

中華民國第 51 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 物理科

080112

水來土掩—毛細、入滲與黏滯度

學校名稱：新北市板橋區埔墘國民小學

作者：	指導老師：
小六 潘彥霖	吳佳蓁
小六 楊捷丞	林培如
小六 沈芷仔	
小六 梁郁伶	
小六 張 琳	
小六 董宛宜	

關鍵詞：毛細現象、入滲現象、土壤黏滯度

水來土掩—毛細、入滲與黏滯度

摘要

日常生活中，我們可以看到許多不同種類的土壤，土壤也與生活息息相關。因此我們利用簡單的器材，進行了砂子、陽明山土壤、泥火山土壤及黑壤的毛細現象、入滲現象和黏滯度實驗，比較四種土壤的特性，發現不管是黏度，或是最大靜摩擦力，數值最高的都是黑壤，其次是泥火山土壤、陽明山土壤，最後則是砂子。這樣的特性，讓我們瞭解平時要盡量避免踏入溼黏的泥土，以免腳陷入土裡造成困擾；練跳遠之前也必須將遇水後變硬的砂子挖鬆，以免危險。

壹、研究動機

暑假回鄉下時，跟著奶奶一起到田裡幫忙。一踏入田裡時發現腳很容易陷在土中，而且很難拔出來，也費了很大的力氣才把腳上的土清理乾淨。開學後和同學去操場玩，不小心踩到潮濕的砂坑，沒想到鞋子不但沒有陷在裡面，用水輕輕一沖便將鞋子上的砂子都沖乾淨了，讓我們不禁好奇為什麼不同的土壤會有這樣的差別。

剛好自然與生活科技領域上到關於生物與環境的內容，於是我們蒐集了四種不同環境的土壤，想了解這些土壤之間的差異，老師也相當鼓勵我們做土壤特性的探討，因此產生了這次的調查與研究。

貳、研究目的

- 一、了解不同的土壤間毛細現象的差異性。
- 二、了解不同的土壤間入滲現象的差異性。
- 三、了解不同的土壤間黏滯度的差異性。

參、研究設備及器材

- 一、土壤：
 - (一) 黑壤：彰化的稻田。
 - (二) 泥火山土壤：高雄燕巢。
 - (三) 陽明山土壤：從花市購買。
 - (四) 砂子：學校的砂坑。
- 二、塑膠箱、紗網、鐵鏈。

三、壓克力箱、壓克力盤、燒杯、水桶、滴水器。

四、鐵架、滑輪、棉線、砝碼、量筒、彈簧秤、寶特瓶、小車子、菜瓜布。

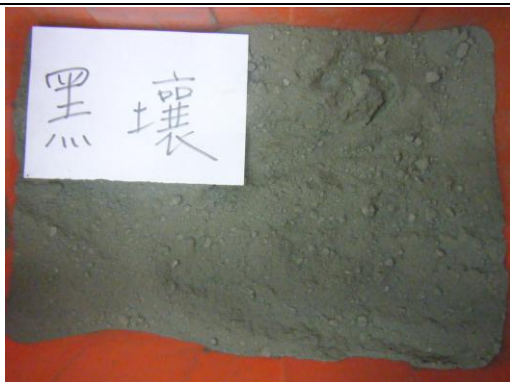


圖 1-1：黑壤

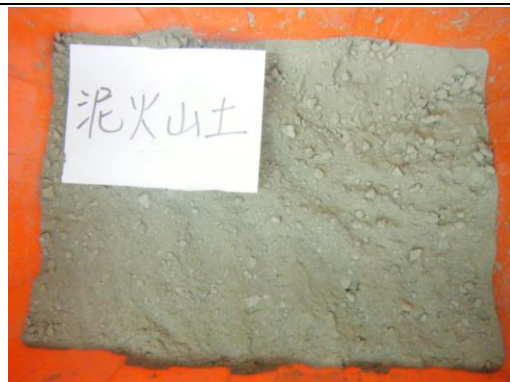


圖 1-2：泥火山土壤



圖 1-3：陽明山土壤



圖 1-4：砂子



圖 1-5：塑膠箱、紗網、鐵鎚

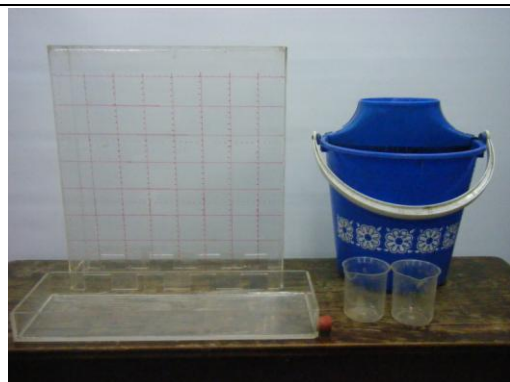


圖 1-6：壓克力箱、壓克力盤、燒杯、水桶



圖 1-7：滴水器

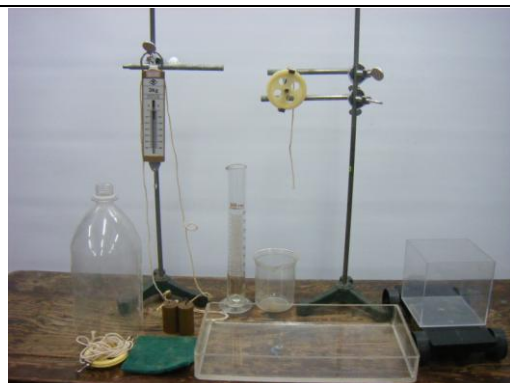


圖 1-8：鐵架、滑輪、棉線、砝碼、量筒、彈簧秤、寶特瓶、小車子、菜瓜布

肆、研究過程或方法

一、準備實驗材料：

- (一) 使用紗網將土壤中的雜質過濾，並利用鐵鎚將較大顆的土壤敲碎。
- (二) 將寶特瓶對半剪開後，利用圖釘在寶特瓶表面戳數個小洞。
- (三) 用紅筆在壓克力箱上以每隔 5 公分的間距畫出格線。
- (四) 把兩組滑輪固定在鐵架上。

二、研究過程或方法：

實驗一：土壤的毛細現象

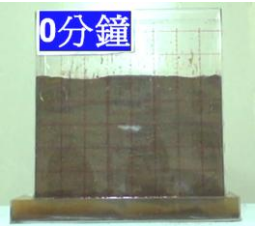
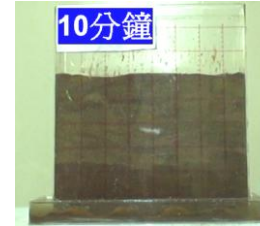
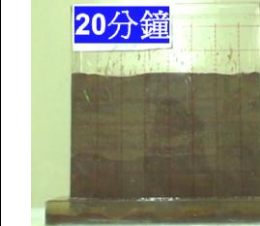
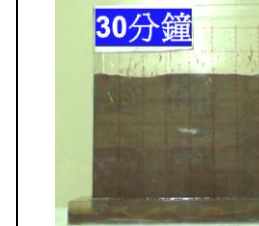
一、實驗方法：

- (一) 把壓克力箱放到壓克力盤上，並將四種實驗用土壤分別放至壓克力箱中，土壤高度為 30 公分。
- (二) 把水慢慢倒入壓克力盤，維持一定的水位高度。
- (三) 每 10 分鐘紀錄毛細現象高度，共紀錄 30 分鐘。

二、實驗結果紀錄如下：

(一) 陽明山土壤：

1. 實驗結果照片 (圖 2-1-1~圖 2-1-4)

			
圖 2-1-1 陽明山土壤 毛細現象 0 分鐘	圖 2-1-2 陽明山土壤 毛細現象 10 分鐘	圖 2-1-3 陽明山土壤 毛細現象 20 分鐘	圖 2-1-4 陽明山土壤 毛細現象 30 分鐘

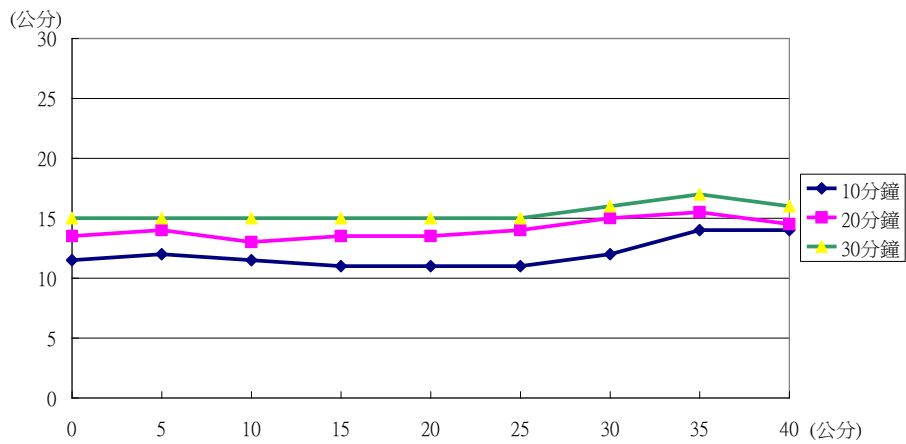
2. 實驗結果記錄表

高度 位置	時間	0 分	10 分	20 分	30 分
0 公分		0	11.5	13.5	15
5 公分		0	12	14	15
10 公分		0	11.5	13	15

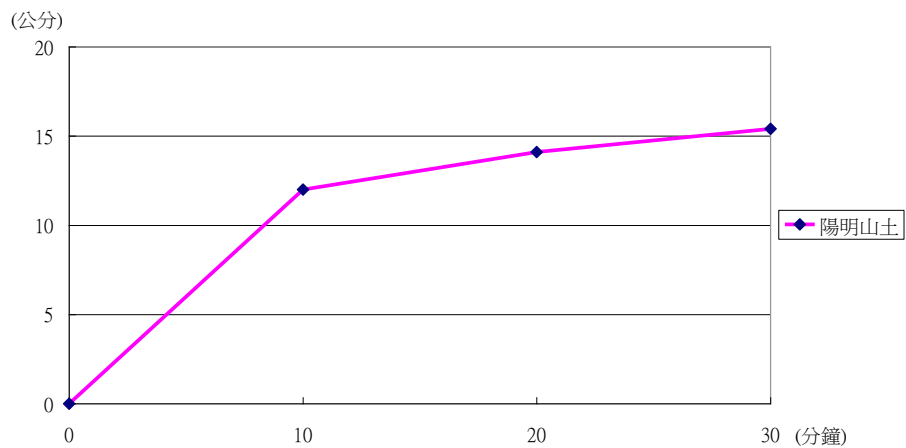
15 公分	0	11	13.5	15
20 公分	0	11	13.5	15
25 公分	0	11	14	15
30 公分	0	12	15	16
35 公分	0	14	15.5	17
40 公分	0	14	14.5	16
平均	0	12	14.1	15.4

