

中華民國 第 50 屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

高中組 地球科學科

第二名

最佳創意獎

040505

大地的海棉寶寶--腐植土與山坡地的吸收能力之  
關係探討

學校名稱：國立高雄師範大學附屬高級中學

作者： 高一 彭咨諭	指導老師： 黃春蓉 彭 彬
---------------	---------------------

關鍵詞：腐植土、吸水量、土石流

## 摘要

長久以來，颱風總是令台灣的民眾苦惱不已。過去我們都認為開墾山坡地，造成沒有樹根能抓土壤，以致於土石流的發生。但經實地觀察後發現，許多土石流發生地，上方的樹木依然存在!所以我覺得除了樹根之外，或許土壤本身也是個重大的因素。經實驗後發現，土表上的腐植土擁有較一般土壤高的吸水量和滲透能力；再進一步實驗，發現腐植土在過乾的情形下，有吸收不佳的情況。這代表種植作物前的整地行爲，似乎也是土石流的一大原因。即使有樹木，但整地的行爲，使經年累月所囤積的腐植土被剷除殆盡，導致沒有東西能保護土壤的情況。所以，適度留下樹木、少些開發、避免多次反覆種植，才是遠離土石流、維護台灣水土保持的不二法門。



圖一：土石流後的慘況

### 壹、研究動機：

長久以來，颱風的強風豪雨衝擊台灣，所造成的災情，可說是層出不窮。雖然水土保持一直是我們強調的課題，但每年水災的土石崩落、橋斷屋毀，都顯示出台灣水土保持的不足。八八水災重創南台灣，尤其小林村的滅村事件，更加發人深省，我們不禁要問，我們對我們的山川作了什麼？



圖二：從五里埔隱約可見小林村崩落的山壁



圖三：小林村整個村莊只剩半間傾倒的房子

過去大家對土石流的思維就是一濫墾、濫伐造成，因為沒有樹根可以抓住泥土，所以，

容易產生土石流。這是我們長久以來接受的教育，果真淺根性的植物，就容易造成土石流嗎？



圖四：樹還在，可是土表卻被沖刷流失

但實地觀察發現，為什麼有些地方樹還在，可是土表的泥土卻被沖刷流失了呢？許多土石流發生區域的周邊，還是有許多大樹存在啊！所以，我覺得除了樹根之外，說不定土壤本身也是重大因素之一。諸多疑問，讓我困擾，所以，開始著手進行這個實驗。

## 貳、研究目的：

- 一、觀察土石流崩落地區與原始森林之腐植層的差異情形。
- 二、了解腐植土與一般土對水的吸收能力及吸收量的差異情形？
- 三、了解腐植土在不同的潮濕程度下，對水的吸收能力及吸收量的差異情形？

## 參、研究設備及器材：

自製下雨模擬器	自製載物台	紗網(25 <sup>個</sup> /cm <sup>2</sup> )	電烙鐵	保鮮膜
自製土壤裝載筒	數位相機	烤箱	燒杯	磅秤
一般土	腐植土	量筒		



塑膠桶蓋



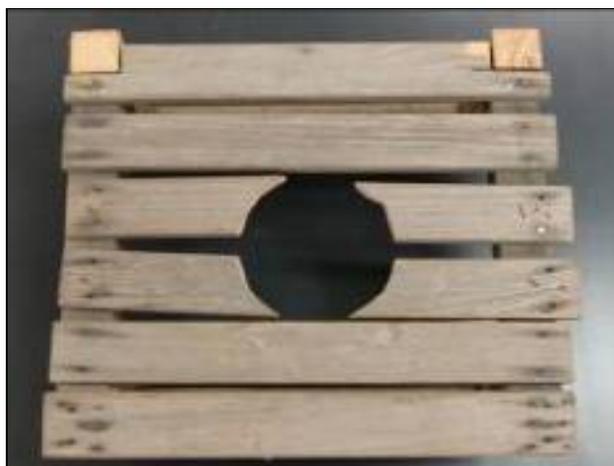
塑膠桶底部



自製下雨模擬器



自製土壤裝載筒



自製載物台



腐植土



腐植土



過篩後的腐植土



一般土



一般土

## 肆、名詞定義

### 一、滲透時間：

指水在土表停留的時間，即將水倒入土中後，開始計時，水會積在土表，當水完全沒入土中，停止計時。滲透時間越短，水就能越快的進入土壤，而此項能力是越快越好。

### 二、停止時間：

指水在土壤能將出水時間延長的多久，即將水倒入土中，開始計時，水通過土流出來，至所有的水分都流完，也是最後一滴水，停止計時。停止時間越長，水就能釋放的越久，而此項能力則是越久越好。

