

## ○、「走讀白楊步道」戶外教學設計

本研究依田野調查教學景點分布之動線，範圍以太魯閣國家公園白楊步道附近地區為主，包括第一隧道出口、觀景台、第三隧道、白楊瀑布、水濂洞等五個定點。以地質、地形、水文景觀和生態觀察為主要教學核心，編輯成戶外教學教案，並據以應用在實際教學中。

### 一、課程說明

#### (一) 設計理念

白楊步道是一處最棒的大自然教室，沿線的天長大理石與谷園片岩各種岩相的比對；各隧道內 karst 地貌調查與觀察，如滴石(石鐘乳、石筍、石柱)、流石(石莖、石藤、石簾)和緣石(石皿、石田)；以及各型瀑布之成因、類型、美質等觀察與探究，這些題材都能帶給學童莫大的科學探究學習樂趣。基於此區地景之特殊性，由科教研究團隊開發一套前瞻性、學術性、完整性及生動性之教學模組，國小階段的科學學習實有其價值性。

#### (二) 單元目標

1. 認識太魯閣白楊地區地形演育、植被昆蟲等環境生態等整體面貌。
2. 了解有關大南澳片岩的形成過程、岩相特徵等地質構造的特性。
3. 由人地關係的認識，以養成學生有正確之環境認知與識覺。

#### (三) 能力指標

1. 自然 1-3-1-2-4 察覺一個問題或事件常可由不同的角度來觀察而看出不同的特徵。
2. 自然 1-3-5-4-4 願意與同儕相互溝通，共享活動的樂趣。
3. 自然 7-3-2-3 把學習到的科學知識和技能應用於生活中。
4. 環境教育 3-2-2 能主動親近並關懷學校暨社區所處的環境，進而瞭解環境權的重要。