3. 實驗結果變化圖

陽明山土壤毛細現象變化圖



陽明山土壤毛細現象每10分鐘平均值的變化圖

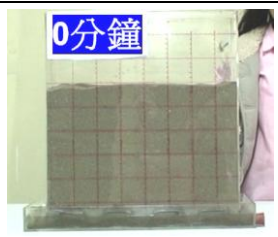
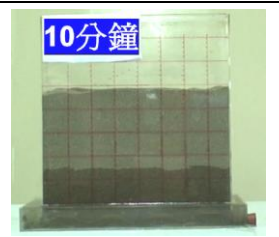
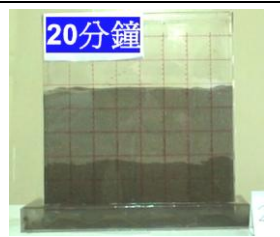
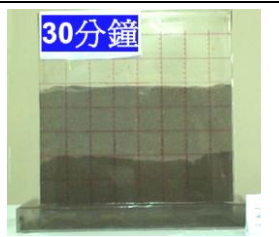


4. 實驗結果：

- (1) 從每 10 分鐘平均值變化圖中，我們可以知道陽明山土壤在毛細現象中，前 10 分鐘上升速度非常快，10 分鐘到 30 分鐘這段時間速度則漸漸變慢。
- (2) 由以上結果，我們推論毛細上升速度變慢的原因，可能是受到重力影響，讓水無法繼續像前 10 分鐘一樣快速上升。

(二) 砂子：

1. 實驗結果照片 (圖 2-2-1~圖 2-2-4)

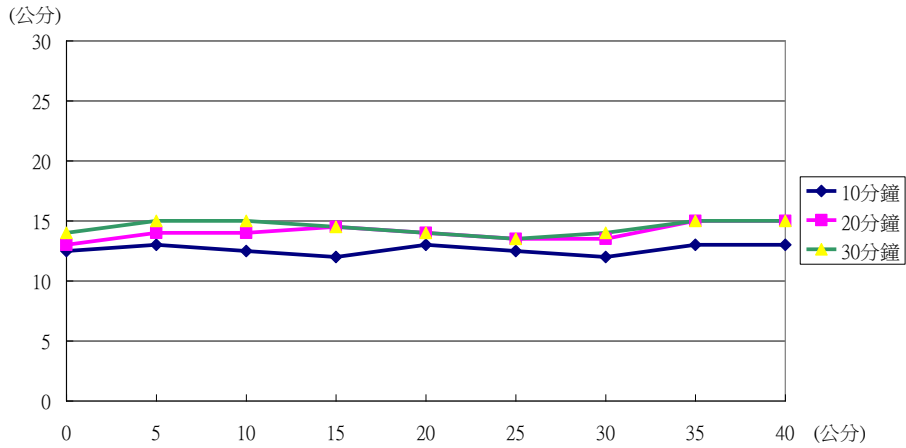
			
圖 2-2-1 砂子毛細現象 0 分鐘	圖 2-2-2 砂子毛細現象 10 分鐘	圖 2-2-3 砂子毛細現象 20 分鐘	圖 2-2-4 砂子毛細現象 30 分鐘

2. 實驗結果記錄表

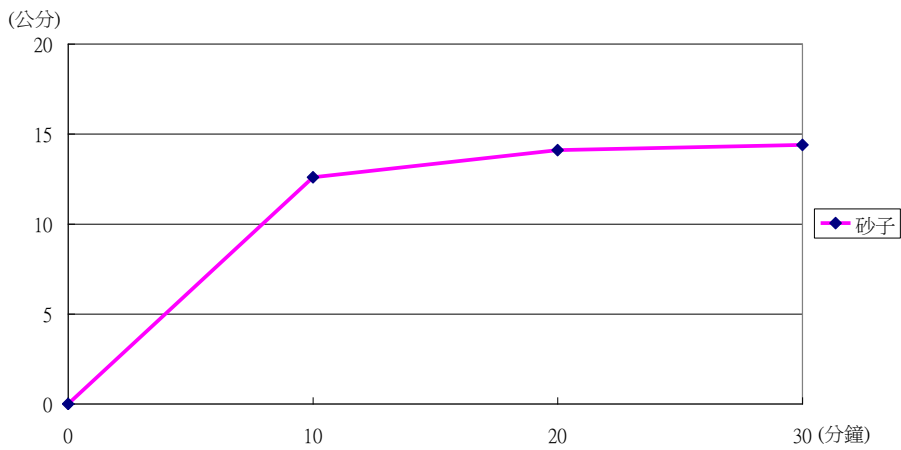
高 度 位 置	時 間	0 分	10 分	20 分	30 分
0 公分		0	12.5	13	14
5 公分		0	13	14	15
10 公分		0	12.5	14	15
15 公分		0	12	14.5	14.5
20 公分		0	13	14	14
25 公分		0	12.5	13.5	13.5
30 公分		0	12	13.5	14
35 公分		0	13	15	15
40 公分		0	13	15	15.1
平均		0	12.6	14.1	14.4

3. 實驗結果變化圖

砂子毛細現象變化圖



砂子毛細現象每10分鐘平均值的變化圖

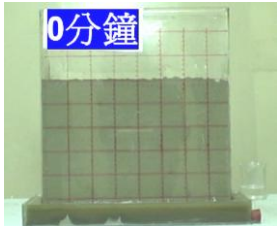
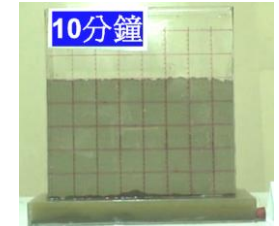
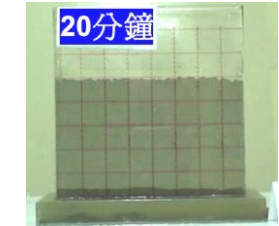
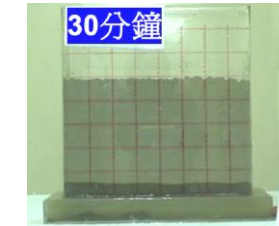


4. 實驗結果：

- (1) 從每 10 分鐘平均值變化圖中，我們可以知道砂子在毛細現象中，前 10 分鐘上升速度非常快，10 分鐘到 30 分鐘這段時間速度則漸漸變慢，甚至有些停止上升。
- (2) 由以上結果，我們推論毛細上升速度變慢的原因，可能是受到重力影響，讓水無法繼續像前 10 分鐘一樣快速上升。

(三) 泥火山：

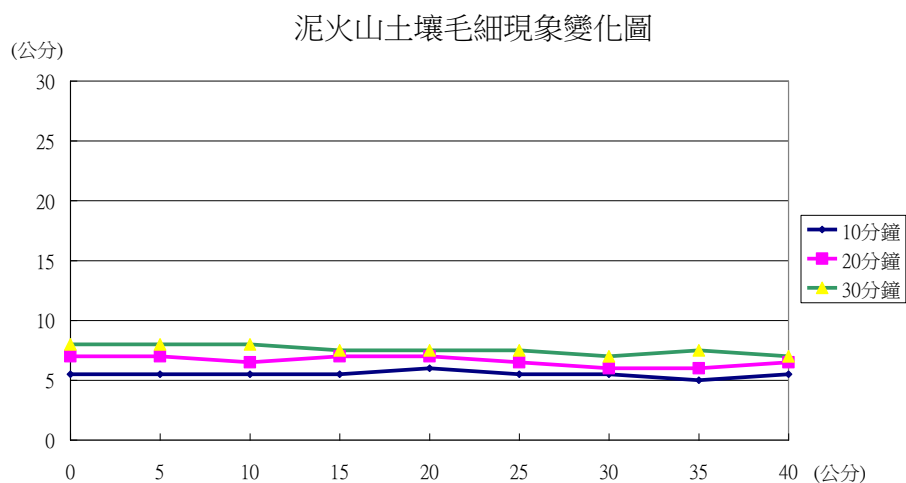
1. 實驗結果照片 (圖 2-3-1~圖 2-3-4)

			
圖 2-3-1 泥火山土壤 毛細現象 0 分鐘	圖 2-3-2 泥火山土壤 毛細現象 10 分鐘	圖 2-3-3 泥火山土壤 毛細現象 20 分鐘	圖 2-3-4 泥火山土壤 毛細現象 30 分鐘

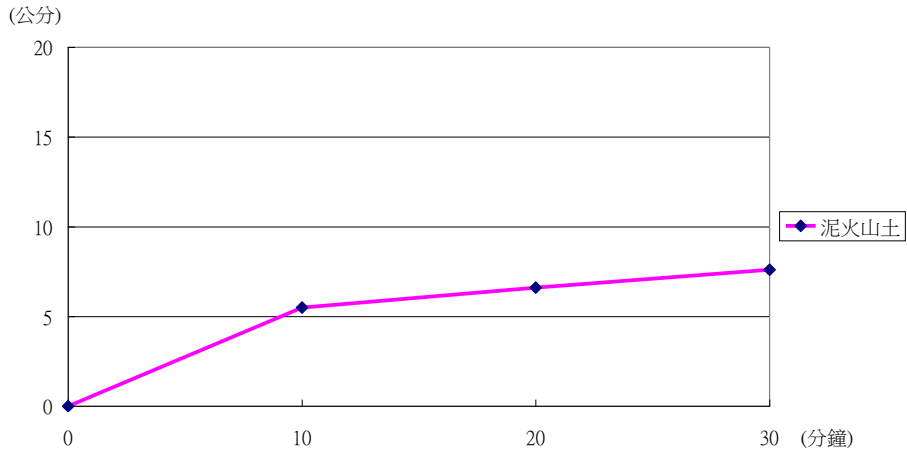
2. 實驗結果記錄表

高 位 度 置 時間	0 分	10 分	20 分	30 分
0 公分	0	5.5	7	8
5 公分	0	5.5	7	8
10 公分	0	5.5	6.5	8
15 公分	0	5.5	7	7.5
20 公分	0	6	7	7.5
25 公分	0	5.5	6.5	7.5
30 公分	0	5.5	6	7
35 公分	0	5	6	7.5
40 公分	0	5.5	6.5	7
平均	0	5.5	6.6	7.6

