

中華民國第 55 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 地球科學科

080504

探索溪流水紋世界

學校名稱：高雄市左營區屏山國民小學

作者：	指導老師：
小六 洪睿彤	楊達明
小六 陳怡年	鄭佳宜
小六 孫顥瑜	
小六 柳如蓁	
小六 康善妍	
小六 陳姿雅	

關鍵詞：水紋、溪流、沖擊

摘要：

研究動機：溪流的水面看似整齊、規律的水紋隨著溪流前進。仔細觀察，有些河流在不同位置就出現不同的波紋。溪流的水紋是怎樣產生？為何形狀不同？水面的水紋可以探知水底下的世界嗎？

研究結果：溪流水紋受流域之地形、流速及沖擊石頭、不同地形、水流互相沖擊影響，而形成不同形狀之水紋。在同位置，以不同的角度，看到的水紋都不同。樹、山頭、大樓等的陰影，都會影響水紋的觀測。河流上游狹窄、陡峭地形，水流速較快，水紋橫面較窄小；下游水域較寬，流速較慢，水紋橫面較寬。大量水流在較窄的木槽內，碰到木槽撞回來的水流與其他水流互相沖擊，造成極複雜的水紋。流速不同的溪流，流速越快的，出現相同的波紋、水花或小旋渦的頻率也越快。

壹、研究動機

每當看著溪流的水流著，除了看到漂亮的溪流水花，也都會看到水面有著好像很整齊、很規律的水紋隨著溪流前進。可是仔細觀察，雖然有些河流水面波紋很整齊，但有些河流在不同位置就出現不同的波紋。溪流的水紋是怎樣產生的？為何會形狀不同？由水面的水紋可以探知水面底下的世界嗎？因此我們開始「探索水紋世界」的研究。



曾文溪下游溪流整齊的水紋



愛河下游像藝術圖案的水紋



萬佳橋下溪流中複雜的水紋



萬巒吊橋下溪流柔美的水紋



萬安橋下溪流中複雜的水紋

貳、研究目的

- 一、觀察溪流中及各種水面的水紋形成。
- 二、研究水流域、水流速與水紋產生的關係。
- 三、研究水流與不同物體碰撞產生水紋的關係。
- 四、研究水流與水流碰撞產生水紋的關係。
- 五、研究觀察角度與水紋出現的關係。

六、研究水流速度與水紋、水花及水渦等出現頻率的關係。

七、研究不同物體落在水面，產生水紋情形的比較實驗。

參、研究設備與器材

木板、量角器、L 形尺、直尺、皮尺、水桶、塑膠板、地球儀、石頭、碼表、望遠鏡、長條木槽、水管、小澡盆、各種球、不同形狀 PP 板等。

肆、研究過程

一、觀察（一）：我們在愛河、東港溪上游、曾文溪下游、林邊溪上游等河流及池塘、魚塭地等進行水紋的觀察，發現各種的水紋：

甲、溪流及魚塭持續產生的水紋

			
愛河下游水紋	<u>東港溪</u> 上游 <u>萬安橋</u> 下水紋	<u>曾文溪</u> 下游水紋	<u>東港溪</u> 上游 <u>萬佳橋</u> 下水紋
			
萬巒吊橋下溪流水紋	老鷹谷溪流水紋	魚塭因風形成的波紋	魚塭因強風形成的波紋

乙、短暫出現的水紋

			
---	---	--	---

平靜的水池，無風無落物就沒有水紋	池塘水裡游魚會產生水紋	池塘鴨子經過水面產生的水紋	船航經愛河產生水紋
			
人腳走過游泳池邊產生的水紋	雨滴落到水中產生的水紋	樹葉落到水中產生的水紋	石頭落到水中產生的水紋

討論：因水的流動或風吹、水泉噴水等都會持續的產生水紋；航船、飛鳥、游魚、落葉及丟石頭到水面等、會產生短暫的水紋，水波紋會隨著外力消失而消失。

二、觀察測量及實驗(二)：甲、觀察愛河及東港溪上下游等地，進行水流域及水流速的觀察與測量比較。乙、將水倒進長條形木槽，將木槽改變斜度以改變水流速度，觀察不同速度的水流在木槽內所形成不同的水紋：

甲、觀察野外不同地形地區溪流之水紋：

水紋情形				
觀察地點	愛河上游 接近博愛路段	愛河下游	東港溪上游	東港溪下游出海口
說明	因水底平坦且閘門管制河水，河水不動，水波紋不明顯	水流速較慢，水紋橫面較寬，約30~100公分	水流域較窄，水流速較快，水紋橫面較窄小，約5~30公分	水流域較寬，水流速較慢，水紋橫面較寬，約30~100公分

