

壹、編輯要旨與調查過程

本研究以陽明山國家公園龍鳳谷遊憩區附近為鄉土教學資源調查區，並設計具有探究精神之教學活動。以下略敘編輯要旨及調查過程。

一、編輯要旨

本田野地景導覽及教材研發計畫，緣由臺北市喬大文化基金會資助，北投泉源社區發展協會申辦，北投社區大學地質學程班承辦之創始型專案，其編輯要旨可簡析如次：

1. 龍鳳谷為大屯火山群易達性高、後火山爆裂活動顯、硫磺與溫泉資源富、火山地景及自然生態豐等特性，故成火山景觀的地標。雖然陽明山國家公園已設有龍鳳谷硫磺谷管理站提供資訊服務，但對整個步道及全區特殊構造和地形仍缺乏系統性導覽設施，故本計畫有其必要性及迫切感。
2. 一般遊客除研究團隊外，不能進入噴氣孔和溫泉熱水出水口，是故多數遊客只會停留在泉源路或停車場附近，故此本計畫依陽管處已規劃之步道，及其附近安全無虞處之特殊景觀為導覽解說範圍，聚焦於火山地震、特殊地景和自然災害等，必要時導入若干文史資料，以深入淺出文字介紹，佐以現場攝製之照片、影片，以增加科學概念強度、過程及趣味生動性。
3. 本計畫與一般導覽手冊不同的在於步道上景點之發現與解說，全係從頭做起，絕少參考資料，且在景點說明時不宜過於累贅，但若干地質、地形、水文上之基礎概念若不釐清，一般遊客仍無法了解。是故在逐站景點介紹時，若涉及某些專業名詞及概念，必須用提示或延伸來補充。
4. 本研究所編寫之導覽手冊除火山地景一般理論、步道分站介紹之外，另加上知性之旅戶外教學活動設計及重點評量章節。如此設計乃顧及導覽手冊教材除一般社會大眾外，更能普及至中小學等各級學校，以作為戶外教學和評量的一般參考。
5. 為使手冊中教材之活絡及實用，本計畫曾有三次實地試用，其中二次為社大同學，另一次為泉源國小高年級學生，之後依據試用成效檢討，並做部分修正。
6. 本計畫為求理論與應用並重，設計出書面報告及電子檔簡報(Power point)二種。若各級教師、國家公園、風景管理處、旅遊機構等為求快速進入情況，建議使用簡報檔，而 Word 檔和書面報告可留做參考。

二、調查過程

本研究之調查過程，可簡扼為工作項目、執行方法、工作進度、人力分工、研究效益等部分。

(一)工作項目：

本計畫工作項目依次序略如下列：

1. 地質（地形）調查導覽計畫編擬。
2. 研究團隊之聘請、工作分配及協調會議。
3. 資料蒐集（含網站、論文、報告、期刊、地圖）。
4. 田野調查、重要露頭（out crop）登錄、備用。
5. 戶外教學或導覽路線設定、分站教材編寫。
6. 基礎教材編寫和戶外教學活動設計試用。
7. 多媒體教材製作及推廣應用。

（二）執行方法：

本計畫執行方法遵行以下過程。

1. 依計畫目標聘請相關研究團隊，含：（1）專業人員：有學術背景之學者專家；（2）教育人員：含正規學校及社教團體，使教材推廣落實；（3）社區熱心人士或者耆老：以實踐鄉土關懷及空間再造之理念。
2. 田野調查：讓龍鳳谷爆裂口成大屯火山地質的景觀焦點，乃本計畫之核心價值。調查採兩條路線進行：
 - A. 由行義路遊客中心下絕，往東北行，沿構造線至南磺溪谷底，再北行至紗帽路北段山嘴（spur），全長約 375m，河床南寬北窄，重要地景含雙重溪塊狀火山熔岩流、輝石安山岩露頭、硫化鐵化之火山凝灰角礫岩、蛋白石之安山岩、熱液變質及鏽染構造等；在地形面演育成噴氣孔（H₂S）、硫磺結晶、機械風化及化學置換，尤其岩塊崩落、烘烤剝離、塊狀和鱗剝（exfoliation）作用等，極富火山地質之標楷意義。
 - B. 由湖山國小南側紗帽路，從櫻花城餐廳轉入南方小徑，沿路步道級級下行，除左邊湖底溪（南磺溪支流）水流淙淙外，沿路樹林蓊鬱，小徑可抵妙天宮、湖山里野溪溫泉（分男、女），再爬坡至惇敘工商東側抵泉源路（也可由惇敘工商切入下坡，經妙天宮再上坡至紗帽路，步行距離約 1km，坡降較大）。

本路線除了安山岩質火山熔岩流之外，尚有大屯火山群僅有的石灰華沉積地形，主要分佈地僅見露在妙天宮步道附近，深具研究價值與科學謎題（Karst 小地貌內有梗枝化石）。

硫氣孔有昇華（結晶硫磺）及鏽染（氧化鐵、硫化鐵）二型，其它尚有鈣華的滴石、緣石、包裹體等具研究開發潛力之景物。

3. 教材淘選、登錄：田野調查除必備器材外，並備卡片以記錄露頭位置、形態、礦物特性、地形特徵等，及攝（錄）影等方式，判別保育等級與脆弱性等，經研討、溝通輯成教材細目。
4. 教材編輯與試用：除基礎概念外，開發成教學多媒體，以電子檔、照片、影片、Power point 等方式呈現，並先在北投社大、泉源國小、地方社團等團體當中選擇可行性高者先予以試教、修正。

5. 實施推廣宣導和教育訓練。

(三)工作進度：以甘梯圖 (Gantt) 表示。

重要工作項目	工作比重(%)		工作進度					備註
	單計	累計	1-2月	3-4月	4-5月	6-8月	9-12月	
計畫擬定	5	5	■					
計畫細部擬定與分工研討	5	10		■				計畫工作樣圖
資料蒐集	10	20		■				
資料分析與田野調查	10	30		■	■			第一次勘定路線及找出露頭
野外實察 (第一條路線)	10	40			■	■		計畫工作團隊
第一條路線特殊教學資源淘選、製作建檔	10	50			■	■		戶外教學及修正
九年一貫課程目標概念與能力指標引入	10	60			■	■		使選取教材課程單元目標相符
第三次田野調查、戶外教學	10	70				■	■	戶外教學並測試形成性評量
科學概念架構建立、教材初稿擬定、第二次戶外教學活動手冊修正	15	85				■	■	配合圖表照片
試教及修正	15	100				■	■	製作 p. p. t

圖 1-2-1 龍鳳谷研究計畫甘梯圖

(四)人力分工

1. 計畫主持人和行政團隊：泉源社區發展協會統籌計畫流程，含人員協調、經費開支、文書處理、場地布置、消耗品購置、工作會議時間、場地掌控等，得聘義工協助。
2. 基礎研究與教材開發：由李思根、楊貴三、楊志文、張志彰、林再賢五人負責。李思根為召集人，至少舉辦室內教材研發討論及田野調查各三次，若有其他地方耆老參與，則領象徵性車馬費。
3. 試教及教育訓練工作團隊：擬請北投社大地質課程全班及泉源、湖山、文化、石牌、清江等學校義工種子教師協辦。

(五)研究效益

1. 以火山爆裂口衍生之火山地質、特殊地形、環境生態，做系統性之調查整理，可做為後期小區域研究建立一新的模式。
2. 邇來國家建設以公共決策、社區參與為新趨勢，本研究符合北投地區民眾需求，尤其泉源、湖山二里居民，對其所世居土地倍增信心、熱愛與深切體認。
3. 本研究可做為事業單位教育宣導、自然保育、解說導覽之基本素材。
4. 本研究可做本區「學校本位」之鄉土教材，提供符合建構主義與 S. T. S. 模式之教學指引，使教材生動化、教法活潑化、概念生活化、評量多元化成為事實。
5. 本研究希望對各級愛好自然、崇仰生態之中外人士，產生知性旅遊之啟示作用。

貳、計畫區自然環境一般概述

一、位置與交通

龍鳳谷(以下簡稱本區)位在臺北市北投區泉源里、湖山里與永和里之間，紗帽山西方約 1 公里的南磺溪(磺溪)中游河谷。從紗帽橋向西南方下游延伸至惇敘高工南側，長度約 800 公尺。河谷介於西側北投第一市民農園熔岩階地與東側大埔熔岩階地之間，底部寬度上游約數公尺，下游擴大為百餘公尺，河谷兩岸之階地崖高約 100 公尺。紗帽路、泉源路(陽投公路)環繞東、北、西三面，西南側則有行義路。行經泉源路的公車有 230、535、小 25 等 3 路，於龍鳳谷、紗帽橋等站下車可抵達本區東北端；行經行義路的公車有 508、535、612、小 8 等 4 路，及行經泉源路的 3 路公車，於惇敘高工站下車可抵達本區西南端；河谷底部有步道連接紗帽橋、龍鳳谷、惇敘高工三站，交通方便，可做一日遊。

二、地質概述¹

本區位在大屯火山群火成岩區南緣與西部麓山帶地質區接觸帶，大屯火山群為 280 萬至 5,500 年前²(更新世早期至全新世中期)噴發的火山，噴出的火山碎屑與熔岩覆蓋在中新世早期(2,400 萬至 1,500 萬?)的木山層沈積岩上。本區西南端出露木山層，北投第一市民農園與大埔兩熔岩階地的階崖出露兩輝石安山岩之熔岩(火山岩流)，其餘大部分出露上部凝灰角礫岩之火山碎屑，在本區東北端局部有石灰華堆積層。

¹黃鑑水，《五萬分之一地質圖說明書—臺北》(臺北縣：經濟部中央地質調查所，2005)，頁 15。

² Belousov, A., Belousova, M., Chen, C.H., Zellmer, G.F., "Deposits character and timing of recent eruptions and large-scale collapses in Tatun Volcanic Group, Northern Taiwan: hazard-related issues" *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 191(2010), pp. 205-221.

Chen and Wu 認為大屯火山群的活動，可分為早期、中期、晚期三個階段。³早期活動可能包括南勢山（金山西南方大崙尾）、大油坑磺溪、觀音山等岩流與下部凝灰角礫岩的噴發。下部凝灰角礫岩，在此一時期終了時噴發而成，當時火山活動必然極為強烈，大屯火山群的火山碎屑岩，大部分在該時期生成。至於主要火山與岩流，則多生成於火山活動中期，以竹子山、面天山、八煙山、丁火朽山等岩流為代表。晚期之噴發僅發生於中部地區，以磺嘴山、七星山、大屯山、紗帽山等岩流為代表。這些火山與岩流，大多已遭受相當程度的侵蝕。磺嘴山亞群中，大部分的火山與岩流，以及七星山亞群的全部火山與岩流，都生成在火山活動的晚期，大屯山也可能在此時期生成。

中央地質調查所於民國 99 年(2010)8 月召開國內火山學者專家諮詢會議，會中整合學者共識，根據民國 83 年(1994)Szakacs 對火山的分類、噴發年代及活動現象定義，將大屯火山群歸類為「休眠活火山」(Dormant active volcano)。即大屯火山群屬於活火山，但目前處於休眠狀態，短期內不會噴發，但火山地區地殼內部仍有岩漿活動，不排除未來有噴發的可能性。至於未來會噴發的可能性有多大，則需要先確定岩漿庫存在的範圍和狀態，因此大型的科學整合調查計畫十分必要，尤其是能採取類似國外以高密度地震儀陣列，接收炸測地下地層反射折射等訊號，利用震波層析成像判讀火山底下是否有岩漿庫存在。⁴茲將木山層、兩輝石安山岩、上部凝灰角礫岩及石灰華堆積層等 4 種地層之岩性，說明於下：

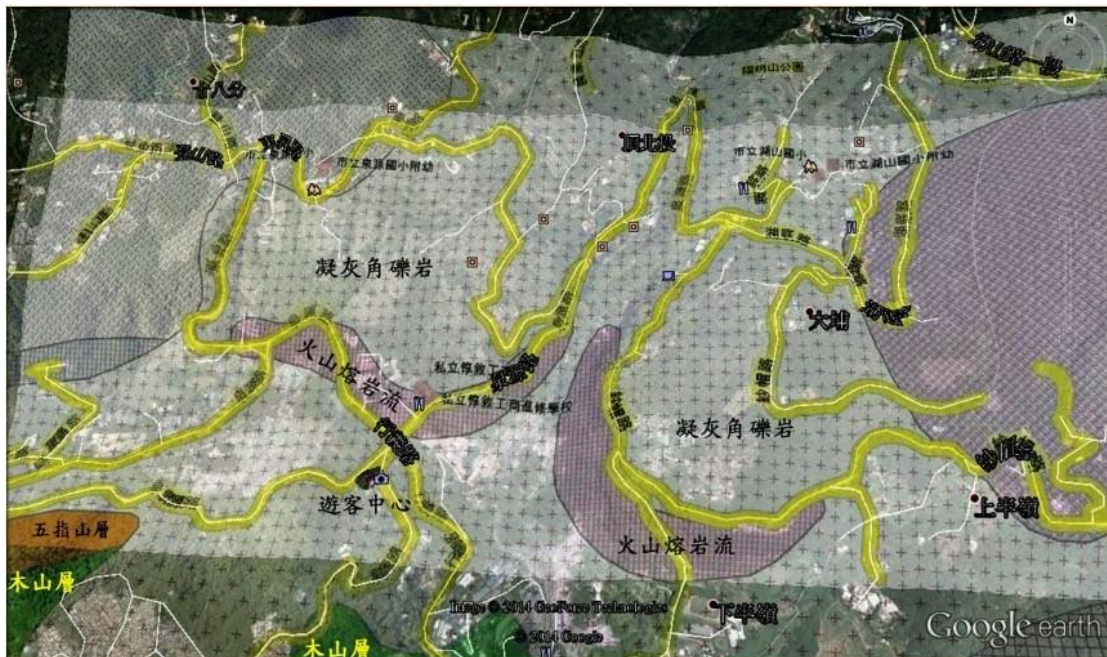


圖 2-2-1 龍鳳谷地區地質圖

³Chen, C. H. and Wu, Y. J. "Volcanic geology of the Tatun geothermal area, northern Taiwan" pp. 5-20.

