

中華民國第 53 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 地球科學科

最佳(鄉土)教材獎

080511

大雨智水

學校名稱：臺北市內湖區碧湖國民小學

作者： 小六 黃怡捷 小六 許芯菱 小六 李敷嬋 小六 鄭宇秀	指導老師： 林其郁 徐國祥
---	---------------------

關鍵詞：雨量筒、滲透率

作品名稱

大「雨」智水

摘要

本研究透過自製簡易雨量筒的方式來監測區域性或局部的雨量。本研究嘗試使用不同材質來製作簡易雨量筒，其中輕黏土在多次雨水的侵蝕後會變得軟爛、不平整；而石膏在製作上因水與石膏粉的比例難掌握而失敗率較高；最後，彩色黏土不易變形、防水性佳，是最成功的雨量筒。

此外，本研究也測量了學校後山的排水孔出水量，從實驗結果來看，排水孔的出水量和山坡地的坡度有密切關係；研究發現滲透率最佳的是以草本植物所覆蓋的土壤層，第二是泥濘的土壤和碎石地。最後，臺北市近年來推廣「家家戶戶設置一個雨量筒」方案，本研究發現因雨量是區域性且較難預測，設置雨量筒可增加民眾對雨量的了解，並隨時對天然災提升警覺心，務必將災害的殺傷力減到最低。

壹、研究動機

全球都面臨颱風、豪雨等天然災害的威脅，我們發現，這些天然災害的主要關鍵幾乎都在於「雨量」的大小。台灣地區每逢夏、秋兩季，飽受颱風災害，颱風挾其大量雨勢造成各地嚴重災害，以及農作物、財產等損失。

六年級上學期時，在自然第一單元【天氣的變化】中，發現台灣每年夏秋兩季均受颱風的襲擊，大量的雨水與強風造成淹水及土石流等天然災害；而在第二單元【大地的奧秘】中，也學到流水對於地形景觀的影響及改變；在更早的三年級時，當時的自然課第三單元【認識天氣】就有天候的觀測及雨量的測量等相關內容。經由這些單元的學習，我們深深體會到雨水與地貌存在著某種因果關係。而水對地貌產生的改變，不僅在台灣常見，也是地球上各種地形地貌改變即形成

的主要原因。

在科展進行研究之前，我們從自然老師口中得知，十一年前曾經有一個震驚台灣的颱風，也就是在災民心中留下陰影的納莉颱風。當時造成大台北地區嚴重水患，台北市的捷運、車站都淹滿了水，甚至是以往不曾淹水的內湖區也發生土石流災害。透過老師的描述，讓我們深刻體會到災民的痛苦。

本組透過取得當年跟風災有關的資料發現，這次淹水慘劇發生的原因有三項：1.納莉颱風路徑特殊，時雨量太大 2.瞬間雨量過大，排水不易 3.抽水站失靈。而其中瞬間雨量過大，使得山坡地植被無法有效讓大量的雨水滲透，進而造成嚴重的土石流，而夾帶大量泥沙的土石直接衝刷至山下，而山下的排水溝讓大量的泥沙淤積，無法在短時間內讓雨水流入基隆河，使得災情變大。

因此，透過之前所學的知識來分析納莉颱風遭成災害的主要原因，並以校園內的後山做為主要的研究對象，首先分析後山的順向坡坡度、雨水侵蝕途徑及水量，進而製作出最簡單、最容易測量的雨量筒來監測區域性的降雨量，並進行雨量的觀測和分析，以了解不同雨量在後山順向坡所造成的影響程度，進而預測日後相同雨量對於內湖地區山坡地的侵蝕情形。

貳、研究目的

本研究基於上述研究動機，考量自身的研究能力與研究環境，以及可運用的資源後，經與指導老師討論後，將本次科展所之研究目的及要探討的主題說明如下：

一、後山擋土牆之雨水排水效果如何?

二、不同擋土牆排水孔之雨水出水量如何?

三、不同地面植被之雨水滲透效果如何?

四、自製雨量筒與氣象單位的雨量量測結果如何?

五、簡易型雨量筒之製作方法為何?

六、自製不同雨量筒之優缺點為何?

參、研究設備及器材

本研究所使用的材料多以回收物品為主，其中在實驗進行前，曾使用不同容量的寶特瓶，但部分寶特瓶並非「平底直筒」，影響量測的結果，因此，在研究進行前，花費較多的時間蒐集相關材料。

表 1 研究設備及材料一覽表

雨量筒的材料		接排水孔的桶子		其他	
2 公升汽水瓶	3 個	2 公升汽水瓶	3 個	滲透率測量筒	1 個
黏土	1 包	100 毫升量筒	2 個	相機	1 台
小石頭及卵石	數十個	水管	6 公尺	計時器	1 個
矽膠、矽膠槍	1 組	奇異筆	1 支	石膏粉 200g	1 包
捲尺	1 把	漏斗或塑膠杯	3 個	攪拌棒	2 支
美工刀	1 把	布膠帶	2 捲	5 公升礦泉水瓶	3 個
磚頭	數個	實驗告示牌	3 個		

肆、研究過程及方法

步驟一、決定測量雨量的方法

在進行研究前，本研究先將常用的雨量測量方式彙整及分析，測量雨量的雨量器有好幾種，最常用的是普通雨量器，這是利用一個量杯，直接讀出雨量。月雨量器每月測量雨量一次，容量比普通雨量器大。另一類雨量器屬於自記式儀器，有虹吸式及翻斗式兩種類型。自記式雨量器的記錄表捲在記錄筒上，該筒由時鐘裝置推動，通常軸心垂直，每天自轉一周，雨水進入虹吸式雨量器時將雨量器內的浮子提升，浮子帶動筆尖劃線在記錄表上。




而本研究所採用的雨量測量方式是使用自製的「平底直筒」式的容器，其製

作過程較上述兩種來的簡單些，且容器內的容量可以透過自行設計，較一般的雨量筒大很多。

步驟二、分析雨量筒的種類及原理

本研究除透過自行設計的平底直筒雨量器外，也將一般常見的雨量筒進行分析，並探討其優缺點。透過網路搜尋方式尋找各種不同型式的雨量筒整理如表 2:

表 2 不同形式雨量筒分析對照表

型式	照片	原理
標準型雨量器		直徑約二十公分、開口呈漏斗狀的筒子。當降雨時，雨水就沿著漏斗狀的開口往下滴掉進筒子。筒子裏放了一個有刻度的量杯，雨水最後就收集到這個量杯。
秤重式雨量筒		按所降落雨水之重量換算成降水深度，以表示降水量。在承雨口漏斗下有一儲水器，連接磅秤裝置或平衡重量裝置，記錄開始後所落降水，可連續自動記錄降水量之曲線。
虹吸式雨量筒		當虹吸式雨量筒內的水面升高時浮球隨水面升高垂直移動，帶動自記筆在自記紙上移動並劃線。