3. 實驗結果變化圖



泥火山土壤毛細現象每10分鐘平均值的變化圖

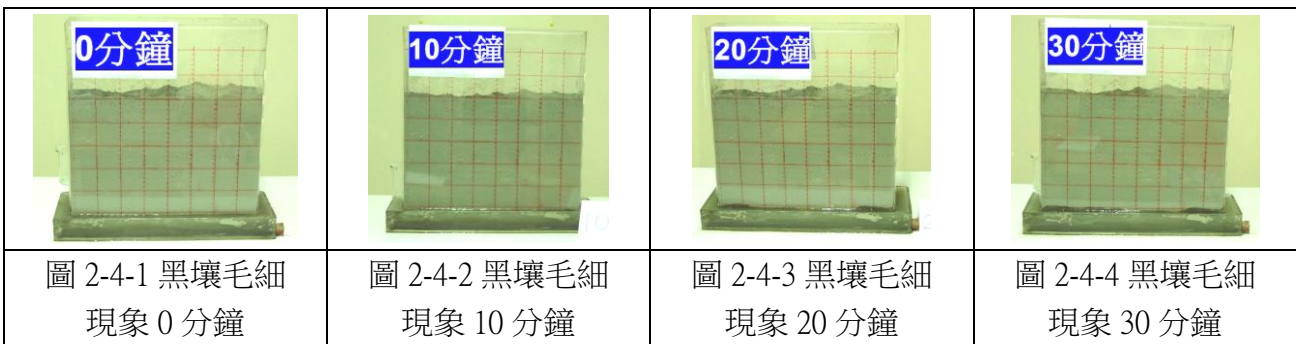


4. 實驗結果：

- (1) 從每 10 分鐘平均值變化圖中，我們可以知道泥火山土壤在毛細現象中，前 10 分鐘上升速度非常快，10 分鐘到 30 分鐘這段時間速度則漸漸變慢。
- (2) 由以上結果，我們推論毛細上升速度變慢的原因，可能是受到重力影響，讓水無法繼續像前 10 分鐘一樣快速上升。

(四) 黑壤：

1. 實驗結果照片 (圖 2-4-1~圖 2-4-4)



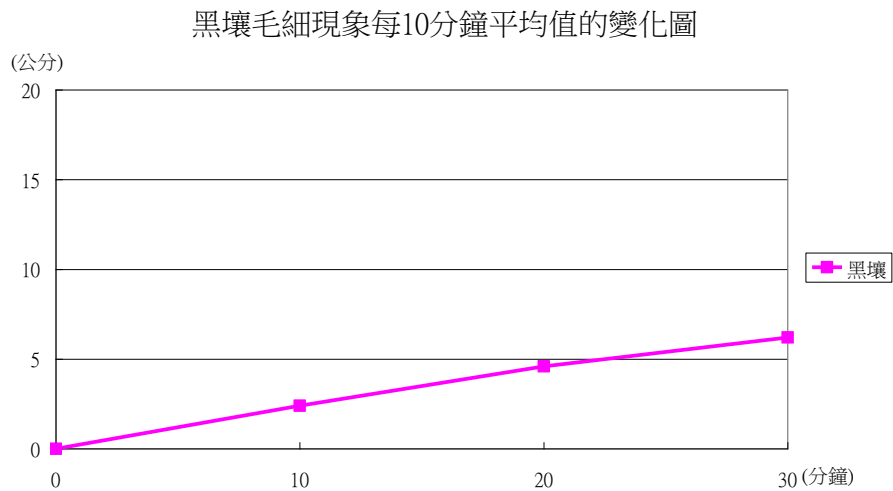
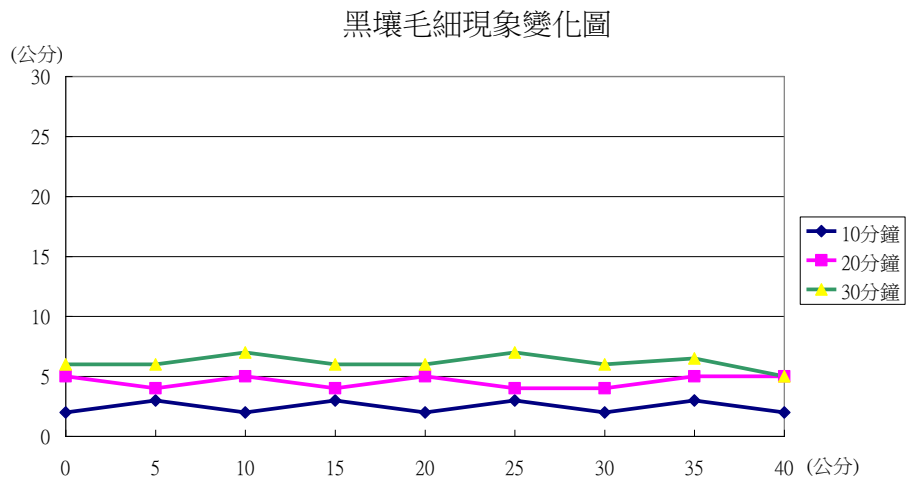
2. 實驗結果記錄表

表 4：黑壤的毛細高度紀錄表

高度位置 \ 時間	0 分	10 分	20 分	30 分
0 公分	0	2	5	6
5 公分	0	3	4	6
10 公分	0	2	5	7
15 公分	0	3	4	6
20 公分	0	2	5	6

25 公分	0	3	4	7
30 公分	0	2	4	6
35 公分	0	3	5	6.5
40 公分	0	2	5	5
平均	0	2.4	4.6	6.2

3. 實驗結果變化圖



4. 實驗結果：

- (1) 從每 10 分鐘平均值變化圖中，我們可以知道黑壤在毛細現象中，前 10 分鐘上升速度較快，但上升高度很低，10 分鐘到 30 分鐘這段時間速度則漸漸變慢，上升不明顯。
- (2) 由以上結果，我們推論毛細上升速度變慢的原因，可能是受到重力影響，讓水無法繼續像前 10 分鐘一樣繼續上升。

(五)、四種土壤毛細高度比較：

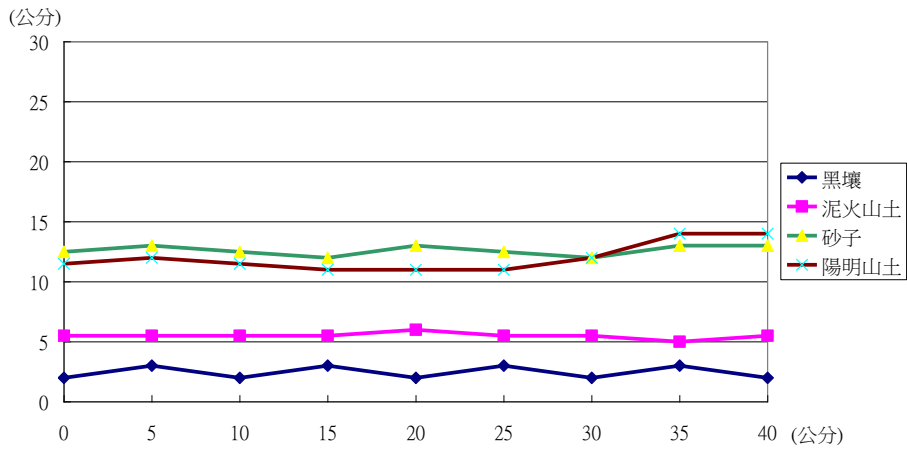
1. 實驗結果記錄表：

表 5：不同土壤毛細高度比較表

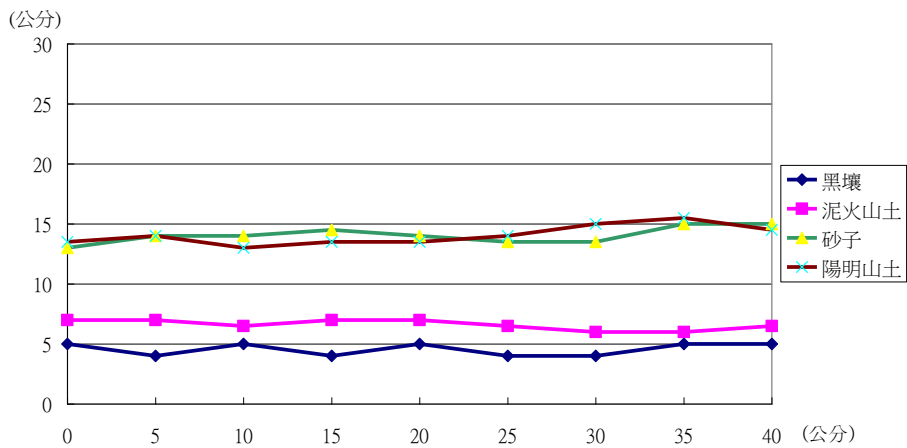
高度 時間	土壤	黑壤	泥火山土壤	陽明山土壤	砂子
0分		0	0	0	0
10分		2.4	5.5	12	12.6
20分		4.6	6.6	14.1	14.1
30分		6.2	7.6	15.4	14.4

