

中華民國第 51 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國中組 地球科學科

佳作

030503

「蝕」破天驚—流水的侵蝕作用探究

學校名稱：新竹縣立竹北國民中學

作者： 國二 黃家鴻 國二 蔡孟芸 國二 鄧智光	指導老師： 許忠信
---	------------------

關鍵詞：侵蝕、曲流、流速

「蝕」破天驚——流水的侵蝕作用探究

摘要

我們在雜誌上看見亞馬遜河非常美麗、壯觀，但是爲什麼亞馬遜河是彎曲的，而不是成一直線呢？我們研究後，了解那是因爲河流的侵蝕、沉積作用造成的。

我們研究發現：流速愈快，侵蝕的力量就愈大，而水量和流速與侵蝕力也呈正相關。同一河道中水道較寬時，流速變小，水道較窄時，流速變大。在研究不同深度的流速時，發現愈靠近水的中央處，流速愈快；愈靠近流水底部或水表面時，流速愈慢。

研究發現在彎流轉彎處，外側流速最快，侵蝕作用較大；中間次之；內側流速小，侵蝕作用小，沉積作用旺盛；造成河道一邊突出(堆積)，一邊凹陷(侵蝕)，就成了彎曲的河流。

而研究河流彎曲度對侵蝕作用的影響時，發現彎曲度愈大(河岸夾角愈小)，彎道中內側和外側流速差距大；彎曲度愈小(河岸夾角愈大)，彎道中內側和外側流速差距小。說明彎道彎曲度愈大，加彎的速度就愈快；彎道彎曲度愈小，彎道加彎的速度就愈慢。

壹、研究動機

我們在雜誌上看見亞馬遜河非常美麗，彎彎曲曲的穿梭在叢林間。咦？爲什麼這條河流，要彎曲著、迴繞著流，不一直線奔向大海，這樣不是繞路嗎？而且還越來越曲折，又會漸漸加寬，有如此多的面貌呢？是侵蝕的關係嗎？影響侵蝕力的因素有什麼呢？而流速和流量與侵蝕又有什麼關係呢？好奇的我們決定一探究竟。



貳、研究目的

- 一、以模擬實驗探究流速和侵蝕力的關係。
- 二、研究水道寬窄和流水侵蝕力的關聯。
- 三、研究同一水道不同深度中流速的相互關係。
- 四、探討河道的彎曲對侵蝕作用的影響。
- 五、研究距離彎流轉彎處前方不同距離和流水侵蝕力的關聯。
- 六、探討水道傾斜程度和流速的關聯。
- 七、實地觀察溪流的侵蝕狀況。
- 八、討論和侵蝕有關的環境議題。

參、研究設備及器材

		
工作手套	轉接片適量	螺絲和鎖片適量
		
老虎鉗和螺絲適量	螺絲起子 1 支	鐵捲尺 1 個
		
延長線 1 條	電鑽 1 支	電動線鋸
		
氣球數個	橡皮筋數條	磅秤 1 個
		
夾板與角材	塑膠墊	固定氣球的木棍

		
排油煙管	90 度水道模型成品	直線水道模型 2 組
		
60 度水道模型成品	140 度水道模型成品	照相機 1 臺
		
剪刀 1 支	鐵尺 1 支	碼錶和桌球

肆、研究過程與方法

一、實驗簡易流程：



二、相關資訊：

(一)實驗地點：

- 地點 1：竹北農田旁的灌溉渠
水面寬：55cm
高：30cm
樹葉移動距離：3m
彎道彎度：約 90 度
流速計算：距離/時間=速率



圖（一）：測量灌溉渠

流速測試結果：

	第一次	第二次	第三次	平均
樹葉移動 3m 所需時間	5 秒 59	5 秒 25	5 秒 50	5 秒 45
速率 (cm/s)	54	57	55	55

表（一）

2. 地點 2：新埔鳳山溪支流

放置模型後：水面寬：50cm 水面高：50cm 水道長：3m

實際流速：由於水道是放置在溪中，水流方向不一，故無法測得流速。

(二)相關科學資料：

1.流水侵蝕：

(1)曲流

河水流動中受到阻力時，有向外側遠離流去的現象。當河水衝向右岸時，岸壁受沖蝕成爲凹岸；相反的，左岸流速較慢，衝力減少，產生沉積，遂成凸岸。凹凸兩岸合成的河彎，迴曲如蛇行，是爲「曲流」。

(2)侵蝕作用的方式

a.下蝕作用

河床底部大多爲傾斜的，流水在重力作用下使河床底部受到沖擊而產生破碎另外，河流常挾帶沙石，對河床底部也產生沖擊和磨蝕作用，因此，河床就不斷降低，河谷加深，河流漸延長。

b.側蝕作用

河水對河床兩側或谷坡進行破壞的作用，稱爲河流的側蝕作用(旁蝕作用)。側蝕作用使河床彎曲、谷坡後退、河谷加寬。

2.虎克定律〈彈性定律〉：在彈性限度內彈簧的伸長(壓縮)量與所受的外力成正比。

三、器材製作：

(一)比較寬度的水道模型：

目的：製作出可調整寬度的水道。

1. 將木棍組合成U字型。
2. 將塑膠墊拴上U字型的木頭中即可完成。



圖（二）：直流水道模型

(二)測量用水球：

目的：爲了測量流速的變化。

1. 將約 130g 的水灌入氣球中，避免空氣殘留，綁緊，使水球的密度跟水相近。
2. 把 5 條全新的橡皮筋串成一串並綁在水球上，即可完成。



圖（三）：測量工具

(三)測量棒：

目的：爲了固定氣球的位置。

1. 將一根木棒鋸成 160cm 長。
2. 把釘子依序以 10cm 間隔距離由下而上釘在木棒的一端。
3. 測量時，依需要將水球固定在所需的高度。

(四)比較角度的水道模型：

1. 用木板釘出兩個長約 1.3m 的U字形水道。
2. 用塑膠軟墊和木板製作數個不同角度的轉接水道。
3. 要做出不同角度的水道時，將轉接水道鬆開重新組合出新水道。



圖（四）：直角水道模型

四、研究過程：

(一)以模擬實驗探究流速和侵蝕力的關係：

1.模擬測量：

- (1)將泥土填滿小碗秤重 800g，倒蓋至木板上。
- (2)將水龍頭做記號，流速由小至大分別爲 1、1.5、2。
- (3)輪流使用 1、1.5、2 的水量沖刷土堆。
- (4)分別在沖刷一分鐘、兩分鐘、三分鐘時照相紀錄。
- (5)最後秤重，計算被沖掉土堆的重量。