型式	照片	原理
傾斗式雨量筒		<p>當降水自雨量儀承水口注入一盛水斗內而達某一預定雨量時，即因本身重量而將水傾出；而同時另一盛水斗即移至承水口下，繼續承受降水。</p>

資料來源：http://content.edu.tw/senior/earth/yl_ld/content/6-1/common.htm

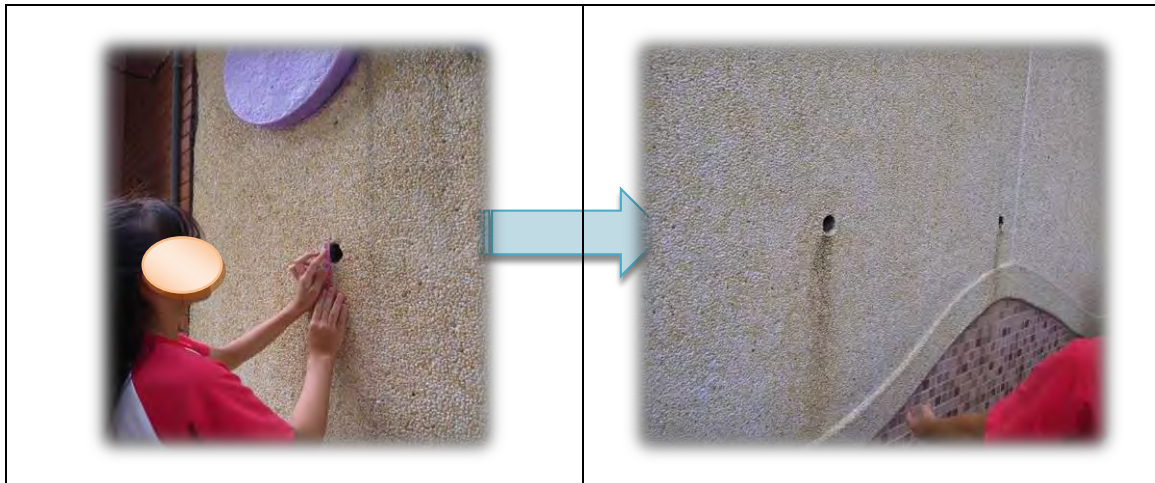
上述雨量筒雖有其優缺點，但也發現其製作過程較為繁瑣，而本組所設計的雨量筒在製作上較為簡易。

步驟三、選定後山擋土牆的排水孔及計量方式

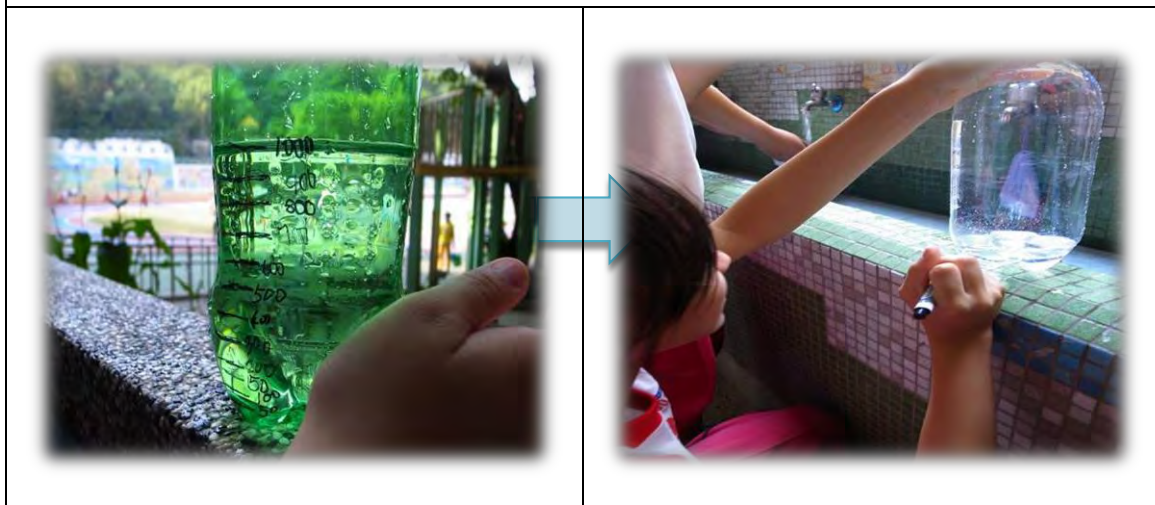
由於本校是環繞後山，依山而建，而後山與校舍之間是以擋土牆為分割，因此我們在後山的四周選了三個地點，分別是大門、後山（司令台後方）和誠敬樓後方，代表後山四周擋土牆，這樣才能測出後山四周的擋土牆的排水量有何差異。由於每面擋土牆的排水孔都有很多個，我們以隨機的方式選擇其中一個排水量最大的排水孔為觀察對象。而我們選定排水孔的是透過觀察水流痕跡，以排水孔的水痕越明顯，當作它的出水量越大。

步驟四、自製後山擋土牆的排水孔出水桶

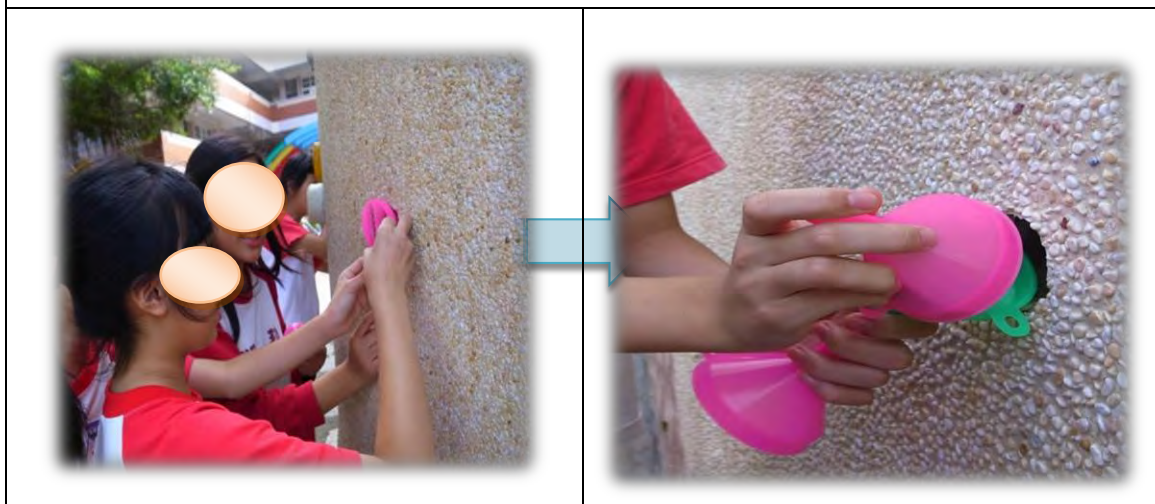
為了確實測量到只有從擋土牆排水孔出來的水，在製作接水的桶子時，我們特別注意只能接排水孔出來的水。不能讓其他雨水滲入。因此我們以塑膠杯或漏斗罩住排水孔，再以水管連接接水的汽水瓶，以求研究所得數據的真實性。其製作步驟如下表：