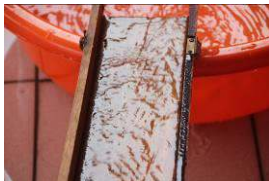
水 紋 情 形				
觀察 地點	東港溪上游丹林吊橋下堤岸邊	曾文溪下游	高屏溪上游茂林吊橋下	高屏溪上游老鷹谷
說明	水流速較慢，水紋橫面較寬，約 10~30 公分	水流速較慢，水紋橫面較寬，約 30~80 公分	水流域較窄，水流速較快，水紋橫面較窄小，5~20 公分	水流域較窄，水流速較快，水紋橫面較窄小，約 5~20 公分

測 量 水 紋				
------------------	--	--	---	--

愛河下游的水波紋像藝術圖案：

水 紋 情 形				
------------------	---	---	--	---

乙、木槽製造水流波紋觀察：

水 紋 情 形				
------------------	---	---	--	---

說明	水流速較慢，水紋 橫面較寬	水流速度漸快，開 始出現較尖銳波紋	水流速較快旁邊的 水流相沖擊	大量水流在水流域 較窄的木槽內，造 成複雜的水紋
----	------------------	----------------------	-------------------	--------------------------------

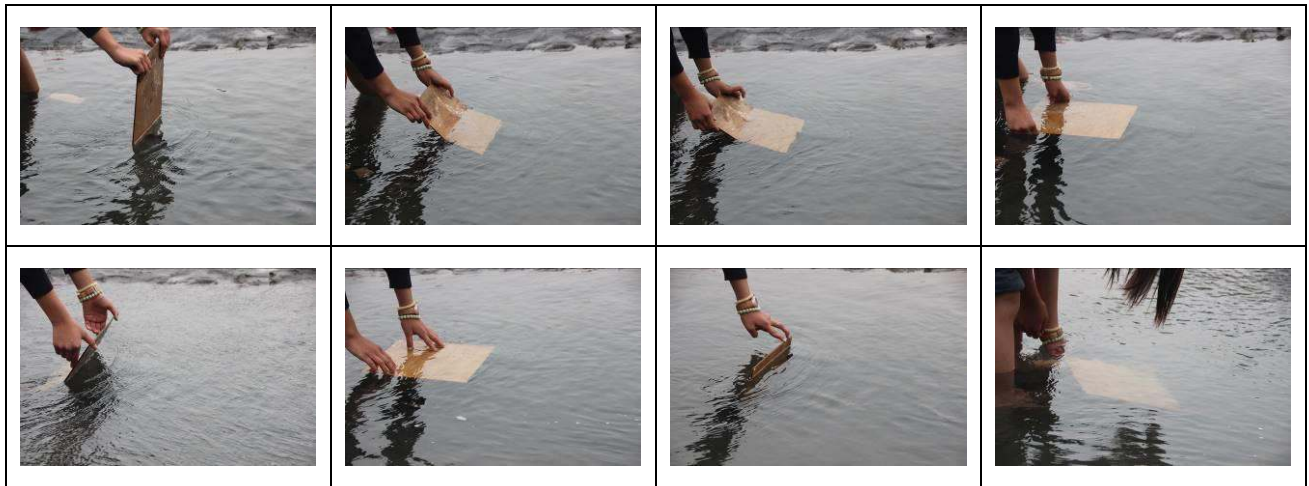
	
大量水流在水流域較窄的木槽內，造成複雜的水紋	大量水流在水流域較窄的木槽內，造成複雜的水紋

討論：1.溪流水紋受流經區域之地形影響，大部分河流上游較狹窄，常有高低的陡峭地形，水流速較快，水紋橫面較窄小；下游則水流域較寬，水流速較慢，水紋橫面較寬。

2.由水槽實驗也可發現：水速較慢時，會出現較寬較圓的水紋，當水速加快，水紋開始出現尖銳形，大量水流在水流域較窄的木槽內，碰到木槽撞回來的水流與其他水流相沖擊，造成極複雜的水紋。

實驗(三)：實驗甲：在東港溪及高屏溪上游淺水區，將正方形木板以不同角度放入溪流中阻擋水流，觀察板面對水流的水紋產生的情形。實驗乙：將不同形體及石頭以不同角度放入水流中，觀察水紋產生的情形。