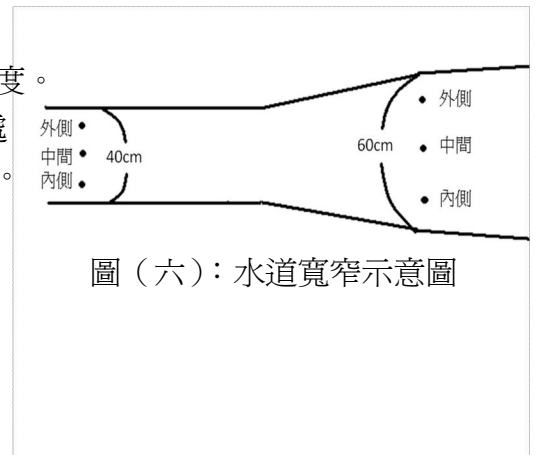


圖（五）：流速和侵蝕力

(二)研究水道寬窄和流水侵蝕力的關聯：

1.用模型測量：

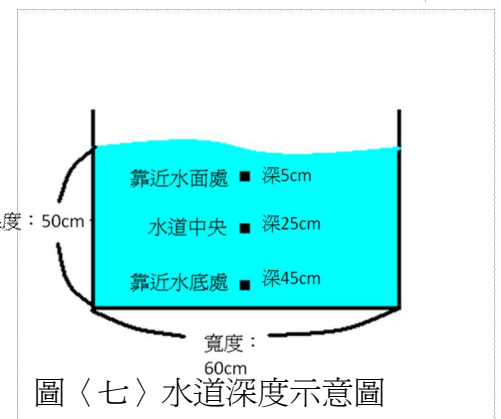
- (1)調整水道寬度並放入溪中安全處
- (2)將水球綁在測量棒上並測量橡皮筋原始的長度。
- (3)將測量棒插入水道 60cm 寬處及 40cm 較窄處，分別用尺測量中間、外側、及內側伸長量。
- (4)結束後，檢查橡皮筋是否有彈性疲乏現象。
- (5)由虎克定律可知，橡皮筋伸長量愈多，流速就愈快，且成正比。



(三)研究水道深度對河岸侵蝕的影響：

1.用模型測量：

- (1)將水道放入水中。
- (2)將水球綁在最下層的釘子上測量水球原先的長度。
- (3)分別將水球由下往上綁在釘子上並測量水底(45cm)、水道中央(25cm)和水流表面(5cm)的伸長量。
- (4)檢查橡皮筋是否有彈性疲乏現象。
- (5)由虎克定律可知，橡皮筋伸長愈多，流速就愈快且成正比。



- 2.自然環境測量：步驟同模型測量，但不放置模型，直接測量溝渠的流速。

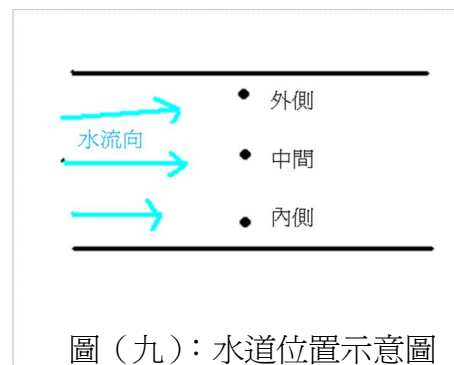
(四)探討直流中，距離河岸遠近和流水侵蝕力的關聯：

1.自然環境測量：

- (1)將水球綁在測量棒上，測量橡皮筋原先的長度。
- (2)將測量棒插入同一截面的水道內、外側和中間並測量伸長量。
- (3)檢查橡皮筋是否有彈性疲乏現象。
- (4)由虎克定律可知，橡皮筋伸長愈多，流速就愈快且成正比。



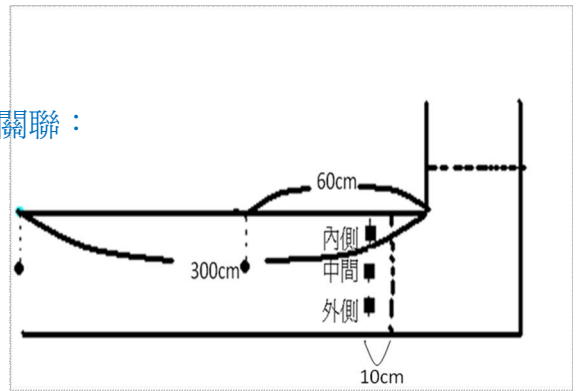
圖(八)：測量橡皮筋伸長量



(五)研究距離彎流轉彎處前方不同距離和流水侵蝕力的關聯：

1.用模型測量：

- (1)將水道放入水中。
- (2)將測量棒插入距離彎道前 10cm 處水道中，測量兩側和中間的伸長量。
- (3)檢查橡皮筋是否有彈性疲乏現象。
- (4)由虎克定律可知，橡皮筋伸長愈多，流速就愈快且成正比。



圖(十)：水道距離轉彎處前各位置流

2.自然環境測量

- (1)將水球綁在測量棒上並測量水球原先的長度。
- (2)將水球測量棒插入距離彎道前 300cm 及 60cm 處水道中，測量中間處伸長量。
- (3)檢查橡皮筋是否有彈性疲乏現象發生。
- (4)由彈性定律可知，橡皮筋伸長愈多，流速就愈快且成正比。

(六)探討水道傾斜程度和流速的關聯：

1.器材製作：

塑膠管製作：

目的：模擬不同傾斜度的水流。

材料：直徑 15 公分的排油煙管數個、透明膠帶、厚紙板。

步驟：

- (1)用膠帶將排油煙管黏在一起，並用透明膠帶加強固定，製作出 1 個直徑 15cm，柱高 1.8m 的中空水管。
- (2)爲了維持一定的水位高度，將出水口用紙板封住一半。
- (3)在注水口接上一個直角彎管，即可完成。



圖(十一)：塑膠水管製作水道

高架製作：

目的：改變水道的傾斜度

- (1)將直徑 15 公分的中空水管疊起來。
- (2)達到所需高度即完成。

2.實驗步驟：

- (1)利用花園灑水器注入水，將直流水道內注滿水，並使水溢出。
- (2)水開始流動時，把一顆乒乓球放入管中。
- (3)用碼表測量乒乓球移動 1.8m 所需時間。
- (4)改變高架傾斜度，以同樣的方式測量。

