃量筒	透明塑膠箱	水桶
			
篩網	鐵槌	吸管	糖果襪
			
鏟子	量杯	磅秤	尺
			
光碟片			

肆、 研究過程或方法

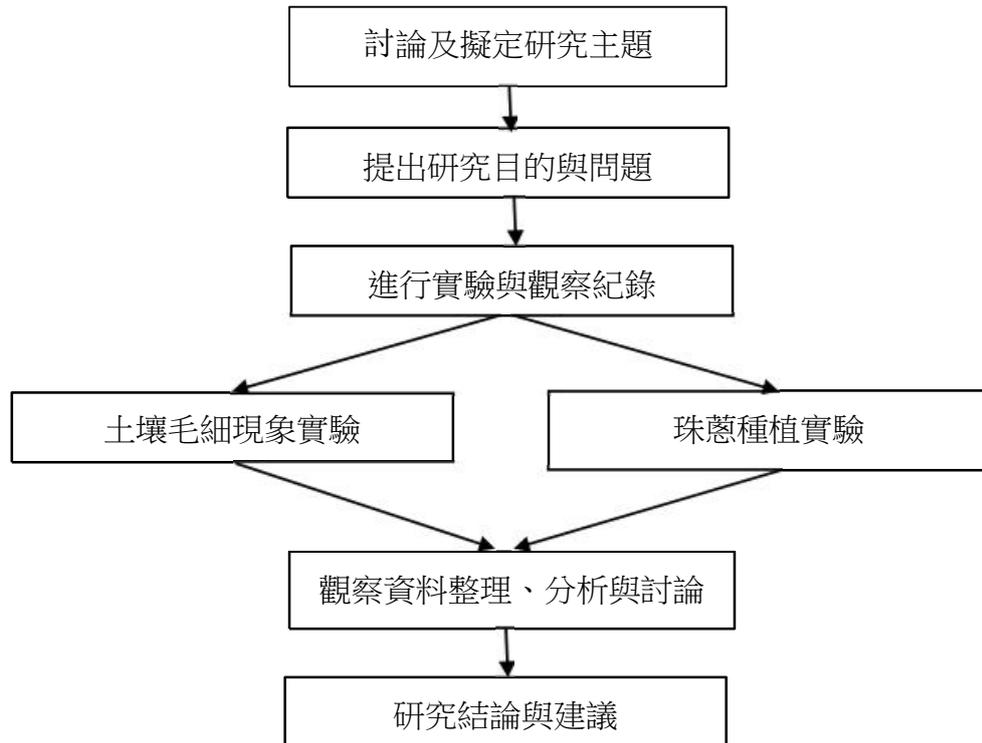


圖 4-1：研究流程

一、準備實驗材料

- (一) 曬乾：將採集的土壤樣本置於通風處曝曬一天。
- (二) 磨碎：將乾燥後的土塊用鐵槌打碎，再壓碎，使土粒個別散開。
- (三) 過篩：用 19 公分的 60 目麵粉篩篩土，將篩好的土壤分別用透明塑膠箱裝好編號備用，註明採集地點和名稱。

			
黃土採樣	黑壤採樣與 珠蔥母株	砂土採樣	砂質壤土採樣
			
用鐵槌敲碎土塊	用麵粉篩篩土	吸管裝填土壤	測量水位上升高度

(四) 辨別土壤的質地：

1.方法：拿少量乾燥後的土壤放在手中揉捏，感覺土壤的質地。

2.結果：如下表。

表4-1 土壤質地分析記錄表

	土壤成份分析	乾燥過篩的手指觸感	土壤吸水後的狀態
黃土	一種淺黃或褐黃色的土，顆粒成份以粉土粒級為主，不透氣，浸水後易於崩塌。	細滑有粉狀感，觸感綿密。	吸水後土完全濕透，觸摸起來呈糊狀。
黑壤	富含腐植質的土，適合種植。	細勻粉狀感，觸感細滑。	吸水後土位下降，體積縮小，觸摸起來黏滯有彈性，可捏成團狀。
砂土	純粹為砂子。	砂粒可明顯感覺到一粒一粒的。	吸水後表面未全濕，較乾爽，黏滯度低，輕輕觸摸隨即散開。
砂質壤土	含砂成分較多的壤土，以降低黏度，提升排水和透氣性。	有顆粒感，觸感鬆散粗糙。	吸水後土完全濕透黏滯度佳，觸摸起來呈糊狀。

