

2022 年【全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

國中組 成果報告表單

題目名稱：泥蓋大湖?! 從大潮州人工湖探勘，探究淤積泥透水對下游導電度的影響

一、摘要：

一開始先去大潮州人工湖勘查，發現礫石地質之上鋪滿厚厚的泥，隨著湖邊下坡泥變厚。到湖底是尚未乾的濕泥。我們去行政院環保署的網站，查詢林邊溪沿海地區國小的第一層地下水觀測井導電度和雨量資料，可以發現在 2018 年人工湖啟用後一年導電度有降低，之後回升。另查 2017-2021 年雨量，一樣多雨的 2019 年，下游導電度還是跟以前一樣高，代表人工湖補注成效不彰。

最後我們想知道不同土體的透水數據，於是設計大卵礫，和河床砂礫以及混和土體與泥放到模型測出水量，對照空盆出水為 100%，結果出水率 大卵礫(60%)大於河床砂礫(20%)。二者混和土體透水率比較接近河床砂礫 (16-24%)。但是一旦加泥在上方之後，就完全阻塞透水率 0%。若以大卵礫等到曝曬泥裂，透水率由 60%降到 32%。另有漩渦模式。泥蓋大湖會使透水率大降，補水滲透緩慢，影響第一層地下水補水率，從導電度可驗證。

二、探究題目與動機

有一次我們看到新聞，上面在說大潮州人工湖補注地下水的事情，當我們看到人工湖最近的照片時發現人工湖上都覆蓋著泥，乾季的泥都是泥裂，裂到可見下方礫石層。而雨季上方泥透過雨水流到下方，把縫隙填補，因此湖床積著厚泥，這樣能透水嗎？

我們很好奇，現場混和土體，上方積著厚泥，透水率是怎麼變化？泥是不透水層，乾季後產生泥裂的透水率是否回升，人工湖到底有沒有作用，於是我們做進一步探究。

三、探究目的與假設

位於潮州的人工湖於107年6月啟用，是全國僅有的地下水補注湖，這座地下水庫位於林邊溪中上游，以固床工攔截林邊溪水後，透過一公里遠的輸水箱涵，送到大潮州人工湖，原本混濁的水經過時間沉澱後，逐漸滲透地底下。為了瞭解這座湖，想知道到底上游補注水對下游是否有影響，雨量是否有關係，湖底是否泥裂如何影響透水，礫石土體覆蓋泥對透水率的影響有多大，以下就是我們針對這些疑問設計策略去得到相關數據，驗證泥的影響

一：實地探勘大潮州人工湖地質環境與相關設施。

二：到行政院環境保護署環境資源資料庫，找出屏東林邊溪沿海地區的國小的地下水觀測井導電度和潮州 2017 至 2021 的雨量的資料，加以比較、綜合分析數據的關聯性。