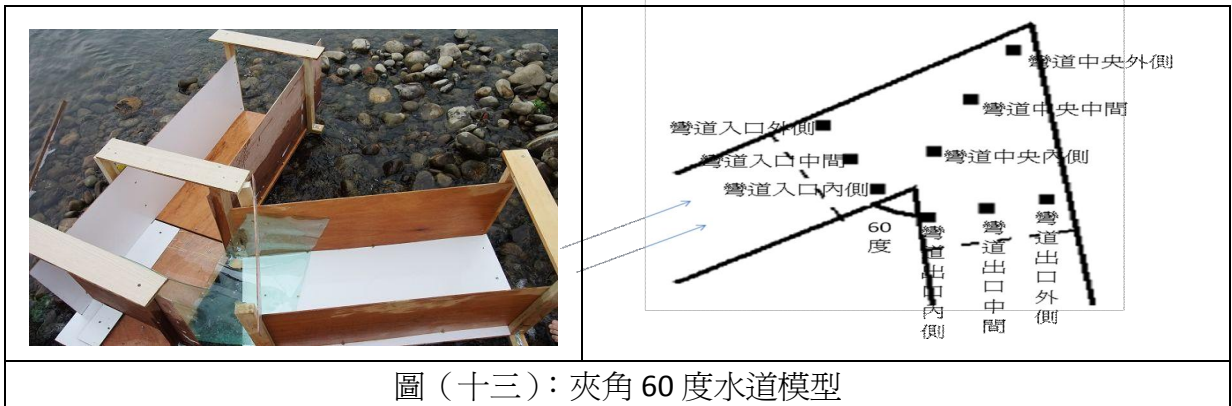


圖(十二)：測量傾斜河道的流速

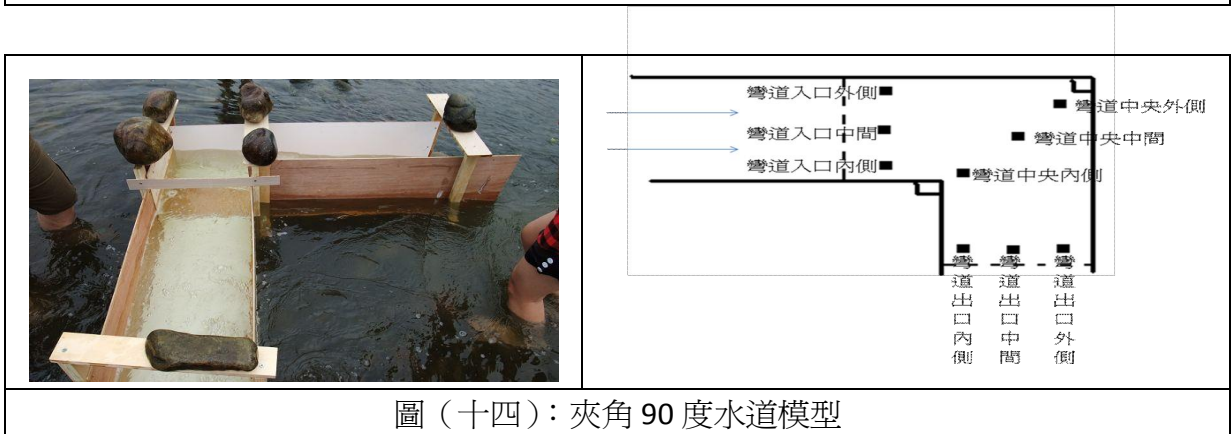
(七)探討河道彎曲度對流速的影響：

1.用模型測量：

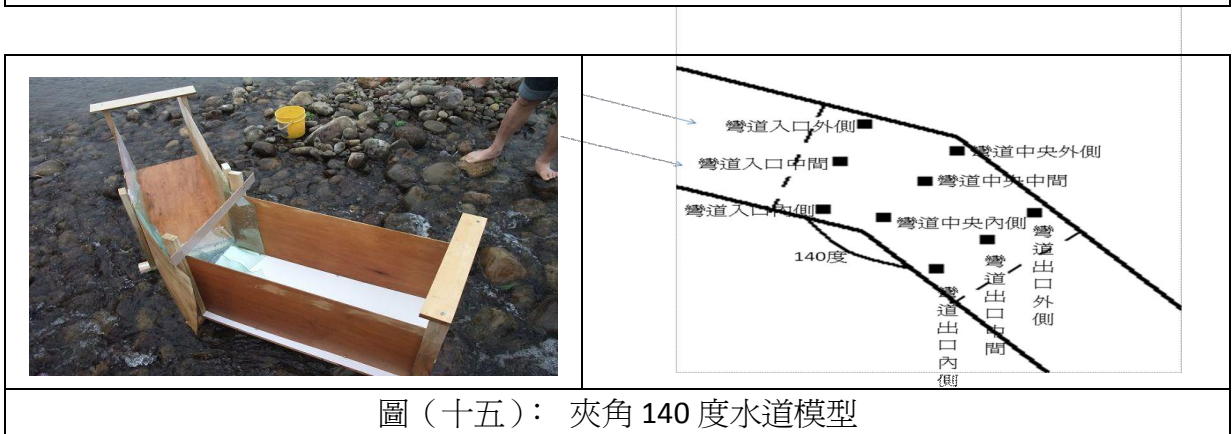
- (1) 將 60 度彎道水道，90 度彎道，及 140 度彎道分別放入溪中的安全處測量。
- (2) 將水球綁在測量棒，測量橡皮筋原始長度。
- (3) 將測量棒插入水道中彎道處的兩側和中間，測量伸長量。
- (4) 檢查橡皮筋是否有彈性疲乏現象發生。
- (5) 由彈性定律可知，橡皮筋伸長愈多，流速就愈快且成正比。
- (6) 說明：河岸夾角越小，彎曲度越大；河岸夾角越大，彎曲度越小。例：河岸夾角 60 度的水道彎折了 120 度。



圖（十三）：夾角 60 度水道模型



圖（十四）：夾角 90 度水道模型















圖（十五）：夾角 140 度水道模型

(八)實地觀察溪流的侵蝕狀況：

- 1.實地觀測鳳山溪上、中、下游，觀察侵蝕和沉積狀況。

伍、研究結果

一、以模擬實驗探究流速和侵蝕力的關係：

	剛開始	1 分鐘	2 分鐘	3 分鐘(結束)
小水量				
	800g			剩 790g
中水量				
	800g			剩 590g
大水量				
	800g			剩 220g

小水量沖掉 10g

中水量沖掉 210g

大水量沖掉 580g

綜合結果：發現流速愈快，侵蝕力愈大；流速愈慢，侵蝕力愈小。

二、研究水道寬窄和流水侵蝕力的關聯：

(一)地點：鳳山溪支流 (用模型測量)

1.測量 40cm 水道流速結果：(單位：cm)

位置 伸長量	水道入 口內側	水道入 口中間	水道入 口外側
伸長量 1	4	6	4
伸長量 2	4	7	5
伸長量 3	4.5	7	4
伸長量 4	5	6	4
平均伸長量	4.4	6.5	4.25