⁴陳棋炫、曹恕中、林啓文，〈大屯火山群的噴發潛能〉，《地質》31：1（2012.3），頁 44-49。

(一) 木山層

本層以白色中粒至細粒正石英砂岩或厚石英砂岩為主，多呈厚層或塊狀，有時具有明顯之交錯層及含有暗紅色氧化鐵結核。灰黑色頁岩為另一發達之岩層，常與砂岩構成互層。其另一特點為白色粉砂岩或細粒砂岩與黑色頁岩所成之薄頁互層甚為顯著。本層共含三可採煤層，均位於上部，岩層中並含有豐富之炭質物及雲母碎片。由於本層含煤層、多量粗粒碎屑物質及代表淺水沈積構造之交錯層、波痕等，故可推測木山層之沈積環境屬於沖積平原、濱海或淺海。本層地質年代屬中新世早期，甚少化石。

(二) 兩輝石安山岩

本區之兩輝石安山岩之顏色呈灰、紅灰、暗灰，斑晶有斜長石、普通輝石與紫蘇輝石，斜長石為拉長石至倍長石，最大消光角 37° 至 40° ，石基為玻璃質至玻晶交織（表 2-2-1）。

表 2-2-1 龍鳳谷兩輝石安山岩岩石學性質表

岩石名稱	顏色	斑 晶					石 基	產 狀
		斜長石 (最大消光角)	橄欖石	普通輝石	紫蘇輝石	角閃石		
兩輝石安山岩	灰、紅灰、暗灰	拉長石至倍長石 (37° 至 40°)		+	+		玻璃質至玻晶交織	南大屯山、小觀音山、竹子山等火山、大磺嘴及鵝尾山之熔岩

資料來源：Chen and Wu, 1971

(三) 上部凝灰角礫岩

凝灰角礫岩分布於大屯火山群周緣，或覆蓋於火山岩流之上或夾於其中，此為火山碎屑之堆積，由略帶稜角、大小不一之安山岩碎塊，以及顆粒較細之凝灰岩、泥砂等夾雜混合而成，一般膠結良好。因凝灰角礫岩係分別夾於不同岩流之中，故其成分亦隨各層或不同火山而異。根據其與各主要岩流之相對層位關係，可以將其分為下部、大屯山及上部等 3 種凝灰角礫岩。上部凝灰角礫岩位於主要岩流之上，常覆蓋於地形較平緩或岩流之上方。由於噴發前的地形差異，噴發量亦隨處不同，故凝灰角礫岩之厚度各地不一，可以從數公尺至 300 公尺以上。

(四) 石灰華堆積層

在龍鳳谷東北側山谷，距紗帽橋約 200 公尺的南磺溪支流湖底溪下游兩岸，有面積約 2,000 平方公尺的石灰華堆積層，其斷面具很多細孔，係由石灰藻、腐敗枝葉構成。其主要成因乃該山谷非常陰溼，加上火山熔岩下面即木山層沈積岩，地下水經過木山層沈積岩的過濾而呈現具有碳酸鈣的碳酸鹽泉，容易生

成石灰藻，經過膠結、累積的過程中，混雜腐爛的樹枝而形成。⁵

三、地形概述

本區屬熔岩階地被切割的河谷地形，谷底有硫氣孔與溫泉，茲將熔岩階地、河谷地形、硫氣孔與溫泉，說明如下：

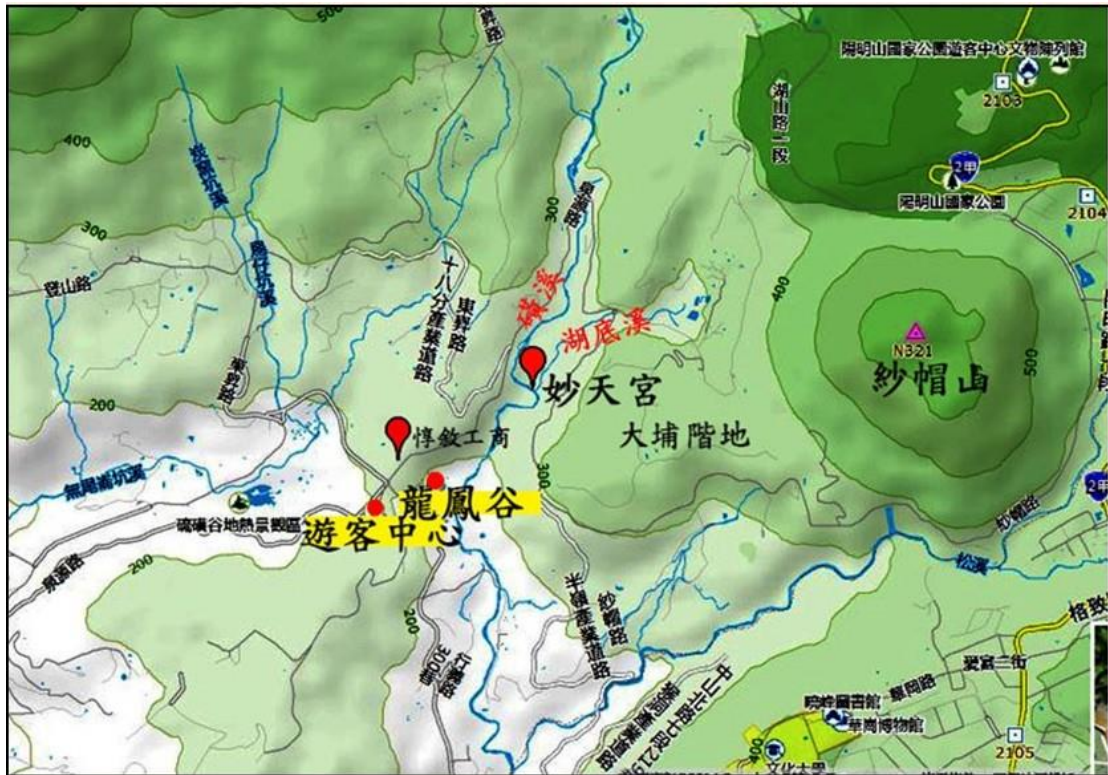


圖2-3-1 龍鳳谷地區地形圖

(一) 熔岩階地

大屯火山群的熔岩階地共有 6 段以上，代表由不同時期的熔岩流所形成，各地之熔岩階地高度不一，對比困難。因受河流切割而呈零星分布，以向天山與面天山西及西南麓，竹子山、小觀音山西北麓，七星山南麓，八煙山北麓及磺嘴山北及東麓等地較多。階面部分保存平坦或微傾斜的原面，部分受侵蝕或堆積。

本區之熔岩階地底部為兩輝石安山岩熔岩，上覆上部凝灰角礫岩，可分為上下兩階，因受河流切割而分成 4 塊，上階包括頂湖、七窟、大埔等階地，下階為北投第一市民農園階地，其熔岩流源頭的火山及其噴發年代尚不清楚。茲將 4 塊階地之地形特徵說明如下：

1. 頂湖階地

⁵陳建宏，〈北投龍鳳谷地區水資源特性及其鄉土環境教育之行動研究〉（臺北市：國立臺灣師範大學地理學系教學碩士論文，2004.6），頁 29、86、126-138。

本熔岩階地的階面高度，由頂湖的400公尺向南緩降至頂北投北側的350公尺，長約600公尺；西為無尾崙坑溪，東為南磺溪。

2. 六窟階地

本熔岩階地的階面高度，由六窟溫泉餐廳的370公尺向南西緩降至七窟溫泉餐廳的310公尺，長約600公尺；西為南磺溪，東為湖底溪。

3. 大埔階地

本階地位在紗帽山西南西側，兩者之間被切割成鞍部，高度345公尺；鞍部西側緩丘高度366.5公尺；西為南磺溪主流，南北分別為南磺溪支流松溪、湖底溪。

4. 北投第一市民農園階地

本階地分布於北投第一市民農園，高度約300~250公尺，由東北向西南緩降，長約400公尺，西為無尾崙坑溪，東為南磺溪。

(二) 河谷地形

本區屬南磺溪及其支流湖底溪河谷，呈幼年期之V字型河谷，兩岸谷壁陡峭，谷底平坦，河床寬約數公尺，河中多具有稜角之巨礫，水流湍急，兩岸有寬約數公尺的氾濫原，缺乏河階地形。

(三) 硫氣孔

本區西南端之雙重溪硫氣孔，位於惇敘高工東南側，為南磺溪谷地，東側為大埔熔岩階地崖陡坡，北側為北投第一市民農園熔岩階地崖，西側為北投區第一公墓所在的山嶺，溪水南流，溪旁有數處小股噴氣孔。

(四) 溫泉

宋聖榮⁶指出陽明山國家公園內溫泉地熱的成因，主要是受控來自於地底下深處岩漿的熱和火山氣體、五指山層砂岩內的黃鐵礦和地層鹵水、降雨循環往下的天水和覆蓋其上的安山岩岩體等。以下將本區溫泉出露點的位置、地質特徵、主要化學特徵做詳細描述（表2-2-2）。

1. 雙重溪溫泉

(1) 位置：位於惇敘高工東方的南磺溪谷地。

(2) 地質：徵兆區出露的東南方有木山層砂岩出露，北方及西方的岩壁為未換質的兩輝石安山岩熔岩流。在河谷中出露的是火山碎屑岩，其已受到熱水換質的影響，成黏土化或矽化，而在噴氣口附近則有昇華硫磺結晶出露。谷地中有東北走向的小斷層橫切本區，溫泉或噴氣口的出露，大多散布在斷層附近或破碎岩石裂隙上。

(3) 化學特徵：雙重溪溫泉係由岩隙湧出，泉溫 42-65°C，pH 為 2-3。水質

⁶宋聖榮，〈陽明山溫泉、地熱資源與利用調查〉（臺北市：陽明山國家公園管理處，2005），頁15。

呈黃白色半透明，有硫磺味，主要以硫酸根離子 (SO₄²⁻) (-1870 ppm) 成分為最多，為酸性硫酸鹽泉。

2. 龍鳳谷溫泉

- (1) 位置：於惇敘高工東北方南磺溪溪谷內，屬頂北投溫泉系統之一，為頂北投溫泉分布在南磺溪河谷內最南邊的溫泉。
- (2) 地質：其地質特性相似於頂北投溫泉，因頂北投溫泉為中性碳酸鹽泉，而本溫泉為酸性硫酸鹽泉，故分開加以描述。
- (3) 化學特徵：龍鳳谷溫泉係由岩隙湧出，泉溫 56-80°C，pH 為 2-3。水質呈黃白色半透明，有硫磺味，主要以硫酸根離子 (SO₄²⁻) (-430 ppm) 成分為最多，但含量較硫磺谷和雙重溪溫泉少，約為他們的一半。為酸性硫酸鹽泉。

3. 頂北投溫泉 (包括竹子腳池、自強池、媽祖池、鳳凰谷)

- (1) 位置：行政區隸屬北投區泉源里及湖山里，溫泉徵兆沿南磺溪溪谷分布達 1.5 公里，沿著兩岸湧出。
- (2) 地質：徵兆區出露的圍岩有上部凝灰角礫岩及兩輝石安山岩熔岩流兩種，而以前者分布範圍較廣。本溫泉區溪流呈東北—西南向，地形上顯示為幼年期之 V 型谷。推測其熱液主要是地下水在地下淺處間接加熱上升。本溫泉區徵兆附近未見圍岩受熱液換質等跡象。
- (3) 化學特徵：本溫泉係由岩隙湧出，泉溫 45-60°C，pH 為 6-8。水質無色透明、無臭味，主要以碳酸氫根離子 (HCO₃⁻) (-460 ppm) 成分居多，為中性碳酸鹽泉。池底有赤色鐵質沈澱物，故亦稱「鐵泉」。

