

屏東縣第 64 屆國中小學科學展覽會

作品說明書

科 別：地科組

組 別：國中組

作品名稱：留得住「泥」-邊坡防治對於水庫淤積影響之研究

關 鍵 詞：水庫淤積、邊坡防治、降雨

編號：B5008

目錄

摘要	P1
壹、前言(含研究動機、目的、文獻回顧)	P2
貳、研究設備及器材	P4
參、研究過程或方法	P5
肆、研究結果	P8
伍、討論	P18
陸、結論	P18
柒、參考資料及其他	P19

摘要

以淤積成因而言，水庫泥沙來源來自外部沖刷，同時也會因周邊地貌與邊坡防治程度而讓淤砂量有所舒緩。過往邊坡防治議題雖屢有被提及，但在實務層面上受限於經費問題故整治工作著力有限。我們期待去量化影響淤積量的外部環境條件，以評估特定邊坡環境是否已達到需要整治的程度。同時將探討現行水土保持策略，應綠化到何種程度才具備減緩淤積效果。結果顯示：黃沙土為最需高關注的防治地質，同樣降雨條件下崩落量較多。隨著雨量增大，砂土淤積的增加則會漸趨緩和。風勢方面，沒有颳風直接降雨的狀態反而更容易侵蝕地表造成淤積量增加。防治方面，種植植被可以緩解淤積，但也存在一個極值，大約覆蓋面積達 65%以上，減緩淤積效果就不會有太大的變化。

壹、前言

一、研究動機

近幾年來，各家新聞常常報導各地時常傳出缺水情況的議題，引起了大家的注意。台灣因為地形陡峭，降雨時雨水在陸地停留時間短，加上台灣雨季集中於夏季，全年降雨分布不均，因此若未有效蓄水則無法使用這些降雨帶來的水資源。水庫的建置能攔下這些稍縱即逝的水源。然而台灣的陡坡導致水流速度快，再加上雨勢又大又急，容易造成土石崩塌，使土石流入水庫當中，以致水庫容易淤積。這正是當前我們在新聞媒體經常聽到某地區又要限水、水資源不足的主要原因之一。雖然各地的水庫管理單位也嘗試著清淤，但是每年動員大量人力、資源，清淤成效卻顯示有限。

根據陳翰霖&張瑞津（民國 92 年）師大地理研究報告 第 39 期 曾文水庫對流量及輸沙量的影響，談及台灣雨季集中於春夏季，所以在秋冬時容易出現水源不足的狀況。曾文水庫興建後雖得以儲備湧水，卻也造成主流下游流量及輸沙量減少以及平原段河道侵蝕的現象。由前人研究可知，河道下游輸砂量減少源於水庫對砂土的攔截，截於水庫內的沙土又造成淤積以致儲水量減少。

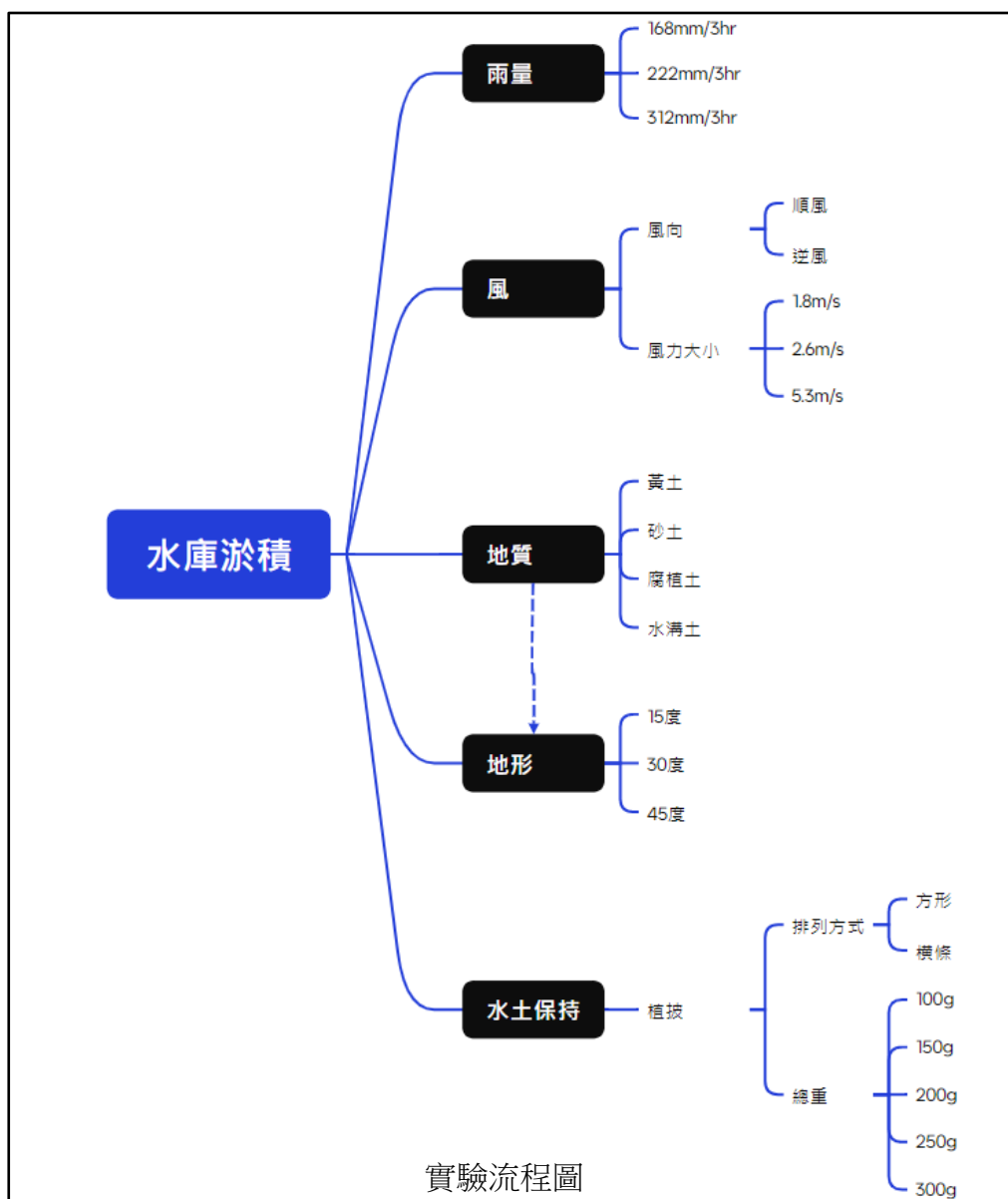
本研究團隊決定先從外界環境條件著手，探究降雨量、泥沙比、風向、風力大小、坡度大小對於土石易崩落程度和水庫淤積的影響。而後進一步嘗試模擬從水庫集水區進行保護工作，使山坡可以更加穩固，減少土石崩落流入水庫。我們將檢核水庫周邊山體植被覆蓋面積、植被排列方式以及在山坡上覆蓋網子是否能有效緩解泥沙堆積在水庫之情形。

