

2023 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

國中組 成果報告表單

題目名稱：「土」飛猛進！土石流影響因素之探究

一、摘要

本研究探討了單位時間降雨量對土石流的影響；降雨時間對土石流的影響；也探討了不同的植被密度對土石流的影響。從實驗結果，我們發現單位時間內降雨量越大、降雨時間越久，沖刷的土壤更多，沖刷的水中混有的泥沙比例也越高，反之，若我們所種的植被越密集，沖刷的土壤就能降低，甚至沖刷的水中混有的泥沙比例也會下降，因此能達成水土保持的效果。降雨量及時間是我們現今無法掌控，或是必須要用高額的成本去維持的，若為了避免土石流的危害，我們必須維護植被的存在，水土保持才能永續進行。

二、探究題目與動機

所謂的土石流，是指泥、砂石、礫石及巨石等和水混合後，受到重力作用的影響，沿著斜坡或河道、溝渠等路徑，由高處流到低處的自然現象。我們的家鄉位在山區，時常大雨過後會發生土石流造成損失，也很危險，所以我們希望可以藉由實驗更加了解土石流的成因，是否大雨過後就會有土石流？還是即使綿綿細雨也能產生土石流？國小曾經學過，有植被的土壤可以減緩土石流，這是真的嗎？

因此，我們記錄在不同植物密集度，以及不同降水量下，被沖刷的土量與水量，來研究樹木對於水土保持的重要性。

三、探究目的與假設

(一)單位時間內，不同降雨量對沖刷土壤量及水量之關係

(二)降雨時間對沖刷土壤量及水量之關係

(三)植被密集程度對沖刷土壤量及水量之關係

四、探究方法與驗證步驟

(一)實驗裝置製作：

土石流發生原因主要有三個：(1)豐富的堆積物：足夠的鬆散土砂提供土石流中所需的固態物質。(2)充份之水分：充分之水分能降低土石流中土砂之間的摩擦力，是很好的潤滑劑，能夠幫助固態物質流動。(3) 足夠的坡度：足夠大的斜面坡度讓土石流有流動的動力，使土石流能克服土石間的摩擦力後繼續向低處流動。

為了達成上述三個要件，我們設計了土石流的觀察裝置，各部位裝置如圖一至圖三所示，主要使用課桌椅作為底座，並於上方放置土壤盆，透過蓮蓬頭所作的降雨裝置，將土壤盆中的土壤沖刷下去，透過水管製的滑落軌道，送至下方的土石收集裝置中，其各部位構造詳細說明如下方文字敘述。

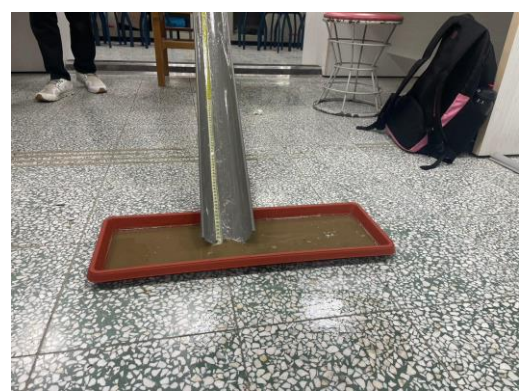
1. 底座：將兩把椅子以立著的方式放著，如圖一及圖二所示。
2. 土壤盆：將校園中的土放入花盆中，作為被沖刷之土壤，如圖一所示。
3. 降雨裝置：用滴定管支架架起蓮蓬頭，如圖一所示。
4. 滑落軌道：土石流的發生坡度為 15 度至 30 度，故本研究在土壤盆上挖個半圓形的洞再把縱切的的水管接上作為山坡讓土流下，坡度定為距離水平面 30 度，如圖二所示。
5. 土石收集裝置：把水桶擺在水管下以蒐集留下的土，如圖三所示。



