

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

最佳團隊合作獎

030513

走訪「八掌溪觸口斷層現象之地層位態變化與牽引褶皺」之研究

學校名稱：臺南市立後甲國民中學

作者： 國一 陳奕銘 國一 蔡晟洋 國一 林昱誠	指導老師： 潘奕達 王雅麗
---	-----------------------------

關鍵詞：八掌溪、觸口、褶皺

摘要

科學中心舉辦一次戶外地質探訪，在教授帶領下，我們走訪黎明國小和攔砂壩的河床。我們發現河床被河水侵蝕產生各種景觀，透過現場調查，我們瞭解到這些都是因為地勢高低差引起不同的位能變化造成，在此地區有下切行水區、圓弧磨蝕面、湍流、壺穴、漩渦等。

老師也指導我們觀察此露頭複雜的斷層現象，並協助我們以一公尺為單位拍攝60 公尺的照片。回來後，我們將照片拼貼，在老師指導下標出照片上地層褶曲、斷層及壓力方向，藉由這些照片和符號，我們深入探討這一段雜亂的斷層現象，發現和中央地質調查所的地質圖標示的觸口斷層位置不同，所以我們由河水兩岸礫石層研判此溪為一斷層，而在此段受強力或持續擠壓造成大轉彎。

壹、研究動機：

科學資源中心舉辦戶外教學，地點在嘉義的觸口地方，在教授的指導下，我們走訪八掌溪黎明國小和攔沙壩間的河床，在這裡我們遠望攔沙壩前有一大片灰色的河床，看起來很像水泥地面。可是走近了才知道是一種泥質砂岩，輕輕一敲就會掉落；也發現整個河床有被河水沖刷的痕跡，有小瀑布、小型峽谷、光滑的河水沖刷的河岸等。又經過教授的指點，才知道這裡是一個的斷層。露頭明顯的看出斷層現象，與一般提到的”觸口斷層”的方向有所不同，所以引起我們三位同學的興趣，決定這次的科展機會來研究。



貳、研究目的：

- 一、研究八掌溪觸口段河水的侵蝕作用
- 二、研究六重溪層的岩性與化石
- 三、研判觸口斷層的走向及局部斷層的改向
- 四、製作研究區的模型，幫助地質分析。



參、研究設備與器材：

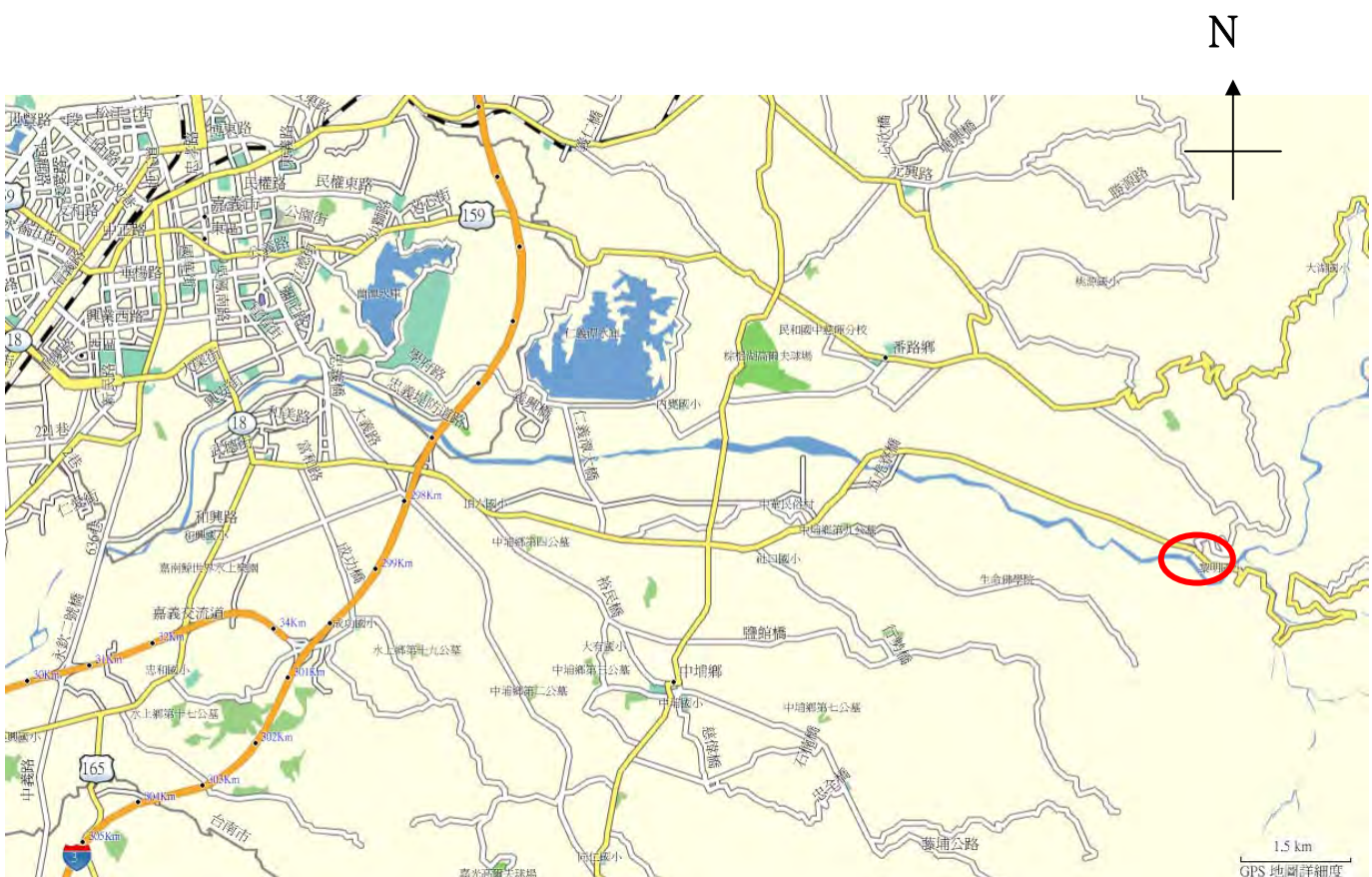
實地走訪	地質鎚：左岸 1~60m 地層取樣、觀察、探究用。 自製定位拍攝設備：竹竿(120cm)、棉線 2m、螺帽：2 只、照相機、腳架、皮尺(60m)、夾鏈袋(取樣用)。
觀察與實驗器材	左岸 1~60m 地層取樣、實體顯微鏡、22 倍及 10 倍放大鏡、廣用試紙、pH meter、漏斗架、漏斗、濾紙、研鉢、培養皿、燒杯、尺。
模型製作	木板：13cm*27.5cm*2 69cm*27cm*2 69cm*13cm*2 4*3*27.5cm*6 其他：保麗龍板、白膠、鋸子、壓克力顏料、碎石子

