

# 屏東縣第 60 屆中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：地球科學科

組 別：國中組

作品名稱：地球，你量體溫了嗎？

~探討影響地表溫度的因子~



關鍵詞：土壤溫度、溫度分層、暖化

編號：

## 目錄

摘要.....	第 1 頁
一、研究動機.....	第 2 頁
二、研究目的.....	第 2 頁
三、研究架構.....	第 2 頁
四、文獻探討及名詞解釋.....	第 3 頁
五、研究器材及設備.....	第 4 頁
六、研究過程及方法.....	第 5 頁
七、研究結果與討論	
(一)探討屏東地區的氣溫變化情形.....	第 7 頁
(二)調查校園內不同環境區域土壤溫度的變化情形.....	第 9 頁
(三)探討在乾燥時，不同種類土壤在不同深度時溫度的變化情形..	第 14 頁
(四)探討在有水時，不同種類土壤在不同深度時溫度的變化情形..	第 18 頁
八、結論.....	第 23 頁
九、參考文獻資料.....	第 24 頁

## 摘要

近幾年全球暖化問題益加嚴重，土壤溫度也跟著上升，本實驗探討可以降低土壤溫度的方法及各種土壤溫度的比較。根據實驗結果顯示，土壤溫度**有水沒草皮** > **沒水沒草皮** > **沒水有草皮** > **有水有草皮**，水的確能有效的降低土壤溫度，但只局限於有種草的土壤，沒種草的土壤溫度反而會上升，所以有無植被其實才是重點，但水可以減少土壤溫差，水不只可以減少五種土之間的溫差，也能減少各種深度之間的溫差，還能降低土壤溫度。因此不論是用灑水還是種植物都是能有效降低土壤溫度的方法。

土壤在在乾燥時和潮濕時都有溫度變化延遲的現象，尤其在溫度高時特別明顯，不同深度土壤溫度與土壤的空隙及含水量有關，下層較上層高溫的情況常發生在土壤空隙較大的土質中。



噴水的角落



水噴不到的地方

## 壹、 研究動機

冰川在融化，海平面在上升，雲霧森林正在消亡，極端氣候正影響人類的生活。在 2013 年，政府間氣候變化專門委員會第五次評估報告認為，「人類影響極有可能是 20 世紀中葉以來觀測到的變暖現象的主要原因」由此可見，人類已經導致了上個世紀的大部分變暖。而其水平比過去 80 萬年來的任何時候都要高。暖化除了對氣溫、氣候和地面上的生物造成影響外，對地底下土壤中的生物一定也造成很大的衝擊，而溫度正是影響生物生存很重要的因子，因此我們想要了解在地球暖化的過程中，到底土壤溫度的變化如何呢？不同成分的土壤，溫度變化程度有何差異？還有想知道不同深度的土壤溫度的變化情形，於是便開始了這次的實驗。

## 貳、 研究目的

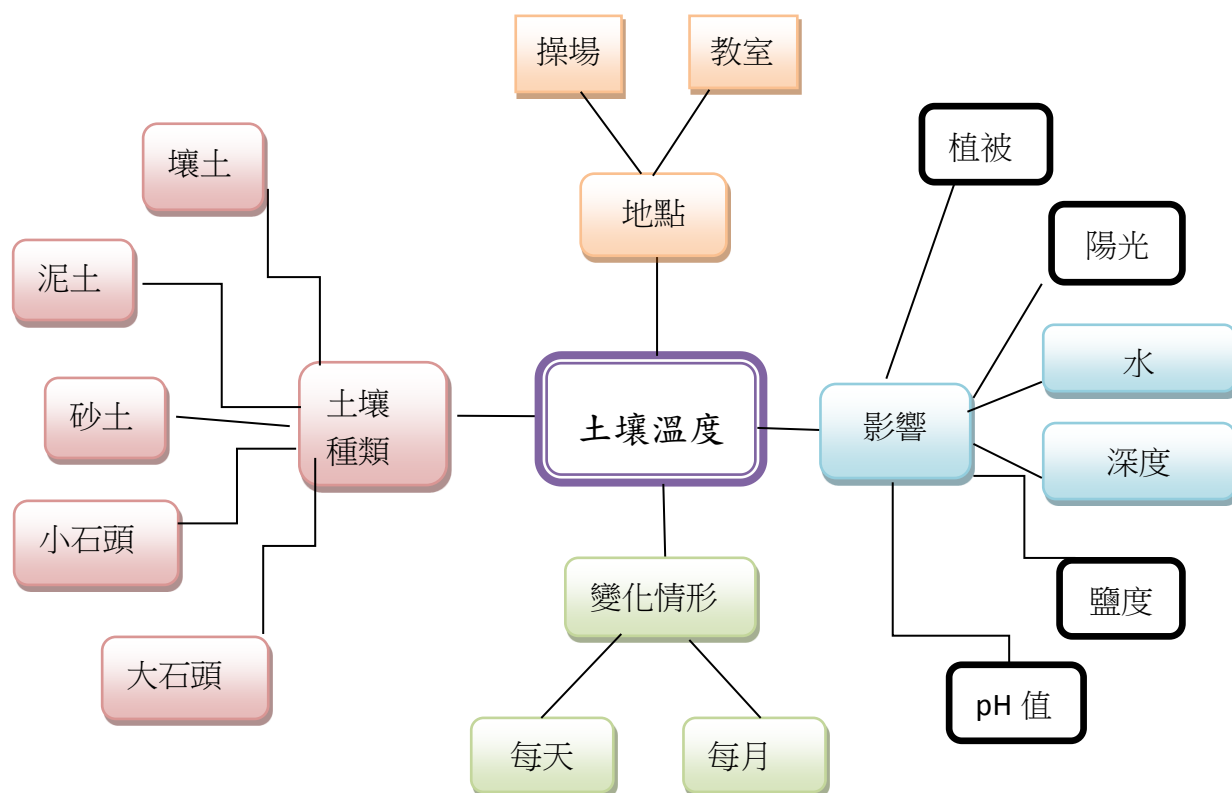
一、探討屏東地區的氣溫變化情形

二、調查校園內不同環境區域土壤溫度的變化情形

三、探討在乾燥時，不同種類土壤在不同深度時溫度的變化情形

四、探討在有水時，不同種類土壤在不同深度時溫度的變化情形

### ◎研究架構



## ◎文獻探討與名詞解釋

### 一、認識全球暖化

#### (一) 定義

全球暖化，或稱全球變暖，指的是在一段時間中，地球的大氣和海洋因溫室效應而造成溫度上升的氣候變化，為公地悲劇之一，而其所造成的效應稱之為全球暖化效應。

※公地悲劇：公地悲劇（英語：Tragedy of the commons）是一種涉及個人利益與公共利益對資源分配有所衝突的社會現象。

#### (二) 溫室氣體來源

依來源分	自然界產出	輻射(土地、太陽、植物)
	人為產出	石化燃料及工業排放、移動源廢氣等燃燒行為


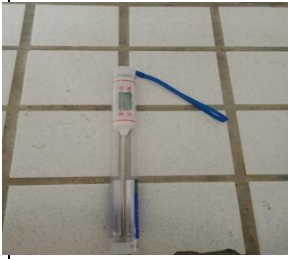










### 二、極端氣候

**極端天氣(Extreme weather)**包括了正常、非嚴重、季節性、或者超出歷史平均數值的天氣。通常極端天氣為以當地過往天氣數字為基礎，並被訂為是基數中最常見的百分之十。近年人為的全球暖化、洋流變化、氣壓變化等被認為是一些極端天氣的成因。亦有研究顯示未來的極端天氣現象將增加。極端氣候包括熱浪和寒流，熱浪是指擁有不正常高的溫度和酷熱指數的時間。通常熱浪會伴隨極高的濕度，但有時亦會有極乾的情況發生。而寒流則是從高緯度流向低緯度的洋流。寒流的水溫比它所到區域的水溫低，能使經過的地方氣溫下降，少雨。

### 三、土壤的生物和溫度的關係

一般說來，夏季的土壤溫度隨深度的增加而下降，冬季的土壤溫度隨深度的增加而升高。土壤溫度除了能直接影響植物種子的萌發和實生苗的生長外，還對植物根系的生長和呼吸能力有很大影響。大多數作物在  $10\sim 35^{\circ}\text{C}$  的溫度範圍內其生長速度隨溫度的升高而加快。溫帶植物的根系在冬季因土壤溫度太低而停止生長，但土壤溫度太高也不利於根系或地下貯藏器官的生長。土壤溫度太高和太低都能減弱根系的呼吸能力，例如向日葵的呼吸作用在土壤溫度低於  $10^{\circ}\text{C}$  和高於  $25^{\circ}\text{C}$  時都會明顯減弱。此外，土壤溫度對土壤微生物的活動、土壤氣體的交換、水分的蒸發、各種鹽類的溶解度以及腐殖質的分解都有著明顯影響，而土壤的這些理化性質又都與植物的生長有著密切關係。土壤溫度的垂直分佈從冬到夏和從夏到冬要發生兩次逆轉，隨著一天中晝夜的轉變也要發生兩次變化，這種現象對土壤動物的行為具有深刻影響。大多數土壤無脊椎動物都隨著季節的變化而進行垂直遷移，以適應土壤溫度的垂直變化。一般說來，土壤動物于秋冬季節向土壤深層移動，春夏季節向土壤上層移動。移動距離常與土壤質地有密切關係

### 參、研究設備及器材

<p>四合一 土壤溫度計</p>	<p>土壤溫度計</p>	<p>大石頭</p>	<p>保麗龍箱</p>
			
<p>壤土</p>	<p>砂土</p>	<p>泥土</p>	<p>小石頭</p>
			
<p>操場</p>	<p>篩子</p>	<p>燒杯</p>	<p>尺</p>
			

## 肆、研究過程及方法

### 一、探討屏東地區的氣溫變化情形

(一) 上中央氣象局網站查詢屏東地區溫度日報表及日報表

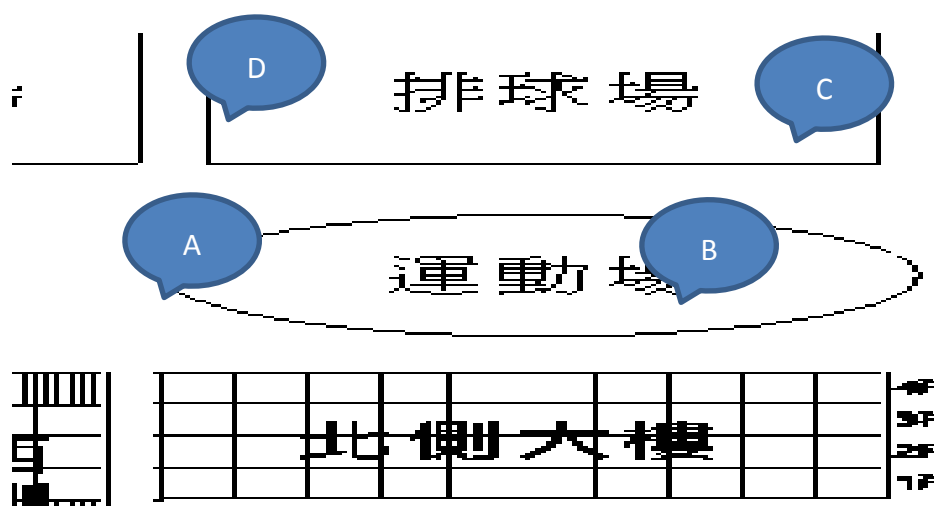
(二) 將查詢到的資料製成表格及圖表加以分析

### 二、調查校園內不同環境區域土壤溫度的變化情形

(一) 在校園的操場上(如右圖), 找出四個樣區, 分別是 A: 有水有草皮, B: 有水沒草皮, C: 沒水有草皮, D: 沒水沒草皮(如下圖)

