

中華民國 第 49 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國中組 地球科學科

最佳(鄉土)教材獎

030504

「雨」出驚人-水資源的研究

學校名稱：新竹縣立竹北國民中學

作者： 國二 鄭力誠 國二 葉哲維 國二 劉德礎 國二 李旻峻	指導老師： 許忠信
---	------------------

關鍵詞：坡度、水流失、水蒸發

「雨」出驚人—水資源的研究

摘要：

爲什麼台灣的年降雨量遠遠高於世界降雨的平均，台灣卻還是排列在缺水國家的行列中，究竟問題出在什麼地方呢？本實驗主要便是在探究山坡坡度與降水量、泥沙淤積間的關係，以及在不同溫度及溼度的環境下，水分的蒸發情形。我們發現坡度 15 度時，土壤含水量最多。其原因可能是坡度較厚、流失的水量少所致。而在蒸發的實驗中，溫度愈高、溼度越低時的蒸發速率愈大。此外我們查詢了許多關於台灣水資源的資料，並將研究結果套入資料中換算。石門水庫每年蒸發掉將近 1331 萬立方公尺的水量，而台灣每年蒸發掉將近 283.5 立方公里的水量。

壹、研究動機：

上課時聽到老師說台灣常有颱風、梅雨等大量降水機會，年降雨量高達 2500 釐米，是世界的 2.5 倍，有時還會發生水災。於是我們想，既然台灣擁有如此龐大的雨量爲什麼仍然會發生乾旱呢？爲什麼台灣的年降雨量遠遠高於世界降雨的平均，卻還是見到台灣排列在缺水國家的行列中，究竟問題出在什麼地方？這就是使我們要研究這個主題的原因。

貳、研究目的：

- 一、研究降水時，山坡坡度與水流失間的關係。
- 二、研究降水時，山坡坡度與泥沙流失間的關係。
- 三、研究水在土壤中蒸發速率。
 - (一) 研究在各種溫度下土壤中水的蒸發速率
 - (二) 探究台灣在各季節土壤中水的蒸發速率。
 - (三) 研究在各種溫度下含植物的土壤中水的蒸發速率。
- 四、研究水的蒸發速率。
 - (一) 研究在不同濕度下水的蒸發速率(陰乾)。
 - (二) 研究在不同溫度下水的蒸發速率(曬乾)。
 - (三) 探討石門水庫的現況。
 - (四) 探究石門水庫在各季節水的蒸發速率。

參、研究設備及器材：

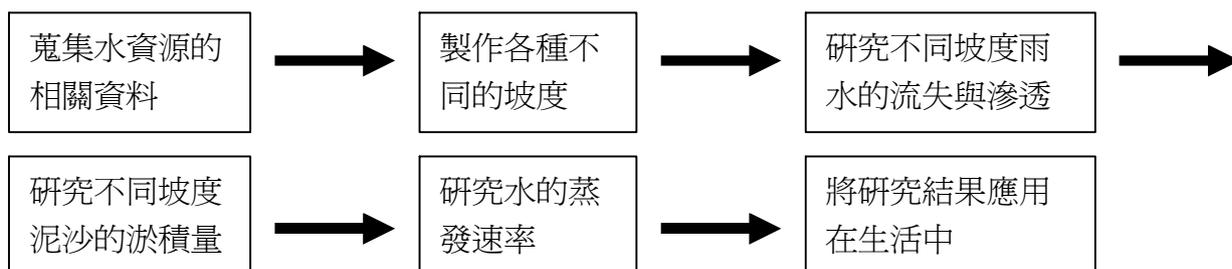
器材	數量	器材	數量
乾燥泥土	適量	紙箱	1 個
電子秤	1 臺	延長線	1 條
量筒	5 個	鐵釘	2 根
水管栓	2 個	鐵絲	2 段
直尺	30 公分	細麥克筆	1 支

 <p>花盆 1 個</p>	 <p>山坡模型 1 組</p>	 <p>吹風機 1 支</p>
 <p>冷凝膠 1 支</p>	 <p>RO 逆滲透管 1 卷</p>	 <p>尖嘴鉗 1 支</p>
 <p>熱熔鐵 1 支</p>	 <p>塑膠膠布 1 卷</p>	 <p>寶特瓶 10 個</p>
 <p>燒杯 10 個</p>	 <p>漏斗 2 個</p>	 <p>細棉布 4 張</p>
 <p>剪刀 1 支</p>	 <p>水桶 1 個</p>	 <p>鏟子 1 把</p>
 <p>鐵盒 1 個</p>	 <p>溫度計 1 支</p>	 <p>燈泡 1 個</p>