表 (二)

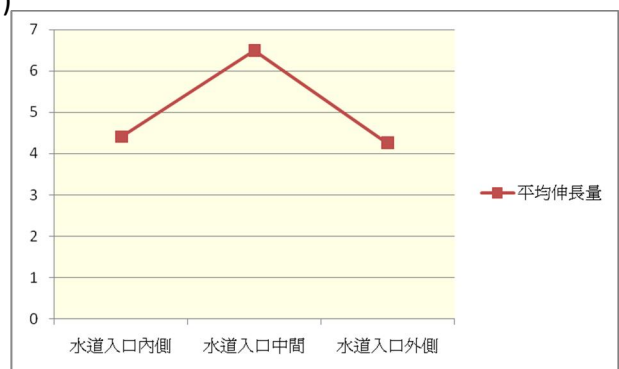


圖 (十七)：40cm 窄水道測量結果

結果：觀察圖(十七)，發現在窄水道中央的流速較兩側大。

2.測量 60cm 水道流速結果：(單位：cm)

位置 伸長量	水道中 段內側	水道中 段中間	水道中 段外側
伸長量 1	2.5	3	1.5
伸長量 2	1.5	2.5	0
伸長量 3	1.3	2.5	2
伸長量 4	2	3	2
平均伸長量	1.825	2.75	1.375

表 (三)

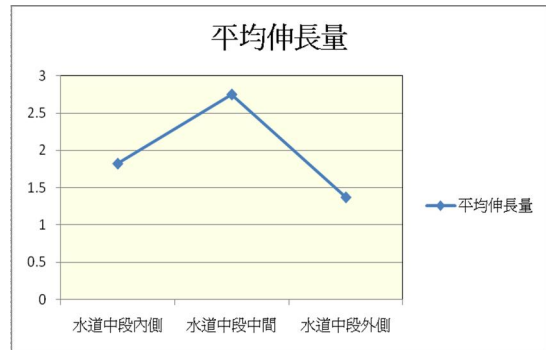


圖 (十八)：60cm 水道測量結果

結果：觀察圖(十八)，發現在寬水道中央的流速也較兩側大。

3.綜合比較結果：

- 綜合圖(十七)和圖(十八)的比較可得圖(十九)。當水道較寬時，同一點的流速會變慢，沉積作用較明顯。相反的，當水道較窄時，流速會變快，侵蝕力也較大。
- 觀察圖(十九)可發現，當水道較窄時，兩側和中間的流速變化幅度大，而水道較寬時變化幅度較小。

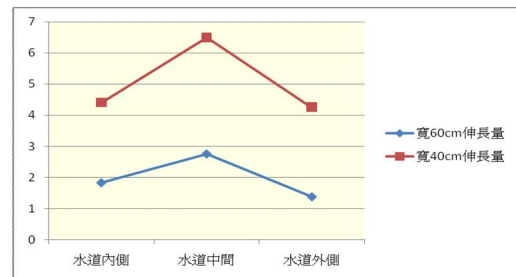


圖 (十九)：測量結果比較圖

三、研究同一水道不同深度中流速的相互關係：

(一)地點：鳳山溪支流(用模型測量)

使用測量棒測量：流水中不同深度的流速變化

河道深 50cm 時

距水面 5cm：接近水面處

距水面 25cm：水道中央

距水面 45cm：接近水底處 (單位：cm)

位置 伸長量	距水面 5cm	距水面 25cm	距水面 45cm
伸長量 1	10	12	8
伸長量 2	11	11	6
伸長量 3	10.5	12.5	7
平均伸長量	10.5	11.83	7

表 (四)

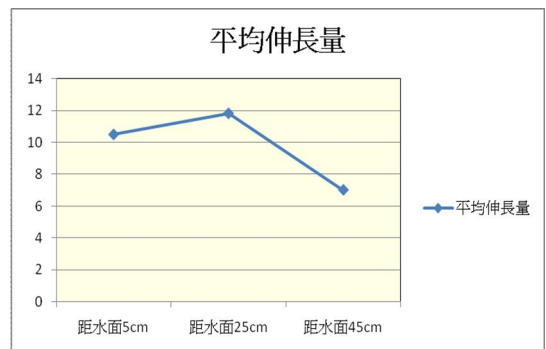


圖 (二十)：測量深度結果

結果：觀察圖(二十)發現距離河岸同樣距離時，水道中央的流速最快，接近水面處次之，接近水底處則最慢。

(二) 地點：竹北農田旁的灌溉渠(自然環境測量)

1.使用測量棒測量：流水中不同深度的流速變化

河道深 50cm 時

距水面 5cm：接近水面處

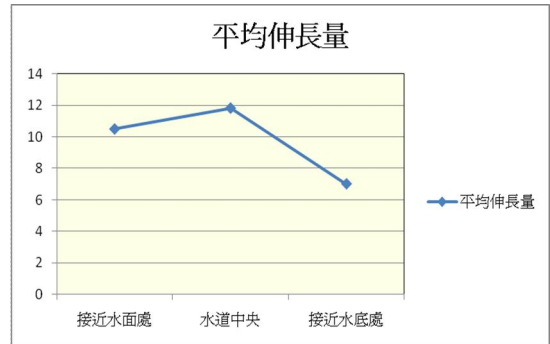
距水面 25cm：水道中央

距水面 45cm：接近水底處

(單位：cm)

位置 伸長量	距水面 5cm	距水面 25cm	距水面 45cm
伸長量 1	3	4	1.8
伸長量 2	3.5	5	2
伸長量 3	3	4.5	2
平均伸長量	3.2	4.5	1.9

表（五）



圖（二十一）：測量深度結果

結果 1：觀察圖(二十一)發現距離河岸同樣距離時，水道中央的流速最快，接近水面處次之，接近水底處則最慢。

結果 2：由圖(二十)和圖(二十一)綜合比較後，發現水道中央的流速會最快，接近水面處次之，接近水底處則最慢。

四、探討直流中，距離河岸遠近和流水侵蝕力的關聯：

(一)竹北農田旁的灌溉渠(自然環境測量)

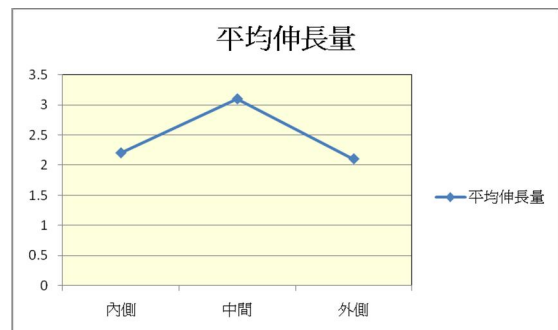
1.使用測量棒測量：

距離河岸不同距離的流速變化

(單位：cm)