#### (四) 教學對象：九年一貫課程七—九年級學生。

#### (五) 教學節數

1. 準備活動：室內課一節課。
2. 發展活動：戶外課四小時(含來回車程與步程)。
3. 綜合活動：室內課二節課。

#### (六) 課程架構

整體的教學設計以白楊步道附近地區為場域，戶外教學活動共計五個教學定點，詳細課程架構如下圖。

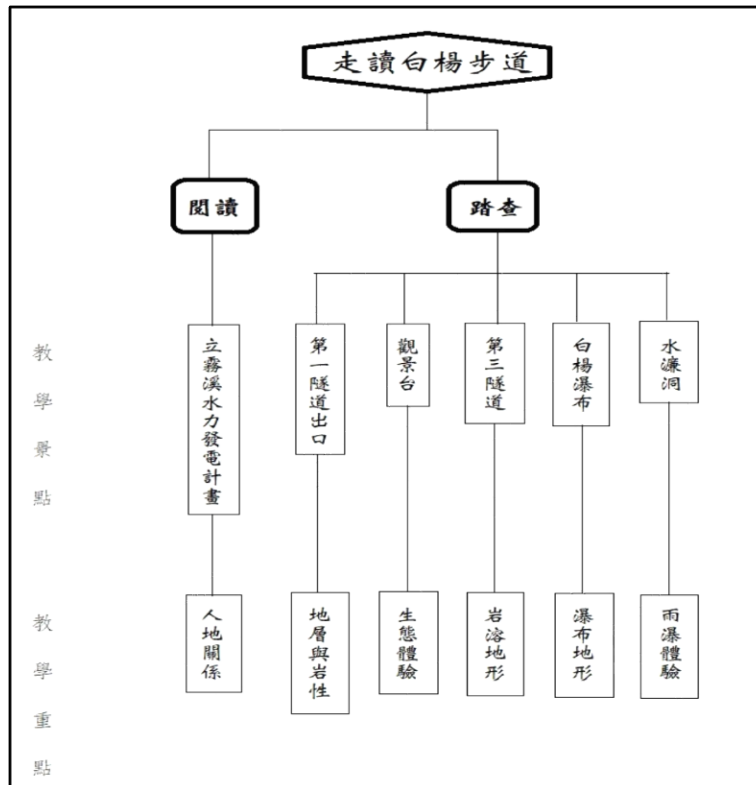


圖 ○ 走讀白楊步道戶外教學課程架構圖

### (七) 戶外教學活動說明

1. 活動地點：白楊步道附近地區。
2. 適合季節：一年四季皆可（雨日除外）。
3. 活動時間：約 4 小時。
4. 準備器材：活動手冊、地圖、色筆、鉛筆、直尺、採集袋、放大鏡、美工刀、照相機、望遠鏡（隨意）、鹽酸（教師帶）、急救箱等。
5. 注意事項
  - (1) 穿著運動服、布鞋、運動帽，雙肩式背包。
  - (2) 活動時注意安全、不嬉戲、不擅自脫隊。
  - (3) 愛護環境資源，不任意破壞地質、地形景觀以及不隨意攀折花木。
  - (4) 維護環境清潔，不亂丟棄垃圾。
6. 學習手冊引用資料
  - (1) 圖 1. 白楊步道地圖引用自太魯閣國家公園管理處白楊步道網頁。網址：<https://www.taroko.gov.tw/zh-tw/Tourism/TrailDetail?id=39>
  - (2) 閱讀活動一、立霧溪水力發電計畫文本修改自太魯閣國家公園步道解說手冊——走進太魯閣【峽谷步道篇】第 128 頁。
  - (3) 觀察活動二、觀景台之觀察筆記修改自美國火山口湖國家公園小小保育員活動手冊第 4 頁。
  - (4) 觀察活動三、第三隧道之喀斯特地形介紹內容引用自李思根教授台

(八) 教學重點

1. 閱讀活動一、立霧溪水力發電計畫。

A. 文章重點表格。

	時間	單位	事件	道路名稱
原因	民國 73 年	台電公司	開發立霧溪水力發電計畫	施工道路
結果	民國 75 年	經建會	擱置立霧溪水力發電計畫	白楊步道

B. 白楊步道地圖任務。

- a. 瓦黑爾溪、塔次基里溪。
- b. 立霧溪。
- c. (略)。
- d. 比例尺。

2. 觀察活動一、第一隧道出口。

A. 岩礦辨別。

- a. 大理岩→第二張圖；石英雲母片岩→第一張圖；綠色片岩→第四張圖；千枚岩→第三張圖。
- b. (A)大理岩。
- c. (C)綠色片岩、(D)千枚岩。

B. 河道堆積物。

- a. 扁圓形→石英雲母片岩→葉理發達，順著片理的方向破裂。
- b. 圓形→石英岩→無葉理，石頭很硬，圓磨度良好。
- c. 矩形→千枚岩→層理與節理方向垂直。

C. 礫石層。

- a. 淘選良好→河道坡度小→水流速度為緩流。
- b. 淘選不良→河道坡度大→水流速度為急流。

3. 觀察活動二、觀景台。

- A. 觀察筆記：(略)。
- B. 疊石樂比賽：(略)。

4. 觀察活動三、第三隧道。

- A. 喀斯特地形介紹：(略)。

5. 觀察活動四、白楊瀑布。

- A. 白楊瀑布。
  - a. 根據瀑布的高度與寬度的比例，白楊瀑布屬於匹鍊型瀑布。

- b. 根據瀑布的成因，白楊瀑布屬於懸谷瀑布。
  - c. 根據瀑布下方尖角的巨礫，出現的成因是由於瀑布後退。
  - B. 礫石層。
    - a. 成因為河水沉積。
6. 觀察活動五、水濺洞。
- A. 體驗水瀑的洗禮：(略)。
  - B. 創作小詩：(略)。

