

【2021 全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

教師組 教案表單與學習單

教案設計者：關婉琪、呂潔筠				
課程領域：				
<input type="checkbox"/> 物理 <input type="checkbox"/> 化學 <input type="checkbox"/> 生物 <input checked="" type="checkbox"/> 地球科學 <input type="checkbox"/> 科技領域 <input type="checkbox"/> 其他 _____				
教案題目：				
以小觀大 - 「一盆沙」模擬流水作用				
授課時數：				
120 分鐘 (三節課)				
教案設計理念與動機：				
<p>這是一份「改良實驗」教案。在國小自然領域六年級，有個單元探討「流水對地表變化的作用」，這是學生接觸地質的第一門課。然而，綜觀各家版本，卻只設計一個「流水對山坡的侵蝕堆積」教學實驗，且教師往往因實驗素材取得不易(需要大量泥土且善後困難)，而以「教師一人示範教學、全班圍繞觀察」來實施教學，以筆者教授的學校為例，往往每班人數至少超過 25 人，學生在這樣大班教學情況下，觀察品質並不理想。</p> <p>因此，筆者思考著「地質實驗微型操作」的可能性，尋找一種實驗素材能快速清理、不斷重複，且能搬到實驗桌上，讓學生以各組為單位，親自操作。「地質實驗微型操作」除了能將「教師示範」轉換成「學生操作」，更因實驗結果近在眼前而能就近觀察，如此一來，不僅提升學生學習效果，同時也大大增加學生的學習興趣。</p> <p>這個實驗素材是什麼？筆者想到了透水性極佳的「沙」，下表為沙和泥土(傳統實驗所用)比較：</p>				
	物理性質	實驗上的優缺點	來源	與水混合情形
沙	透水性高，可快速分離沙與水。	可快速與水分離，濕沙也能使用， 具有方便善後且可重複使用之優點。	沙灘	沙水分離，水是清澈的 
泥土	透水性低，與水混合後不易分離。	泥與水混合後難以分離，實驗後只能靜置一旁，不可重複使用。	校園土地	泥水混合，不易分離，水是混濁的 

故知，沙因為透水性佳，具備方便清理且可重複操作的優點。因此，筆者決定用「每組一盆沙」的實驗方式來設計教案，以一盆沙來探討流水對地表的侵蝕、搬運與堆積的作用，內含四個微型實驗，分別為：①流水對山坡的侵蝕與堆積、②曲流的侵蝕與堆積、③曲流與坡度的關係、④河流上、中、下游的堆積比較。

另外，由於本教案以「沙」改良實驗，能做的實驗項目比目前所有坊間教材都來得更多，下表為本教案與坊間常用的三大版本之比較，可發現，坊間三大版本只有實驗①，而本教案則共有 4 個實驗(其他三項實驗在坊間教材僅以圖文表示)。故知，本教案更完整且能給予學生更多動手操作的機會。事實上，筆者施行本教案已有三年，觀察發現，當學生正在做課本上沒有的實驗時，都特別興奮且認真，整體教學效果良好。另外，科任老師的課堂數緊湊，透水性佳的沙能使學生快速清理，並順利銜接給下一個班級使用，實測三年後發現，沙確實是很好的實驗素材。

	流水對山坡的侵蝕與堆積	曲流的侵蝕與堆積	曲流與坡度的關係	河流上、中、下游堆積比較
本教案	「沙和石頭」為素材 勝	✓ 勝	✓ 勝	✓ 勝
康軒	「泥土沙石」為素材	× (僅圖文說明)	× (僅圖片說明)	× (僅圖文說明)
翰林	「泥沙石頭」為素材	× (僅圖文說明)	× (僅圖片說明)	× (僅圖文說明)
南一	「泥土沙石」為素材	× (僅圖文說明)	×	× (僅圖文說明)

教學目標：

1. 經由動手操作，了解地形坡度越陡峭，水流速度越快，侵蝕和搬運的力量也越大。
2. 透過實驗，了解泥沙在曲流的凸岸會堆積，在凹岸會產生侵蝕現象。
3. 經由操作與觀察，了解坡度過大時，曲流不會產生。
4. 能藉由實作與觀察，了解河流上流堆積大石頭、中游堆積小石頭、下游堆積泥沙。