二、研究過程或方法：

實驗一：土壤的毛細現象

一、實驗方法：

- (一)將兩根吸管連結成 36.5 公分長，土壤分別填裝到各實驗吸管内，底部貼透氣膠帶防止土壤掉落，再用膠帶固定於玻璃量筒中。
- (二)將 5ml 的水加入量筒內。
- (三)每小時觀測吸管内土壤吸水高度，共記錄十小時。

二、實驗做法：



圖4-1 吸管毛細現象觀測圖

(一)實驗結果記錄：

表4-2:毛細現象水位高度表(單位：公分)

	黃土	黑壤	砂土	砂質壤土
第一小時	4.5	3.5	3.6	10.0
第二小時	12.2	8.7	6.5	13.3
第三小時	15.2	11.0	7.0	23.3
第四小時	18.3	13.5	8.0	*36.5
第五小時	19.0	15.4	8.7	
第六小時	19.5	17.0	9.3	
第七小時	20.0	18.5	9.9	
第八小時	21.7	19.0	10.3	
第九小時	23.5	19.2	10.8	
第十小時	25.0	19.2	11.5	

*說明：砂質壤土的吸管水位已達最高 36.5 公分，因此記錄到第四小時為止。

(二)實驗結果變化圖

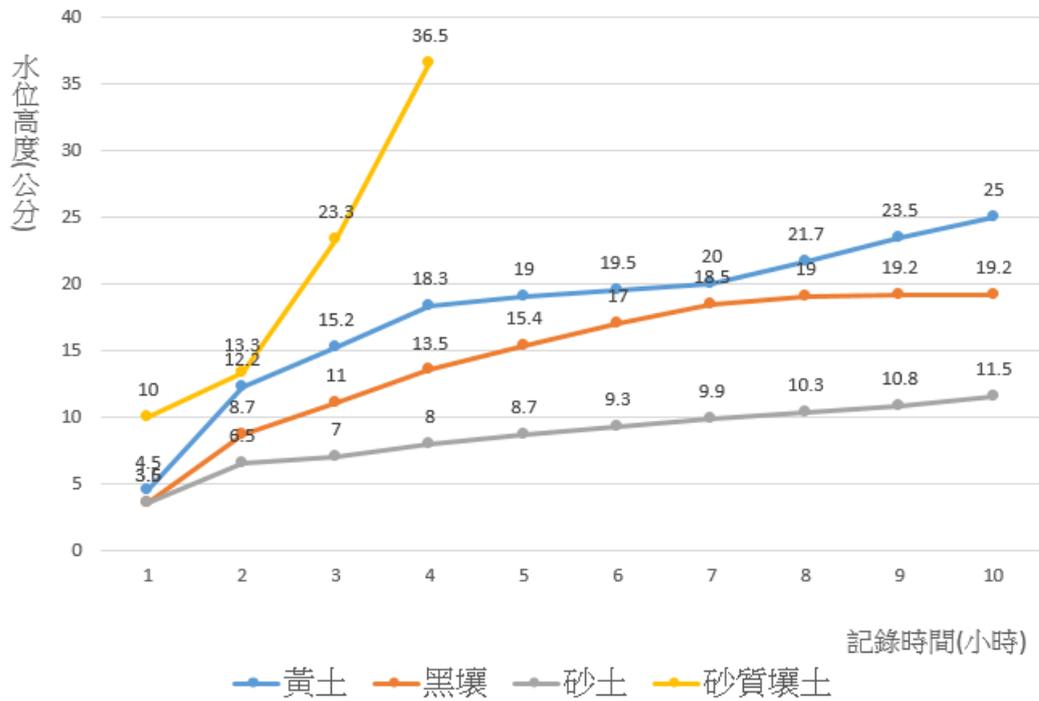


圖4-2:毛細現象水位高度圖

(三)實驗結果：

- 1.從圖4-2 中，我們可以發現各種土壤在毛細現象中，第一小時是砂質壤土上升最高，其次是黃土，再其次是黑壤，最低的是砂土。
- 2.第三小時到第四小時中，砂質壤土的水位上升到最頂點，其餘緩慢穩定的上升，依序仍是黃土、黑壤和砂土。
- 3.由以上結果，我們推論影響毛細現象水位高度變化的是土壤的緊密度。砂質壤土的顆粒間隙與緊密度比砂土小，比黑壤大，因此水位上升最快最高。