二、研究目的









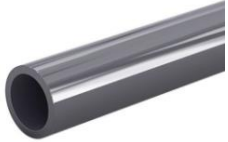




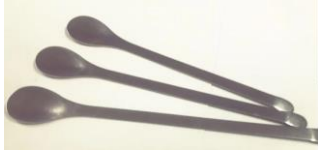
本研究旨在探討影響水庫淤積的各項環境因素，並嘗試以不同邊坡水土保持工程來減少泥沙崩落，從而達到減少水庫淤積的功效。在環境因素方面，邊波泥沙流往下游有賴外力搬移，故首先探討降雨沖刷對土石崩落量是否存在數量關係，而後探討土壤土質與降雨時的風量是否對降雨的泥沙沖刷量進一步產生影

響。最終我們利用土壤種植植被，檢視降雨沖刷所造成的泥沙淤積量是否能有效減少。我們預測會影響變因如以下條列：

- (一) 降雨大小是否影響淤積量
- (二) 土質關係是否影響淤積量
- (三) 風向是否影響集水區域
- (四) 風力是否影響水庫淤積量
- (五) 山坡坡度大小是否影響土石淤積量
- (六) 坡度植被覆蓋面積是否影響土石淤積量
- (七) 植被覆蓋方式是否影響土石淤積量



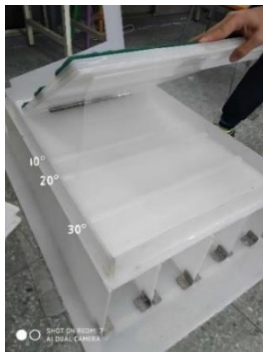
貳、 研究設備及器材

			
風管	電磁閥	蒸發皿	培養皿
			
菜瓜布	土	沙子	管束
			
PP 板	壓克力板	水苔	酒精燈、三腳架
			
噴頭	pvc 管	課桌椅	束帶
			
絞鏈	角鐵	刮勺	漏斗

				
陶瓷纖維網	壁掛式風扇	水龍頭	熱熔膠、熱熔膠 槍	電子秤

參、 研究過程及方法

一、製作設備



▲圖 1 模擬模型(長:100cm 寬:70cm 高:40cm，泥沙底盤及攔沙壩底盤使用 pp 板，水庫使用不漏水透明塑膠箱)菜瓜布是為了增加摩擦力



▲圖 2 降雨裝置(噴頭、軟水管、木條、電磁閥)

二、實驗設置

實驗一：降雨量是否與水庫淤積量存在線性關係

步驟 1-1 實驗組與對照組

實驗組:分別以時雨量 30 毫米、

時雨量 50 毫米以及時雨量 70 毫米(定點降雨)

對照組:無降雨(無泥沙淤積)

步驟 1-2 實驗設置及操作：

步驟 1-2-1 將泥沙放入模擬模型(坡度 45 度)

步驟 1-2-2 將降雨器放置模型上方

步驟 1-2-3 開啟水龍頭(90 度開 45 度開 67.5 度開)

步驟 1-2-4 測 30 分鐘雨量沖刷下來泥沙的重量

步驟 1-2-5 使用蒸發皿煮乾泥沙(排除水的重量)，使用電子秤測量土石重量

實驗二：土質對水庫淤積是否有影響

步驟 2-1 實驗對象

實驗對象: 黃土 腐植土 沙土 水溝土

步驟 2-2:實驗操作及裝置

步驟 2-2-1 將各個實驗的土質放在模型上(坡度 45 度)

步驟 2-2-2 以 90 度開啟水龍頭的降雨架，放置模型箱(定點降雨)

步驟 2-2-3 測量 30 分鐘

步驟 2-2-4 測量水庫淤積量(同步驟 1-2-5)

實驗三：風向不同是否會影響集水區崩落土石量

步驟 3-1 實驗組與對照組

實驗組:迎風組與背風組(5.3m/s 2.6m/s 1.8m/s)

對照組:無風

步驟 3-2 實驗操作及裝置

步驟 3-2-1 將砂土鋪至山坡模型上(坡度 45 度)

步驟 3-2-2 使用壁掛式風扇讓風速固定在 5.3m/s(強風) 2.6m/s(中風)
1.8m/s(弱風)的風速

步驟 3-2-3 將電扇分別放置在面對水庫的方向(迎風組)以及背對水庫的方向(背風組)

步驟 3-2-4 測量水庫淤積量(同步驟 1-2-5)