(二) 每天早、中、晚(分別是 8:30、12:30 和 4:10)各去量測一次土壤的溫度及當時氣溫

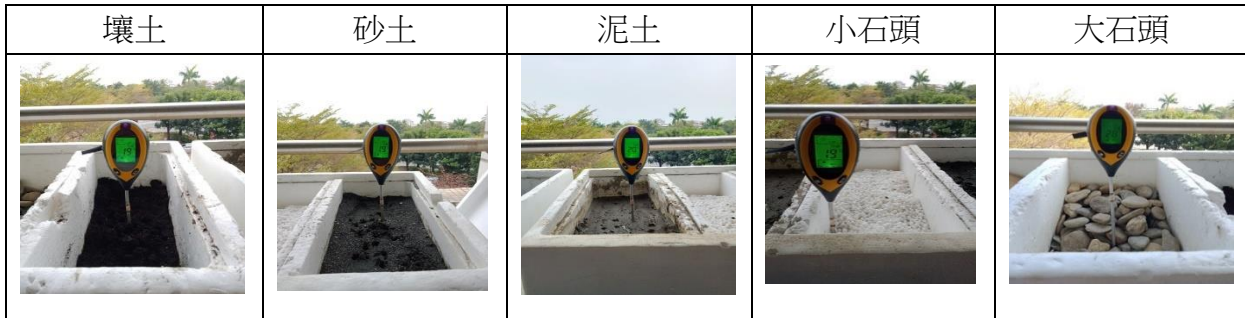
(三) 分析測量的資料



有水有草皮	有水沒草皮	沒水有草皮	沒水沒草皮
			

### 三、探討在乾燥時，不同種類土壤在不同深度時溫度的變化情形

- (一) 分別在保麗龍箱中放入壤土、砂土、泥土、小石頭及大石頭。
- (二) 在溫度計上貼上標籤紙標出 5 公分、10 公分及 15 公分的位置。
- (三) 將溫度計插入五種土中，記錄溫度，如下圖。
- (四) 每隔 45 分鐘量測一次，一天量 8 次。
- (五) 將量出的數據至成表格及圖表，加以分析。



### 四、探討在有水時，不同種類土壤在不同深度時溫度的變化情形

- (一) 分別在保麗龍箱中放入壤土、砂土、泥土、小石頭及大石頭
- (二) 在溫度計上貼上標籤紙標出 5 公分、10 公分及 15 公分的位置
- (三) 每天早上加入 750 毫升的水到保麗龍箱內
- (四) 將溫度計插入五種土中，記錄溫度(如實驗三)
- (五) 每隔 45 分鐘量測一次，一天量 8 次
- (六) 將量出的數據至成表格及圖表，加以分析。

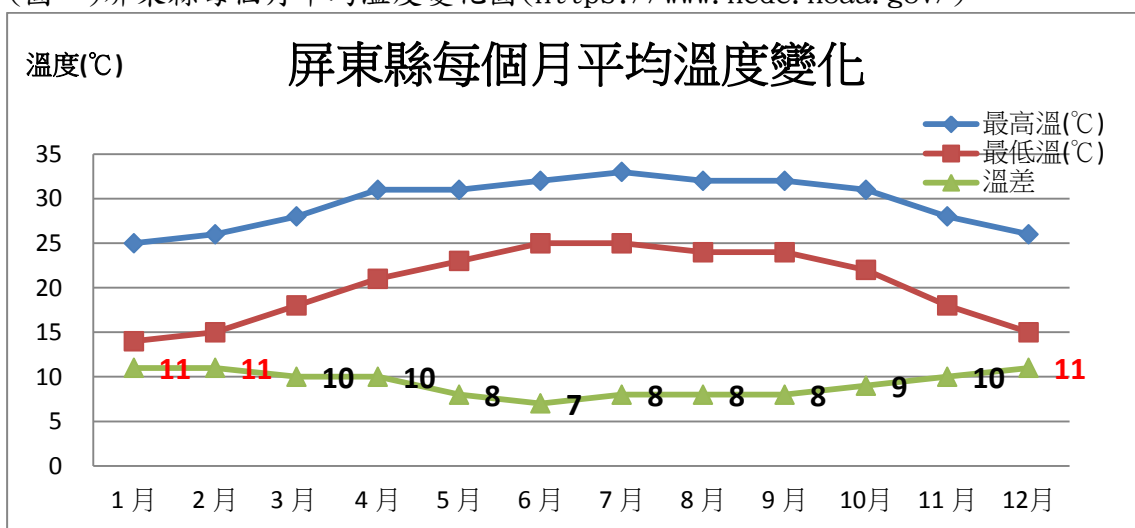


## 陸、 研究結果

### 一、探討屏東地區的氣溫變化情形

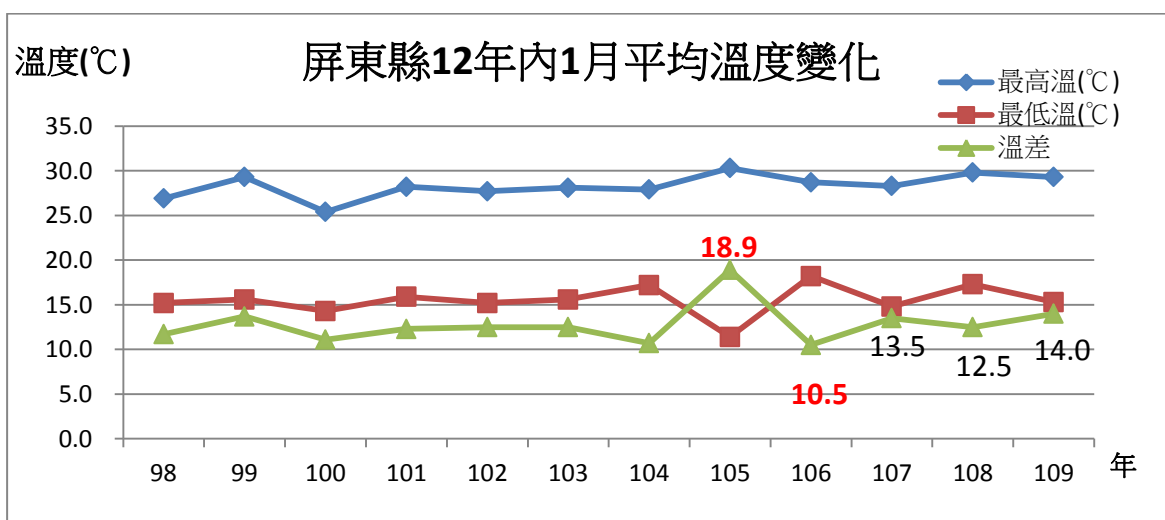
受到極端氣候的影響，屏東的溫度變化如何呢？由(圖一)發現屏東的一年內平均溫差最大的月份是1月、2月和12月，平均溫差都是11度，而這種溫差的變化在10年內有甚麼變化呢？我們選溫差較大的1月來看(圖二)，105年的溫差最大，有18.9度，106年最低，但也有10.5度，然後到109年的14度，顯示近幾年的溫差有增加的趨勢。

(圖一)屏東縣每個月平均溫度變化圖(<https://www.ncdc.noaa.gov/>)



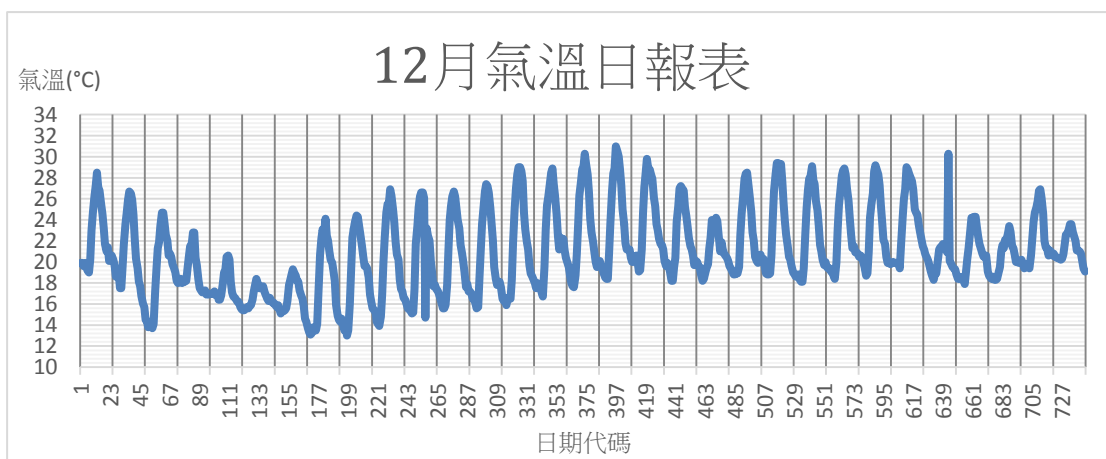
(圖二) 12年來屏東縣1月份的平均溫度的變化圖

(<https://www.cwb.gov.tw/V8/C/C/Statistics/monthlymean.html>)

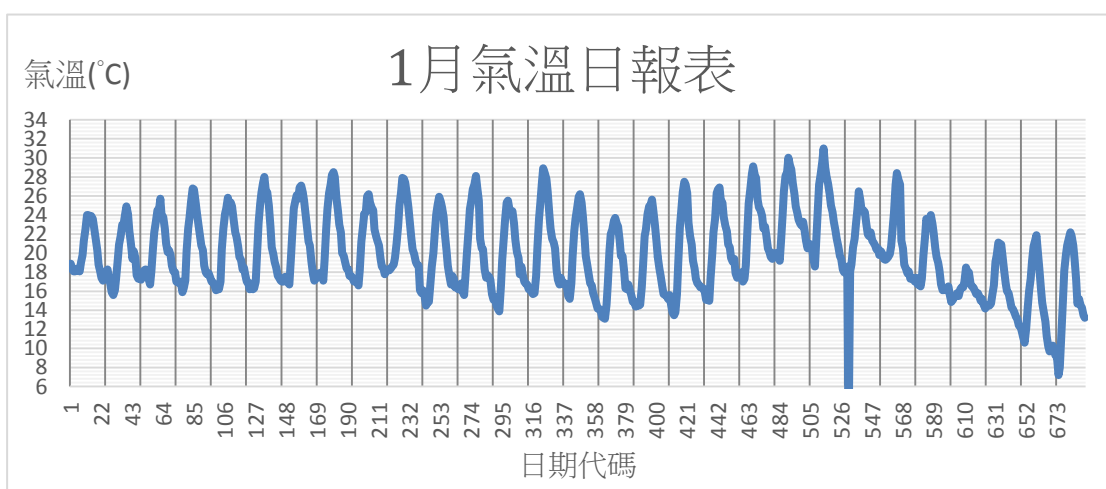


由以上資料查詢，我們發現每個月平均溫差很大，那每日的溫差呢？我們分析最近12月及1月每日24時的溫度變化，如(圖三)、(圖四)，12月單日溫差最大為最高溫為30度，最低溫15.8度，溫差最多為14.2度。1月最高溫為29.5度，最低溫19.3度，溫差也是14.2度。

【圖三】108年12月屏東縣每日溫度變化曲線圖(橫坐標是24小時的間隔)



【圖四】109年1月屏東縣每日溫度變化曲線圖(橫坐標是24小時的間隔)



### 【結果與討論】

1. 屏東的氣溫10年來高溫雖然沒有增加，但溫差這幾年較大，每日溫差可達到14度。
2. 溫度會影響土壤中物質分解的速度及生物的呼吸效率，而氣溫的變化又對土壤的溫度造成甚麼影響呢？我們將從學校土壤的溫度變化開始來探討。

## 二、調查校園內不同環境區域土壤溫度的變化情形

### (一)、調查校園內不同區域土壤溫度的差異

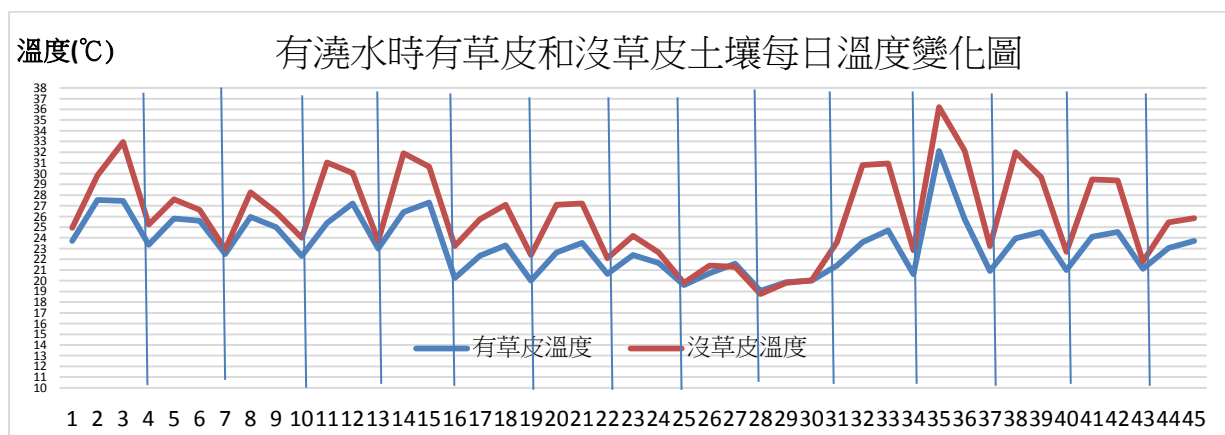
1. 經由四個樣區(A: 有水有草皮, B: 有水沒草皮, C: 沒水有草皮, D: 沒水沒草皮)觀測兩週, 每天分早中晚各量兩次溫度平均, 結果如(表一), 再依(表一)分別做有沒有澆水、有沒有草皮及不同時間溫度變化圖(圖四~圖七), 草皮的降溫效果我們由下列【圖四】【表二】、【圖五】【表三】來分析。