實驗甲：.木板以不同角度傾斜



實驗乙：以不同形體及石頭不同角度傾斜



討論：1.溪水碰到木板、不同形體及不同角度石頭，會與後面及兩旁的水相沖擊，形成水紋。

2.阻擋力量越小，水紋越少。

四、實驗（四）：甲、觀察溪流水與水相沖擊，產生波紋變化的情形。乙、將番茄醬瓶裝水，將水由裝水塑膠盆打洞的盆底注入、觀察水由底端往上沖擊盆水，產生水紋的情形。

觀察甲：

			
萬安橋下溪水互相撞擊產生的水紋	丹林吊橋下溪水撞擊形成小旋渦水紋	萬安橋下溪水撞擊石頭產生很多細小水紋	愛河水流向出海口時與漲潮正向上游的水相沖擊，產生的水紋
			
溪流水碰到橋墩受阻擋，與後面來的水相沖擊	由石頭間隔流來的不同水流相沖擊	溪流水碰到腳受阻擋，與後面來的水相沖擊	水由底端注入往上沖擊盆水，產生水紋

討論：1.溪流中由不同方向來的水與水相沖擊或因受到阻而與後面來的水相沖擊，都會產生水波紋變化。

2. 實驗中可發現：將水由底部注入，往上面沖擊盆水，也會產生水紋。

五、觀察（五）：於溪流同一地點以不同的角度姿勢，觀察水紋的改變。



觀察的角度姿勢改變，看到的溪流波紋也會改變

			
樹木陰影影響溪流水 紋觀察	山頭陰影影響溪流水 紋觀察	愛河大樓陰影影響水 紋觀察	水中建築陰影影響水 紋觀察

討論：1.在同位置，以不同的姿勢角度，看到的水波紋都不同。

2.樹、山頭、大樓等的陰影，都會影響水紋的觀測。

六、觀察及測量（六）：在萬佳橋下及丹林吊橋之溪流，比較不同流速下，同位置水面相同波紋、水花或小旋渦等出現的頻率情形。

觀測地點：萬佳橋下

水流速：1.05m/s

觀測波形：石頭上小水花

出現 次別	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
出現 時間	1"36	2"44	3"78	4"97	6"72	7"25	8"53	9"75	10"83	12"75
間隔 時間	1"36	1"08	1"34	1"19	1"15	1"13	1"28	1"22	1"08	1"32
出現 次別	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
出現 時間	13"94	15"47	17"06	18"83	20"58	22"44	24"53	25"91	27"33	29"38
間隔 時間	1"79	1"53	1"59	1"77	1"75	1"86	2"09	1"38	1"42	2"05

觀測地點：丹林吊橋橋下

水流速：0.5m/s

觀測波形：圓弧形波紋

出現 次別	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
出現 時間	4"83	12"20	16"14	19"49	23"46	29"15	34"52	38"20	43"74	48"58
間隔 時間	4"83	7"37	3"94	3"35	3"97	5"69	5"37	3"68	5"54	4"84
出現 次別	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
出現 時間	52"93	56"57	1'03"52	1'08"32	1'13"46	1'17"18	1'22"64	1'27"61	1'32"58	1'39"57
間隔 時間	4"35	3"64	6"95	4"80	5"14	3"72	5"46	4"97	4"97	6"99

其餘資料略

討論：1.感覺上，在相同位置經常會在相同時間的間隔規律的出現相同的波紋、水花或小旋渦等，但仔細看，其形狀並不是每次都「絕對完全」相同，但也都「非常的」相同。每次出現時間的間隔雖然不是每次都相同，但也大都有其規律性。

2.比較兩條流速不同的溪流，可以發現：流速越快的，其在相同位置出現相同的波紋、水花或小旋渦等的頻率也越快。

觀測：

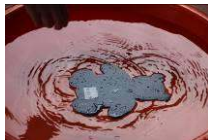
			
觀測溪流相同水波紋 出現時間的間隔	觀測溪流相同浪花出 現時間的間隔	觀測溪流小旋渦出現 時間的間隔	觀測相同的波紋等出 現時間的間隔

七、實驗（七）：甲、把不同大小球體從裝水的小澡盆上面 5 公分落下水面，觀測產生水紋的大小、圈數及漣漪水紋出現到消失結束的維持時間。乙、同實驗甲，觀測不同形體的落下。丙、同實驗甲，在野外池塘丟入石頭、落葉、樹枝及抖動長繩等，觀測其水面形成波紋的情形。

甲、實驗結果：

球類 名稱	小鐵珠	玻璃彈珠	乒乓球	滾球	撞球
漣漪水 紋形成 情形					
漣漪水 紋最小 寬度	1cm	2cm	3cm	1.5cm	2cm
漣漪水 紋最大 寬度	1.5cm	3.5cm	5cm	2cm	3cm
形成漣 漪圈數	4	4	6	5	4
漣漪維 持時間	1"57	1"79	2"06	4"91	3"30