肆、研究問題：

- 一、走訪八掌溪觸口地區黎明國小和攔沙壩間的地質情況。
- 二、觀察探討現場露頭的岩性和化石。
- 三、觀察、測量、探討八掌溪觸口地區黎明國小下游到攔沙壩間的新發現斷層現象。
- 四、判定峽谷段的斷層位置及位態，及引發的力學作用。
- 五、六重溪層的礫石是地層的指標層。
- 六、第三次探訪觸口地區及製作左岸模型。

伍、研究過程：

- 一、活動一：走訪八掌溪觸口地區黎明國小和攔沙壩間的地質情況。
(一) 觸口地區在哪裡：(嘉義地區地圖)



(二) 八掌溪觸口段黎明國小和攔沙壩間的地形圖



(三) 走訪日期：民國 100 年 3 月 20 日星期日，天氣：晴

(四) 本研究的地段：位於嘉義縣阿里山風景區八掌溪觸口段黎明國小和下游攔沙壩間的一小段地層的變化。

(五) 從走訪觀察的情境中，發現一些值得研究的主題和疑問，讓我們觀察討論解決問題。藉由老師的帶領、說明，我們對本區段六重溪層現場的現象提出下列的問題。



1、觀察 1：現場露頭的地形作用引起的侵蝕現象。

■ 現象 1：下切行水區有侵蝕現象。

※※※地形高低差引起的位態變化

實例 A



實例 C



實例 B

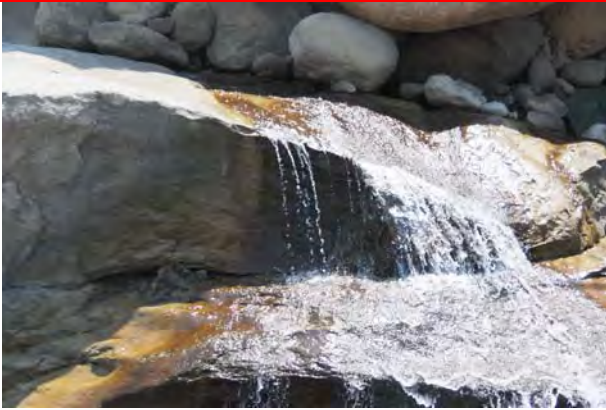


實例 D

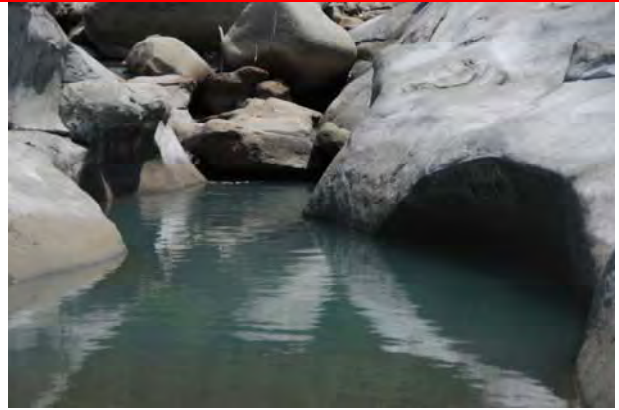


- ◇ A 和 B 間因地勢相對高低差，使水流引起不同強弱的侵蝕現象，造成被侵蝕面的深痕程度不同。
- ◇ 相片中因為高低差，流水侵蝕造成下切行水區。
- ◇ 相片中因為相對高低差，流水侵蝕作用，產生圓弧狀的磨蝕面。

- ◇ C 和 D 間相對的高低差，使流水引起地面(河面)的傾斜和流水流過的痕跡。