### 三、保留時間：

指水在土壤中停留的時間，即水完全沒入土表後開始計時，也就是滲透時間停止後開始計時，俟水通過泥土流出第一滴水，停止計時。保留時間越長，水就能停留在土中的越久，而此項能力則是越久越好。

## 伍、研究過程與結果：

### 一、實地至高雄縣那瑪夏鄉探勘、拍攝，進行探討分析

根據實際至高雄縣那瑪夏鄉各個土石流的發生地點探勘後發現，與以往原始林有很大的差異。原始林內落葉腐植土非常厚，而且保有一定的溼度。走在其中，土表是有彈性的、鬆軟得就像海綿一樣，而且沒有因下雨而產生的切割現象（如圖五）。然而就因為落葉腐植土

就像海綿一樣，它每個單位表面積都能快速接收雨水的撞擊，又能迅速吸收，雨水不至於直接沖刷土地。沖刷的力道小，衝擊的水量又少，故能降低雨水對山坡地的負擔。

。



圖五：藤枝原始森林地表

反觀那瑪夏鄉崩落地區上方，已有相當多的地方遭受開墾，種滿了各類的經濟作物，包括梅子、李子、桃子、竹子、芋頭、檳榔、香蕉、薑……等各類作物，且大都落葉腐植層稀薄，甚至已被剷除。



圖六：山坡地種滿香蕉，且土地完全曝露



圖七：種了竹子後的山坡地，早已崩落



圖八：種滿檳榔樹，土壤更是裸露在外

而這些地區的土表普遍踩起來都缺乏彈性、相當崎嶇，甚至表層石頭裸露。水道切割的

痕跡相當明顯（如圖九）。而比較這二者的差異，明顯的差別就在土表這一層落葉的腐質層。



圖九：被開墾的地區，土表石頭裸露

再更進一步分析那瑪夏鄉許多崩塌地點的土石情形可以發現，崩塌地區上，落葉腐質層都非常的稀薄（如圖十、十一），與原始森林的土質景象有非常大的差異，因此，推論這層落葉的腐植質，對水土保持而言，應該有相當程度的影響。