實驗四：風力大小是否影響水庫淤積量

步驟 4-1 實驗組與對照組

實驗組:分別以(5.3m/s 2.6m/s 1.8m/s)的風速實驗

對照組: 無風

步驟 4-2 實驗設置及操作：

步驟 4-2-1 將砂土鋪至山坡模型上(坡度 45 度)

步驟 4-2-2 將壁掛式電扇及自動降雨器開啟(依照實驗組風速開啟電扇
風力大小)

步驟 4-2-3 測 30 分鐘雨量沖刷下來土的重量

步驟 4-2-4 測量水庫淤積量(同步驟 1-2-5)

實驗五：山坡坡度大小會影響土石的易崩落程度

步驟 5-1 實驗坡度

實驗坡度: 15 度 30 度 45 度

步驟 5-2:實驗操作及裝置

步驟 5-2-1 以坡度 45 度鋪土(砂土)

步驟 5-2-2 以 90 度開水龍頭的降雨架，放置模型箱上方

步驟 5-2-3 測量水庫淤積量(同步驟 1-2-5)

實驗六：植被重量占比是否與水庫淤積量有線性關係(折線圖)

步驟 6-1 實驗組與對照組

實驗組:水苔重量 100 150 200 250 300(g)

對照組: 0(g)

步驟 6-2 實驗操作及裝置

步驟 6-2-1 將砂土鋪至山坡模型上(坡度 45 度)

步驟 6-2-2 將各實驗組的水苔重量埋入土壤 0.5cm

步驟 6-2-3 以 90 度開水龍頭的降雨架，放置模型箱上方

步驟 6-2-4 測量水庫淤積量(同步驟 1-2-5)

實驗七：植被的排列方式對水庫淤積量有影響(柱狀圖)

步驟 7-1 實驗組與對照組

實驗組: 方形、橫排 線條寬度 3,6mm(覆蓋面積 50%)

對照組: 無植被

步驟 7-2 實驗設置及操作：

步驟 7-2-1 將沙比土比例 1:1 且質量相等的沙土以模擬模型於底座上堆置

步驟 7-2-2 將等量的苔癬(覆蓋面積 50%)埋入，不同排列 方式(上述實驗組)

步驟 7-2-3 使用降雨架(水龍頭 90 度開的降雨量)模擬降 雨

步驟 7-2-4 測量水庫淤積量(同步驟 1-2-5)