2. 實驗結果變化圖

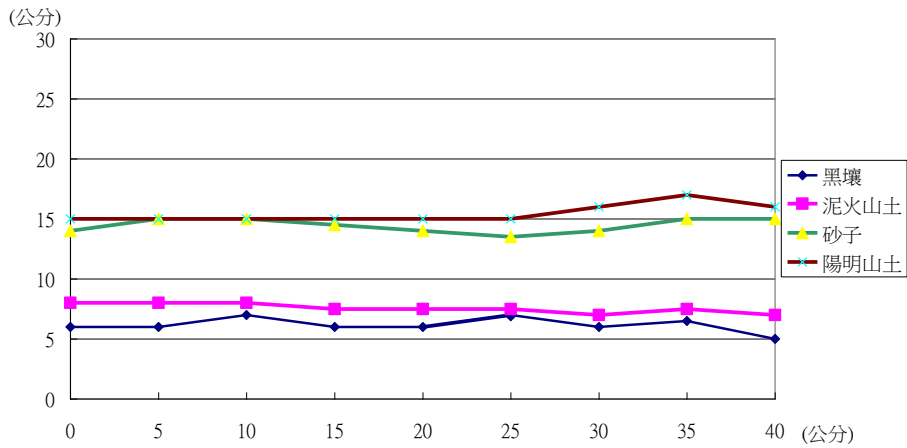
四種土壤毛細現象10分鐘比較圖



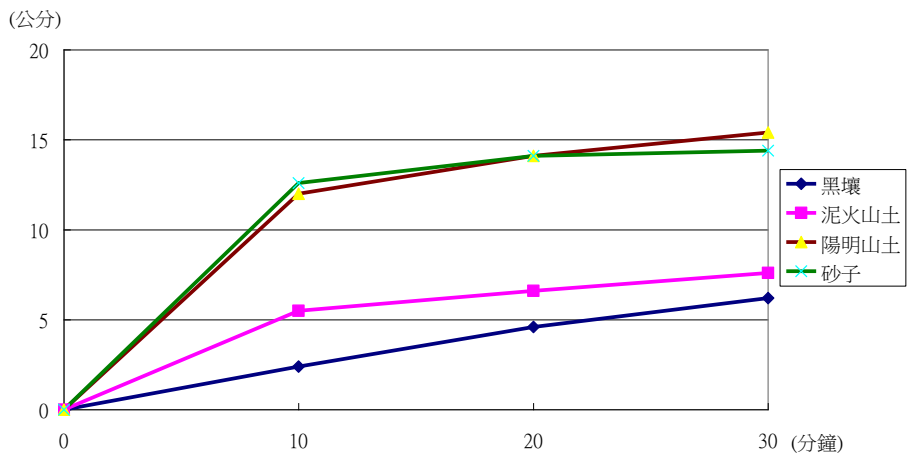
四種土壤毛細現象20分鐘比較圖



四種土壤毛細現象30分鐘比較圖



四種土壤毛細現象每10分鐘平均值的變化比較圖



3. 實驗結果：

- (1) 從四種土壤每 10 分鐘平均值變化比較圖中，我們發現毛細現象上升最快的土壤是陽明山土壤，其次是砂子、泥火山土壤，最慢的是黑壤。
- (2) 由以上結果，我們推論陽明山土壤毛細現象上升最快的原因是因為陽明山土壤顆粒較粗且大，因此顆粒與顆粒之間間隙極大，緊密度不高，使得毛細現象最為明顯。而砂子雖然顆粒也粗，但相對於陽明山土壤而言顆粒較小，因此顆粒間緊密度大於陽明山土壤，所以砂子的毛細現象上升速度次於陽明山土壤。
- (3) 此外，黑壤與泥火山土壤的上升速度較慢，因為此兩種土壤的質地較細，顆粒與顆粒間間隙極小，緊密度高，使得毛細現象非常的緩慢。雖然這兩種土壤摸起來的觸感差不多，但從此實驗可發現黑壤的緊密度比泥火山土壤高。

實驗二：土壤的入滲現象

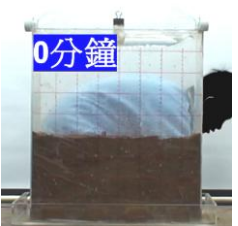
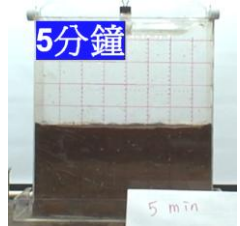
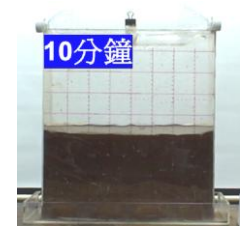
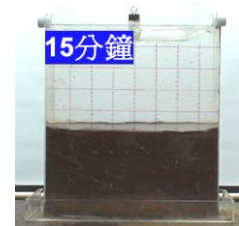
一、實驗方法：

- (一) 把壓克力箱放到壓克力盤上，並將四種實驗用土壤分別放至壓克力箱中，土壤高度為 20 公分。
- (二) 將滴水器放置於壓克力箱上，並在滴水器中加水，維持一定的滴水速率。
- (三) 每 5 分鐘紀錄入滲現象深度，共紀錄 15 分鐘。

二、實驗結果紀錄如下：

(一) 陽明山土壤：

1. 實驗結果照片 (圖 3-1-1~圖 3-1-4)

			
圖 3-1-1 陽明山土壤入滲現象 0 分鐘	圖 3-1-2 陽明山土壤入滲現象 5 分鐘	圖 3-1-3 陽明山土壤入滲現象 10 分鐘	圖 3-1-4 陽明山土壤入滲現象 15 分鐘

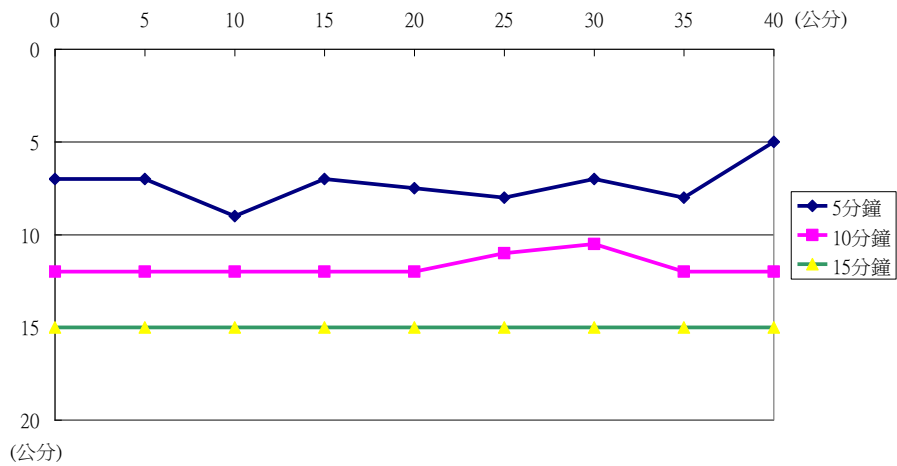
2. 實驗結果記錄表

表 6：陽明山土壤的入滲深度紀錄表

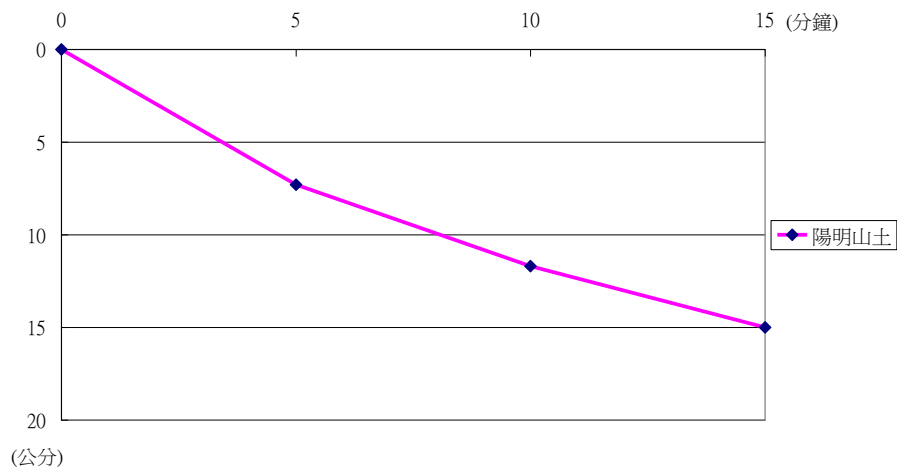
深 度 位 置	時間	0 分	5 分	10 分	15 分
0 公分		0	7	12	15
5 公分		0	7	12	15
10 公分		0	9	12	15
15 公分		0	7	12	15
20 公分		0	7.5	12	15
25 公分		0	8	11	15
30 公分		0	7	10.5	15
35 公分		0	8	12	15
40 公分		0	5	12	15
平均		0	7.3	11.7	15

3. 實驗結果變化圖

陽明山土壤入滲現象變化圖



陽明山土壤入滲現象每5分鐘平均值的變化圖

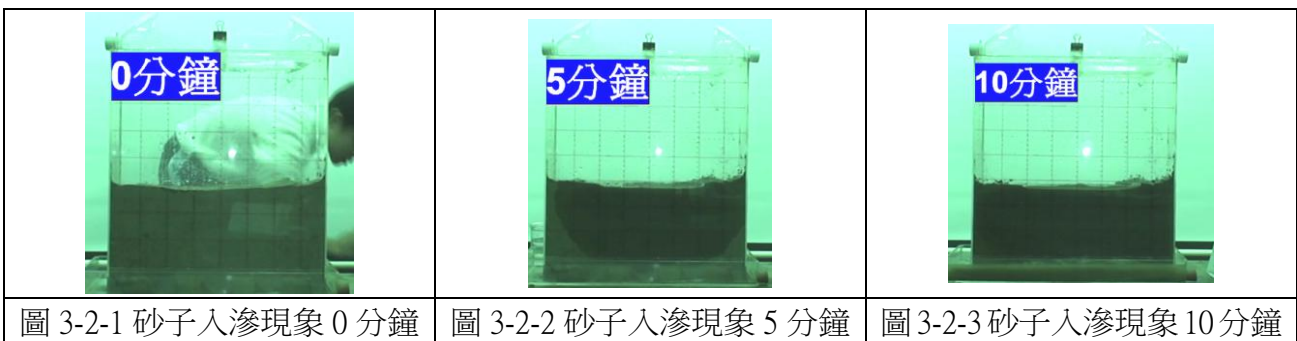


4. 實驗結果：

- (1) 從每 5 分鐘平均值變化圖中，我們可以知道陽明山土壤在入滲現象中，前 5 分鐘的速度較快，10 分鐘到 15 分鐘這段時間速度則漸漸變慢。
- (2) 由以上結果，我們推論入滲速度變慢的原因，可能是裝土時因下方土壤受到上方土壤的擠壓而變密，加上上方的細小顆粒填補了下面部份顆粒間的空隙，所以水滲透到下面時因土壤的緊密度變高，滲透的速度因此漸漸變慢。

(二) 砂子：

1. 實驗結果照片 (圖 3-2-1~圖 3-2-3)