圖十：坍塌地點上方，幾乎都沒有腐質層



圖十一：地表被沖刷，完全不見腐植層



圖十二：從遠處觀望，山坡地更是看不見多少植被

另一方面，經長時間的觀察及比對，土石流發生過的地方，再發生土石流的機率明顯較高。推論是因為土石被沖刷而流失，導致上方的腐植層幾乎都被沖走，顯得相當的單薄。當

下次大雨再來，沒有腐植土保護的山坡地，就很可能在同個地方，再發生一次土石流。



圖十三：樹木覆蓋的比例看起來相當的低

種種的景觀及現象接說明了腐植土對山坡地有一定的影響力，但其吸收及涵養水分的能力與一般土壤有何差別？差別有多大？則待更進一步的實驗，才能得知。

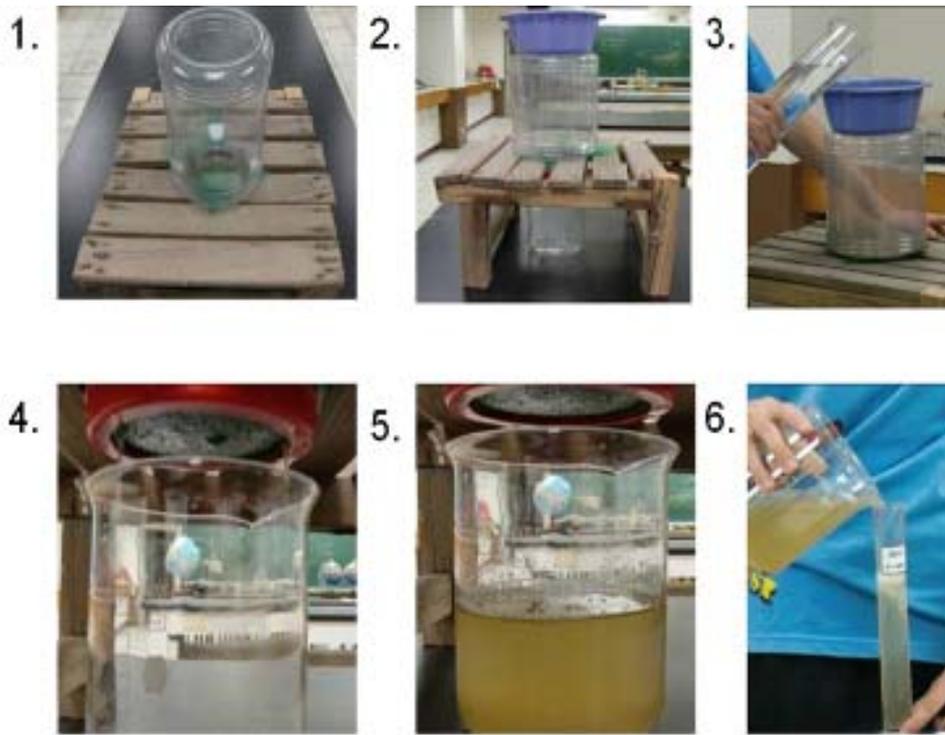
## 二、 進行土壤的實驗，作一般土及腐植土比較分析

### (一)前置作業

- 1.將塑膠桶的蓋子及底盤各用烙鐵燙出一個洞，並把紗網夾在塑膠桶及蓋子中間組合起來，形成載土裝置。
- 2.將塑膠盆用電烙鐵燙出平均的洞(每點距離皆一公分的網格孔洞)。
- 3.將木椅按照塑膠蓋的大小切出一個圓形，製成載物台。
- 4.將土壤用篩網篩過，取出同等大小的腐植土及一般土。

### (二)實驗步驟

- 1.將組裝好的載土裝置放置在載物台的上方，載物台下放一個燒杯。
- 2.放上下雨模擬器，並放入 1 公斤的土壤。
- 3.從下雨模擬器上方倒入 1 公升的水，觀察並記錄其水量進出土壤的情形。
- 4.觀察與記錄的內容包括「水停留在表面的時間」、「水通過土壤最後流出的時間」、「水被吸收量的多寡」。
- 5.歸納分析。



(三)實驗結果：

表一：腐植土對水的吸收性

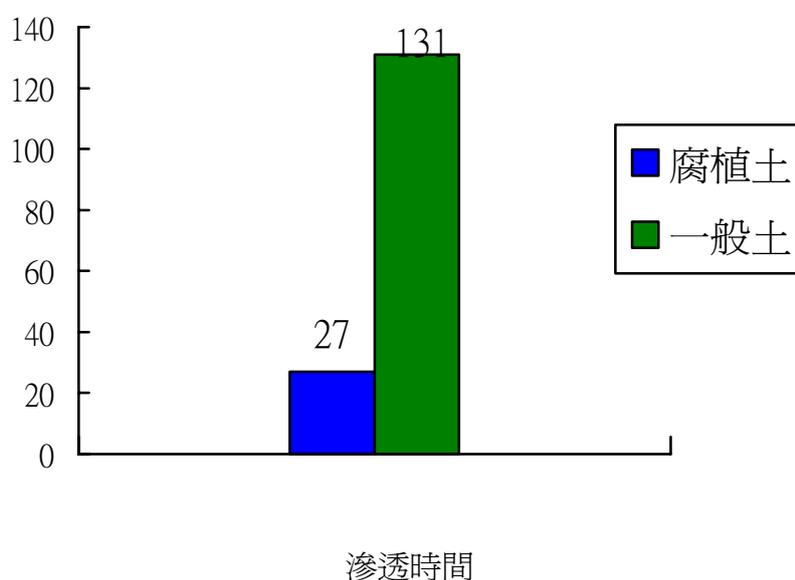
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	平均
滲透 時間	26 秒	29 秒	28 秒	26 秒	27 秒	29 秒	28 秒	25 秒	25 秒	27 秒
停止 時間	2分 30秒	2分 36秒	2分 28秒	2分 35秒	2分 26秒	2分 28秒	2分 35秒	2分 37秒	2分 33秒	2分 32秒
流出 水量	395 cc	379 cc	400 cc	388 cc	372 cc	380 cc	377 cc	390 cc	393 cc	386 cc
吸收 水量	605 cc	621 cc	600 cc	612 cc	628 cc	620 cc	623 cc	610 cc	607 cc	614 cc