## 二、教學過程

教學流程	教學時間	教學資源	教學評量
<p>一、引起動機</p> <p>鬼斧神工的太魯閣國家公園，擁有許多讓人驚異、讚嘆的地質構造與地形景觀，以及豐富而多樣的生態景觀，本課程嘗試以觀察、體驗與探究，帶領學生實地親近大地的奧妙與神奇之處，尤其是白楊步道沿線的岩溶地形、岩生植物生態為其中焦點。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>引導學生認識太魯閣鋸切谷的演育過程。</li> <li>簡介白楊步道周遭常見的生態景觀與資源。</li> </ol>	1 節課	單槍 筆記型電腦 教學簡報	聆聽態度 用心思考 討論發表
<p>二、發展活動</p> <p><b>景點一、第一隧道出口</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>觀察：第一隧道鈣華地形。</li> <li>分類：岩壁下大理岩、石英雲母片岩、綠色片岩、千枚岩的比較與辨識。</li> <li>推理：觀察河道堆積物，推論不同外形的堆積物來自岩性的差異性。</li> <li>推理：由步道旁的礫石層觀察覆瓦排列、淘選度，並思考後者與河道坡度、水流速度之間的關係。</li> </ol>	40 分鐘	手電筒 望遠鏡 學習單	細心觀察 用心思考
<p><b>景點二、觀景台</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>傳達：觀察觀景台附近的天氣型態、出現的植物、動物與聲響，並能畫出喜歡的事物，描繪自己的感受。</li> <li>操作：二人一組練習疊石，歸納堆疊技巧，並以小組進行疊石比賽。</li> </ol>	30 分鐘	學習單 岩石	細心觀察 動手操作
<p><b>景點三、第三隧道</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>觀察：細心發現隧道內的洞穴生態系，並在觀察中留意與尊重，不要驚擾到野生生物。</li> <li>分類：隧道內有各種類型的石灰岩地形，除了欣賞型態之美之外，並能進行簡單的初步分類。</li> </ol>	30 分鐘	手電筒 學習單	細心觀察 用心思考

<p><b>景點四、白楊瀑布</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 觀察：觀景平台周遭的植物生態，諸如森氏紅淡比、太魯閣石楠等植物的樹冠與型態。</li> <li>2. 推理：討論白楊瀑布的外型分類、成因分類，推論瀑布後退的成因與特徵。</li> <li>3. 推理：根據山壁高位礫石層的特徵，推論其成因與演育的過程。</li> </ol>	30 分鐘	望遠 鏡 學習 單	細心 觀察 用心 思考
<p><b>景點五、水濂洞</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 觀察：水濂洞內的地下水脈、溶岩鈣華與岩層構造交織而成的隧道風光。</li> <li>2. 體驗：以小組活動的方式，緩步在水道內摸黑前行，體驗水濂洞雨瀑暢快淋漓的沁涼衝擊。</li> <li>3. 傳達：小組共同討論，以經歷到的體驗，集體創作一首水濂洞小詩。</li> </ol>	50 分鐘	手電 筒 雨衣 學習 單	細心 觀察 討論 發表
<p>三、綜合活動</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 教師播放戶外教學之簡報檔，回顧戶外教學點點滴滴，統整教學內容。</li> <li>2. 師生分享此次戶外教學的收穫及感想。</li> <li>3. 師生共同探討學習手冊之題目，澄清迷思概念。</li> </ol>	2 節 課	單槍 筆電 學習 單	討論 發表