表 2-2-2 龍鳳谷溫泉之座標、高程和特徵表

編號	溫泉名稱	TWD67 二度分帶座標		高程 (公尺)	附註
		橫座標	縱座標		
1	雙重溪	302572	2782050	168	南磺溪谷地，以蒸氣型為主，自然出水少，多以人工引水，利用蒸氣加熱。
2	龍鳳谷	302390	2782105	143	南磺溪谷地，以蒸氣型為主，多是地表水滲入，蒸氣加熱。
3	頂北投	302730	2782285	195	南磺溪谷地露頭眾多，沿溪溝分布。

資料來源：宋聖榮，2005

參、龍鳳谷爆裂口地形特徵與景觀類型

一、火山地質與火成岩

火山地質依其噴發特性分成岩漿噴出、侵入兩大類，前者稱火山岩(大屯火山大部都是)，後者稱侵入岩(深成岩、結晶岩)；火山岩大致由噴出之熔岩(lava)和碎屑岩(pyroclastics)構成，深成岩乃岩漿上升進入地殼表層，但未達地面

之岩體。

熔岩依其二氧化矽含量之多寡可區分為基性($\text{SiO}_2 < 52\%$)、中性($\text{SiO}_2 < 66\%$)、酸性($\text{SiO}_2 > 66\%$)三類，如果二氧化矽含量小於 45% 則為超基性。

一般基性熔岩的結晶顆粒較細小，氣孔較大較發達，流動性大，因此比較容易造成大片的薄層熔岩流，例如覆蓋於澎湖群島上的成層水平熔岩即為基性的玄武岩流。由於基性熔岩結晶細小，質地均勻，冷卻時水平各方向的收縮量相同，結果形成了六面的柱狀節理。

在海底或湖底甚至冰川下方所噴出的熔岩由於急速冷卻的緣故，常造成一個個枕頭狀的節理，故稱之為枕狀熔岩(pillowlava)。

中性熔岩因為含二氧化矽稍多，比較黏稠，流動性較小，所造成的熔岩流層厚度較大，延伸較小，比較容易堆積在火山噴口四周，形成隆起的火山體。常見的中性火山岩為安山岩、如角閃石安山岩和輝石安山岩等，遍佈於大屯火山群、海岸山脈、龜山島、綠島、蘭嶼等地；酸性火山岩臺灣並不多見，在金瓜石地區的石英安山岩可為代表。至於超基性火山岩只見於海岸山脈南端的利吉混同層，屬一般的蛇綠岩系。強烈的火山爆發容易產生碎屑岩類，包括凝灰角礫岩、火山礫與火山灰或凝灰岩，在火山口附近噴出之熔岩塊容易造成集塊岩，若噴出時已呈固體狀者則稱為火山角礫岩。

岩漿在上升途中如果沒有機會噴出地面，便可能形成岩脈或岩盤。岩脈因為冷卻過程較地表熔岩流長，其內結晶顆粒較同類的噴出岩為大。而結晶特大的則為偉晶岩脈，其生成與大量揮發性物質的存在有密切關係。

在龍鳳谷地帶的風景區內，大都以岩熔流所造成的塊狀安山岩較普遍，並可見明顯的紫蘇輝石、普通輝石、角閃石等粒晶。

二、火山地形類型與火山爆裂口

1. 火山地形

火山地形變化複雜，本文只由大屯火山所呈現的普遍火山特徵加以簡析。大屯火山大多於第四紀更新世噴發，由安山岩質之 16 座錐形及鐘形火山體構成，大致呈東北—西南方向排列。

鄧國雄教授將大屯火山群地形粗分為火山體及火山口、熔岩階地、火山窪地、噴氣孔，以及由火山體演育而成之河流、河階、層階、瀑布等(見圖 3-2-1 陽明山國家公園等高線圖，鄧國雄，1988)。

本計畫只規畫龍鳳谷步道景觀之地形面，在地圖中可看出龍鳳谷爆裂口居大屯火山最南端之南磺溪谷中下游部分，隔泉源路與西側大磺嘴(硫磺谷)分庭抗禮，以下將爆裂口(噴氣孔)形成特性略予介紹。



圖 3-2-1 陽明山國家公園等高線圖(鄧國雄，1988)

2. 火山爆裂口(噴氣孔)

火山爆發終止後，因地下餘熱尚存，且地下有豐沛水氣累積與加壓，在某些地殼軟弱處產生爆破地面而成爆裂口，所以它不是真正火山口，而是地熱由水蒸氣經透水層爆破下陷而成(crater formed by phreatic explosion)。爆裂口內最常見的地質現象殆為噴氣孔(fumarole)、硫氣孔(solfatara)及溫泉，可視為後火山活動的具體現象。噴氣孔氣體以水蒸氣最多，此外尚包含 H_2S 、 S_2 、 SO_2 及 CO_2 ，至於溫泉以強酸至中性皆有，且含多量氯化鈉、碳酸氫鈣、氧化鐵或硫酸鹽等。礦研所報告顯示地面下數百公尺之處水溫及蒸氣溫度即可達 $100^{\circ}C$ — $250^{\circ}C$ 之譜，且水源大都由地表水滲入地下受熱加溫而成，其中利用價值最大者厥推大磺嘴(硫磺谷)和龍鳳谷二處，因接近山麓都會區，前者為北投溫泉之源地，故其北側之熔岩階地取名泉源里；東方之龍鳳谷則為天母地帶溫泉之取水處。兩地噴氣孔溫泉為供應急速增加的旅客需要，須用各種管線引河水注入溫泉井，但因熱水硫氣孔隨地熱游移，使取水井必須配合移動，管線系統常需調整，因而整體顯得凌亂。

地下火山氣體中， H_2O 與 SO_2 上升離地表二、三百公尺時，易受氧化而生成硫酸，故此在噴氣孔附近熱水和蒸氣因帶強酸而能腐蝕周圍安山岩層，使其因蛋白石化脫色換質成白土，安山岩中金屬離子被酸性水溶蝕消失，殘留之二氧

化硫(SiO_2)呈膠狀，結晶成方矽石(cristobalite)；噴氣孔外圍尚保留矽和鋁離子，可形成高嶺石(kaolin)或明礬石質黏土礦物； H_2S 在噴口附近岩壁或附近噴出洞口，因昇華作用而成硫磺； S_2 或 H_2S 若和安山岩中溶出之鐵相結合而成硫化鐵(黃鐵礦)，且常在安山岩中呈浸染(鏽染)構造；安山岩溶解鐵份取代腐積植物則成褐鐵礦。

本區火山爆裂口分佈於金山斷層以東，自北投至金山長約 18km、寬只得 3km，重要噴氣孔有 11 處，除小油坑(已設遊客中心)、大油坑(不易到達)和馬槽(規模最大)外，以大磺嘴(硫磺谷)和龍鳳谷(雙重溪)兩處最重要，因為它易達性高，為溫泉旅社取水源頭和觀光焦點之區位。

龍鳳谷居大磺嘴東側，中央只隔一突脊狀鞍部相隔(今已闢有泉源路，即早期之陽投公路西段)。一般遊客參訪路線有三，即自遊客中心沿東北小路下坡至停車場，再沿東北登山步道上坡至妙天宮；其次由惇敘高工東側沿步道下絕至妙天宮，再往上爬至櫻花城餐廳，能觀察景點最多且展望良好，本計畫採用此路線；其三則由櫻花城餐廳沿步道下行，與第二條步道反向。

龍鳳谷噴氣孔屬南磺溪中游谷地，東側為紗帽山底部熔岩流被切割成陡崖和險坡，為厚層塊狀輝石安山岩組成；北側為十八份階崖；西側乃北投區第一公墓建置區，由遊客中心往公墓區路上(無名稱，是泉源路分支，姑稱陰陽路)已是五指山層之礫質粗粒石英砂岩，路旁有即將湮沒(因築路而覆蓋)的明顯褶皺。

龍鳳谷東側安山岩熔岩流流向西北，噴氣孔分布於爆裂口之上端部位，硫磺結晶豐富、白土頻見，妙天宮一帶之鈣華地形更提供了本地區地景的神秘感。

三、龍鳳谷(南磺溪)水系及地形面解析

(一)南磺溪一般概述

以地形學分類觀點而言，龍鳳谷爆裂口居南磺溪中下游，自陽明山國家公園水系圖(圖 3-3-1)、陽明山國家公園河流等級圖(圖 3-3-2)中看：

南磺溪與北磺溪呈南、北兩個不同流向而分庭抗禮。南磺溪主流發源於大屯山東側水尾(西竹子湖)，高 670m，向南流至陽明公園西南方 300m 處，離源距 2.6km、高 310m，會合自東側來會的竹子湖溪，此處主流集水面積達 6.36km^2 ，至鼎筆橋源距 3.3km、高度 247m，有陽明溪自東北方來會，最後在永和里源距 5.5km、高度 94m 處，又有東側的松溪來交會，至此主流及水區為 16.53km^2 。在惇敘高中東方 300m 處出陽明山國家公園界線，在國家公園內面積為 14.25km^2 ，河床坡降 1/9.5，有三處明顯遷急點，分別在高 620、480 及 210m 處，其中三條支流坡面坡折變化與主流類似，上游部分受熔岩流末端崖面控制，400m 高度以下流經凝灰碎屑岩時坡度趨緩，但若遇塊狀安山岩層阻擋或集塊岩巨礫阻滯，也可能產生小型險灘和急流。



圖 3-3-1 陽明山國家公園水系圖(鄧國雄，1988)

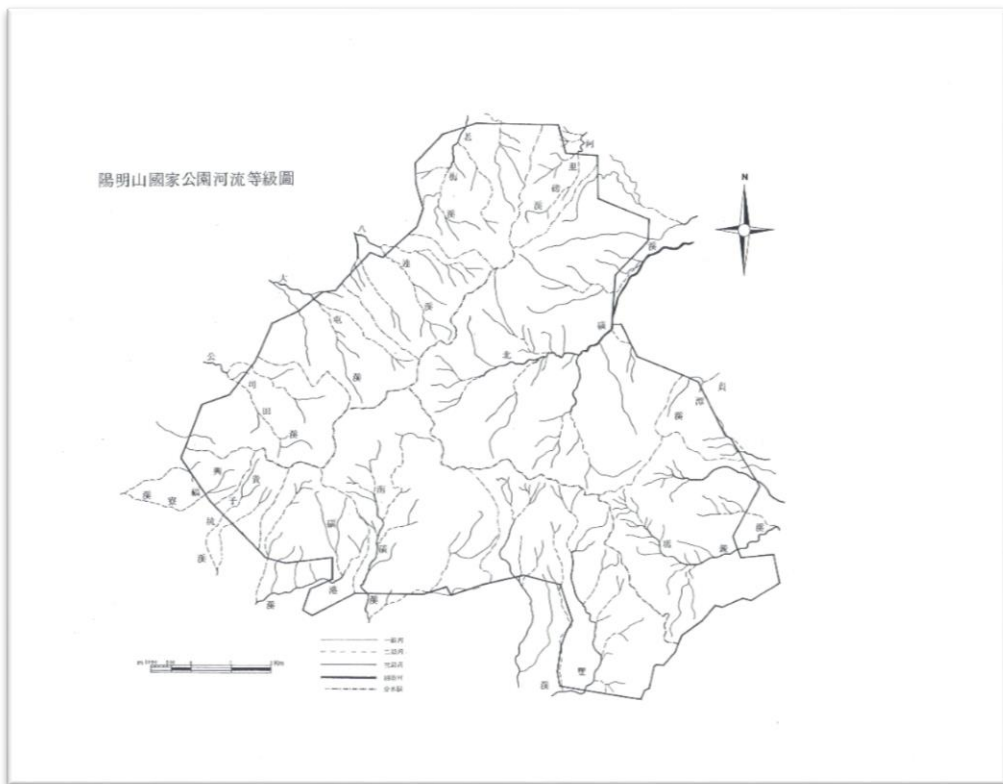


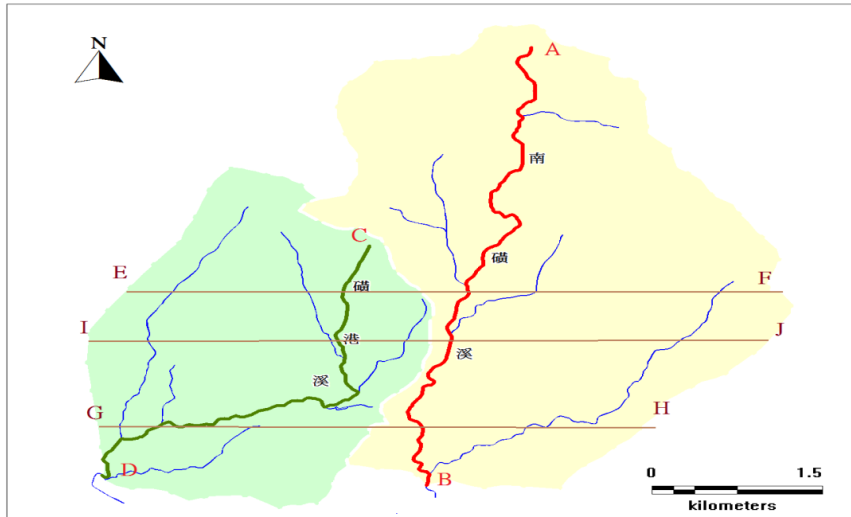
圖 3-3-2 陽明山國家公園河流等級圖(鄧國雄，1988)