		
燈座 1 個	調節器 1 組	蒸發實驗器 1 組
		
水流失實驗過程	水流失實驗過程	水流失成果
		
水流失實驗過程	水流失土壤採集	水流失成果

肆、研究方法：

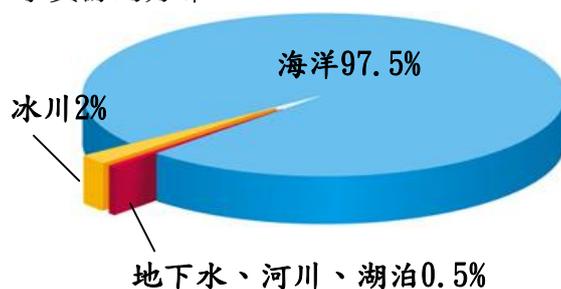
一、 實驗簡易流程：



二、 相關資訊：

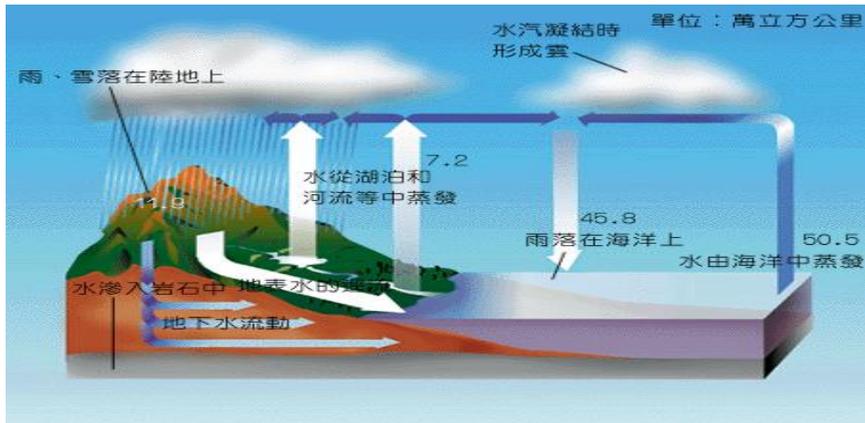
(一) 水資源的相關資料

1. 水資源的分布：



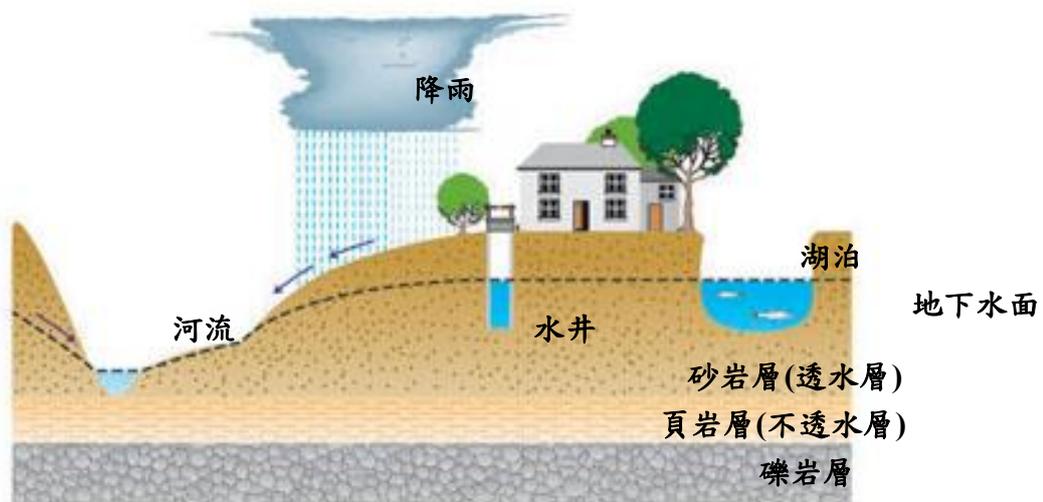
(圖一) 世界水資源的分布比例圖

2. 水循環：



(圖二) 水循環示意圖

3. 水的流向與地質



(圖三)水的流向與地質

伍、研究過程

一、研究降水時，坡度與水流失間的關係

(一)器材製作:

1. 降雨器製作：

目的：模擬降雨。

- (1) 剪下 100 公分的 RO 逆滲透管，將其一端開口套在透明水壺底部開關出水處，再以矽膠將其固定。
- (2) 在 RO 逆滲透管的另一端套上連接另一段水管的水管栓。
- (3) 再用鐵絲將水管栓固定在長型盆栽上，並在固定處的對面，也利用鐵絲固定一個水管栓。
- (4) 固定後，再利用矽膠將水管栓的縫隙補滿，以避免實驗時漏水。



(圖四)降水器材完成品

2. 降雨管製作：

目的：控制降水量。

- (1) 剪下一段二十公分長的 RO 逆滲透管。
- (2) 在水管上畫上直線。
- (3) 再利用鐵釘在水管上沿著直線打 20 個洞。
- (4) 測試降水速率。



(圖五)降水管完成品



(圖六)測試降水管降水速率

3. 山坡模型製作：

目的：建立分水區(地下水和流失水)。

- (1) 將長型盆栽中間部分的出水孔封起，只留下前後兩個出水孔。
- (2) 在盆栽底部長度三分之一處用矽膠固定一塊分隔木板，使盆栽分為兩個集水區(A、B)，大的集水區為地下水，小的集水區為流失水。



(圖七)分水嶺的製作圖

4. 山坡角度製作：

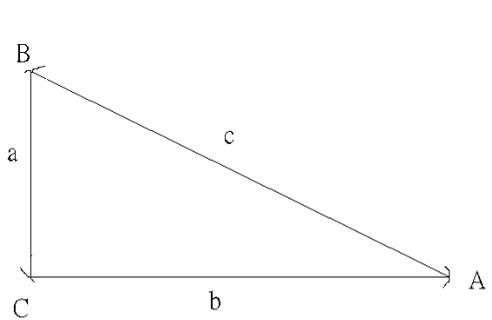
目的：製作山坡斜率角度刻度。

- (1) 在降水地方（模型前端）的盆壁上用麥克筆與直尺標記單位為 1 公分的 15 公分刻度。
- (2) 在隔 20 公分（模型中央）的盆栽壁上標記單位同樣為 1 公分的 10 公分刻度。
- (3) 在隔 40 公分（模型後端）的盆栽壁上標記單位為 1 公分的 5 公分刻度，以方便計算土的坡度、高度。



(圖八)山坡角度刻度

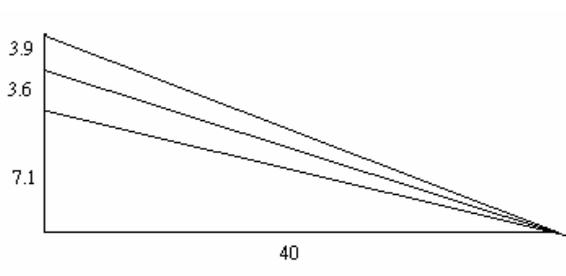
- (4) 經三角函數算出 $\tan 10^\circ = 0.176$ ； $a = b \times \tan \theta$ ；其中 θ 為坡角，如圖中的角 A，本研究模擬山坡的底部長度 $b = 40\text{cm}$ 。當坡角為 10° 時，山高為 7.1cm ；當坡角為 15° 時，山高為 10.7cm ；當坡角為 20° 時，山高為 14.6cm 。