【表一】校園內四個樣區每天早中晚溫度變化表(紅色當日為高溫, 藍色最低溫)

日期	A: 有水有草皮			B: 有水沒草皮			C: 沒水有草皮			D: 沒水沒草皮			最高氣溫
	早	中	晚	早	中	晚	早	中	晚	早	中	晚	
11/18	23.7	27.55	27.45	24.95	29.85	32.95	24.9	28	27.85	25.45	28.05	29.35	30
11/19	23.35	25.8	25.6	25.25	27.6	26.6	24.45	26.2	25.9	24.45	26.85	26.15	26
11/20	22.5	25.95	25	22.95	28.25	26.4	22.9	27.1	25.6	23.1	28	26	27
11/21	22.3	25.4	27.2	24	31.05	30.05	23.15	26.1	27.6	23.35	26.55	28.65	27
11/22	23	26.4	27.3	23.7	31.9	30.65	23.8	27.45	28.2	23.9	28.85	29.7	29
12/2	20.25	22.35	23.3	23.25	25.75	27.1	23.25	25.75	27.1	23	27.05	28.45	27.1
12/3	20	22.65	23.55	22.4	27.1	27.2	21.95	24.25	25.2	21.65	25.1	26.15	25.5
12/4	20.65	22.4	21.65	22.1	24.2	22.65	20.45	23.8	23.35	20.85	24.2	23.25	23.6
12/5	19.6	20.7	21.6	19.8	21.4	21.3	20.7	22.2	22.3	20.5	21.8	22.3	21
12/6	19.05	19.85	20	18.75	19.8	20.05	19.6	20.8	20.8	19.1	20.35	20.4	18.6
12/16	21.4	23.6	24.7	23.6	30.8	30.95		24.85	27.05		27.3	28.9	30.8
12/17	20.6	32.1	25.75	22.85	36.2	32.15	21.6	29.5	26.55	21.45	31.35	29.4	31.6
12/18	20.9	23.95	24.55	23.25	32	29.65	21.9	25.65	25.95	21.9	28.6	28.5	31.3
12/19	21	24.1	24.55	22.7	29.45	29.35	21.9	26.35	25.95	21.85	28.6	28	28.6

【圖四】有定時澆水的地方，有無草皮的溫度變化曲線圖

(圖表橫軸 3 點為一天，深度都是 10 公分)



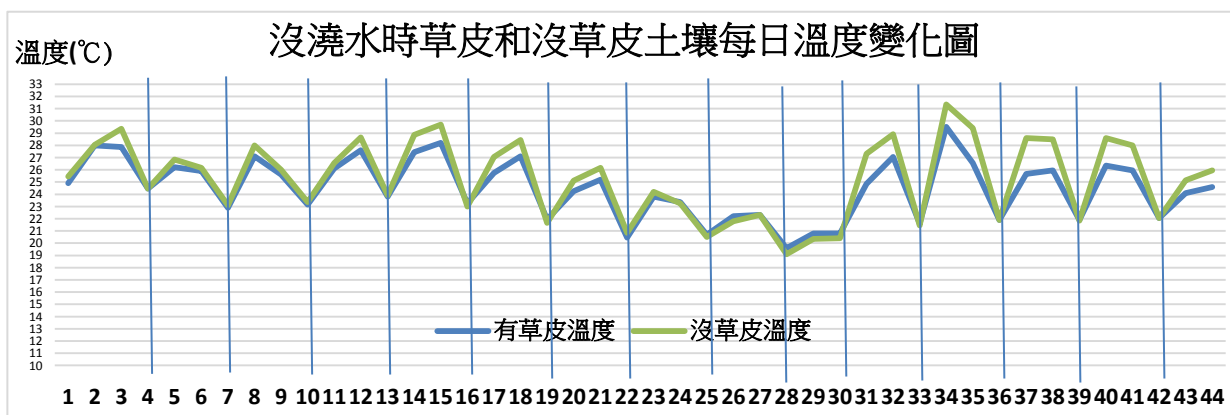
【表二】有澆水時，有草皮和沒草皮土壤每日早中晚溫差表(沒草皮扣掉有草皮的)(紅色代表一天中溫差最高的時候)

日期	11月18日	11月19日	11月20日	11月21日	11月22日	12月02日	12月03日	12月04日	12月05日	12月06日	12月16日	12月17日	12月18日	12月19日
早	1.25	1.9	0.45	1.7	0.7	3	2.4	1.45	0.2	-0.3	2.2	2.25	2.35	1.7
中	2.4	2	3.25	3.85	4.6	2.45	3.55	2.55	-0.2	-0.2	6.1	10.45	7.45	4.9
晚	5.4	0.8	0.45	4.65	4.25	4.75	4.55	0.25	0.6	0.2	7.35	0.05	5.7	5.25

### 【結果與討論】

- 1.發現澆水沒草皮的溫度幾乎比較高，大都比最高氣溫還高，出現在中午，最低是有水有草皮的，出現在早上
2. 四個樣區溫度上升的情況: 有水沒草皮 > 沒水沒草皮 > 沒水有草皮 > 有水有草皮
3. 水導熱快，所以有水的溫度上升最快，但有草皮因為有物理性的遮蔽及比熱較大，所以溫度上升較慢，如果草皮澆水，又多一項蒸散作用協助散熱，所以溫度上升最慢。
4. 因此建議避免土壤溫度上升太快，一定要種草皮而且澆水。

【圖五】沒有定時澆水的地方，有無草皮的溫度變化曲線圖



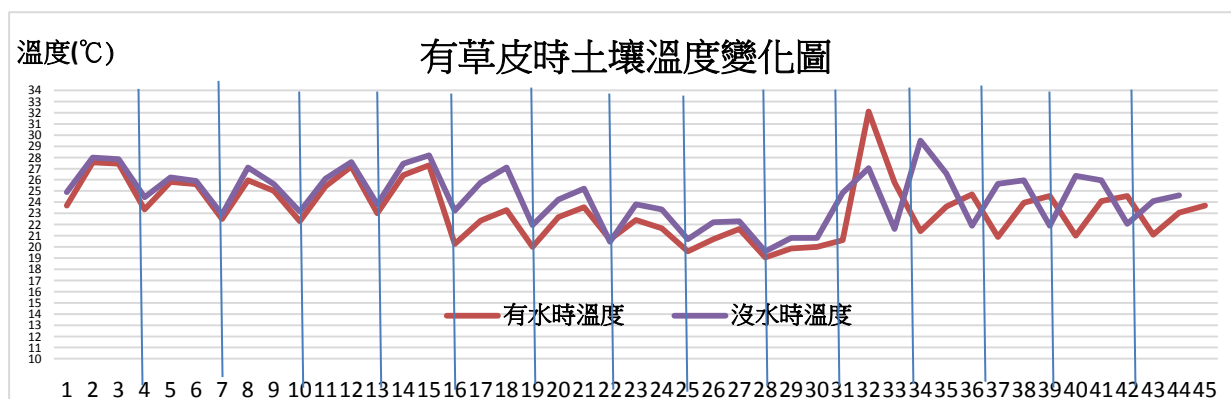
【表三】沒有澆水時，有草皮和沒草皮土壤每日早中晚溫差表(沒草皮扣掉有草皮的)(紅色代表一天中溫差最高的時候)

	11月 18日	11月 19日	11月 20日	11月 21日	11月 22日	12月 2日	12月 3日	12月 4日	12月 5日	12月 6日	12月 16日	12月 17日	12月 18日	12月 19日
早	0.55	0	0.2	0.2	0.1	-0.25	-0.3	0.4	-0.2	-0.5	0	-0.15	0	-0.05
中	0.05	0.65	0.9	0.45	1.4	1.3	0.85	0.4	-0.4	-0.45	2.45	1.85	2.95	2.25
晚	1.5	0.25	0.4	1.05	1.5	1.35	0.95	-0.1	0	-0.4	1.85	2.85	2.55	2.05

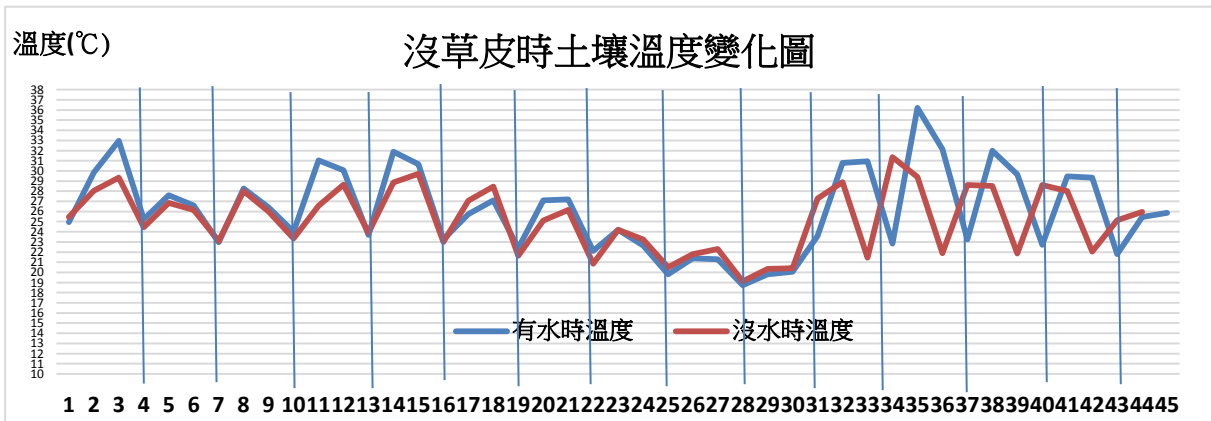
【結果與討論】

1. 由圖四、圖五發現不管有水或沒水，溫差最高出現在中午，有水的有**10.45度之多(表二)**，沒草皮的溫度也是大多比較高，最大溫差**2.95度也是出現在中午(表三)**。
2. 不管有水或沒水，**大部分最高的溫差出現在傍晚(表二、表三)**
3. 草皮時土壤直接曝曬太陽，溫度上升較快，加上水的保溫，直到傍晚，溫度仍然很高，沒水溫度則上升較慢。我們在有草皮的地方，比較有水還沒水溫度變化(圖六)及在沒有草皮的地方，比較有水還沒水溫度變化(圖七)。
4. 沒水時，有無草皮的效應減弱。

【圖六】有草皮的地方，有無定時澆水溫度變化曲線圖(3格為一天)