(二)南礮溪與礮港河流域特性對比

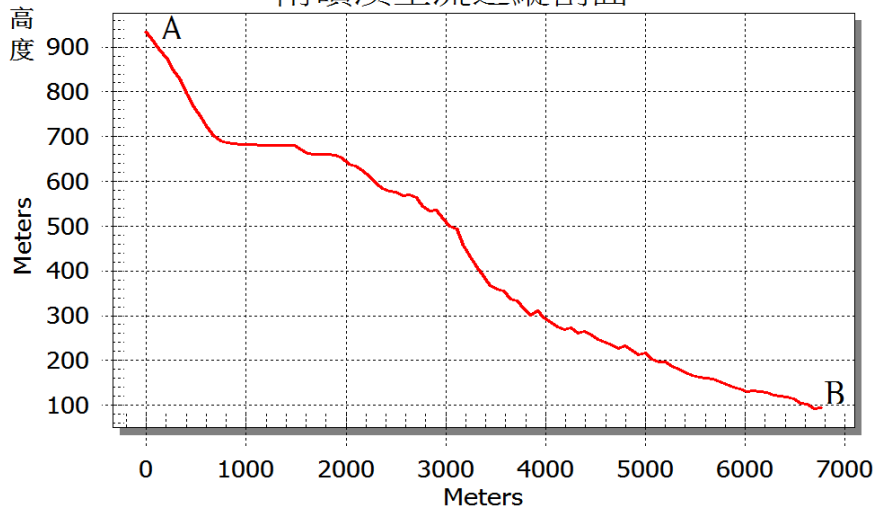
由南礮溪、礮港河流域特徵計測表對比得知二者差異甚大：

1. 南礮溪(經龍鳳谷爆裂口)，流域面積比礮港溪(硫礮谷、或稱大礮嘴爆裂口)大 2.6 倍，分別為 14.5km^2 和 5.57km^2 ，因此南礮溪集水區優於礮港溪，河流流量自然亦較大。
2. 前者主流長 4.54km，後者 3.38km，南礮溪比礮港溪長 1.16km，但前者海拔高度自 669m—152m，後者自 775m—90m，因此平均坡度呈 1/9.1 與 1/5.0 之比。換句話說，南礮溪 25.3 度的坡降已證明是幼年期河谷，但礮港溪平均坡度達 29.7 度更令人驚奇，此種大坡降可窺知凝灰質火山碎屑流與火山熔岩流所造成之複式火山，因而形成較大之坡降；加上上游崩積、切割，益使河床佈滿礫石而缺少大型階面。(見圖 3-3-3，南礮溪與礮港溪本支流剖面圖)。
3. 南礮溪海拔 600—670m 以及 500m 附近有較明顯階地，階崖部分形成裂點，另在高 220m 處也有一處明顯遷急點，但礮港溪全域均夷較佳，缺少裂點。
4. 再從平均河幅⁷及塊狀係數觀察，南礮溪得平均河幅 3.14，礮港溪只有 1.65。代表南礮溪主流兩側平均寬度較礮港溪為優，同理可得南礮溪整個流域的塊狀係數也較完整(一般集水域以正方或正圓為最佳塊狀係數)。
5. 河流密度指某河流在流域內單位面積所分佈之河流長度，密度大表示水系發達，本支流交錯，易形成水鄉澤國景觀；反之，乾燥地帶或缺乏各級支流之區域，河流密度偏低。南礮港溪河流密度為 1.45，礮港溪得 2.15。由水系分佈圖看，得知南礮溪流域面積比礮溪大 2.6 倍，且其東側半壁與松溪之間為紗帽山及半嶺崖谷，佔面積大但缺河谷發育之故。
6. 南礮溪整個流域略呈樹枝狀水系(dendritic drainage)，與陽明國家公園整體之放射狀水系不同。由三維立體圖簡析南礮溪流域之地形特徵，南礮溪之高度若依 strahler 等級而分，則一級河谷可延伸至小觀音山中廣發射臺南方(東湖溪源地谷系)，高 920m、長度則得 688m。

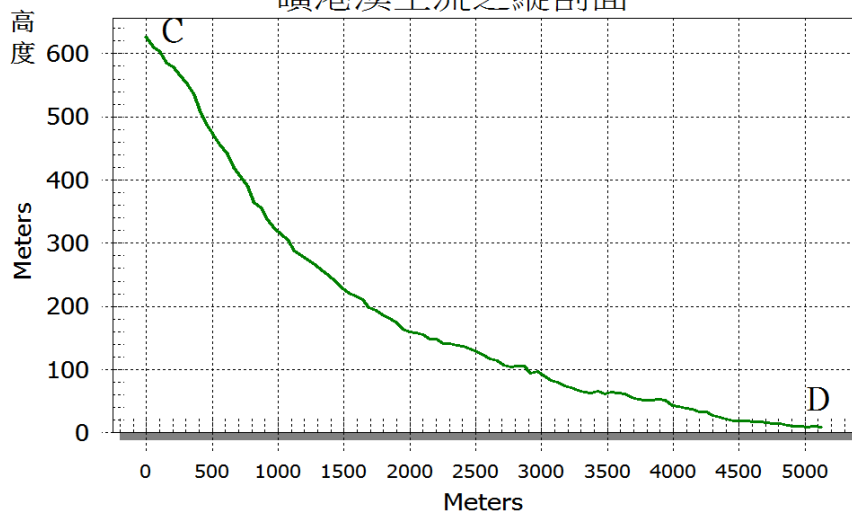
⁷ L: 主流長度、A: 流域面積、Ln 河流總長、平均河幅: A/L、塊狀係數: A/L²、河流密度: Ln/A。



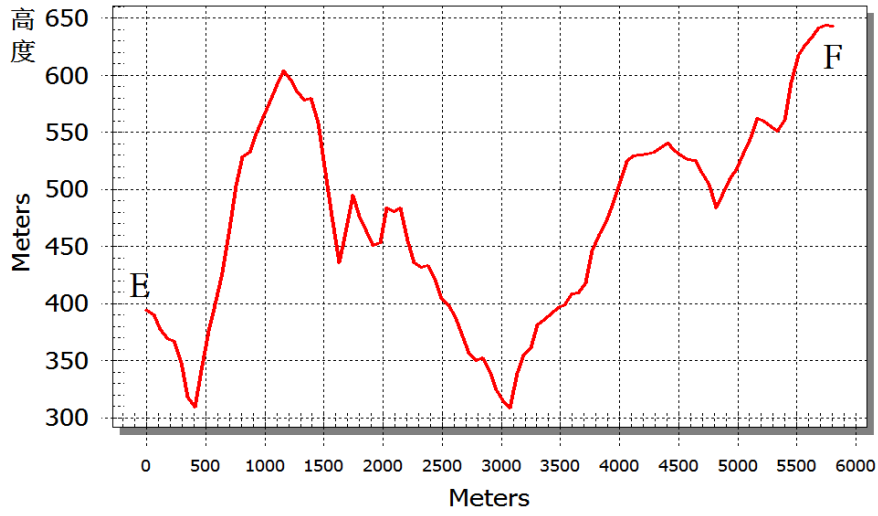
南磧溪主流之縱剖面



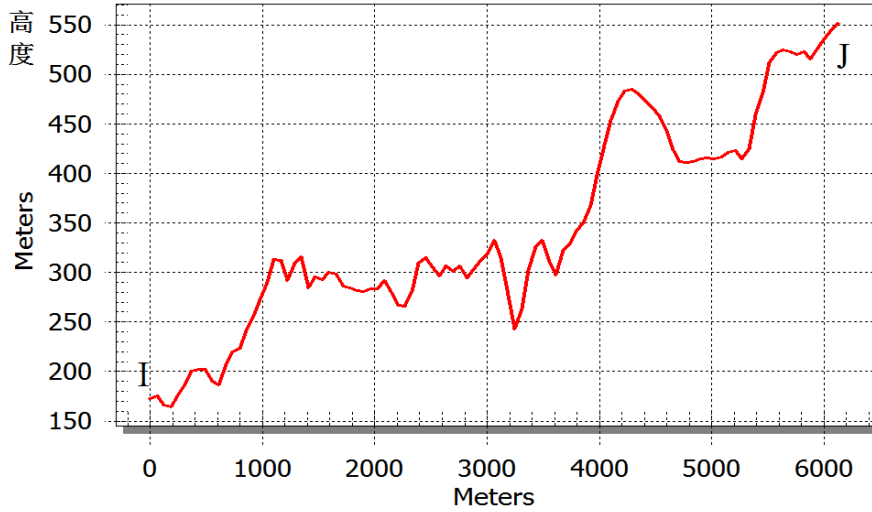
磧港溪主流之縱剖面



E-F 橫剖面圖



I-J 橫剖面圖



G-H 橫剖面圖

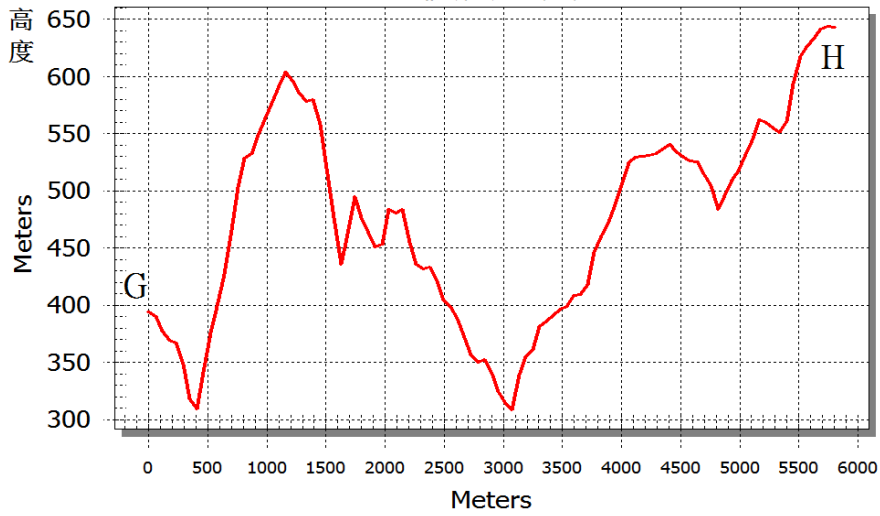


圖 3-3-3 南礮溪與礮港溪本支流剖面圖(共 6 張)

表 3-3-1 龍鳳谷鄰近區域各流域特徵地形計測表

流域	流域面積 A (Km ²)	河流總長 (Km)	河流密度 (Km/Km ²)	主流 L				塊狀係數 (A/L ²)	平均高度 (m)	平均坡度 (度)
				長度 (Km)	海拔高度 (m)	平均坡度	平均河幅 (m)			
雙溪	14.31	30.02	2.10	6.15	750~190	1/11.1	2.33	0.38	599.6	24.4
南磺溪	14.25	20.61	1.45	4.54	669~152	1/9.1	3.14	0.69	644.5	25.3
磺港溪	5.57	12.00	2.15	3.38	775~90	1/5.0	1.65	0.49	466.5	29.7
貴子坑溪	1.61	4.08	2.53	1.78	880~340	1/3.3	0.90	0.51	606.5	27.0

(三)南磺溪流域地形計測

1. 高度

依據南磺溪流域高度統計圖及計測表，可發現最高等級之集水區稜線分佈於北側，由西北、往北再延伸至東北，略呈門字形；西北自大屯南峯(957m)，往北偏東經大屯山(1092m)、鞍部測候所、小觀音山(1066m)、再折向東南，沿七星山(1120m)至紗帽山西北，高度超過 800m 之集水區稜線(見圖 3-3-4 與計測表)，約佔 19.4%，次高級 600m—800m 高度所佔面積得 28%弱。僅次於 5 級坡的 28.6%，分佈區域除北側環狀主稜線向南展開之斜坡外，更可延伸至東南的紗帽山(653m)一帶，而這座七星山之寄生火山也是南磺溪和支流松溪的分水嶺，可知南磺溪以 400m—600m 高度佔最大面積。

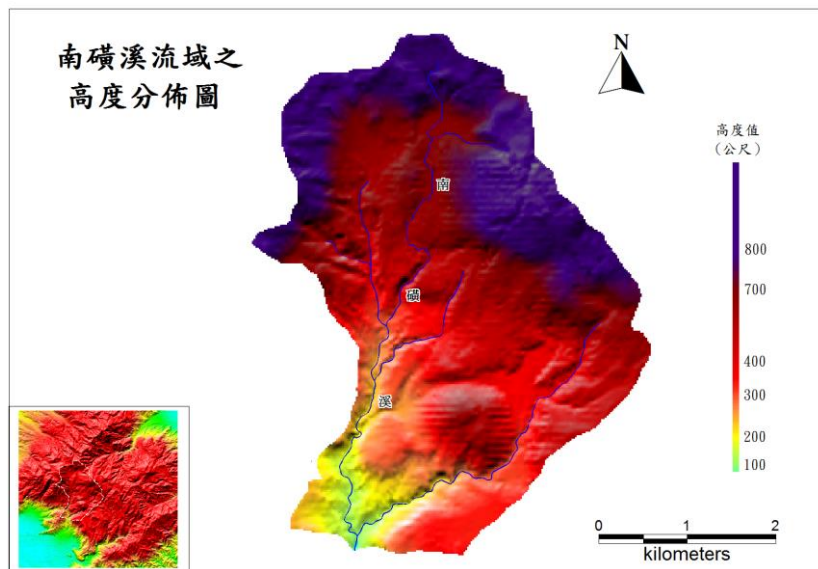


圖 3-3-4 南磺溪流域之高度分佈圖

表 3-3-2 南磺溪流域內之高度統計表

高度(m)	<100	100~200	200~300	300~400	400~600	600~800	>800
百分比	0.03	3.77	6.8	13.5	28.6	27.9	19.4