5. 設定坡度角：

目的：設定實驗坡度度數(10 度、15 度、20 度)

- (1) 在線段上畫出的三個角符合本實驗所需的角(10 度、15 度、20 度)。
- (2) 將三個角一邊延長成 40 公分，在末端畫垂直線交於另一邊。
- (3) 算出實驗角度厚度。



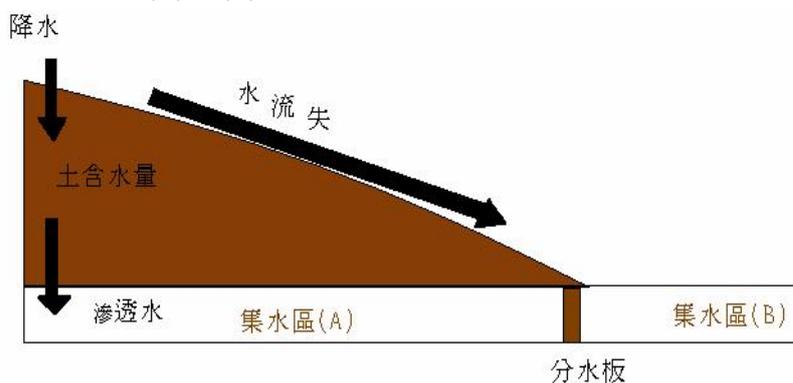
(圖九)坡度角度側面圖



(圖十)坡度角度俯瞰圖

(二) 實驗步驟：

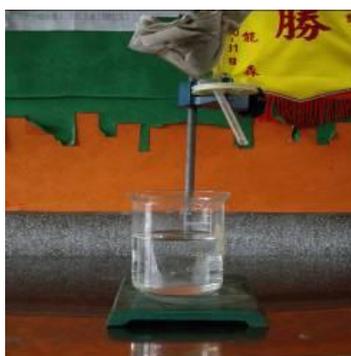
1. 將降水器放在比山坡模型高 100 cm 處，且固定高度，以固定水壓。
2. 將降水器裝 5000C.C.的水。
3. 測量土壤的密度。
4. 將土壤放置山坡模型中，並且以 10 度、15 度、20 度堆積，斜坡必須超過分隔木板 5 cm，使流失水不會與地下水混在一起。
5. 打開降水開關，開始降雨。並在山坡模型的兩個分水區集水。
6. 待降雨結束後，分別測量集水區(A)的水量（地下水），以及集水區(B)的水量與土的質量(流失土、流失水)。
7. 重複實驗其餘的坡度，並實驗三次，取平均值。
8. 用棉布將實驗所得的水與泥砂分開。
9. 分別測量集水區(A)、(B)過濾水的重量。



(圖十一)實驗過程圖

二、研究降水時，坡度與泥沙流失間的關係

1. 將集水區(B)所收集到的水過濾，濾出泥沙。
2. 將濾出的泥沙曬乾。
3. 將曬乾後的土壤秤重(為流失的土量)。



(圖十二)將集水區(B)的水過濾



(圖十三)過濾出來的泥土曬乾後

三、研究降水時，水在土壤中蒸發速率

(一) 研究在各種溫度下土壤中水的蒸發速率：

1. 器材製作：

- (1) 取一個紙箱。
- (2) 在紙箱旁邊開一個的洞，方便放、取鐵盒。
- (3) 在紙箱上面固定一支溫度計，以測量箱中溫度。
- (4) 將燈泡接上燈座。
- (5) 將電燈組連上調光器。
- (6) 將燈泡由紙箱上方放入紙箱中。
- (7) 將鐵盒從開好的缺口放入紙箱中。



(圖十四)控制溫度的蒸發實驗器

2. 實驗步驟：

- (1) 取 2000g 的土壤加入 1000g 的水。
- (2) 將紙箱密閉，只留中間一個小孔將燈泡放入。
- (3) 在紙箱尖角處放入溫度計固定，且將刻度攝氏 20 度以上露出方便觀察。
- (4) 隔 4 小時後記錄土壤重量。
- (5) 將原本的土壤重減去實驗後的重量，算出水蒸發的體積。

(二) 探究台灣在各季節土壤中水的蒸發速率：

1. 查詢近年來的季溫。
2. 利用實驗三與台灣面積，推算出台灣每年所蒸發的水量。
3. 算法：各季每天損失量 \times 90(天) \div 平方公尺 \times 台灣面積(3 萬 6 千平方公里)=各季蒸發量，將各季蒸發量相加=年蒸發量。

(三) 研究在各溫度下覆蓋植被的土壤中的水的蒸發速率：

1. 取草皮和土壤共重 2000g 加入 1000g 水。
2. 密閉紙箱，只留一個小孔將燈泡放入。
3. 在紙箱尖角處放入溫度計並固定，且將攝氏 20 度以上的刻度露出方便觀察。
4. 隔 4 小時後再記錄土壤重量。
5. 將原本的土壤重減去實驗後的重量，算出水蒸發的重量。

(四) 數據精準化：

1. 查詢台灣各平原、台地、盆地面積以及 2008 年各地月均溫度和日照時數。
2. 推算 2008 南北部各季季溫、日照時數。
3. 套用實驗結果，算出 2008 年台灣蒸發量。
4. 算法：
 - (1) 南部平原、盆地和台地的面積總合×南部各季節的日照時數×各溫度裸土的水蒸發速率
 - (2) 北部平原、盆地和台地的面積總合×北部各季節的日照時數×各溫度裸土的水蒸發速率
 - (3) 南部山地與丘陵面積總合×南部各季節日照時數×各溫度有植物覆蓋的水蒸發
 - (4) 北部山地與丘陵面積總合×北部各季節日照時數×各溫度有植物覆蓋的水蒸發