圖一、蓮蓬頭降雨裝置



圖二、土石滑落軌道

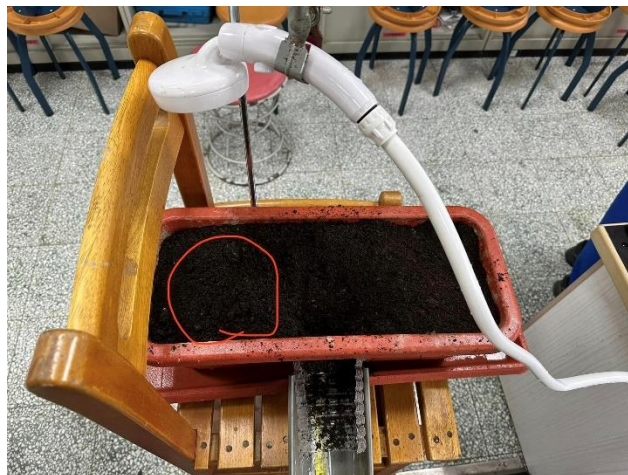


圖三、土石流收集裝置

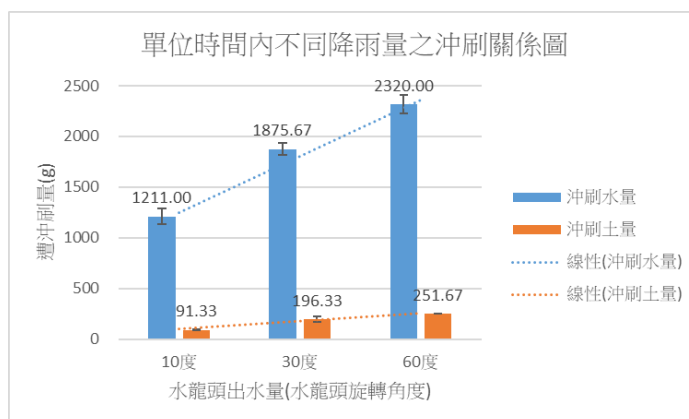
(二)實驗設計與結果：

1. 實驗一：單位時間內，不同降雨量對沖刷土壤量及水量之關係

透過轉動固定的水龍頭角度，來控制降雨量，分為水龍頭轉 10 度、30 度及 60 度共三組，並統一降水於圖四位置共 30 秒，測量三次沖刷之土壤量及水量後，其關係圖如圖五所示：



圖四、降水位置圖



圖五、單位時間內降水量之沖刷土壤與水量關係圖

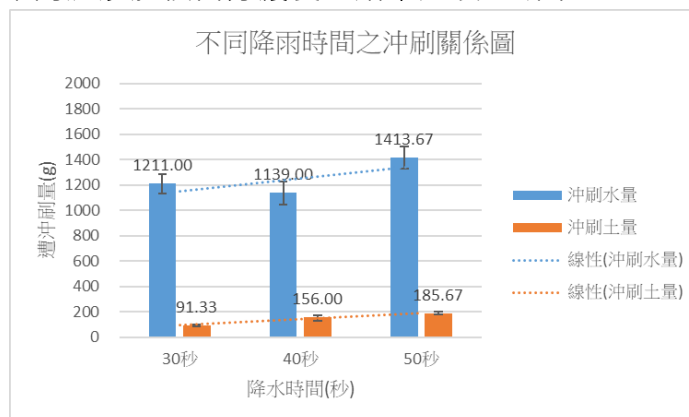
從圖五我們可知，單位時間內隨著降水量的增加，不論是沖刷的水量或是土量都有增加，呈現正相關。而且比較了三者沖刷下來的泥沙體積百分濃度發現，隨著單位時間的降雨量增加，沖刷之泥沙百分濃度也有提升，結果如表一所示：

表一、降水量對沖刷泥沙重量百分濃度之關係

降水量	遭沖刷之泥沙重量百分濃度
	(公式： $\frac{\text{土量}}{\text{土量}+\text{水量}} \times 100\%$)
10 度	7.01%
30 度	9.48%
60 度	9.79%