步驟 7-2-5 以柱狀圖紀錄淤積量

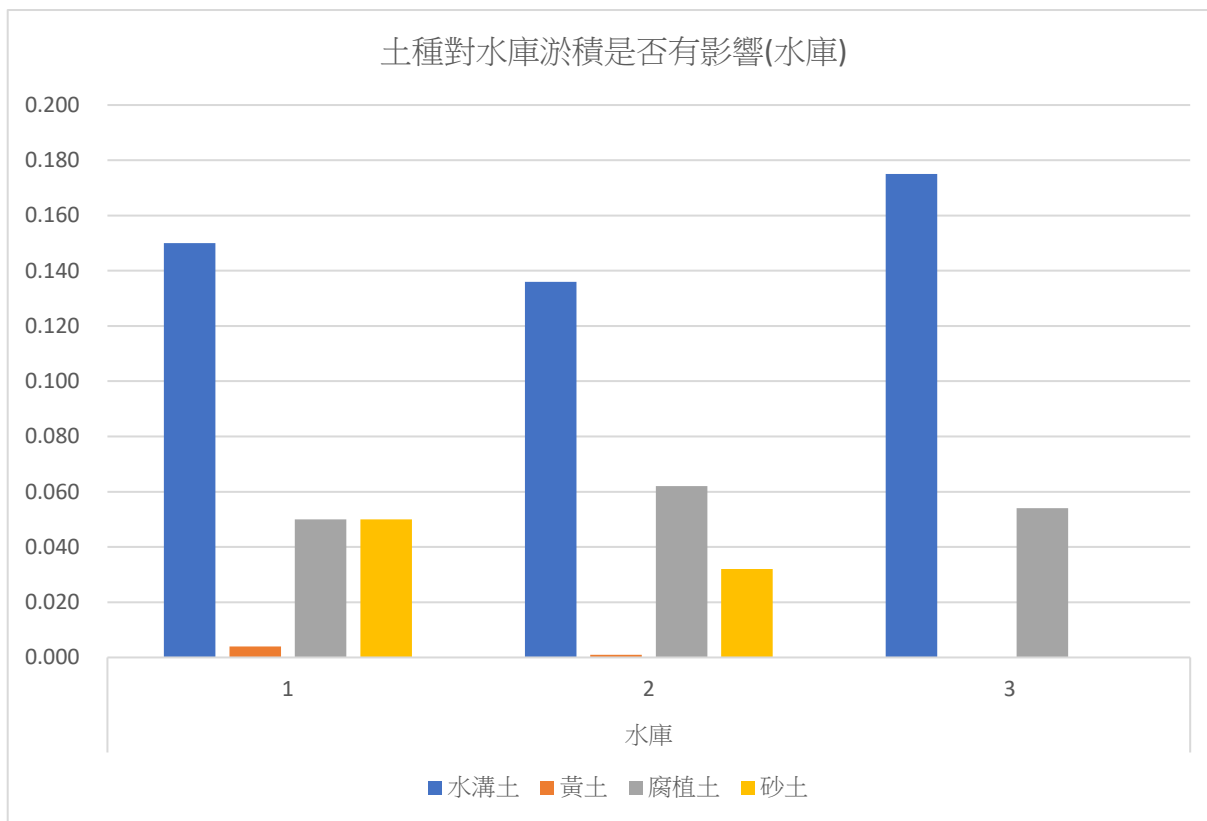
肆、 研究結果

實驗一:土質對水庫淤積是否有影響

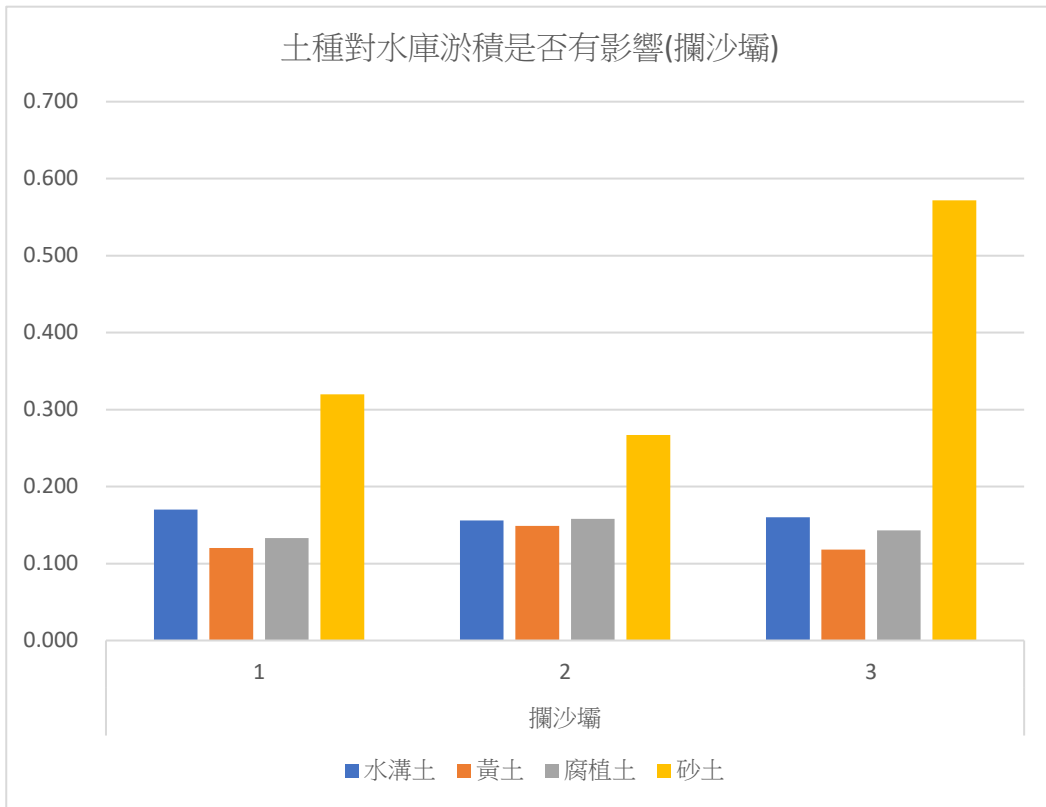
		水溝土	黃土	腐植土	砂土
攔沙壩	1	0.170	0.120	0.133	0.320
	2	0.156	0.149	0.158	0.267
	3	0.160	0.118	0.143	0.572

水庫	1	0.150	0.004	0.050	0.050
	2	0.136	0.001	0.062	0.032
	3	0.175	0.000	0.054	0.000
平均	攔沙壩	0.162	0.129	0.145	0.386
	水庫	0.154	0.002	0.055	0.027
標準誤	攔沙壩	0.004	0.010	0.007	0.094
	水庫	0.011	0.001	0.004	0.015

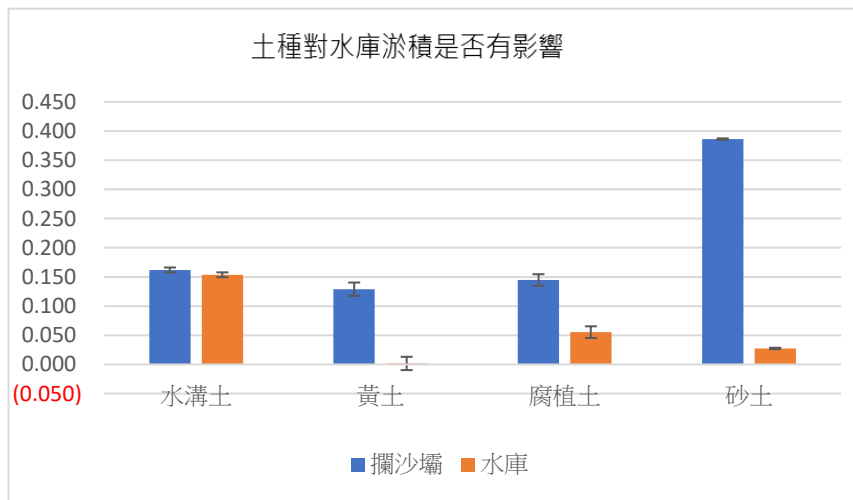
▲表一：砂土最容易崩落



▲圖 3 水溝土最易沉積到水庫中



▲圖 4 砂土較易流入攔沙壩但不易流入水庫



▲圖五

水溝土攔沙壩與水庫中含沙量相差無幾可能是因為水溝土是在實驗中後段才開始崩落的當時攔沙壩中的水量已經接近全滿，黃土則是看起來很多但其實都是細小的顆粒所以重量極低，而沙土在攔沙壩中的量很多但水庫中量卻很少我們推測是因為沙土與砂土之間的空隙很大水

容易灌入但也因重量太大而不易流入水庫。最容易流入攔沙壩中的是砂土，而最容易流入水庫的則是水溝土。

做完這個實驗我們發現

- 1.砂土是四種中最容易崩落的土種，但我們推測因為砂土的顆粒最大所以不易流入水庫中。
- 2.黃土是容易被雨水沖下小顆粒。
- 3.水溝土是在 20 分鐘後才開始崩落。
- 4.腐植土本身保水力強的緣故當超過可吸收的水量後才開始緩慢的流失。