- ◇ 因地勢的高低差不大，引起地面受流水侵蝕造成的傾斜。因為水由高處往低處流，所以可以判定地勢的高低差。



- ◇ E 和 F 間因相對高低差，且有斷層面，因而產生瀑布和湍流。
- ◇ 因地勢的相對垂直高低差，流水的位能變化差異大，造成瀑布和湍流。



- ◇ G 和 H 間因為相對高低差，且流水中含有泥沙或小石子，衝擊較低處，而產生凹洞，為壺穴。
- ◇ 相片(56)~(60) 即是壺穴



- ◇ I 和 J 間因相對高低差，當流水從高處 I 直沖而下時，會帶動下面的流水產生回轉，因為一直的下沖造成水流渦。
- ◇ 左岸六重溪層河道：60m 以下。



- ◇ K 和 L 間因為相對高低差，即河道中有高低差，也有凹洞，引起流水進入時，會產生重覆的回轉，造成旋渦。
- ◇ 左岸六重溪層河道：60m 以下。

■ 討論 1：

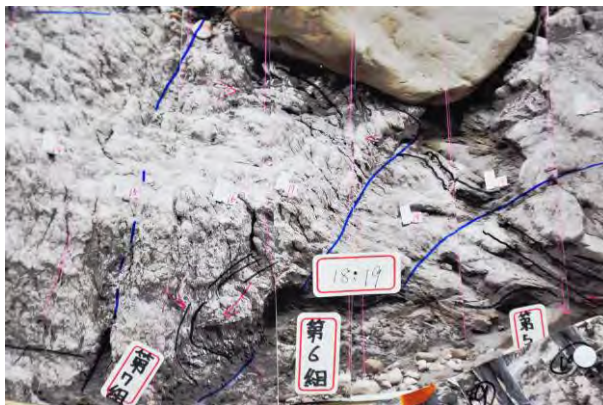

- (1) 因為地勢相對高低差的不同以及地形的因素，會產生不同的位能變化。
- (2) 由實地現場的觀察和拍照回來的資料，發現五種位能的變化，分別為：A 下切行水區，B 圓弧磨蝕面，C 湍流，D 壺穴，E 漩渦，從這些位態的現象變化中推測為不同時期的流水侵蝕所造成的特殊情景。
- (3) 由河床的傾斜角度及被侵蝕的形式，可以研判古老的流水方向，對地形的影響。
- (4) 由不同的位能變化，可以推測當時地層變化，如瀑布、湍流的發生。又因地層的變動產生斷層面。
- (5) 當流水經過此段時，侵蝕上部造成高低落差，產生瀑布。

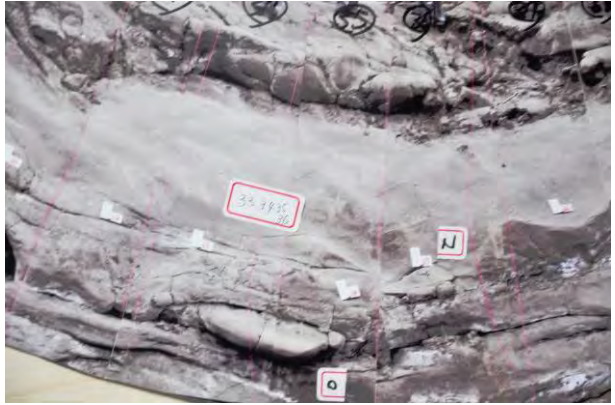
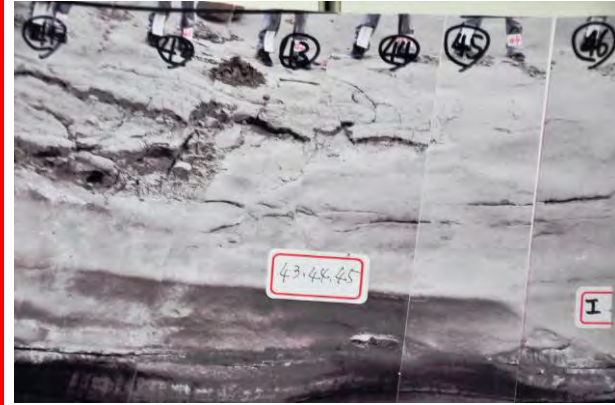