表二：一般土對水的吸收性

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	平均
滲透 時間	130 秒	136 秒	122 秒	138 秒	127 秒	133 秒	130 秒	128 秒	135 秒	131 秒
停止 時間	16分 39秒	16分 28秒	16分 40秒	16分 41秒	16分 34秒	16分 31秒	16分 39秒	17分 26秒	16分 28秒	16分 34秒
流出 水量	622 cc	619 cc	612 cc	604 cc	613 cc	623 cc	625 cc	608 cc	618 cc	616 cc
吸收 水量	378 cc	381 cc	388 cc	396 cc	387 cc	377 cc	375 cc	392 cc	382 cc	384 cc

(四) 實驗歸納分析

1.



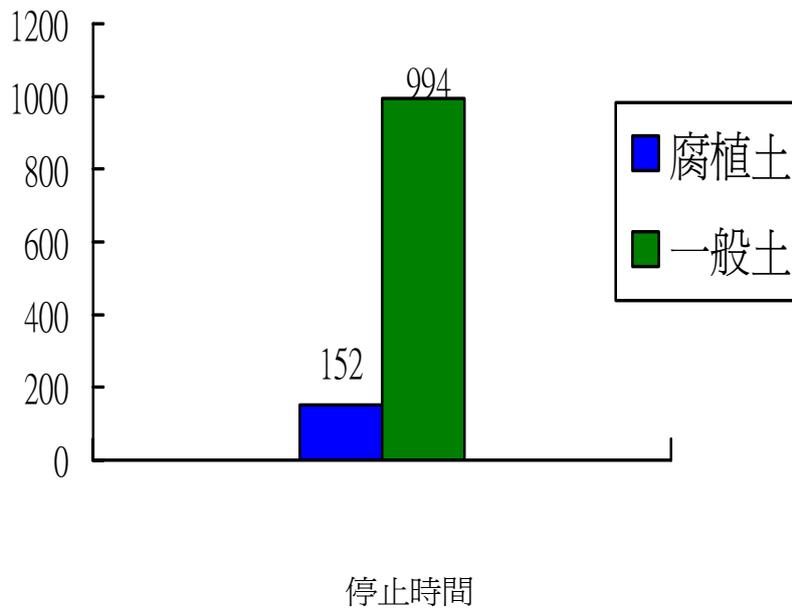
(1)說明：

以滲透時間來說，腐植土將水停留於土表的時間則為 27 秒，一般土將水停留於土表的時間約 131 秒，約為腐植土的 4.9 倍。

(2)討論：

a.按照實際情形來說，其實水若過慢的滲入土壤中，是不太好的，因為水過慢滲入土中，導致大量的水都積在地表上，很可能形成小水潭，最後甚至形成水流，對山坡地來說是個相當的負擔。

2.