若以高度投射於旅遊區塊而言，南礮溪景點全集中於遊客中心一帶，也即爆裂口之噴氣孔、硫磺泉所在；其高度已降至 250m—150m 左右，在圖中落於黃色和橙色區塊。再依高度分類，本流域上游發源地近高山地形(>1000m)，中游為高丘地帶(1000m—400m)，400m 以下為低丘，而本文所討論之龍鳳谷(雙重溪)屬低丘地形⁸。

2. 坡度

高度會影響氣溫和風化，同時也控制了動植物生態，但坡度對人類生活機能影響更大，坡度表示法可分成坡度角和傾斜率，二者可以互相轉換，本節採用傾斜率，即高度差/水平距離。

坡度對人類生活影響最大的厥推土地利用的交通與眾落，因為地勢平坦才能闢路、耕作、建築；所以先進國家對坡度和土地利用有嚴格規範，即坡度超過若干以上，即列為水土保持區。若以交通而言，坡度小於 2%者，宜於鐵路、公路；5%為良好公路最大坡度，33%則為汽車行駛之最大坡度。

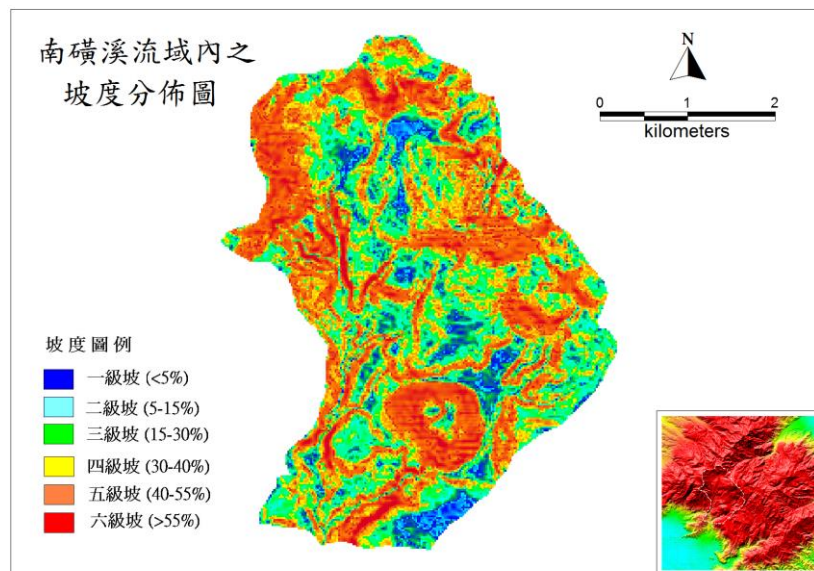


圖 3-3-5 南礮河流域之坡度分佈圖

表 3-3-3 南礮河流域內之坡度統計表

坡度	一級坡 (<5%)	二級坡 (5-15%)	三級坡 (15-30%)	四級坡 (30-40%)	五級坡 (40-55%)	六級坡 (>55%)
百分比	2.5	11.5	26.4	16.6	18.3	24.7

由流域分佈圖判讀，南礮溪>55%的六級坡佔 24.7%，僅次於三級坡的(15—30%)26.4%，五級坡(40—55%)分佈面積第三高，佔 18.3%，其次分別為四級坡

⁸張瑞津(1975)在臺灣山地丘陵河川等級之計量研究(臺師大地理研究報告第一期)中把 1000m 以上稱山地，400~1000m 稱高丘，400m 以下稱低丘。

(30—40%)的 18%、二級坡(5—15%)之 11.5%，一級坡(>5%)只佔 2.5%，如果歸納一、二級為低坡度、三四級為中坡度、五六級為高坡度，則加總後發現本流域高坡度面積佔全域 43%，已超過 2/5 強，中坡度也佔全域 43%，二者等量各觀，而低坡度只佔全域 14%，由高度及坡度二者對比，本區高度與坡度分佈差異甚大，以下試加以說明。

(1)高度與坡度分佈幾何形態並不一致，高度大者集中於流域北側的弧狀主稜線地帶，而除東南側紗帽山之外，幾乎呈由北向南連續型下降，低海拔區集中在西南一隅，但坡度大小之分佈圖形呈割裂之線狀、環狀和不規則狀，即坡度大小非常分散、隔離和零亂，歧異度頗大。

(2)坡度大小與地勢高低不成正相關，利用疊圖方式可發現：

- A. 流域正北方有小觀音山、後山等火山錐體，西北有大屯山火山錐體斜坡控制，所以造成高坡度角，但其南側則同時存在頂湖、竹子湖等熔岩臺地，或火山滙盆(depression)、堰塞湖等，因此在竹子湖週邊陽金公路西側，含東湖溪、水尾、下湖溪一帶呈南北向低坡度之河谷盆地，其間又有細長之分水嶺隔離，可知局部起伏量影響坡度變化。
- B. 流域東側因受七星山體穹窿狀延伸，而火山體末端陽金公路一帶至西北小油坑鞍部的火山錐體熔岩流末端，因有爆裂口、熱水換質作用、侵蝕崩移，常形成小規模之點狀殘丘與谷地。故可推知高坡度出現於火山體陡坡斜面，低坡區在火山錐週邊局部谷地、滙盆和熔岩臺地與周緣稜脊接觸帶。
- C. 高坡度區塊所以呈塊狀、條狀或環狀者，乃與火山體形態及構造作用(斷層、褶皺)有關，加上後期強風暴雨之侵蝕風化，呈條狀之紅塊區(高坡區)厥為瘦稜線分佈帶，至於呈環狀分佈則為火山體頂部較平坦者，如紗帽山寄生(鐘狀)火山體周緣陡峻、攀登不易，但頂部卻甚為平坦。
- D. 陽明山國家公園因遊客暴增，所以增加許多交通路線，加上民間與政府相關單位營建物和農地之擴增，如各遊客服務站展望臺、停車場、學校、花園、梯田、寺廟、民宿、土雞、田園等，難免將坡地整平，於是邊坡與密集的開發地會有條狀隔裂情形，可知南磺溪集水區內高度與坡度分佈圖相大異其趣，其來由自。

3. 坡向

坡向在地形上主要反應在氣候和日照上，這當然和當地緯度、距海遠近及海拔高度有關，南磺河流域居 25° 2' N 與 121° 30' E 之間，距海不遠，北、西北、東北三面近海，屬副熱帶季風氣候華南型。今將該區風向分成八個位向，也即以四個象限來加以探討：大屯火山群呈東北西南走向，金山斷崖(金山至關渡)為中央分隔線，全域水系呈放射狀，若以全域的地形坡向分析，應該以北向、西北向、和東南向最佔優勢，蓋坡向常與地層走向垂直，但本區所列坡向純指南磺溪集水域，只佔大屯火山南側極小區塊，且主流由北向南，其他支流由東北向西南、或西北向東南、略成樹枝狀。因全流域呈封閉的袋形，缺口向南，

而中上游分水嶺瘦稜線坡向皆向南(S)、東南(SE)和西南(SW)；至於分水嶺以北部分皆屬區外，不計本流域坡向，由於袋形山稜皆偏向南側(即 S、SW、SE)，北側坡向極低之數據，故可推知南強北弱之坡向現象，乃係南礮溪袋狀流域缺口向南的幾何形體所造成現象。由坡向分佈圖中得知最大坡向為 SW，得 20.7%，加上 S 為 20.2%，合得 40.9%，如果再加正 W 的 15.2%，則第三象限的坡向合佔 56.1%。可知本區 S、SW、W 的坡向頻率最高，次高的是 SE 與 E 方向，合佔 25.4%，最後頻率最低的 SE 和 N 的方向，二者只佔 8.9%。只分佈於集水區內局部本支流中間的山脊部分。由此判斷夏季西南季風和偏南的陽光照射，使本區山地偏南地帶之坡向容易受風雨侵襲，也因此會影響侵蝕、風化強度，迎風坡也會攔截水汽成地形雨，有利植被生長。

基於以上高度、坡度及坡向分佈和統計圖可看出：本流域高度由北向南呈弧形級級下降；坡度則呈周高中低，破碎隔裂的條狀或塊狀者；坡向則由缺口向南之袋狀分水界呈南坡獨優、北坡勢蹙之偏頗情形。

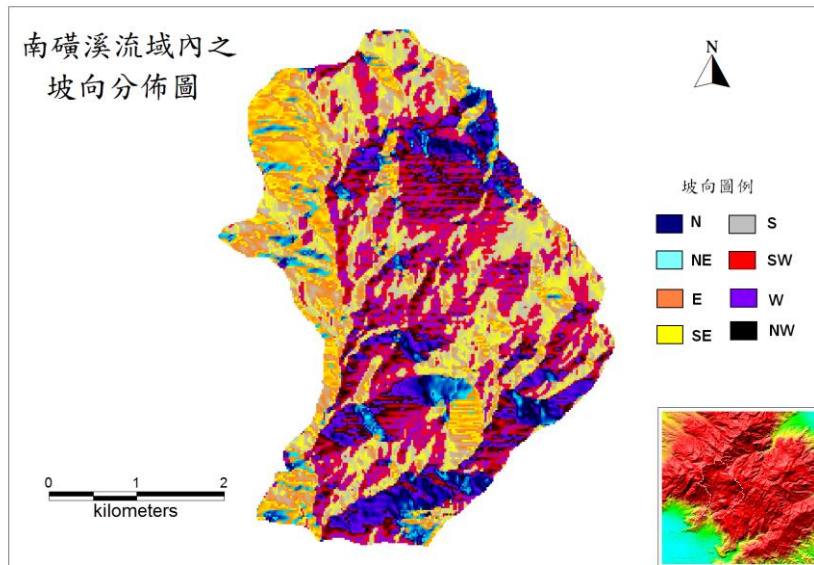


圖 3-3-6 南礮溪流域之坡向分佈圖

表 3-3-4 南礮溪流域內之坡向統計表

坡向	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
百分比	5	3.9	10.8	14.6	20.2	20.7	15.2	9.6

四、地景分類與龍鳳谷景觀歸屬

地景是指由點線面體所構成之大地自然景觀，它是環境品質的一環，可供國民賞析、研究、遊憩和休閒的大地資源。珍貴的地景為全民所共有、共享，但它是脆弱的、不能再生、也不能移植、無法複製和購置的。所以基於保育的觀點，永續維護珍貴地景是我們共同的責任，在此共識之下，我們必須要先了解地景的類型和特徵：

(一)地景之構成與特性

每一處地景都有它的特性，如構景要素、比例尺(規模大小)、色調變化等，這些特性不但來自當地地質、地形、氣候、水質，同時也與歷史淵源、植被、土地利用、文化背景有關。

一般所指地景是觀賞者直接整體印象，也是土地、植被、水體、結構等幾何色彩單元，即所謂形貌、線條、色彩、結構組織等。依據 litton(1968)的分類可分成全景景觀、主題景觀、封閉景觀、焦點景觀、頂蓋景觀、小景觀和短暫景觀等。前四者為基本型，後三者乃短暫型及小規模型。

(二)景觀類型

1. 全景景觀：視線開濶，能看到天空及雲。海面、大平原、及山頂遠眺皆是此類。
2. 主題景觀：如果視野有某一主題佔了重心，是眾所注目的焦點，且常常以焦點作為景點之地名，例如石雨傘、秀姑漱玉、貓鼻頭等。本研究區的主題景觀應該是噴氣孔和溫泉，因為爆裂口內唯有噴氣孔、溫泉熱水才是具有刺激且有變化律動的主題。
3. 封閉景觀：顧名思義，如果某一景觀四周被連續的物體圍繞，則稱封閉景觀，在某些意義上，龍鳳谷也可視為一封閉景觀。因為整個爆裂口是塌陷的。四周有峭壁、陡坡及植被包圍。所以筆者認為不妨將龍鳳谷地區稱為「封閉型」的「主題景觀」。
4. 焦點景觀：焦點和主題有時候較混淆，主要差別在主題景點是指視覺會自然的聚集到某一突出的景象，它的吸引力大且明顯。而焦點是要透過某種情景、構面、引線的滙聚，目光漸漸集中於某一點。就像凸透鏡在陽光下要透過角度、距離之調適才會聚焦，比如平行線或成列的地物，如河流、道路會把人的視線引伸至某一焦點。
5. 頂蓋景觀：指上方有樹葉遮蓋的封閉景觀，像林蔭大道或一線天中的峽谷。北投社大連性學員某年隨團去東河農場(臺東)考察，一大早由小徑下縋至馬武窟溪谷底尋寶，不意山高谷深，迷失唯一回程登岸小徑，在谷底只見兩岸古木參天，以致迷路 4 小時，此乃頂蓋景觀所造成之迷失。
6. 小景觀：其實所謂小景觀，可能是規模較小的近景，有時候是指大景觀中某些微小的景色，像化石、昆蟲、花卉等。在龍鳳谷內，像硫磺結晶、石灰華流石(石藤、石莖、石簾)、鏽染構造、土指等都可涵蓋在內。