所以我們後續的實驗皆使用砂土來進行

實驗二：降雨量是否與水庫淤積量存在線性關係

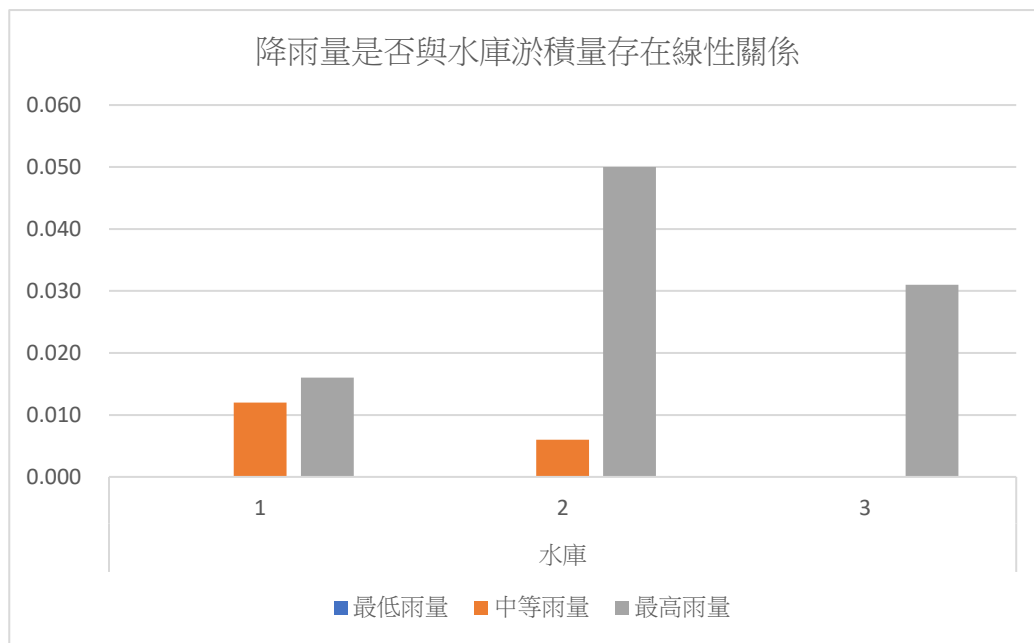
		最低雨量	中等雨量	最高雨量
攔沙壩	1	0.098	0.301	0.320
	2	0.179	0.365	0.375
	3	0.125	0.264	0.572
水庫	1	0.000	0.012	0.016
	2	0.000	0.006	0.050
	3	0.000	0.000	0.031
平均	攔沙壩	0.134	0.310	0.422
	水庫	0.000	0.000	0.032
標準誤	攔沙壩	0.024	0.030	0.076
	水庫	0.000	0.000	0.010