三：進行不同土體透水率實驗以及加泥後對出水量的關係。



四、探究方法與驗證步驟

研究一：實地探勘探勘(一)-1：大潮州湖人工取水工

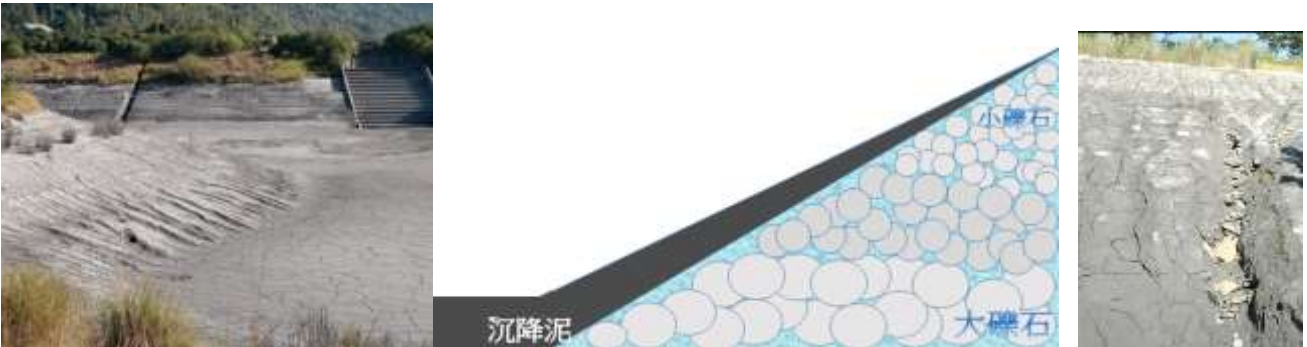


林邊溪大潮州人工湖取水工內部實景

大潮州地下水補注湖，取水工特別建造成彎曲狀，在林邊溪溪水暴漲時開啟水閘門，能夠用離心力將高速的水中的沙土甩出擋住沉積，讓粒徑較小的泥水流入大潮州人工湖。如圖 A 點是讓林邊溪溪水流入的進水口，設有柵欄阻擋大石。B 點出水口有二，1 號是出水口是讓水流回林邊溪，2 號出水口是讓過濾的澀水流入到大潮州人工湖。

探勘(一)-2：大潮州湖人工補水庫

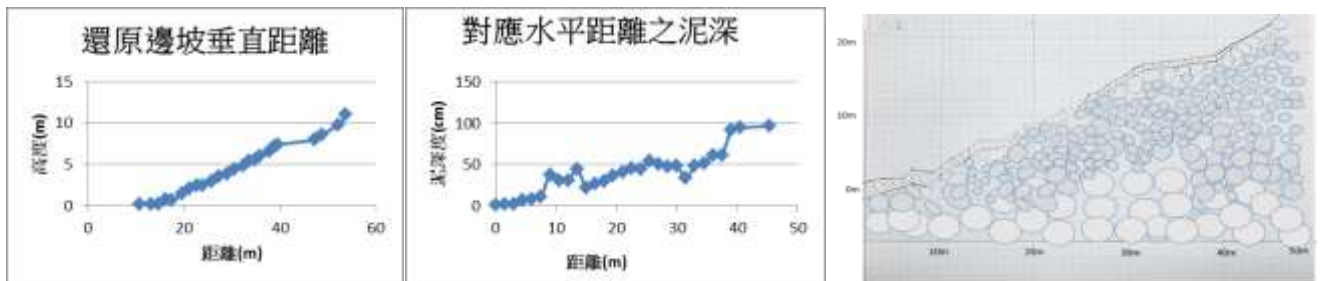
旱季我們來到大潮州湖人工補水庫，整個水庫看起來幾乎是乾涸的充滿泥裂，坡上的泥小塊乾燥，湖底是泥裂的濕爛泥。斜坡處看起有一條條凹下去的痕跡，走近才發現是因為厚泥覆蓋礫石層有坡度而沖刷出來的雨蝕溝。我們在探勘相片的雨蝕溝中可以看到，雨蝕溝下方有各種大小不同的礫石，越靠近邊坡上面的礫石越小，越靠近湖底的礫石越大



大潮州人工湖內實景與垂直剖面示意圖

探勘(一)-3：泥深探測與邊坡測量

我們使用了一支長度 119 公分的細白鐵棒從邊坡下方每隔 150 公分測量一次，以鐵鎚垂直打入泥中，直到敲到硬質礫石聲音發生變化，測量泥深深度。再以測距儀測量泥深邊坡，並將泥深數據與邊坡測量數據紀錄，手繪成圖。



大潮州人工湖實測泥深與邊坡水平垂直距離整合示意圖

結果：我們發現在湖底泥深度 96.5 公分。越往上走泥越薄。而坡度上上下下的原因是因為雨蝕溝，在雨蝕溝處，泥厚度較薄。在靠近岸上的石頭較小較接近底層的石頭則愈大靠近岸上的泥高約 1 -11 公分，而中層的泥高度約 45 - 60 公分，則底層泥的高度約 60 -96 公分。

研究二：大潮州人工湖下游觀測井導電度

佳冬地區以養殖漁業維生，過去超抽地下水使淡水鹹化，政府在 2018 年開啟大潮州人工湖補注下游地下水。為了瞭解大潮州人工湖對林邊溪畔下游地下水是否對導電度有所改善，於是在行政院環境資源共享資料庫中，查下游的離海邊只有 1.5 公里的林邊國小和美園國小觀測井裡導電度資料，整理成表製圖。