■ 現象 2：溪流造成下切加深的侵蝕現象。

當雨季來臨時或颱風帶來豪雨，使八掌溪暴滿，帶來大量雨水泥沙進而產生不同的侵蝕現象。

<p>溪流照片</p>		
<p>下切加深的侵蝕現象</p>	<ul style="list-style-type: none"> 上部的礫石堆積應為下切侵蝕前的河床，河水在此段中，下部挾帶泥沙、磨蝕形成凹洞。在岩壁上也可見一條條的深溝，可能是原有的斷層產生的裂隙，溪水下切侵蝕產生的。 	<ul style="list-style-type: none"> 岩壁上有橫向或傾斜的刻痕，可能是河水下切時，順著地層隙縫的侵蝕。 下部流水處，岩壁凹入，為溪水長時間流動磨蝕；且凹入處由淺而深，上部較淺，能否表示下切時間的快慢，或下切時往兩側磨蝕。

<p>溪流照片</p>		
<p>下切加深的侵蝕現象</p>	<ul style="list-style-type: none"> 下部有較深的凹溝，可能河水下切時，順著地層隙縫侵蝕造成的。 左下部的大凹洞可能是水挾砂石長期磨蝕而成。 下大雨時河水順著大石頭流，一直侵蝕造成大石頭周圍的凹溝和凹洞。 	<ul style="list-style-type: none"> 一樣具橫向、縱向、斜的凹溝，但縱向的部分似階梯，為河水下切至裂隙處上方岩壁崩落造成的。 岩壁上有許多小坑洞，可能為溪水挾帶泥沙向洞內磨蝕形成的。

溪流 照片		
下切 加深 的侵 蝕現 象	<ul style="list-style-type: none"> • 上部有一小崖面，為溪水一次下切的產物；再下方為大片平滑的磨蝕面，代表溪水挾帶泥砂顆粒較細。 • 下部為一近垂直崖面，河水下切時同時順橫向裂縫侵蝕。 	<ul style="list-style-type: none"> • 上部為平滑的泥質砂岩，河水以細砂緩緩下切磨蝕的。 • 中部下切很深，且具圓弧狀磨蝕面，可能是雨季來時，快速向下侵蝕，並挾砂磨的。

■ 討論 2

- (1) 上部堆積礫石的平台為早期的河床，從古河床到現今河水處的大落差是證明河水下切的重要證據。
- (2) 當河水通常順著容易流入的「溝」流，斷層產生時會在地表形成裂縫，水順著裂縫較易侵蝕下切。
- (3) 照片中的(32)~ (60)所呈現的剖面是很平滑的；但(31)~ (1)的地層傾斜向上。河水下切的面具有不同方向的凹溝，在此段河水侵蝕後是否有凌亂而雜的斷層形成。
- (4) 在此地區河水有二種下切法：近垂直下切或斜的下切。推測可能和雨季有關。雨季時水大量且流速急，下切快所以角度近垂直；乾季時水量小且流速緩，自雨季進入乾季時，水量漸少，下切漸慢，因此造成斜的侵蝕面。
- (5) 岩壁上圓弧凹洞大多是水挾泥沙進入磨蝕而成的。

- 現象 3：侵蝕現象，造成小規模的峽谷地形。觸口地區的泥質砂岩層，在山洪暴漲時，河水流速湍急，夾雜小碎石、泥沙的流水，沖擊使岩層被沖毀，形成河谷，造成小規模的峽谷地形。

峽谷地形		
說明	<p>往前看河川，河水流過的河床受到長期的侵蝕沖刷，在六重溪層的泥質砂岩容易被沖刷成峽谷地形。</p>	<p>由上往下觀察，發現峽谷高度比河水高度高出許多。可能是泥質砂岩層長期受到暴漲的洪水沖刷形成的峽谷。</p>