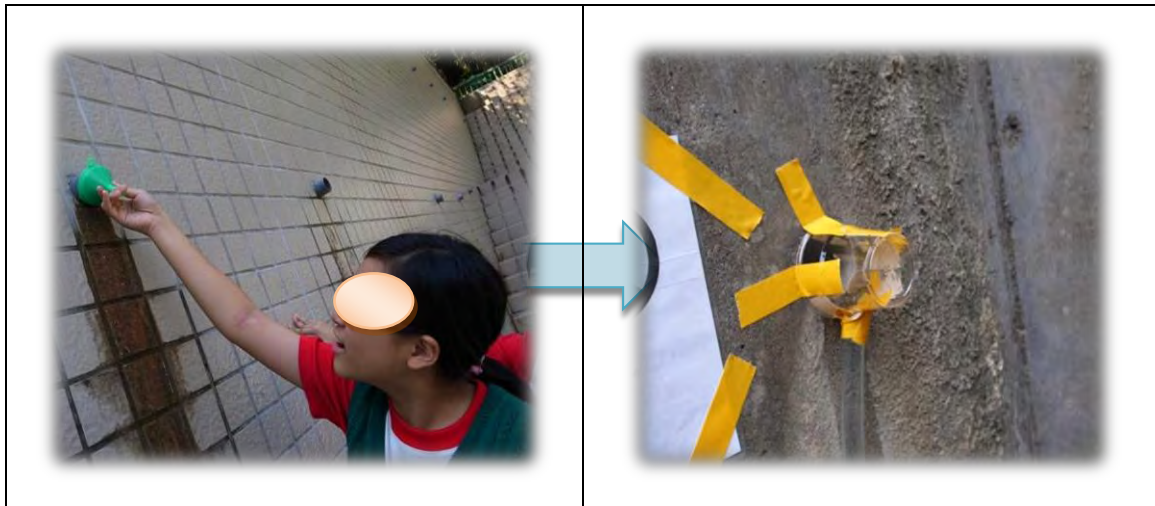
步驟一:量擋土牆排水孔的寬度、大小。



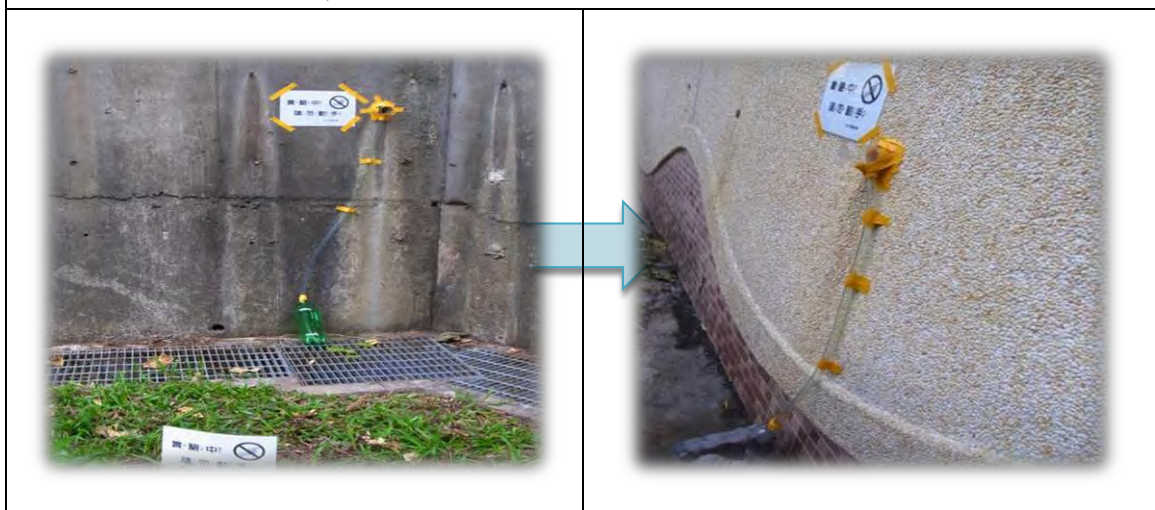
步驟二:在瓶身畫容量刻度 (50 ml~2000 ml)。我們跟自然老師借了兩個 100 ml 量筒，每 100ml 就畫一刻度，畫到 2000 ml 為止。



步驟三:在排水孔裝上漏斗或塑膠杯以集中出水量。



步驟四:將管子連接漏斗或塑膠杯下端。



步驟五:最後將管子固定牆上，這樣就可以測量出排水孔的出水量。

步驟五、不同地面材質的滲透率有何分析

我們使用滲透率測量筒測量不同地面植被的滲透率。這個滲透率測量筒的原理是：如果滲透率測量筒中的水能透過玻璃纖維下降，代表此材質能讓水滲透。測量筒的下降量越多，就表示土壤的滲透率越高。我們利用滲透率測量筒在八個不同材質的地面都測量三分鐘，觀察測量筒的水位下降量是否不同，以及三分鐘及五分鐘各測一次。以觀察不同地面植被的滲透效果。

步驟六、自製雨量筒注意事項

中央氣象局將雨量分為四級，依序為大雨、豪雨、大豪雨和超大豪雨。雨量分級標準如表 3：

表 3 雨量分級標準一覽表

分級	標準
大雨特報	24 小時累積量達 50 毫米,且其中至少有一小時雨量達 15 毫米以上之降雨現象
豪雨特報	24 小時累積量達 130 毫米
大豪雨特報	24 小時累積量達 200 毫米
超大豪雨特報	24 小時累積量達 350 毫米

資料來源：中央氣象局

另外，依據中央氣象局淹水警戒的分級。發布淹水二級警戒之鄉(鎮、市、區)如持續降雨，其轄內易淹水村里及道路可能三小時內開始淹水。而一級警戒較嚴重，發布淹水一級警戒之鄉(鎮、市、區)如持續降雨，其轄內易淹水村里及道路可能已經開始淹水。但淹水警戒準確性會受降雨時空分布不均、雨量站密度、地形地物、河川排水及其當時水位高低、沿海潮位、排水流路阻塞等因素影響。

當降雨量超過警戒值時，地區就可能發生土石流，目前各地區之土石流警戒基準值主要分為九個級距(範圍由 200 mm 至 600 mm)。而台北市內湖區則是當時雨量達到 500 毫米時就要疏散附近居民。

