

# 屏東縣 64 屆國中小學科學展覽會

## 作品說明書

科 別：地球科學科

組 別：國中組

作品名稱：水土抗立夏—探討土壤添加多孔性物質抵抗氣溫上升之研究

關鍵詞：可感熱通量、溫室效應、多孔性、蛭石、水苔、比熱、蒸發

編號：B5005

# 目錄

摘要	3
壹、前言	3
貳、研究設備及器材	6
參、研究過程與方法	7
肆、研究結果	10
伍、討論	21
陸、結論	22
柒、過程回顧及展望	23
捌、參考資料及其他	23

## 摘要

本研究之目的是改良土壤以抵抗酷暑之氣溫上升，結論如下：1.多孔洞岩石可吸附較多水分，而水分藏身於孔洞內也不易蒸發，因此吸足水分的多孔洞岩石的混和比熱會比乾燥時大，加上藏於孔洞內的水分不易吸熱蒸發，「可感熱通量」又較乾土佳，因此會讓濕土表面氣溫上升緩慢。因此上層氣溫在光照下長時間內上升緩慢。2.雖然水苔的吸水性佳，但水非藏身於如蛭石的孔洞內，較易吸熱蒸發，由於水在蒸發時會吸收空氣的熱量，因此會讓表面氣溫在短時間內不升反降，但一旦水蒸發完畢，氣溫仍會上升。3.本研究之目的雖是改良土壤使氣溫上升不易甚至些微下降，但也要考量改良後土壤本身能否發揮種植農作物的功用。由本研究發現，改良後的土壤仍有種植的功用，但效果會稍差。

## 壹、前言

### 一、研究動機

國中自然課本第六冊第四章提到近年來因為溫室效應的關係，各國平均溫度一直升高，此議題也延燒到了新聞，許多科學家也提出了解決辦法，但似乎沒有造成太大的效果，台灣臺北因為熱島效應的關係平均溫度甚至一度超越擁有四季之南之稱的恆春，這現象也引起了我們的關注，展開了我們的減緩地球發燒科學之旅。

將來若實驗成功，希望可以應用到生活上，並降低環境溫度，提供更舒適的生活環境。

### 二、研究目的

- (一)了解石頭的孔洞差別。
- (二)了解不同土壤的吸水性。
- (三)探討不同土壤對環境溫度和濕度的影響。
- (四)探討不同土壤混入棉花或水苔對環境溫度和濕度的影響。
- (五)探討不同土壤對綠豆生長情形的影響

### 三、文獻與相關資料

- (一)熱島效應:指的是那些城市區域，由於人類活動的緣故，讓其溫度明顯比周邊的農村地區為高。兩者間的夜間溫度差距通常會高於日間的，碰到風力微弱的時候會更為明顯。UHI 現象在夏季和冬季期間最為明顯。造成 UHI 效應的主要原因是地表受到人類改變的結果。都市因日照而增加的溫度高於周圍郊區，使得都市像一座熱島的現象。熱島效應原指海島受到太陽照射氣溫隨地表溫度升高，但周圍海洋的氣溫因為海水熱容量大，溫度上升較海島少的現象。現代大都市有如海島產生的增溫作用，稱為「城市熱島效應」，一般直接以熱島效應稱之。

## (二)蛭石:

- 1.蛭石又稱矽石或矽酸鹽，是一種天然、無毒的礦物質，在高溫作用下會膨脹的礦物。它是一種比較少見的礦物，高溫 800 度燒製而成，內部氣孔多，保水性好、熱傳導能力小，可以有助於根部不會被烤傷，會自然的調節一定的濕度，保肥性佳，可以改良酸性土壤至中性，也可以降低肥傷的機率，有很高的孔隙，不易腐爛，呈淡褐色、白色大小均勻的小顆粒介質，是水耕及無土介質中很重要的角色。
- 2.具有許多獨立的氣孔，表面可吸附多量的水份，而內部的氣孔提供蛭石保溫的能力，使其兼具保水性與通氣性。
- 3.幾乎不含菌，非常適合扦插繁殖、播種時使用。
- 4.酸鹼值幾乎是中性，部分偏鹼性。
- 5.重量輕，質地硬不易粉碎，3-5 年內使用不變質、不損壞、不變形。
- 6.為雲母礦石經高溫處理燒製而成的灰褐色具有光澤的物質，質輕清潔無菌，且排水及通氣性均佳呈微酸性，適用於扦插、播種及瓶器栽培。

## (三)珍珠石

- 1.矽酸鋁火山岩（白矽石類）粉碎後經 760~982°C 高溫處理，熱膨脹形成的多孔隙白色小球，屬於天然石灰岩的一種，清潔無菌，呈中性反應，通氣、排水性良好，用來播種、扦插及改良土壤，又因白色反光不吸熱，可助喜低溫的種子順利發芽。珍珠石本身不具備養分，主要功能為保水、及改良土壤。
- 2.質輕，可浮水面，乾淨及保肥性佳；因表面粗糙多孔，吸水粒為體重 3~4 倍，酸鹼值為中性。
- 3.珍珠石無陽離子交換力亦不產生化學及物理變化，不易變碎分解且無病蟲害，通常與蛭石混用效果較佳。

## (四)赤玉土

- 1.由火山灰堆積而成，屬於運用廣泛的一種土壤介質，園藝用、水缸造景亦可使用。也有人稱它為「赤玉石」，它是高通透性火山泥、粘性土，再經過燒製成固體狀，顆粒性好又有一些重量，不論是單獨或是混合使用，都有不錯的排水效果，而本身的保水保濕性，對於多肉種植更是有加分的效果，沒有有害細菌，pH 值呈微酸。

## (五)鹿沼土

- 1.為浮石經適度風化而成於日本鹿沼地區的火山區一帶出，由下層火山土生成之高透氣性火山沙，含有豐富的氧化鈣和鋁等微量元素，乾燥顏色呈現淺黃色，遇濕則呈現美麗的

金黃色，保水性和通氣性良好，pH 值為弱酸性。

2.鹿沼土是很好的土壤改良介質，可全面改善土壤狀況並能有效促進植物生長，質地疏鬆，具有良好的排水性、通氣性與保水性，功效接近赤玉土，但質量稍輕，較易粉化。從下層火山土生成透氣性的礦質土壤，鹿沼土含鈣及鋁所以會呈現淺黃色。

#### (六)棉花

1.棉的種子纖維，是錦葵科棉花屬植物的種子纖維，原產於亞熱帶，在熱帶地區栽培可長到 6 公尺高，一般為 1 到 2 公尺。幹花朵乳白色，開花後不久轉成深紅色然後凋謝，留下綠色小型的蒴果，稱為棉鈴。棉鈴內有棉籽，棉籽上的茸毛從棉籽表皮長出，塞滿有棉鈴內部。棉鈴成熟時裂開，露出柔軟的纖維。纖維白色至白中帶黃，長約 2-4 公分，含纖維素約 87-90%。

#### (七)水苔

1.是一種天然的苔蘚，別名泥炭蘚（Sphagnum），為泥炭蘚科植物。







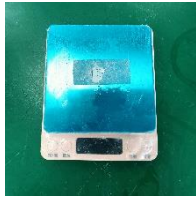












2.為水草苔植物乾而成，含豐富維質，無菌無毒，清潔乾淨、無臭味，適合置於室內之觀花植物。保水性佳、通氣性好，可充分供應植物根部所需之水量。

3.我們從許多文獻看出多孔物質，具有強大的吸水姓。因此我們認定多孔物質必或增加其吸水性。

(八)海砂:為細沙，和土壤混合種植用很利排水，也可做為微量建築用沙，動物廁所用砂，細沙都由沙石場洗淨不含泥土。沙質乾淨可用於魚缸鋪底。顆粒度較大的為砂，一般以釐米為單位；粒徑較小的為沙，通常以毫米以單位；兩者都是純天然的，經海水沖刷、滾動、碰撞、打磨而成。在城市建設上使用十分廣泛，海砂正成為僅次於石油天然氣的第二大海洋礦產。

(九)反照率:反照率為太陽短波入射被其照射面反射的量與太陽短波入射量之百分比。反照率的大小與被照射面的物理性質有關。通常天然的陸地表面反照率較小，介於 0.10 與 0.25 之間；人造的表面較高；雪面極高。水面的反照率則隨太陽天頂角(zenith angle)的大小而異。

## 貳、研究設備及器材

1. 模型箱 	2. 自製土壤吸水率檢測儀 	3. 乾餾物質 	4. 鹵素燈 	5. 溫度計 
6. 實驗濾紙 	7. 精密電子秤 	8. 溼度計 	9. 土壤溼度檢測儀 	10. 燒杯 
11. 酒精燈 	12. 解剖顯微鏡 	13. 校土 	14. 砂石 	15. 珍珠石 
16. 赤玉土 	17. 水苔 	18. 棉花 	19. 鹿沼土 	