峽谷地形		
說明	<p>觀察峽谷的兩岸，發現上方的部分比較粗糙，不易看出被沖刷磨蝕的痕跡；而下方的部分河水較常流動而有明顯、光滑的侵蝕現象。</p>	<p>在峽谷的兩側有時會有流水的磨蝕痕跡，使原本凹凸不平的岩層，被沖刷磨蝕成光滑的面來。</p>

峽谷地形



說明

快速的流水冲刷使六重溪層部分崩毀，露出地層層面。

■ 討論 3：

- (1) 在此地段的峽谷，根據地質特徵推測，可能是雨季河水暴漲時流水流速湍急，挾雜著大量小石子和泥砂，冲刷、衝擊岩壁，造成高低差，形成峽谷。
- (2) 從觀察比較峽谷的上下侵蝕狀況，可以知道，河流水位常態時，在峽谷上方比較沒有被侵蝕的痕跡，若河流水位長期較高時，在峽谷上方就會有被侵蝕的痕跡。
- (3) 由上往下觀察，可以發現當峽谷高出水平面時，可以判定為長期河水暴漲時冲刷形成的，而後因為水平面下降，造成高低差，形成峽谷。

- 現象 4：河水的侵蝕造成落差不大的小瀑布，也叫湍流，從整個河谷地形，由於地形的高低落差，水由高地流向低處，形成較小的瀑布，下面是我們觀察的瀑布。

瀑布照片		
說明	<p>這一處的瀑布較大，可能是溪流長時間侵蝕地層，而造成高低的落差。因為上層的流水大，地層的落差也大，瀑布也跟著變大。</p>	<p>六重溪是由泥質砂岩組成，乾燥時質地較硬，遇到水變得鬆軟，當位態產生變化時，流水作用容易把泥質砂岩層沖刷侵蝕形成水瀑布。</p>

瀑布照片		
說明	<p>在這一處的河床還有許多的礫岩堆積在一起，造成高低差，而形成小型的瀑布。</p>	<p>在瀑布旁的侵蝕現象，水會挾帶泥砂打轉形成旋渦，在岩層中形成下凹圓形的磨蝕。</p>

■ 討論 4：

- (1) 六重溪層是由泥質砂岩構成，容易被河水侵蝕，又因下部為礫石層，所以當洪水氾濫，沖刷河床時，容易侵蝕泥質砂岩層，而造成高低差，也就形成小瀑布。
- (2) 在河床中的湍流形成是因為高低落差所引起的水流動。當高低落差大時，流水湍急；當落差小時，流水緩慢。如果河床底下蓋滿了礫石，就會影響流水對泥質砂岩的侵蝕，也因為這樣也會造成有礫石堆積的泥質砂岩河床容易受到保護而減少被侵蝕，而和沒有礫石堆積的泥質砂岩造成較大的高低落差。這樣的現象嚴重者會形成瀑布；較輕者會形成湍流。

■ 現象 5：侵蝕現象會有圓弧形的磨蝕面。

當流量大時，流水挾帶大量泥沙，快速流動衝擊，對於側向或下方的地層行磨蝕作用，形成明顯痕跡，大致為圓弧面。



- 當山洪暴漲，河水湍急時，會挾著大量的石頭和泥沙，快速的沖擊六重溪層兩側的地層，而造成嚴重的侵蝕作用，使地層凹陷、曲折，而且由下層一直到上層有明顯的層次侵蝕。



- 當流水強而量大時，整個河床暴滿，六重溪層有厚厚的一大層被沖刷侵蝕，也是被磨蝕成圓弧形；底端的地層被侵蝕成圓弧的片狀。

■ 討論 5：

- (1) 在現場的露頭，因為是六重溪層的泥質砂岩，每遇山洪暴雨時，泥質砂岩首當其衝被流水沖刷侵蝕，而受到創傷，終於在河床中間整個地層被沖刷成兩半，中間形成河道，而且造成水深很深的河流。
- (2) 當河床中的河水高低落差很大時，每一次的大雨都會帶來流速大的河水並挾著小石子和泥沙，沖擊兩岸的泥質砂岩層，經過長期的磨蝕，最後會形成明顯痕跡的圓弧形磨蝕面。
- (3) 在這個露頭中因為地層高低落差很大，而且是泥質砂岩，其邊緣的岩壁是圓弧形的薄層很脆弱，所以走在其間得小心，又其地層屬於泥質砂岩，當一陣雨後地層顯得泥濘，走在其中容易下陷，是非常危險的。