本研究依據研究目的以及預期研究成果將自製雨量筒設計條件訂為如下：

1. 雨量筒底部一定要平坦，因為這樣才會精準。
2. 瓶身一定要透明，才方便觀測。
3. 刻度要準確。
4. 以市面上有刻度的透明黏貼尺來當作刻度，以免刻度被雨水沖刷或度量不清。
5. 瓶身是圓柱體，才能達到最佳測量值。

步驟七、完成雨量筒製作

許多不同的雨量計都可以測量雨量，而我們希望製作的是簡易雨量筒，材料盡量以生活中可以取得的為主，也比較環保。

我們選擇兩公升的汽水瓶來做為雨量筒，但是汽水瓶底部不平整。為了將底部填平，我們一開始用輕黏土和一些橡皮擦塊填滿底部，不過發現這樣需要很大

量的黏土，橡皮擦塊也不夠重。於是，我們改用石頭當作填平的主要材料，以砂膠黏合，再用彩色黏土將上部鋪平。如此一來，重量比較重，也比較節省黏土用量。為了防止雨量筒傾倒，我們可以放在較平坦的地方，如果還是會倒，可以在四周放磚塊，讓雨量筒更穩固。

另外我們也試著利用石膏來做雨量筒的底部。我們上網查調配石膏粉和水的比例是 2:1，但我們用這個比例調配，結果卻失敗了。原因是我們的水加太多了，20 分鐘後石膏還沒硬化，所以第一次的實驗失敗。後來我們重做了一次，我們把水量減少，一點一點的加，不像第一次一次加完，結果非常成功。

但第三次的實驗又失敗了，主要的錯誤有三點：一、我們在量石膏的時候為了可以把它弄平可以平視所以一直敲，因此變得比較紮實，所以每次量的量都不相同。二、我們沒把石膏粉攪拌均勻，導致瓶角的粉沒有被攪散。三、因為我們沒掌握好時間，所以當我們還沒做好時，石膏就乾了二分之一。石膏為底的雨量筒旁邊會有空隙，因此水會滲透下去冒泡泡。

伍、研究結果

結果一、校園內擋土牆之雨水排水效果分析

本研究選定校園內三個觀測點進行擋土牆雨水排水效果分析，這三個觀測點分別是 A1 大門、A2 後山（司令台後方）和 A3 誠敬樓後方的擋土牆中，排水最好的是 A2，只要有下雨，排水測量筒就會接近全滿（約 4890ml）。地點 A3 的排水量也很大（約 3500ml），但是因為膠帶黏著力不夠強，塑膠杯不夠牢固，所以我們少了很多天的紀錄。不過由每天去記錄雨量時的觀察，A3 排水孔的流量似乎比後山小一些。而 A1 的排水量都是 0 ml。

我們選擇每一面擋土牆的排水孔的依據是水流痕跡，後來觀察下雨的時候或是下雨過後，果然都是水流痕跡最大的那幾個排水孔的排水量最大。以司令台後方那面擋土牆最明顯，排水都集中在面對擋土牆的右邊幾個排水孔，左邊的排水孔都沒有出水，也一點水痕都沒有。

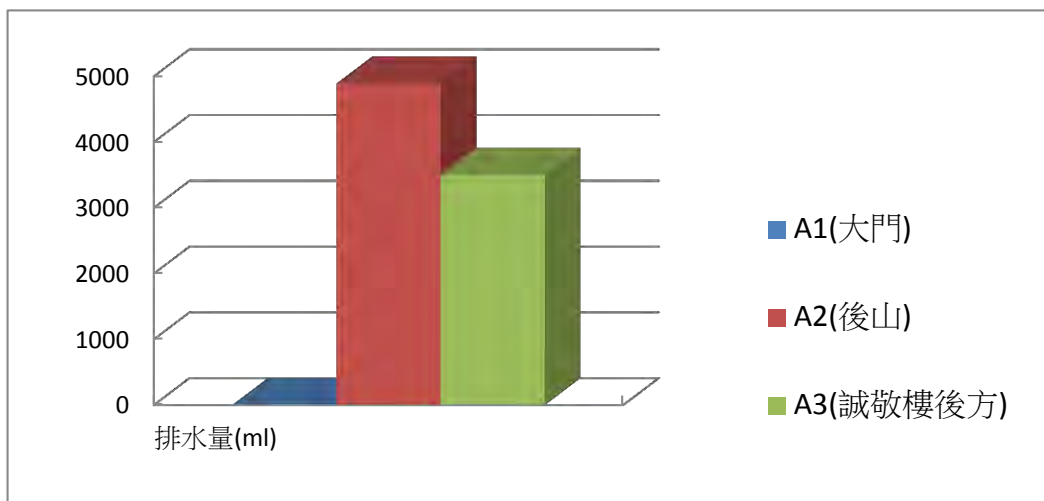


圖 1 本校後山擋土牆排水量分析圖

結果二、不同擋土牆排水孔之出水量差異性分析

三個雨量觀測站區域量到水雨量大致相同，但三個觀測站的出水量都不一樣。後山和誠敬樓的出水量比較多，而大門出水量都接近 0。由此，我們推論後山排水的水流方向是朝後山和誠敬樓的東南方向，而不是朝北方的大門。為了驗證我們的推論，我們上網查詢臺北市大地工程處的山坡地地理資訊系統，找到我們學校的山坡地坡度資料。如下圖所示，紅框表示可愛國小範圍，也可見後山東南側（也就是後山和誠敬樓）的坡度較大，介於 6 級至 7 級坡。其他山坡地的坡度則在 3 級坡至 5 級坡左右。