實驗二、各種土壤種植珠蔥後觀察毛細現象實驗

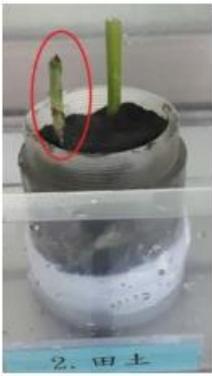
一、實驗方法：

- (一) 實驗初期我們先試種空心菜，砂質壤土中的空心菜存活率最高，可知土壤的吸水性較佳者，可能存活率較高。然而數天後即陸續枯萎，故改種珠蔥。但在種植珠蔥之前，仍保留未乾枯的空心菜，以持續觀察。
- (二) 從田裡採摘整把珠蔥，再從根部分出子株，莖部保留約10公分，其餘剪掉。
- (三) 將壓克力筒底部套上糖果襪，以避免土壤外洩，且不影響土壤吸水。
- (四) 將帶有根系的蔥段分別種入盛滿四種土壤的壓克力容器中，以光碟片托住底部，移入塑膠箱中，注入約2公分水位高的水。
- (五) 實驗初期發現珠蔥生長快速，衍生一些問題：高度2公分的水都沒變少，是否珠蔥沒有水也會生長，甚至沒有土也會生長，因而增加第五個以黃土種植不供給水分，和第六個不供給土和水，做為對照。
- (六) 觀察土壤毛細吸水變化和蔥段的成長情形，每日觀察記錄並拍照，共記錄14天。

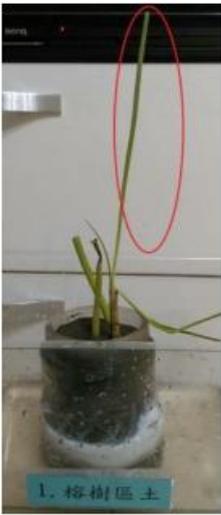
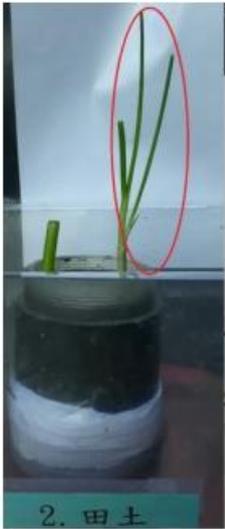
二、實驗結果記錄如下：

- (一) 實驗結果照片：(如下頁)

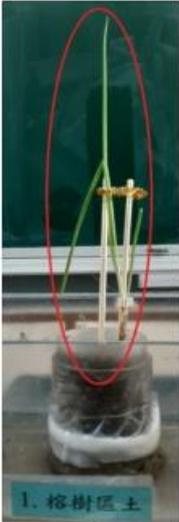
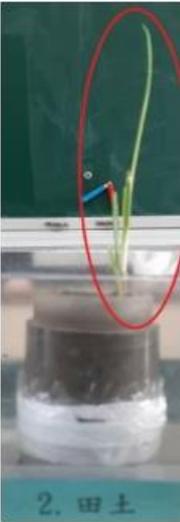
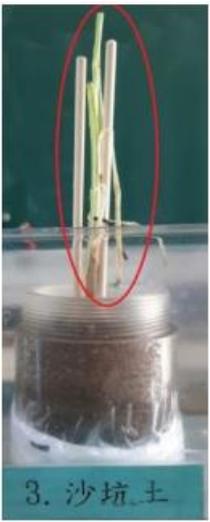
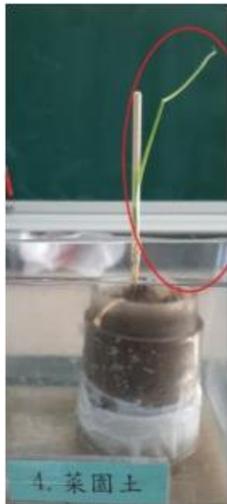
實驗初期

 <p>1. 榕樹區土</p>	 <p>2. 田土</p>	 <p>3. 沙培土</p>	
<p>第一天：黃土</p>	<p>第一天：黑壤</p>	<p>第一天：砂土</p>	<p>第一天：砂質壤土</p>

實驗中期

 <p>1. 榕樹區土</p>	 <p>2. 田土</p>	 <p>3. 沙培土</p>	 <p>4. 菜園土</p>
<p>第八天：黃土</p>	<p>第八天：黑壤</p>	<p>第八天：砂土</p>	<p>第八天：砂質壤土</p>