## 參、研究過程與方法

### 一、研究架構流程圖

	研究目的	實驗目的	測量方式
土壤添加多孔性物質抵抗溫度上升	(一)了解石頭的孔洞差別	觀察個土壤或石頭的孔洞大小	以複式顯微鏡觀察
	(二)了解不同土壤的吸水性	了解其土壤吸水性	自製模型杯
	(三)探討不同土壤對環境溫度的影響	了解各種土壤對小環境的影響	自製模擬實驗箱
	(四)探討不同土壤混入人為添加物對環境氣溫的影響	若加入人工物質對吸水性及對環境溫度的影響	根據研究目的二、三的模式進行實驗
	(五) 探討不同土壤對綠豆生長情形的影響	因改變了土壤物質，所以要檢測是否會對環境造成影響	在塑膠杯中加入土壤進行實驗

## 二、研究設計與方法

### (一)了解石頭的孔洞差別

#### 1.實驗步驟

- (1)先取出石頭。
- (2)放置到複式顯微鏡的載物台上。
- (3)將相機置於目鏡上方。
- (4)調整置清楚的距離。

### (二)了解不同土壤的吸水性

1.研究說明:我們想要檢測其土壤吸水性，但由於無法在網路上尋找合適的實驗模型，因此經過與老師的多次討論，終於設想出符合實驗需求的裝置(如圖 1)

#### 2.實驗步驟

- (1)把 200/杯的土放置烘箱烘烤至溼度為 0%。
- (2)先準備塑膠杯，並用酒精燈將探針加熱。
- (3)在塑膠杯上以加熱好的探針戳數個洞。
- (4)接著以熱熔膠將實驗濾紙黏貼於塑膠杯底下，即可檢測。
- (5)將所要土壤放入杯中。
- (6)加入 200 毫升的水倒入杯中。
- (7)靜置數分鐘，即可檢測剩餘水量。



圖 1.實驗杯模型

### (三)了解不同土壤對環境溫度與濕度的影響

1.研究說明:我們在網路上查到添加石頭能有效降低溫度，但因石頭種類繁多，所以我們詢問了園藝店後，決定以蛭石、珍珠石、赤玉土、鹿沼土作為添加的選項。此外因無法再外進行模擬實驗，所以與老師討論後，決定自製模型來完成此次實驗。起初我們打算以壓克力製作模型箱，但因成本不符，所以決定用木頭骨架加上紙板作為模型箱。

#### 2.實驗步驟

- (1)製做好 40cm 長 x 40 cm 寬 x 120cm 高的骨架(以木頭製作)。
- (2)裁切 1 片 40cm x 40 cm、4 片 120cm x 40cm 紙板。
- (3)將裁切好的紙板以熱熔膠黏貼於骨架上方。
- (4)將鹵素燈裝置於模型箱上方。
- (5)接著，將溫度計與溼度計安裝於 40cm 高、80cm 高、120cm 高的位置。
- (6)開始實驗。



- (7)在保麗龍箱上裝上 12 個燒杯的土。
- (8)倒入 600mL 的土。
- (9)並每隔 5 分鐘測量其溫度與濕度。
- (10)量測 8 次以後即可完成。

#### (四)探討不同土壤混入棉花或水苔對環境溫度和濕度的影響

##### 1.研究說明

(1)滲透實驗：我們得知吸水率效果佳的人為添加物能降低溫度，因為吸水時能把熱也吸走最後我們選了相對便宜、且吸水性又極佳的棉花，以及吸水性也不錯的水苔。我們選用的比例為 6 個燒杯的土然後把保麗龍箱剩下的空間填滿添加物，希望能明顯見效。

(2)環境模擬實驗：因為做了實驗目的三後就設想說若加了人為添加物，是否也同樣會降低溫度或減緩溫度上升，因此就開啟了這次實驗。

##### 2.實驗步驟

###### 【滲透實驗】

- (1)加入 150g 的人為添加物，150g 的土。
- (2)倒入 200mL 的水。
- (3)直到不再滴水，進行檢測。
- (4)輸入數據。
- (5)進行討論。

###### 【環境模擬實驗】

- (1)將鹵素燈裝置於模型箱上方。
- (2)接著，將溫度計與溼度計安裝於 40cm 高、80cm 高、120cm 高的位置。
- (3)倒入 600mL 的土。
- (4)並每隔 5 分鐘測量其溫度與濕度。
- (5)量測 8 次以後即可完成。

#### (五)探討不同土壤對綠豆生長情形的影響

1.研究說明: 因為我們在土壤加了許多人為添加物，因此我們無法確定會不會影響到植物的生長情形，若會影響到的話那我們就不可以把石頭或人為添加物加入土中，所以才開始製作實驗。

## 2. 實驗步驟

- (1) 先將綠豆泡水，並將浮起的綠豆挑起。
- (2) 將土壤配置好。
- (3) 將 20 顆種子放入土中。
- (4) 加入 100 毫升的水。
- (5) 重複並等待 5 天。
- (6) 檢測發芽率與生長高度。

## 肆、研究結果

### 一、了解石頭的孔洞差別



### 二、了解不同土壤的吸水性

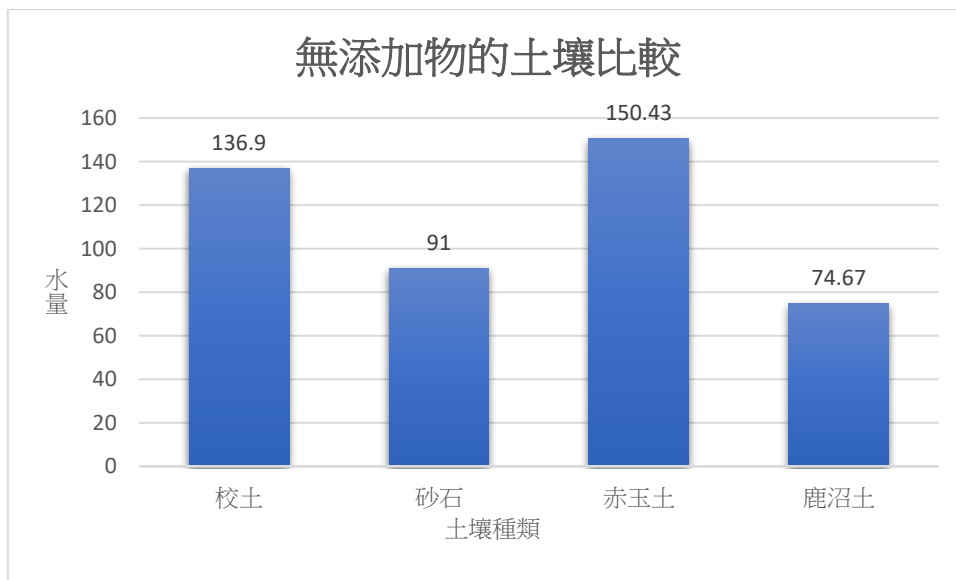


圖 2-1. 不同土壤吸水性之比較

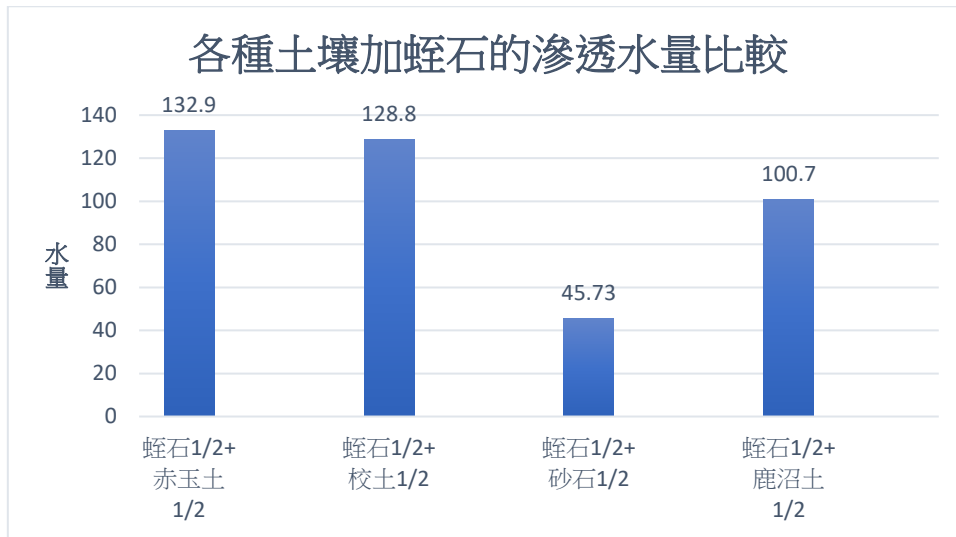


圖 2-2.不同土壤混入蛭石之滲透水量比較(1)