乙、實驗結果：

不同形體	圓形	愛心形	小熊圖案形	星形	不規則形
漣漪水紋形成情形					
漣漪水紋最小寬度	小於 1cm	小於 1cm	小於 1cm	小於 1cm	小於 1cm
漣漪水紋最大寬度	約 1cm	約 1cm	約 1cm	約 1cm	約 1cm
形成漣漪圈數	8	12	12	14	14
漣漪維持時間	1"14	0"93	1"25	0"96	0"89

丙、野外實驗結果：

物 體	大石頭 12cm	大小石頭 15cm/3cm	樹葉	樹枝
-----	-------------	------------------	----	----

漣漪水紋形成情形				
漣漪水紋最小寬度	2cm	3cm	2cm	1cm
漣漪水紋最大寬度	13cm	12cm	5cm	4cm
形成漣漪圈數	35	32	13	11
漣漪維持時間	19"64	大 21"18 小 21"18	7"04	5"41

其餘資料略

			
一顆大石頭及很多小石頭形成的圓形漣漪水紋	兩顆大小接近之石頭形成兩個圓形漣漪水紋	兩個圓形漣漪水紋相撞擊，形成網狀水紋	長繩敲打水面形成的水紋

討論：1.在澡盆實驗時，大而重且圓的的球體由於澡盆小，迅速潛入水底，其漣漪水紋反而沒有輕乒乓球的明顯。

- 2.物體整個形體沉落入水中時，基本上都會形成圓形漣漪水紋，漣漪水紋的寬度，內圈較小，越往外圈其寬度越大。在池塘，較大體積的物體落下時，形成的漣漪水紋較大，維持的時間也較久。兩個圓形漣漪水紋相撞擊，會形成網狀水紋。
- 3.不同面狀的物體落入水中-而浮在水面上時，基本上會依其形狀成圓弧往外擴張，其形成的漣漪水紋維持時間較短，寬度差別較不明顯，會出現很多細小水紋。

伍、研究結果

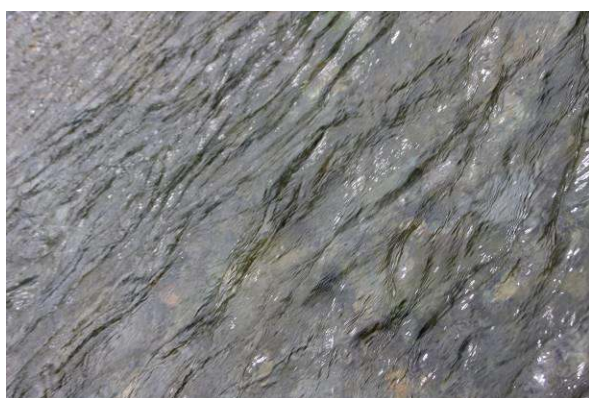
- 一、由研究一的觀察，我們發現：因水的流動或風吹、水泉噴水等都會持續的產生水紋；航船、飛鳥、游魚、落葉及丟石頭到水面等、會產生短暫的水紋，水波紋會隨著外力消失而消失。
- 二、由研究二的實驗，我們發現：1.溪流水紋受流經區域之地形影響，大部分河流上游較狹窄，常有高低的陡峭地形，水流速較快，水紋橫面較窄小；下游則水流域較寬，水流速較慢，水紋橫面較寬。2.由水槽實驗也可發現：水速較慢時，會出現較寬較圓的水紋，當水速加快，水紋開始出現尖銳形，大量水流在水流域較窄的木槽內，碰到木槽撞回來的水流與其他水流相沖擊，造成極複雜的水紋。
- 三、由研究三的實驗，我們發現：1.溪水碰到木板、不同形體及不同角度石頭，會與後面及兩旁的水相沖擊，形成水紋。2.阻擋力量越小，水紋越少。
- 四、由研究四的觀察，我們發現：1.溪流中由不同方向來的水與水相沖擊或因受到阻而與後面來的水相沖擊，都會產生水波紋變化。2. 實驗中可發現：將水由底部注入，往上面沖擊盆水，也會產生水紋。
- 五、由研究五的實驗，我們發現：1 在.同位置，以不同的姿勢角度，看到的水波紋都不同。2.樹、山頭、大樓等的陰影，都會影響水紋的觀測。水流經過小坑上面時，沒有水花或特殊水紋形成。
- 六、由研究六的觀測，我們發現：1.感覺上，在相同位置經常會在相同時間的間隔規律的出現相同的波紋、水花或小旋渦等，但經觀察測量，其形狀並不是每次都「絕對完全」相同，但也都「非常的」相同。每次出現時間的間隔雖然不是每次都相同，但也大都有其規律性。2.比較兩條流速不同的溪流，流速越快的，其在相同位置出