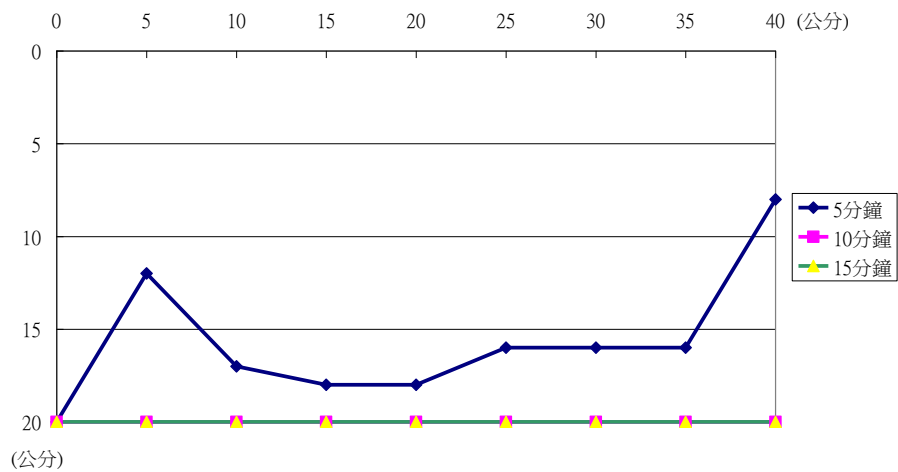


2. 實驗結果記錄表

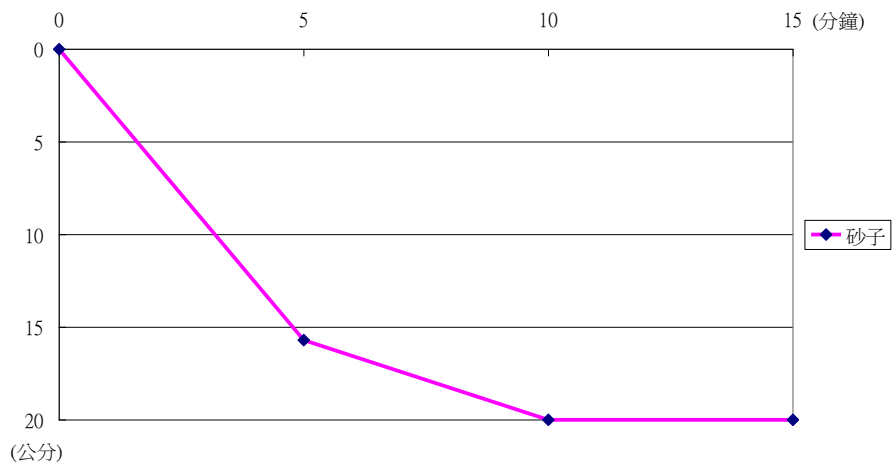
深 度 位 置	時間	0分	5分	10分	15分
0公分		0	20	20	20
5公分		0	12	20	20
10公分		0	17	20	20
15公分		0	18	20	20
20公分		0	18	20	20
25公分		0	16	20	20
30公分		0	16	20	20
35公分		0	16	20	20
40公分		0	8	20	20
平均		0	15.7	20	20

3. 實驗結果變化圖

砂子入滲現象變化圖



砂子入滲現象每5分鐘平均值的變化圖

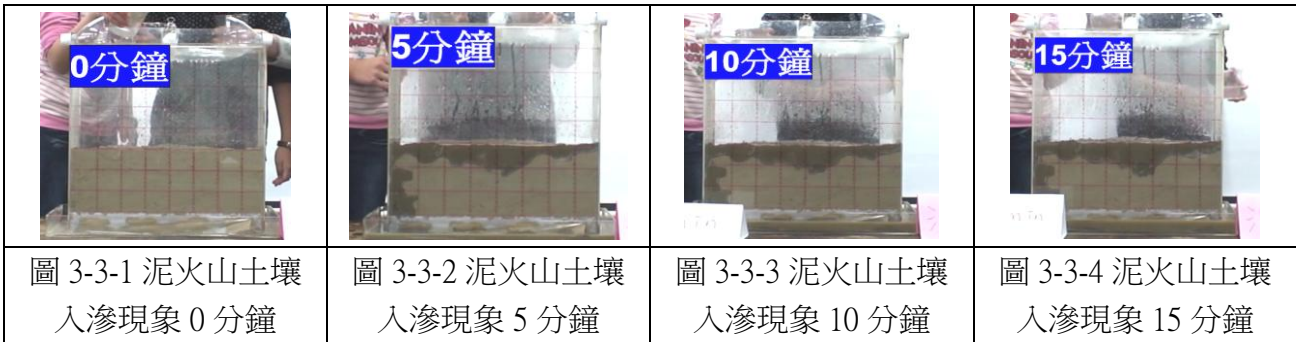


4. 實驗結果：

- (1) 從每 5 分鐘平均值變化圖中，我們可以知道砂子在入滲現象中，前 5 分鐘的速度非常快，10 分鐘到 15 分鐘這段時間已經完全滲透到底部。
- (2) 由以上結果，我們推測砂子的黏性較低且顆粒大，所以入滲速度快。

(三) 泥火山土壤：

1. 實驗結果照片 (圖 3-3-1~圖 3-3-4)

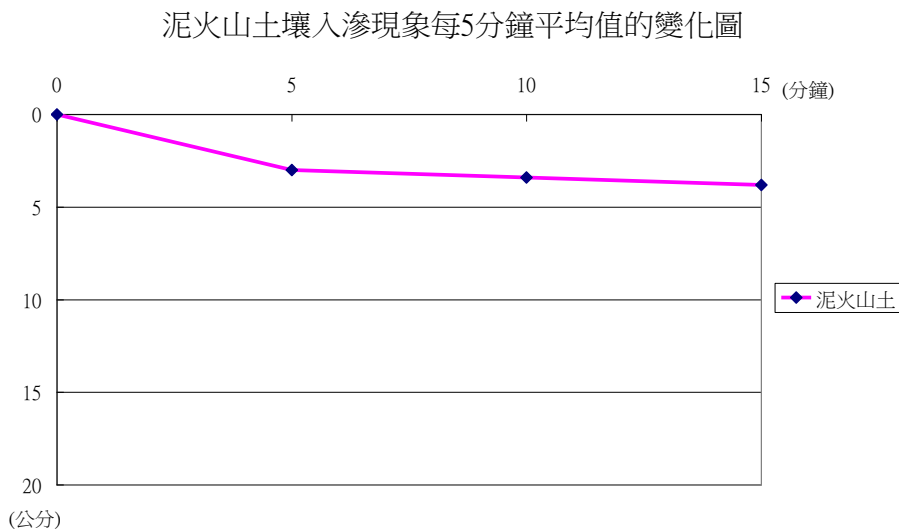
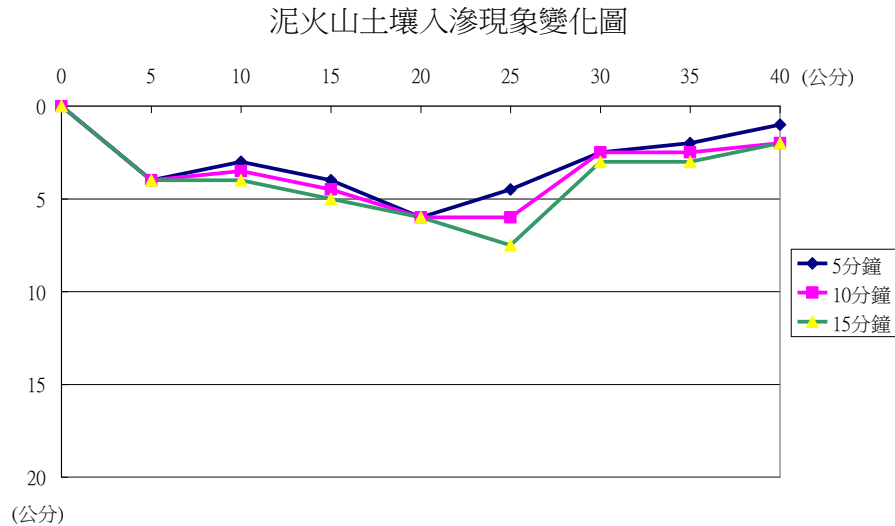


2. 實驗結果記錄表

深 度 位 置	時間			
	0 分	5 分	10 分	15 分
0 公分	0	0	0	0
5 公分	0	4	4	4
10 公分	0	3	3.5	4
15 公分	0	4	4.5	5
20 公分	0	6	6	6
25 公分	0	4.5	6	7.5

30 公分	0	2.5	2.5	3
35 公分	0	2	2.5	3
40 公分	0	1	2	2
平均	0	3	3.4	3.8

3. 實驗結果變化圖

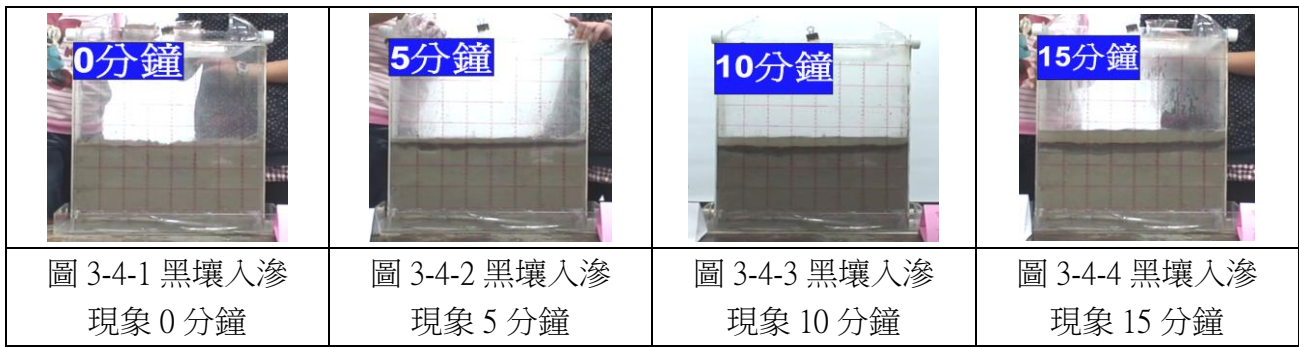


4. 實驗結果：

- (1) 從每 5 分鐘平均值變化圖中，我們可以知道泥火山土壤在入滲現象中，相較之下前 5 分鐘的速度較快，10 分鐘到 15 分鐘這段時間則幾乎沒什麼變化。
- (2) 實驗中，我們也發現到泥火山土壤入滲速度很慢，水容易積在土壤上，尤其實驗後半段，積水情況更加明顯。
- (3) 由以上結果，我們推論泥火山土壤入滲不明顯的原因，可能是土壤的顆粒較細，顆粒間間隙較小，而且泥火山土壤加水以後比較黏，讓水不容易入滲。

(四) 黑壤：

1. 實驗結果照片 (圖 3-4-1~圖 3-4-4)