教育對象：

國小六年級

課程設計 (方法與步驟)：

實驗一：流水對山坡的侵蝕與堆積 (40 分鐘)

一、實驗步驟：

1. 各組在淺盤上用沙子堆成兩個直徑約 15cm 土堆，其中一個坡度陡峭(陡坡)，另一個坡度平緩(緩坡)，如右。



2. 在兩沙堆頂端分別放置直徑 2cm 的石頭*1、直徑 0.3cm 的石頭*2，模擬自然界山坡的大、小石塊。
3. 寶特瓶裝上澆水瓶蓋，瓶口出水處用寬膠帶封住洞口，再以筆心打 6 個洞(從圓心向外均勻分布)，以控制出水量不要太大。模擬下雨情形：寶特瓶裝水 150ml，從沙堆頂端垂直倒水(❖注意：不可擠壓寶特瓶)。
4. 模觀察陡坡和緩坡的侵蝕、搬運情形：哪一個沙堆的侵蝕較明顯？哪一個沙堆上的石頭搬運較遠？是哪一種石頭(大或小)被搬運得比較遠？
5. 觀察陡坡和緩坡的堆積情形：哪個沙堆的沙子會在較遠處堆積？



二、實驗結果：

(一)山坡之侵蝕比較：

從山側面觀察，可看出澆水前陡坡明顯陡峭(圖 1)，澆水後的陡坡(圖 2)高度明顯變低，顯示被侵蝕現象比緩坡來得明顯(學生實驗過程影片，請掃QRcode)。

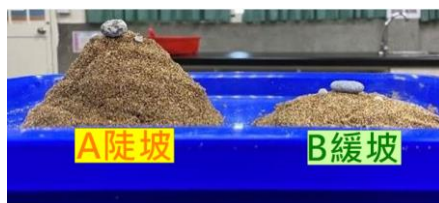


圖 1

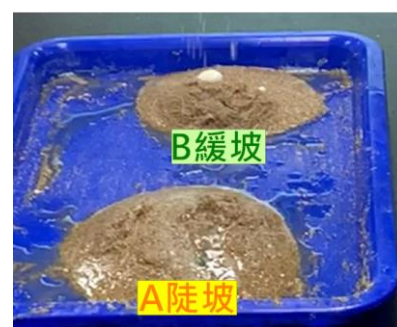


圖 2

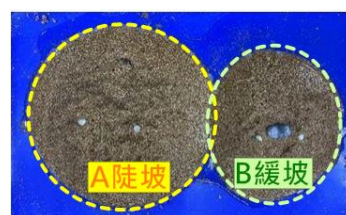
(二)山坡之搬運比較：

右圖為澆水後陡坡(左)與緩坡之搬運比較，可知同雨(水)量下，陡坡石頭(左黃圈)比緩坡(綠圈)搬運得更遠。



(三)山坡之堆積比較：

相同水量下，陡坡(左)的沙子會在較遠處堆積，堆積的範圍較廣。



完整實驗過程
請掃 QRcode

三、討論與澄清：

- Q1: 從陡坡和緩坡實驗，可看到不論是陡坡或緩坡，澆水均會使山坡裡的沙土石頭產生什麼現象？
(A1: 侵蝕、搬運、堆積，且三者同時進行。)
- Q2: 比較陡坡和緩坡，哪種類型的山坡之侵蝕、搬運、堆積作用較明顯？(A2: 陡坡。)
- Q3: 為何要以寬膠帶封住澆水瓶蓋口，並打 6 個洞？
(A3: 封住澆水瓶部分洞口，是為了避免澆水量過大，形成超大暴雨狀況。)
- Q4: 模擬下雨時，為何不可擠壓寶特瓶？
(A4: 擠壓寶特瓶會造成水量忽大忽小且差異過大，不符合現實狀況。)