肆、龍鳳谷步道特殊景點及解說資源介紹



圖 4-1-1 龍鳳谷地區空照圖

第一站：龍鳳谷遊客中心

龍鳳谷遊客中心易達性佳，附近有停車場、洗手間及飲料販賣機，適合對陽明山國家公園一般概括性的了解及先備知識和資料取得，建議作為第一個參訪站。

1. 設備及人員配置：遊客服務中心設有展示室及服務臺，展示室內中央屏風板（隔離用）上有大型海報，內側設一巨型大屯火山簡要立體模型，顯示出地質構造及地勢狀態，四周為岩石礦物標本及說明，若干牆壁上也貼有相關圖片。另在入口右側設服務臺一座，通常會有 1-3 位值班人員，負責館內圖片、標本解說，也有國家公園相關資料、地圖、專著等贈送或販售。
2. 參訪及解說建議：
 - A. 若是一般遊客可先向櫃臺索取贈閱資料或購買地圖，並請內部解說員作基礎介紹，並作必要之攝(錄)影和紀錄。
 - B. 若是專業研究或各級相關專長教師，可自行決定解釋過程和時間掌控，但建議先看模型(可與地圖對照)、圖片、影片，再細賞周邊實物標本。
 - C. 遇相關疑問再請教服務人員，要充分利用室內各型教學媒體。



第二站：惇敘工商公車站牌(展望良好)

本站在公車站旁可觀察到如下特殊地景：

1. 爆裂口：後火山活動的代表包括溫泉、地熱、爆裂口、硫磺等。
2. 南磺溪河床：此段溪流為南磺溪，屬於一年四季皆有水量的常流河。為何呈現河谷很大、流量很小的不對稱性？因為金山斷層經過，且有豐富地熱腐蝕作用造成的熱水蝕變，而兩側輝石安山岩與凝灰角礫岩崖壁風化崩落嚴重。
3. 熔岩臺地：上層熔岩臺地有文化大學，底下還有第二層熔岩臺地。
4. 噴氣口：凡有噴氣口的附近可見到岩石裸露，其他區域則有綠樹生長。
5. 火山堰塞湖：雨季時水多則湖水範圍大，乾季時水少則湖水範圍小。堰塞湖通常是地形面短暫的、多變的暫時現象。
6. 人地交互作用：可見到密集的溫泉管線。
 - A. 龍鳳谷(雙重溪)：溫泉送至天母地區。
 - B. 硫磺谷(大磺嘴)：溫泉送到北投地區。

本站可作為龍鳳谷爆裂口景點全覽區域，若時間短促無法作步道旅遊，建議於此站作全盤解說。



第三站：百年黃槿

第三站位於第二站東南，沿步道下行約15m，可見如下解說資源：

1. 黃槿：百年老樹。屬於錦葵科大喬木。此株靠近地面就分岔了，可能幼年期遇到崩塌。葉片尾尖為其特徵，花朵黃色。北投公園門口也有幾棵百年黃槿。一般植物在熱液換質區生長是不容易的，可見黃槿適應力甚佳。
2. 栗蕨：有毒的蕨類植物，是陽明山區的特有植物。
3. 雀榕：具有纏勒作用的榕屬植物。



第四站：小雨溝

本站位於第三站步道往前約8公尺處，在路旁可清晰觀察到一條可能由節理受雨蝕和熱水換質而成的雨溝，蝕溝下方則可見各型硫酸鹽析出物和熱液換質，略如下列：

1. 底岩與落石：



- A. 底岩：此處可看到很厚的安山岩，可稱為「塊狀安山岩」或「厚層安山岩」。乃為植基於深層地下局部出露於地表之露頭。
- B. 落石：上面 20m 處的那堆石頭不是底岩，是從崖壁山崩的落石堆，可觀察到反淘選構造。風化的岩塊掉下來的稱為「落石」。
2. 熱水蝕變：此處岩石受到蝕變，因為有高溫的氣體、液體，例如硫化氫、二氧化硫等氣體，尤其是前者，使得安山岩內的鐵離子被置換、被洗出，安山岩的顏色變為灰白，而表面則被燻黑，這樣的過程稱為「熱液換質」，而安山岩最後會變成高嶺土。
3. 鱗剝：岩石會由外而內，一層一層的剝落。因為不論太陽輻射或熱液(氣)燻烤，皆由外向內層層風化。
4. 塊狀風化：岩石沿著節理開裂稱為「開理」，是造成岩石塊狀風化的一種類型。特徵是岩石的邊緣角礫狀，代表沒被流水搬運過。

第五站：密集噴氣口【座標：121.529024、25.144341】

本站位於第四站往前約 30 公尺的地方，也是本區熱水溫泉最充沛的地熱分佈帶，由步道往 S76° E 方向觀察為最佳視角，但不宜下去噴口附近以免危險，本站景點特色可歸納如下幾種：



1. 噴氣孔與溫泉：
 - A. 解讀溫泉水有一定的地質和水文條件，如熱源(火山地熱)、靜水壓力(冷熱水密度不同產生壓力差)，深部地熱含多量氣體，氣體隨熱水上升減壓膨脹，使熱水上升。河水上游滲入地下水如湖底溪，形成透水層至下方減壓地區噴出等等；岩石下方有深長裂隙供熱水通透地面。
 - B. 火山區地溫梯度可超過正常三倍，本區因有金山斷層通過，因此地下深 5-15km 處有未冷卻的火山岩漿庫侵入體，每深入地下 1km 溫度可上升 90°C 以上，是正常 30°C 的三倍強。
 - C. 嘶嘶作響的火山氣體：地層內因有火山氣體(H₂O、H₂S)和若干硫化物固體會產生地球化學反應，這些固體成分或流體在溫泉水內流動，在與圍岩接觸過程中常被混合、吸附、離子交換(置換)、沉澱或其他化學作用，會進入溫泉水中或沉澱於圍岩節理中。
2. 湖底溪(南礮溪)河床：

南礮溪河谷在此段已進入中下游，河床較開寬，噴氣孔密集，堆積旺盛。且因採集，溫水管、採集井及臨時施工步道縱橫錯列，所以總體顯得由自然景觀轉為掠奪景觀，但仍有其地形特色。

 - A. 河床堆積相：巨礫、大礫頻度最高，因為本區正是南礮溪建福宮往下坡降突然變小，河流搬運減弱的位置。

B. 礫石圓磨度不佳:由次圓至次礫，若干由東側階崖滑崩的岩塊皆成角礫狀，大致近河床中央最大流速線者圓磨度較佳，兩側洪涵原(flood plain)部分較差。

3. 植被及生態：

本景點可以觀察到由河谷至兩岸植被分布，但南磺溪在本區河谷兩岸邊坡並不對稱，略呈東陡西緩情形，所以植物社會兩側谷壁分佈也略有差異，所見植物以副熱帶高溫多雨之林相為主，孕育著下列植物群落：

A. 噴氣孔附近寸草不生，形成裸岩景觀，但離噴氣孔較遠則有淺薄土壤區偶有苔蘚類植物，其中以火山葉蘚最能適應高溫、酸性的環境。

B. 灌木群:如燈稱花、灰木等植物，分布於離地熱稍遠之氾濫原至谷壁底部。

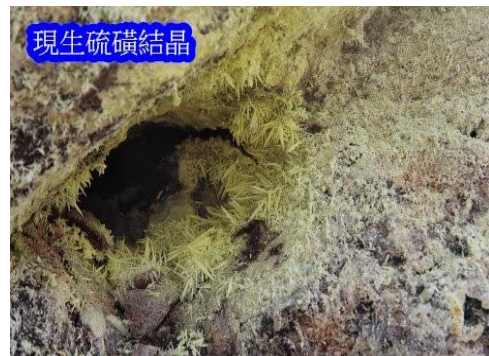
C. 喬木群:如雀榕、山黃麻、野桐、香楠、虎皮楠、黃槿等植物，分布於離河床稍遠之兩側高坡及臺地。

因此可知在龍鳳谷溫泉噴氣孔四周，演替序列第一級者為火山葉蘚(可適應 pH 值 3)，稍往外則有臺灣芒，在外側則有各種灌木及喬木的陽性植物。

第六站：現生硫磺結晶【座標：121.529908、25.142753】

本景點位於妙天宮南側，南磺溪與湖底溪在此附近交會。因坡降大水流急，又有**人工步道設施**。

1. 掘鑿曲流:河床下切大於側蝕，乃成掘鑿曲流。
2. 現生硫磺結晶:此處噴氣孔發達，並可見結晶優美的硫磺礦，乃由昇華作用造成。



第七站：噴氣孔與鱗剝風化【座標：121.529341、25.144527】

1. 噴氣口：岩漿地熱上來的地熱，造成不同的噴氣口。
 - A. 管狀的噴氣口：步道旁的，所謂管狀指孔徑較大之點狀噴氣口。
 - B. 線狀的噴氣口：呈長條狀噴出熱氣者。
 - C. 面狀的噴氣口：河床上的噴氣口，由許多點狀、線狀綴連的噴口。

有硫磺的噴氣口(H₂S)是溫泉和硫磺礦物的重要資源，噴氣口會游移，

在某段時間像泥火山噴口一樣，會產生游移，但時間不定。安山岩受腐蝕，節理受到熱力、蒸氣的影響，會慢慢擴大，形成「開理」。

2. 安山岩：原來的石頭是安山岩，撿一塊來看，大致為輝石安山岩，少數安山岩可見到角閃石。輝石安山岩有二種：
 - A. 普通輝石安山岩：結晶黑色或褐色，目視晶體粗而短略呈直角，與角閃石晶體細而長且兩組對角呈 60° 與 120° 不同。
 - B. 紫蘇輝石安山岩：紫色的輝石安山岩。
3. 鱗剝、開理和化學風化：
 - A. 典型的鱗剝風化⁹，由外至內，因為外層受熱、膨脹而剝離，再一次次往內傳遞，故呈洋蔥狀層層剝裂。
 - B. 露頭外型為角礫，但受熱液換質或熱液燻烤後岩塊就會有鱗剝現象。
 - C. 安山岩常呈塊狀節理，節理面風化擴大呈開理(open joint)，嗣因硫化氫氣體和硫化物溶液不斷侵入開理，又以溫差變化產生沉積、溶解、水化等反覆過程，形成皮囊狀侵入體。
4. 高嶺土：本區最常見之水解作用礦物，水面上稱為白土，水面下稱為高嶺土，乃鉀長石水解而成。



第八站：巨型噴氣口【座標：121.529393、25.144537】

1. 本站可見噴出 H_2S 較強勁之噴口，目測高度超過 6m(不若大磺嘴之 20m)，主要受控來自於地底下深處岩漿之熱能及火山氣體，因深部熱水溶有較多氣體，以 CO_2 為主、 H_2S 次之。
2. 地形差異造成靜水壓力差，深谷中更容易有自流井和噴泉，其理至明。本景點之噴口可觀察到在噴口上方因係河谷，故含水層呈傾斜狀，進水層在較高位置讓河水、雨水、地下水可源源注入補充，故以熱蒸氣噴出時嘶嘶作響。
3. 在火山爆裂口一帶最常見的偏紅色、橙色、乃至赭墨色的鏽染構造：有氧化鐵(赤鐵礦)、硫化鐵和褐鐵礦等；地表普遍可見由二價鐵氧化成三價鐵赤鐵礦(Fe_2O_3)，硫與鐵結合的硫化鐵(黃鐵礦 FeS_2)以及黃鐵礦水解成褐鐵礦，其反應式為 $Fe(SO_4)_3 + 6H_2O \rightarrow 2Fe(OH)_3 + 3H_2SO_4$ 。

第九站：建福宮【座標：121.530059、25.144580】

本站因有建福宮前庭平臺，解說地點較為寬敞，唯景點因噴氣孔、熱水換質、

⁹ 鱗剝風化(exfoliation)乃物理風化的之一種，意指岩石(層)受熱後由表層往內層層剝離，熱能可能來自太陽輻射、地熱、放射能等，又稱球狀風化、片狀風化、洋蔥狀風化等。