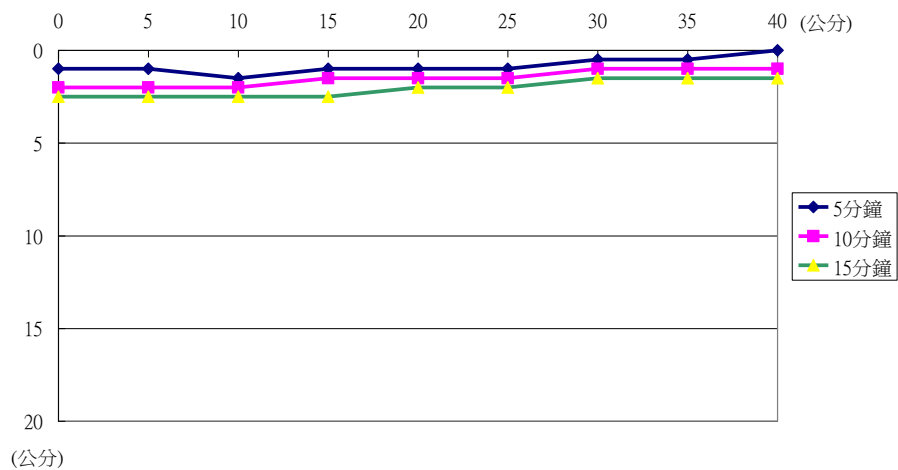
2. 實驗結果記錄表

表 9：黑壤的入滲深度紀錄表

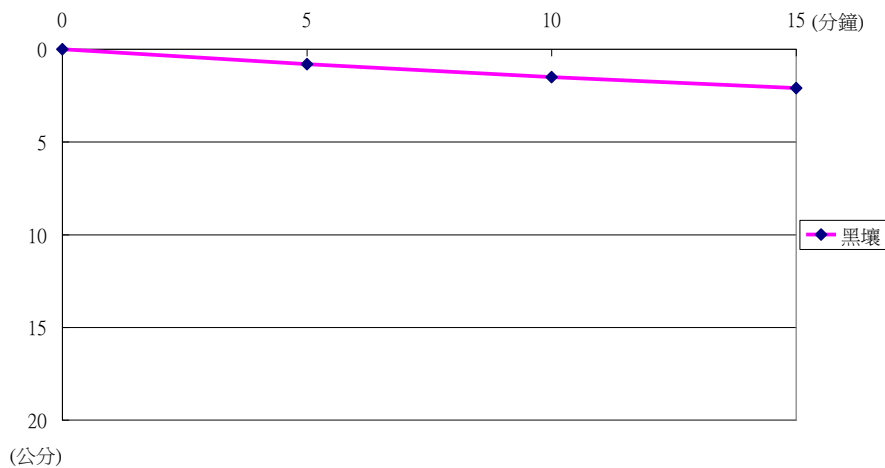
深 度 位 置	時間	0 分	5 分	10 分	15 分
0 公分		0	1	2	2.5
5 公分		0	1	2	2.5
10 公分		0	1.5	2	2.5
15 公分		0	1	1.5	2.5
20 公分		0	1	1.5	2
25 公分		0	1	1.5	2
30 公分		0	0.5	1	1.5
35 公分		0	0.5	1	1.5
40 公分		0	0	1	1.5
平均		0	0.8	1.5	2.1

3. 實驗結果變化圖

黑壤入滲現象變化圖



黑壤入滲現象每5分鐘平均值的變化圖



4. 實驗結果：

- (1) 從每 5 分鐘平均值變化圖中，我們可以知道黑壤在入滲現象中，入滲的深度幾乎沒有變化，深度維持在五公分之內。
- (2) 實驗中，我們發現到黑壤的入滲速度非常緩慢，從實驗開始就產生了積水現象。
- (3) 由以上結果，我們推論黑壤入滲非常不明顯，幾乎沒有變化的原因，可能是土壤的顆粒較細，顆粒間間隙較小，而且黑壤加水以後比較黏，讓水不容易入滲。

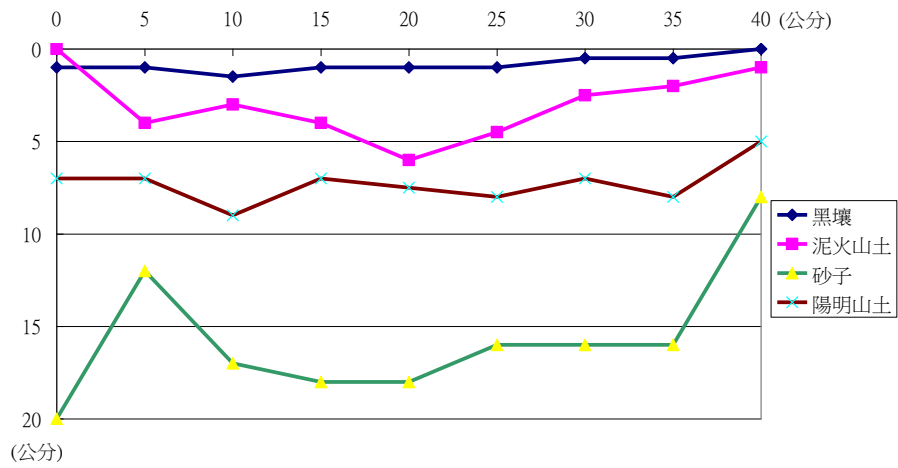
(五) 四種土壤入滲深度比較：

1. 實驗結果記錄表：

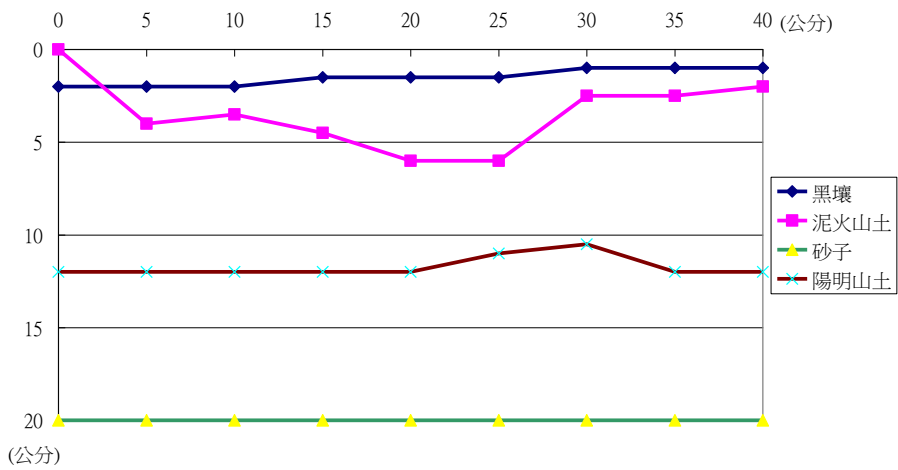
高度 時間	土壤	黑壤	泥火山土壤	陽明山土壤	砂子
0 分		0	0	0	0
5 分		0.8	3	7.3	15.7
10 分		1.5	3.4	11.7	20
15 分		2.1	3.8	15	20

2. 實驗結果變化圖

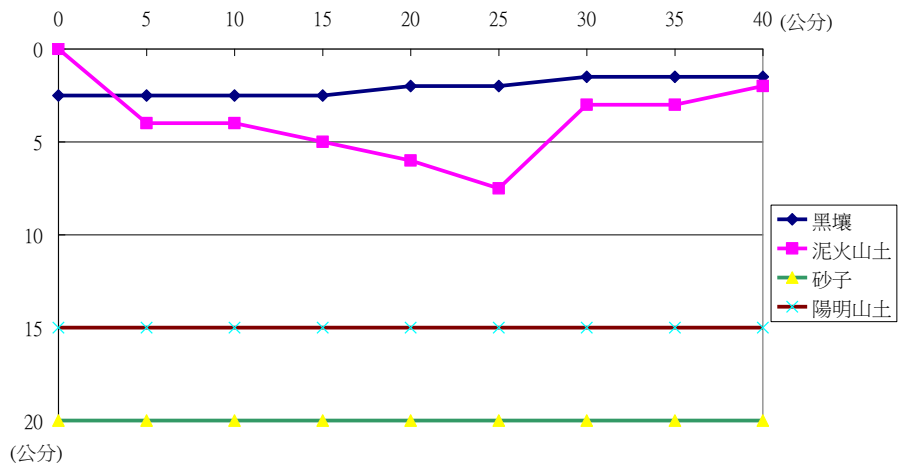
四種土壤5分鐘入滲現象比較圖



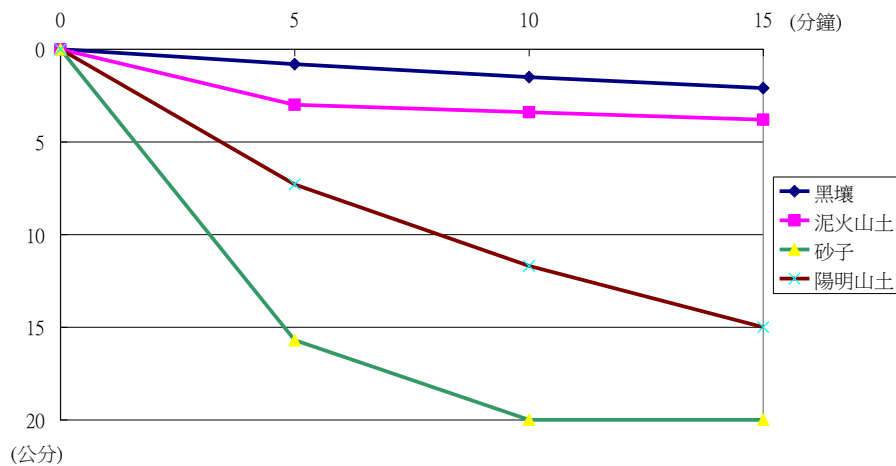
四種土壤10分鐘入滲現象比較圖



四種土壤15分鐘入滲現象比較圖



四種土壤入滲現象每5分鐘平均值的變化比較圖



3. 實驗結果：

- (1) 從四種土壤每 5 分鐘平均值變化比較圖中，我們發現入滲現象最快的土壤是砂子，其次是陽明山土壤、泥火山土壤，最慢的是黑壤。
- (2) 由以上結果，我們推論砂子入滲現象下降最快的原因是因為砂子顆粒較粗且大，因此顆粒與顆粒之間間隙極大，緊密度不高，使得入滲現象最為明顯。而陽明山雖然顆粒也粗，但相對於砂子而言質地較黏，因此遇水形成半不透水層，讓水不容易入滲。
- (3) 此外，黑壤與泥火山土壤的入滲速度較慢，因為此兩種土壤的質地較細，顆粒與顆粒間間隙極小，緊密度高，加水後，也比陽明山土壤和砂子更黏，形成更緊密的半不透水層，使得入滲現象非常的緩慢，甚至不明顯。
- (4) 雖然這兩種土壤摸起來的觸感差不多，但黑壤比泥火山土壤入滲速度更慢，所以我們推讓黑壤的黏性高於泥火山土壤。
- (5) 四種土壤共同的特性是前五分鐘入滲速度較快，之後便漸漸趨緩，可能是因為裝土時，因下方土壤受到上方土壤的擠壓而變密，加上上方的細小顆粒填補了下面部份顆粒間的空隙，所以水滲透到下面時因土壤的緊密度變高，滲透的速度因此漸漸變慢。