【圖七】沒有草皮的地方，有無定時澆水溫度變化曲線圖

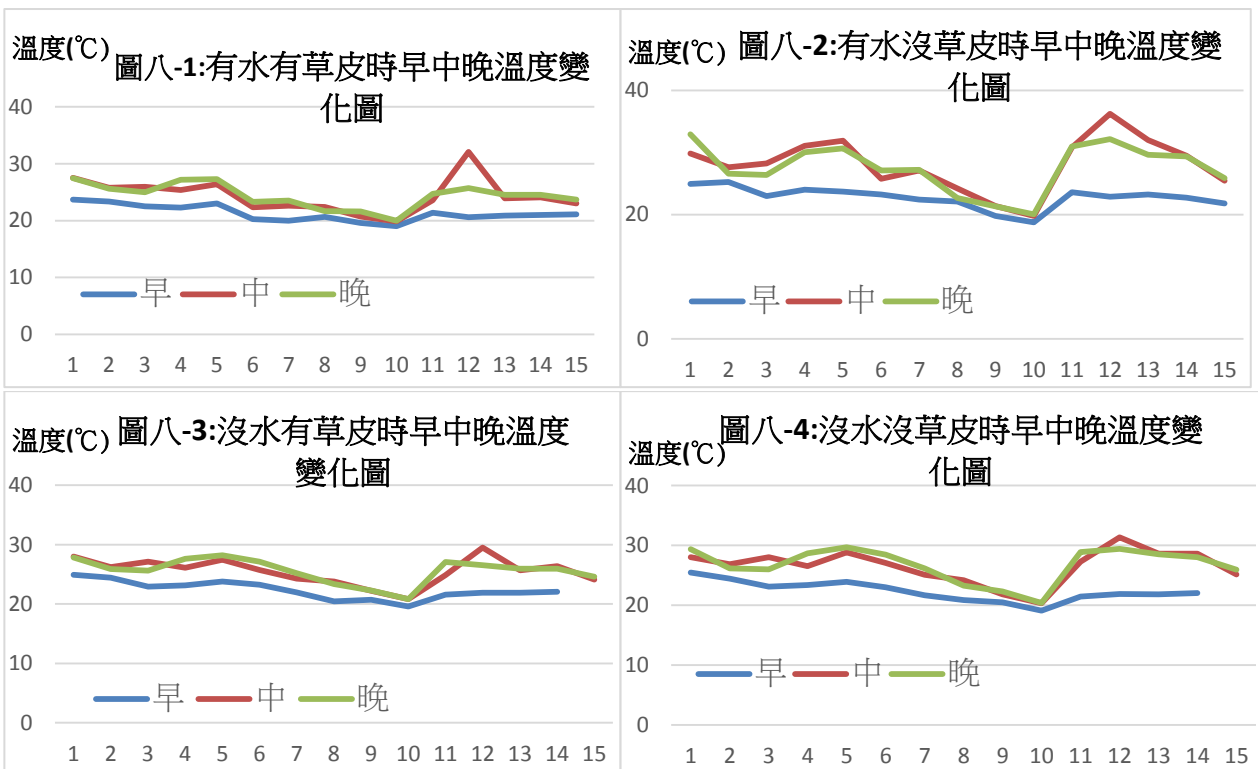


【結果與討論】

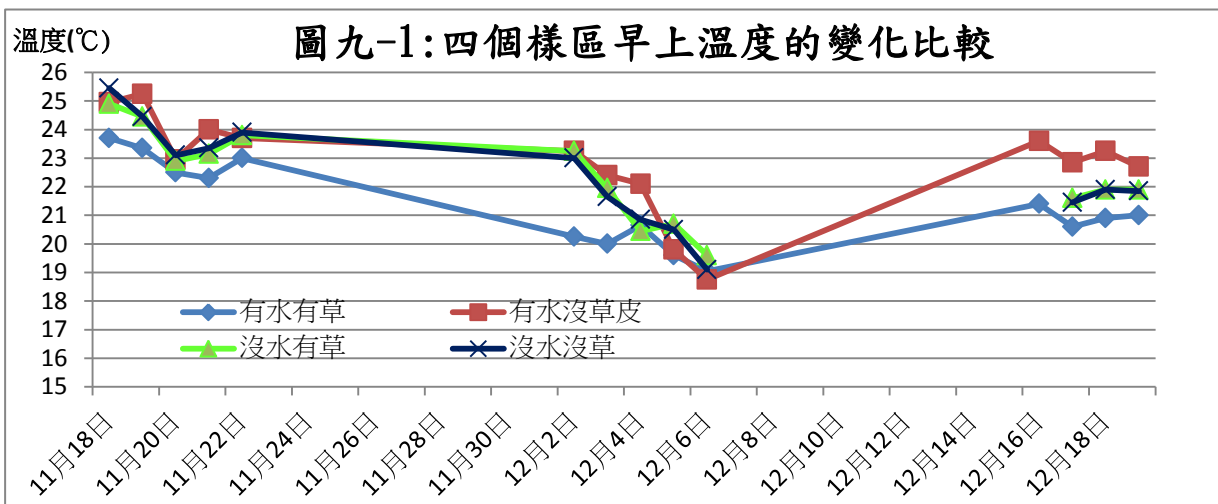
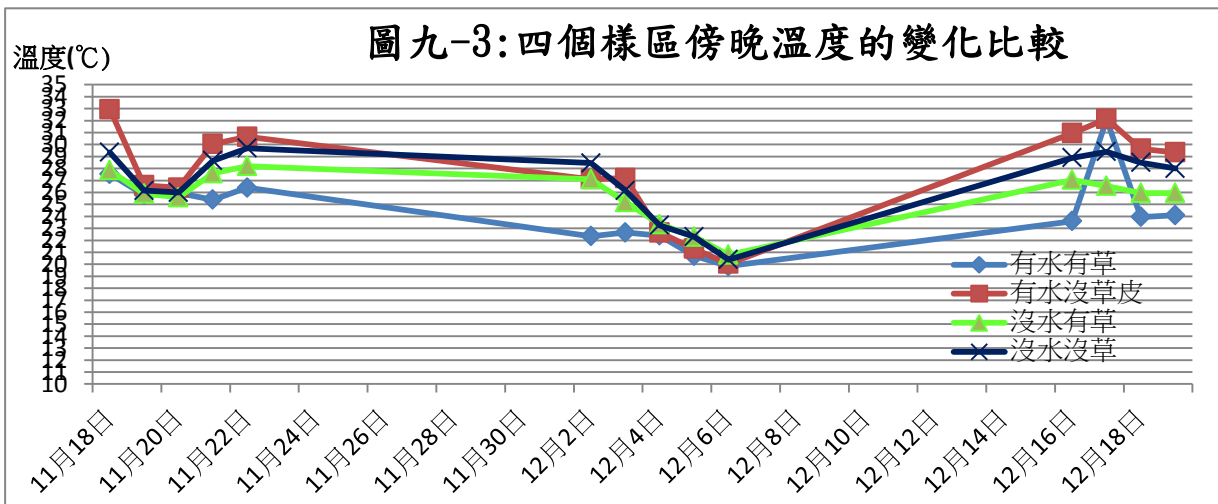
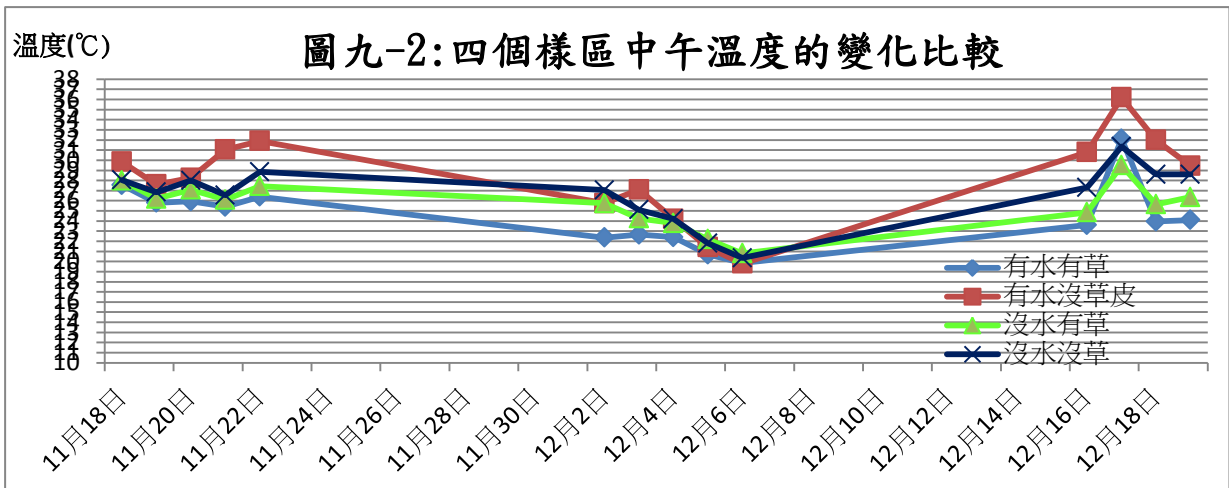
1. 我們發現比起水，有無植被才是影響土壤溫度的主因，有植被的土壤比無植被的土壤溫度低上許多，原因大概有兩個：一、草皮擋著，陽光不容易照射到土壤，也不容易穿透到下層，二、當外界溫度高時，植物在土中吸收水分進行蒸散作用，排出熱量，降低土壤及植物本身的溫度。
2. 草皮時土壤直接曝曬太陽，溫度上升較快，加上水的保溫，直到傍晚，溫度仍然很高，沒水溫度則上升較慢。我們在草皮的地方，比較有水還沒水溫度變化(圖六)及在沒有草皮的地方，比較有水還沒水溫度變化(圖七)。

(二)校園內不同區域土壤溫度在一天內的變化情形

我們將四個樣區，一天早中晚的變化分別作圖，如下圖八-1、圖八-2、圖八-3、圖八-4，發現不管是哪一種類型的樣區，早上的溫度都是最低的，中午和傍晚其實溫度差異不大，沒草皮的圖八-2、圖八-4，溫度變化較大。



那四個樣區早中晚的變化又有何差異呢?我們分析如下圖九-1、圖九-2、圖九-3，



## 【結果與討論】

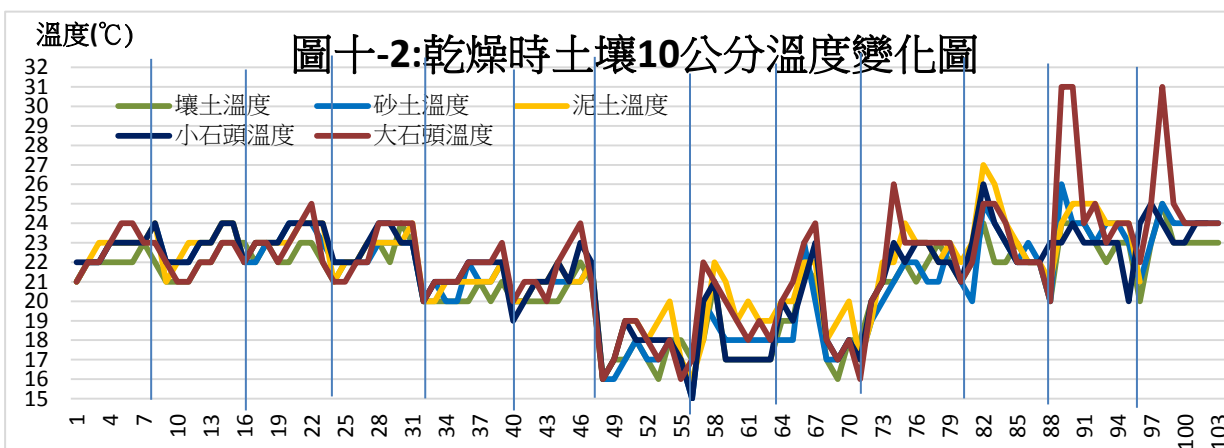
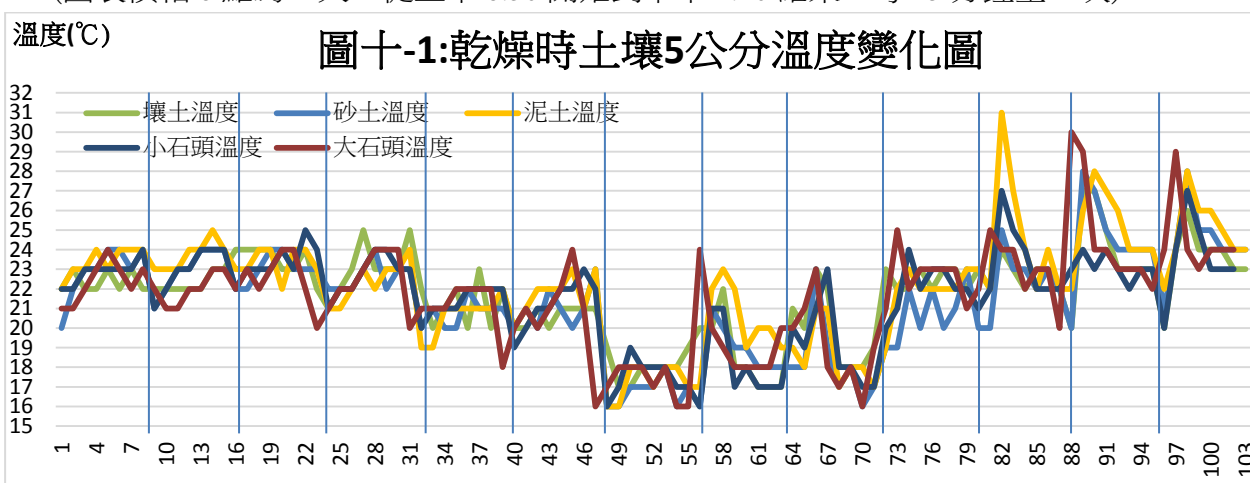
- 1.發現早上溫度是有水沒草>沒水有草>沒水沒草>有水有草；中午溫度是有水沒草>沒水沒草>沒水有草>有水有草；傍晚溫度是有水沒草>沒水沒草>沒水有草>有水有草；**溫度最高的都是有水沒草，最低的都是有水有草。**
- 2.由實驗結果顯示溫度最高的都是有水沒草，主要是因為灑水之後土的空隙中充滿了水，沒有植被吸收水分，屏東太陽大，水比空氣容易傳導熱量，因此把熱量傳到土壤內，因此有水沒草的土壤溫度會比沒水沒草的高。
- 3.由實驗結果顯示溫度最低的都是有水有草，原因是在土壤中的水分被植物吸收，吸收後就只是潮濕的土壤，水的比熱大，溫度上升較慢因此溫度較低。