結果：

地下水監測點地圖





由上圖我們可得知在人工湖 2018 年開始作用時林邊國小地區地下水導電度有明顯的降低，羌園國小地區則無明顯的改善，證明人工湖的作用範圍不包括羌園國小。但在人工湖啟用後過了一年後，林邊地區的導電度由 1370 μ mho/cm25°C 逐漸回升為 4270 μ mho/cm25°C，之後 4 年還是繼續維持在 4000 μ mho/cm25°C 以上。

導電度小結論

大潮州人工湖啟用之後對於第一年之後所監測到的第一層地下水的導電度，並無明顯改善作用。

討論三：雨量對導電度之影響

由上方導電度得資料，我們發現在 2018 年和 2016 年導電度較低，所以我們上網至 CODiS 觀測資料查詢系統 V7.2 查到了潮州 2017 至 2021 年的雨量，並繪製成圖，觀察雨量是否對導電度有影響。

發現 2018 的總雨量為圖中最高，2017 年為最低，而 2018 年 5 月後林邊國小的導電度為 1000-2000，2017 年為 4000-5000，因此 2018 當年雨量多，導電度低，但是 2021 年雨量也很多，但是下游導電度為 4530 依然居高不下，看不見回降，所以我們推測是因為淤所導致水無法補注淺層地下水。

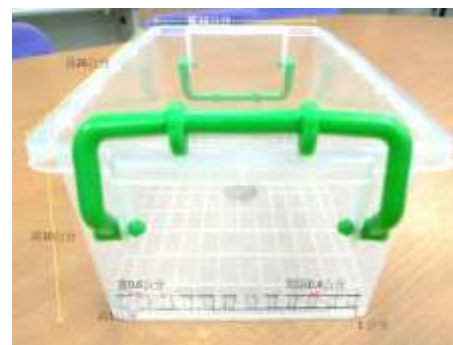


研究三：模擬實驗探討不同土體與加泥對出水量的影響

實驗一：不同土體與出水量的關係

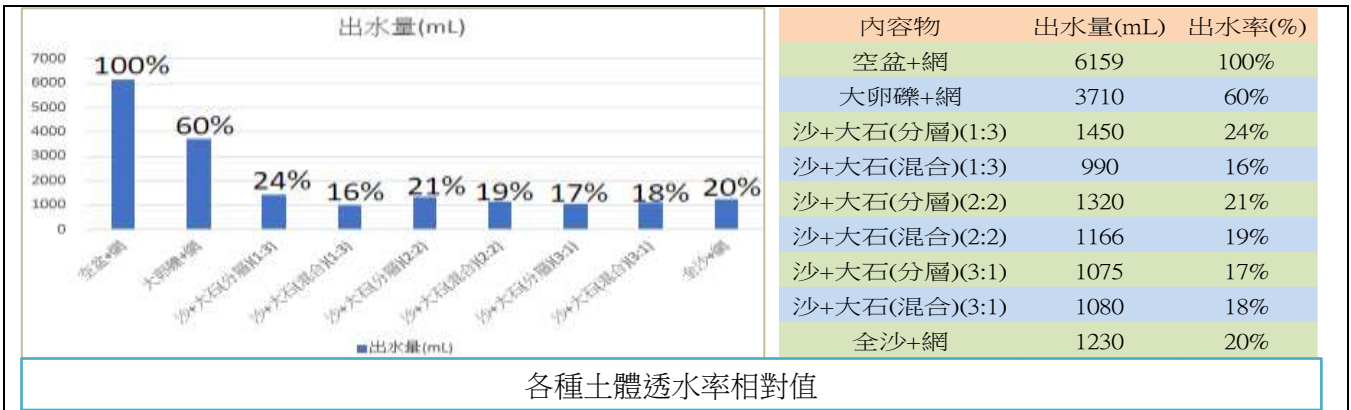
研究方法

我們使用製作好的空盆模型去測量各種不同的土體出水量，我們使用的土體有 1-1.5 公分的大卵礫，1-2m 河床砂礫，以及混和土體。一開始先把礫石加到 26-16-10 公分模型中然後先用工具把 0 出水孔擋住以防有水流流出，接下來計時在 30 秒內水位 5 公分的出水量，比對相同條件，空盆設為 100%，找出其他土體出水率。