硫磺結晶和巨型山崩，除非作學術研究否則不宜深入觀賞，以免危險。

1. 重力崩移(Mass wasting)又稱塊體崩壞，即一般所稱的山崩，簡分為墜落(陡崖塊體垂直下墜似自由落體)、滑落與滾落等；常見的方式有滑動(sliding)、滾動(rolling)、跳動(bouncing)和傾側(toppling)等。本區可見巨大安山岩滑崩和傾側崩落兩種，露頭可見水平層理和垂直節理 2 組構造。
2. 自由坡陡崖下方傾側崩落直至湖底溪河床，略呈崖(cliff)、坡(slope)、臺(terrace)地形。
3. 硫磺結晶、土指與化學風化：本景點硫磺結晶琳琅滿目，美不勝收，大致分佈於岩石裂隙及小型噴口附近，有花簇狀、聚晶狀、菜花狀、爆竹狀……，有些貼壁為平面型，若干群聚呈立體型，極具藝術之美。噴氣孔噴出的硫化氫凝結在岩石表面，可在噴氣口看到針狀的硫磺結晶，陡坡上可見土指，細長形一條條出現。通常土指是在鬆脆的沙土中，當雨下得很大時，上面有一個小石頭形成的帽子保護，為一種雨蝕小地形。但此處硫磺噴氣口的土指，則是因為噴出的硫磺會結痂，形成岩帽所致。
4. 硫化鐵魚卵狀結晶。硫化鐵在形成過程中，若底岩為一粒狀粗糙面，則會形成魚卵狀結晶細粒。
5. 安山岩岩石標本：新鮮面可觀察輝石、角閃石、紫蘇輝石等礦物；風化面有許多被侵蝕的小洞，原有的結晶礦物已掉落。



第十站：妙天宮【座標：121.530886、25.146363】

由建福宮循石階小徑約十分鐘即可抵妙天宮，妙天宮可分廟堂和民宿二部分，因其有大屯火山群唯一的石灰岩(kast)地貌而名聲漸揚，其分佈及賞析區位和路線可分二部分，其一為廟前香爐及廟內神龕、內壁，屬於定點型資源，其次為步道型景點教材。

1. 廟堂部分：

- A. 在廟堂前香爐和堂內供桌可發現由流石和部分滴石所造成的複合型石灰華，其中夾雜由枯枝落葉被包裹的生物化石，可知在碳酸氫鈣沉澱游離成鈣華(方解石)時，有許多樹葉、竹子枯葉掉落其中，流石(flow stone)中以石藤、石莖居多，也可見部分石簾(呈片狀)，可推斷在鈣華形成時，本區氣候溫濕，植被茂密。
- B. 由於未見任何海相沉積物及珊瑚礁等化石，故斷定非海相而是溫泉地區的沉澱物。溫泉周圍常見的沉澱物是矽華和石灰華，碳酸鈣在中性或弱鹼性環境裡溶解度隨溫度降低而上升，但溫泉水上升因降壓，釋放大量

二氧化碳使鈣離子過飽和，導致碳酸鈣沉澱，故而本區的鈣華小地形因稀有而珍貴。

C. 在廟堂外香爐左下側，可發現在鈣華裡夾雜一塊明顯的拳頭大輝石安山岩擄獲體(xenolith)，可證明本區石灰華乃係原地沉澱而成者。

D. 在妙天宮香爐和神殿供桌上，四周牆壁上有細微鈣華構造包括石葡萄、石花椰菜、球狀細粒類鮎狀石灰岩，以及許多枝叉狀或管狀(似細竹筒)之植物化石，略可推斷與當地植物之關聯性。

2. 步道部分：步道部分可由兩條路線，其中由妙天宮步道往北爬坡，直至櫻花城餐廳，在路旁可見岩壁上有以滴石為主體的流蘇型的石莖、石藤和迷你石簾，景觀一致且單調，故本研究建議走另一步道往湖底溪和龍泉宮(見第十三站)。



第十一站：斷崖【座標：121.531090、25.146257】

本站位於長壽橋東南側，接近南磺溪河道，有一人工小型平臺可觀察到對岸有一垂直峭壁，為一巨型之塊狀安山岩，形體因幾乎呈 90° 懸崖至為壯美。

1. 垂直崖：該陡崖雖為安山岩質地層，但與火山熔岩流末端岩相不符，因有擦痕崩落岩塊，故推斷可能係一小斷層或崩落(Rock falling)地形，其斷崖走向 $N49^\circ E$ ，與金山斷層走向大致相符。此厚層安山岩附近未見熱氣和石灰華沉積。



2. 河道景觀：河道水流湍急，堆積物豐沛且礫徑甚大，沖積與崩積互見，圓磨度中等，本景點水流終年不輟，崖面上臺地原始林茂密。

第十二站：鈣華岩壁【座標：121.532069、25.147726】

1. 長壽橋，南側是個曲流，應屬穿入曲流，但因人工步道、橋樑、木屋等限制了或改變了原地形地貌。

2. 步道分岔處左轉：有一株橫臥的大樹，可能是被颱風豪雨摧毀搗落者。

3. 面向溪流上游，遇到一座水泥竹節便橋，渡橋之前右側小徑，約5-10m有一處長滿鈣華的岩壁，妙天宮的鈣華都是從這裡敲下來的，有釜鑿可循。



4. 垃圾滿地：居民從上方步道將電器、垃圾推落山崖，附近一片狼藉。

5. 滲穴：可能發育為石灰岩地下洞，但無法進入看到，但此處已至石灰岩地形的壯年期了。

6. 本站難得見到在路旁岩壁上若干由侵蝕和溶蝕造成的凹壁及小型溶洞，在垂直凹壁內可見到由滴石形成的石鐘乳、石筍、石柱，和流石造成的石藤、石簾，地面甚至可發現由緣石所形成的小型石灰皿、石田，惟交通阻隔，有待進一步踏查。

第十三站：湖底溪溪谷步道【座標：121.531891、25.148279】

1. 位置：妙天宮北方約150m處，步道左側山崖。

2. 火山角礫岩：與塊狀安山岩不同。

3. 噴發型態不同：因此二者岩相不同。

A. 火山碎屑流：猛烈型噴發，造成火山角礫岩。

B. 火山熔岩流：溫和型噴發，造成安山岩。

4. 遠眺被拆掉的清泉谷餐廳，可知火山地質敏感區的營建有其危險性及保育憂慮。

5. 羅漢窟溫泉：分成男湯、女湯，是政府出資興建的公共浴室，較無排他性，也不收費。耆老陳進治在民國六十幾年的時候先蓋了龍泉宮土地公廟，又鋪了一座簡易橋樑，以及這條通往湖山里的步道，以方便來十八份工作的湖山里居民在回家前，於野溪溫泉洗浴之後再回家。



第十四站：惇敘工商門口【座標：121.526824、25.144213】

1. 校門口：由校門口向外望，左側是沉積岩的砂岩石材，右側是火成岩的安山岩石材。

2. 砂岩石材：觀察生痕化石沙棒。(五指山層)
3. 安山岩：觀察角閃石、輝石、黑雲母等結晶礦物。(就地取材的石材)
本站可視為懶人景點，因為地點就在校門口。

伍、戶外導覽解說及教學活動設計

一、龍鳳谷步道戶外沿線導覽解說介紹

第一站：龍鳳谷遊客站

1. 龍鳳谷遊客服務站位置在陽明山國家公園的西南側，由泉源路與行義路口，惇敘工商斜對面的岔路進入，約 100m 即可抵達，遊客站旁設有龍鳳谷臨時性農產品展售區，此處剛好位於龍鳳谷爆裂口與硫磺谷爆裂口中間的分水嶺。
2. 龍鳳谷遊客站展示設施：(摘自陽明山國家公園網頁/遊憩據點/龍鳳谷 http://www.ymsnp.gov.tw/index.php?option=com_tourmap&view=tourmap&id=8&gp=0&Itemid=129)
 - A. 大磺嘴植被剖面示意圖。
 - B. 多種植物的標本，並附有名稱、學名、科名及特徵。
 - C. 本區常見之草叢昆蟲標本暨解說。
 - D. 龍鳳谷、硫磺谷地質地形模型。
 - E. 陽明山國家公園西南區等高線立體模型地圖。
 - F. 本區常見之岩類礦石標本，並附有名稱、特徵。
 - G. 認識岩石解說圖；臺灣全國各地岩石標本展示。
 - H. 中央與側邊燈箱展示圖之圖說及名詞解釋。

第二站：惇敘工商公車站牌

1. 泉源路與行義路口的公車站牌，樹立一面「陽明山國家公園」標牌，此處場地較為寬敞，視野良好，可觀察各種火山地質地景。
2. 水文觀察：此段溪流為南磺溪，屬於一年四季皆有水量的常流河。因為金山斷層經過，且有豐富地熱腐蝕作用造成的熱水蝕變，呈現河谷很大、流量很小的不對稱性。
3. 火山地質：
 - A. 龍鳳谷爆裂口：後火山活動的代表包括溫泉、地熱、爆裂口、硫磺等。
 - B. 熔岩臺地：上層熔岩臺地有文化大學，底下還有第二層熔岩臺地。
 - C. 噴氣口：凡有噴氣口的附近可見到岩石裸露，其他區域則有綠樹生長。
 - D. 火山堰塞湖：雨季時水多則湖水範圍大，乾季時水少則湖水範圍小。
4. 人地交互作用：可見到密集的溫泉管線。
 - A. 龍鳳谷：溫泉送至天母地區。

B. 硫磺谷：溫泉送到北投地區。

第三站：百年黃槿

1. 步行至惇敘高工校門口對面，可見到一條石階步道，沿步道下行約 20 公尺，可介紹周遭的地熱區植物。植物在熱液換質區生長是不容易的，因此本區的植物皆有耐酸蝕的能力。
2. 黃槿：百年老樹。屬於錦葵科大喬木。此株靠近地面就分岔了。葉片尾尖為其特徵，花朵黃色。
3. 栗蕨：碗蕨科的有毒蕨類植物，是陽明山地熱區的特有植物，葉軸上具有獨特的附屬羽片，被稱為「飛不走的蝴蝶」。
4. 雀榕：桑科榕屬植物，具有纏勒作用的熱帶植物，也具有幹生花的熱帶植物特徵。

第四站：小雨溝

1. 沿著步道下墜至河谷，左側熔岩臺地崖壁有一條小雨溝，可能為早期一條節理所發育的。
2. 底岩與落石比較：
 - A. 底岩：此處可看到很厚的安山岩，可稱為「塊狀安山岩」或「厚層安山岩」。有根的石頭、整塊的石頭稱為「底岩」。
 - B. 落石：上面 20m 處的那堆石頭不是底岩，是從崖壁掉下來的，可觀察到覆瓦構造。風化的岩塊掉下來的稱為「落石」。
3. 熱水蝕變：此處岩石受到蝕變而產生變化。因為有高溫的氣體、液體，例如硫化氫、二氧化硫等氣體，主要是因為硫化氫，使得安山岩內的鐵離子被置換、被洗出，安山岩的顏色變為灰白，而表面則被燻黑，這樣的過程稱為「熱液換質」，而安山岩最後會變成高嶺土。
4. 鱗剝：岩石會由外而內，一層一層的剝落，屬於物理性風化的類型。
5. 塊狀風化：岩石沿著節理開裂稱為「開理」，是造成岩石塊狀風化的一種類型。特徵是岩石的邊緣角礫狀，代表沒被流水搬運過。

第五站：噴氣口【座標：121.529024、25.144341】

1. 沿著步道朝東北方前進，右側河谷地熱資源非常豐富，由密集的噴氣口就能得知一二。此處為龍鳳谷最精彩的地方之一。
2. 水文觀察：為什麼噴氣口都位於南磺溪河床？因為斷層線在那裡，而河流就沿著斷層線行進。此段河道分類可稱為「斷層河」。
3. 噴氣口：前方有許多噴氣口，包括了圓的、方的溫泉井。因為地熱會游移，所以溫泉井與管線也要跟著移動。
4. 岩石圓磨度：石頭的圓磨度差，但比剛才的要好一些，屬於次角，多少還有被流水搬運過一段時間。

- A. 離河床愈近，圓磨度愈好：次圓。
- B. 離河床愈遠，圓磨度愈差：次角。
- 5. 植被：有噴氣口的區域不長植物，形成裸露面。因為植物是很敏感的，此區域可分成裸岩與植被處的不同。並可由植物的選擇作用觀察到植物演替的順序。
 - A. 臺灣芒：最靠近地熱區的物種，最不怕硫氣。
 - B. 灌木：稍遠離地熱區的植物。
 - C. 喬木：更遠離地熱區的植物。
- 6. 斷層的峭壁：熔岩流被斷層切割的斷崖，可推論熔岩流在先、斷層作用在後。
- 7. 密集而雜亂的溫泉管線。

第六站：現生硫磺結晶【座標：121.529908、25.142753】

- 1. 步道右轉至火山堰塞池(龍鳳池)，此處亦為來此泡溫泉民眾之停車場。堰塞池東北側仍有數處噴煙之硫氣孔。
- 2. 掘鑿曲流：由步道俯視南磺溪河谷，可見到以下切作用為主的掘鑿曲流。
- 3. 現生硫磺結晶：硫氣孔噴出之氣態硫黃，遇到冷空氣直接變換為固態的硫磺，稱為「凝華」。並可觀察到針簇狀的現生硫磺結晶。

