

八掌溪河谷探秘

— 以觸口到仁義潭橋段為例



科 別：地球科學科

組 別：國小組

關鍵詞：八掌溪、河谷地形

編 號：

中 華 民 國 一 〇 八 年 三 月 十 九 日

八掌溪河谷探秘－以觸口到仁義潭橋段為例

摘要

我們走訪八掌溪觸口至仁義潭橋一帶特殊的河谷地形，因為河水日以繼夜的侵蝕與堆積，沿路能夠見到河蝕地形、河積地形、峽谷樣貌等多樣化的自然景象。為了要防止河川侵蝕可能造成的危險，發現八掌溪河床與兩岸有許多人為的防洪設施，這些人為設施造成原始溪流的侵蝕狀況產生改變。在調查野外採集的砂石，發現八掌溪每個地段岩性比例不同，上游礫石較多頁岩較少，中下游則砂岩較多礫石較少。透過實驗發現，河床坡度、流量、河幅、與流速會影響河川的侵蝕力；河床的鵝卵石具有減緩侵蝕保護河床與兩岸的功能；而河流下切的侵蝕力量，是形成八掌溪河谷的主要原因。最後我們整理八掌溪上、中、下游河道景觀的不同與成因，最後製作成立體的等高線模型，幫助人們認識這條孕育嘉義地區重要的八掌溪。

八掌溪河谷探秘－以觸口到仁義潭橋段為例

壹、研究動機

一次的戶外教學我們到了觸口，老師帶領我們觀察八掌溪河谷地形和觸口附近的地層，讓我對地質產生了興趣，回來以後和幾位同學組成了研究小組。從研究中，我知道這裡的地層構造分為頭嵙山層和六重溪層，而六重溪層在比較下面，因為它較早形成，所以它比頭嵙山層還要老。在黎明國小南邊河道和仁義潭橋西邊分別發現壯觀的峽谷地形，為什麼在平地附近可以看到這種特別的景觀？

我們也在八掌溪的中游五虎寮橋，看到人們為了讓流速變慢而蓋了一個個階梯式的防砂壩。再到八掌溪的仁義潭進水口參觀，見到了消波塊和固床工，我很好奇為什麼需要這麼多的工程？而固床工和河床邊的消波塊功能是否一樣呢？一連串的疑問，讓我們展開了這次的實驗研究。

本研究與課程的關係，翰林版自然課本六上第三單元：地表的變化，內容包括流水作用、岩石礦物與土壤、地震與防災等。

貳、研究目的

我們希望從野外的地質調查，了解家鄉河流八掌溪，我們討論調查八掌溪河谷地形，為了能夠找到答案，我們想出下列問題進行研究。

- 一、八掌溪觸口段河谷地形野外調查能告訴我們哪些訊息？
- 二、野外調查每個地段的頁岩、砂岩和礫石的比例為何？
- 三、不同坡度對河岸邊上、下游河道景觀有何不同？
- 四、假如把河床鵝卵石搬走，河床的沉積環境可能會怎樣？
- 五、造成八掌溪上、下游河道景觀不同的原因為何？
- 六、形成此地河谷地形的原因是甚麼？
- 七、製作八掌溪觸口段河谷地形的等高線模型，可以幫助我們對地形的了解嗎？

參、研究設備及器材

木板、模擬河道、桶子、量杯、砂子、大石頭、泥土、水、水管、標準篩網(2.000mm、0.0625mm)、鏟子、槌子、管子、角度器、澆水器。



肆、研究過程及方法及結果

研究一 八掌溪觸口段河谷地形野外調查記錄

我們希望從野外的地質調查，了解家鄉河流—八掌溪觸口段目前的地貌。我們希望能進一步討論調查結果，也就是八掌溪峽谷地形形成的原因。為了能夠找到答案，我們想出下列問題進行研究。

露頭一

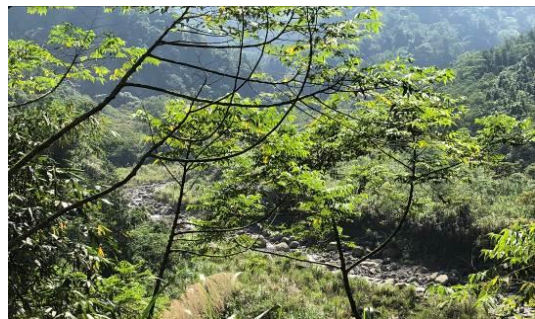


圖 1-1 這是八掌溪上游支流，腦寮溪的河道，河道在此地轉彎，明顯可以看到凹岸和凸岸。



圖 1-2 腦寮溪的凹岸受到侵蝕，凸岸的地方形成堆積，它的高度比河道高，靠近我們站的地方的河道變得比較寬。



圖 1-3 東邊的河岸是用鐵絲網編成長方形的籠子，裡面放入鵝卵石，把河岸圍起來的蛇籠，避免河岸被沖垮。



圖 1-4 河流在此急速向下流動，河床上有一道防砂壩，它可以防止大石頭往下流，避免造成衝擊、破壞。



圖 1-5 河床上的防砂壩被水沖壞，斜躺在河裡。因為較大的石頭被擋在上一個防砂壩，所以這裡的石頭都不太大。



圖 1-6 我們在腦寮溪看到了許多頁岩，這些頁岩很容易就會被採碎，它的顏色是深灰色，旁邊的砂岩是土黃色。

露頭一討論：

露頭一是在八掌溪上游支流的腦寮溪河道附近，可以觀察到受到侵蝕的凹岸和形成堆積的凸岸，凸岸的高度比河道高及寬。再往下走，我們發現，河床上有一道防砂壩，和把河岸圍起來的蛇籠，這都是為了防止大石頭往下流，所造成的衝擊和河岸被沖垮下流。另外，我

們在腦寮溪看到了許多深灰色的頁岩和土黃色的砂岩以防止。

露頭二



圖 1-7 我們發現這個石頭上有貝殼化石，他們的大小約 1 公分，數量多，排列不整齊。其它的石頭也有化石，但是不多。



圖 1-8 露頭二的河床上有很多鵝卵石，這些石頭都不大。石頭很圓沒有稜角，因為是旱季，河道裡面水很少。



圖 1-9 我們看到了許多有紋路的砂岩，線條都成平行。線條兩邊是不同時期的砂岩顆粒的堆積。



圖 1-10 在河流旁可以看到不少的消波塊，這些消波塊的作用是為了不讓河流繼續侵蝕河岸。



圖 1-11 這裡有一大排的堤岸，他是用鋼筋水泥和混凝土做的。護岸的垂直面有一些排水孔。



圖 1-12 北邊的河岸受到侵蝕形成凹岸，所以水都往這邊流。在這裡，北邊的石頭比較小，南邊的石頭比較大。

露頭二討論：

探訪露頭二時，是旱季，河道裡的水少，在河床上看到很多鵝卵石及砂岩，除此之外，還發現有個石頭上有貝殼化石。在露頭二這裡，北邊的河岸受到侵蝕形成凹岸，石頭比較小，南邊的石頭相對就比較大。而為了不讓河流繼續侵蝕河岸，所以做了護岸來保護河岸。