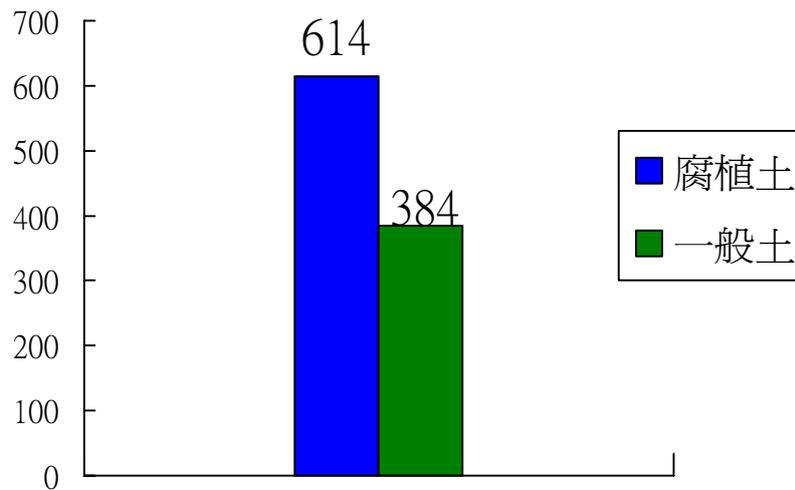
(1)說明：

以停止時間來說，腐植土的水停止流出時間為 2 分 32 秒，一般土的水停止流出時間約為 16 分 34 秒，約為腐植土的 6.5 倍。

(2)討論：

a.由上方的數據可得知，一般土比腐植土能將水分停留得更久。但由各種現象來說，他之所以能將水停留的如此久，並非是一般土本身的保水性佳，而是滲水速率太慢，水大都會積在表面，再慢慢下滲，而不像腐植土是快速滲入後再慢慢滴出。

### 3.



吸水量

#### (1)說明：

以吸水量來說，腐植土的吸水量約 614cc，一般土的吸水量約 384cc，腐植土吸水量約為一般土的 1.6 倍。

#### (2)討論：

a.在實驗的過程中，發現腐植土不是每次都能完全濕透，相對於一般土，則是每次都會濕透。但經多次的實驗過後發現，此現象並不是指腐植土的吸水功能不佳，反倒是吸水能力太強，不必等到土壤全濕，就能把水吸光，況且即使沒有全濕的腐植土，吸水量仍較一般土全濕的樣本多上許多，代表腐植土在吸水量方面有較強的功能。

4.綜合以上幾點可發現，水在一般土壤的滲透率較腐植土的滲透率差了將近 5 倍，而吸水量部分，腐植土則也高於一般土。這說明了，土表上有無腐植土，將有非常大的差異，少了腐植土，水不易滲入土中，會導致大量的雨水囤積在地表上，形成小水潭，最後形成水流，嚴重甚至造成土石流。而有腐植土時，其不但能夠快速吸收水分，而且其吸收水分的能力是一般土的 1.5 倍以上，此加成效果對山坡地而言，是非常重要的。

### 三、 進行土壤的實驗，作腐植土含不同水分下，各項能力的比較

#### (一) 實驗步驟

- 1.將腐植土放入 105°C 的烤箱中烤到水分完全蒸發。
- 2.取 1 kg 的腐植土，分別加入 50 cc、100 cc、150 cc、200 cc 的水，待其適當的混合，製成四種不同潮濕程度的樣本。
- 3.將組裝好的載土裝置放置在載物台的上方，載物台下放一個燒杯。
- 4.放上下雨模擬器，並放入含有水分的腐植土。
- 5.從下雨模擬器上方倒入 1 公升的水。
- 6.觀察與記錄的內容包括「水通過土壤最早流出的時間」、「水通過土壤最後流出的時間」、「水停留在表面的時間」及「水被吸收量的多寡」。
- 7.歸納分析。

#### (二) 實驗結果：

表一：1 kg 腐植土混合 50 cc 水的樣本

	1	2	3	4	5	6	平均
保留 時間	94 秒	93 秒	97 秒	92 秒	89 秒	96 秒	93.5 秒
滲透 時間	2分 58秒	2分 53秒	2分 59秒	3分 00秒	2分 51秒	3分 01秒	2分 57秒
停止 時間	3分 22秒	3分 11秒	3分 18秒	3分 24秒	3分 13秒	3分 20秒	3分 18秒
流出 水量	215 cc	206 cc	207 cc	211 cc	216 cc	205 cc	210 cc
吸收 水量	785 cc	794 cc	793 cc	789 cc	784 cc	795 cc	790 cc

表二：1 kg腐植土混合 100 cc水的樣本

	1	2	3	4	5	6	平均
保留 時間	2分 53秒	2分 40秒	2分 44秒	2分 49秒	2分 52秒	2分 38秒	2分 46秒
滲透 時間	5分 06秒	5分 07秒	4分 59秒	4分 49秒	4分 53秒	5分 06秒	5分 00秒
停止 時間	6分 51秒	7分 00秒	7分 02秒	6分 58秒	7分 05秒	6分 55秒	6分 58.5秒
流出 水量	291 cc	284 cc	285 cc	281 cc	279 cc	293 cc	285.5 cc
吸收 水量	709 cc	716 cc	715 cc	719 cc	721 cc	707 cc	714.5 cc