### 三、探討在乾燥時，不同種類土壤在不同深度時溫度的變化情形

在實驗二我們發現土壤上有無草皮、有無澆水會影響土壤溫度的變化，那土壤的種類和深度對土壤溫度的影響又如何呢?以下是我們的研究結果:

#### (一)比較不同種類的土壤在相同的深度時溫度的變化

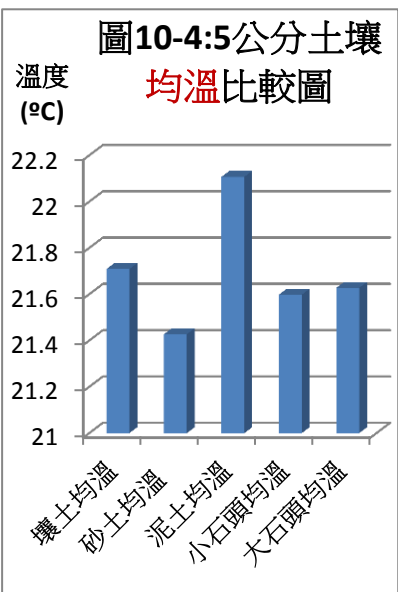
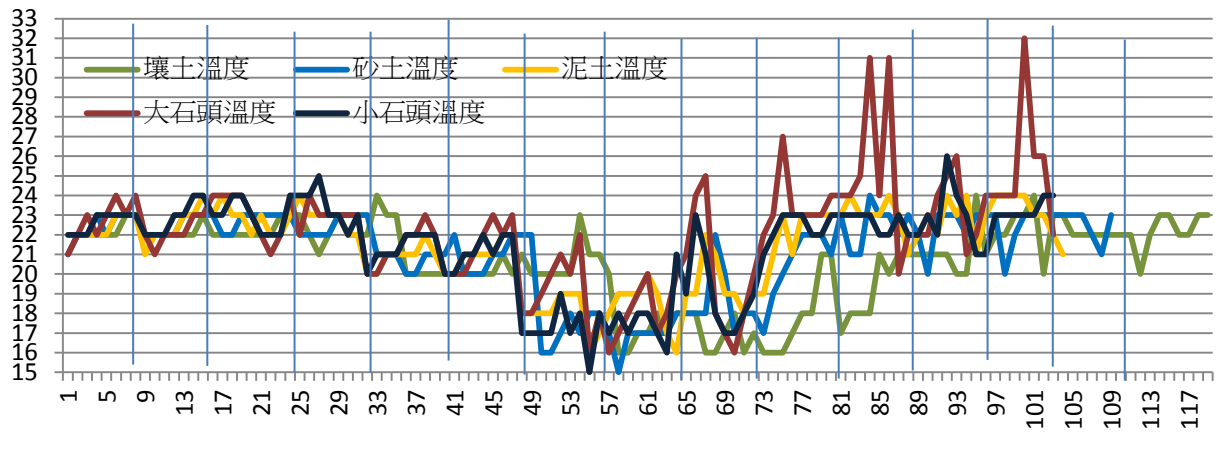
(圖表橫軸 8 點為一天，從上午 8:30 開始到下午 4:10 結束，每 45 分鐘量一次)



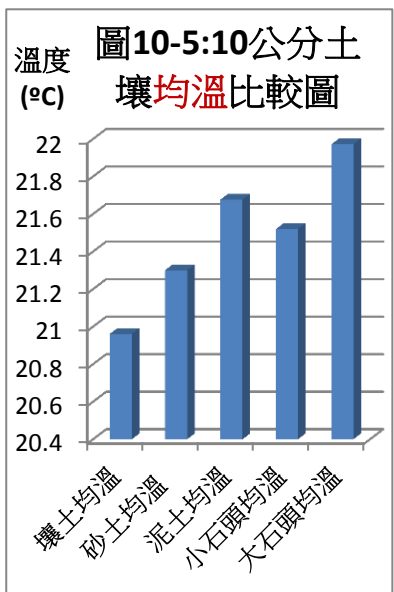


溫度(°C)

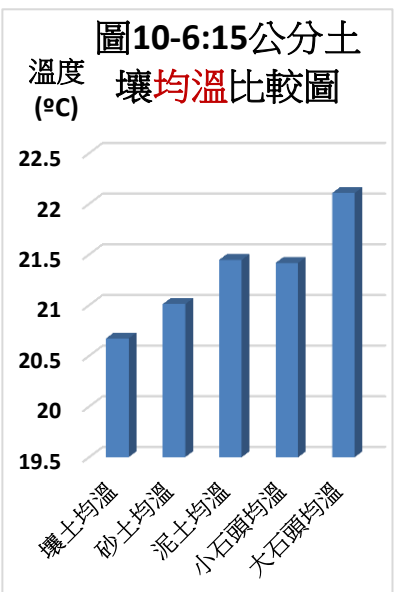
圖十-3:乾燥時土壤15公分溫度變化圖



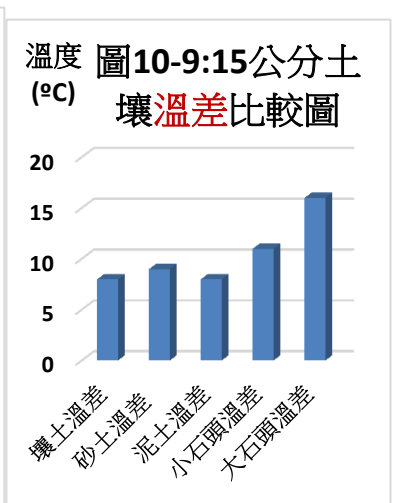
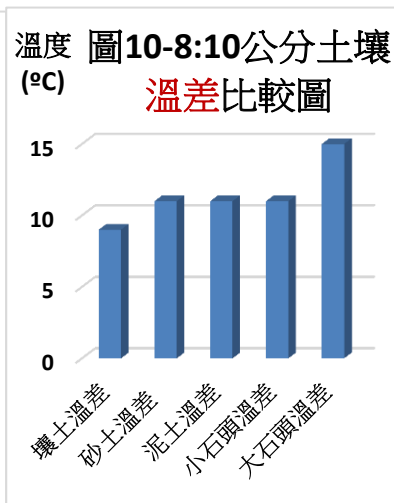
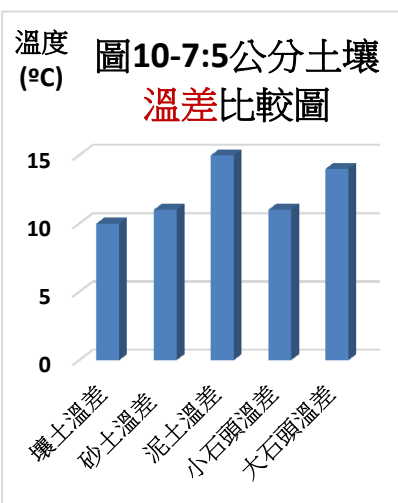
泥土>壤土>大石頭>小石頭>砂土



大石頭>泥土>小石頭>砂土>壤土



大石頭>泥土>小石頭>砂土>壤土

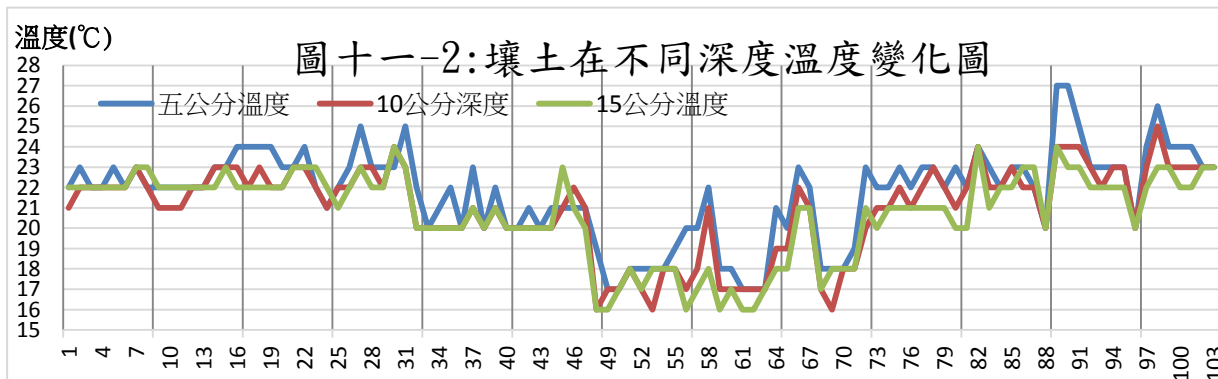
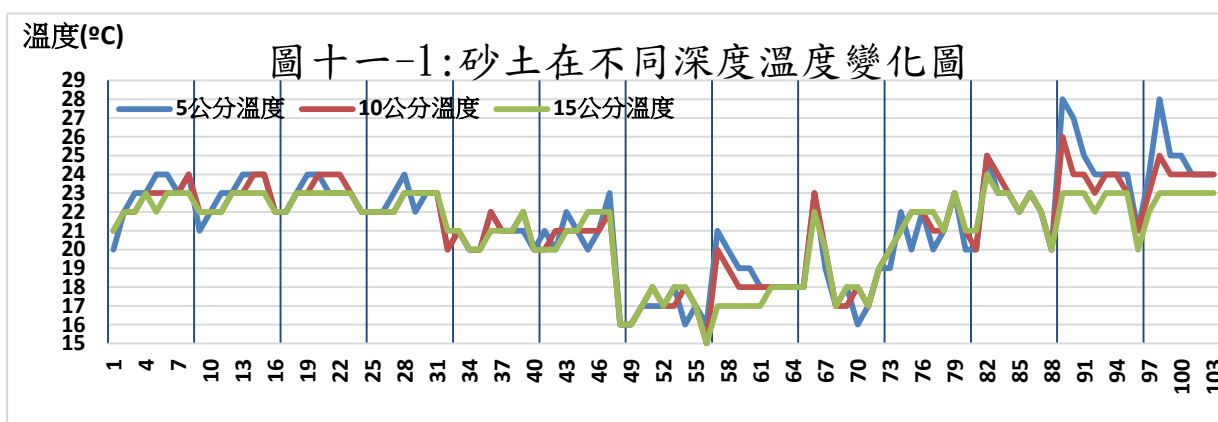