四、研究水的蒸發速率

(一) 研究各種濕度下水的蒸發速率(陰乾)：

1. 取適量自來水倒入鐵盒中用尺記錄原本的高度。
2. 傍晚的時候將鐵盒放在到的通風處。
3. 隔 12 小時後記錄。
4. 將鐵盒內水面面積乘上水下降的高度，算出蒸發的體積。

(二) 研究在各種溫度下水的蒸發速率(曬乾)：

1. 取適量的自來水倒入鐵盒中用尺記錄原本的高度。
2. 將鐵盒放入紙箱中。
3. 將紙箱密閉，只留中間一個小孔，可將燈泡放入。
4. 在紙箱尖角處放入溫度計並固定，且將攝氏 20 度以上的刻度露出，方便觀察。
5. 隔 4 小時後記錄。
6. 將鐵盒內水面面積乘上水下降的高度，算出蒸發的體積。

(三) 探討石門水庫現況：

1. 查詢石門水庫現況，並整理。

(四) 探究石門水庫在各季節水的蒸發速率：

1. 查詢近年的季溫。
2. 利用實驗四與資料，推算水庫每年所蒸發的水量。
3. 算法：各季每天損失量×90(天)÷平方公尺×水庫面積(8 平方公里)=各季蒸發量，將各季蒸發量相加=年蒸發量。

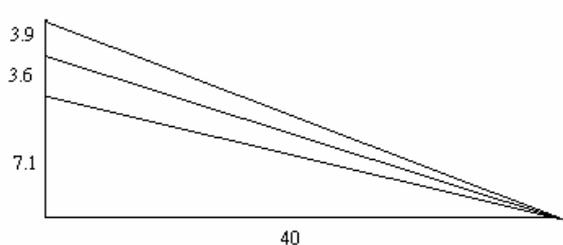
陸、研究結果：

一、研究降水時，山坡坡度與水流失間的關係

流水量：3000c.c

流水速率：600c.c/min

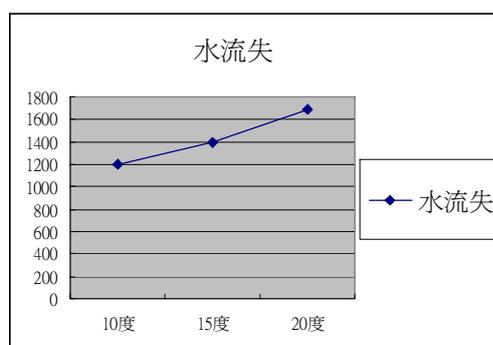
土壤密度：1.06g/cm³



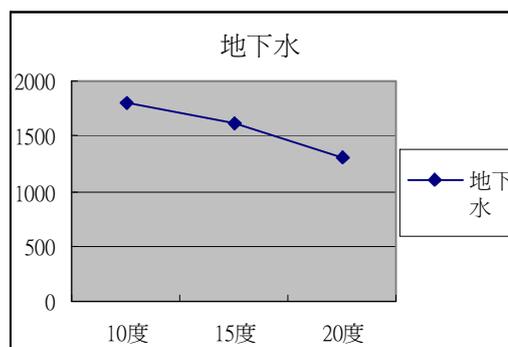
(圖十四) 各坡度的厚度

坡度 結果	10 度	15 度	20 度
水流失	1204 g	1398g	1694g
水滲透	1472 g	72g	61g
土含水量	324 g	1530g	1245g
地下水	1796 g	1602g	1306 g

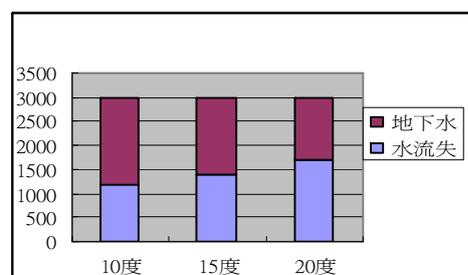
(表一) 坡度為 10 度、15 度、20 度與水的流向



(圖十五) 坡度與水流失



(圖十六) 坡度與水保存



(圖十七) 水流失與水保存的比例

坡度 結果	10 度	15 度	20 度
水流失	40%	47%	56%
地下水	60%	53%	44%

(表二) 水流失與水保存的比例

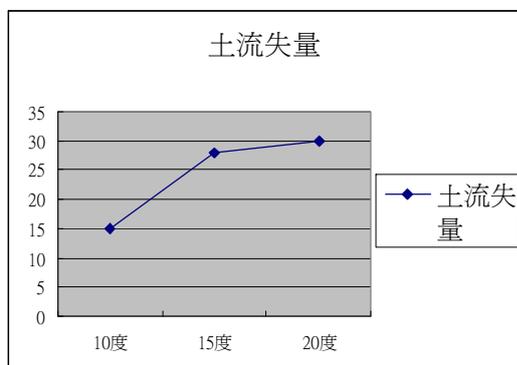
結果：

由上述結果可知，當山坡坡度越陡，土壤能保存下來的水愈少，流失掉的水愈多。

二、研究降水時，山坡坡度與泥沙流失間的關係

結果 \ 坡度	10 度	15 度	20 度
土流失量	15 g	28g	30g

(表三) 坡度為 10 度、15 度、20 度時，泥沙的流失量。



(圖十八) 土壤流失量

結果：

- 由(圖十八)可知，坡度為 10 度時，土壤流失最少；坡度為 20 度時，土壤流失最多。即當坡度愈陡，土壤流失的量愈大。

三、研究降水時，土壤中的水蒸發速率

(一) 研究在不同溫度下土壤中水的蒸發速率：

時間：4 小時

溼度：75%~85%

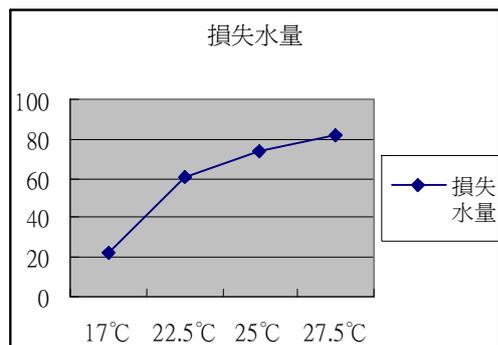
蒸發器長度：33 cm

蒸發器寬度：25 cm

蒸發器面積：825 cm² 單位：g(公克)