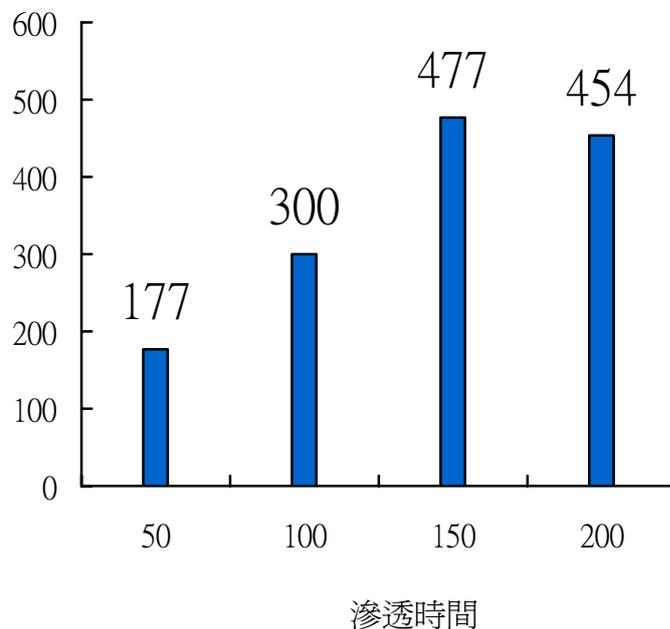
表三：1 kg腐植土混合 150 cc水的樣本

	1	2	3	4	5	6	平均
保留 時間	2分 55秒	2分 49秒	2分 44秒	2分 47秒	2分 44秒	2分 40秒	2分 46.5秒
滲透 時間	7分 58秒	7分 56秒	8分 00秒	7分 49秒	7分 55秒	8分 04秒	7分 57秒
停止 時間	9分 03秒	9分 07秒	9分 12秒	9分 06秒	9分 14秒	9分 12秒	9分 09秒
流出 水量	304 cc	298 cc	290 cc	293 cc	297 cc	303 cc	297.5 cc
吸收 水量	696 cc	702 cc	710 cc	707 cc	703 cc	697 cc	702.5 cc

表四：1 kg腐植土混合 200 cc水的樣本

	1	2	3	4	5	6	平均
保留 時間	2分 38秒	2分 26秒	2分 36秒	2分 33秒	2分 28秒	2分 31秒	2分 32秒
滲透 時間	7分 40秒	7分 37秒	7分 31秒	7分 25秒	7分 38秒	7分 33秒	7分 34秒
停止 時間	7分 31秒	7分 33秒	7分 37秒	7分 41秒	7分 34秒	7分 40秒	7分 36秒
流出 水量	341 cc	344 cc	355 cc	353 cc	341 cc	351 cc	347.6 cc
吸收 水量	659 cc	656 cc	645 cc	647 cc	659 cc	649 cc	652.5 cc

1.



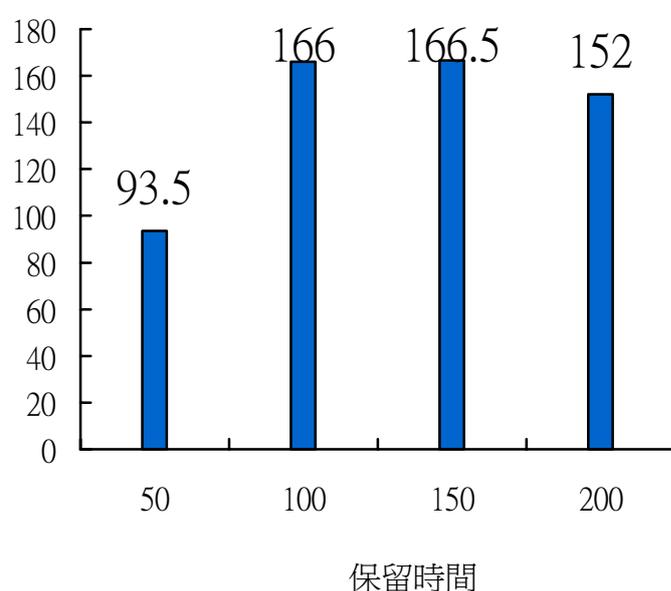
(1)說明：

以滲透時間來說，50 cc、100 cc、150 cc的圖形，數據成長的比較平均，而 200 cc的則也和之前的趨勢較不同，稍稍的往下降。

(2)討論：

a.以滲透時間最高和最低的數據來看，150 cc水停在土表的時間約為 50 cc的 2.7 倍，然而按照實驗結果，水過慢的滲入土中，容易形成小水潭，甚至形成水流，所以要土石流發生率降低，就是要滲透時間短，也就等於吸收水分的速率要快。看似含 50 cc的樣本最好，但是若搭配停止時間來看，其延長的時間卻非常的短，亦即水會非常快速穿過腐植土，推論可能是因為乾燥，土壤間的空隙大，水才會快速穿過。

2.