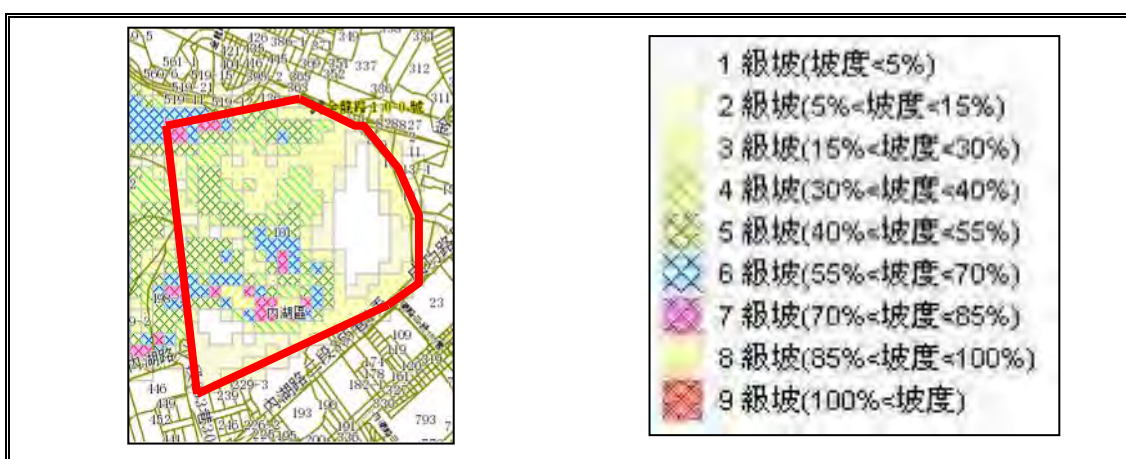


圖 2 本校校園坡度分析圖

結果三、不同地面植被之雨水滲透效之差異性分析

為探究校園內不同植被的雨水滲透效果，選定校園內八個不同植被及透水區

域進行實驗觀察，選定的方式包括土壤的性質、土壤的黏稠狀況、礫石的分布情形、植被的茂密及生長狀況等，其結果詳如表 4：

透過表 4，發現 A1（後山生態池邊）、A3（後山步道中段）、A7、（後山步道上端）等三處，雨水滲透效果最佳，平均 5 分鐘的滲透率在 5ml 左右，這三處的植被屬性為『砂質壤土且碎石分布均勻』、『砂質壤土』、『無植被且泥濘的土壤』。此三處的植被高度均不超過 10 公分或無植被，且表層土壤有碎石均勻分布。

滲透效果最差為 A5（學校 PU 跑道），其滲透率接近 0 ml，顯見本校所使用的 PU 跑道並未使用透水性較好的材質進行施工。

表 4 不同地面植被之雨水滲透效果分析表

地點代碼	位置	植被情況	土壤結構	滲透情況(ml)		滲透分析
				3 分鐘	5 分鐘	
A1	後山生態池邊	草本約 2~10cm 植被鬆散	砂質壤土且碎石分布均勻	2ml	5ml	因為土壤附近有石頭，所以地面凹凸不平，讓水能填補進，所以滲透率才能如此佳。
A2	後山涼亭旁	草本約 2~10cm 植被鬆散	砂質壤土	1ml	3ml	土壤附近沒有石頭也無凸起物，加上土壤本身就含有一點水分，所以滲透率不是很好。
A3	後山步道中段	草本約 10~15cm 植被緊密	砂質壤土	4ml	5ml	土壤較乾燥，所以能吸的水也比較多，滲透率較佳。
A4	後山石階旁	草本約 2~5cm 植被鬆散	泥濘的土壤	2ml	2ml	土壤本身就含有較多的水分所以下降量較低，有水印，並且凹下去。
A5	學校 PU 跑道	無	無	0ml	0ml	跑道也是凹凸不平的，雖然接觸到的地方濕濕的，可是水並沒有滲透到 PU 跑道內，所以滲透率並不佳。
A6	後山木棧板	無	無	1ml	1ml	接觸到的地方雖然濕濕的，但木棧板的密度較高，水不容易滲進，所以滲透率最差。

地點代碼	位置	植被情況	土壤結構	滲透情況(ml)		滲透分析
				3 分鐘	5 分鐘	
A7	後山步道上端	無	無植被且泥濘的土壤	2ml	5ml	我們在泥濘的土壤測量三分鐘後，下降量達2ml。可能是土壤本身就有含較多的水分所以下降量較低，也有水印，並且凹下去。
A8	後山碎石瓦礫地	無	泥濘的土壤，上方覆蓋礫石	2ml	3ml	還沒測量的時候，石頭是乾的，碎石地的下面是土壤，可能是我們測量瓦礫地時並沒有接觸到土壤，所以下降量低，將測量筒移開後有一圈濕濕的水印。

此外 A2、A4、A8 等地點，其雨水滲透率每五分鐘平均值約為 3ml 左右，觀察發現，草本類的植物對於水分的蘊含效果並不如預期的好，因此也證明台灣許多山破低廣種檳榔及茶葉數，確實會影響水土保持。圖 3 為不同地面植被之雨水滲透之實地量測情形。