實驗操作盆體

結果圖表



我們發現，若空盆出水為 100%，則裝大卵礫出水率(60%)大於河床砂礫(20%)。二者混和土體透水率比較接近河床砂礫(16-24%)。砂越多出水量就越少。推測可能是因為沙把卵石之間的空隙給堵住，導致出水量變少

實驗二:濕泥與泥裂的影響

我們先在盆子裡加大礫石加到高度 5 公分，然後再加高度 3 公分的泥去模仿人工湖中積泥的狀況，因為在濕泥的狀況下市 0%完全無法透水，所以我們先拿去曬太陽 10 天乾裂後進行實驗。



泥蓋透水實驗濕泥與乾裂泥

結果：我們在它曬到已經泥裂之後，我們把它拿去測泥裂後的出水率，測出來的出水量為 1980 毫升，比對空盆出水量 6159 出水率為 32%，比對純卵石出水量 3710 出水率為 53%。至於 3 公分的濕泥若無縫隙則出水量降為 0%

實驗三:邊坡泥凹洞模擬實驗

探勘:我們在大潮州人工湖中邊坡下方觀察到數個類似圖坑洞，整個凹陷處直徑大小約為 1-1.5 公尺。看似有力量將泥巴往下帶。推測是流水急流到下方礫石所致。

實驗:我們將透水率實驗的盒子先裝 5 公分大礫石，接著在上方將溼泥平鋪 3 公分，並緩緩上方注入水。確認完全不會透水後，用滴管前端戳一個洞



邊坡圓洞實景與模擬實驗

第一次，我們戳的洞為滴管前端直徑大約 2mm，取出泥立刻縫合，沒有水透出來。

第二次，我們將滴管戳到管徑處約 7mm，取出，看見上層清水立刻往下方充滿縫隙大礫石流去，出水端的水先是清澈的，過度成含泥的，最後流出的才是含泥稍高的水

整合：從實驗模型，大礫石蓋上全泥完全不透水，除非戳洞才會一口氣流到下方礫石層。若回推人工湖狀況，當水壓突破軟泥，(或該處軟泥特別薄弱)，上方水壓會帶著泥快速向下衝，若水夠深力道夠，就會形成漩渦狀的圓形凹陷。當泥坑被慢速沖入的泥淤塞填起來，水就不會再透下去。

五、結論與生活應用

結論(一)泥蓋透水機制

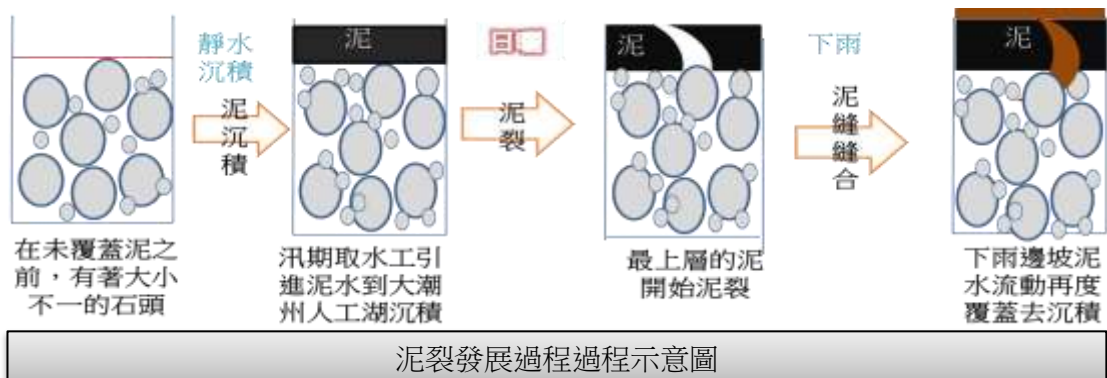
1. 泥縫縫合雨蝕溝泥裂透水

比對旱季人工湖泥裂到底露出下層礫石的照片，我們探勘時是看見已經縫合起來的泥裂。整個坡面是凹凸相間，看不到礫石。從探勘數據知道湖底泥的深度為 1 公尺，下層除非再度乾旱泥裂到底，不然無法看見下層大顆礫石。