結果 \ 溫度	17°C	22.5°C	25°C	27.5°C
面積 825 cm ² 蒸發水量	22	61	74	82
每平方公分蒸發水量	0.027	0.073	0.09	0.099

(表四)溫度為 17°C、22.5°C、25°C、27°C 時土壤中水的蒸發情形。



(圖十九) 潮濕的土壤在不同溫度下的蒸發情形

結果：

1. 由(圖十九)知，將潮濕的土壤放置在 17°C、22.5°C、25°C、27°C 的環境下蒸發，發現溫度愈高，水的蒸發速率愈大。

(二) 探究台灣在各季節土壤中水的蒸發速率：

1. 最近五年的各季的平均溫度

年份 \ 季節	春	夏	秋	冬
2004	23.2°C	28.3°C	23.8°C	17.5°C
2005	22.6°C	28.3°C	25.2°C	16.6°C
2006	23.4°C	28.2°C	25.1°C	18.1°C
2007	23.5°C	28.8°C	24.3°C	18.6°C
2008	23.2°C	28.2°C	25.2°C	16.7°C

(表五)此表是最近五年的各季的平均溫度

2. 由(表四)(圖十九)可推算出台灣在各季節每天一平方公尺的土壤中水的蒸發量

時間：一天(24時)

截面積：一平方公尺

溫度 \ 結果	17°C (冬)	22.5°C (春)	25°C (秋)	27.5°C (夏)
蒸發水量	1600 cc	4436 cc	5381 cc	5963 cc

(表六)一天一平方公尺土壤所蒸發的水量

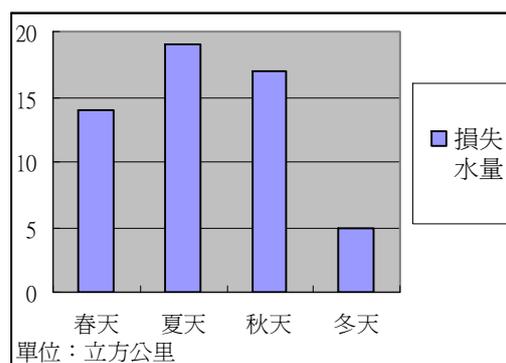
結果：

由(表六)(表五)結果延伸到台灣土地中水蒸發(台灣面積約為3萬6千平方公里)

季節 \ 結果	春天	夏天	秋天	冬天	整年
蒸發水量	14	19	17	5	55

(表七)台灣各季土壤所蒸發的水量(立方公里)

算法：各季每天損失量×90(天)÷平方公尺×台灣面積(3萬6千平方公里)=各季蒸發量，將各季蒸發量相加=年蒸發量。



(圖二十)台灣土壤中的水蒸發量

(三) 研究在各種溫度下植物土壤水中的蒸發速率：

時間：4 小時

溼度：75%~85%

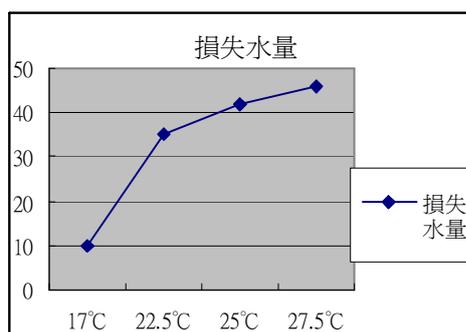
鐵盒長度：33 cm 鐵盒寬度：25 cm 鐵盒截面積：825 cm²

溫度	17°C	22.5°C	25°C	27.5°C
結果				
實驗結果損失水量	10 g	35 g	42 g	46 g
每平方公分損失水量	0.012 g	0.042 g	0.05 g	0.055 g

(表八)溫度為 17°C、22.5°C、25°C、27°C 時含植物的土壤中水的蒸發情形。

結果：

1. 由(表八)知，將潮濕的土壤放置在不同的環境下蒸發，發現溫度愈高，水的蒸發速率愈大。



(圖二十一) 潮濕的土壤在不同溫度下的蒸發情形

時間：一小時

截面積：一平方公里

溫度	17°C (冬)	22.5°C (春)	25°C (秋)	27.5°C (夏)
蒸發水量				
土壤中	6.27 kg	18.25 kg	22.5 kg	24.75 kg
植物覆蓋的土壤中	3 kg	10.5 kg	12.5 kg	13.75 kg