實驗三：黏滯度

一、實驗方法：

- (一) 先將寶特瓶中間切開，瓶口用菜瓜布封住。在寶特瓶中放置 800 公克的土壤，並倒入水，靜置一段時間，使土壤呈現飽水狀態，並測量滴出的水有多少。

表 11：四種土壤飽和含水量比較表

	倒入(ml)	流出(ml)	含水量(ml)
黑壤	500	91	409
泥火山土壤	350	45	305
陽明山土壤	350	59	291
砂子	350	26	324



圖 4-1 在四種土壤倒水，使土壤達到飽和含水狀態

(二) 在不同的一公升正方體容器中分別裝入乾、濕各 800 公克的土壤，放在滑輪架下：

1. 棉線的一端綁上 200 公克的砝碼，另一端用手拉住至固定高度，等砝碼靜止不動後把手放開使砝碼垂直落下，測量砝碼埋入土壤中的深度。
2. 將砝碼完全埋入土壤中，棉線另一端先綁上 100 公克的砝碼，慢慢增加砝碼重量，直到土中的砝碼被完全拉起，並記錄最後的砝碼總重量。
3. 將濕土平均鋪在壓克力盤上，在土上放上小車子，並於小車子上再放上 500 公克的水。棉線一端綁在車頭，另一端綁上 3 公斤的彈簧秤，透過彈簧秤測量需要多少力才能拉動小車子（最大靜摩擦力）。

二、實驗結果：

(一) 四種土壤將砝碼垂直落下：

1. 實驗照片 (圖 4-2-1~圖 4-2-8)

圖 4-2-1 泥火山土壤 乾燥	圖 4-2-2 黑壤乾燥	圖 4-2-3 陽明山土壤 乾燥	圖 4-2-4 砂子乾燥
圖 4-2-5 泥火山土壤 飽和含水	圖 4-2-6 黑壤 飽和含水	圖 4-2-7 陽明山土壤 飽和含水	圖 4-2-8 砂子 飽和含水

2. 表 12：土壤**乾燥**狀態「將砝碼垂直落下」紀錄表 (單位：公分)

	第一次	第二次	第三次	平均
黑壤	0.9	0.8	0.8	0.81

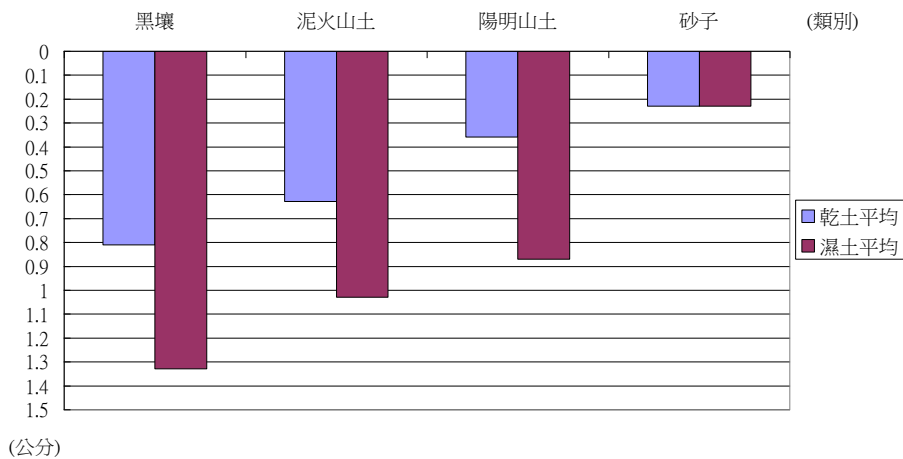
泥火山土壤	0.8	0.7	0.7	0.63
陽明山土壤	0.4	0.4	0.3	0.36
砂子	0.3	0.1	0.3	0.23

3. 表 13：土壤飽和含水狀態「將砝碼垂直落下」紀錄表（單位：公分）

	第一次	第二次	第三次	平均
黑壤	1.3	1.4	1.3	1.33
泥火山土壤	1	1.1	1	1.03
陽明山土壤	0.8	0.8	1	0.87
砂子	0.2	0.3	0.2	0.23

4. 四種土壤將砝碼垂直落下乾溼比較圖：

四種土壤將砝碼垂直落下比較圖



5. 實驗結果：

- (1) 由以上實驗我們發現，土壤乾燥時，將砝碼從固定高度垂直落下，砝碼陷入土壤中的深度以黑壤最深，接下來是泥火山土壤、陽明山土壤，最後是砂子。
- (2) 在土壤為飽和含水的狀態下，也有與乾燥狀態同樣的結果，砝碼陷入黑壤的深度最深，最後是砂子。
- (3) 根據這樣的結果，我們推論在乾燥狀態時，因為黑壤和泥火山土壤的質地細密、柔軟，砝碼容易陷入，砂子和陽明山土壤的質地相較之下比較硬，所以砝碼不容易陷入。
- (4) 黑壤、泥火山土壤及陽明山土壤加水之後，土壤變得比乾燥時更柔軟些，所以砝碼陷入深度比乾燥時來得深。而砂子加水後，質地變硬，使得砝碼仍不容易陷入，深度並沒有太大改變。

(二) 將砝碼埋入四種土壤後，另一端用砝碼拉起：

1. 實驗照片（圖 4-3-1～圖 4-3-8）

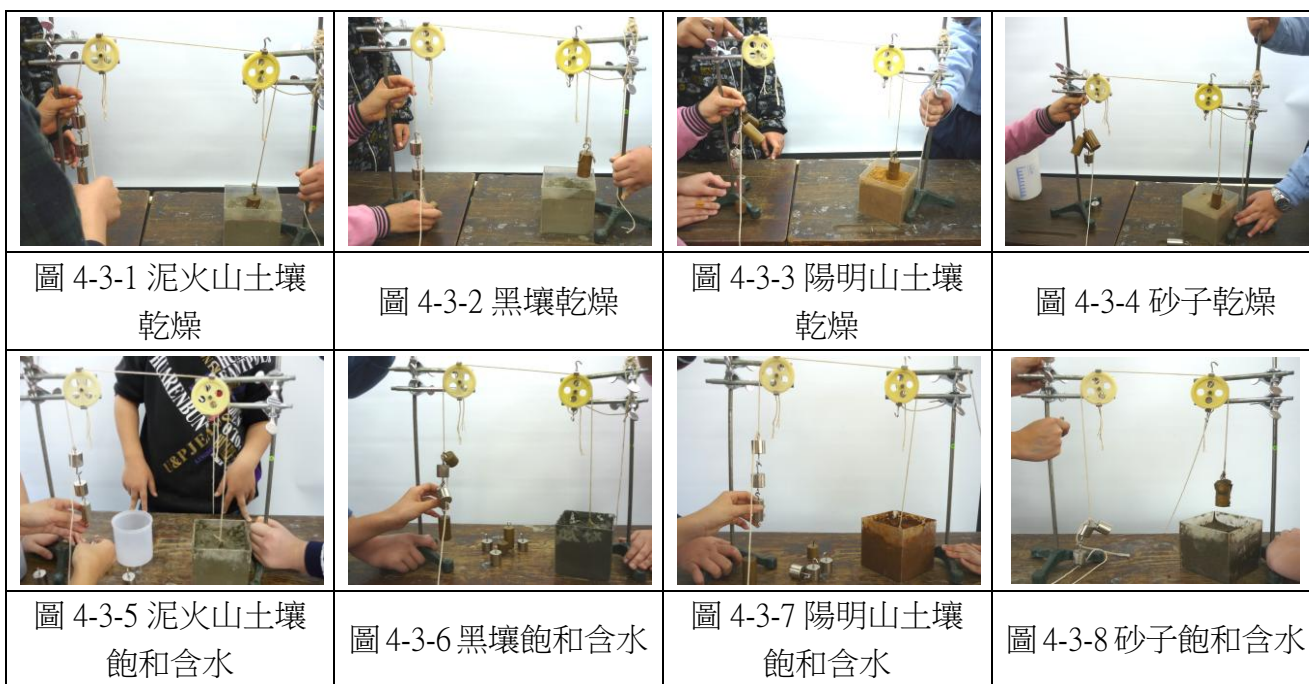


圖 4-3-1 泥火山土壤
乾燥

圖 4-3-2 黑壤乾燥

圖 4-3-3 陽明山土壤
乾燥

圖 4-3-4 砂子乾燥



圖 4-3-5 泥火山土壤
飽和含水

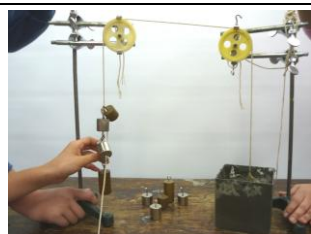


圖 4-3-6 黑壤飽和含水

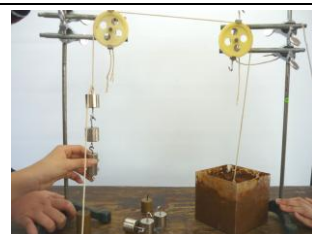


圖 4-3-7 陽明山土壤
飽和含水

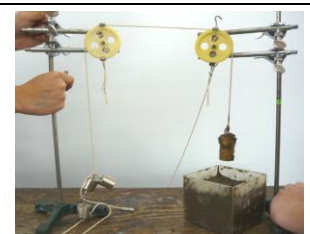


圖 4-3-8 砂子飽和含水

2. 表 14：土壤**乾燥**狀態「將砝碼埋入土後，另一端用砝碼拉起」紀錄表
(單位：公克)