露頭三



圖 1-13 我們看到了留在沙土上的水的波紋，沒有規則性。這個河灘地位置較低，像一個大水盆，水來回流動形成這些波紋。



圖 1-14 枯乾的小水窪，幾乎都是沙子，石頭都被埋了一半，顆粒比較大。顆粒小的都被埋在下面。



圖 1-15 河道裡的石頭很少，幾乎看不見，水面較寬，河道平坦，水流偏向北邊，在北邊形成一處凹岸。



圖 1-16 這是河道的南邊，是凸岸，所以堆積了很多砂子，同樣的也看不到小石頭，看得到的石頭只有大石頭。



圖 1-17 這是頁岩的地層，我們坐在層面上，看到一些黃褐色，大部分都是灰色。層面上凹凸不平，碎裂脫落的地方也不規則。



圖 1-18 水流過來的痕跡，把北岸的石頭都帶過來，形成特殊的形狀，像一隻手一樣，手腕手臂，是水流沖積的結果。

露頭三討論：

我們在露頭三這裡的凸岸，是河道南邊，這兒堆積了很多砂子，所看到的大石頭是從北邊的凹岸帶過來的。大部分的頁岩都是灰色的，我們在這裡看到了頁岩的地層，層面上凹凸不平，碎裂脫落的地方也不規則。

露頭四



圖 1-19 頁岩的陡岸，它的下半段被水侵蝕，侵蝕以後可以明顯看到一層層的構造。



圖 1-20 八掌溪水侵蝕河岸，所以才會形成垂直的陡岸，上層是鵝卵石堆積的礫石層。



圖 1-21 河床上有許多的鵝卵石，顆粒大小都有，河水往較低的地方流匯集成水池。



圖 1-22 從圓滑的鵝卵石可以知道河水把他們從遠處搬運過來，所以稜角不見了。



圖 1-23 河床裡除了鵝卵石外，也有一些砂的沉積，沙堆崩塌情形都呈垂直狀態。



圖 1-24 砂層崩塌的時候都會先出現裂痕，它從裂痕的地方垮下來。

露頭四討論：

在露頭四的這段八掌溪水繼續帶著砂岩、礫石或石頭前進，侵蝕河岸，形成垂直的陡岸，所以在這可以看到一層層的沉積岩構造。另外，因為砂礫在溪水流動中相互摩擦碰撞，故使得尖銳多角的石頭變成圓滑的鵝卵石。

露頭五



圖 1-25 觸口黎明國小往西附近，河床上有很多大石頭，岩壁被侵蝕變得陡直。



圖 1-26 陡直的岩壁受到水的侵蝕，形成很大的凹洞，上方的植物快要垮下來。



圖 1-27 這裡有一些沒有被水沖走的石頭，堆積的比較高，水流會繞過它。



圖 1-28 岩壁上有很多被水侵蝕的洞，有的大的有的小，下面比較靠近水。



圖 1-29 這塊頁岩看起來很容易被打破，但當我們去摸它時，卻被割到。





圖 1-30 我們在這一處崩落的頁岩裡發現一個海膽化石。

露頭五討論：

露頭五是在觸口黎明國小往西的附近，這裡的河床上有很多大石頭，大石頭堆積的比較高，水流會繞過它。而被水侵蝕的岩壁變得陡直，甚至有形成很大的凹洞，以及岩壁上也有大大小小被水侵蝕的洞。我們很幸運，在一處崩落的頁岩裡發現一個海膽化石。

露頭六

	
<p>圖 1-31 五虎寮橋西邊，這些陡直的北岸是河水侵蝕的，河床石頭有中、大型的。</p>	<p>圖 1-32 這些岩壁是垂直的，有四條的侵蝕溝成為裂縫，裂縫上方比較寬成V字形。</p>
	
<p>圖 1-33 礫石層河岸剖面是平整的，右邊侵蝕後凹凸不平，裡面有一些鵝卵石。</p>	<p>圖 1-34 有一些被水侵蝕的河岸，岩壁上出現一些凹洞，岩性是屬於頁岩。</p>
	
<p>圖 1-35 南岸因侵蝕的結果，形成了垂直的岩壁，地層的排列屬於傾斜構造。</p>	<p>圖 1-36 南岸的岩壁是屬於頁岩，以人作為比例尺，可以知道岩層高度約 8 公尺。</p>

露頭六討論：

在露頭六的五虎寮橋西邊，這些岩壁是垂直的，有侵蝕溝產生成為較寬的V字形裂縫。南岸因侵蝕的結果，形成了垂直的岩壁，地層的排列屬於傾斜構造。南岸的岩壁是屬於頁岩，若以人作為比例尺，便可知道岩層高度約 8 公尺。另外這裡河床石頭的外型有中、大型的。

露頭七

	
<p>圖 1-37 五虎寮橋東邊，河道開闊，河床上佈滿了砂石，大都屬中型大小。</p>	<p>圖 1-38 溪水往北岸流過，河道不深，兩岸距離很大，岸邊有被水侵蝕的痕跡。</p>
	
<p>圖 1-39 這裡有很多的鵝卵石，都沒有很大，河岸受到侵蝕，變成陡直，河道很寬。</p>	<p>圖 1-40 河道北岸的岩壁，上下有兩種不同的顏色，上面是礫石層黃色，下面是頁岩。</p>
	
<p>圖 1-41 八掌溪河水偏向北邊，水較深岸邊石頭多，往南看不到鵝卵石，只有沙地。</p>	<p>圖 1-42 河道邊沉積了一片沙地，中間可以看到一顆大石頭，好像野柳的燭台石。</p>

露頭七討論：

露頭七是在五虎寮橋東邊附近，河道開闊，河道不深，岸邊有被水侵蝕的痕跡，河岸受到侵蝕，變成陡直。八掌溪河水偏向北邊，水較深岸邊石頭多，往南看不到鵝卵石，只有沙地。

露頭八



圖 1-43 新五虎寮橋的下方，向西是防砂壩，為了避免河岸被侵蝕。



圖 1-44 新五虎寮橋往西，八掌溪河道很直，但不寬，河流下切的情形很明顯。



圖 1-45 站在舊的五虎寮橋的遺址遠眺新的五虎寮橋，旁邊就是舊橋橋柱。



圖 1-46 舊橋的橋柱不是很大，五虎寮橋四個楷書字很清楚。



圖 1-47 八掌溪來到五虎寮這個地方，正好是一個轉彎，轉向西北。



圖 1-48 五虎寮橋段的河床，地質岩性都是頁岩，上方是礫石層構造。

露頭八討論：

露頭八是在新五虎寮橋的下方附近，有個防砂壩，是為了避免河岸被侵蝕，往西處的八掌溪河道很直，但不寬，河流下切的情形很明顯。這地方的河床，地質岩性都是頁岩，但上方是礫石層構造。