教師澄清：我們用沙堆模擬自然界山坡，進行地質實驗，要注意的是，當尺度縮小時，雨量也必須跟著縮小，不然動不動就變成超大暴雨，就無法符合自然界現象了。

延伸活動：鼓勵小朋友修改實驗，改成超大暴雨的情況。

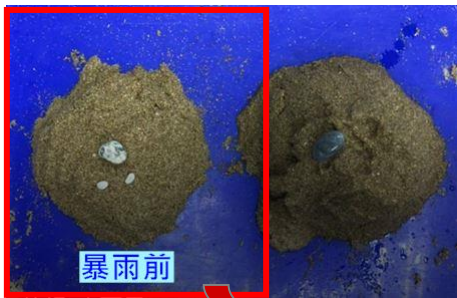


圖 3

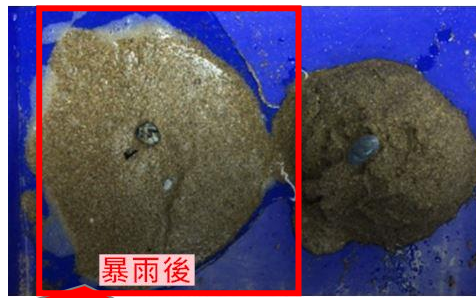


圖 4



學生撕掉膠帶，用全部洞進行灑水，模擬超大暴雨(同一張圖中，左為實驗組，右為對照組不澆水)→比較圖 3 與圖 4 紅框處發現，經過暴雨侵蝕後，搬運、堆積的範圍，幾乎為原來沙堆的兩倍大。

完整實驗過程影片 QRcode

實驗二：曲流的侵蝕與堆積 (40 分鐘)

一、實驗步驟：

- 1.各組以淺盤裝 5 瓢沙子，靠邊鋪平，使厚度跟盤壁約略等高。
- 2.以手指畫出曲流形狀(至少一個凹岸、一個凸岸)。
- 3.放大富翁遊戲的房子模型於凹岸和凸岸的邊緣，以利觀察侵蝕與堆積。
- 4.以書本或物品墊高淺盤一端(量角器測，不超過 5 度)，模擬曲流在中游的坡度。
- 5.緩慢倒水於河道中，觀察凹岸、凸岸，哪裡侵蝕較明顯(沙子減少)。



二、實驗結果：

在河道中緩慢倒水模擬河水侵蝕，一段時間後，凹岸房子因沙子掏空而搖搖欲墜，房子看起來更靠近河道邊緣(圖 6 紅圈)，顯示凹岸侵蝕明顯。

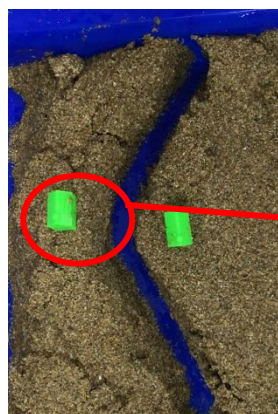


圖 5



圖 6



完整實驗過程請掃 QRcode

三、討論與澄清

(一)判斷「哪裡是凹岸？哪裡是凸岸？」

實驗前，學生要先學會判斷凹、凸岸。為了引導學生思考「凹岸」和「凸岸」名稱的由來，老師秀出 google 地球空拍的八掌溪曲流段(右圖)，再將磁鐵(右下圖，小孩模樣即為磁鐵)貼在凹岸的土地上。



以下為討論澄清過程。

師：這張圖是臺灣中南部的八掌溪，八掌溪的兩岸看起來都是彎彎曲曲的，兩岸的一邊是「凹岸」，另一邊就是「凸岸」。

師：小朋友，把你自己想像成是這個小孩，你就站在這裡，眼睛望向河邊，告訴老師，此時印入你眼簾，看到的是「凹進來」的河岸？還是「凸出來」的河岸？

生：凹進來的河岸。

(此時老師再把小人磁鐵挪到凸岸。)

師：如果你換成站在河的另一岸，望向河流，你看到的河岸是什麼形狀呢？

生：凸出來的河岸。

師：所以，**凹岸和凸岸的名稱，是由我們『站在岸邊土地』上，望向河邊而定義出來的。**



教師播放「高雄茂林八曲流」影片，請小朋友判斷凹岸與凸岸。

(<https://www.youtube.com/watch?v=APSAHysMzoE>)

(二)澄清「為何河流在凹岸會產生侵蝕現象，在凸岸會產生堆積現象」

老師提出以下兩個問題，請學生快問快答。

Q1：河水在凹岸會產生什麼現象？(A1:侵蝕現象。)

Q2：河水在凸岸會產生什麼現象？(A2:堆積現象。)