表二 降雨量水庫淤積量實驗數據

小結論

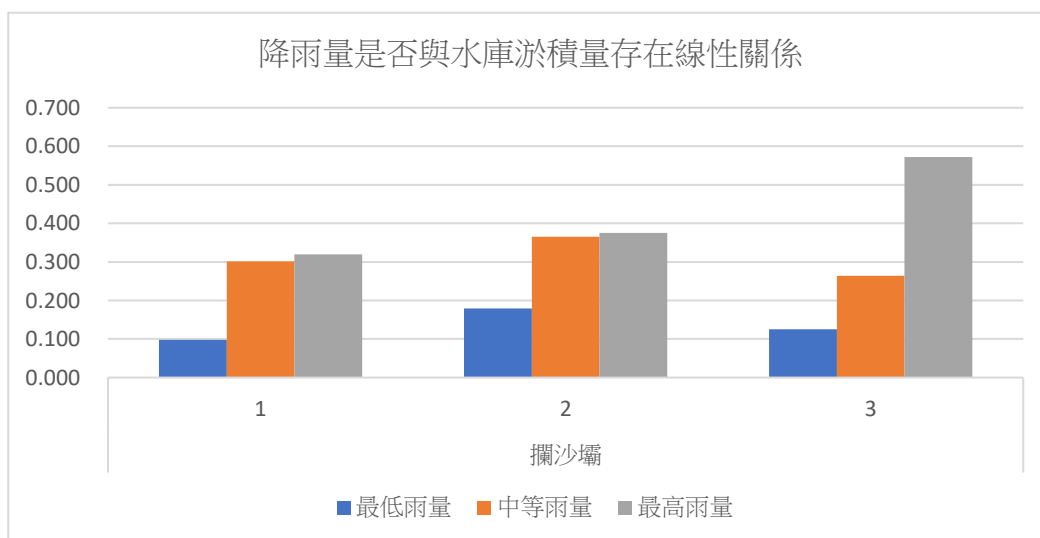
1.泥沙淤積量與雨量不存在線性關係

2.上升並不是等比例上升



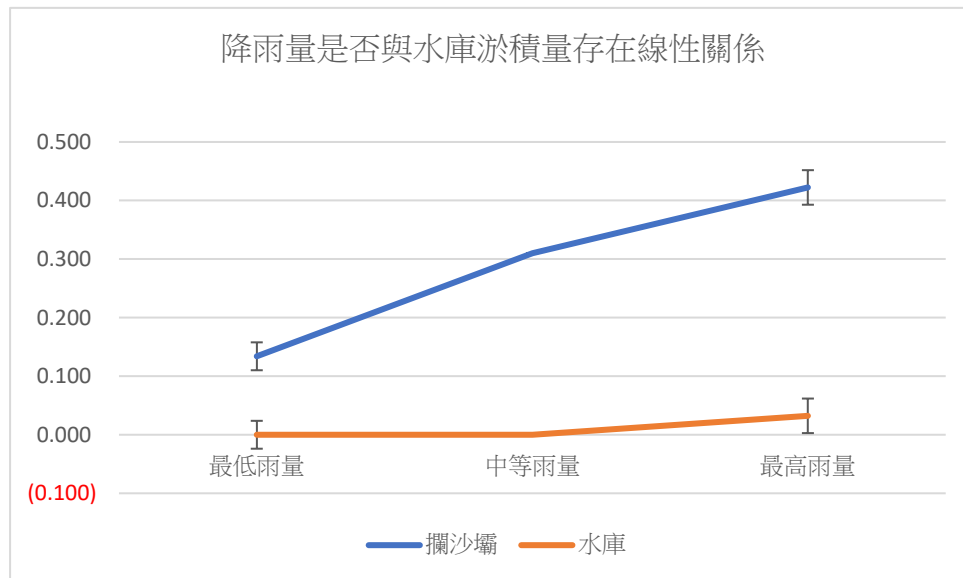
▲圖六

從圖 6 中，我們發現隨著雨量的增多以及減少，水庫的淤積量也隨之做變化(雨量越多，淤積量也多；雨量越少，淤積量也少)



▲圖七

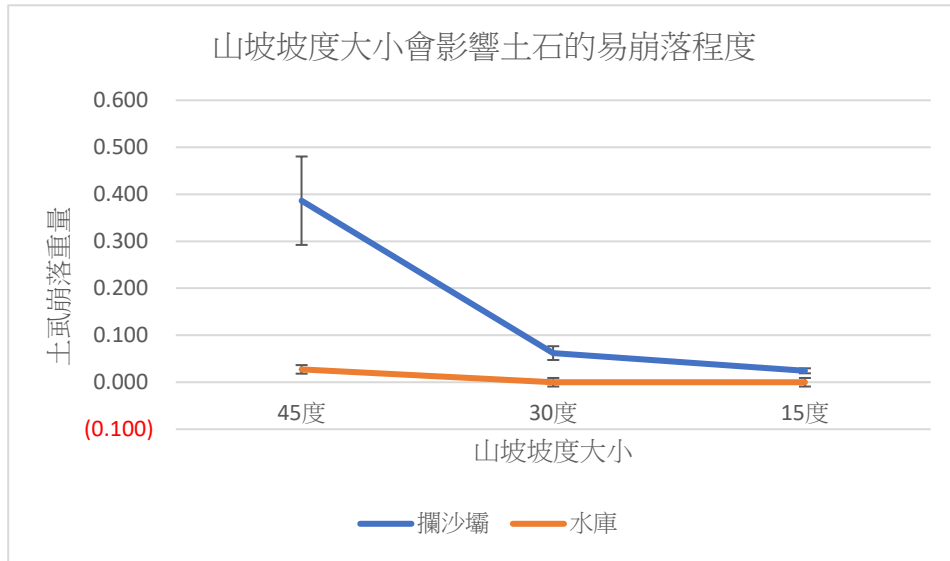
從圖 7 中的第 1 次實驗及第 2 次實驗，我們發現中等雨量與最高雨量的攔砂壩淤積量差距不明顯，但是第 3 次實驗最高雨量與中等雨量的差距就非常明顯，可能是因為沙子比例不同所導致。



▲圖八

從圖 8 中，我們發現水庫的淤積量明顯少於攔沙壩的淤積量，且隨著雨量的增多，差距也逐漸擴大。

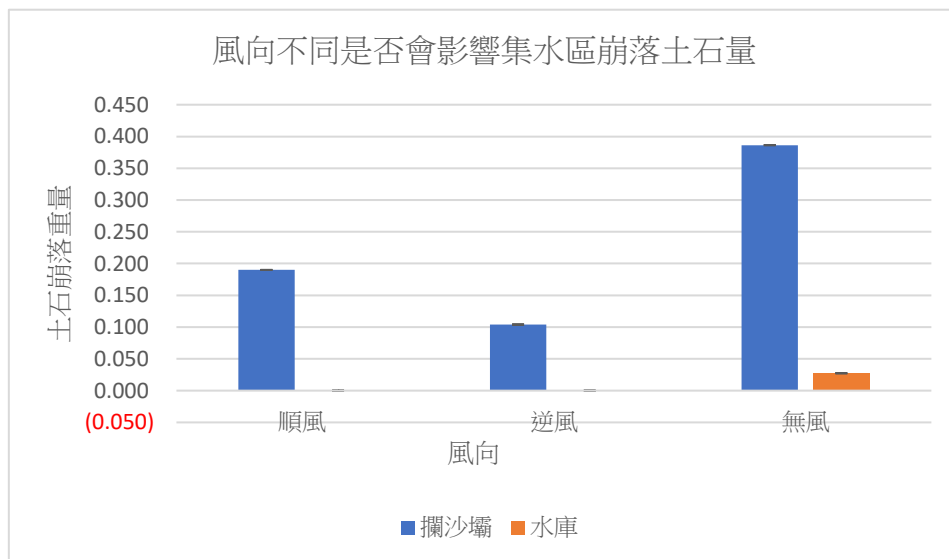
實驗三:坡度大小是否影響水庫淤積



▲圖九

從圖 1 中，我們看到 45 度山坡坡度的土石崩落重量，都比 30 度及 15 度山坡坡度的土石崩落重量還重大約 0.32g 及 0.36g，並且水庫淤積的現象也只出現於 45 度山坡坡度的實驗結果。