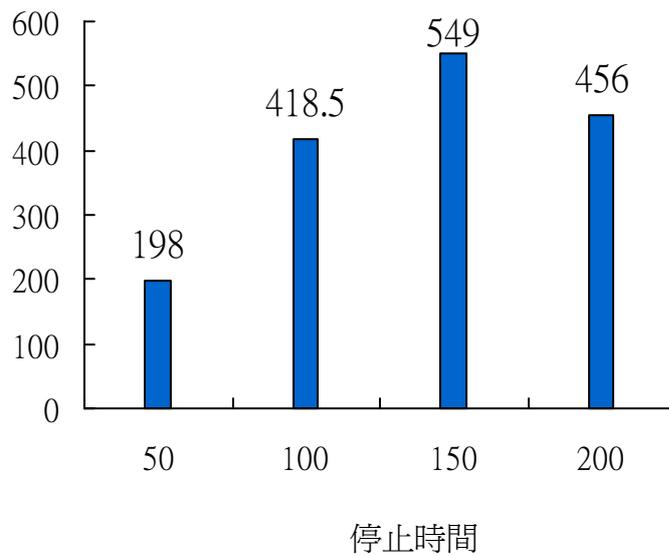
(1)說明：

以保留時間來說，加入 100 cc及加入 150 cc的保留時間較長，也比較相近。而 200 cc的樣本則不同於之前的趨勢，不增反減。

(2)討論：

a.以保留時間最高和最低的數據來說，150 cc的數據約是 50 cc的 1.8 倍，但保留水分的能力卻不全是因含水量而無限制的增加。在 100 cc、150 cc時增加的幅度已特別小了，到 200 cc時更是往回縮，可見含水量到一定的程度，保水能力就會減低。由此可知，本身含水量過低(50cc)的土壤，將較無法把水分留住，以致於水分一進入土壤就快速的流失。反之，含水量適中的 150cc 的樣本，則較能減緩水分向下流的速率。

3.



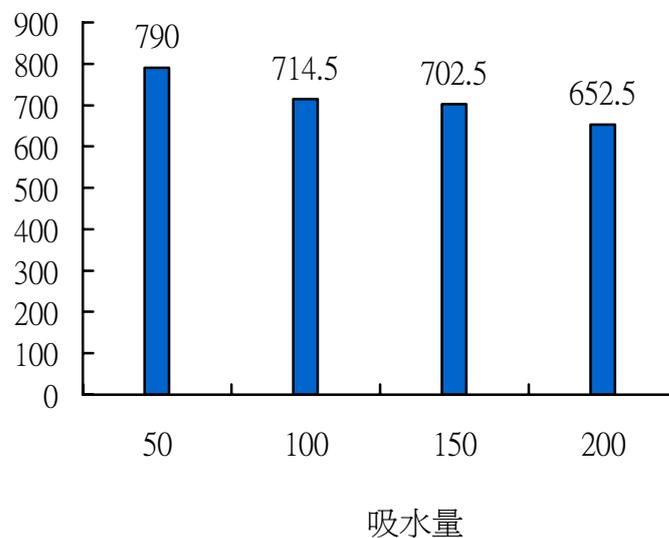
(1)說明：

以停止時間來說，前三項圖形比較平均的上升，而 200 cc的樣本則是和先前趨勢較不同，稍稍的下降。

(2)討論：

a.以停止時間的數據來說，水保存在土壤中的時間，隨著樣本的自身含水量的增加而上升，而到了加入 200 cc的數據時，又往下降。以 50 cc和 150 cc的數據來看，150 cc的約為 50 cc的 2.8 倍之久，再看 150 cc和 200 cc，發現 200 cc的圖形是不增反減的，代表吸收水分的能力增加，在到達一定程度後，隨即向下減低。

4.