露頭九



圖 1-49 河床上有很多石頭，體積中等，沒有稜角。正前方的岩壁，好像刀削過一樣，面很平整。



圖 1-50 河流的旁邊有很多消波塊，保護河岸避免被侵蝕，這裡的水很平靜，可見坡度是平緩的。



圖 1-51 八掌溪吳鳳橋下，河床石頭中等和較小的，正好在攔河堰仁義潭進水口前。



圖 1-52 我們站在吳鳳橋向西邊所看到的仁義潭水庫的進水口渠道和水閘門。

露頭九討論：

露頭九是在吳鳳橋附近，橋下的八掌溪流旁看到許多消波塊，用來保護河岸避免被侵蝕，我們也發現這段的水很平靜，可見坡度是平緩的。我們改站在吳鳳橋上向西邊欣賞著仁義潭水庫的進水口渠道和水閘門，還觀察到河床的石頭沒有稜角，外形中等和較小的。還看到那的岩壁，好像刀削過一樣，面很平整。

露頭十



圖 1-53 站在仁義潭橋往西邊遠眺，夕陽西下的八掌溪河谷地形，具有一種神秘的美感



圖 1-54 左前方是仁義潭橋，我們沿著堤防下到河床。岸邊是沙，中間才有鵝卵石



圖 1-55 這裡許多水泥做的固床工，它主要的功能是避免河水再向下切，侵蝕河床



圖 1-56 因為河流侵蝕得太嚴重，仁義潭橋西岸北邊的護岸水泥幾乎都被破壞。



圖 1-57 更往西、更靠近嘉義市的地方，在乾旱季節水較少的時候，真的很像峽谷。

露頭十討論：

露頭十是在仁義橋附近，那天我們從仁義潭橋往下到河床，發現岸邊是沙，再往西邊前進，又看到這裡有許多水泥做的固床工，但因為河流侵蝕得太嚴重，仁義潭橋西岸北邊的護岸水泥幾乎都被破壞了。

再更往西、更靠近嘉義市的地方，在乾旱季節水較少的時候，我們發現到這樣的景像真的很像峽谷。

野外地質調查可以讓我們學到什麼？

1. 為了控制水流的方向，所以有了固床工的設計，來控制流心。
2. 六重溪有分成六重溪層和頭崙山層，六重溪層比較老，且是灰色的。
3. 河流發育 3 階段，幼年、壯年、老年 3 個時期。
4. 從學校到八掌溪是 18.3km。
5. 河水會往下切，河流有凸岸和凹岸是因為河流會被侵蝕，也有上游、中游和下游，還有外側和內側，防沙壩也有一定的距離。
6. 1 下切（水的作用）2 兩側侵蝕（變寬）3 向源侵蝕（變長）。
7. 河水在反覆的侵蝕與堆積作用，將地表漸漸夷平，地表高度降至海平面，就會停止侵蝕作用。
8. 水由高處往低處移動時會產動能，讓河床加深而發生侵蝕作用，造成獨特的河蝕地形。
9. 河水所侵蝕的土石被帶往下游，當動能降低時，就堆積成各種河積地形。
10. 消波塊的高度，我們大家測出來它的高度已經超過平均成年男性的高度，大約有 200 公分高。

11.石頭的顏色之所以是白白的原因，我們猜測可能是鹽類的沉積，所以這裏以前可能是大海。

野外調查研究總結：

透過野外調查，我們親身看到八掌溪觸口段河谷地形，因為河水受重力影響，從高處向低處流動，產生動能並不斷對此河谷進行侵蝕與堆積作用，進而形成河蝕地形、河積地形、峽谷樣貌的自然景象。也因親身經歷，讓我們能夠以這麼近的距離、角度來觀察不同地段的露頭樣貌。當我們來到八掌溪觸口段觀察這河谷地形時，發現有些露頭很美！但也有受到人為的干擾，例如：人工合法的修築護岸、防砂壩、消波塊、蛇籠護岸、固床工、河階……等，這些也許是會對原始溪流的侵蝕發生改變呢！

我們所探訪的八掌溪，河流是呈現東短西長的情形，是具有河身短、坡度大、水流急的特徵。另外，受到台灣季節雨量變化的影響，在雨量少或乾旱的時節，河水量相當小幾近乾枯，但在雨季或颱風季，則會帶來豐沛的雨量，而會造成溪流河川的水量暴增，甚至導致山洪或土石流。因此，我們在野外調查八掌溪流時會注意以下幾點：

- 1.會應選擇非下雨期間或之後的數日。
- 2.進入河床要有伴同行，互相關照，尤其在涉水時。
- 3.涉水時，選擇水流分佈面寬度，水流速緩慢，水淺的地區。
- 4.在河床區活動，應儘量維持河床原有形態。
- 5.不做對水中生物的捕捉與垂釣的行為。

研究二：野外調查的每個地段的頁岩、砂岩和礫石的比例為何？

為了瞭解調查範圍內的岩石顆粒大小，及其組合的比例，所以利用篩網將其收集回來的土壤進行過篩的動作。

(一)實驗設計:

操作變因:不同地區的土壤

保持不變的變因:土量、篩網孔隙大小(2.000mm、0.0625mm)

應變變因:礫石、砂岩及頁岩的重量

(二)實驗步驟: 1 取出 50g 的沙土。

2 將砂土過篩，再把砂土分為礫石，砂岩，和頁岩。

3 再一一以微量天平的測量其重量。



圖 2-1 量出 50g 的沙土。



圖 2-2 用篩網將砂土過篩。



圖 2-3 用篩網將砂岩及頁岩分開。

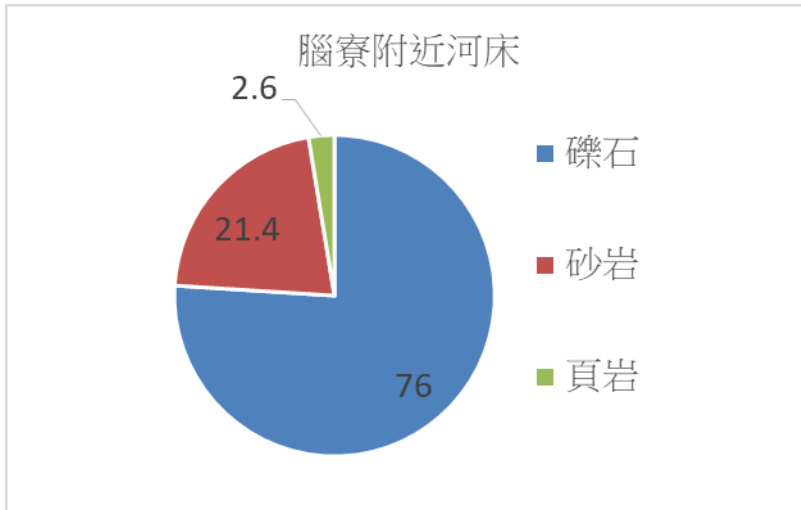


圖 2-4 篩網的孔隙大小是 2.000mm、0.0625mm。

(三)實驗結果:

表一:腦寮附近河床礫石、砂岩、頁岩的比例

	1	2	3	4	5	平均	百分比
礫石	39.50	43.06	39.71	31.15	36.60	38.0	76
砂岩	8.94	6.20	8.76	17.65	12.15	10.7	21.4
頁岩	1.56	0.74	1.53	1.20	1.25	1.3	2.6



結果：

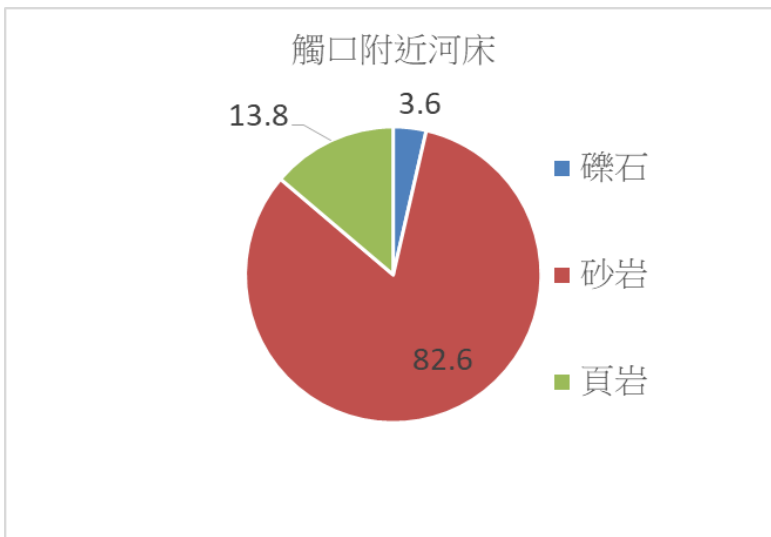
1.礫石的比率佔 76%,砂岩佔 21.4%,頁岩佔 2.6%。

2.礫石佔的比率最多，頁岩最少。

圖 2-5: 腦寮附近河床礫石、砂岩、頁岩的比例

表二:觸口附近河床礫石、砂岩、頁岩的比例

	1	2	3	4	5	平均	百分比
礫石	1.78	1.42	2.33	1.98	1.61	1.8	3.6
砂岩	40.66	42.36	40.30	40.19	42.82	41.3	82.6
頁岩	7.56	6.22	7.37	7.83	5.57	6.9	13.8



結果:

1.砂岩的比率佔 82.6%,頁岩佔 13.8%,礫石佔 3.6%。

2.砂岩佔的比率最多，礫石最少。

圖 2-6: 觸口附近河床礫石、砂岩、頁岩的比例

表二：五虎寮附近河床礫石、砂岩、頁岩的比例

	1	2	3	4	5	平均	百分比
礫石	0.27	0.21	1.96	2.50	0.99	1.2	2.4
砂岩	38.33	40.55	38.16	38.06	43.26	39.7	79.4
頁岩	11.40	9.24	9.87	9.44	5.75	9.1	18.2

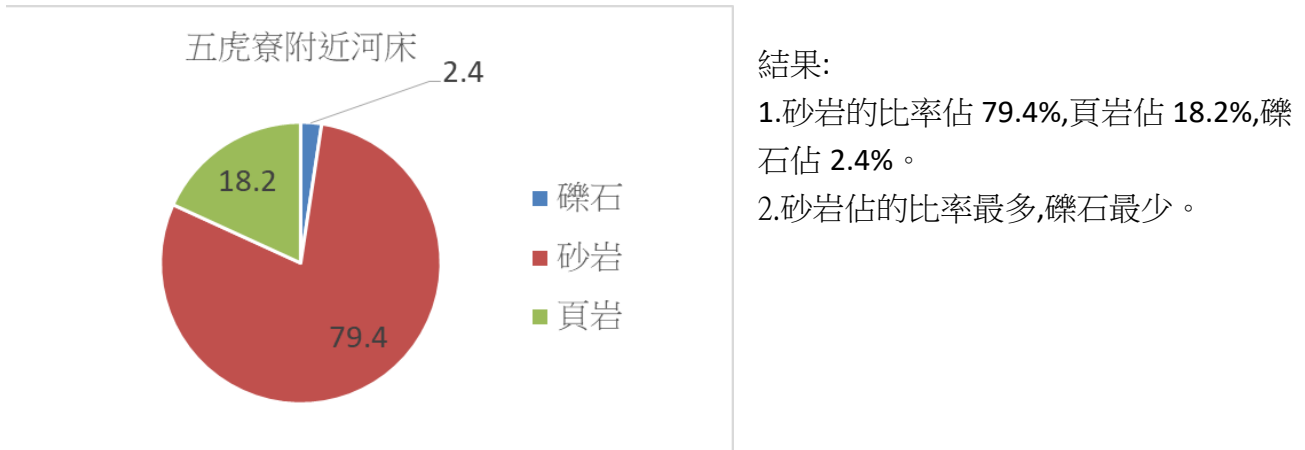


圖 2-7：五虎寮附近河床礫石、砂岩、頁岩的比例

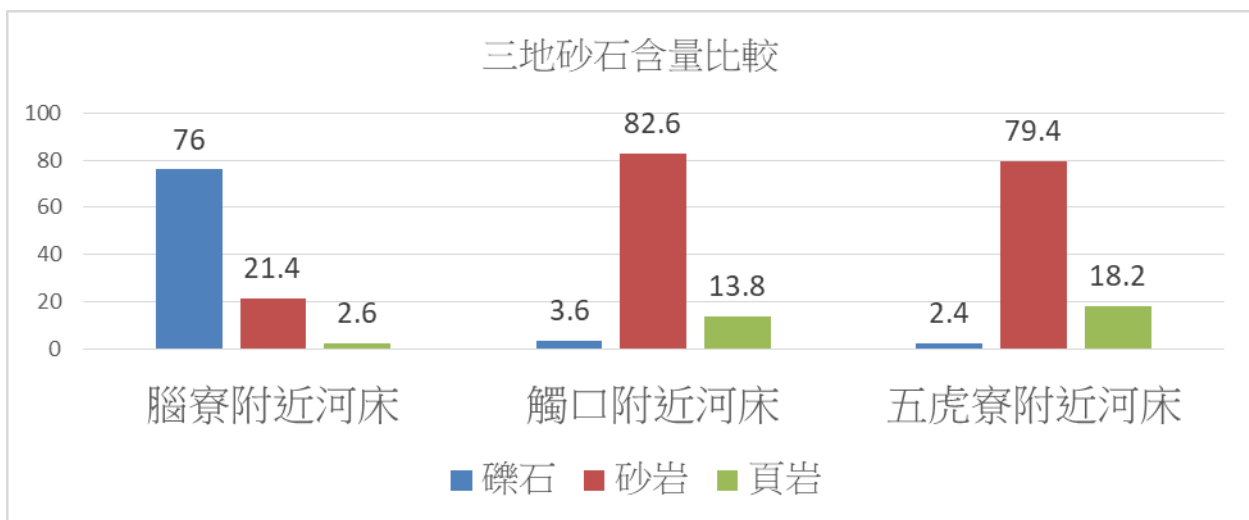


圖 2-8：三地河床礫石、砂岩、頁岩的比例之比較

- 1.這三個地方所有的礫石比率最高的是腦寮，最低的是五虎寮。
- 2.這三個地方所有的砂岩比率最高的是觸口，最低的是腦寮
- 3.這三個地方所有的頁岩比率最高的是五虎寮，最低的是腦寮。