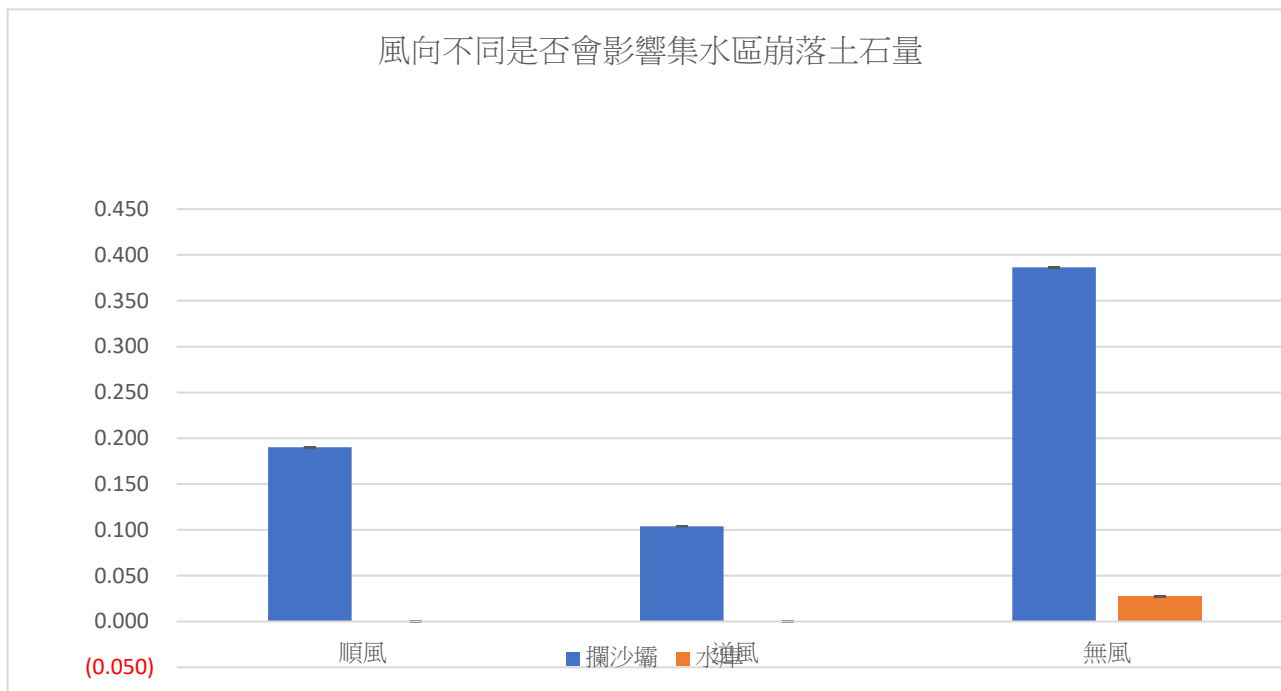
實驗四:風力大小是否影響水庫淤積



▲圖十

從圖 2 中，我們看到的實驗結果(水庫及攔砂壩淤積重量)無風實驗組多於順風實驗組(0.2g)

順風的實驗組多於逆風的實驗組(0.075g)，且只有無風的實驗組才表現出水庫淤積的現象(0.025g)。



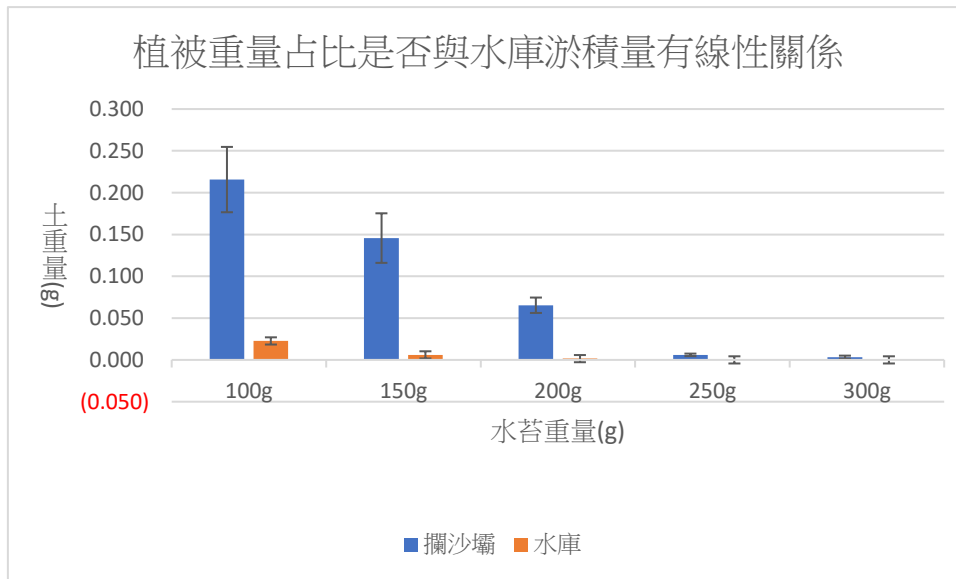
▲圖十一

從上圖可得知，順風對淤積重量有變少。(用 1.8m/s 的實驗組與順風的實驗組作為依據) 風速從弱風到中風出現淤積減少的趨勢，我們猜想，風速在弱風與中風之間，或許存在一個極值。

實驗五: 植被重量占比是否與水庫淤積量有線性關係

		100g	150g	200g	250g	300g
攔沙壩	1	0.292	0.104	0.061	0.007	0.006
	2	0.163	0.203	0.083	0.008	0.004
	3	0.192	0.130	0.052	0.003	0.000
水庫	1	0.030	0.013	0.000	0.000	0.000
	2	0.008	0.000	0.003	0.000	0.000

	3	0.030	0.005	0.000	0.000	0.000
平均	攔沙壩	0.216	0.146	0.065	0.006	0.003
	水庫	0.023	0.006	0.002	0.000	0.000
標準誤	攔沙壩	0.039	0.030	0.009	0.002	0.002
	水庫	0.011	0.004	0.001	0.000	0.000