### 三、教學評量

#### (一) 教師觀察

1. 師長講述教學內容時，是否能專注聆聽。
2. 進行戶外教學時，是否遵守安全規定與規則。
3. 教學活動過程中，是否盡情參與。

#### (二) 口頭報告

1. 分組討論後，由學生進行口頭報告。
2. 活動過程中，與學生隨機對談，獲知學生感受並直接回饋。

#### (三) 學習手冊習寫

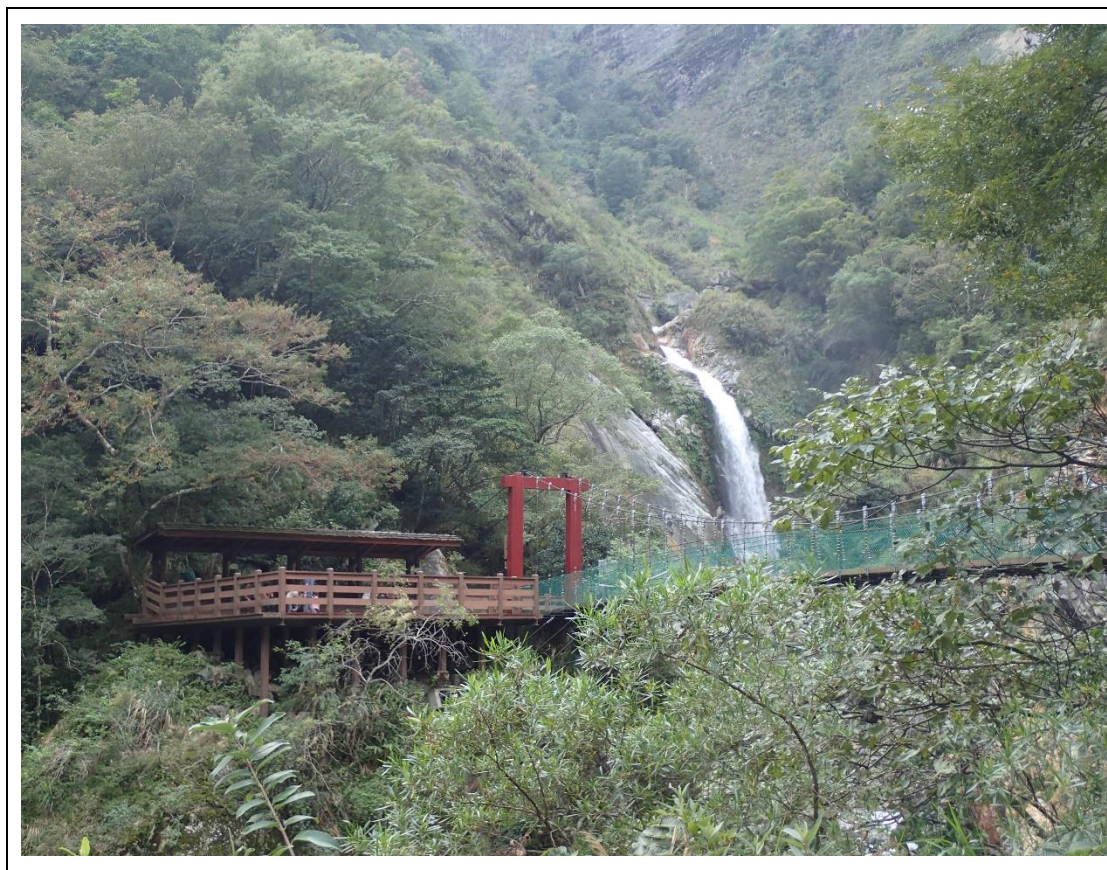
1. 學習手冊是否完成。
2. 學習手冊內的迷思概念是否澄清。
3. 學習手冊內的答案是否正確。

# 走讀白楊步道

設計者：楊志文

來白楊看白楊瀑布，  
看一條支流面臨敏於掘鑿的主流，僅能以三層瀑布述說自己的無力。  
聽懸谷瀑布在塔次基里溪的喧騰聲中白練垂墜。

來白楊走發電古道，  
感念立霧溪發電計畫鑿開了這條通道，讓我們能夠深入群山萬壑，  
有幸從步道中領納多一些的山林脈動，  
吐納多一些清新雋永的森呼吸，收納多一些的大地秘密！



姓名：\_\_\_\_\_

日期：\_\_\_\_\_



## 壹、給同學的話

親愛的同學們，太魯閣國家公園是東部一處名聞遐邇的生態寶地。高山形構了太魯閣的骨架，溪流則是洶湧了太魯閣的脈動，一方面這裡是造山運動最快速的區域(每年上升高度 0.5mm)，一方面這裡也是河流下切作用最旺盛的地方，還有厚層大理岩地層的地質構造等，在在處處都透露著太魯閣迷人而不凡的萬千風貌。

藉著這個機會，讓我們好好地觀察太魯閣一路的美好風景、體驗大地應力的迷人丰采吧!



## 貳、觀察活動

### 閱讀活動一、立霧溪水力發電計畫

太魯閣國家公園步道解說手冊——走進太魯閣【峽谷步道篇】裡面有一篇文章談到了白楊步道的前世今生，在進行戶外觀察之前，請同學們先讀一讀。

寬敞平坦的白楊步道，是民國 73 年台電為了開發「立霧溪水力發電計畫」所闢建的施工道路。由於立霧溪水流湍急，水量豐富，台電公司計畫以水壩攔截立霧溪各大支流的水，輸送至谷園及溪畔發電廠發電，早在民國 55 年就完成「立霧溪水力發電計畫」的規劃，並於民國 68 年核准興建，當時為了興建取水口的水壩，台電公司因此陸續完成六條施工道路，其中白楊步道即是當年為了興建「白楊壩」所開闢的施工道路。