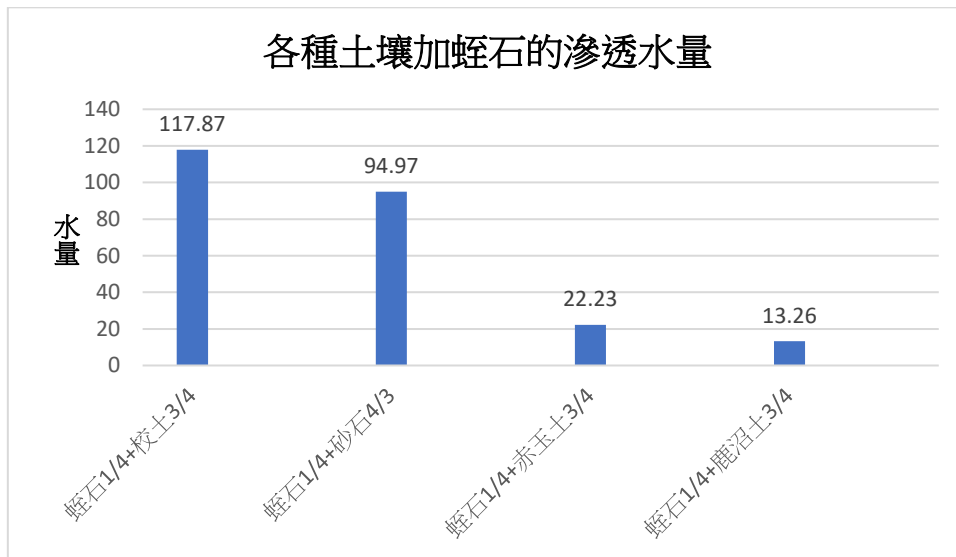


圖 2-3.不同土壤混入蛭石之滲透水量比較(2)

名次	土壤別	滲透水量
1	赤玉土	150.43mL
2	校土	136.9mL
3	蛭石 1/2+赤玉土 1/2	132.9mL
4	蛭石 1/2+校土 1/2	128.8mL
5	蛭石 1/4+校土 3/4	117.87mL
6	蛭石 1/2+鹿沼土 1/2	100.7mL
7	蛭石 1/4+砂石 3/4	94.7mL
8	砂石	91mL
9	鹿沼土	74.67mL
10	蛭石 1/2+砂石 1/2	45.73mL
11	蛭石 1/4+赤玉土 3/4	22.23mL
12	蛭石 1/4+鹿沼土 3/4	13.26mL