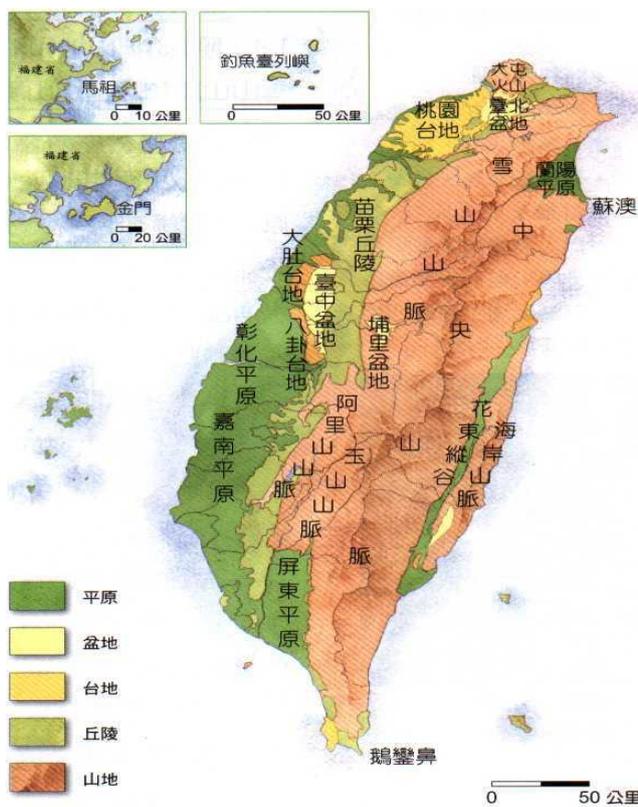
(表九)一平方公里土壤每小時所蒸發的水量

結果：

1. 土壤表面含有植物時，蒸發的速率、蒸發量比沒有植物時小。

(四) 數據精準化：

台灣約 95%的城市集中在平原、盆地和台地，所以我們把平原、盆地和台地用裸土的水蒸發計算，而山地與丘陵則用有植物覆蓋的水蒸發；但又因為氣候的關係，我們從濁水溪把台灣分為南北部份。



北部	
宜蘭平原面積	約 320 平方公里
台北盆地面積	約 240 平方公里
桃園台地面積	約 1200 平方公里
台中盆地面積	約 400 平方公里
埔里盆地面積	約 42 平方公里

南部	
嘉南平原面積	約 4450 平方公里
屏東平原面積	約 1160 平方公里
花東縱谷平面積	約 700 平方公里

(圖二十二)台灣地形示意圖

		總面積	佔各區面積比例
北 部	平原、盆地和台地	2202 km ²	12%
	山地與丘陵	15798 km ²	88%
南 部	平原、盆地和台地	6310 km ²	36%
	山地與丘陵	11690 km ²	64%

地區	春天	夏天	秋天	冬天
北部	22.4°C	27.8°C	24.6°C	17°C
南部	23.2°C	28.2°C	25°C	18.2°C

2008 年南、北部季溫(單位°C)

地區	春天	夏天	秋天	冬天
北部	120	216	132	70
南部	166	203	174	135

2008 年南、北部平均日照時數(單位小時)

地區	地形	平原、盆地和台地 (裸土的水蒸發計算)	山地、丘陵 (有植物覆蓋的水蒸發)
	季節		
北部	春天	4.8 km ²	19.9 km ²
	夏天	11.8 km ²	46.9 km ²
	秋天	6.5 km ²	26.1 km ²
	冬天	1 km ²	3.3 km ²
總合		24.1 km ²	96.2 km ²
南部	春天	19.1 km ²	20.4 km ²
	夏天	31.0 km ²	32.6 km ²
	秋天	24.7 km ²	25.4 km ²
	冬天	5.3 km ²	4.7 km ²
總合		80.1 km ²	83.1 km ²
全台蒸發總合		283.5 km ²	

結果： 1.由日照時間和溫度推算出台灣年蒸發量為 283.5 立方公里。

四、研究水的蒸發速率

(一) 研究在不同濕度下水的蒸發速率(陰乾)

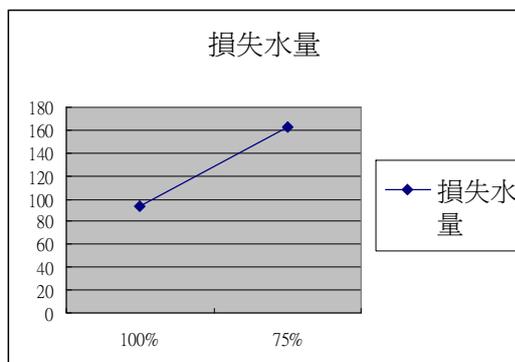
時間：12 小時

溫度：16°C

長度：34.5 cm 寬度：27 cm 表面積：931.5 cm²

結果 \ 相對溼度	100%	75%
面積 931.5 cm ² 蒸發水量	93.15 cc	163 cc
每平方公分蒸發水量	0.1 cc	0.17 cc

(表十) 100%、75%溼度的蒸發情形



(圖二十三) 水在不同溼度的蒸發情形

結果：

1.將水放置在 16°C 的環境下的蒸發情形，濕度為 100% 時，蒸發量最少；濕度為 75% 時，蒸發量最多，即相對溼度愈低時，水的蒸發速率愈大。

(二) 研究在不同溫度下水的蒸發速率(日照)

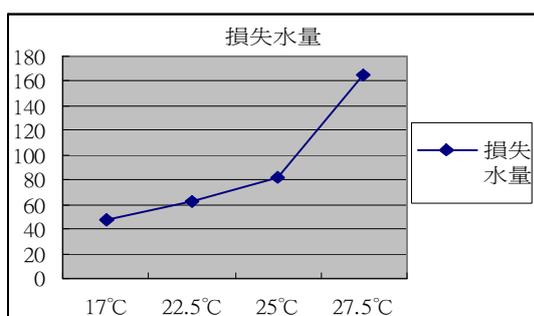
時間：4 小時

溼度：75%~85%

裝水容器長度：33 cm 寬度：25 cm 截面積：825 cm²

溫度	17°C	22.5°C	25°C	27.5°C
結果				
損失水量	47.58 cc	61.9 cc	82.5 cc	165 cc

(表十一)溫度為 17°C、22.5°C、25°C、27°C 時的蒸發情形。



(圖二十四) 水在不同溫度下的蒸發情形

結果：

1. 將水放置在不同的環境下蒸發，當溫度為 27°C 時，蒸發的量最大；當溫度為 17°C 時，蒸發的量最少，即溫度愈高，水的蒸發速率愈大。

(三) 探討石門水庫的現況：

1. 灌溉區：桃園、石門大圳

2. 灌溉區面積：36,500 公頃

3. 供水區域及供水量：

桃園、台北、新竹三縣 32 鄉鎮每日 80 萬立方公尺 (板新、大湳、石門、平鎮、龍潭淨水廠)