二、活動二：觀察探討現場露頭的岩性和化石。

(一) 六重溪層的岩層特性：

1、岩層是由灰色的泥質沙岩或砂質泥岩所組成。



2、每一層粗細不一定。



3、在此地的露頭為：呈塊狀，未具層理。



4、在此露頭因為有礫石層的指標層，才容易研判位態。



礫石層在低層的水平排列，才知道位態的水平。↑



礫石層的抬升，才能判別位態的隆起↑

5、因為指標層的礫石層，才能確認此地為六重溪層。↓



(二) 現場露頭的化石：

1、從現場露頭的觀察，在六重溪層內的化石，有下列的類型：

- (1) 軟體動物門之腹足螺類、斧足二枚貝。蟹類、海膽。
- (2) 原生動物門之有孔蟲。
- (3) 其他： 魚類、哺乳類。
- (4) 植物碎屑。




(5) A 為植物化石。由於化石破碎，表示此岩石曾在海裡搬運過，而此化石是在濱海形成。





(6) B 為螺類及斧足二枚貝化石。由化石年代判定為南庄層(長枝坑層)的化石。

2、我們從現場採集六塊化石滾石，由小到大編號並細心觀察。

編號	化石標本	說明
1 號		<p>不規則稜角，可握在掌心。白色 C 集中，應為貝類化石，表面部分具似扇貝的紋理，可能是生痕化石。嵌著黑色，會反光的礦物，應是煤炭，代表此地具豐富生命物質。此外，也有透明會反光的結晶。</p> <p>以放大鏡細看表面不規則，像是由許多小石粒組成，並部分有細小孔隙。</p>
2 號		<p>較圓，暗紅褐色，可能是鐵礦氧化。白色化石部分和貝類側面的 C 狀頗不同，為一條條前後細，中間粗的東西，應是有孔蟲的側面，正面在化石上有找到圓盤狀的東西。</p> <p>和 01 一樣有結晶，此化石一面有灰色泥狀的東西附在上面，和六重溪層粉末類似。化石有不規則坑洞。</p>
3 號		<p>灰白色，較 01 圓，02 有角，有方解石填充。白色部分和 02 號相似，應也是有孔蟲化石的側面。有結晶及細小孔隙，部分顏色像氧化鐵。此化石黑色結晶較少。</p>

編號	化石標本	說明
4 號		<p>深灰色，手掌大。側面白色條紋不易辨識，但在底下有大的扇貝紋路，有稍微被石英填充。細看也有許多局部扇貝紋理，所以此塊化石大多為扇貝化石。細小孔隙密集，也具黑色不明生命物質。</p>
5 號		<p>暗色，一面有斷層擦痕，化石部分密集，二枚貝和螺類側面，白色條紋波浪狀的是結晶較小較密集，細小孔隙十分密集。部分有氧化鐵。</p>
6 號		<p>有斷層擦痕，化石非常密集，主要為貝類，和先前扇貝不同。有小圓狀二枚貝。一面有和泥質砂岩類似粉末的物質。孔隙密集，結晶較多。</p>

(三) 我們也觀察了當地嵌在六重溪層中，屬於六重溪層的化石。

編號	化石照片	說明
A		<p>在右岸六重溪層上發現露出此化石。觀察後應為二枚貝化石。因為此化石位於較上方的岩層，不易被河水沖刷才可以保留。但化石顯得特別破碎可能為長期日照及風化所影響。</p>
B		<p>在右岸較下方的岩層找到多個圓柱狀的褐色空心化石(因化石有縱向裂開而發現為空心)翻閱圖鑑後可能為管蟲化石。</p>
C		<p>在右岸最上層發現。整個標本嚴重破碎而無法觀察(現場有許多類似情形)可能為六重溪層持續受力而使化石被擠碎。</p>
D		<p>於岩層上發現兩條白色線條為成的橢圓形，及數個破碎的碎片，可能為二枚貝或螺類的橫剖面。</p>

(四) 討論

- 1、六重溪層主要是由泥質沙岩(砂質泥岩)所組成。
- 2、泥質沙岩呈灰色或深灰色。
- 3、粉末極細，約在 0.2mm 以下，易附著在指縫上。
- 4、沾水呈泥狀，遇水易瓦解，十分容易為河水侵蝕。
- 5、堆積層理不明顯，代表堆積間隔時間短，持續不斷的堆積。
- 6、將泥質砂岩的粉末和一定比例(1：6)的水過濾後的溶液，以廣用試紙測定，pH 值為 6.0，呈弱酸性。但用 pH meter 測試為 pH8.38 呈弱鹼性。
- 7、六重溪層理不明顯，需由礫石層判斷其位態。
- 8、粉末細代表為遠岸深海的堆積，已經在過程中磨成極細小的顆粒
- 9、六重溪層在堆積時的海域是具有生命物質的營養源可以孕育生命，也常有生命大量死亡，才有今日多量的密集化石。