實驗後期

 <p>1. 榕樹區土</p>	 <p>2. 田土</p>	 <p>3. 沙培土</p>	 <p>4. 菜園土</p>
<p>第十四天：黃土</p>	<p>第十四天：黑壤</p>	<p>第十四天：砂土</p>	<p>第十四天：砂質壤土</p>

實驗初期	
	
第一天：黃土沒加水	第一天：沒土沒水
實驗中期	
	
第八天：黃土沒加水	第八天：沒土沒水
實驗後期	
	
第十四天：黃土沒加水	第十四天：沒土沒水

圖 4-3：實驗初、中、後期蔥段變化圖

(二)實驗結果記錄表：

表4-2 珠蔥生長發育(株高)比較表

	黃土	黑壤	砂土	砂質壤土	黃土不加水	沒土沒水
第一天	1.5	1	1.8	1.7	0.3	0.8
第二天	2	1.3	3	2.6	0.7	0.9
第三天	6.6	3.4	8.5	5	0.7	0.9
第四天	10.5	5.5	12.2	8	1.1	1
第五天	14.2	8.2	15.7	10	1.5	1
第六天	17.6	10.9	18.9	14.8	2.2	1
第七天	20.6	13.5	21.9	18.3	2.9	1.1
第八天	21.9	16.2	23.8	22.1	3.5	1.1
第九天	23.2	19.2	24.5	25.5	4.3	1.2
第十天	24.2	21.5	25.2	31	5.1	1.2
第十一天	24.8	24.3	26.2	*20	6	1.3
第十二天	25.6	25	26.4	20.2	6.8	1.4
第十三天	26.1	26.8	26.6	20.2	7.3	1.4
第十四天	26.5	27.2	27.1	20.2	7.3	1.4
*株高生長量	25	26.2	25.3	29.3	7.0	0.6

*說明 1：自第十三天起，黃土、黑壤、和砂土中的蔥段仍持續有些微成長，但黃土無水和沒有土沒有水的蔥段已停止生長。其中砂質壤土中的蔥段在第十一天時，因人為碰撞彎折而修剪掉，導致第十三天起已停止生長。可發現黑壤處理組之株高生長量最佳，其次為砂土，沒土沒水處理組最差。