雨蝕溝下雨過後覆蓋泥縫合實景

針對這個現象，我們製作了泥裂發展過程過程示意圖。



泥裂發展過程過程示意圖

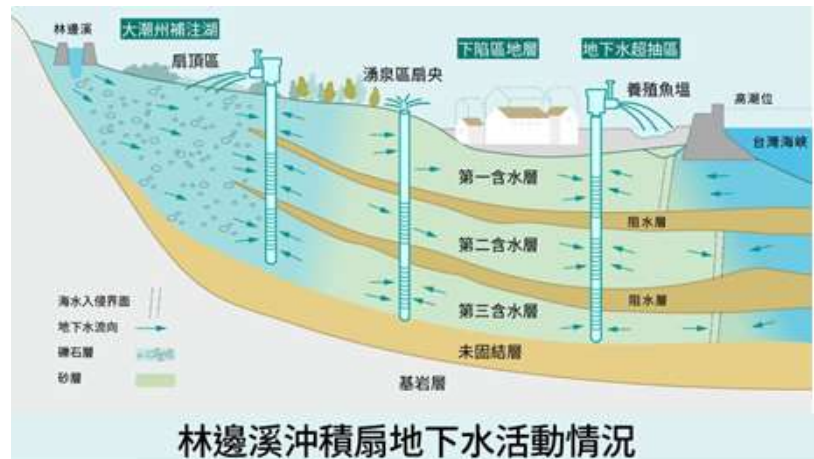
2. 凹洞反推細泥透入礫石層(漩渦透水)

人工湖邊坡淤泥脆弱處，若在湖水中啟動水漩渦，我們從實驗看到，會將上方泥水，吸入孔隙大的礫石層後，形成凹洞，而泥轉而淤積礫石下，導致越來越難透水。

結論(二)

林邊溪沖積扇地下水活動

林邊溪上方沖積扇礫石區挖大潮州補注湖，引汛期的水加碼滲入地下。從模擬實驗得知，若泥淤積則滲入速率大大減緩，第一含水層補助不足，導電度看不到改善。



結論(三)人工湖之我見

經過本小組實地探勘與研讀行政院環境資源共享資料庫的資料我們發現現在人工湖是引林邊溪取水工的地表水，以及雨水直接下在人工湖，所以我們整理出了 3 項有關人工湖補注地下水的推論：

1.非汛期

在非汛期時，林邊溪水量較少，故不會暴漲而流到取水工，將水引入人工湖，所以在非汛期時，人工湖只能靠些許雨水來作為補注的水。

2.人工湖淤積太多，水滲不下去，湖面蒸發，水量大減

由於人工湖取至溪水暴漲時的水，所以人工湖的水多為泥水，而泥於人工湖中沉降後淤積湖底由之前實驗我們發現水在全泥中是透不過去的，所以每日的日照會使水被蒸發掉導致之後水補注的量變少。

3.落實定期清淤

由於人工湖上積滿了泥，導致泥的透水減少，所以需要定期清泥使每次大雨期間所產生的水能快速而不浪費可以補注的水，補注效率更加。

參考資料

一、行政院環境資源共享資料庫。線上檢索日期：2021 年 12 月 10 日

<https://reurl.cc/9ZAG2X>

二、大潮州人工湖何時啟用和面積大小。線上檢索日期：2021 年 12 月 23 日

<https://reurl.cc/ZQdbyM>

三、56 年大旱中，屏東水情竟能亮綠燈！祕密藏在一座看不見的湖。天下雜誌。線上檢索日期：2022 年 3 月 16 日 <https://www.cw.com.tw/article/5114690>