三、活動三：觀察、測量、探討八掌溪觸口地區黎明國小下游到攔沙壩間的新發現斷層現象。

(一) 再次走訪觸口斷層並拍照

由於在實驗室中無法實際觀察觸口地區的各種現象。於是和老師討論後決定再次前往觸口地區並攝圖以便回進行研究。

(二) 但如何將該地區複雜的地形清楚的以照片呈現？

(三) 老師提供我們一個方法：

- 1、用一根 120 公分的竹竿，竹竿兩側十公分處各綁上垂直線。
- 2、到觸口時以人工方式配上水平儀舉著。
- 3、1 公尺為單位拍攝六十張。
- 4、六十公尺地層大轉彎處的圖。

回來後把我們的照片洗出來，在老師的協助下拼貼照片，開始進行觀察研究。

(四) 畫出地層、斷層和承受壓力的方向。

- 1、老師先在照片上以黑筆標示出地層的位態，和我們討論後以藍筆標示斷層的位置。
- 2、老師也教我們如何從褶曲方向和斷層位置判斷壓力方向(以紅箭頭表示)和地層滑動方向(以紅箭頭加線表示)。
- 3、這些符號在我們往後的研究有極大的幫助。

(五) 從大岩石往下游 60m 斷層現象的研究



我們討論後將現象自 60 公尺處起將現象分組(段)，共十六組，開始以下研究：
詳見後面附錄

(六) 討論

- 1、中央地調所之地質圖所指出觸口斷層位置，都是在地久橋下河流走向向下的破裂面。但我們發現斷層在此處有一大轉彎，由以上資料可發現轉彎處十分雜亂，但大致上來說應力由左右擠壓而成，和此處上下段峽谷各段攔砂壩大崩崖處不同。以整體觸口斷層來說與傳統說法相同，但在此局部有一變化。為六重溪層上所有此明顯的斷層現象，與一般認為的觸口段層很近，是否也可以認為是觸口段層的一部份，如果是這樣的話，則可以認為觸口段層持續作用時間很長。或者斷層帶範圍可能不小。
- 2、斷層大轉彎處十分複雜，力量來自左右兩側，造成地層內不同的緊密的褶曲，且除了大方向的斷層外，於地層內又具許多雜亂的小斷層。
- 3、推測此處之所以會大轉彎，是因為力量持續擠來，地層持續受力後產生斷層，形成斷層後力量持續擠壓造成彎曲和在此處內所有大大小小的斷層、褶曲
- 4、S形皺褶應為轉彎未發生前產生，自壓力方向可看出來；似背斜褶曲則應是形成轉彎時連帶發生的現象。
- 5、六重溪在此處的正常位態近乎水平，而在斷層帶內有不同位態變化如走向變化、傾斜變化是明顯容易研判的。
- 6、在斷層的現象是相互牽引褶皺，斷層面兩側岩層呈彎曲現象，經討論研判為逆斷層，也具有緊密褶皺的牽引褶皺。

四、活動四：判定峽谷段的斷層位置及位態，及引發的力學作用。

(一) 判定峽谷段的斷層位置。

1、以溪水兩岸的礫石層判定。

(1) 我們在走訪觸口斷層時發現，溪流兩側地層皆有礫石層。但左側礫石層的位態較右側高，所以我們判定在六重溪層形成後，在此產生斷層，水順此斷層侵蝕、下切。現在我們看到的溪流走向應該就是斷層的位置，和一般對觸口斷層位置的說法得到印證。

2、以照片上的符號判定。

(1) 照片編號 32~60 的斷層大致是位在溪流位置，地層位態幾乎水平。自 31 號起我們將開始的斷層編組，在第一組的圖片中觀察到礫石層位態明顯向上牽引，地層也有彎曲牽引的現象。

(2) 這裡的斷層產生，主要是右側力量擠壓六重溪層，地層崩斷而向上逆衝時形成，第一、二組的斷層應為如此形成。

(3) 第一、二組以後的地層十分複雜，亂七八糟的，地層皺成衣團，但觀察斷層整體的位置，角度較垂直，代表壓力來自左右二側。

3、觸口地區斷層位態判定

(1) 峽谷段的斷層方向和一般對觸口斷層位置說法無異。但在第一組斷層處，地層大舉牽引，轉一個大彎，轉彎的那一段十分雜亂，整體來說地層擠在一起，斷層從峽谷段大彎到攔砂壩段的斷層走向(與峽谷各段走向相同)。