位置 伸長量	內側	中間	外側
伸長量 1	2	3	2
伸長量 2	2.3	3.3	2.1
伸長量 3	2.3	3	2.2
平均伸長量	2.2	3.1	2.1

表（六）



圖（二十二）：測量不同距離結果

結果 1：觀察圖(二十二)發現水道中間的流速會比兩側還快。

結果 2：綜合表(二十)、(二十一)、(二十二)觀察得出結論，同一截面上水道正中央流速最快，外側的底部流速會最慢。

六、研究距離彎流轉彎處前方不同距離和流水侵蝕力的關聯：

(一)東海農田旁的灌溉渠(自然環境測量)

1.使用測量棒測量：

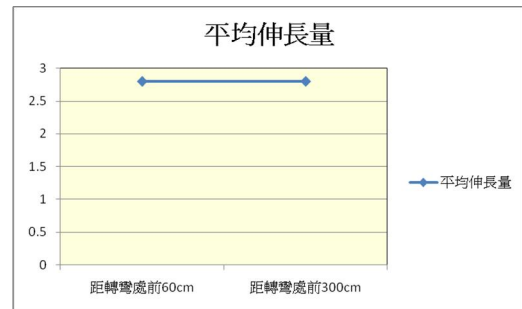
距離轉彎處前方不同距離的流速變化

60cm：距離較近

300cm：距離較遠 (單位：cm)

位置 伸長量	距轉彎處前 60cm	距轉彎處前 300cm
伸長量 1	3	3
伸長量 2	2.7	2.6
伸長量 3	2.8	2.8
平均伸長量	2.8	2.8

表（七）



圖（二十三）：測量距離彎道遠近的結果

結果：觀察圖（二十三）發現不論距轉彎處前方遠或近，流速幾乎不變化。即並無回流現象。

(二)鳳山溪支流(用模型測量)

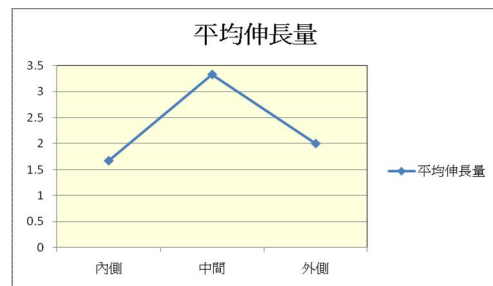
1.測量接近彎流前的直流中的流速變化：

彎道入口(非常接近彎流)距離 10cm

(單位：cm)

位置 伸長量	內側	中間	外側
伸長量 1	1	3	2
伸長量 2	1.5	3	1.5
伸長量 3	1	4	2.5
平均伸長量	1.67	3.33	2

表（八）



圖（二十四）：測量彎道處的結果

結果：觀察圖(二十四)可發現即使很接近彎流，外側流速已經稍受影響開始上升，但上升幅度不大。

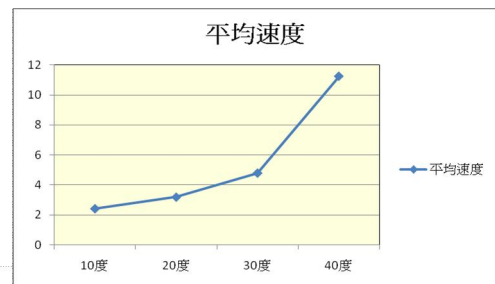
綜合結果：觀察圖(二十三)可發現，無論是接近彎流或距彎流較遠，流速是沒有差異的，而觀察圖(二十四)可發現很接近彎流時，外側流速會受彎流的流速影響影響並上升。

七、探討水道傾斜程度對流速的影響：

自製模型測量：參考圖（十四）

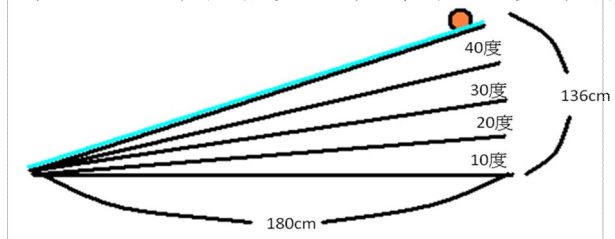
角度	10度	20度	30度	40度
1.8m 所費時間 1	72 秒	56 秒	34 秒	17 秒
1.8m 所費時間 2	71 秒	60 秒	39 秒	16 秒
1.8m 所費時間 3	79 秒	55 秒	38 秒	15 秒
平均所費時間	74 秒	57 秒	37 秒	16 秒
平均速度(cm/秒)	2.43	3.2	4.8	11.25

表（九）：傾斜度和速度



圖（二十五）：測量傾斜的結果

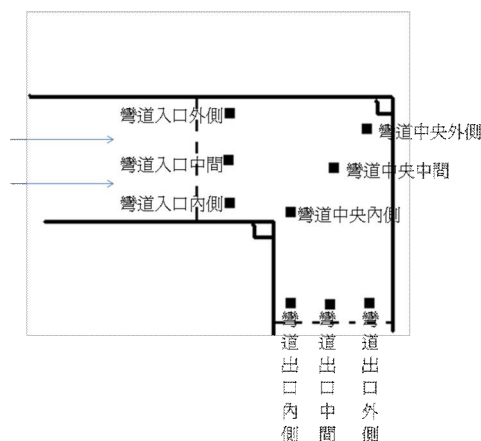
結果：觀察圖(二十五)可發現 10、20、30 度時，流速以穩定幅度上升，但在 40 度時卻突然大幅增快。



圖（二十六）：測試模型示意圖

八、探討河道彎曲度對流速的影響：鳳山溪支流(用模型測量)

(一) 夾角 90 度水道模型

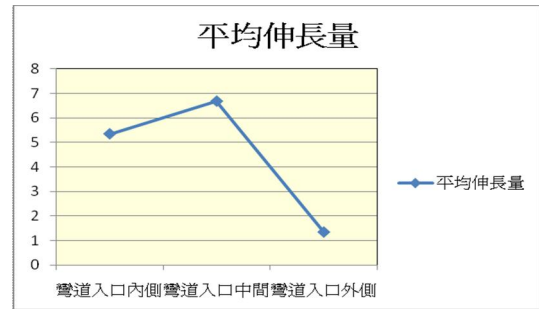


圖（二十七）：夾角 90 度彎道測量點示意圖

1.用夾角 90 度水道模型測彎道入口的流速伸長量
水球原長：29 cm (單位：cm)