表 2-1.不同土壤混入蛭石之滲透水量比較

### 三、探討不同土壤對環境溫度與濕度的影響

#### (一)對土壤溫度的影響

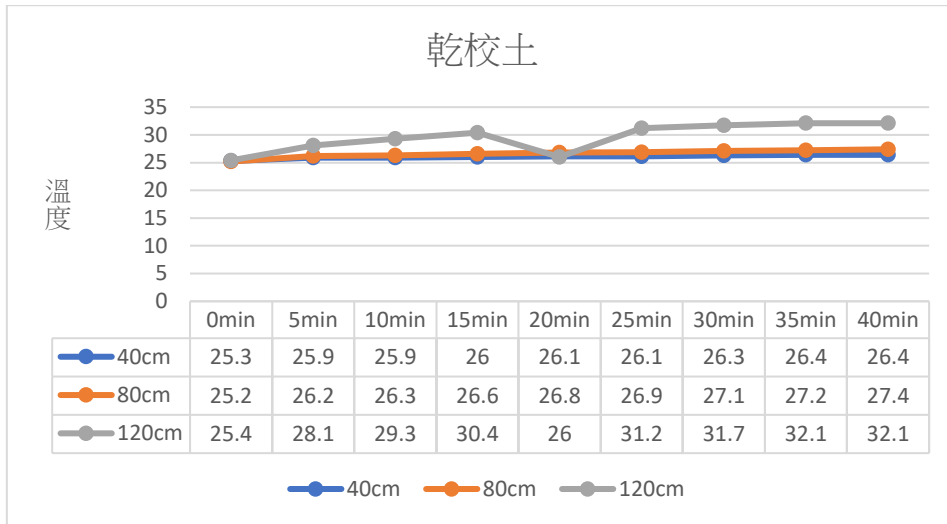


圖 3-1.乾校土對環境溫度的影響

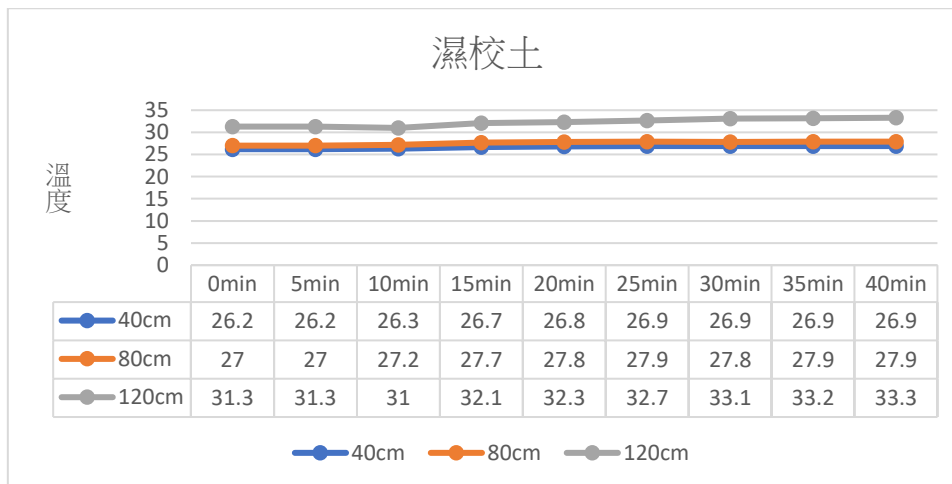


圖 3-2.濕校土對環境溫度的影響

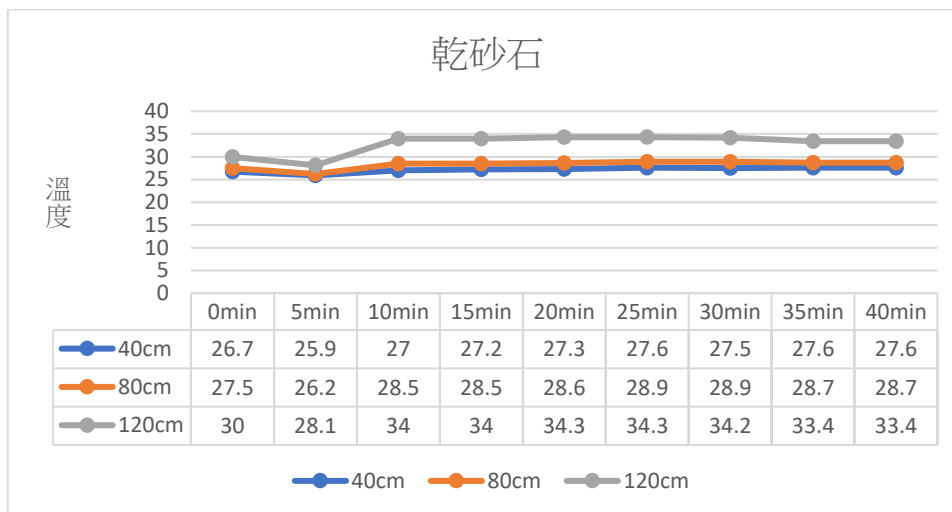


圖 3-3.乾砂石對環境溫度的影響

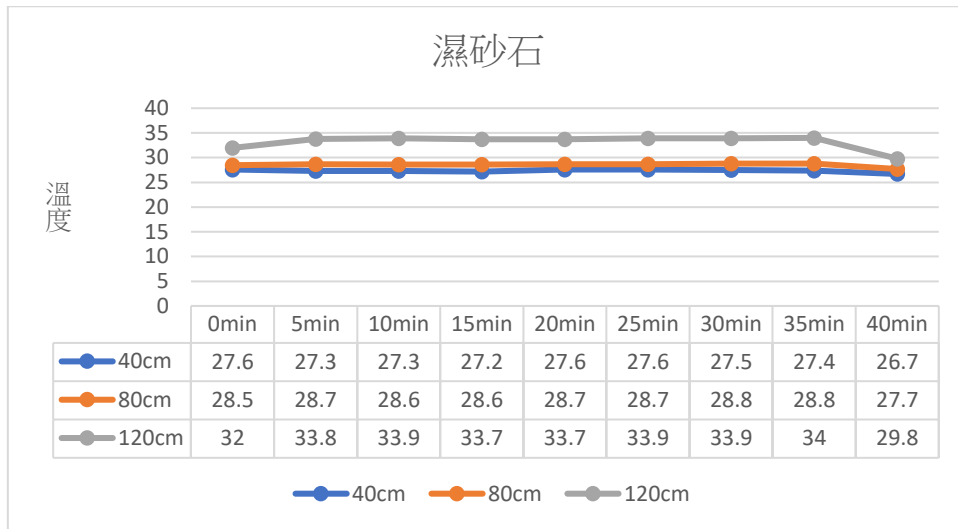


圖 3-4.濕砂石對環境溫度的影響

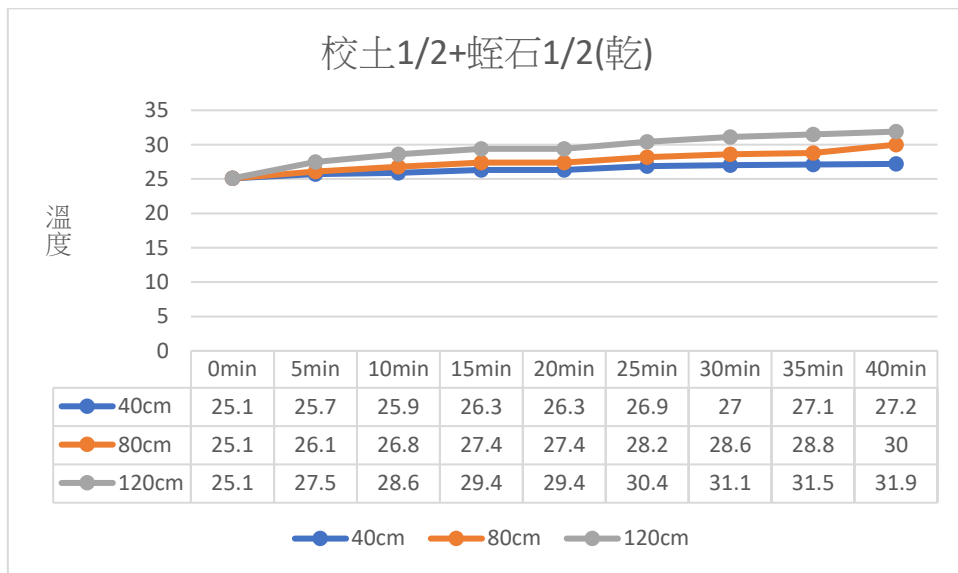


圖 3-5.乾校土 1/2+乾蛭石 1/2 對環境溫度的影響

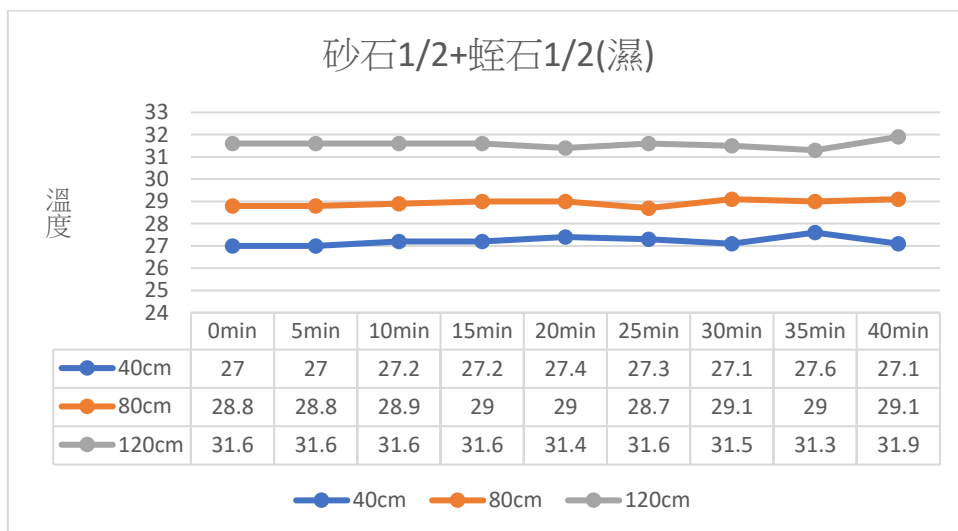


圖 3-6.濕校土 1/2+濕蛭石 1/2 對環境溫度的影響

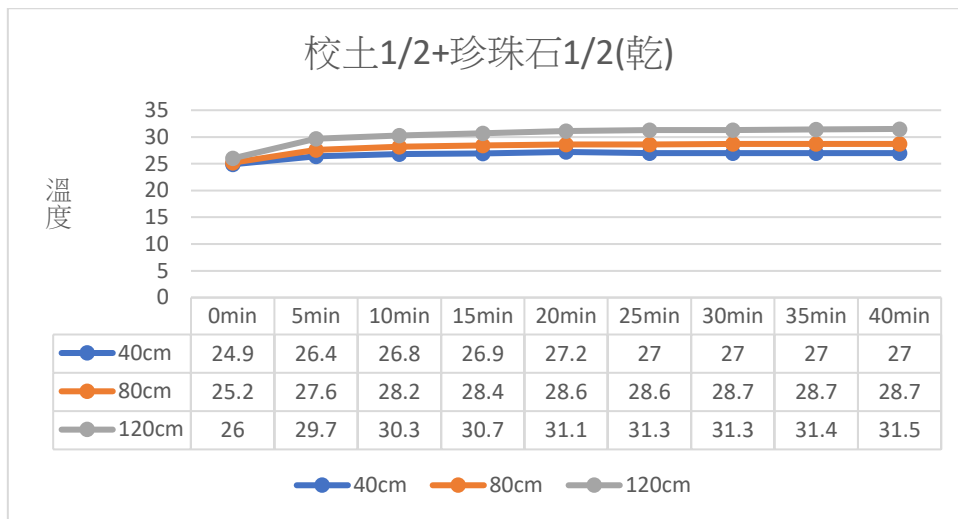


圖 3-7.乾校土 1/2+乾珍珠石 1/2 對環境溫度的影響

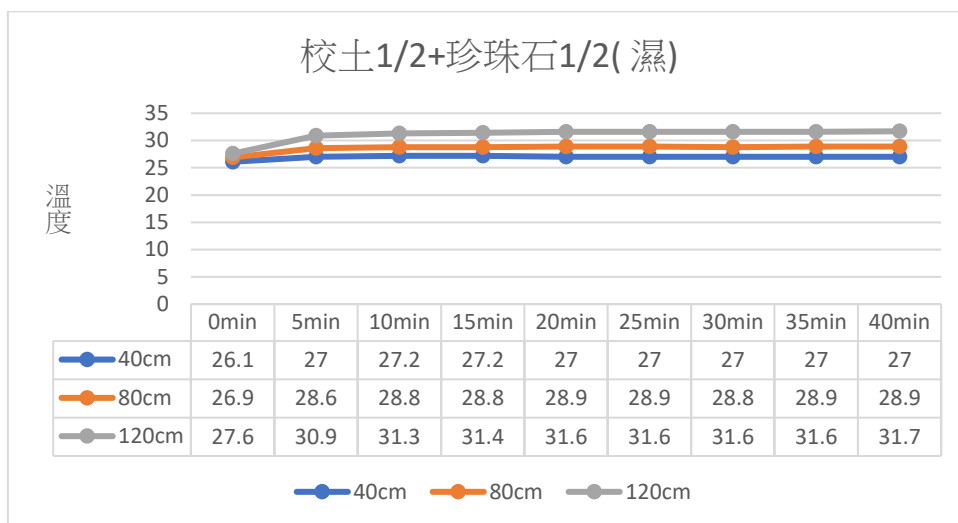


圖 3-8.濕校土 1/2+濕珍珠石 1/2 對環境溫度的影響

(二)對土壤濕度的影響

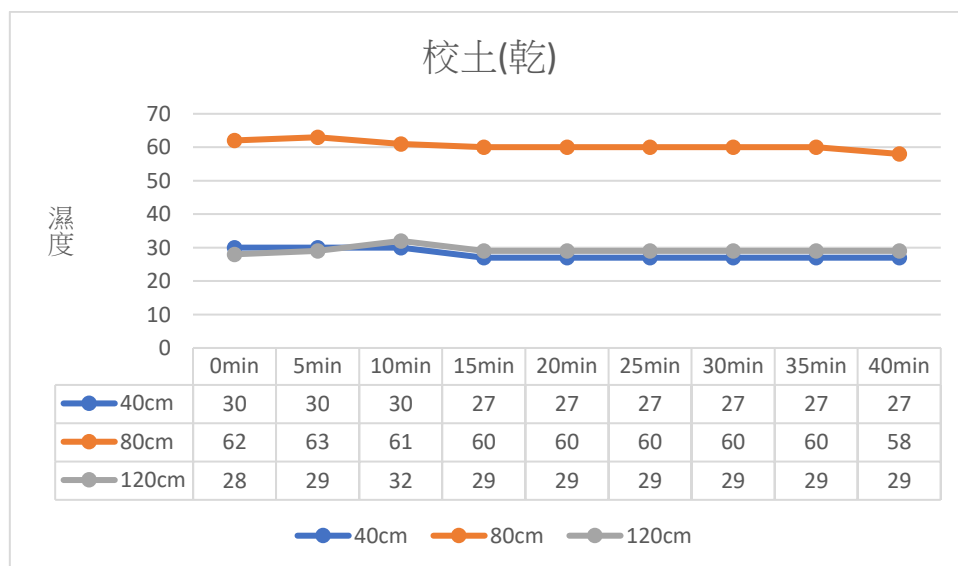


圖 3-9.乾校土對環境濕度的影響

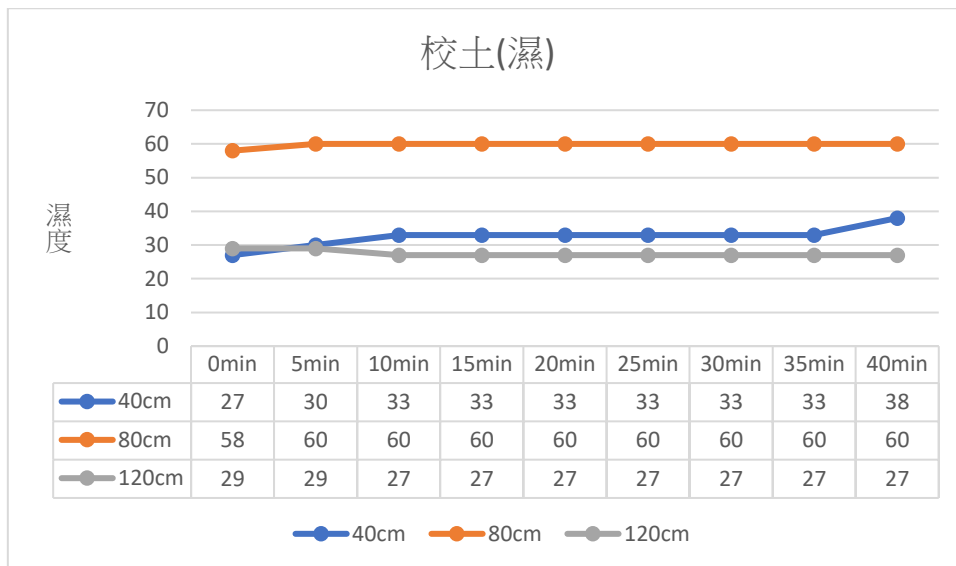


圖 3-10.濕校土對環境濕度的影響

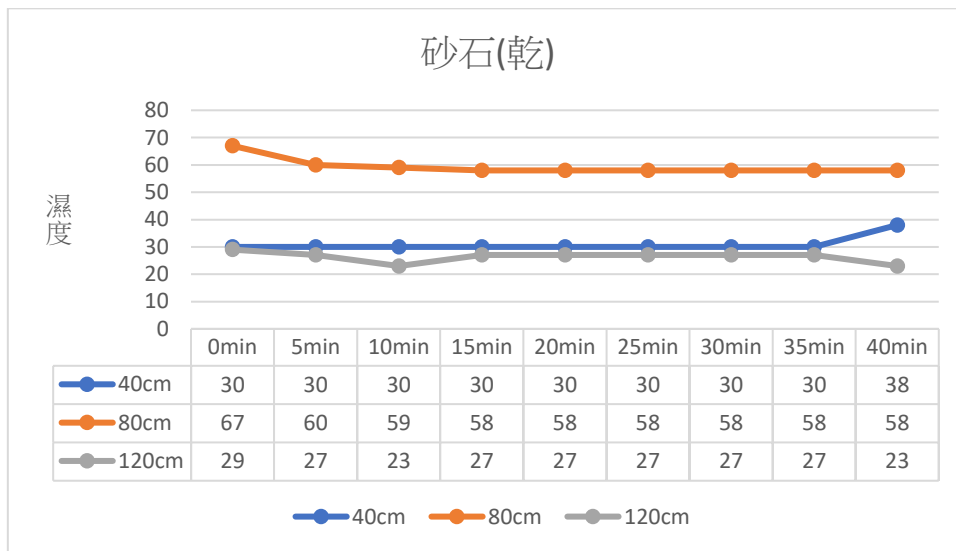


圖 3-11.乾砂石對環境濕度的影響

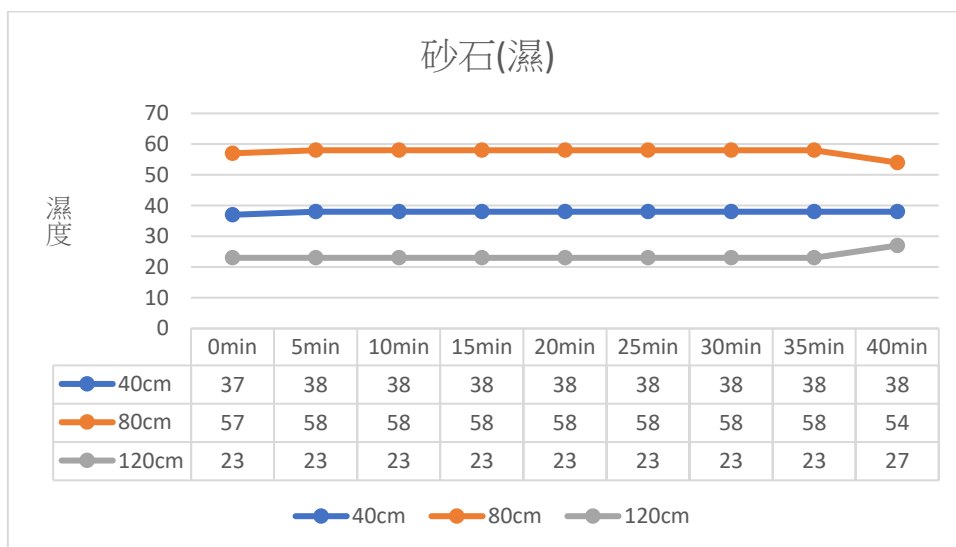


圖 3-12.濕砂石對環境濕度的影響

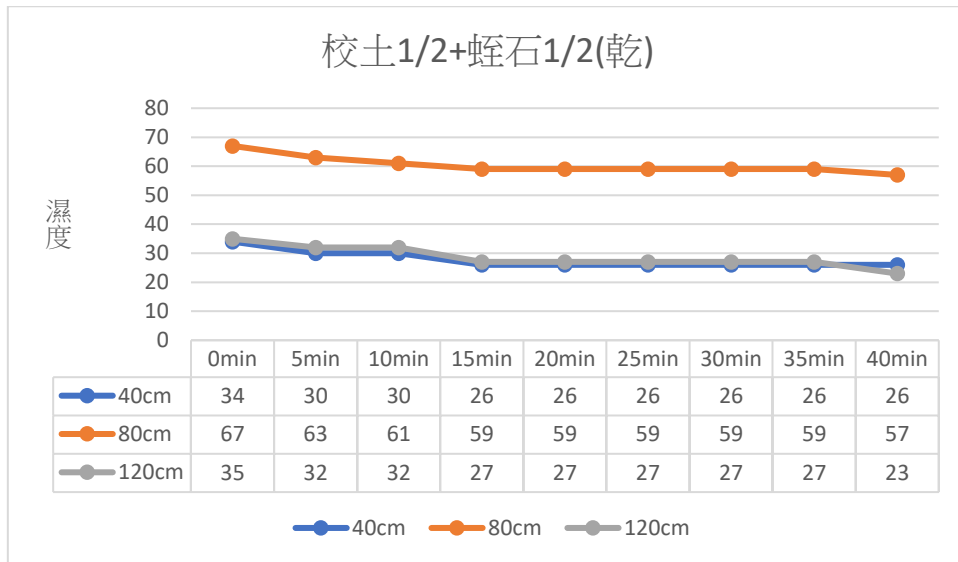


圖 3-13.乾校土 1/2+乾蛭石 1/2 對環境溫度的影響