4. 水庫水量：

(1) 水庫面積：8 平方公里

(2) 集水區面積：763.4 平方公里

(3) 滿水位面積：8 平方公里

(4) 滿水位標高：245 公尺

(5) 總容量：3 億 912 萬立方公尺(53 年測) 2 億 5,178 萬立方公尺(86 年測)

(6) 有效容量：2 億 5,188 萬立方公尺(53 年測) 2 億 3,380 萬立方公尺(86 年測)

(四) 探究石門水庫在各季節水的蒸發速率：

1. 近年來的各季季溫

年份 \ 季節	春	夏	秋	冬
2004	23.2°C	28.3°C	23.8°C	17.5°C
2005	22.6°C	28.3°C	25.2°C	16.6°C
2006	23.4°C	28.2°C	25.1°C	18.1°C
2007	23.5°C	28.8°C	24.3°C	18.6°C
2008	23.2°C	28.2°C	25.2°C	16.7°C

(表十二)此表是近年來的各季季溫

2. 由 (表九) (表八) 可推算出各季每天一平方公尺水的蒸發情形

時間：白天 (12 時)

截面積：一平方公尺

溫度 \ 結果	17°C (冬)	22.5°C (春)	25°C (秋)	27.5°C (夏)
蒸發水量	1730 cc	2250 cc	3000 cc	6000 cc

(表十三) 白天一平方公尺所蒸發的水量

時間：晚上 (12 時)

截面積：一平方公尺

相對溼度 \ 結果	100%	75%
蒸發水量	1000 cc	1730 cc

(表十四) 晚上一平方公尺所蒸發的水量

結果：

由(表十一) (表十二)結果，延伸到石門水庫水的蒸發 (石門水庫面積約為 8 平方公里)

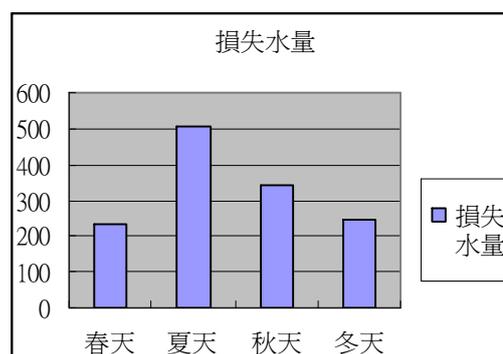
季節 \ 結果	春天	夏天	秋天	冬天	整年
蒸發水量	234 萬	504 萬	344 萬	249 萬	1331 萬

(表十五) 石門水庫各季所蒸發的水量(立方公尺)

算法：

各季每天損失量×90(天)÷平方公尺×水庫面積(8 平方公里)=各季蒸發量，將各季蒸發量相加=年蒸發量。

(圖二十五)石門水庫四季水的蒸發情形



柒、討論：

一、研究降水時，坡度與水流失間的關係

- 1.我們在此實驗中需要相當多的時間實驗並將結果整理與分析。除此之外也因天氣的影響，取得乾土並不容易。
- 2.實驗過程中，因實驗器材不夠精良與技術上的問題，使我們無法模擬角度過於傾斜的山坡，此方面可待器材與技術改良後再加以延伸。

二、研究降水時，坡度與泥沙流失間的關係

- 1.在此實驗中，水中所含的泥沙量相當大，剛開始使用濾紙過濾，過濾 1600ml 的溶液花了超過 4 小時，需要花費相當多的時間，若以蒸發的方式，則需消耗大量能源。後來我們選擇利用棉布來過濾泥。但因棉布的縫隙較大，過濾一次效果有限，所以我們利用多次的過濾，直到杯底無沉澱物為止。

三、研究降水時，水在土壤中蒸發速率

- 1.此實驗因為土壤中的水量無法直接測量，因此只能用土壤的最大含水量來測量，無法精準的對照現實狀況。
- 2.此實驗室在幾乎封閉的狀態下進行，相對濕度不好掌控，會影響實驗結果。
- 3.在控制溫度時，因為要恆定溫度，所以要花費很長的時間。
- 4.台灣有多種土質，但因實驗時間不足，無法測量多種類的土種，因此實驗與實際狀況尚有差異。
- 5.實驗中一開始將全台土地視為含水量相同的裸土，但所得與實際狀況差異過大，故需進行數據精準化。

四、研究水的蒸發速率

- 1.此實驗為了穩定溫度，我們在有開小洞的箱子中進行。但因水氣不易流失，濕度控制困難，所以蒸發的速率可能因此而有所影響。
- 2.實驗原本要加入風的因素，但因風會影響其他的實驗因素，只好刪除此實驗。
- 3.溼度的變因太多，不易控制，故只能分晴天與雨天兩種天氣做模擬。
- 4.水的取得都是自來水，沒有河川或水庫的水，無法了解含有微生物的水的蒸發。