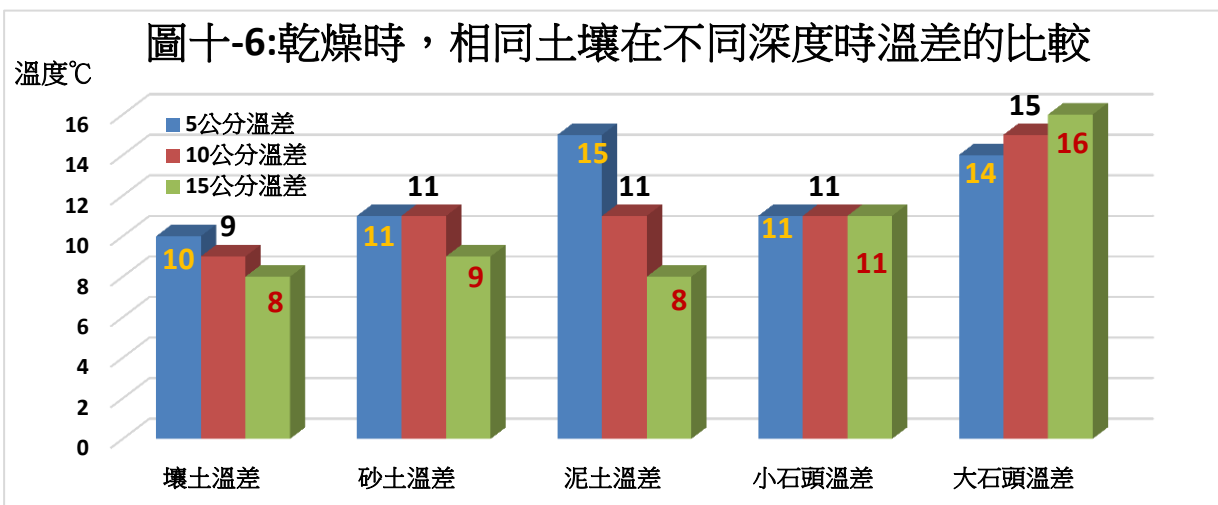
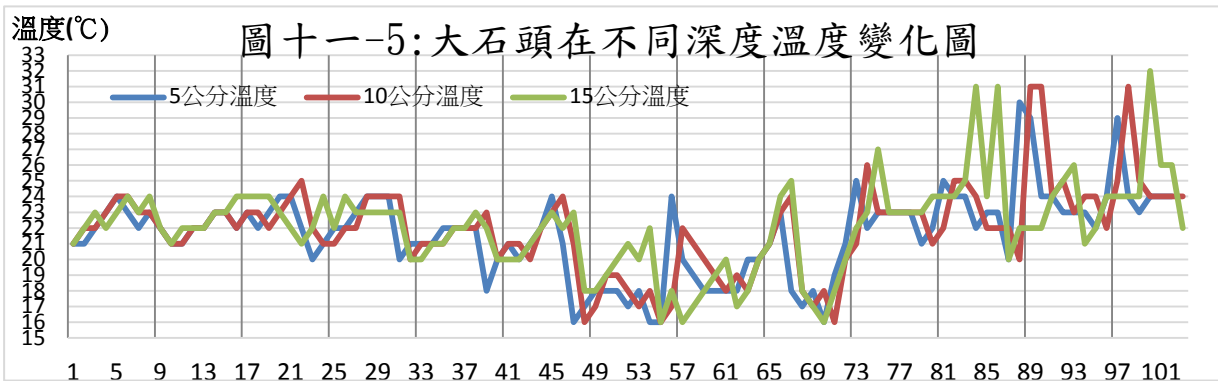
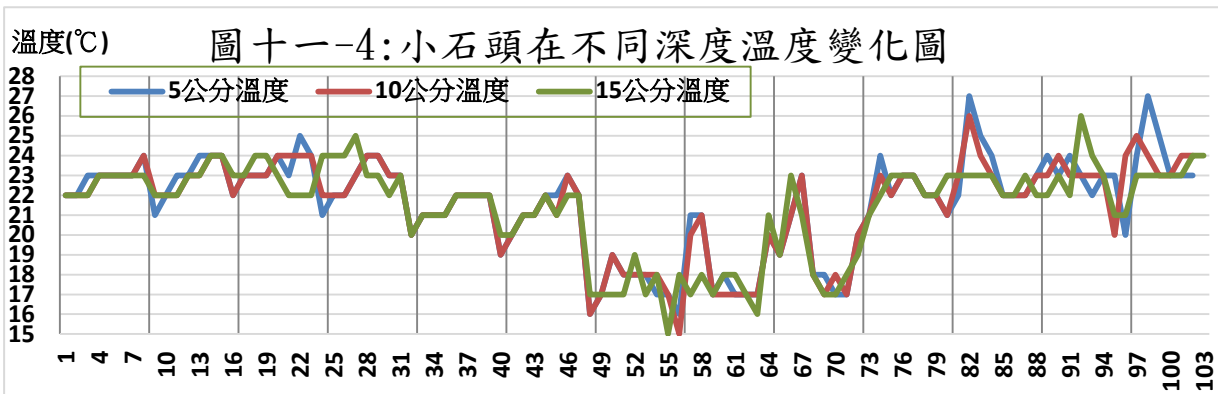
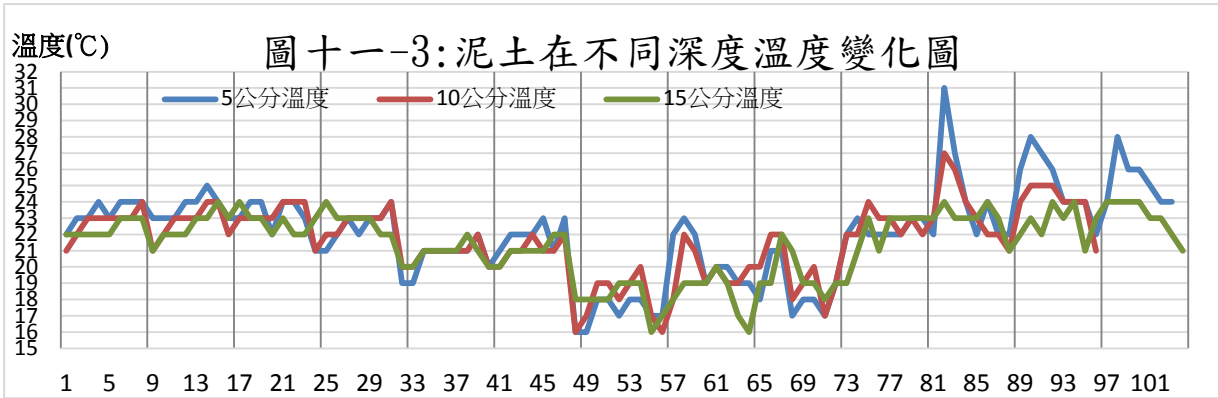
## 【結果與討論】

1. 圖十-1~十-3 及圖 10~7-10~9 發現深度 5~10 公分時，不同土壤溫度變動情形差異不大，**15 公分時，變動比較大，尤其是大石頭變化特別明顯。**
2. 沒有陽光照射的時間，土壤溫度不會有太大的差異，但是有陽光照射的時候，就有差異了，由圖 10-4~10-6 土壤的平均溫度比較發現，**5 公分是泥土最高溫，10 和 15 公分都是大石頭最高溫，壤土最低溫。**
3. 至於溫差的部分，圖 10~7-10~9 發現**泥土在 5 公分時溫差特別大，10~15 公分大石頭都是溫差最大的。**
4. 深度越深時，土壤的溫差會減少，只有小石頭在不同深度，溫差幾乎沒改變。
5. 因此我們推測**土質越緊密的土壤越不容易散失熱量，也比較不容易讓陽光穿透，造成上層比下層高溫的狀態，而土質越疏鬆的土壤熱量散失則較快，但陽光較容易穿透到底層，造成下層比上層高溫的狀態。**

### (三)比較相同種類的土壤在不同的深度時溫度的變化

(8 點為一天，每 45 分鐘量一次，從早上 8:30 開始，下午 4:10 結束)





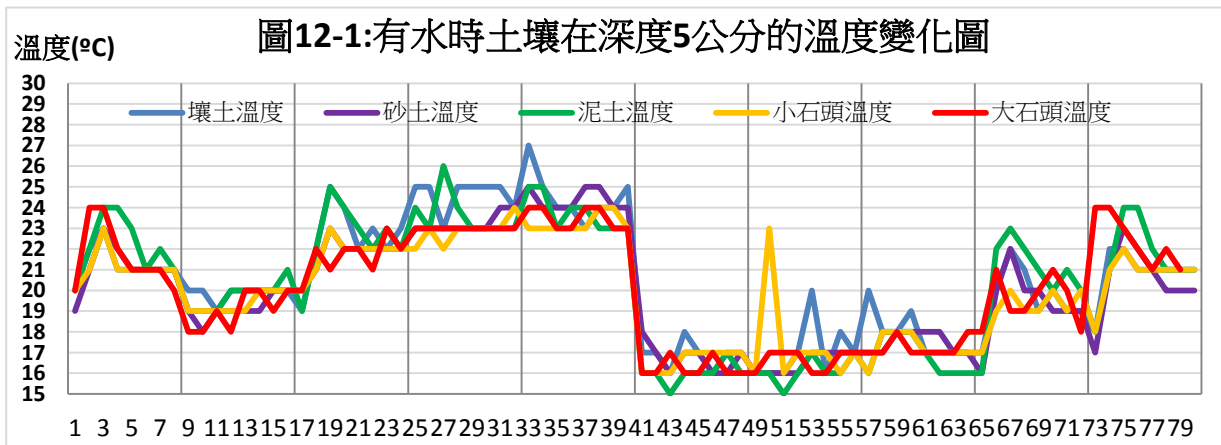
## 【結果與討論】

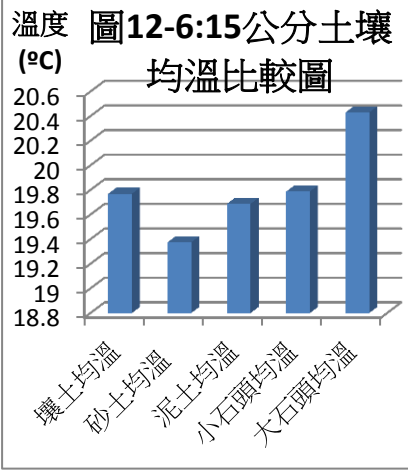
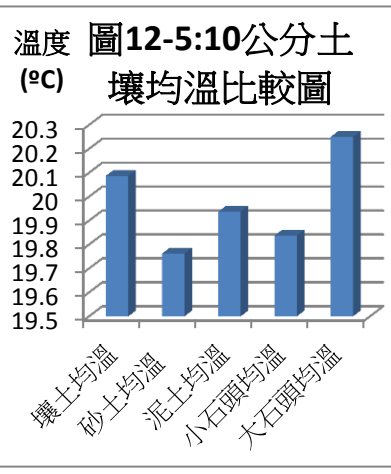
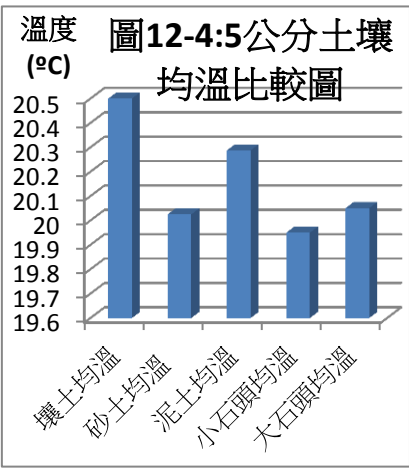
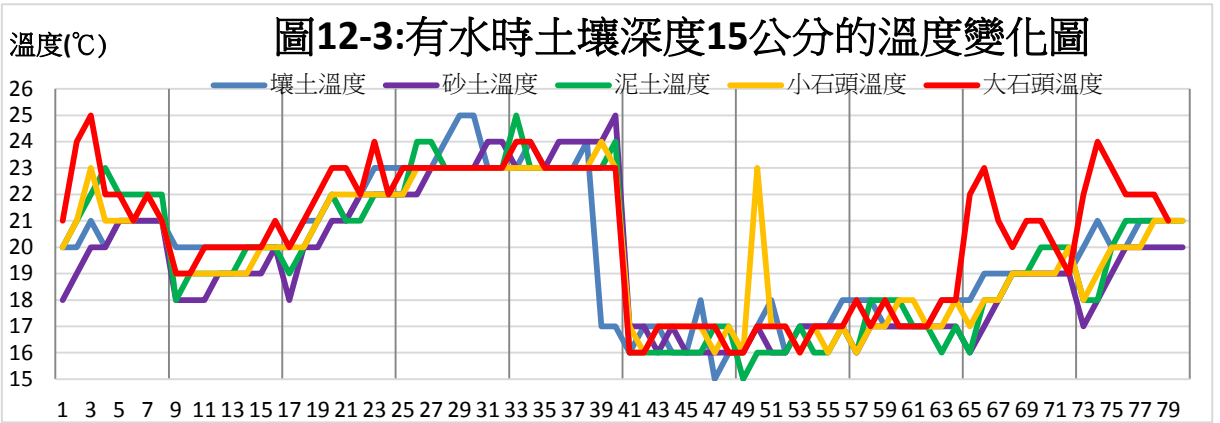
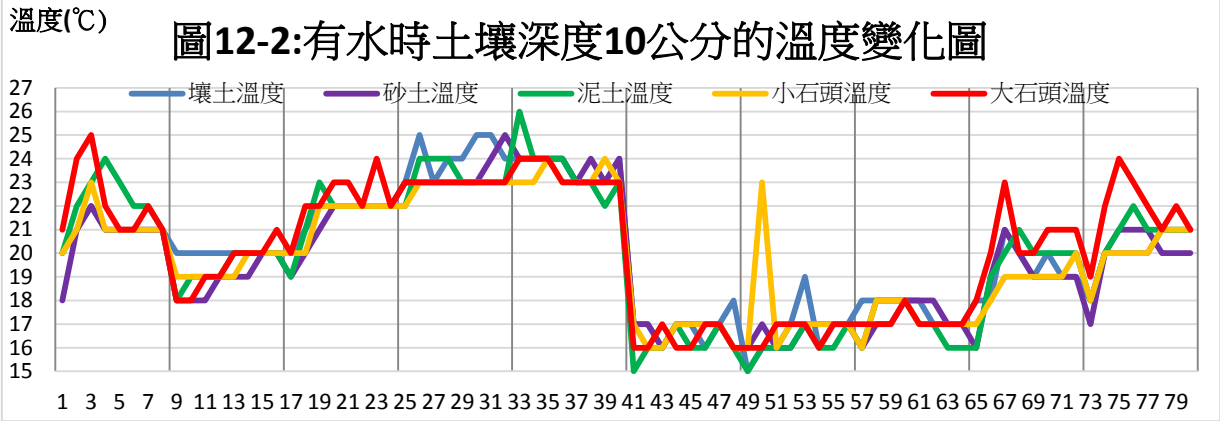
1. 土壤的溫度每日隨氣溫有早晚溫度低，中午溫度高的規律性變化，但是隨著熱量傳遞的速度，上層溫度先變，下層再跟著變，產生溫度延遲變化的現象，這五種土質都有在圖中發現這種現象，尤其在溫度高的後三天特別明顯，大石頭因為溫差大，溫度變化延遲的現象就更明顯了。
2. 我們發現土壤的平均溫度幾乎都是越到下層越低溫，(壤土最明顯)，根據這個結果，我們推斷土壤下層較低溫是因為陽光的穿透力不足，無法把熱量全部傳送到下層，所以才會導致土壤上層較下層高溫的狀態，尤其是顆粒小的沙土、壤土、泥土，在後面三天平均溫度較高時，上下層溫差特別明顯(圖十一-1~3)。
3. 下層較上層高溫的情況常發生在土壤空隙較大的土質中，我們推斷是因為熱量被土壤吸收之後無法發散出去，而上層的熱量已經因為天氣轉涼而發散出去，所以才會導致土壤下層較上層低溫的情況，例如大石頭甚至是小石頭，陽光直射底部後熱量殘留在底部，造成下層溫度較上層高的情形(圖十一-4~5)。