小結：我們的研究在每個地段的頁岩、砂岩和礫石的比例都不同，例如：腦寮附近是上游，所以它的礫石顆粒是最多的頁岩是最少的，觸口附近是中游，所以它的砂岩顆粒是最多的礫石是最少的，五虎寮附近是下游，所以也是砂岩的顆粒最多礫石也是最少的。

研究三 不同坡度對河岸邊上下游河岸邊的景觀有何不同

(一) 實驗設計:

操縱變因：坡度

保持不變變因：水量、河道彎曲度、旗子插的位置、底盤、土質

應變變因：河道侵蝕的情形

(二) 實驗步驟:1.準備一個淺地盤(大小:)在底盤上用電烙鐵早出三個排水的洞。

2.接著先把土鋪滿底盤 2/3 處，並挖出河道。

3.將藍色及粉紅色旗子分別插在凹岸及凸岸。

4.把底盤固定在設定的角度上。

5.接著將量杯裝滿 1000 克。

6.將量杯裡的水從河道上方往下沖。

7.倒完 10 杯後，本實驗重複三次，觀察實驗結果並記錄。

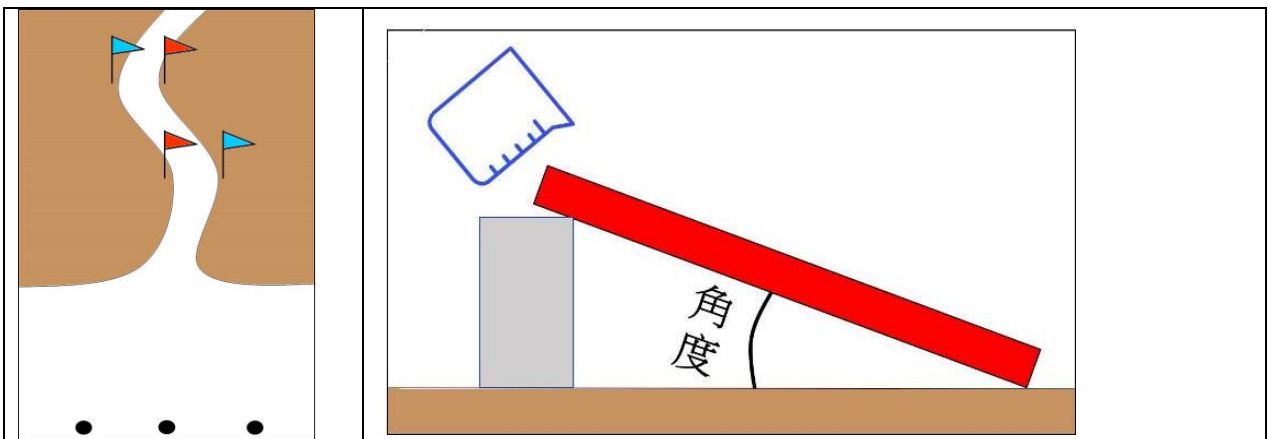


圖 3-1 河道模型設計圖

圖 3-2 實驗操作設計圖



圖 3-3 於鋪好的土中倒上一點水，增加黏性。



圖 3-4 在土壤上畫上一條河道，並把中間的挖掉。










圖 3-5 在河道的凹岸凸岸插上代表的旗子。



圖 3-6 調整坡度後，進行水流的沖刷。

(三)實驗結果:

試驗一：坡度 15 度

坡度 15°		
		
圖 3-7 坡度 15°第一次實驗	圖 3-8 倒水	圖 3-9 堆積物不多
		
圖 3-10 觀察河道侵蝕	圖 3-11 旗子底部裸露	圖 3-12 堆積物的量較少
		
圖 3-13 第 3 次實驗	圖 3-14 旗子底部裸露出來	圖 3-15 堆積物的量比前一次多
<p>結果發現:</p> <ol style="list-style-type: none">1.兩個凹岸都有被侵蝕的情形產生。第二個凹岸的侵蝕情況比第一個凹岸嚴重。2.因為坡度較緩，所以水流速度較慢，所以侵蝕較不明顯，旗子均無傾倒狀況。3.凹岸凸岸兩側的泥土都有被沖刷，但凹岸的泥土流失的較多。4.倒水處有很明顯的向側侵蝕的情形產生，使河道變寬5.侵蝕後，底部的堆積物很少又很細，質地均勻，細的較多。		

試驗二：坡度 20 度

坡度 20°		
		
<p>圖 3-16 第一次實驗</p>	<p>圖 3-17 水流速度變快</p>	<p>圖 3-18 堆積物變多</p>
		
<p>圖 3-19 第 2 次實驗</p>	<p>圖 3-20 旗子下方侵蝕嚴重</p>	<p>圖 3-21 堆積物增加</p>
		
<p>圖 3-22 第 3 次實驗</p>	<p>圖 3-23 凹岸旗子倒了</p>	<p>圖 3-24 堆積物很多</p>
<p>結果發現:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 第一個凹岸先被傾蝕 2. 侵蝕的比 15 度嚴重許多。〈15 度旗子沒倒，但 20 度旗子卻倒了〉 3. 水流速度比 15 度還要快。 4. 2 個凹岸都有被侵蝕，但凸岸沒被侵蝕。〈倒的旗子是凹岸的〉 5. 堆積物有明顯的增加，且上面的堆積物較粗，下面的較細。 		




試驗三：坡度 25 度

坡度 25°		
		
圖 3-25 第 1 次實驗	圖 3-26 旗子馬上就倒了	圖 3-27 堆積物很多
		
圖 3-28 第 2 次實驗	圖 3-29：2 支旗子皆倒了	圖 3-30 堆積物多，顆粒有大有小
		
圖 3-31 第 3 次實驗	圖 3-32 河道沖刷後變寬	圖 3-33 堆積物中有些大顆粒
<p>結果發現</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 旗子倒的速度及數量都迅速變多，坡度 25 度的河道也因為沖刷變寬了。 2. 水流速度從原本緩慢的變成快速的。〈衝擊力變大〉 3. 凹岸及凸岸的旗子各倒了 1 支，水流速度帶來的結果。 4. 25 度的實驗堆積物明顯變多，而堆積物的顆粒大小也不均勻。 		

綜合比較:




1.25 度的坡度流速比 15 度及 20 度的都還要快。

2.不同坡度對侵蝕的影響：

坡度 15°	坡度 20°	坡度 25°
		
圖 3-34 侵蝕沒那麼嚴重	圖 3-35 被侵蝕 1 個大洞	圖 3-36 河道變寬且旗子倒了

根據以上實驗結果可以發現:在 15-25 度間，當坡度越陡，河道被侵蝕的情形越明顯，坡度越陡，水流速度也越快，對河岸兩側都有侵蝕作用產生，但以凹岸較明顯。

3.不同坡度對堆積的影響：

15°	20°	25°
		
圖 3-37 堆積物少	圖 3-38 堆積物逐漸增加	圖 3-39 堆積物太多，多到滿出來

根據以上實驗結果可以發現：在 15-25 度間，當坡度越陡，河道底下的堆積物越多，質地較不均勻，有大有小。坡度越緩，堆積物越少，質地較為均勻，都為細沙。

4.在這幾 15 度、20 度及 25 度的實驗中，我們發現第 2 個凹岸最先被侵蝕，應該是第二個凹岸的彎度較大，因此產生較大的衝擊力。

5.只要河水的侵蝕力道太強的話，旗子就會倒下。

小結：

河床坡度愈陡，流量愈大，河幅愈窄，河流的流速就愈快，侵蝕力也就愈強。所以，當發生暴雨導致溪水流量增加，滾滾洪流從山地攜帶大量岩石，沖刷而下，也許會破壞家園，造成中、下游地區居民生命財產的損失。

當河流由山地進入平原地區，因坡度減緩，流速便會減慢，流幅增寬，因而發生大量砂頁岩沿著河床堆積。

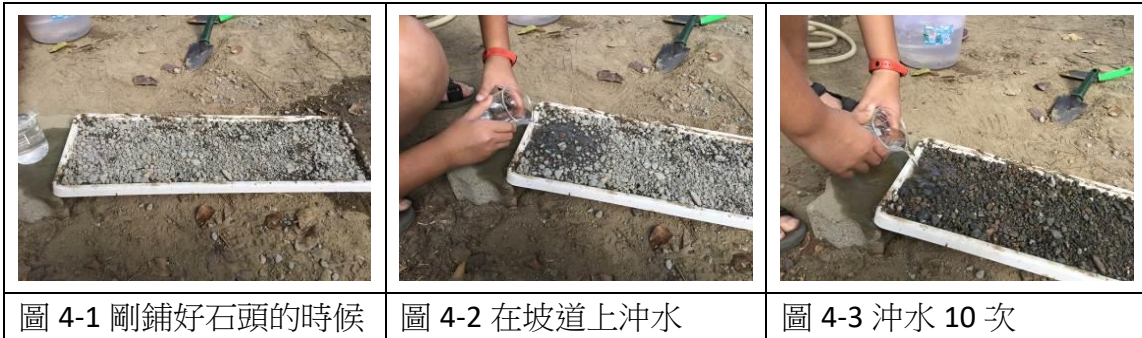
研究四 假如把河床鵝卵石搬走，河床的沉積環境可能會怎樣？

(一)實驗設計：

- 1.操縱變因：有無覆蓋石頭。
- 2.保持不變因：水量、物質重量、河道長度、捲尺。
- 3.應變的變因：石頭或砂子的流動情形。

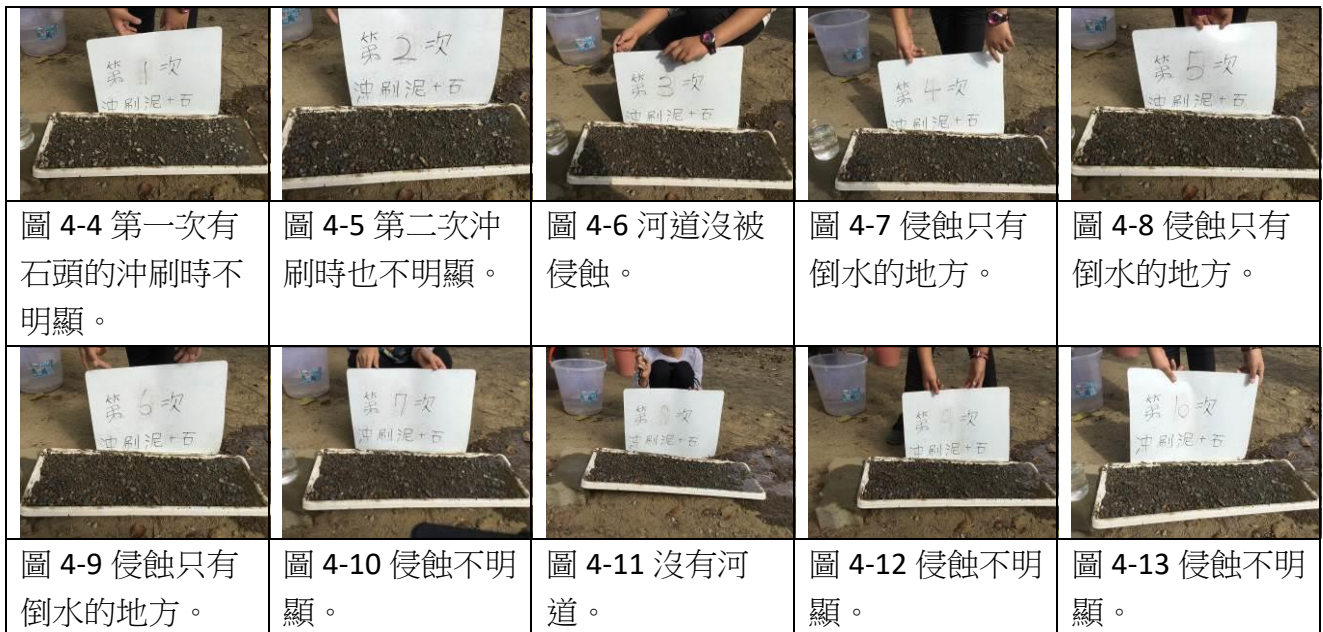
(二)實驗方法：

- 1.找一個長方形的盆子，用泥土做一個斜坡。
- 2.在斜坡上鋪上篩過的石頭。
- 3.用 1000ml 的水來沖石頭，要沖 10 次，然後看石頭和泥土流動的情形。
- 4.接著把石頭移走，把斜坡上的泥土平鋪完整，再以 1000ml 的水沖 10 次，觀察泥土侵蝕的情形。








(三) 實驗結果：

試驗一:河道上鋪滿了石頭



試驗二:河道上的石頭被搬走以後



				
圖 4-18 侵蝕越來越嚴重明顯。	圖 4-19 泥土也侵蝕越來越嚴重。	圖 4-20 侵蝕越來越多處。	圖 4-21 泥土也越來越少。	圖 4-22 河道越來越清楚。