(1)說明：

以吸水量來說，由 50 cc向 200 cc緩緩遞減。

(2)討論：

a.就吸收水量來說，50 cc的吸收水量最多，依序減低，至 200 cc的最少吸水量。看似 50 cc的最佳，但其實並非如此。比較以上的數據，其實能發現，每個數值的差異性並不大。甚至把吸水量最少的 200 cc樣本，加上原先較 50 cc樣本多的水量，還超過了 50 cc的數值。所以推論，加入的水量雖會影響到各項吸水能力，卻不會影響到總吸水量。

(三)

總合上述的幾點，能降低土石流的腐植土所必須具備的條件就是一保留時間要長、滲透的時間要短(吸收速率快)、停止(延遲流水)的時間要長。由上方實驗可知(先不討論不影響結果的總吸水量)：加入 50 cc的，滲透速率雖快，卻無法把水分久留、保存；加入 100 cc的，在以上的實驗中算是比較優良水土的比例；150 cc的，雖然各能力都不差，卻需要過長的時間來將水吸入土中；加入 200 cc的樣本，各項能力總是在走下坡的轉折點。所以，由此推論每公斤土含有 100 cc左右的水分對土石流發生率的降低是有幫助的。

## 陸、結論

- 一、實至那瑪夏鄉各土石流發生地探勘後發現，落葉腐植土較厚的地方，土壤普遍流失就少。另外，遭受開墾的地區，多遭大量剷除腐植土，以至於大雨一來就容易產生土石流。又這些土石流發生地，因腐植土隨上次的土石流而流失，使其缺乏保護，那在發生一次土石流的機會就大大上升了。
- 二、就腐植土和一般土的比較發現，腐植土不論是滲透速率、吸水量……都較一般土好上許多，此即表示腐植土不但能夠迅速將雨水吸收至土壤中，而且吸水量還遠比一般土高上許多，間接證實了腐植土的存在，對山坡地而言是有一定的必要性的。
- 三、過去的認知，也許會是——山坡地越乾會越好，能吸更多的水，但從實驗中發現，太乾的腐植土，吸水雖然很快，但出水更快，保水量更是少，完全無法保護山坡地的安全，大雨只要一來，很有可能就會發生土石流。
- 四、由上可以證明，山坡地的開墾，不只是樹木不可以隨意砍伐，連地上的腐植土也不可清除，因為，樹木林象、落葉、腐植土、土壤潮溼度，是構築堅固山林防護網缺一不可的要

素。因為，有樹才會有落葉，有落葉才能形成腐植土，高大的樹林避免腐植層受到陽光直接照射，而導致過於乾燥，有溼度的腐植層能迅速吸收水分、涵養水分，如此才能避免土石流失以及土石流的發生。莫拉克風災我們應該記取教訓，還給山林一個喘息的空間，讓那一層已被人類破壞殆盡的腐植層恢復生機，相信一段時間後，它還是會再次成為大地的海綿寶寶的。

## 柒、未來展望

一.更細部的分析腐植土內，各種組織比例與吸水能力的差異性及相互影響程度，並以此為依據，嘗試去研發出一種極類似腐植土的材料，卻又大大改善了腐植土的缺點——長時間的生成。將此材料鋪設在山坡地上，改善土石流失的情形，更降低土石流的發生率。

## 捌、參考資料

一.行政院農業委員會水土保持局-土石流防災資訊網。民國 98 年 12 月 4 日，取自：

<http://246.swcb.gov.tw/default-1.asp>

二.中央氣象局-颱風資料庫—莫拉克。民國 98 年 12 月 20 日，取自：

[http://rdc28.cwb.gov.tw/data.php?num=2009080804&year=2009 &c\\_name=莫拉克  
&e\\_name=MORAKOT](http://rdc28.cwb.gov.tw/data.php?num=2009080804&year=2009 &c_name=莫拉克&e_name=MORAKOT)

## **【評語】 040505**

作者以實地探查觀察，提出獨特創新的想法，並自行設計器材進行實驗加以驗證，值得嘉許。唯推論宜更嚴謹，實驗取樣點宜再多量、多元，可使結論更具推廣性。