位置 \ 平均伸長	伸長量 1	伸長量 2	伸長量 3	平均伸長量
彎道入口內側	5	6	5	5.33
彎道入口中間	7	6	7	6.67
彎道入口外側	1	1	2	1.33

表(十)



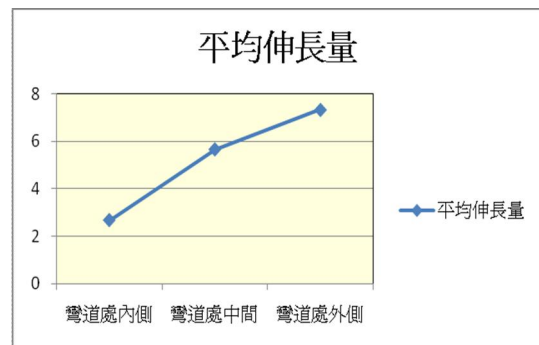
圖(二十八)：夾角 90 度彎道入口測量

結果：在河岸夾角 90 度時，觀察圖(二十八)可發現：在彎道入口，中間的流速最快，內側次之，外側的流速最慢。

2.用夾角 90 度水道模型測彎道處的流速伸長量
水球原長：29 cm (單位：cm)

位置 \ 平均伸長	伸長量 1	伸長量 2	伸長量 3	平均伸長量
彎道處內側	3	2	3	2.67
彎道處中間	5	6	6	5.67
彎道處外側	7	7	8	7.33

表(十一)



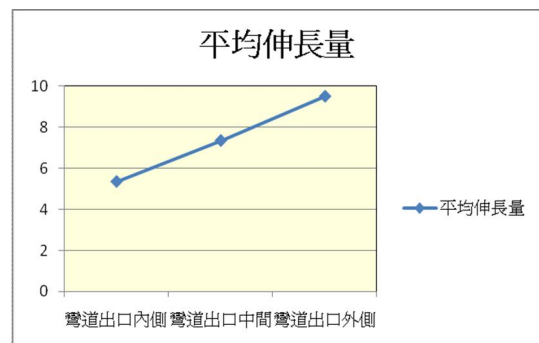
圖(二十九)：夾角 90 度彎道處測量結果

結果：觀察圖(二十九)可發現：在彎道中間處外側的流速最快，中間次之，內側的流速最慢，而且是呈穩定的增加。

3.用夾角 90 度水道模型測彎道出口的流速伸長量
水球原長：29 cm (單位：cm)

位置 \ 平均伸長	伸長量 1	伸長量 2	伸長量 3	平均伸長量
彎道出口內側	5	6	5	5.33
彎道出口中間	7	7	8	7.33
彎道出口外側	9.5	10	9	9.5

表(十二)



圖(三十)：夾角 90 度彎道出口測量結果

結果：觀察圖(三十)可發現：在彎道出口處外側的流速最快，中間的次之，內側的流速最慢，而且是呈一直線，增加幅度一樣。

(二) 夾角 60 度水道模型

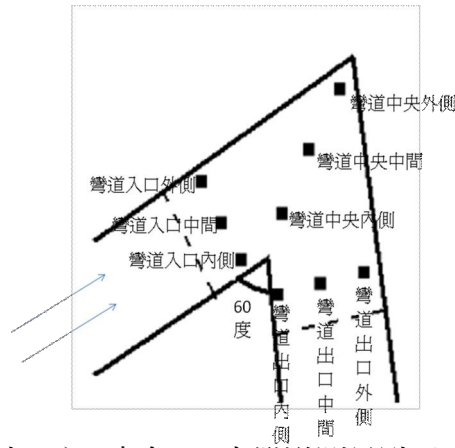


圖 (三十一)：夾角 60 度彎道測量點示意圖

1. 用夾角 60 度水道模型測彎道入口的流速伸長量

水球原長：29 cm (單位：cm)

位置 \ 平均伸長	伸長量 1	伸長量 2	伸長量 3	平均伸長量
彎道入口內側	4	5	4.5	4.5
彎道入口中間	6	6	5	5.33
彎道入口外側	4	3	4	3.67

表 (十三)

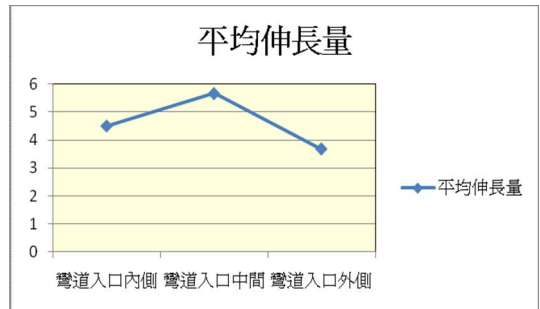


圖 (三十二)：夾角 60 度彎道入口測量結果

結果：在河岸夾角呈 60 度時，觀察圖 (三十二) 可發現：在彎道入口，中間的流速最快，內側次之，外側的流速最慢。

2. 用夾角 60 度水道模型測彎道處的流速伸長量

(單位：cm)

位置 \ 平均伸長	伸長量 1	伸長量 2	伸長量 3	平均伸長量
彎道處內側	4	3	3	3.33
彎道處中間	5	4	4	4.33
彎道處外側	7	8	8	7.67

表 (十四)

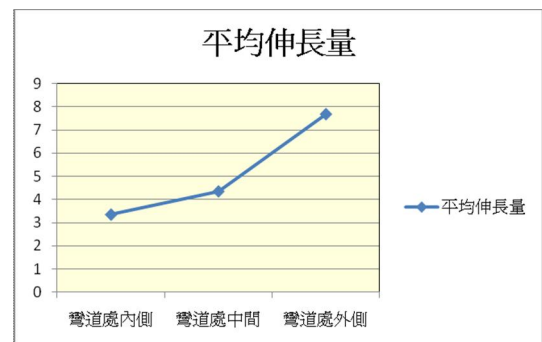


圖 (三十三)：夾角 60 度彎道處測量結果

結果：觀察圖 (三十三) 可發現：在彎道中間處外側的流速最快，中間次之，內側的流速最慢，而內側至中間的變化幅度較小，中間至外側的變化幅度突然大增。

3.用夾角 60 度水道模型測彎道出口的流速伸長量
(單位：cm)

位置 \ 平均伸長	伸長量 1	伸長量 2	伸長量 3	平均伸長量
彎道出口內側	1	0	1	0.67
彎道出口中間	3	4	4	3.67
彎道出口外側	5	4	4	4.33

表 (十五)