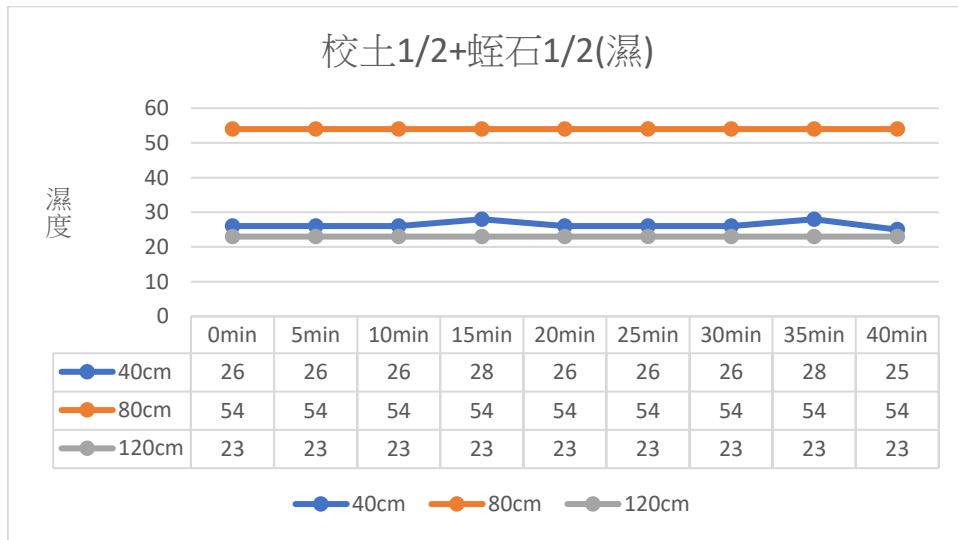


圖 3-14.濕校土 1/2+濕蛭石 1/2 對環境溫度的影響

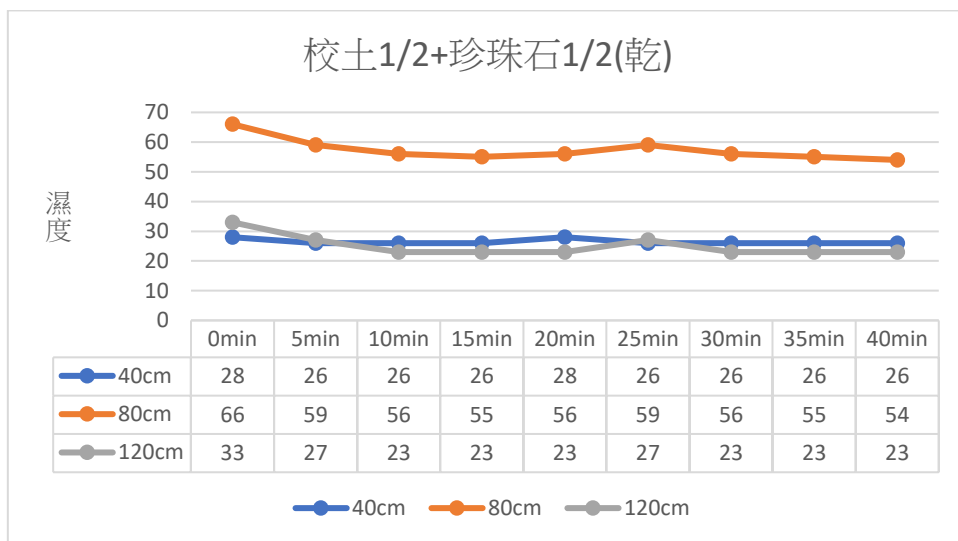


圖 3-15.乾校土 1/2+乾珍珠石 1/2 對環境溫度的影響



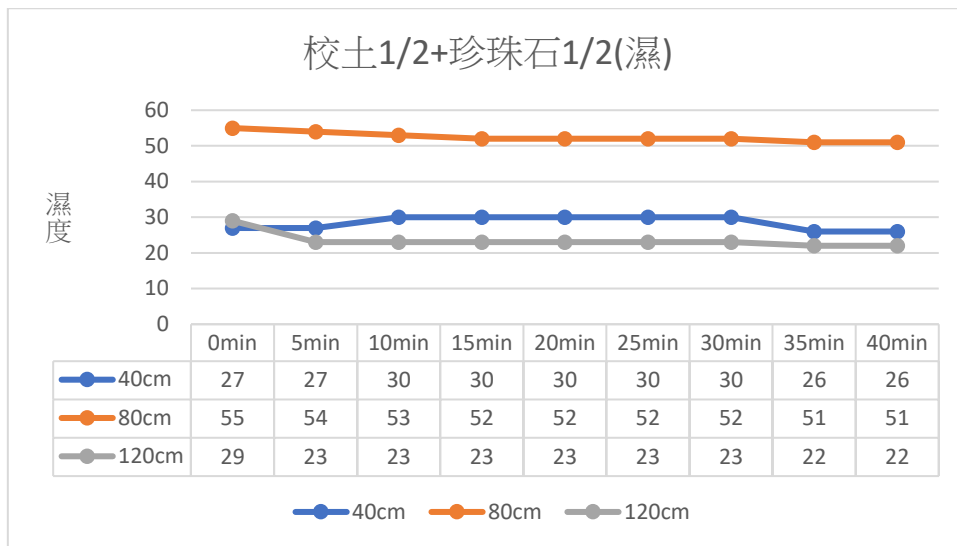


圖 3-16.濕校土 1/2+濕珍珠石 1/2 對環境溫度的影響

#### 四、探討不同土壤混入棉花或水苔對環境溫度和濕度的影響

##### (一)土壤的滲透水量

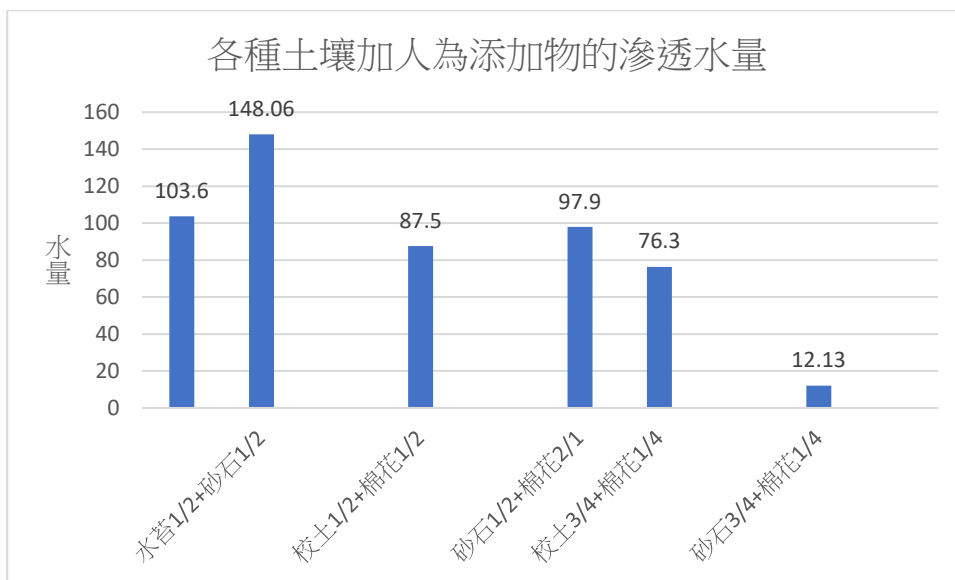


圖 4-1. 各種土壤加入人為添加物的滲透水量。

## (二)環境模擬實驗

### 1.不同土壤混入棉花或水苔對模擬環境溫度的影響

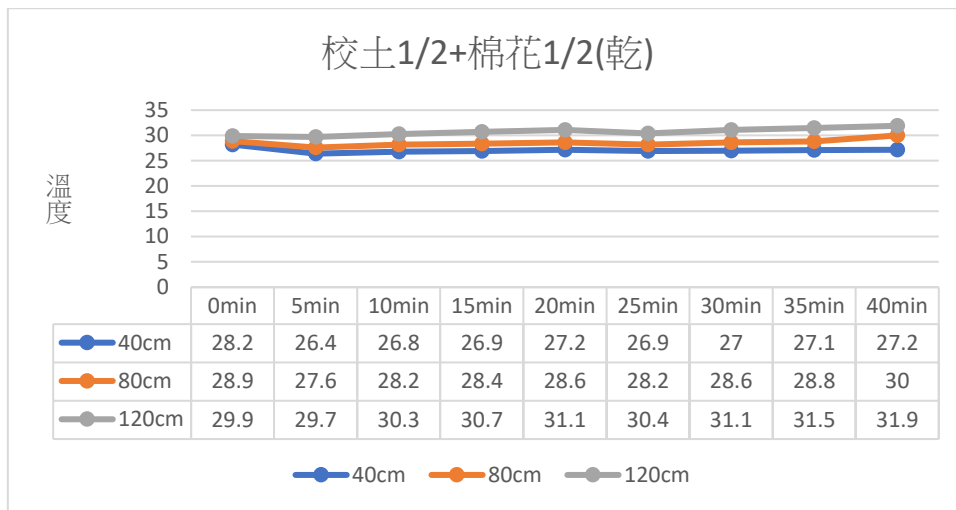


圖 4-2.乾校土 1/2+乾棉花 1/2 對環境溫度的影響

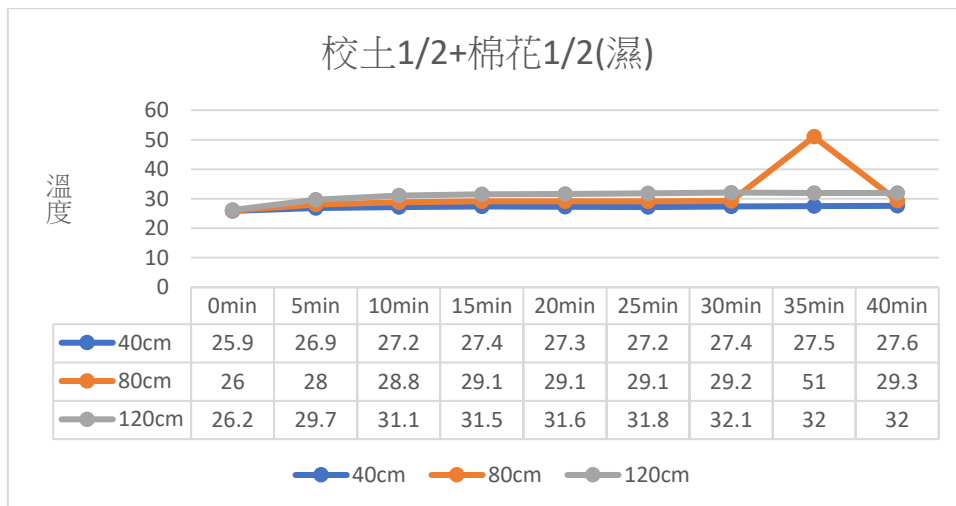


圖 4-3.濕校土 1/2+濕棉花 1/2 對環境溫度的影響

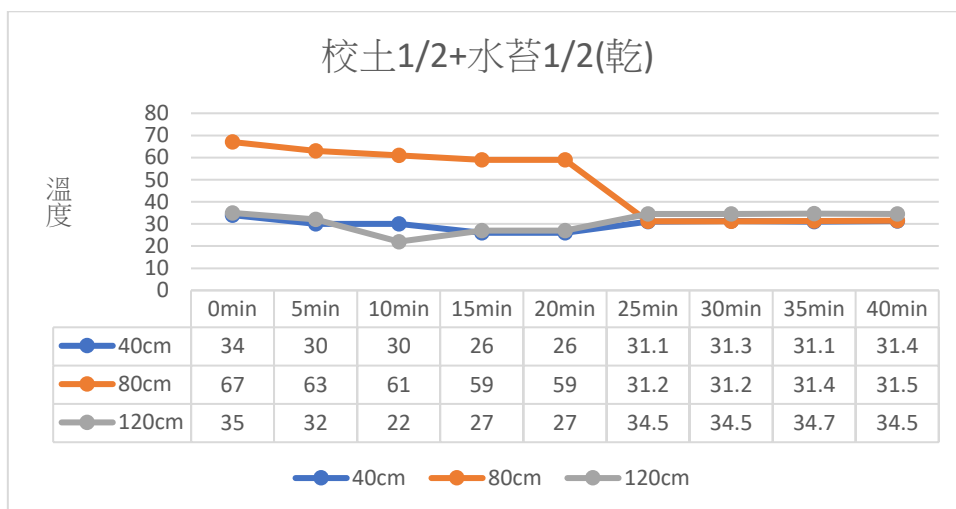


圖 4-4.乾校土 1/2+乾水苔 1/2 對環境溫度的影響

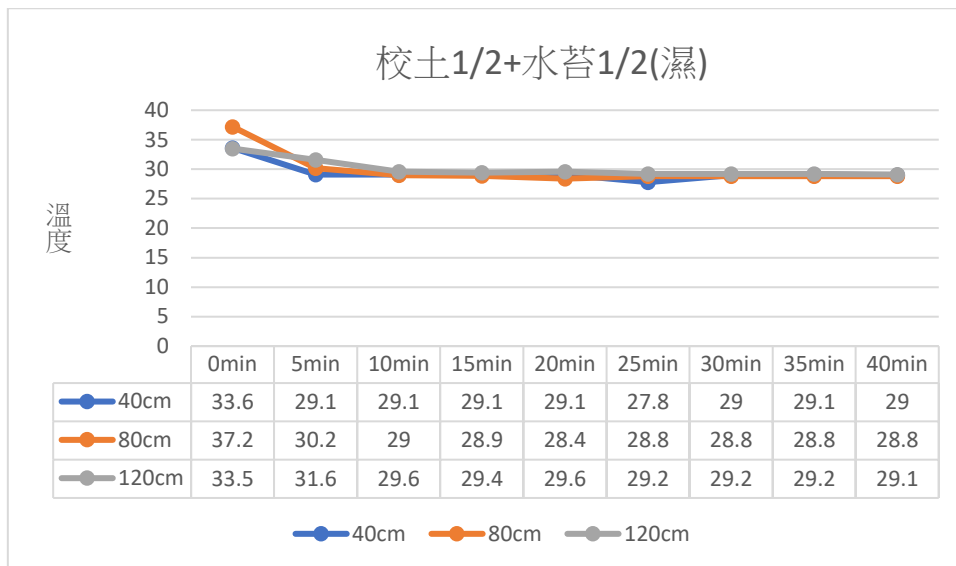


圖 4-5.濕校土 1/2+濕水苔 1/2 對環境溫度的影響

2.不同土壤混入棉花或水苔對模擬環境濕度的影響

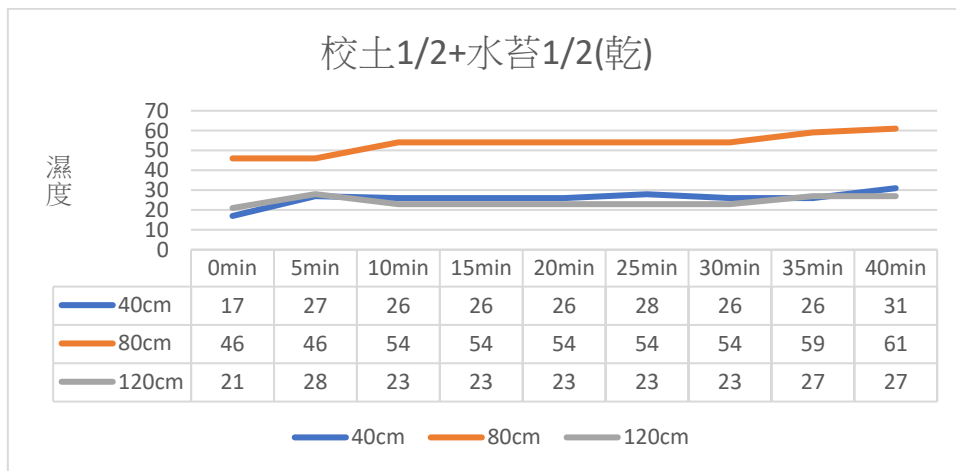


圖 4-6.乾校土 1/2+乾水苔 1/2 對環境濕度的影響

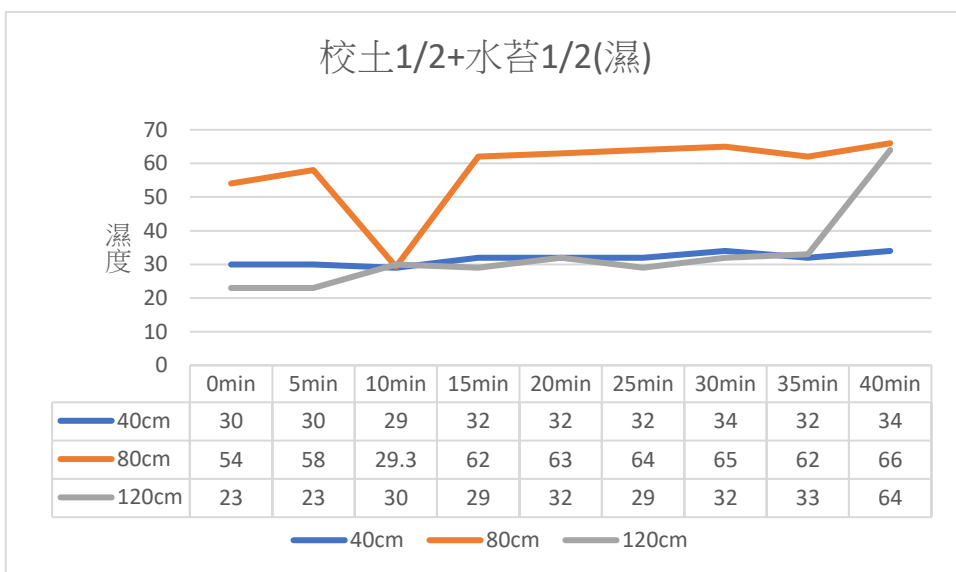


圖 4-7.濕校土 1/2+濕水苔 1/2 對環境濕度的影響

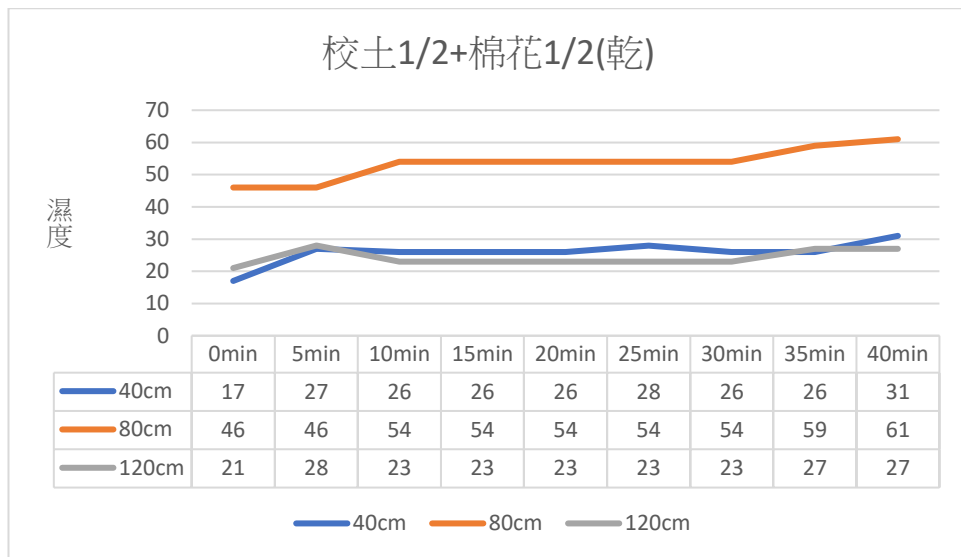


圖 4-8.乾校土 1/2+乾棉花 1/2 對環境濕度的影響

