

漩渦及石頭

高中組地球科學科第三名

台灣省立嘉義女子高級中學

黃麗玫、王瑞筠、張淑芬
作者：黃秀敏、李金燕

指導人員：郭茂男、林滄浪

一、研究動機

去年一月二十三日，台北自來水處，因放水清理雙溪水壩淨水場的垃圾，未先示警，造成外雙溪河谷河水暴漲，使得在溪底烤肉和戲水的師生們，在毫無準備的情況下，被這突如其來的洪水所衝擊，造成十人死亡，六人失蹤的慘劇。這是一件不應發生而發生的慘劇，十六個無辜的生命，就這樣犧牲了，不僅死者家屬悲慟不已，社會公衆也莫不表示同情。

在哀傷之餘，令人訝異的是，罹難者中大多數會游泳，可是爲何仍遭滅頂呢？

根據報導，其喪生的主要原因是由於不諳水性，不知漩渦的特性，無法克制水渦的衝擊力，而被水渦捲入，再被亂石碰傷溺斃的。

再次就是同年九月三日嘉南地區夜半忽然雪電交加，大雨接連而至，在短短的幾個小時內，嘉義雨量高達三百七十三公釐，山洪暴發、河流暴漲、堤防潰決、牆倒屋塌、路基流失、鐵路淹沒，魚塢、稻田沖毀數百公頃，損失一億餘元。鐵路公路交通多處中斷。

在驚魂未定之餘，隨即又發生如此駭人可怕之天災，令人不勝唏噓，究其成因，都是水流造成的災害，水渦是什麼呢？竟有如此巨大的催毀能量，它的特性又是什麼呢？這激發了我們研究此項的動機。

二、研究目的

對河床上的水渦現象，以及石頭爲何多成爲橢圓形的問題作深入的研究與了解。

間接目的：了解漩渦的特性，曉得如何克服它作為臨時應變的方法，供大家參考。

三、研究內容

1 何處會產生漩渦呢？

(1)觀察：我們由老師帶隊到嘉義市郊區，最具代表性的八掌溪去觀察溪底的地形和水流的運動情形。

(2)結果：

a、地形及石頭排列各處不一，因此水流速度亦不同，障礙物（石頭或橋墩）後皆有漩渦，但其形式各不相同。

b、河床地形非常複雜，但有其共同趨勢。

c、石頭排列大小並列，雜亂中却有其章則。

2 各處水流速度不同，但有否規律性？漩渦形式不同，但有否通性？何種形式的障礙物漩渦較大？這一連串的問題，使我們試圖設計實驗來觀察它。

(1)器材：

a、投影機及映幕各一。

b、水車一個。

c、水槽一組。

d、馬達 60 次/分，120 次/分各一。

e、障礙物若干個。

f、Li 粉。

(2)步驟：

a、可將 Li 粉先混入酒精中再放入水槽。

b、馬達帶動水車，使水流動。

c、將各種不同的障礙物放入水槽。

(3)結果：

a、由側面觀察可見障礙物後面之水位較低，水從障礙物側面通過後即受水位差所形成的法線力而改變運動方向，構成漩渦。

b、漩渦的位置有些固定。也有些作週期性的變動，促使某

些地點的水流方向亦作週期性的改變。

c、由我們所得的觀察記錄歸納得知：

(a)同一形狀的障礙物，有同一形式的漩渦。

(b)障礙物前端的形狀影響漩渦形式，愈尖突漩渦愈小。

(c)障礙物後端的形狀亦影響漩渦的形式。

(d)漩渦的形成和水的深淺，流速有關。

3. 爲何一般所見石頭會平滑而且類似橢圓形呢？

(1)器材：

a、空罐瓶一個加蓋。

b、石頭若干個。

(2)步驟：

a、將石頭放入空罐中。

b、放置水平方向不斷轉動。

(3)結果：

拿出石頭可見每個石頭的稜角處，皆有磨損的跡象，如果一直轉動到最後，石頭就會成爲類似橢圓狀了。

4. 爲何石頭的運動是滾動而不是移動呢？

(1)器材：

a、彈簧秤一個。

b、燒杯一個。

c、石頭若干個。

(2)步驟：

a、將各類石頭掛於彈簧秤，秤石頭在空氣中及水中的重量，求得其比重。

b、利用滴管將墨水注入水的上下層，測其水流速度。

(3)結論：

由實驗一得知石頭的密度約爲 2.5 左右，比水重，所以不可能懸浮水中而流動，又實驗二得知上層水流速度較快，下層水流速度較慢，可見石頭所受的沖力上大、下小。由力矩的作用必使石頭產生滾動。