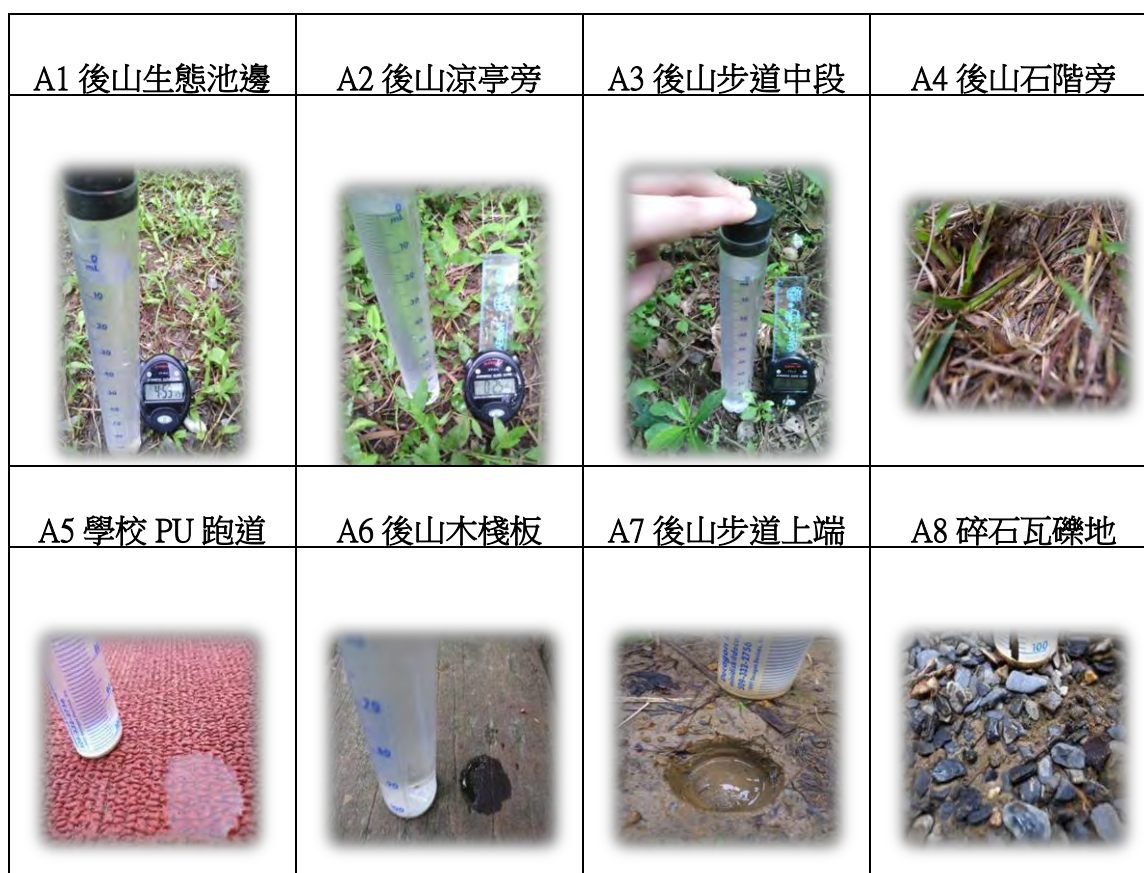


圖 3 不同地面植被之雨水滲透情形圖

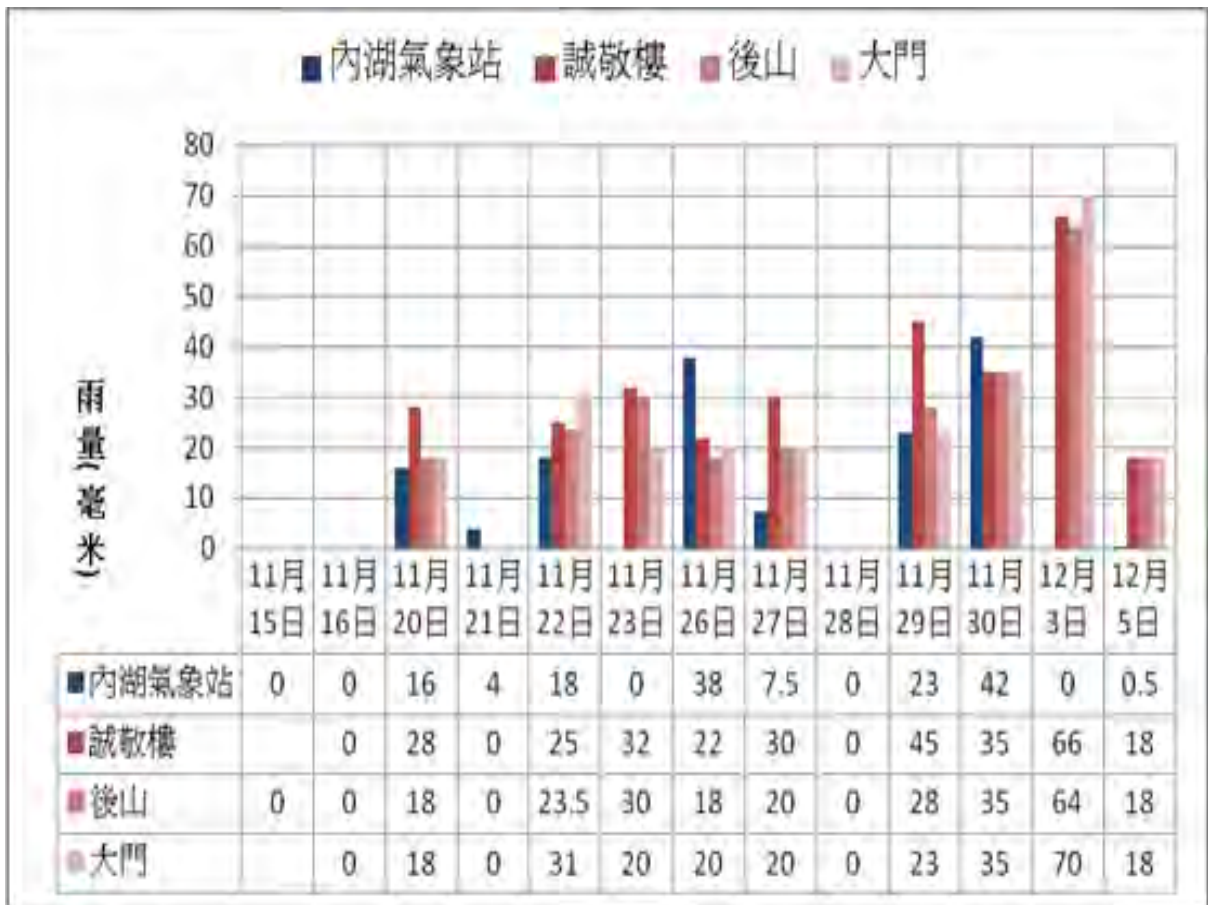
結果四、自製雨量筒與氣象單位的雨量量測結果之差異性分析

透過表 5 可以了解，大門、後山和誠敬樓這三個觀測站的雨量大致相同，但是仍有一些差異，可能是因為放置位置附近有一些遮蔽物，例如誠敬樓的雨量筒旁有一面牆，後山的雨量筒旁有涼亭及樹木，可能會影響雨量測量的結果。

另外，實驗當天，我們的三個觀測站雨量高達 60 至 70 毫米左右，但是內湖氣象站雨量卻是 0 毫米。這是因為實驗前及前兩日適逢假日，我們沒有到學校來做雨量紀錄，所以實驗當日的雨量值其實是累積了三天左右的雨量。當時假日有下雨，但是到星期一就放晴了，而我們查的內湖站雨量是星期一的紀錄，所以才會有如此大的差異。

此外，我們也到中央氣象局查當日內湖氣象站的雨量來跟我們觀測的結果比較，有些日子的雨量差異很大。

表 5 內湖氣象站和後山周圍雨量筒之雨量值摘要表



根據表 6 資料分析，2012 年 11 月 23 日、27 日和 12 月 5 日這三天，三個觀測站的雨量都比內湖氣象站多了許多，但是 11 月 26 日、30 日這兩天卻又是內湖氣象站的雨量比可愛國小多。本組想降雨不一定是位於陽明山的氣象站就會比較多或是靠山邊的可愛國小比較多。降雨的時間沒有一定的規律性，降雨是區域性的，而內湖氣象站位於陽明山，並不能夠代表內湖地區每個地方的雨量。因此，我們認為家家戶戶都應該要自行設置雨量筒，好方便時時觀測時雨量是否已達到警戒值，尤其是颱風季節的時候。