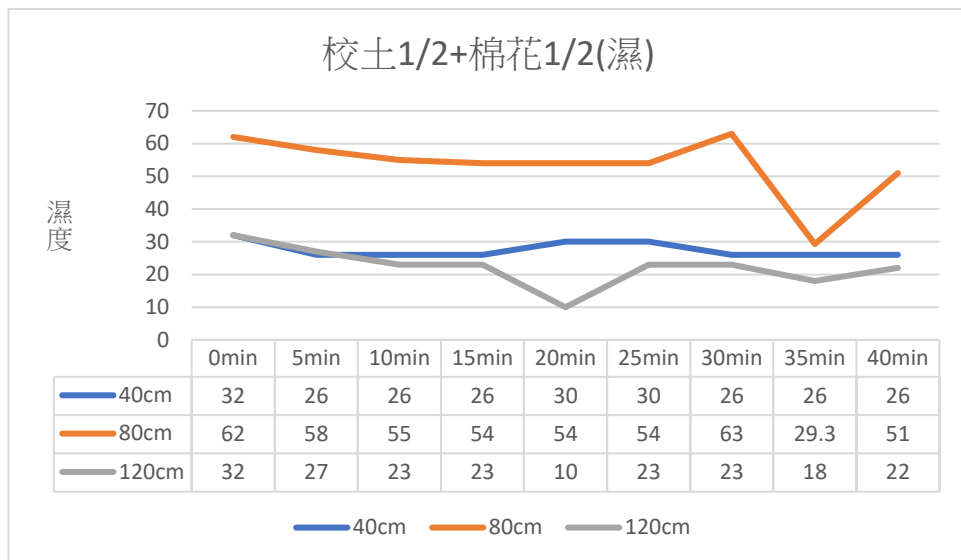


圖 4-9.濕校土 1/2+濕棉花 1/2 對環境濕度的影響

### 五、不同土壤對綠豆生長情形的影響

土壤別	發芽數(顆)	發芽率(%)	生長高度(cm)
蛭石 1/4+海砂	4	20%	21、15
赤玉土	3	15%	11、12
海砂	13	65%	15、16
蛭石 1/2+校土 1/2	2	10%	8、6
蛭石 1/4+校土 3/4	5	25%	6、11、6、5
校土	5	25%	8、7、4

## 伍、討論

### 一、了解石頭的孔洞差別

(一)我們發現蛭石孔洞最大，其次是鹿沼土，再來是赤玉土，最後才是珍珠石。

(二)根據(一)，所以我們在研究目的二的地方有特別拿蛭石加其他土來進行比較。

### 二、了解不同土壤的吸水性

(一)根據圖 2-1，我們發現鹿沼土的吸水性最佳，赤玉土的吸水性最差。

(二)根據圖 2-2，我們發現蛭石 1/2+砂石 1/2 的吸水性最佳，而蛭石 1/2+赤玉土 1/2 的吸水性最差。

(三)根據圖 2-3，我們發現蛭石 1/4+赤玉土 3/4 的吸水性最佳，而蛭石 1/4+校土 3/4 的吸水性最差。

(四)根據圖 2-1 到圖 2-3，我們發現蛭石 1/4+校土 3/4 的吸水性是全部裡面最差的，而蛭石 1/4+赤玉土 3/4 的吸水性是全部裡面最佳的。

### 三、探討不同土壤混入人為添加物對模擬環境溫度和濕度的影響

#### (一)對環境溫度的影響

- 1.根據圖 3-5 和圖 3-6，濕土壤在模擬環境箱內上下層的溫差很大，我們推測原因為土壤濕度的增加會降低地表的反照率（水量愈多，土壤顏色愈深，愈深色的土壤反照率也愈低），使得土壤表吸收更多來自鹵素燈的能量，土壤分配給蒸發散的能量比率會增加，使得分配給可感熱通量的比率減少。「可感熱通量」可理解成不同溫度的空氣在空間上的交換。舉例來說，若一團溫度高的空氣上升到更高處，把原本上方比較冷的空氣置換到低的位置，這時就可以視為有可感熱通量把能量由低處傳到高處，可感熱通量的比率若減少，低處空氣愈不容易對流，導致溫度上升。