這項計畫引起學界、媒體及正進行太魯閣國家公園規劃工作的營建署關注，因為一旦計畫完成，立霧溪中游的水皆被引用發電，下游河床將乾枯，而靠立霧溪水切割所形成的太魯閣峽谷，也將因為無水而難以繼續發育，且崩落下來的岩石也沒有水可以將它帶至海邊，終將使溪谷不斷堆積，如此太魯閣峽谷的景觀將大受影響，且立霧溪各支流將多出許多水壩。

經過一番協調，經建會匯集多方的意見之後，終於在民國 75 年 3 月以經濟效益不大，且破壞景觀為由，決定擱置立霧溪水力發電計畫，於是太魯閣峽谷得以保存，而白楊瀑布美麗的景觀也因施工道路的闢建，才得以讓人容易親近。

而今，我們也才多了這麼一條清幽、美麗而多水的白楊步道。

一、閱讀理解的策略很多，其中一項是將資料轉化為表格呈現，請同學們將適當的答案填在表格中，完成這篇文章的重點呈現。

時間	單位	事件	道路名稱
原因			
結果			

二、請在前一頁的白楊步道地圖中，完成下列任務。

1. 圈圈看：請圈出白楊步道途中跨越的二條溪流名稱。
2. 找找看：請圈出塔次基里溪、大沙溪這二條溪流交匯後的溪流名稱。
3. 寫寫看：太魯閣族人稱白楊瀑布為「達歐拉斯瀑布」，意思是斷崖瀑布。而這條瀑布分成上、中、下三段，瀑布所在的小支流因此稱為「三棧溪」。請在地圖上將這條溪流的名稱寫上去。
4. 一張完整的地圖要包含四個要件，找一找，這張地圖少了哪個要件？

【                   】



### 觀察活動一、第一隧道出口

白楊步道第一隧道長達 380m，從幽暗的隧道走出來，天光乍亮，彷彿來到了傳說中的桃花源。橋下正是塔次基里溪的支流——瓦黑爾溪。

#### 一、岩礦辨別

白楊步道沿途的山壁可觀察到風化劇烈而形成的新鮮岩石剖面，主要的岩類有四種，雖然看起來類似，但是觀察力優秀的孩子總是能分得清楚喔！

1.請將岩石名稱與圖片連一連。

**A.【大理岩】**

主要礦物為方解石，外表有黑色、灰色或白色，不具葉理，多成塊狀。觸感摸起來粉粉的。

•

•



**B.【石英雲母片岩】**

主要礦物為石英、白雲母，外表灰白色，葉理明顯，因受強烈的擠壓作用，經常有小型的褶皺。

•

•



**C.【綠色片岩】**

主要礦物為綠泥石、雲母，外表淺綠色，葉理明顯，容易剝落，常可看到岩層內的變質斑晶。

•

•



**D.【千枚岩】**

主要礦物為綠泥石、絹雲母、黏土礦物，外表灰黑色或黑色，葉理明顯，容易剝落。

•

•



2.第一隧道內的多是哪一種岩石？（請填代號）【           】

3.哪二種岩石表面上有許多雲母，摸起來觸感滑滑的？（請填代號）

【           】、【           】

## 二、河道堆積物

白楊步道旁邊的溪流叫做瓦黑爾溪，水流湍急，河道上有許多大大小小的石頭。大的石頭是山崩掉下來的「落石」，外表角礫狀；小的石頭是河流帶下來的「轉石」，外表卵礫狀。聰敏的孩子，你分得出來嗎？



1. 我們可由堆積物外形判斷岩類，因為岩性不同，河流搬運過來的堆積物外型也不同。聆聽過老師的解說後，請將下列的選項試著做適當的連結。

形狀	岩石名稱	形成原因
扁圓形	石英雲母片岩	葉理發達，順著片理的方向破裂。
圓形	石英岩	無葉理，石頭很硬，圓磨度良好。
矩形	千枚岩	層理與節理方向垂直。

三、礫石層：步道旁的礫石層是河流帶來的石頭，可看到以前的覆瓦排列，還可由淘選的程度猜測河道坡度，以及水流速度。



淘選良好：石頭顆粒大小差不多。

淘選不良：石頭顆粒大小參差不一。

1. 看一看、想一想，請在表格內圈出適當的答案。

礫石層	河道坡度	水流速度
淘選良好	( 大 / 小 )	( 急流 / 緩流 )
淘選不良	( 大 / 小 )	( 急流 / 緩流 )