結果發現：

我們看見了只有泥土的斜坡沒有受到保護，所以侵蝕較嚴重；有鋪石頭的斜坡有受到保護，所以侵蝕較輕。所以河床邊的鵝卵石若是被搬走了，沒有鵝卵石的保護，河岸邊坡會被流水逐漸淘空，將會造成塌陷。而河床上將多為泥和細沙的沉積物，而且河道會變寬廣。

研究五 造成八掌溪上、下游河道景觀不同的原因為何？

根據研究三的結果發現在與我們到野外地質調查記錄相互對照下

	上游	中游	下游
峽谷			
	圖 5-1 腦寮溪	圖 5-2 觸口河床	圖 5-3 吳鳳橋下
河床堆積物			
	圖 5-4 有稜角的大石頭	圖 5-5 鵝卵石多	圖 5-6 細沙多

綜合研究二及野外調查結果發現：

我們都了解，流水的力量很大，它會侵蝕地表的泥土和砂石，而且還能搬運砂石；而被侵蝕和搬運的泥土和砂石，會因為流水速度變慢，以致於搬不動而堆積下來。所以流水有侵蝕、搬運和堆積的作用。

我們認為八掌溪上游坡度大，水流速度快，侵蝕力也強，容易把河道侵蝕成小溝或峽谷。而且上游的河床布滿了邊緣尖銳的大石頭或巨石，而其他的小石頭和泥沙都被搬走了。

八掌溪的中、下游坡度平緩，水流速度慢，漸漸的無法搬運重的東西，所以只好堆積很多邊緣較圓的鵝卵石在河床。而且中游河流的侵蝕力量也減少許多，兩岸較平緩，河谷漸寬廣。

八掌溪下游處，水流速度更慢，堆積的許多沙泥，是由上游沖下的小石頭在搬運過程中碰撞形成小沙子，再加上河流侵蝕河道的土壤使泥沙增加並在河床上堆積而成的細沙。

研究六 形成此地河谷地形的原因是甚麼？

(一) 實驗設計:1.在盒子裡鋪 1.5 公分的頁岩，接著鋪上 1.5 公分的礫石，再來就一層一層接續鋪上去，鋪 4 層後，在鋪砂石的過程中，要倒一點水在土中，避免砂土鬆散開來。

2.在塑膠盒的上方開一個小洞，把水管插進去，接水，就可以觀察實驗。

(二) 實驗步驟:

1. 準備一個塑膠盒、細水管、篩出來的礫石和頁岩。
2. 在塑膠盒裡跌 4 層砂土，分別是頁岩和礫石，鋪好後加一點水，避免砂石鬆散。
3. 把塑膠和剪成「凹」字形，並在上方鑽一個洞，把細水管插進去。
4. 讓細水管接著水，往土上沖。
5. 觀察實驗。



圖 6-1 一層一層將礫石、頁岩鋪在塑膠盒裡。



圖 6-2 每一層砂石都要是 1.5 公分，接著加水固定。



圖 6-3 將塑膠盒剪出一個凹槽，方便排水。

(三) 實驗結果:



圖 6-4 河谷地形形成連續圖

結果發現:

- 1.水流一開始是直直得由上流到下，直到前方的沙土開始被侵蝕、沖刷，而往兩旁流下。
- 2.因為頁岩比較細所以馬上就被侵蝕，因此形成英文字母 V 字形。
- 3.礫石較粗，所以不容易被水流沖刷掉，被沖到桶子裡的大部分都是頁岩。

小結：

河流向下切蝕形成河谷，但由於河谷兩旁的谷壁易因侵蝕或崩塌，不斷擴大而形成 V 字形。礫石就是一般所稱的「鵝卵石」，是沈積岩中組成顆粒最大的，在上游的腦寮附近十分容易看見。



砂岩可見到明顯的顆粒組成，摸起來較為粗糙，在中、下游也都容易可以看見。頁岩在沈積岩中顆粒是最細的，摸起來幾乎沒有顆粒的感覺，所以摸起來粉粉的，而且質地鬆軟、易碎，在中、下游也可以看到。在八掌溪的岩層中，常可見到砂岩和頁岩交相堆疊而形成的「砂頁岩互層」。

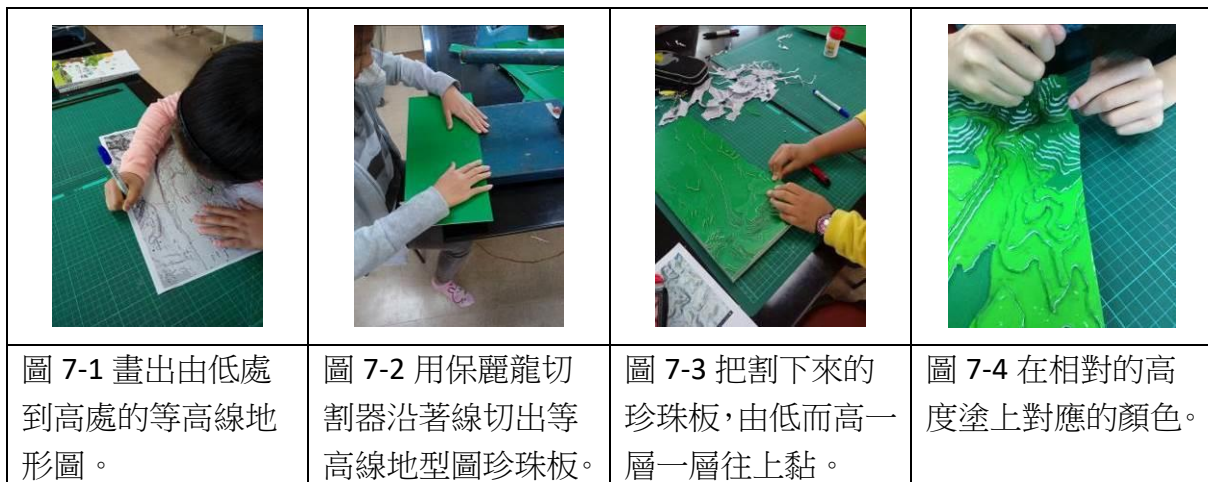
研究七 製作八掌溪觸口段河谷地形的等高線模型

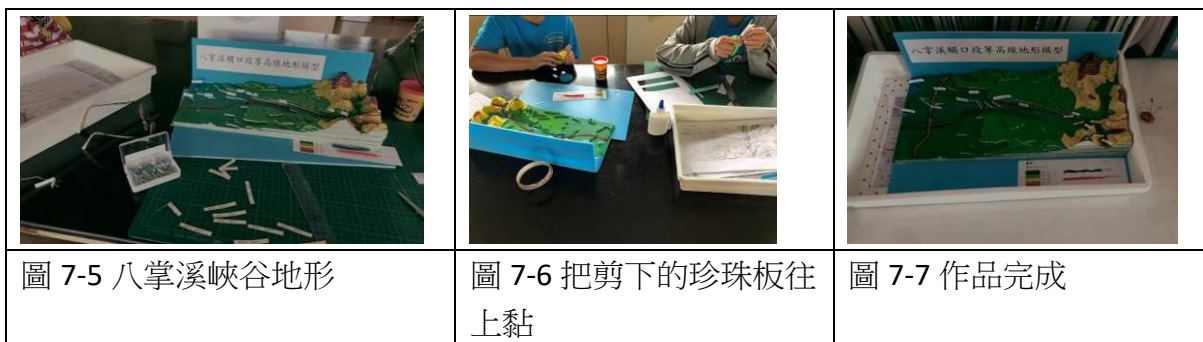
製作觸口附近等高線地型模型：

我們在野外地行調查的過程中，發現八掌溪有許多地層，也發現不同高度、形狀的地形。好奇的我們想要更深入的了解地層和地形的變化，所以我們就決定親手做了一件觸口附近等高線地層模型。