- 2.土壤在潮濕的情況下會有讓氣溫上升趨緩的效果，因為水的比熱比泥土或砂石大，吸熱時上升緩慢，此外水在蒸發時亦要吸收熱量，加上「可感熱通量」較乾土佳，因此會讓濕土表面氣溫上升緩慢。
- 3.由於蛭石 1/2+砂石 1/2 在所進行實驗的土壤組合中吸水性是最佳的，能保有較多的水分，亦即保濕度較好，因此在各類土壤組合中讓氣溫上升較少。

#### (二)對環境濕度的影響

- 1.潮濕土壤比乾土壤含有較多水分，因此空氣濕度相對比較高。
- 2.在模擬環境箱內，內部蒸發之水氣的密度會比下層冷空氣的密度小，但會比上層鹵素燈照射之高溫空氣的密度大，因此在箱內中間高度 80cm 高處所測量的濕度明顯較高。

#### 四、探討不同土壤混入棉花或水苔對環境溫度和濕度的影響

##### (一)依據水的滲透量探討吸水率

1.棉花的吸水率較差，水苔的吸水率較佳。

##### (二)環境模擬實驗

1.對環境溫度的影響

(1)由於棉花保水性不佳，造成氣溫緩慢上升。

(2)水苔保水性較佳，因水在蒸發時亦要吸收空氣的熱量，因此會讓表面氣溫在短時間內不升反降。

2.對環境濕度的影響

(1)潮濕土壤比乾土壤含有較多水分，因此空氣濕度相對比較高。

(2)在模擬環境箱內，內部蒸發之水氣的密度會比下層冷空氣的密度小，但會比上層鹵素燈照射之高溫空氣的密度大，因此在箱內中間高度 80cm 高處所測量的濕度明顯較高。

#### 五、探討不同土壤對綠豆生長情形的影響

(一)由圖表可看出加了蛭石並沒有將低綠豆的萌芽率。

(二)由圖表可發現海砂使綠豆萌芽率最高。

### 陸、結論

#### 一、長時間使氣溫上升緩慢

(一)多孔洞岩石可吸附較多水分，而水分藏身於孔洞內也不易蒸發，因此吸足水分的多孔洞岩石的「混和比熱」會比乾燥時大，加上藏於孔洞內的水分不易吸熱蒸發，「可感熱通量」又較乾土佳，因此會讓濕土表面氣溫上升緩慢。因此上層氣溫在光照下長時間內上升緩慢。

#### 二、短時間使氣溫緩慢些微下降

(一)雖然水苔的吸水性佳，但水非藏身於如蛭石的孔洞內，較易蒸發，由於水在蒸發時會吸收空氣的熱量，因此會讓表面氣溫在短時間內不升反降，但一旦水蒸發完畢，氣溫仍會上升。

三、本研究之目的雖是改良土壤使氣溫上升不易甚至些微下降，但也要考量改良後土壤本身能否發揮種植農作物的功用。由本研究發現，改良後的土壤仍有種植的功用，但效果會稍差，實際原因為何有待後續探討。