*說明 2：株高生長量為最高與第一天之高度差異量。

(三)實驗結果變化圖：

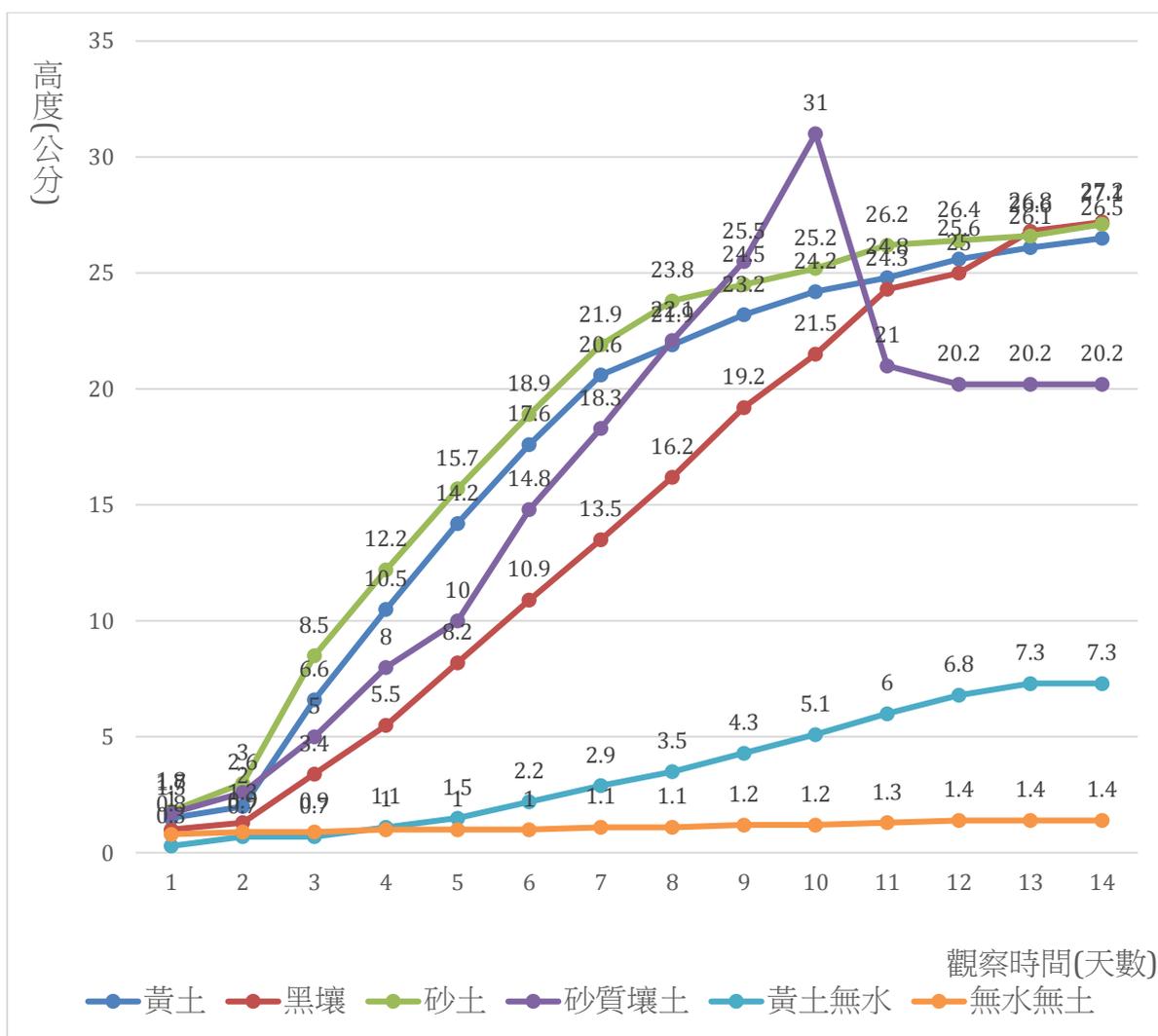


圖 4-4:珠蔥莖葉生長高度圖

表4-3 實驗後期珠蔥營養器官(根莖葉)生長量比較表

比較	實驗組				(對照組)	
	黃土	黑壤	砂土	砂質壤土	黃土不加水	沒土沒水
新生根系數量(根)	8	7	2	9	0	0
根系長度(公分)	7.7	4	4	7.8	0.2	0.5
葉子最長可達的長度(公分)	26.5	27.2	27.1	31	7.3	1.4
葉子的狀態	翠綠	淺綠、略細	偏黃、淡、細	翠綠、較粗	淺綠、較短	短小



圖 4-5 實驗後期珠蔥根莖葉生長狀況

(三)實驗結果

- 1.相較實驗組，對照組未提供水份，致使植株生長速度偏慢，並且在第十四天後便停止生長。
- 2.對照組的根系較短少，實驗組則能生長出較多較長的根系。

伍、研究結果

一、砂質壤土吸水性最佳。

在第一次實驗中，發現砂質壤土在第一小時到第四小時這段時間上升最高，最快，其吸水性優於其他三種土壤。接著依次為黃土、黑壤和砂土，吸水性最差的是砂土。

二、砂質壤土種植珠蔥生長率最高。

第九天時發現砂土中的蔥段生長最高，但第十天起則是砂質壤土中的蔥段生長高度超越其他三者。第十四天將四株植物取出比較其根系與莖葉生長狀況。發現吸水性最佳的砂質壤土中的蔥段，在第十一天斷裂前，生長狀態最佳，其新生根數量、根系長度和莖葉長度都優於其他。其中砂質壤土中的蔥段在第十一天時，因人為碰撞彎折而修剪掉，導致第十三天起已停止生長。

三、校園內百年榕樹之死亡與黃土無直接關聯。

榕樹區的種植土壤為黃土，由黃土中的蔥段生長狀態僅次於菜園的砂質壤土，可知黃土的質地適於榕樹生長，且該處的非生物因子(如土壤、養分、空氣、空氣濕度、水分、光照…等因素)皆相同的條件下，另兩棵榕樹未倒塌，因此榕樹的死亡和黃土的質地無太大關聯。排除了非生物因子的因素後，進而驗證植物專家們提出的榕樹之枯死是被病菌感染的說法。