五、延伸討論台灣各地的山坡開發與否以及水土保持問題：

(一)綜合研究一與研究二後，得知適合開發坡度為 10 度（含）以下。

10 度的山坡地，土含水少種植需大量灌溉，水流失、土流失少可開發成城市或建築。
以下為適合開發的山坡地：



(二) 綜合研究一與研究二後，得知坡度為 15 度左右的山坡依舊尚可開發。

15 度的山坡地，土含水多種植不需大量灌溉，水流失、土流失多種植深根植物有利於水土保持。

以下為尚可開發的山坡地：



(三) 綜合研究一與研究二後，可得知坡度為 20 度（含）以上的山坡不宜開發。

20 度山坡地，水和土壤流失容易流失，故不宜開發，應種植樹林加強水土保持。

以下為不宜開發的山坡地：

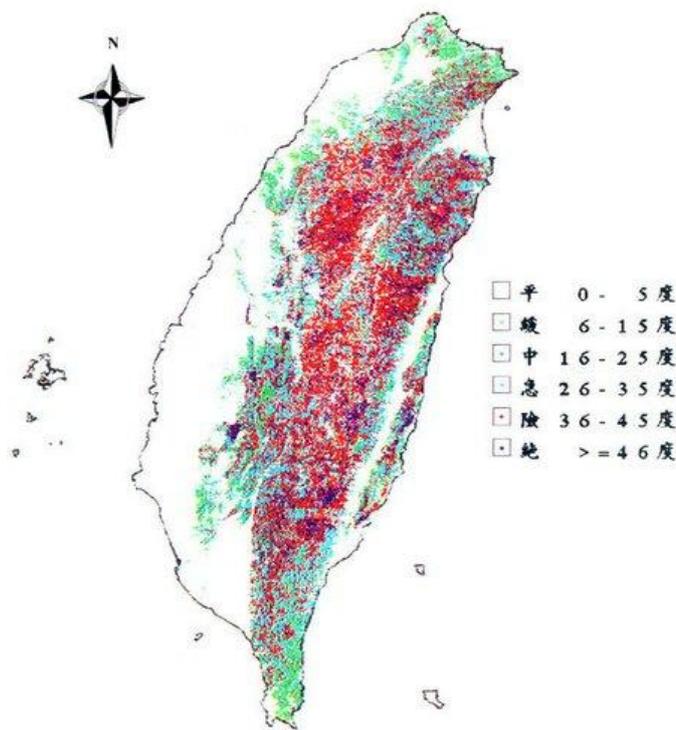




(四) 台灣水資源短少的原因有以下幾項：

- 1 自然因素：山脈高、地形陡。
- 2 人爲因素：水庫有效容減少、優養化、水土保持不佳。

(五) 春天雖然溫度高於冬天，但是冬天較為乾燥，故雖然冬天溫度比春天低，但是冬天濕度較低，所以冬天蒸發的量才會高於春天。



(圖四十)台灣山坡坡度示意圖

捌、結論：

一、研究降水時，坡度與水流失間的關係

- 1 由研究二可以發現，坡度愈大，流失的水就愈多。
- 2 當坡度為 10 度時，所滲透到地底的水量是三種坡度中最多的。其餘坡度接只能儲存 200 毫升以下的地下水。

二、研究降水時，坡度與泥沙流失間的關係

- 1 我們可以看出當坡度愈緩時，水的流速也愈緩，侵蝕能力也變差，所以水中所挾帶的泥砂量相對較少；反之，當坡度增加時，水中所挾帶的泥砂量便增加。
- 2 愈是陡峭的山坡，其水土保持便愈加重要。
- 3 若要有健全的水利，需從限制陡峭山坡的開發開始。

三、研究降水時，水在土壤中蒸發速率

- 1.溫度越高水蒸發的速率大。
- 2.由(表四)和(圖二十)可知當溫度為 27°C 時蒸發的水量最多。
- 3.由實驗三延伸可知台灣夏天溫度最高，因此蒸發的速率最快；冬天的氣溫最低，蒸發的水量在四季中最少。
- 4.由(表四)和(表五)可知當土壤表面含有植物時，蒸發的速率比沒有植物時小；蒸發量比沒有植物時少。

四、研究水的蒸發速率

(一) 研究在各種溼度下水的蒸發速率(陰乾)：

- 1.將水放置在 16°C 的環境下的蒸發情形，濕度為 100% 時，蒸發量最少；濕度為 75% 時，蒸發量最多。
- 2.相對溼度越低，水蒸發的速率越大。

(二) 研究在各種溫度下水的蒸發速率(日照)：

- 1.由研究四可知，溫度愈高，蒸發速率最快
- 2.由研究四延伸可知，石門水庫的蒸發量如下：

季節	春天	夏天	秋天	冬天
蒸發量	234 萬公噸	504 萬噸	344 萬公噸	249 萬公噸

- 3.季節的溫度愈高、相對濕度愈低，水蒸發速率就愈快
- 4.蒸發量為春天最少，夏天最多。
- 5.石門水庫一年蒸發的水量高達 1331 萬公噸。

五、台灣各地的山坡開發的與否以及水土保持問題

據延伸討論五可知：

- (一) 10度會有60%的水保存下來，可以種植蔬果、穀麥等植物；而土流失量小，可以開發城市。
- (二) 15度會有53%的水保存下來，可以種茶樹、花卉等植物；而土流失量偏大，不宜大量開發。
- (三) 20度只會有44%的水保存下來，適合種植樹木等植物；而土流失量大，需保留樹林加強水土保持。

玖、參考文獻：

一、書籍

1. 民 91 年國立編譯館。自然與生活科技第三冊。地球上的水(65~71 頁)
2. 民 96 年康軒。自然與生活科技第五冊。地球上的水(105~110 頁)
3. 民 97 年 9 月號科學人雜誌。第 79 期(32~43 頁)

二、網頁

1. 石門水庫管理局:。 <http://wrm.hre.ntou.edu.tw/wrm/dss/ressm.htm>
2. 水利署。 <http://www.wra.gov.tw/ct.asp?xItem=19988&ctNode=4534>
3. 水利局。 <http://www.wrs.tpc.gov.tw/web/Home?command=display&page=flash>
4. 台灣環境資訊協會。 <http://e-info.org.tw/issue/water/2004/wa04091001.htm>
5. 中央氣象局。 <http://www.cwb.gov.tw/V6/index.htm>

【評語】 030504

優點：研究主題貼近鄉土特色。

缺點：由於影響因素複雜，不利實驗的再現。

建議改進事項：可減少研究項目，深入研究幾個主要影響因素。