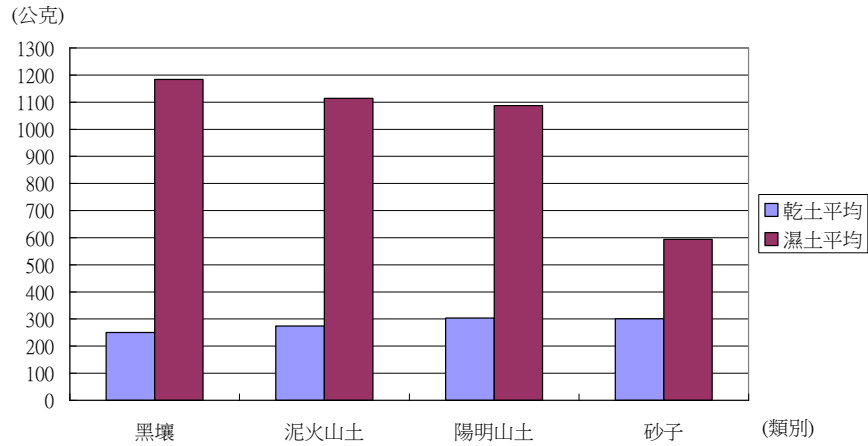
	第一次	第二次	第三次	平均
黑壤	250	250	250	250
泥火山土壤	300	320	280	273.33
陽明山土壤	320	310	300	303.33
砂子	310	310	310	310

3. 表 15：土壤**飽和含水**狀態「將砝碼埋入土後，另一端用砝碼拉起」紀錄表
(單位：公克)

	第一次	第二次	第三次	平均
黑壤	1200	1150	1200	1183.33
泥火山土壤	1120	1100	1120	1113.33
陽明山土壤	1100	1060	1110	1086.67
砂子	600	580	600	593.33

4. 「將砝碼埋入四種土壤後，另一端用砝碼拉起」乾溼比較圖：

四種土壤將「砝碼埋入土中拉起」比較圖

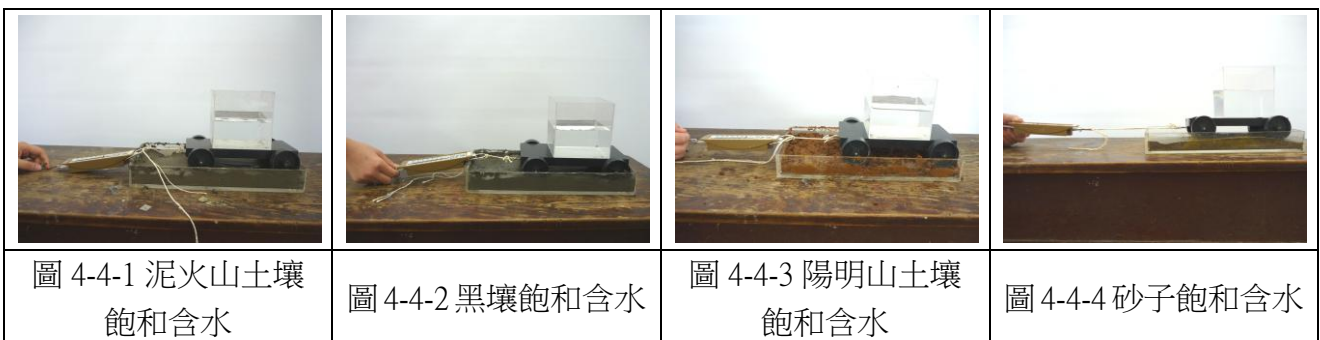


5. 實驗結果：

- (1) 由以上實驗結果我們發現，土壤乾燥時，將砝碼埋入土壤後拉起，所需的拉力差別並不明顯，但以砂子的拉力較大，其次是陽明山土壤，泥火山土壤，最後是黑壤。
- (2) 在土壤為飽和水的狀態下，將砝碼埋入土壤後拉起，所需的拉力以黑壤較大，其次是泥火山土壤、陽明山土壤，最後是砂子。
- (3) 根據這樣的結果，我們推論在乾燥的狀態之下，砂子和陽明山土壤因為質地較粗，和砝碼之間有較大的磨擦力，而黑壤與泥火山土壤質地較細，磨擦力較小，所以在拉起砝碼時，以砂子較費力，而黑壤相較之下較省力。
- (4) 黑壤、泥火山土壤及陽明山土壤加水之後，土壤變得比乾燥時更黏，其中以黑壤、泥火山土壤及陽明山土壤黏度較高，吸力較大，砝碼埋入土壤後就不容易拉出。而砂子因黏性較低，拉出砝碼時較不費力。

(三) 將飽和含水土壤鋪在壓克力盤上，用 3 公斤彈簧秤拉動上方放置 500 公克水的小車子，並測其最大靜摩擦力：

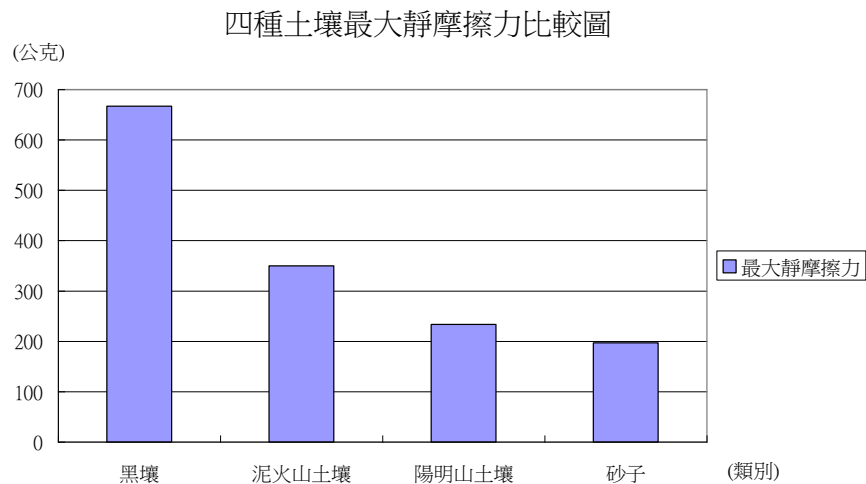
1. 實驗照片 (圖 4-4-1~圖 4-4-4)



2. 表 16：四種土壤最大靜摩擦力比較表： (單位：公克)

	第一次	第二次	第三次	平均
黑壤	700	650	650	666.66
泥火山土壤	350	350	350	350
陽明山土壤	250	200	250	233.33
砂子	200	200	190	196.67

3. 四種土壤最大靜摩擦力比較圖：



4. 實驗結果：

- (1) 由以上實驗結果我們發現，土壤在飽和含水的狀態下，四種土壤的最大靜摩擦力由大到小依次為黑壤、泥火山土壤、陽明山土壤，最後是砂子。其中黑壤的摩擦力比其他土壤高出許多。
- (2) 根據這樣的結果，我們推論在飽和含水的狀態下，土壤具有黏性，讓土壤上的小車子不容易移動。我們認為四種土壤中，以黑壤加水後最大靜摩擦力為最大，所以黏性最高。砂子的最大靜摩擦力是四種土壤中最小的，所以黏性相較是最低的。

伍、研究結果

一、四種土壤的毛細現象實驗結果有什麼相同的地方？

這四種土壤毛細上升的速度前十分鐘都比較快，二十至三十分鐘的速度則是都變慢了。

二、四種土壤的毛細現象實驗結果有什麼不同的地方？

毛細現象上升的速度平均而言，最快的是陽明山土壤、其次分別是砂子和泥火山土壤，最慢的是黑壤。

三、四種土壤的入滲現象實驗結果有什麼相同的地方？

這四種土壤入滲的速度前五分鐘都比較快，五分鐘之後速度則是都變慢了。

四、四種土壤的入滲現象實驗結果有什麼相同的地方？

黑壤的入滲現象不明顯，速度次慢的是泥火山土壤及陽明山土壤。砂子在十分鐘左右就入滲到底部，速度很快。

五、四種土壤的黏滯度有什麼差異？

根據我們做的三個小實驗，四種土壤在飽和含水狀態時，黏性最高的是黑壤，接著是泥火山土壤、陽明山土壤跟砂子。

陸、討論

- 一、在進行入滲實驗時，滴水器剛開始是選擇使用水管鑽洞。但因為水管管壁較厚，因此使用電鑽鑽洞時使得孔隙過大，水倒下去如同「傾盆大雨」，每種土壤都很快淹水，而影響到實驗的結果。經過測試之後，發現寶特瓶的厚度不厚，用圖釘戳洞後加水能很順利製造「綿綿細雨」的效果，減少因土壤積水所造成的實驗誤差。
- 二、黑壤和泥火山土壤因為質地較細緻綿密，因此在做入滲現象時常常出現壓克力箱邊緣的土壤崩落的情形，出現「土石流」的現象。重新進行實驗，當我們把泥火山土壤和黑壤倒入的同時，會稍微搖晃一下壓克力箱，使土壤能均勻分布，減少土壤入滲時崩落的現象。
- 三、黏滯度的「拉砝碼」小實驗中，我們測量的是「將砝碼完全從土壤中拉起」所需的重量，以後如果要深入研究的話，可以再測量砝碼在土中第一次移動的最大靜摩擦力，讓兩個結果可以互相比較。

柒、結論

- 一、從毛細、入滲以及黏滯度這三種實驗中，我們對陽明山土壤、砂子、泥火山土壤及黑壤的特性整理如下表 17：(由大到小：1、2、3、4)

	顆粒大小	飽和含水狀態的黏度	最大靜摩擦力
砂子	2	4	4
陽明山土壤	1	3	3
泥火山土壤	3	2	2
黑壤	4	1	1

- 二、從實驗結果推論至日常生活中，我們知道：

- (一) 下雨天時，腳踩在泥地裡容易陷進去，而且因為黏度高，一旦陷進土裡，腳不容易拔出來。
- (二) 下雨過後，若要到學校的砂坑跳遠，記得要把土翻鬆，因為砂子遇水後質地會變硬，如果不先翻鬆，容易發生危險。
- (三) 每次實驗的最後整理時，我們發現砂子最好清理，泥火山土壤和黑壤因為黏

度高，最難清理。所以以後去海邊玩耍時不用過於擔心身上砂子難清理的問題，但去泥地或農田如果沾到泥巴，就很難清得乾淨。

捌、參考資料及其他

一、哇！泥土裂開了。取自：

<http://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/30/pdf/30s/313.pdf>

二、毛細現象。取自：

<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1105041807114>

三、入滲。取自：

<http://ind.ntou.edu.tw/~klee/hydrology/CH.5.pdf>

四、泥火山的春天。取自：

<http://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/44/D/030504.pdf>

五、行政院國家科學委員會。取自：

<http://web1.nsc.gov.tw/ct.aspx?xItem=8009&ctNode=40&mp=1>

【評語】 080112

本作品選擇四種土壤，分別探究他們的毛細現象，入滲現象與黏滯程度等特性，學生認真的設計實驗、紀錄數據，對於土壤種類以及三種實驗的擇定緣由，以及它們的關聯分析，仍可再增進。