表 6 後山周圍雨量觀測值與內湖氣象站雨量值之差異比較摘要表



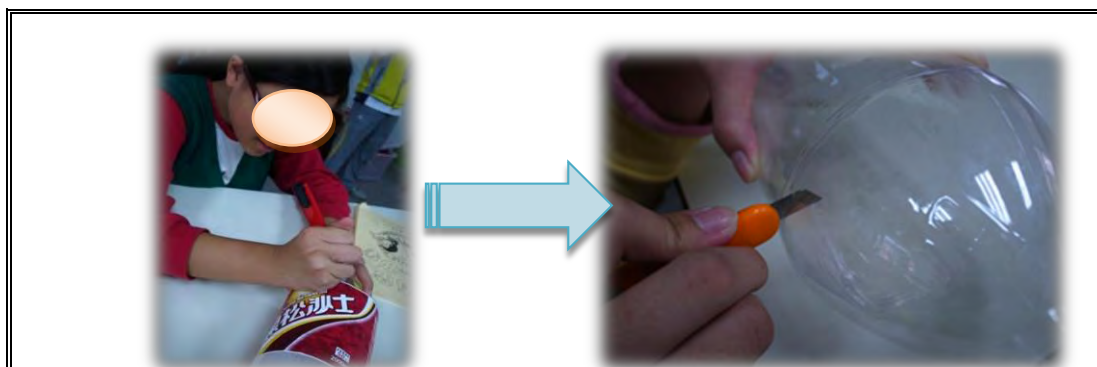
表 7 日雨量觀測紀錄表

日期	紀錄時間	氣溫	內湖氣象站	誠敬樓			後山			大門		
			雨量	雨量	雨量差異	排水量	雨量	雨量差異	排水量	雨量	雨量差異	排水量
11月15日	09:00	25	0				0	25	0			
11月16日	12:30	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11月20日	12:40	23	16	28	-12	*	18	-2	滿	18	-2	0
11月21日	16:00	24	4	0	4	0	0	4	0	0	4	0
11月22日	12:40	21	18	25	-7	滿	23.5	-5.5	滿	31	-13	0
11月23日	12:40	18	0	32	-32	*	30	-30	滿	20	-20	0
11月26日	12:40	21	38	22	16	*	18	20	滿	20	18	0
11月27日	13:20	18	7.5	30	-22.5	*	20	-12.5	滿	20	-12.5	0
11月28日	15:00	20	0	0	0	*	0	0	0	0	0	0
11月29日	12:50	17	23	45	-22	*	28	-5	滿	23	0	0
11月30日	12:45	18	42	35	7	*	35	7	滿	35	7	0
12月3日	12:59	19	0	66	-66	*	64	-64	滿	70	-70	0
12月5日	13:00	19	0.5	18	-17.5	*	18	-17.5	0	18	-17.5	0

結果五、簡易型雨量筒之製作方法

在填平底部時，我們用了兩種方法，一是利用輕黏土加上橡皮擦塊，二是撿小石頭及卵石以矽膠黏合，再用彩色黏土填平。我們實際量測雨量一個月後，發現用輕黏土的那一組雨量筒不堪雨水侵蝕，底部變得不平且與雨水混合在一起，都看得見藏在裡面的橡皮擦塊，已經不能夠再繼續測量雨量。但是用彩色黏土的雨量筒還是完好如初，可能是彩色黏土較輕黏土防水，用小石頭填充也比較不容易傾倒。因此，我們提供了最佳的雨量筒製作方法供大家參考，希望家家戶戶都能設置雨量筒。

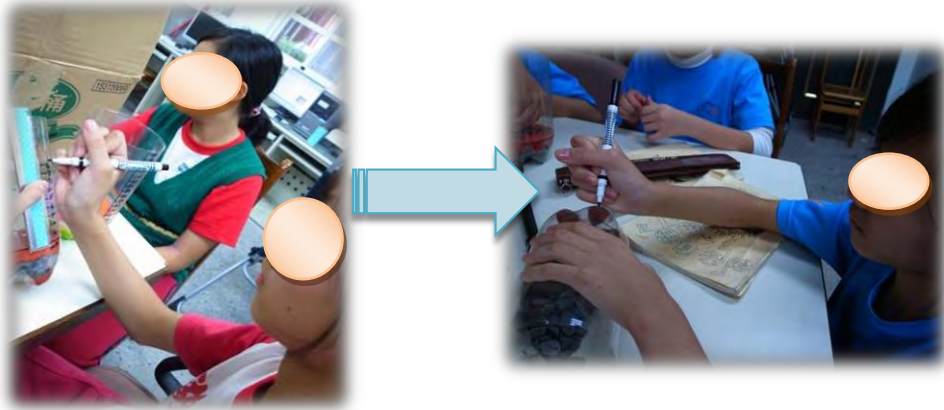
製作雨量筒時，要準備的材料都是生活中隨手可得的物品。要準備的東西有 2 公升汽水瓶 1 個、彩色黏土 1 包、細小石頭數塊、矽膠、矽膠槍、直尺 1 把、美工刀 1 把、奇異筆 1 支、磚頭或可以穩固雨量筒的東西等。簡易雨量筒製作步驟如下：



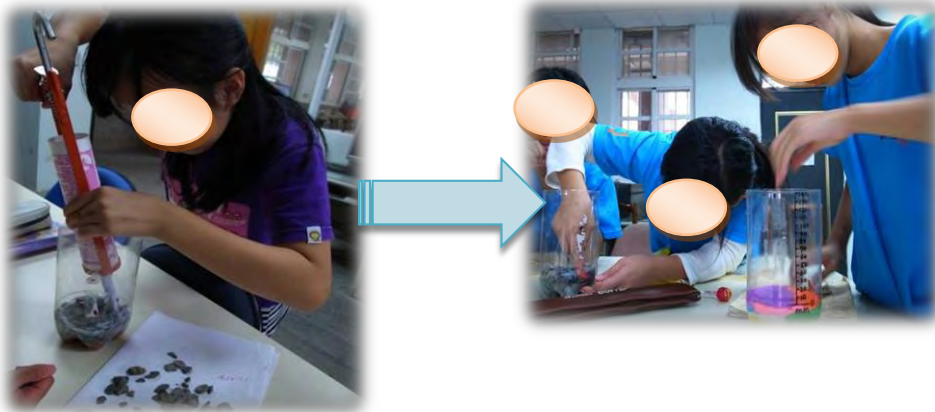
步驟一:準備 2 公升汽水瓶 1 個，將瓶身割開，保留側面平坦部分。



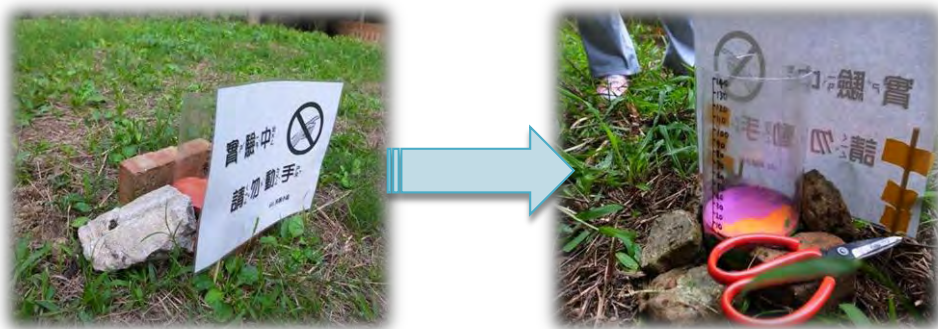
步驟二:到後山撿小石頭，放在雨量筒底部，增加重量以保持雨量筒穩定度。石頭越小越好，因為石頭間的空隙會比較少。