## 二、疊石樂比賽

請每個同學沿途撿六顆石頭，在觀景平台內觀察與辨識。



1.練習疊石：兩人一組，猜拳決定先後，輪流疊上一顆石頭，試試看最多能堆疊幾顆石頭？

2.歸納技巧：討論一下，怎樣能堆疊更多石頭？

A.

B.

C.

3.疊石初賽：兩人一隊，輪流疊石，直到認為無法再疊時計算石頭數量，數量最高的隊伍獲勝。過程中若是石頭塔垮掉則落敗，請記下自己的初賽成績。

A.隊友姓名：

B.堆疊數量：

4.疊石複賽：回程時，請找另外一位夥伴，兩人一隊，輪流疊石，直到認為無法再疊石計算石頭數量。過程中若是石頭塔垮掉則落敗，請記下自己的複賽成績，看看自己是否有進步了。

A.隊友姓名：

B.堆疊數量：

### 觀察活動三、第三隧道

白楊步道第三隧道與第一隧道都是距離比較長的隧道。之前西寶國小的戶外教學，曾發現山洞內有蝙蝠與灶馬，前者捕食甲蟲，排遺可供灶馬為食。小朋友可用手電筒找找山壁上的小洞，觀察一下特殊的隧道生態關係。

#### 一、喀斯特地形介紹

喀斯特地形又稱作岩溶地形，是一種產生於石灰岩地質區的特殊地形。李思根教授曾於課堂中介紹過，讓我們一起來看看相關的資料吧。

##### 1. 溶蝕作用及澱積作用

碳酸鹽岩及石灰岩之溶蝕作用，水解成次碳酸鈣(碳酸氫鈣) $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^-$ ，上式也可反轉(Reversible)，若二氧化碳含量增加，碳酸鹽含量也增加，即呈上式反應，反之  $\text{CO}_2$  逸失，則重碳酸鈣重新結晶，成鈣華  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O} \uparrow + \text{CaCO}_3$ ， $\text{CO}_2$  逸失乃由光合作用、攪動(agitation)，溫度增高，壓力降低所造成，可造成大量石灰岩沈積。

2. 常見的喀斯特地形：請同學們拿出手電筒找找看，隧道內有那些新鮮的岩溶地形呢？請將看到的類型圈起來。

##### A. 滴石 (Drop stone)

- (A) 鐘乳石 (stalactite) 含石灰質地下水，由洞頂下滴乾結成方解石。
- (B) 石筍 (stalagmite) 含石灰質地下水，由滴落地面澱積增高而成。
- (C) 石柱 (column • pillar) 以上兩者聯結成柱狀。

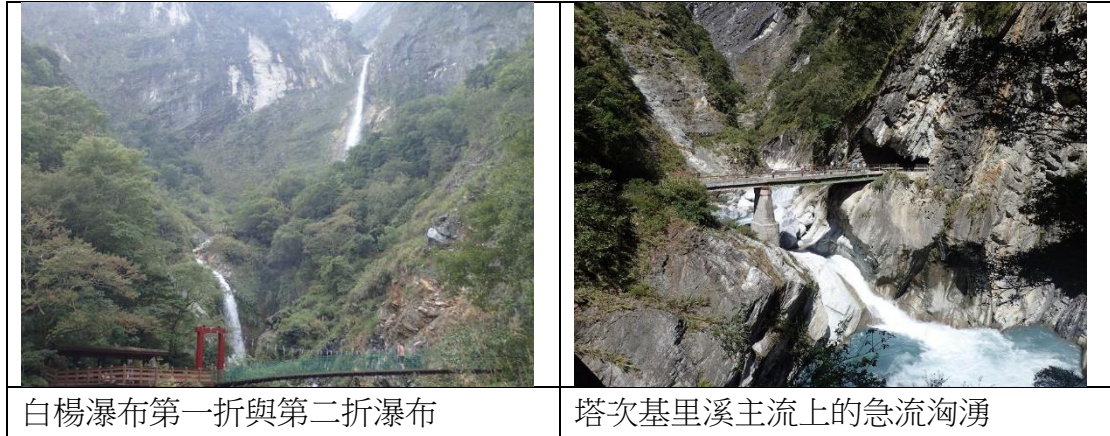
##### B. 流石 (flow stone)