## 柒、未來展望

- 一、土壤混入多孔性物質後對植物生長的影響可做更進一步的探討。
- 二、土壤水分會影響土壤中的微生物、植物生長情形，因此會影響陸地的吸碳能力。若土壤混入多孔性物質，提升了土壤的含水量，是否會影響陸地吸碳的能力，也是未來可探討的課題。

## 捌、參考資料及其他

### 1. 熱島效應:

<https://nrch.culture.tw/twpedia.aspx?id=3341>

### 2. 熱島效應:

<https://www.narlabs.org.tw/xscience/cont?xsmsid=0I148638629329404252&sid=0I164525413563887208>

### 3. 赤玉土:

<https://www.cityshell.com.tw/blog/posts/%E8%B5%A4%E7%8E%89%E5%9C%9F%E6%98%AF%E4%BB%80%E9%BA%BC>

### 4. 鹿沼土:

[https://www.coir.url.tw/m\\_coir.php?products\\_id=7636](https://www.coir.url.tw/m_coir.php?products_id=7636)

### 5. 反照率:

<https://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?tag=%E5%8F%8D%E7%85%A7%E7%8E%87>

### 6. 熱島效應(台灣科技媒體中心):

<https://smctw.tw/tag/%E7%86%B1%E5%B3%B6%E6%95%88%E6%87%89/>

### 7. 赤玉土和鹿沼土:

<https://carmosucculent.blogspot.com/2021/08/blog-post.html>

### 8. 南一書局，2023，國中自然課本第三冊第五章冷暖天地，152-167

### 9. 南一書局，2024，國中自然課本第六冊第四章全球氣候與環境變遷，124-126