2. 實驗二：降雨時間對沖刷土壤量及水量之關係

為了研究降雨時間對沖刷土壤量及水量之關係，我們將降水量固定於 10 度，並透過降雨 30 秒、40 秒及 50 秒，來觀察其沖刷土壤量及水量，結果如圖六所示。另外，也比較了三者沖刷下來的泥沙體積百分濃度，結果如表二所示：



圖六、降雨時間對沖刷土壤量及水量之關係

表二、降雨時間對沖刷泥沙重量百分濃度之關係

降雨時間	遭沖刷之泥沙重量百分濃度 (公式： $\frac{\text{土量}}{\text{土量}+\text{水量}} \times 100\%$)
30 秒	7.01%
40 秒	12.05%
50 秒	11.61%

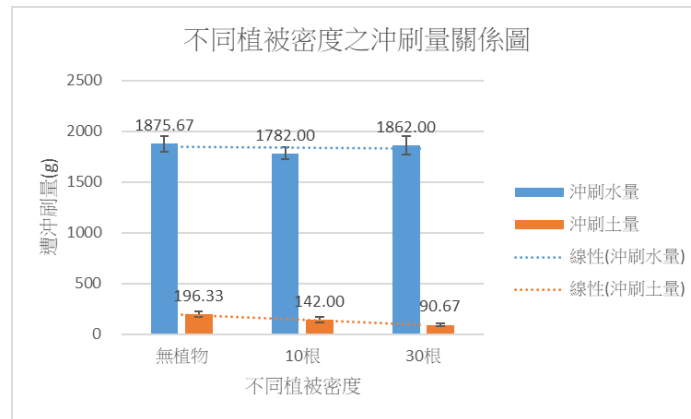
從圖六的結果來看，仍然降雨時間越長，其沖刷之土壤量越多，但沖刷之水量的結果並不如實驗一明顯，我們推測原因在於土石流的流速非常重要，單位內降水量充沛的話，其沖刷力較高，水量出來得更多，但如果是相同的降水速率，雖然降水時間越長仍會沖刷較多的土壤與水，但水量也會被含有的土壤所吸收，沖刷下來的水量可能就沒這麼多，而比較表二的結果，含有的泥沙百分比，也會隨著降雨時間越長而趨緩。

3. 實驗三：植被密集程度對沖刷土壤量及水量之關係

為了研究植被密集程度對於沖刷土壤量及水量之關係，我們透過插入免洗筷，當作植物之根系，如圖七所示，並將實驗組分為三組，分別為：(1)無植被、(2)插入 10 根免洗筷、(3)插入 30 根免洗筷，固定變因為水龍頭轉 30 度，降水時間 30 秒，最後繪製出關係圖如圖八所示，另外，也比較了三者沖刷下來的泥沙體積百分濃度，結果如表三所示：



圖七、插入 10 根免洗筷



圖八、植被密度對沖刷土壤量及水量之關係

表三、植被密度對沖刷泥沙重量百分濃度之關係

植被密度	遭沖刷之泥沙重量百分濃度
	(公式： $\frac{\text{土量}}{\text{土量}+\text{水量}} \times 100\%$)
無	9.48%
10 根	7.38%
30 根	4.64%

圖八結果顯示，沖刷之土壤量，會隨著植被密度越高而越少，呈現負相關的成長；但水量的影響就比較不明顯。但比較表三，遭沖刷之泥沙百分濃度，會隨著植被密度越高，而越來越少。從這個實驗我們可以發現，的確植被的存在，可以達到水土保持的功效，確實留住土壤量，避免遭到沖刷。

五、結論與生活應用

從實驗結果我們發現不論是單位降雨量增加或降雨時間增加，都會造成土壤流失增加，同時混有泥沙的重量百分濃度也增加；而植被密度越高，則可以有效降低土壤流失。降雨量及降雨時間是我們現今無法掌控，或是必須要用高額的成本去維持的，若為了避免土石流的危害，我們必須維護植被的存在，水土保持才能永續進行。

參考資料

- 一、土石流及大規模崩塌防災網，取自：https://246.swcb.gov.tw/Info/Debris_Introduction
- 二、于可、邱奕旻、林億和(2019)。水土比一比。第 59 屆中小學科展作品。