以下為討論澄清過程。

師：為什麼同一條河流，在凹岸會產生侵蝕，在凸岸會產生堆積？

生：會是因為河流的力量不同嗎？

師：河流的什麼力量不同？

生：速度嗎？

師：非常好。事實上，河流在凹、凸兩側的流速不一樣，為了轉彎，必須凹岸流速比較快、凸岸比較慢，才能順利轉過去。這裡有個模擬活動可以幫助小朋友理解。請四位學生上台排成一橫列，手臂勾手臂，當全班喊 1 2 3 後，以第四位同學為圓心(不移動，原地踏步)，四位同學要手拉手繞著圓心做左轉運動。你們發現了什麼？



生：內側的學生走得很慢，外側的同學則走得比較快，甚至必須跨大步走，四位同學才能保持一直線。

師：是的，曲流也是如此，現在把這四位小朋友想像成河流裡的小水滴，當河流轉彎時，外側(凹岸)的水必須流得比較快，而內側(凸岸)的水則會比較慢。流速快的水當然侵蝕能力比較強，所以會造成凹岸侵蝕；而流速慢的水則比較容易有沉積現象，所以造成凸岸堆積。



學生模擬活動
請掃 QRcode

(三)檢測與延伸學習：

老師發下曲流學習單，檢測學生是否了解。(此學習單以 Seesaw 呈現)

右圖為高雄市桃源區荖濃溪的空照圖，你看到彎彎曲曲的河流了嗎？請回答下列問題：

①哪一邊是凹岸？哪一邊是凸岸呢？

(答:A 是凹岸，B 是凸岸)

②結合你做的實驗，說明為什麼房子都蓋在 B 處呢？

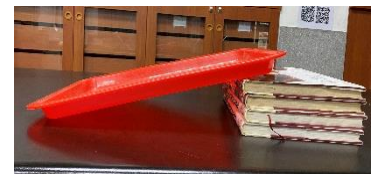
(答: B 處是凸岸，河流在此會產生堆積現象，所以房子都蓋在 B 處。相反，A 處會產生侵蝕現象，不利於蓋房子。)



實驗三：曲流與坡度的關係 (20 分鐘)

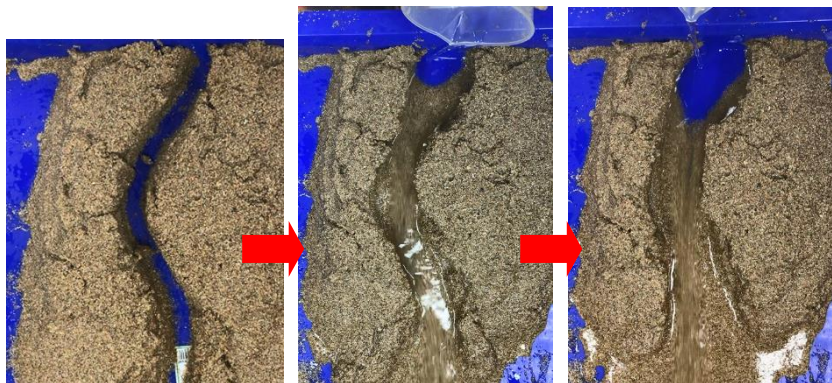
一、實驗步驟：

- 1.延續前一個實驗，在確認河水會使曲流越來越彎曲之後，請學生以手指畫出一個新的曲流形狀。
- 2.將坡度調大(可多墊幾本書，以量角器測量約 10 度)，同樣將水緩慢倒入河道中，觀察是否因為坡度變大的關係，漸漸由曲流轉為直流。



二、實驗結果：

由左至右，顯示坡度大時，流水會使曲流慢慢變回直流。



完整實驗過程
請掃 QRcode

三、討論與澄清

師：從剛剛的實驗，對照課本的河流圖片，觀察河流的上、中、下游，曲流從哪裡才開始出現？

生：中游到下游。

師：很棒！請問上游的坡度大嗎？看得到曲流嗎？

生：看不到。

師：小朋友，你覺得為什麼坡度太大時，曲流無法存在？請問坡度大時水的流速是快還是慢？

生：快。

師：小朋友都有溜滑梯的經驗，當你往下滑時，因為速度快，你容易轉彎嗎？

生：不容易。

師：所以呢？套用在河流上，會是怎樣？誰能說說看。

生：河流流速快時，往下沖的力量很強，這時候不容易轉彎，所以不易形成曲流。

為加強與統整學生對於曲流的認識，可請學生觀看「地球上的曲流」影片。

(<https://www.youtube.com/watch?v=hHp08qoKn-w>)