### 四、探討在有水時，不同種類土壤在不同深度時溫度的變化情形

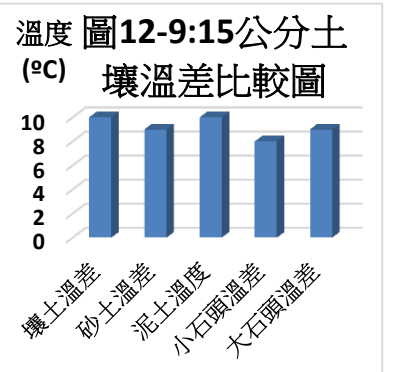
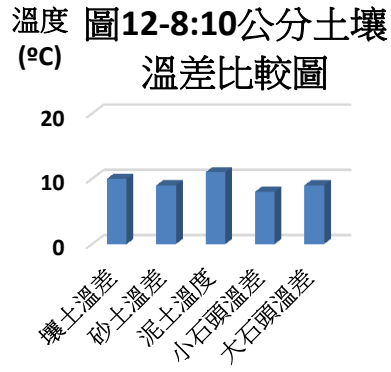
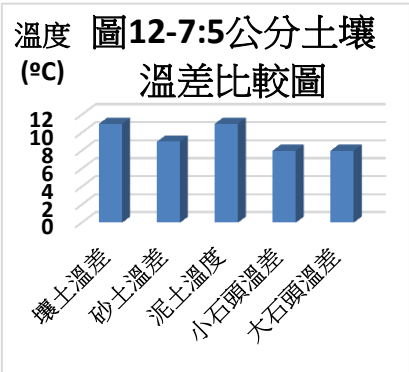
前面的實驗證明土壤有沒有水會影響土壤的溫度，那水分對不同土壤的在不同的深度會造成甚麼影響呢？

#### (一) 比較不同種類的土壤在相同的深度時溫度的變化:





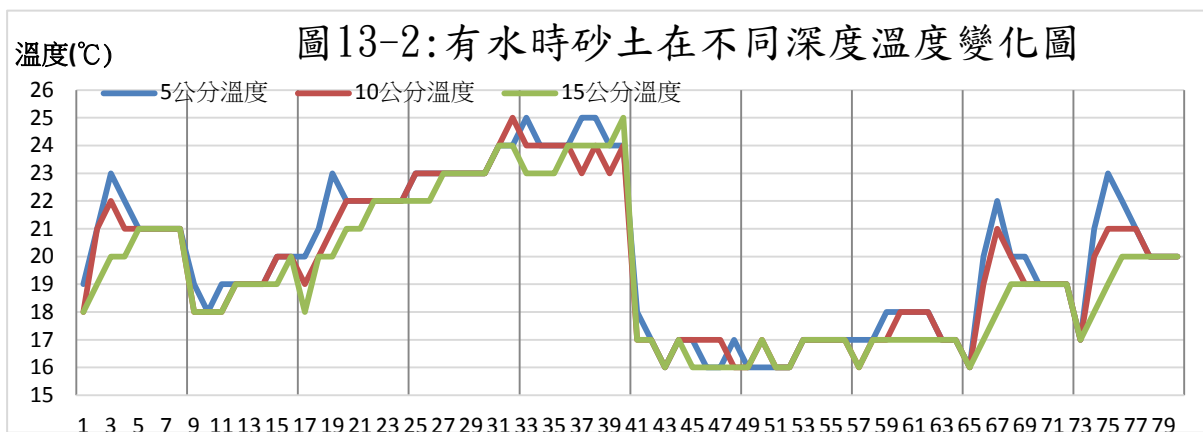
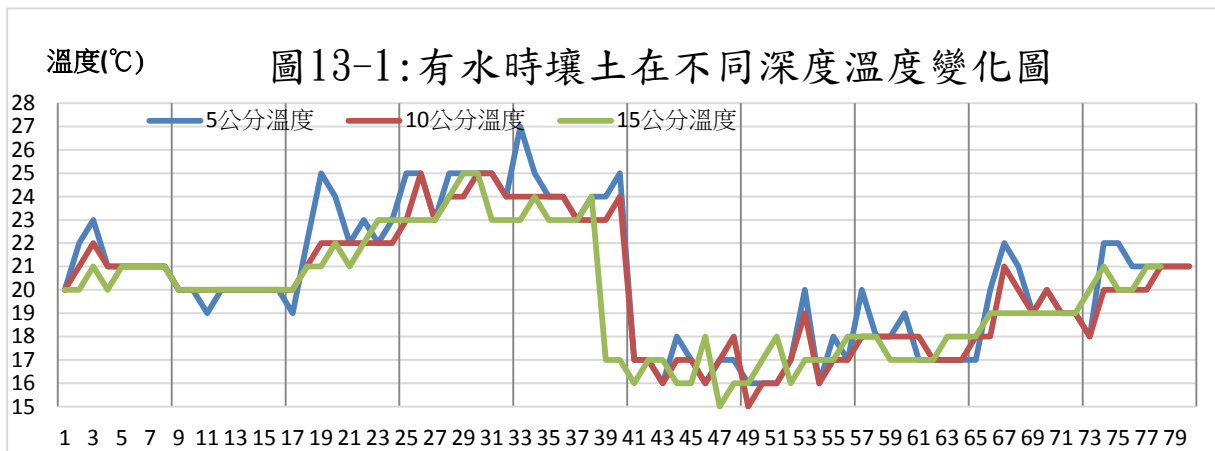
壤土>泥土>大石頭>砂土>小石頭      大石頭>壤土>泥土>小石頭>砂土      大石頭>壤土>泥土>小石頭>砂土



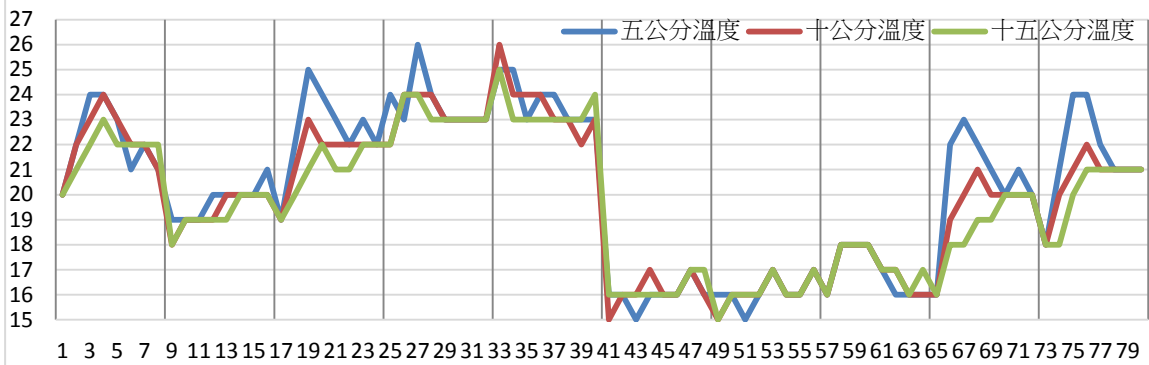
## 【結果與討論】

1. 加水後，5 公分深的溫度以壤土最高，泥土第二，大石頭在 10 和 15 公分處仍是最高溫，因大石頭縫隙較大，使得加水過後，水全留存在底部，因此他與沒加水時的溫度較無太大差異。(圖 12-1~3)
2. 加水之後，沒有陽光或是天氣轉涼的時候，土壤上層會越低溫，這就跟如果乾毛巾放到冷氣下吹後不會變得特別涼，而泡水過後的毛巾放到冷氣下吹會變得很冰的道理一樣，**土質較緊密的土壤，會把水分留得特別久**，反之，土質較疏鬆的土壤水分流失或蒸發快，就不會有這麼明顯的差異了。(土質緊密度比較: 泥土>壤土 >砂土>小石頭>大石頭)
3. 三種深度的不同土壤，加水後溫差都沒有很大(圖 12-7~9)。加水前土壤溫度的差異大概在 15~30°C 之間，加水後溫度的差異在 15~25°C 之間，加水後的土壤溫度差異較不明顯，代表加水後可以有效控制土壤溫度的落差。

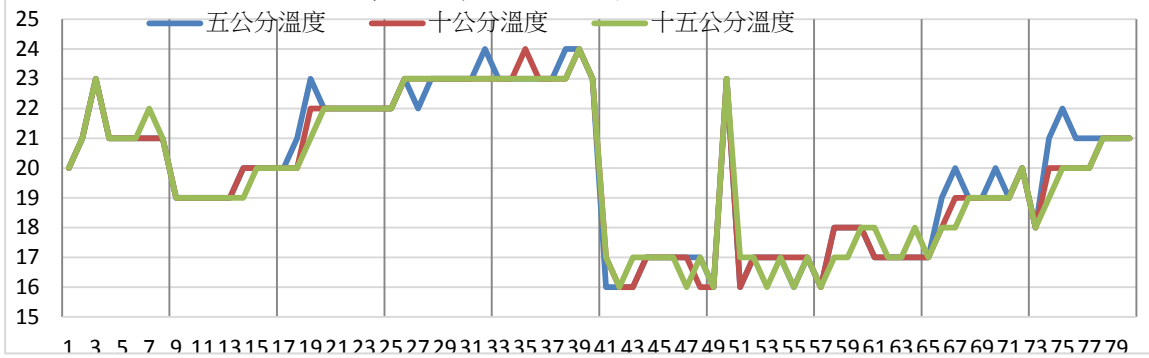
### (二)比較相同種類的土壤在不同的深度時溫度的變化:



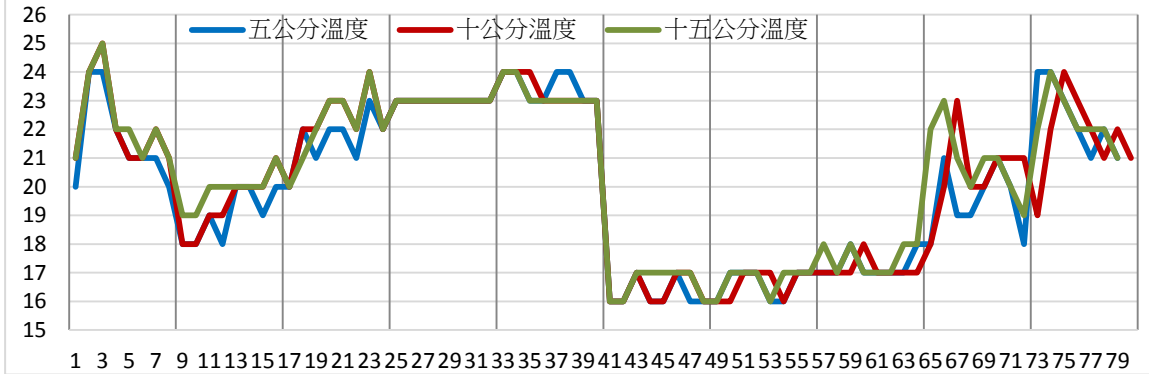
溫度(°C) 圖13-3:有水時泥土在不同深度溫度變化圖



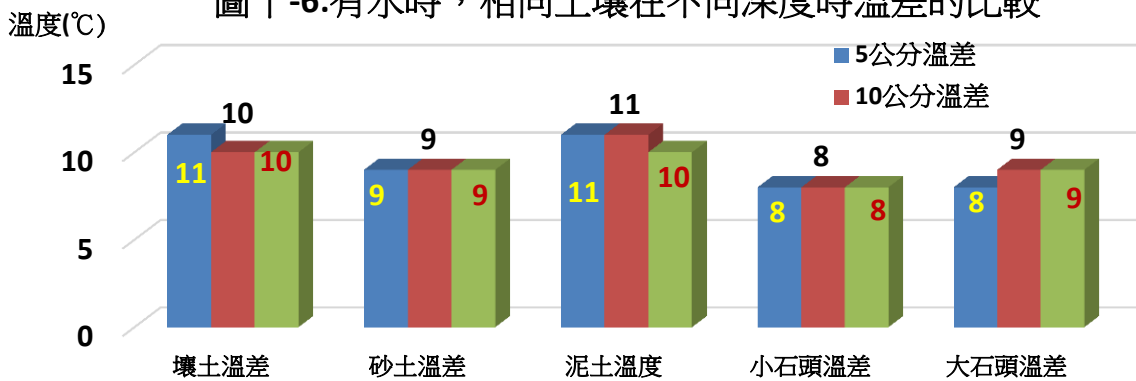
溫度(°C) 圖13-4:有水時小石頭在不同深度溫度變化圖

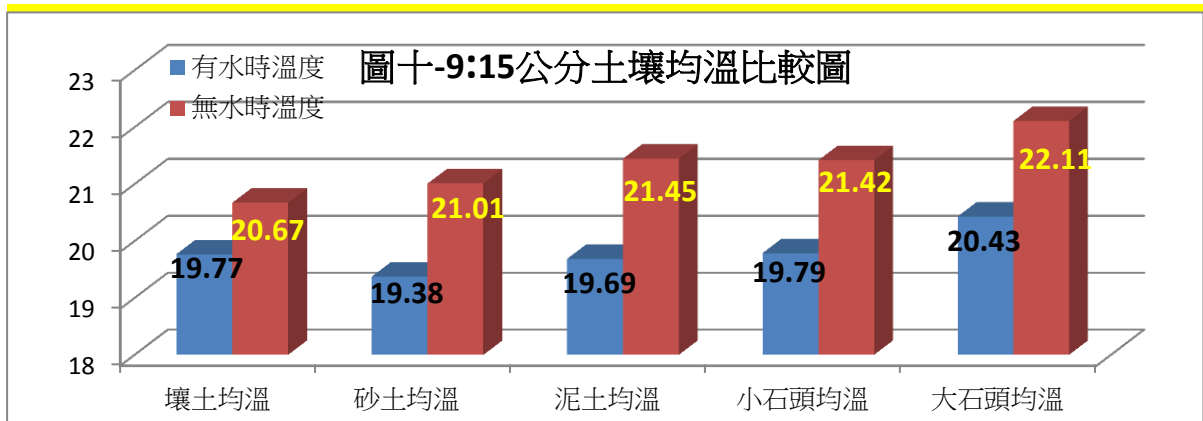
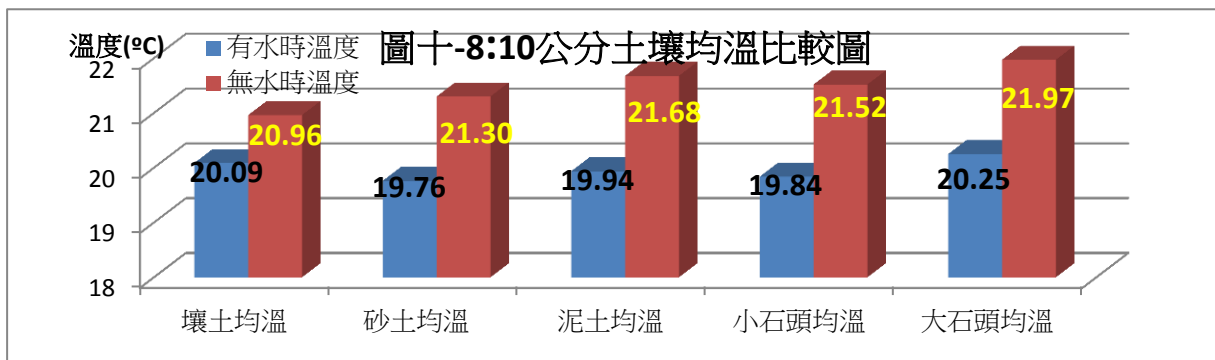
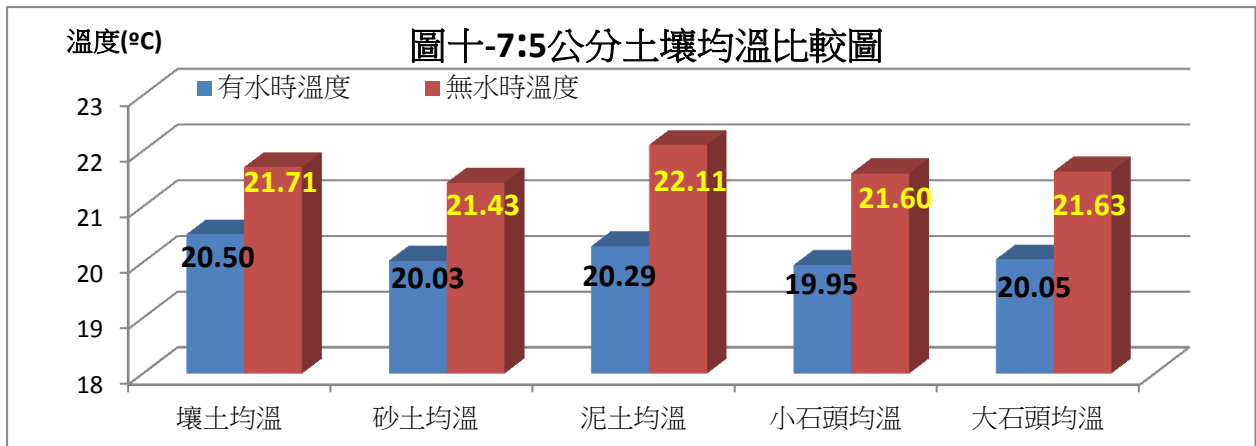


溫度(°C) 圖13-5:有水時大石頭在不同深度溫度變化圖



圖十-6:有水時，相同土壤在不同深度時溫差的比較





## 【結果與討論】

1. 我們發現，加水後的溫度變化與沒加水的溫度變化並無太大差異，皆是上層溫度較下層高溫。
2. 加水後，仍然可以發現下層溫度變化延遲的現象。
3. 加水後五種土壤溫度在不同的深度下的溫差變小(圖十-6)，因此這個實驗證實了水不只能減少五種土之間的溫差，也能減少各種深度之間的溫差。
4. 我們比較加水和沒加水不同土壤在不同深度溫度的變化溫度(圖十-7~9)，從圖表中看來，不管是哪一種土，深度 5~15 公分，加水後的溫度都比沒加水的低溫，再次證明了水能降低土壤溫度。



## 柒、結論

- 一、屏東的一年內平均溫差最大的月份是 1 月、2 月和 12 月，平均溫差都是 11 度，而這種溫差的變化在 10 年內，105 年的溫差最大，有 18.9 度，106 年最低，但也有 10.5 度，然後到 109 年的 14 度，顯示近幾年的溫差有增加的趨勢。
- 二、四個樣區溫度上升的情況：有水沒草皮 > 沒水沒草皮 > 沒水有草皮 > 有水有草皮
- 三、澆水沒草皮的溫度幾乎比較高，因屏東太陽大，沒有草皮時土壤直接曝曬太陽，灑水之後土的空隙中充滿了水，水比空氣容易傳導熱量，再加上沒有植被吸收水分，直到傍晚，溫度仍然很高，大都比最高氣溫還高，最高溫出現在中午。因此有水沒草的土壤溫度會比沒水沒草的高。
- 四、有草皮因為有物理性的遮蔽及比熱較大，所以溫度上升較慢，如果草皮澆水，又多一項蒸散作用協助散熱，所以溫度上升最慢。
- 五、我們發現比起水，有無植被才是影響土壤溫度的主因，有植被的土壤比無植被的土壤溫度低上許多，原因大概有兩個：一、草皮擋著，陽光不容易照射到土壤，也不容易穿透到下層，二、當外界溫度高時，植物在土中吸收水分進行蒸散作用，排出熱量，降低土壤及植物本身的溫度。
- 六、不管有沒澆水，沒草皮的溫度幾乎比較高，溫差也大。溫差最高出現在中午，有水的有 10.45 度之多，可能因水導熱快，所以有水的溫度上升最快；沒水的溫差比較小，有 2.95 度。
- 七、發現不管是哪一種類型的樣區，早上的溫度都是最低的，中午和傍晚其實溫度差異不大。
- 八、沒有陽光照射的時間，土壤溫度不會有太大的差異，但是有陽光照射的時候，就有差異了，土壤的平均溫度，5 公分深是泥土最高溫，10 和 15 公分都是大石頭最高溫，壤土最低溫。
- 九、加水後的溫度變化與沒加水的溫度變化並無太大差異，皆是上層溫度較下層高溫。泥土在 5 公分時溫差特別大，10~15 公分大石頭都是溫差最大的。
- 十、深度越深時，土壤的溫差會減少，只有小石頭在不同深度，溫差幾乎沒改變。
- 十一、我們推測土質越緊密的土壤越不容易散失熱量，也比較不容易讓陽光穿透，造成上層比下層高溫的狀態，而土質越疏鬆的土壤熱量散失則較快，但陽光較容易穿透到底層，造成下層比上層高溫的狀態。
- 十二、這五種土質在乾燥時和潮濕時都有發現溫度變化延遲的現象，尤其在溫度高的後三天特別明顯，大石頭因為溫差大，溫度變化延遲的現象就更明顯了。
- 十三、我們發現土壤的平均溫度幾乎都是越到下層越低溫，(壤土最明顯)，根據這個結果，我們推斷土壤下層較低溫是因為陽光的穿透力不足，無法把熱量全部傳送到下層，所以才導致土壤上層較下層高溫的狀態，尤其是顆粒小的沙土、壤土、泥土，在後面三天平均溫度較高時，上下層溫差特別明顯。

十四、下層較上層高溫的情況常發生在土壤空隙較大的土質中，我們推斷是因為熱量被土壤吸收之後無法發散出去，而上層的熱量已經因為天氣轉涼而發散出去，所以才導致土壤下層較上層低溫的情況，例如大石頭甚至是小石頭，陽光直射底部後熱量殘留在底部，造成下層溫度較上層高的情形。

十五、三種深度的不同土壤，加水後溫差都沒有很大。加水前土壤溫度的差異大概在15~30°C之間，加水後溫度的差異在15~25°C之間，加水後的土壤溫度差異較不明顯，代表加水後可以有效控制土壤溫度的落差。

十六、加水後五種土壤溫度在不同的深度下的溫差變小，水不~~只~~可以減少五種土之間的溫差，也能減少各種深度之間的溫差，還能降低土壤溫度。

## 捌、參考資料

(一)蔡雲鵬、劉盛興。漫談土壤溫度—台灣香蕉研究所。取自

<http://www.banana.org.tw/upload/%E6%BC%AB%E8%AB%87%E5%9C%9F%E5%A3%A4%E6%BA%AB%E5%BA%A6.pdf>

(二)土壤溫度—教育百科。取自

<https://pedia.cloud.edu.tw/Entry/Detail/?title=%E5%9C%9F%E5%A3%A4%E6%BA%AB%E5%BA%A6>

(三)台灣氣象局 觀測資料查詢。取自

<https://e-service.cwb.gov.tw/HistoryDataQuery/index.jsp>

(四)科展群傑廳 陳昱潔、張凝真、郭書嫻—移動”塵寶”~PM2.5影響因子初探—以鄰近屏東縣測站為例。取自

<https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=67&a=6821&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=1&sid=15815>