四、毛細現象比澆灌更易維持土壤濕度，有益植物生長。

實驗期間，塑膠箱內水位高度幾乎都維持最初的 2 公分不變，但蔥段依然正常生長，不用再加水。因此土壤毛細現象來供給植物水分的方式，比由上澆灌的方式更可長時間維持土壤溼潤，所以可做為短期無法澆水時的替代做法。

陸、討論

- 一、土壤的成分分析不論應用視覺或觸覺觀測都較主觀，難以明確分析和描述。
- 二、吸管内土壤的吸水現象實驗中，土壤在兩根吸管的銜接處易分層而導致水位停滯，後重新在吸管内補土至吸管内無空隙後，水位才再度上升。
- 三、種植蔥段的時間持續觀測達二十一天，但第十四天後，植物生長曲線已趨緩，記錄的數據變化不大，因此記錄只呈現前十四天之數據。
- 四、原本的樣本植株是從市場買回的空心菜，其根系較少影響生長，種植一段時間後逐漸乾枯，因此更換為田裡帶土、根系正常的珠蔥來種植，其生長速度快，便於觀測和記錄。
- 五、種植蔥段的時間持續觀測達二十一天，但第十四天後，植物生長曲線已趨緩，記錄的數據變化不大，因此記錄只呈現前十四天之數據。

柒、結論

一、從土壤吸水性和蔥段生長這兩個實驗中，我們對黃土、黑壤、砂土和砂質壤土的特性整理如下表：(由高到低：1、2、3、4)

表7-1 土壤水位與蔥段高度比較表

	黃土	黑壤	砂土	砂質壤土
土壤水位高度(公分)	2	3	4	1
蔥段生長高度(公分)	4	2	3	1

二、從實驗結果推論至日常生活中，我們知道：

(一)利用毛細現象，將盆栽放在水盆中，可減少澆水次數或維持一段時間不用澆水，利於假期中照顧校園或班級的盆栽。



圖7-1 班上的盆栽利用水盆中的水可維持數天不用澆水

(二)利用土壤特性，在砂質壤土中種植某些蔬果，可有較高的存活率和生長率，例如學校菜園中，近期採收了不少茼蒿、玉米筍、青椒……等。

(三)同學在觀測植物期間發現採樣自田裡的黑壤，遇水則下陷變緊密，變成塊狀黏土，透氣性差，不利植物生長，因此須與其他介質混合，例如稻殼與砂土，才有益植物生長。

(四)在收集資料的過程中，我們發現未來可以將雨水透過「透水鋪面雨水再利用系統」及雨撲滿收集到的水，運用毛細現象將水分往地表抬升，供給給植物，進而達到雨水再利用與節水的環保效果。

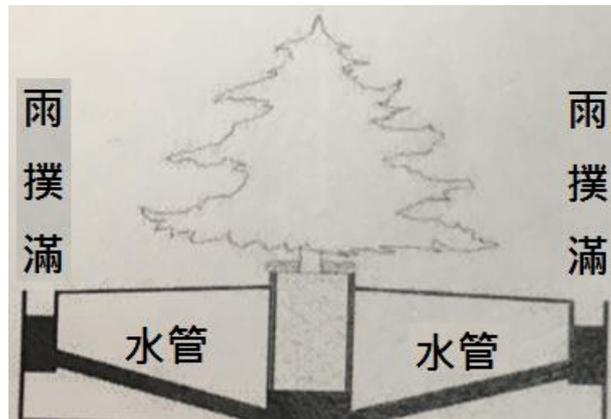


圖7-2透水鋪面雨水再利用系統

捌、參考資料及其他

一、書面資料

1. 國民小學自然與生活科技三下、四下(民國 107 年)。新北市：康軒。

二、網路資源

2. 水來土掩—毛細、入滲與黏滯度。第 51 屆中小學科展作品。

<https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?a=6821&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=1&sid=9129>

3. 「晰」「析」「攘」「壤」！--土壤物理性質及簡單分類之研究。第 57 屆中小學科展作品。

<https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?a=6821&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=1&sid=13852>

4. 珠蔥繁殖法 <https://www.youtube.com/watch?v=EXLZA8adSXY>

5. 台灣好園藝—珠蔥超好種，重覆採收快速享用

https://www.mygardenlife.com.tw/article_content.php?pk=100595

6. 低碳永續家園資訊網

<https://lcss.epa.gov.tw/LcssViewPage/Responsive/>

PrjDetail.aspx?WikiPrjMain_Id=ABE8C09F4B2B173D

7. 土壤，維基百科

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%9C%9F%E5%A3%A4>