製作等高線地型模組步驟：

1. 從 Google 地圖裡找到觸口的地形圖，並列印下來。
2. 從低處到高處，沿著等高線剪將地圖
3. 把剪好的地圖一塊一塊的描在珍珠板上
4. 用保麗龍切割器沿著線切珍珠板。
5. 一層一層往上黏，就完成了一件等高線地型模型。
6. 為了方便讀取資料，在相對的高度塗上對應的顏色，海拔 200m 以上塗淺綠色、海拔 400m 以上塗黃色、海拔 600m 以上塗橘色、海拔 800m 以上塗紅色。
7. 最後在地圖上幫忙標示出相對應的地理位置名稱後即完成此模型。





結果發現:

1. 我們可以從等高線地形模型中容易得就看出方位、地層、高低，比起直接看平面圖，可以看得更清楚，讓人夠容易了解地層。
2. 從作品中可以看到八掌溪從東邊地勢高的上游流到西邊地勢較低的仁義潭，還可以稍微看到凸岸和凹岸，所以就可以大概知道侵蝕比較嚴重的地方。

小結：

我們所製作八掌溪觸口段河谷地形的等高線模型，就像是立體的地圖一樣，除了幫助我們可以很具體的呈現地形坡度陡緩，以及看出八掌溪的流向和我們所探訪的十個露頭處。

伍、討論

一、八掌溪河谷地形可能對嘉義市造成那些潛在威脅?

考察八掌溪觸口到仁義潭橋一帶，發現河川流向呈現東短西長，而八掌溪本身河身短、坡度大、水流急等特徵，造成水流侵蝕沉積岩層的狀況嚴重，八掌溪河谷地形的形成更是下切侵蝕的直接證據，強大的河水侵蝕力除了讓巨大的鵝卵石出現在下游外，我們甚至發現露頭十的護岸水泥已經受到嚴重破壞。八掌溪河谷距離嘉義市不過二、三十公里遠，如果雨季或颱風帶來的豪雨造成土石流或河川潰堤，都可能對居住在嘉義市的人們造成危害。

二、我們該如何面對這麼美麗的河谷地形?

1. 設立遊憩區：美麗的河谷地形需要我們的愛惜與保護，若要設立遊憩區，建立每隔數十公尺，設立搖椅，讓遊客靜靜地欣賞河谷地形，並鼓勵遊客把垃圾帶走，至於其它多餘的遊憩設施可能就不適合了。
2. 加強環境保育：設立解說牌和告示牌，加強環境保護教育，並設立河谷地形環境保育日，當日邀請志工、義工、熱愛環保的朋友，來撿拾垃圾，還給大地乾淨的面貌。根據研究似的結果，若有盜採砂石，會影響河床的保護，有可能造成河道改變氾濫等。

陸、結論

一、在研究一的八掌溪觸口段河谷地形野外調查記錄，我們知道河水受重力影響，從高處向低處流動，產生動能並對河谷進行侵蝕與堆積作用，進而形成河蝕地形、河積地形的樣貌。因八掌溪河流是呈現東短西長的情形，是河身短、坡度大、水流急的溪流。所以，在雨量少或乾旱的時節，河水量相當小幾近乾枯，但在雨季或颱風季，則會帶來豐沛的

雨量，若八掌溪水量暴增，會導致山洪或土石流。因此，我們在野外調查八掌溪流時會注意以下幾點：

1. 會應選擇非下雨期間或之後的數日。
2. 進入河床要有伴同行，互相關照，尤其在涉水時。
3. 涉水時，選擇水流分佈面寬度，水流速緩慢，水淺的地區。
4. 在河床區活動，應儘量維持河床原有形態。
5. 不做對水中生物的捕捉與垂釣的行為。

二、在研究二的野外調查的每個地段的頁岩、砂岩和礫石的比例都不同，腦寮附近是上游，所以它的礫石顆粒是最多的頁岩是最少的，觸口附近是中游，所以它的砂岩顆粒是最多的礫石是最少的，五虎寮附近是下游，所以也是砂岩的顆粒最多礫石也是最少的。

三、在研究三中，對於不同坡度對河岸邊上下游河岸邊的景觀有何不同？當河床坡度愈陡，流量愈大，河幅愈窄，河流的流速就愈快，侵蝕力也就愈強。所以，當上游發生暴雨導致溪水流量增加，滾滾洪流從山地攜帶大量岩石，沖刷而下，也許會破壞家園，造成中、下游地區居民生命財產的損失。當河流由山地進入中下游的平原地區，因坡度減緩，流速便會減慢，流幅增寬，因而發生大量砂頁岩沿著河床堆積。

四、在研究四中，假如把河床鵝卵石搬走，河床的沉積環境可能會怎樣？假如河床邊的鵝卵石若是被搬走了，沒有鵝卵石的保護，河岸邊坡會被流水逐漸淘空，將會造成塌陷。而河床上將多為泥和細沙的沉積物，而且河道會變寬廣。

五、在研究五中，我們認為造成八掌溪上、中、下游河道景觀不同的原因是：

河道	上游	中游	下游
造成河道景觀不同的原因			
坡度高低	陡峻	中等	平緩
水流速度	湍急	中等	緩慢
河道寬度	狹窄	中等	寬闊
河床堆積物	邊緣尖銳大石頭	邊緣較圓的鵝卵石	細沙

六、在研究六中，我們實驗了形成八掌溪河谷地形的原因是甚麼？我們觀察到當水流直直的由上流到下，一直到前方的砂土開始被侵蝕、沖刷，並不斷擴大而形成 V 字形。

七、在研究七中，我們製作了八掌溪觸口段河谷地形的等高線模型來幫助我們我們可以很具體的呈現地形坡度陡緩，以及看出八掌溪的流向和我們所探訪的十個露頭處。

柒、參考資料

何春蓀(1984)。普通地質學。台北市：五南。

呂苡瑄、林凱傑、林祐廷、林侑達、林昀嫻、黃庭彥(2015)。大地的奧秘—嘉義縣 159 甲

半天岩至石棹公路沿線的地質調查。嘉義市第三十三屆中小學科學展覽會地球科學科作品。