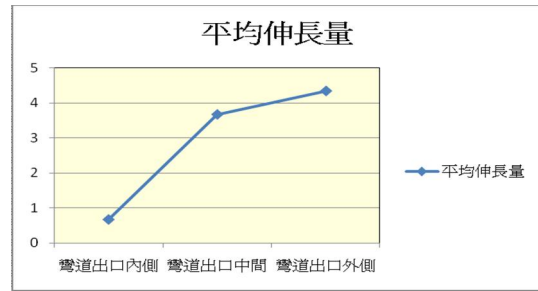


圖 (三十四): 夾角 60 度彎道出口測量結果

結果：觀察圖 (三十四) 可發現：在彎道出口處外側的流速最快，中間的次之，內側的流速最慢，而內側至中間的變化幅度增加非常多，反而中間至外側的變化幅度較小。

(三) 夾角 140 度水道模型

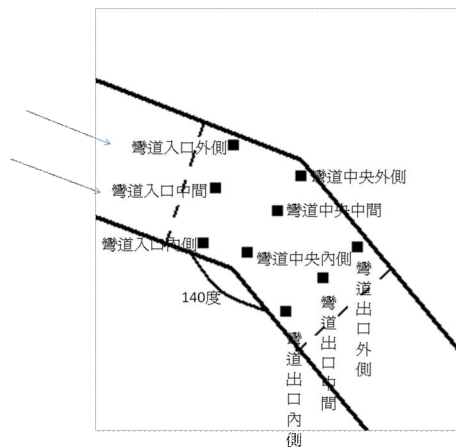


圖 (三十五): 夾角 140 度彎道測量點示意圖

1.用夾角 140 度水道模型測彎道入口的流速伸長量
水球原長：29 cm (單位：cm)

位置 \ 平均伸長	伸長量 1	伸長量 2	伸長量 3	平均伸長量
彎道入口內側	0	0	1	0.33
彎道入口中間	3	2	3	2.67
彎道入口外側	6	5	6	5.67

表 (十六)

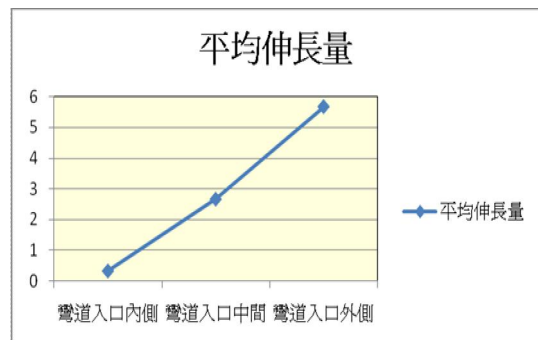


圖 (三十六): 夾角 140 度彎道入口測量結果

結果：在河岸夾角 140 度時，觀察圖 (三十六) 可發現：在彎道入口，外側的流速最快，中間次之，內側的流速最慢。

2.用夾角 140 度水道模型測彎道處的流速伸長量
(單位：cm)

位置 \ 平均伸長	伸長量 1	伸長量 2	伸長量 3	平均伸長量
彎道處內側	2	3	3	2.67
彎道處中間	4	3.5	4	3.83
彎道處外側	6	7	6	6.33

表 (十七)

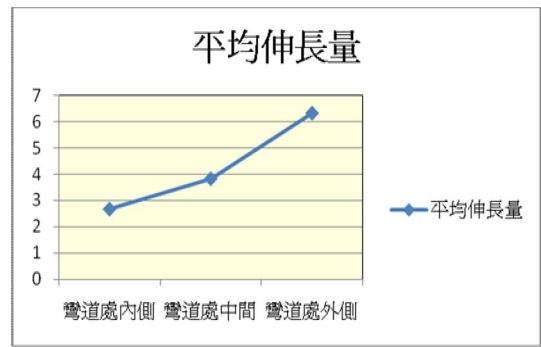


圖 (三十七): 夾角 140 度彎道處測量結果

結果：觀察圖 (三十七) 可發現：在彎道中間處外側的流速最快，中間次之，內側的流速最慢，而內側至中間的變化幅度較小，中間至外側的變化幅度變大。

3.用夾角 140 度水道模型測彎道出口的流速伸長量
(單位：cm)

位置 \ 平均伸長	伸長量 1	伸長量 2	伸長量 3	平均伸長量
彎道出口內側	1	0	1	0.67
彎道出口中間	3	4	4	3.67
彎道出口外側	5	4	4	4.33

表 (十八)

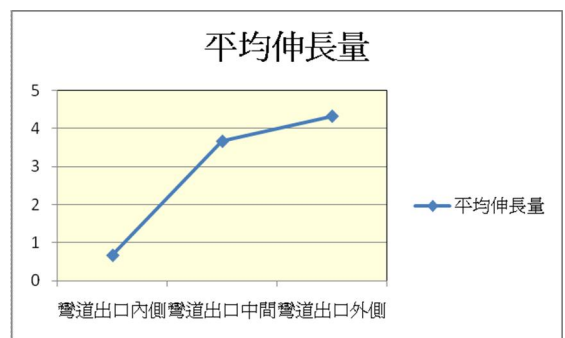


圖 (三十八): 夾角 140 度彎道出口測量結果

結果：觀察圖 (三十七) 可發現：在彎道出口處外側的流速最快，中間的次之，內側的流速最慢，而內側至中間的變化幅度和圖 (三十八) 相反，增加非常多，反而中間至外側的變化幅度較小。

陸、討論

- 一、操作時，利用家中的灑水器作為水來源；鋁製軟排油煙管作水道來實驗，但成效不好，水道一下就破損了。而且家中的水流量小、不穩定，且水很難回收重覆使用，造成資源的浪費，所以我們到溪邊引用溪中的水做為水流。因顧慮安全問題，也請家長同行。
- 二、利用鋁製排油煙管做水道，易變形，因此使用較堅固的木材來製作水道模型。但是木材有厚度且很重，如果有更薄且堅固也很輕的材質代替的話，實驗應該會更精確。
- 三、如果是用充氣的氣球來測量，會無法將水球沒入水中，所以我們在裡面灌水使其水球密度與水相同。
- 四、水流的轉彎處，除了外側侵蝕力較強、內側侵蝕力較弱之外，應該會產生暗流、渦流，影響到測試結果，也許用更長更寬的模型就可以避免。
- 五、由於虎克定律是以彈簧秤來測試，但是發現彈簧秤需要較強的水流才能伸長，所以改用較易伸長的橡皮筋來測量，然而用一條橡皮筋測量的伸長量不明顯，所以改用五條橡皮筋串聯來測量。