- (A) 石藤：石灰質地下水在洞壁爬行沉積而成藤狀。
- (B) 石莖：石灰質地下水在洞壁爬行沉積呈莖脈狀。
- (C) 石簾：石灰質地下水在洞壁爬行沉積呈窗簾狀。
- (D) 石幔：滴石橫向延伸呈帷幔狀。

C. 緣石 (Rim stone) 由地面洞坑、窪地、地下水沿水面邊緣乾結而成，常呈封閉曲線，等高線狀排列或鈣華小階。

#### 觀察活動四、白楊瀑布

南宋詩人楊萬里寫過一首「桂源鋪」的短詩，內容是這麼說的：「萬山不許一溪奔，攔得溪聲日夜喧，到得前頭山腳盡，堂堂溪水出前村。」在白楊瀑布觀景平台上也可以體驗到如雷的水流聲響，而且更加奔騰激越，這是因為河道落差產生的急流、瀑布讓水流不斷的跳動、飛濺。



#### 一、白楊瀑布

- 1.根據瀑布的高度與寬度的比例可以將瀑布分類，請勾選出白楊瀑布屬於哪種類型呢？
  - 垂簾型瀑布(寬度大於高度)
  - 中間型瀑布(寬度相當於高度)
  - 匹鍊型瀑布(寬度小於高度)
- 2.根據瀑布的成因可以將瀑布分類，請勾選出白楊瀑布屬於哪種類型呢？
  - 懸谷瀑布：在主支流交會處，因下切侵蝕的差異而形成瀑布。
  - 硬岩瀑布：因為硬岩、軟岩差異侵蝕所形成的瀑布。
  - 斷崖瀑布：斷層通過河流河道，抬升一側所形成的瀑布。
  - 海崖瀑布：由海蝕崖造成的落差，使著水流下墜形成的瀑布。
- 3.根據瀑布下方尖角的巨礫，請勾選出這些巨礫出現在此處的原因為何？
  - 山崩落石：陡峭的山壁。因重力作用使得岩塊崩落或滑落。
  - 搬運轉石：旺盛的水流將上游的岩塊搬運到瀑布下方。
  - 瀑布後退：瀑布反濺的水流侵蝕坡腳，上方的岩帽缺少支撐而崩落。

二、礫石層：站在觀景平台望向塔次基里溪上游方向，發現河道左側的山壁頂部平坦，而且岩壁剖面有密集的礫石層。

- 1.請問高處的礫石層成因為何？
  - 重力崩積：早期山崩掉落下來的落石堆積形成，而後因造山運動抬升。
  - 河水沉積：早期河流搬運下來的轉石堆積形成，而後因造山運動抬升。
  - 海水沉積：早期在海底堆積而成的石塊，而後因造山運動抬升。



### 觀察活動五、水濂洞

當年台電公司鑿穿立霧溪發電道路時遇到地下水脈，水脈與道路自此交會，終年隧道內水瀑流淌不息，因此被命名為「水濂洞」。



1. 體驗水瀑的洗禮：請小朋友 5 人一隊，隊長在前，手持手電筒；隊員雙手搭住前位同學的肩膀，以蜈蚣走路的方式緩步在水道中前行。請留意水道凹凸不平，須步步為營、緩步慢行。
2. 創作小詩：請以小組為單位，運用以下至少 6 個語詞，創作一首水濂洞小詩，並且命名小詩的題目。

參考語詞：隧道、摸黑、伸手不見五指、光線、蜈蚣走路；

沁涼、水瀑、水聲、水珠、SPA、地下水脈、四處噴濺；

鈣華、岩溶、石藤、石葡萄；

一遊再遊、欲罷不能、暢快淋漓、驚奇萬分。