現相同的波紋、水花或小旋渦等的頻率也越快。

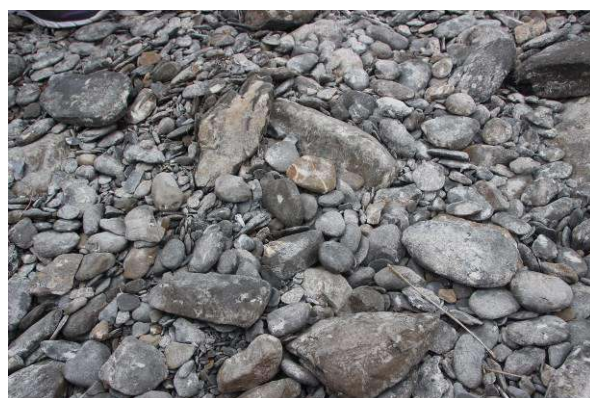
七、由研究七的實驗，我們發現：物體整個形體沉入水中時，基本上都會形成圓形漣漪水紋，漣漪水紋的寬度，內圈較小，越往外圈寬度越大。在池塘，較大體積物體落下時，形成的漣漪水紋較大，時間也維持較久。兩個圓形漣漪水紋相撞擊，會形成網狀水紋。不同面狀的物體落入水中而浮在水面上時，基本上會依形狀成圓弧往外擴張，其形成的漣漪水紋維持時間較短，會出現很多細小水紋，寬度差別較不明顯。

陸、討論與結論

- 一、經觀察及實驗驗證：溪流水紋受流經區域之地形、水流速及沖擊石頭、沖擊不同地形、水流互相沖擊等之影響，而形成不同形狀之水紋。
- 二、建築物、山頭等之陰影及觀察者的角度等、都會影響水紋之觀察。有些角度看水面似乎平靜無波紋，但換個角度就可看出波紋，藉由望遠鏡或照相機望遠鏡頭，可看出波紋中有小波紋的複雜波紋。
- 三、溪流中水上面與水底的流速不同，溪流底下常有大小不同石頭或高低不同地形，造成水流以複雜的路線前進：有的快、有的慢，有的前進、有的受阻擋。前進的水與另股前進的水相撞擊或與受阻擋的水相撞擊等構成極複雜的水流前進路線，也因此形成極複雜的水紋。但由於水流速的固定，造成水紋規律的出現，使我們遠看水面波紋以規律的前進出現。



9月萬安橋下溪流複雜的水紋



同地點，隔年1月冬季枯水期，可看到其溪流底下有著大小不同石頭等

四、由溪流水紋觀察中，發現溪水前進時，除了主流向前進，同時由向旁較小的水紋可以發現會有落花、垃圾等往堤岸旁等移動堆積，這些地方形成死水區或水流極緩慢，有時就成為小蝌蚪的聚集成長區。

			
溪流經常出現橫向旁邊的水紋	橫向旁邊的水往岸邊堆積黃槿的落花	溪流橫向旁邊的水往岸旁堆積布袋蓮	堤岸旁水流極緩慢，成為小蝌蚪的聚集成長區。

五、我們對於溪流的水紋做了初步的探索，雖然對於水紋的形成有了初步的認識，但是對於有的水紋在照片中像藝術圖案之美的著迷，有的放大照片中複雜水紋其「紋中有紋」令人驚嘆！能更精細的探究出這種複雜水紋的形成嗎？能由觀察水面上的水紋來探知水底下的地形嗎？值得我們進一步的研究。

柒、參考資料

康軒編輯組（民95）。自然與生活科技六上課本。台北縣：康軒文教事業股份有限公司

紀斌雄（民82）。走向大自然-河流(一)(二)。台北市：華一書局有限公司。

林孟龍、王鑫（民91）。台灣的河流。台北縣：遠足文化。

塚本治弘（民95）。水。台北市：台灣麥克出版社。

Kim Taylar（民83）。水。台北市：神燈創意出版社。

陳育仁等(民91)。小牛頓科學百科5：台北市。牛頓出版股份有限公司。

【評語】 080504

議題有趣，建議應更進一步探討水紋形成，及影響水紋形狀，傳播的物理因子。此外，動態物體亦會形成有趣的水紋。更好的分析方式，比目視來的佳。水紋形成原因複雜，目前分析方式難以達到研究目的。