- 六、一開始是到住家附近農田旁的灌溉渠做野地實驗，但由於寬度與深度無法符合實驗需求，於是便到了鳳山溪，做了更多滿意的實驗。但由於在大溪流中做實驗又搬模型，顧慮安全，所以請家長協助。
- 七、將測量棒放入水中，由於愈靠近轉彎處的橡皮筋伸長量會不太相等，所以取橡皮筋伸長的大概範圍來作其測量結果。
- 八、上游植被密度過低，遇雨後，土壤易遭沖刷侵蝕而流入水庫造成淤積。水庫建造的地理位置若選在河流本身就容易沖刷侵蝕的河道上，因為水中的懸浮物。其實蓋水庫本身就是一種違反自然的行為，國外大多已提倡綠色水庫(即在集水區保存原始森林，森林本身就具有涵養水源，調節水流，保護土壤，棲息動物等多方面的功能，而且受森林保護的地下水層水質經砂石的層層過濾反而相當乾淨)。台灣地區因地形峻峭、地質脆弱、雨量豐沛，故河川坡陡流急，上游侵蝕旺盛，出谷口後坡度驟減，河流遷移，漫溢四野，所挾帶的泥沙在谷口處逐次向外堆積，形成海岸平原。台灣西部因坡度平緩，海底淺平，又為大河輸沙堆積，造成海岸逐漸淤積，海岸線明顯向西進夷，呈現堆積進夷海岸的特徵，此種現象持續至今，尤以西南海岸最為明顯。

柒、結論

一、以模擬實驗探究流速和侵蝕力的關係

結論：研究發現流速越快，侵蝕作用愈明顯。

二、水道寬窄和流水侵蝕力的關聯

結論：我們研究發現，當水道較窄時，流速會變快；水道較寬時，流速會變慢。而研究發現，當水道較窄時，兩側和中間的流速變化幅度較大，而水道較寬時，變化幅度較小。因此，水道本來較窄時，流水會較快將其侵蝕變寬；反之水道越寬，侵蝕力應該會越弱，加寬速度也會較慢。

三、水道深度對河岸侵蝕的影響

結論：結果顯示在河道深 50cm 時，中央深度 25cm 的流速最快，表面深度 5cm 次之，底部深度 45cm 則最慢。表面流速(和空氣接觸)會比底部快是因為底部的阻力比表面大(和木板或土壤石頭等物質接觸)。但中央比這兩個點更快，是因為它的阻力最小。

四、直流中，距離河岸遠近和流水侵蝕力的關聯

結論：中央的流速較快的原因應該也是因為摩擦阻力較小造成的，因為阻力主要來源應該是兩側的壁面，而水道中央摩擦力較小，自然會比較快。因為中央比兩側的水流速較快，造成河床的中央侵蝕力比兩側大，中央下陷呈 U 字型。

六、距離彎流轉彎處前方不同距離和流水侵蝕力的關聯

結論：1.根據研究結果六(一)發現，在直線的河道中，無論是接近彎流或距彎流前方較遠，流速是沒有差異的。

2.根據研究結果六(二)可發現即使很接近彎流，外側流速仍不受影響，並不會上升，這解釋了在彎流中的流速差距，並不會對直流造成直接影響。

八、水道傾斜程度和流速的關聯

結論：根據研究結果 (八)可發現 10、20、30 度時流速以穩定幅度上升，但在 40 度時卻突然大幅增快。當角度超過 40 度時，流速大幅上升，侵蝕作用增強。使得在傾角超過 40 度的情況下，中、下游的砂石與傾角小於 40 度的情況下相比小了許多。

九、探討河道彎曲度對流速的影響





結論：

河岸夾角越小，彎曲度越大；河岸夾角越大，彎曲度越小。

- 1.根據研究結果 發現當在彎流處時，內側水流速最慢，中間次之，外側最快。
- 2.了解為什麼河流要彎曲著流，是內、外側流速差異造成的，外側流速最快，侵蝕力很大；內側侵蝕力很小，堆積作用旺盛，河道一邊突出(堆積)，一邊凹陷(侵蝕)就造成了彎道。
- 3.根據研究結果(一)1、(二)1、(三)1，夾角 60 和 90 度時，彎道入口外側的流速最慢，是因為流水直接衝擊河岸，反彈抑制了反向的流水，使其流速變慢；而 140 度無此問題，是因為角度變化較小，水流和河岸幾乎成平行，衝擊力較小，流水的抑制力較弱。所以可證明彎道的角度太小時，入口外側的流速反而會變慢，而在彎道處和出口則無此問題，是因為較無水流反彈。
- 4.根據研究結果(一)2、(二)2、(三)2，外側流速快，侵蝕力強，內側流速慢，沉積明顯；而且在小角度時，彎道處內外側流速差距大，所以角度愈小的河道，加彎速度愈快；角度越大的河道，加彎速度愈慢。

十、實地觀察溪流的侵蝕狀況 以鳳山溪為樣本



中 游		
	概觀	河岸的小石頭
下 游		
	概觀	沙洲堆積

結論：1.比較三張概觀圖發現：上游流速最快，中游次之，下游最慢，所以侵蝕作用是上游最強，下游最弱。但下游卻比較寬，是因為下游匯聚了多條河流，流量較大的關係。

2.而景觀的變化則是大石頭到小石頭，再來是沙洲，這也跟侵蝕有關：上游由於山勢陡峭，坡度大而且河道又窄，侵蝕作用最強，將岩壁侵蝕，落下形成大石頭；而大石頭侵蝕形成小石頭後，因其搬運能力強，沖到中游，中游河道變寬，坡度變平緩，但仍繼續侵蝕；又將小石頭沖刷成沙子，最後沖到下游，下游河道太寬、太平緩，流速太慢，所以搬運不了，便堆積成了沙洲。

捌、參考資料

- 1.民國 98 年 國中自然與生活科技課本 第四冊 6-1 P.136 虎克定律
- 2.民國 95 年 國中自然與生活科技課本 第五冊 4-4 P.114-P.120 地貌平衡
- 3.民國 97 年 國中社會課本第一冊 第一篇 2-1 P.17 地形
- 4.虎克定律 參考網址 <http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1405102817665>
- 5.侵蝕作用 參考網址 <http://www.bamboo.hc.edu.tw/~sts/course-2003/course/textbook/text05/ch09/index.html>
- 6.侵蝕作用 參考網址 <http://contest.ks.edu.tw/~river/know/know6.htm>
- 7.經濟部水利署全球資訊網 參考網址 <http://www.wra.gov.tw/ct.asp?xItem=12627&ctNode=3135&comefrom=lp>

【評語】 030503

優點：主題與國中階段之地球科學教材相關性高，且多為學生實際動手操作，解決問題。

缺點：以橡皮筋測量力的大小，精確度不足。

建議：改進測量力的方法，並注意實驗結果數據呈現之有效位數。