步驟三:在瓶身畫上雨量刻度。雨量單位是毫米，用直尺每 10 毫米劃一刻度。



步驟四：將石頭放進瓶子，加入矽膠稍微固定黏合。等矽膠乾了之後再利用彩色黏土填平自製雨量筒底部。



步驟五:將製作完成的雨量筒放置觀測位置，並以磚塊稍加穩固，使雨量筒不易傾倒。

結果六、自製不同雨量筒之優缺點分析

在自製雨量筒方面，因需考量材料的取得及製作的難易度，因此在只要製作材料方面分為『油性黏土加石頭』、『彩色黏土』、『石膏』等三類，經由實作，其

優缺點如表 8：

表 8 黏土和石膏做雨量筒的優缺點比較分析

製作材料	優點	缺點
油性黏土加石頭	<ul style="list-style-type: none">製作成本較低比較不容易毀壞保存較容易	<ul style="list-style-type: none">水溶液滲進去測量結果較不準
彩色黏土	<ul style="list-style-type: none">做法較簡單成本較低較容易取材外觀漂亮	<ul style="list-style-type: none">不容易保存容易被雨水侵蝕較不耐用凹凸不平
石膏	<ul style="list-style-type: none">比較堅固不容易毀壞比較耐用	<ul style="list-style-type: none">製作過程較困難製作成本較高製作失敗率很高

陸、討論

一、在後山擋土牆之雨水排水效果方面：

後山四周設置的三個雨量筒的數值稍有不同，這可能是因為雨量筒的附近有遮蔽物，例如：誠敬樓的雨量筒旁有一面牆，後山的雨量筒旁有涼亭及樹木，所以測量的結果就會有些許差異。而經由觀察發現，本校司令台後側擋土牆之排水效果最佳，經由詢問資深的老師後得知，此擋土牆在當年建造時，使用大量回填土，因此土壤內保留較多的礫石，本此研究推測土壤內含大量的礫石使得本擋土牆的排水效果較其他區域的排水效果佳。

二、在不同擋土牆排水孔之雨水排水量方面：

後山和誠敬樓的排水量差不多，但卻和大門差很多。依據民國 88 年台北市大地工程處的山坡地資料顯示，後山和誠敬樓的坡度是在 6 級至 7 級，而大門的坡度在 3 級至 5 級左右。因為後山和誠敬樓的坡度較大，所以我們推測水流的方向可能是朝後山和誠敬樓的東南方向，而不是朝北方的大門，所以三處的排水量才會差異很大。

三、在不同地面植被之雨水滲透效果方面：

從滲透率實驗結果發現，滲透率最佳的是『砂質壤土且碎石分布均勻』、『砂質壤土』、『無植被且泥濘的土壤』。本實驗發現，水沒有辦法滲透到 PU 跑道和木棧板，其中橡園內 PU 跑道占地較廣，幾乎佔校舍面積之一半，使得大雨來臨時，因 PU 跑道無法滲透雨水，使得跑道東側較容易受大量之雨水侵蝕。因此，水土保持和山坡地排水也有很大的關係。而本校 PU 跑道經常修繕，經過本次的研究發現，可能也與跑道的低滲透率有關。

四、在自製雨量筒與氣象單位的雨量量測結果方面：

研究發現，後山量測到的雨量和內湖氣象站的雨量數據資料有些許差異，本組認為在雨量筒的製作上可能未盡精準，也有可能是大台北地區較為複雜的『微氣候』有關，這使得降雨量在部分區域出現較顯著的差異。因此本研究亦發現，台北盆地的微氣候隨著不同地區有明顯的差異。

五、簡易型雨量筒之製作方法及其優缺點方面：

簡易雨量筒在製作過程中使用大量的軟土及礫石，而也必須使用矽膠將底部固定，但整體來說，其製作過程不會過於繁瑣，而雨量筒的刻度必須精準，不然會影響實驗結果，最好使用市面文具店所販售的透明黏貼性較佳的皮尺。

最後，我們發現內湖雨量站所量測到的雨量無法代表內湖每一個地方的雨量，所以我們覺得各個學校都要有一個雨量筒，才能準確的觀測出每個地方的雨量，且而成本又不高，環保又便宜，也可以運用在自然科教學上，可說是一舉數得。

柒、結論

科技發達的今日，人類尚無法控制及避免天然災害的發生，也無法改變天然災害發生的時機，但部分的天然災害是可以預期的，像颱風或豪大雨的發生，氣象單位可事先掌握預計發生的時間、地點、路徑，以及可能造成的災害，讓人們可以做預先的避難或防範。透過這次的科展，經由觀測雨量的多寡，以及土壤的

滲透情形，可模擬未來當大雨來臨時，可能產生的災害。而我們也深深體會到台灣目前對山林的濫墾與濫伐，以及在山坡地大量種植茶樹及檳榔樹等淺根的作物，這些都會對水土保持產生負面效果，也因此當天然災害發生時，大自然將會無情的對人類反撲。

此外，在這次的科展當中，我們學到了很多豐富的知識，如：滲透率、順向坡、逆向坡、製作雨量筒、製作接後山擋土牆排水孔出水量的桶子等等……這些都是學校課程所沒有的內容，此外，為了讓科展進行順利，我們也上網搜尋中央氣象局和一些網站作為這次的相關資料，而這次的實驗讓我們瞭解為什麼當初納莉颱風(Nari Typhoon)會造成如此嚴重的傷害。原本我們還擔心如果沒下雨會影響我們的實驗和進度，讓我們非常困擾，但是後來出乎我們的意料，大部分測量的時間都有下雨，使我們的實驗非常順利。

在這次科展中我們學會同心協力完成每樣實驗及如何將資料總整理，感謝博學多聞的自然老師提供我們許多寶貴見意及幫我們找到這次科展的許多問題。

最後，經過這次科展，名次已經沒那麼重要，對我們來說，這次的科展我們得到的知識和寶貴的經驗都是得來不易的寶物，希望到了國中之後，還能繼續參加科展比賽，讓我們能留下屬於自己的共同回憶！

捌・參考資料

自然課本(2012)。自然第五冊-天氣的變化。康軒文教事業。

自然課本(2012)。自然第五冊-大地的奧妙。康軒文教事業。

自然課本(2011)。自然第二冊-認識天氣。康軒文教事業。

www.cwb.gov.tw 中央氣象局全球資訊網

www.tcge.taipei.gov.tw 台北市政府工務局大地工程處

<http://ind.ntou.edu.tw/~ktleee/hydrology/Na-Li.html> 納莉颱風淹水範圍圖

<http://nature.edu.tw/resourcecategories/displayarticle/28> 自然生態學習網

http://246.swcb.gov.tw/DebrisPage/alert_value.asp 土石流防災資訊網

http://content.edu.tw/senior/earth/y1_ld/content/6-1/common.htm 常用雨量筒

【評語】 080511

1. 研究主題取材當地的不同地表情景做滲透實驗值得鼓勵。
2. 對於滲透率的真正物理量定義要再釐清。