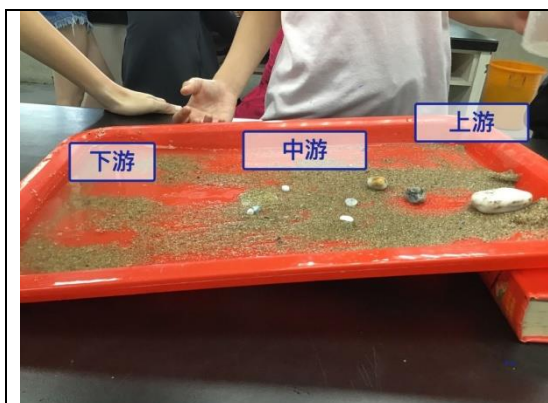
實驗四：河流上、中、下游的堆積比較（20分鐘）

一、實驗步驟：

- 1.各組以淺盤裝1瓢沙子，放置直徑5cm的石頭一顆(模擬大石塊)，直徑1cm的石頭3顆(模擬中石塊)和數顆直徑約0.3cm的小石頭(模擬鵝卵石)。
- 2.以書本或物品墊高淺盤一端，模擬河流的坡度。
- 3.以澆花器的水沖向沙石堆，模擬河流沖刷力量，並觀察沙、大石塊和小石頭的搬運、堆積情形。



二、實驗結果：



學生完成實驗後，拍照並上傳至 Seesaw。



打開 Seesaw，師生共同討論各組實驗結果。



全班探討實驗過程請掃 QRcode

三、延伸活動：

1. 教師教導如何使用 Google Earth：小朋友，只要運用 Google Earth 和街景服務，我們也能親眼看到上游、中游、下游的堆積物，遨遊世界各地喔！請你跟著老師的步驟，學習操作 Google Earth。



教學投影片：

<https://drive.google.com/file/d/19jyLCMYOfXHwr6qjFvsvuXgSaRbZp3Sn/view?usp=sharing>

2. **教師派任務**：臺灣有很多河川的上游是布滿各式各樣有趣的大石頭，現在請你以 Google Earth 探索臺灣河川，拍攝一張上游大石頭的圖片(可建議學生以東部河川來搜尋觀察，如：秀姑巒溪、太魯閣的立霧溪等)。



學生使用 Google Earth。

學習評量內容

★口頭評量、實作評量

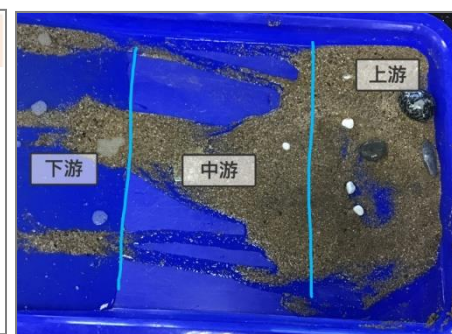
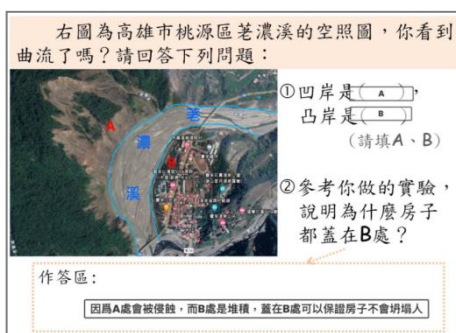
★小組以平板紀錄實驗過程(拍照、錄影)，上傳至 Seesaw 平台，全班觀看討論。

(1) 作業一：「拍攝曲流~凹岸侵蝕與凸岸堆積」(左：教師派遣作業之模板，右：學生作品)



(2) 作業二：「延伸學習~判斷房子蓋在凸岸的原因」

(3) 作業三：拍照河流堆積物



參考資料：

1. 國民小學自然與生活科技課本第七冊(康軒版、翰林版、南一版)
2. 「高雄茂林八曲流」影片，<https://www.youtube.com/watch?v=APSAHysMzoE>
3. 「地球上的曲流」影片，<https://www.youtube.com/watch?v=hHp08qoKn-w>