(二) 峽谷段的力學作用

1、峽谷段溪流處的斷層，力量來自和斷層垂直的方向，與一般觸口斷層的壓力方向差不多。

2、至地層開始牽引處，力量的方向和峽谷段方向相垂直，主要力量來自 1~60 長照片的右方。我們認為力自右方壓擠，左方地層應也有一組對應的力，不僅造成地層剖面上垂直的斷層，也在地層內形成各種背向斜褶曲。

3、從大崩崖河床剖面的力的方向又轉為和斷層線方向垂直了。

五、活動五：六重溪層的礫石是地層的指標層。

六重溪層在此地的露頭為呈塊狀未具層理，位態不易研判，而協助研判地層的位態，礫石層的存在是指標層。可以確認此地為六重溪層。

(一) 觀察礫石層的礫石：

詳見後面附錄

(二) 討論：

- 1、從野外觀察，六重溪層為砂質泥岩，層理較不明顯，需此礫石層作為指標判斷地層位態變化。
- 2、礫石大致位在溪水上面一些的地方，高低差異不大，呈一帶狀。後部受擠壓造成地層抬升，礫石層也向左上彎曲。
- 3、礫石大小不一，粒徑自 60 到 200cm 以上不等，且為長橢圓形。六重溪層的礫石多為山上崩落後河流搬運，經此地時堆積造成。礫石越大，代表受到磨蝕較少，搬運距離短。
- 4、礫石呈一帶狀，但礫石之間有時空隙甚大，是否這些空隙在地層中也有礫石，只是尚未露出?推測礫石層形成是砂質泥岩堆積時，礫石於某一時段堆積，而後覆上泥質砂岩造成的。
- 5、在本研究下段峽谷區，比對左右兩岸的礫石層，發現河道應為斷層裂縫所在，與一般對觸口斷層位置的說法得到印證。此一斷層是一逆衝劇烈的斷層，除了前段的「大轉彎處」之牽引現象可證明。

六、活動六：第三次探訪觸口地區及製作左岸模型

(一) 探訪觸口斷層

第三次前往觸口地區主要攝取細部特寫和補第一次探討不足的照片。此次探訪時左岸水泥塊傾倒面積增加，能見的露頭減少，破壞可作學術研究的價值。

(二) 製作模型：

1、模型 1 號

(1) 爲了更清楚解釋觸口地區的斷層現象，和老師討論後決定製作本研究重點地段的立體模型。

(2) 我們先用木板製作了兩個架子，長 69 公分，高約 13 公分，寬 27.5 公分，兩個可並在一起。



(3) 老師依據活動二的照片，和我們繪製等比例 3:100 大約的地形圖，再由老師以鋸片刻保麗龍塊，爲地層、岩石上色，完成逼真的模型。

(4) 從模型我們較能對觸口地區斷層作「立體」的解釋。

2、模型 2 號



此模型讓我們三人同時合作完成地層受到擠壓時大翻轉的模擬現象，以彌補對空間規畫的不足。

陸、結論：

- 一、河水向下流，因高低差的位能變化，位能轉變動能對河道產生有下切行水、湍流、壺穴、漩渦等現象。
- 二、河水下切侵蝕的最大證據即為上部古河床堆積，和現今溪流差距至少十公尺，且自岩壁光滑程度亦可了解河水沖刷時挾帶的泥沙大小。
- 三、六重溪層由砂質泥岩組成，粉末細，易受水流侵蝕，層理不明顯，所以需礫石層研判位態。另外，六重溪層為重要化石露頭，主要化石有貝類，螺類和有孔蟲。
- 四、以往地質學家皆認為觸口斷層是在地久橋下河流的位置。但本研究發現斷層在此處有一大轉彎，由六十張照片可知彎的十分複雜而凌亂，具不同的緊密褶曲，從大方向來看，斷層轉彎處的力量來自左右，和原來斷層上下力量方向不同。
- 五、六重溪層的礫石層是在某一段時間內堆積的，而峽谷二側礫石有些許高低差，可知此溪為一斷層且斷層發生時間較地層形成時間晚。

柒、參考文獻：

- 台南縣東山國民中學編（2000）。台南縣境 175 線道自白河關仔嶺起至 174 線道橫路口之間沿線地形地質及人文、民俗、景觀之探討暨戶外教學素材之調查，5。
- 胡忠恆（1987）。中部十條路線考察。師大地科系，67-103
- 南一書局（2010）。國民中學課本第五冊。
- 陳培源（2008）。台灣地質。台灣省應用地質技師公會，26-12 ，26-16 ，10-10 ，10-13 ，11-17~11-18。
- 鍾廣吉（2011）。野外地質探查手冊。

【評語】 030513

優點：多次實地考察，團隊研究精神佳。

缺點：結果偏向主觀推論，缺乏多方驗證，說服力不足。

建議：增加觀察之地點，蒐集更多佐證之資料。