5. 爲何石頭都以橢圓形停留於河床，而不在破裂時即留於原處。

(1)器材：

- a、迴轉盤。
- b、自製旋轉式彈簧秤。
- c、模型（球形、菱形、魚形、正方形、棒形、橄欖形）。

(2)步驟：

把模型分別固定於自製的旋轉式彈簧秤上，再放入迴轉盤的水中，測出不同轉度下（即不同水流速度）各種不同形狀或不同截面積模型的旋轉度數（即水的沖力大小）。

(3)結果：

- a、作用力越大，旋轉彈簧秤的旋轉度數越大，但不成正比。
- b、接觸面積越大，所受的沖力越大。
- c、同截面積物體中，橢圓形物體在水中所受的沖力最小故石頭才會成橢圓形而停置。

6. 爲何彎角處堆積著許多石頭？

由前面實驗吾人知石頭並非懸浮移動而爲滾動。至轉彎處，因慣性作用未隨水流轉彎而衝至河邊，又前面實驗觀察得知河邊水流速度小，沖力小，故即停留不前。又前面實驗知障礙物前後之水流速度較慢，故一塊石頭停留更易使另外的石頭停留。

7. 爲何障礙物的後方常堆積泥沙？

(1)器材：

- a、投影機及映幕一台。
- b、水車一組。
- c、水槽一組。
- d、馬達 60 次／分及 120 次／分各一。
- e、障礙物
- f、Li 粉

(2)步驟：

將微小粒子放置於水流中之各處。發現障礙物後方漩渦處，粒子在該處迴轉而不流失。

(3)結論：

漩渦處的水流速度較小而且水流在原處迴轉故易將沙土沈積。

四、結 論

1 水流沖擊石頭，在石頭背面產生漩渦，泥沙粒子小較輕隨水漂流而沈積於石頭背面。

2 根據實驗知，石頭的比重約為水的 2.5 倍重，所以石頭無法漂浮於水中，必沈於河底，所以要使石頭運動，必須藉著水對石頭的沖擊力，來產生運動。又水上層流速快，下層流速慢，石頭所受的沖擊力，上下不均勻，所以石頭的運動方式為滾動並非移動。

3 石塊自上游受水之推力而滾動下來，稜角處彼此互相碰撞、磨損，到了中下游便呈平面而似橢圓形的石頭。

4 物體均有慣性，質量愈大速度愈快的物體，愈不易改變運動方向，所以在河道的轉角處，往往可看到許多石頭擱置在岸旁。

5 由 O.H.P 漩渦實驗，觀察得知障礙物之前方水流變小，水成兩股向障礙物兩側加速前進，因此當不小心掉入溪中，而距岸邊太遠時，應順著水流流動方向，選擇障礙物之正前方脫離水流。因其正前方，水流小，由石塊排列情形知石塊前端傾斜度較大，易攀爬上去，若被帶至水渦迴轉的石頭背面時，石頭排列陡峭且河床多泥沙，陷入其中不易脫離，且漩渦沖擊水流方向不穩定，不易控制我們運動的方向，故應避免到溪中游泳、戲水。

6 在淤積的實驗中，我們無意中發現水車的正下方淤積許多粒子，首先我們都無法解釋，經老師指導，從側面觀察發現上層水分子正被水車推向前方時，下層水分子有回流現象，使沈在下層的砂石回流，但又受水車後方的水沖向前方，故停留水車正下方徘徊。由此實驗儀器可了解的現象很多，以後我們將繼續不斷的研究下去，享受其中的樂趣。

評語：作者利用自製之換型試驗沉積物與水流之關係，富有教學價值，此外並說明水流如遇阻礙其速度之改變情形具有實用價值。