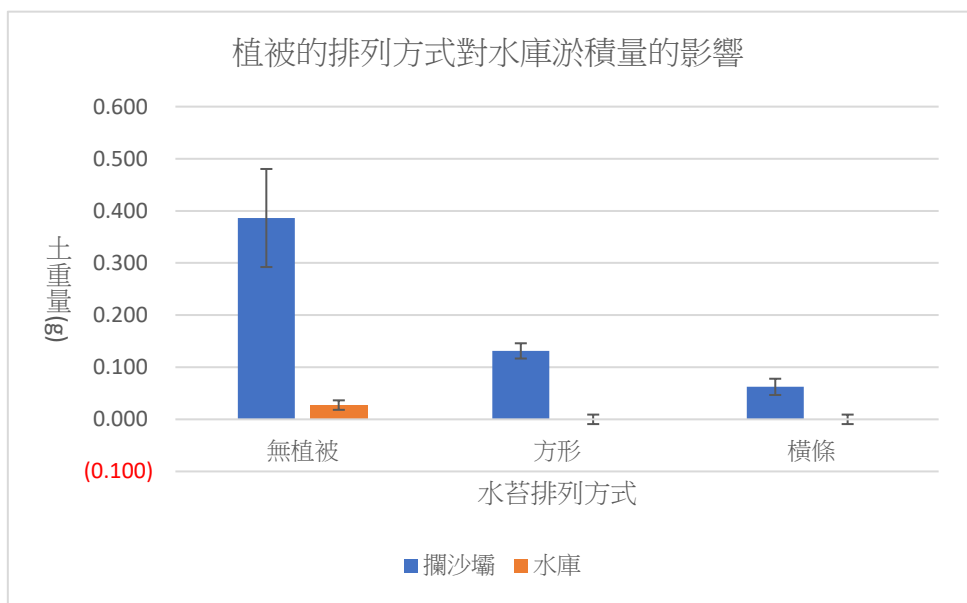
▲圖十二

做完這個實驗我們發現

水苔的重量的占比越高，水庫淤積量越少，並且當植被量來到 **250g** 以上時可以減少的就非常有限了，我們推測這是因為每一條都有可以固土的最大值當超過這個值時就會有大量的泥沙被沖下，同理當小於這個值時便不會有太大的改變。

實驗六:植被的排列方式對水庫淤積量有影響

		無植被	方形	橫條
攔沙壩	1	0.320	0.158	0.075
	2	0.267	0.104	0.047
	3	0.572	0.132	0.065
水庫	1	0.050	0.000	0.000
	2	0.032	0.000	0.000
	3	0.000	0.000	0.000
平均	攔沙壩	0.386	0.131	0.062
	水庫	0.027	0.000	0.000
標準誤	攔沙壩	0.094	0.016	0.008
	水庫	0.015	0.000	0.000



▲圖十三

做完這個實驗我們發現

不論使用何種排列方式皆可以減少泥沙淤積量但橫條為效果最好的。

伍、 討論

根據賴進松、楊翰宗（2001）。水庫洩降沖刷試驗與模擬_台灣水利。這篇研究我們發現它和我們實驗的相似之處便是都是使用模型來模擬當時的情況，而我們認為實驗結果的不同是因為使用的土種,坡度,降雨量不同等的關係。我們認為下次還可以再做防護網的孔徑對泥沙淤積量的影響。

陸、 結論

我們根據一連串的實驗與數據分析得出以下結論

- (一) 水溝土,砂土,腐植土,黃土中砂土為最需要做好水土保持的地質，水溝土其次
- (二)攔沙壩在正常降雨量下確實可以起到很好的沉澱效果
- (三)雨量增大淤積的增加不按照比例
- (四)跟據實驗三實驗結果：我們想，山坡坡度越大，淤積量越多；相反的，山坡坡度越小，淤積量越少。
- (五)跟據實驗四實驗結果：我們發現，沒有風的實驗組反而淤積量越多。
- (六)跟據實驗四實驗結果：我們想，可能是因為風太大或是水重量太輕的關係，所以和水反而都被風吹走，造成無風的淤積量遠超於有風的淤積量。
- (七)土壤顆粒越大越容易有土石崩落
- (八)種植植被確實存在一個極值大約覆蓋面積達 65%以上的效果就不會有太大的變化

柒、 參考資料及其他

- (1)坡度. (2023, December 13). 維基百科自由的百科全書.
- (2)農村發展及水土保持目. (2020, October 6). 山坡地土地可利用限度分類標準. 全國法規資料庫.
- (3)詹勳全、李錦育、陳金諾. (2017, June 23). 山坡地土地可利用限度分類標準. 植生覆蓋模式對土壤沖蝕與土砂產量之影響 - 以印尼 Wadaslintang 集水區為例.
- (4)(2014, August 18). 水庫淤積嚴重怎麼辦？（二）石門水庫既有設施的防淤功能改善.
- (5) 陳翰霖 & 張瑞津（民國 92 年）師大地理研究報告 第 39 期 曾文水庫對流量及輸沙量的影響
- (6)(2019 年) 怎麼樣把百分比的坡度換算成度數的坡度
- (7) 胡原銘（2006）。曾文水庫集水區崩塌特性之探討〔碩士論文，長榮大學〕。華藝線上圖書館。
- (8)中華民國 51 屆科展得獎作品：「雨」出驚人-台灣地形降雨型態及變遷的探討
- (9)曾文水庫-維基百科自由的百科全書
- (10) 台灣降雨量之季節變遷研究. 2006. PhD Thesis.
- (11) 台灣水庫淤泥之性質研究. 2009. PhD Thesis.
- (12)(2020 年)全國法規資料庫-山坡地土地可利用限度分類標準
- (13) 賴進松、楊翰宗（2001）。水庫洩降沖刷試驗與模擬。台灣水利，49(3)，78-88。