第七站：白土穿透體【座標：121.529341、25.144527】

- 1. 折回步道，繼續往東北方前行，步道左側熱水蝕變帶可見到一安山岩巨礫風化斷裂成數段，又被白土充填。
- 2. 硫磺噴氣口：岩漿庫冒上來的地熱，造成不同的噴氣口。
 - A. 管狀的噴氣口：步道旁的，例如此處。
 - B. 線狀的噴氣口。
 - C. 面狀的噴氣口：河床上的噴氣口。
- 3. 安山岩：原來的石頭是安山岩，大致為輝石安山岩，少數安山岩可見到角閃石。輝石安山岩有二種：
 - A. 普通輝石安山岩。
 - B. 紫蘇輝石安山岩：紫色的礦物。
- 4. 白土穿透體形成過程：
 - A. 硫磺噴氣口會游移，讓安山岩受腐蝕。節理受到熱力、蒸氣的影響，會慢慢擴大，形成「開理」。
 - B. 安山岩外表呈現非常漂亮的鱗剝風化，由外至內，因為外層受熱、膨脹係數大。
 - C. 石頭根本沒有圓磨度，外型為角礫，為底岩受熱氣風化。
 - D. 節理形成開理之後，礦晶水(熱水溶解的礦物)滲進來，蛋白石會充填進來，二氧化矽形成穿透體，或稱為「白土」或「矽方土」，也就是「高

嶺土」。

5. C-33 溫泉：早期的噴氣口，因為游移已沒有噴氣，為衰變的噴氣口。

第八站：強度最大的噴氣口【座標：121.529393、25.144537】

1. 沿著龍鳳谷步道再前行約 100 公尺處，可見到步道右側噴氣相當強勁，直衝向天。
2. 強度最大的噴氣口：龍鳳谷地熱區地熱強度最大的一個點，因為噴氣孔噴得很高(約 6m)，此為自然噴發。但是比不上硫磺谷的噴氣(約 20m)，為人工挖掘。

第九站：建福宮【座標：121.530059、25.144580】

1. 步道岔路往右，過健福橋，抵達建福宮。廟埕左前方可觀察到巨型山崩、硫磺土指與黑色的硫化鐵魚卵狀結晶。
2. 巨型山崩：山崩的類型有五種。
 - A. 地層滑落。
 - B. 岩石墜落：90°下墜，速度很快。
 - C. 滾落：石頭是滾下來的。
 - D. 跳動：石頭掉下來、反彈、再反彈。
 - E. 傾側崩落：此處是第五種的類型，不是滑下、不是直接掉下、不是滾落、也不是跳動，這是傾側。岩石沿著垂直節理、水平層理崩落，石頭掉下來時會疊在一起、層次很亂，稱為「傾側崩落」。
3. 陡崖：坡度超過 45°，可見塊狀或層狀的安山岩。
4. 硫磺土指：噴氣孔噴出的硫化氫凝結在岩石表面，可在噴氣口看到針狀的硫磺結晶，陡坡上可見土指，細長形一條條出現。通常土指是在鬆脆的沙土中，當雨下得很大時，上面有一個小石頭形成的帽子保護，為一種雨蝕小地形。但此處硫磺噴氣口的土指，則是因為噴出的硫磺會結痂，形成岩帽所致。
5. 硫化鐵魚卵狀結晶。
6. 安山岩岩石標本：新鮮面可觀察輝石、角閃石、紫蘇輝石等礦物；風化面有許多被侵蝕的小洞，原有的結晶礦物已掉落。

第十站：妙天宮【座標：121.530886、25.146363】

1. 回到龍鳳谷步道主線，穿越過男女分道的媽祖窟溫泉浴池，抵達廢棄的餐廳，岔路向左即可抵達妙天宮。
2. 石灰岩分類：
 - A. 原生石灰岩：石灰岩、海底的珊瑚礁。
 - B. 次生石灰岩：陸地上的石灰華。
 - a. 滴下來的：碳酸鈣溶解為碳酸氫鈣，從上面滴下來的，叫做「滴石」。

- 乾涸時慢慢增長。叫做「鐘乳石」，會由上往下長；滴在地上叫做「石筍」，會由下往上長；連在一起叫做「石柱」，此處較少。
- b. 岩壁上爬下來的：叫做「流石」。碳酸鈣水溶液一邊流、一邊蒸發，水蒸氣跑掉了，留下碳酸鈣。妙天宮 90%都是流石。細細的一條叫做「石莖」，較粗的叫「石藤」，更大的一條凸出來的叫「石簾」，規模更大的叫做「石幔」。此處大部分都是石莖、石藤，偶然有石簾。
- c. 第三種是水在地面上，剛好是一個窪地，水在盆地水面與地面接觸的地方像長出一圈沉澱物；當水往下降時，會繼續沉澱，好像梯田一樣，形成閉口狀的曲線，叫做「石皿」，也有人叫做「石田」。如果窪地裡還有水，就叫做「七彩池」。
3. 石葡萄：有一個內聚的結核，碳酸鈣會持續地附著上去，形成球狀的構造。石葡萄中間有一個小小的硬塊，內聚力較強，故鈣華以它為中心附著而成。
 4. 鮎(儿)狀石灰岩：更小的的是鮎狀石灰岩。鮎就是魚的卵，當水滴下來到地面時破碎，反濺後細細的顆粒重複沉澱、堆積而成。
 5. 管狀痕跡：鈣華表面上看起來像珊瑚礁，但其表面上有許多管狀的化石，有點像是海裡的蠕蟲，但是形狀又不很像。經過推理之後，推測此地原為濃密的森林，枯枝落葉很多，此應為竹子的枝條掉在溪底，後來被沉澱的鈣華所包住，而後有機物的枯枝腐爛被沖走，留下了管狀的痕跡。
 6. 安山岩包裹體：此地為火山區，有安山岩。當鈣華形成時包住安山岩，代表此處的鈣華為本地(火山區)產生，不是由外地帶來的。

第十一站：斷層崖【座標：121.531090、25.146257】

1. 由妙天宮走向南磺溪河谷，可見到厚層安山岩所形成的斷層崖。斷層崖走向：N49° E，與金山斷層的走向大致相符。
2. 斷層崖：幾乎是 90° 垂直的角度。金山斷層是個逆斷層，臺灣造山運動應力是由東向西擠壓，此處應為上升側，高度較大。妙天宮處為下降側，坡度較小。
3. 岩性：斷層崖如果垂直，時間久了就會崩落。但此處仍維持高角度的陡崖，是因為石頭是安山岩做的，非常緻密堅硬。如果石頭是五指山層的沉積岩，應可在陡崖上觀察到層理，並且根據臺北地質圖的地層分布，五指山層只分布在硫磺谷一帶，並非此處。因此可知此陡崖為火山熔岩流冷卻形成的安山岩，而且是輝石礦物為主的輝石安山岩。
4. 河床巨礫：河床上可見密密麻麻的巨礫，因在河床，故圓磨度較佳，可歸類為鵝卵石，與陡崖處落石的角礫不同。
5. 火山噴發：磺溪對面的厚層安山岩坡腳可見塊狀風化，但陡崖不見層理，可見得那次火山活動的噴發量很大。大屯火山群的噴發由 280 萬年前開始，在丁火朽山僅有少量噴發。主要還是在 80-60 萬年前的噴發，當時大屯、七星、竹子山、小觀音山等主要火山體一起噴發，不僅是噴發量大，而且

熔岩也很豐富，因此凝固後形成了厚層的安山岩。

第十二站：鈣華岩壁【座標：121.532069、25.147726】

1. 經過長壽橋，再越過媽祖窟餐廳(無招牌)，之後在步道分岔處左轉：有一株橫臥的大樹。面向溪流上游，遇到一座水泥竹節便橋，渡橋之前右側小徑，約5-10m有一處長滿鈣華的岩壁，妙天宮的鈣華都是從這裡敲下來的。
2. 滲穴：發育為石灰岩地下洞，已至石灰岩地形的壯年期了。

第十三站：湖底溪溪谷步道【座標：121.531891、25.148279】

1. 妙天宮北方約150m處，步道左側山崖。
2. 火山角礫岩：猛烈噴發的火山角礫岩由火山灰膠結，外形類似礫岩，與塊狀安山岩不同。
3. 噴發型態不同：因此二者岩相不同。
 - A. 火山碎屑流：猛烈型噴發，造成火山角礫岩。
 - B. 火山熔岩流：溫和型噴發，造成安山岩。
4. 羅漢窟溫泉：分成男湯、女湯，是政府出資興建的公共浴室，較無排他性，也不收費。本地耆老陳進治在民國六十幾年的時候先蓋了龍泉宮土地公廟，又鋪了一座簡易橋樑，以及這條通往湖山里的步道，以方便來十八份工作的湖山里居民在回家前，於野溪溫泉洗浴之後再回家。

第十四站：惇敘工商門口【座標：121.526824、25.144213】

1. 惇敘工商校門口：由校門口向外望，左側是沉積岩的砂岩石材，右側是火成岩的安山岩石材。
2. 砂岩石材：可觀察生痕化石沙棒。
3. 安山岩石材：可觀察角閃石、輝石、黑雲母等結晶礦物。

二、龍鳳谷爆裂口研究計畫學習評量分析

103年11月19日，由李思根教授帶領臺北市北投區泉源國小六年甲班師生進行龍鳳谷戶外教學，之後委由泉源國小林義淵老師找時間讓學生完成教學評量，研究小組再據以進行初步分析。

教學評量第一部分為概念題，共有10題，用來測驗學生在戶外教學之後對於龍鳳谷地區科學概念的認識程度；第二部分為問答題，共有二題，詢問學生對室上課方式的喜好程度，並以繪畫等方式表達感想。

表 5-2-1 龍鳳谷教學評量概念題學生作答統計結果

題號	答對數量	選①錯者	選②錯者	選③錯者	選④錯者	答對率
1	0	18	0	0	0	0%
2	13	0	1	1	3	72%
3	14	1	1	2	0	78%
4	15	1	0	2	0	83%
5	17	0	0	1	0	94%
6	16	0	0	2	0	89%
7	12	0	0	5	1	67%
8	11	1	0	2	4	61%
9	12	3	1	1	0	67%
10	12	0	5	1	0	67%
平均答對 6.9 題						

答對 10 題	答對 9 題	答對 8 題	答對 7 題	答對 6 題	答對 5 題	答對 4 題	答對 3 題	答對 2 題	答對 1 題
0 位	3 位	6 位	3 位	2 位	1 位	2 位	1 位	0 位	0 位

整體來說，10 題龍鳳谷教學概念平均答對 6.9 題，比例並不算高，顯示在地學生對於鄉土環境的認識還有再進步的空間。

答錯比率最高的是第一題「龍鳳谷地區是屬於哪種地質區」，全班同學都圈選沉積岩地區(正確答案為火成岩地區)，是對於大屯火山區後火山活動的認識較不足，還是被沉積作用形成的石灰華所誘導，抑或是無法辨識沉積岩與火成岩的不同？相關的迷思概念值得進一步探究；答錯比率較高的是第八題「妙天宮有許多白色的石灰華，請問哪一種類型的產狀最多？」有 4 位同學圈選了「塊狀」這個答案，被其外型所誘導，教師可進一步的就石灰華類型再對學生說明。另外，第十題「何者是屬於火山猛烈性噴發的產物？」有 5 位同學圈選了「厚層安山岩」，代表部分學生對火山噴發類型與產狀尚有混淆之處。

表 5-2-2 龍鳳谷教學評量上課方式學生作答統計結果

統計 \ 上課方式	教室內教學	戶外教學	都喜歡	語意不詳
學生數量	1	13	2	2
學生比例	6%	72%	11%	11%

在上課方式的調查結果中，喜歡教室上課方式的有 1 位，佔全班人數 6%，喜歡的原因為「因為可以實驗(S01)」；教室及室外上課的方式都喜歡的有 2 位，佔全班人數 11%，原因為「有不同的上課方法」；答案語意不詳的有 2 位，佔全班人數 11%；喜歡戶外教學上課的有 13 位，佔 72%，若加上兩種方式都喜歡的

人數，則達到 15 位，可說是 83% 的學生對戶外教學的上課方式有好感，原因包括了「室內太無聊(S02)」、「因為可以實際看到(S04)」、「因為可以讓我們看到多樣的例子(S05)」、「比較自由(S07)」、「因為可以教到很多(S08)」、「可以出去透氣、走走(S10)」、「比較好玩(S12)」、「因為可以比較可以看到自然的東西(S13)」、「因為可以看到實體(S14)」、「因為我喜歡上戶外課(S15)」、「因為可以學到平常學不到的東西(S20)」、「因為很舒服(S21)」。

由學生之回饋，可見得戶外教學能擴展學習的視野，也能相當程度的增加學生學習的動力，讓學生樂在學習。

陸、植物生態、文化史蹟和開發過程簡要

一、龍鳳谷地區植物生態概述

1. 最靠近噴氣口的植物是五節芒，其次是栗蕨，屬於草本植物。

A. 五節芒：禾本科芒屬，在陽明山地熱地區、裸露地區十分常見，花期約在 11 月~1 月間，陽性植物不耐遮蔽，葉長劍形，平行脈，葉緣有細鋸齒，容易割傷皮膚，是常見的火山植物。

B. 栗蕨：鳳尾蕨科栗蕨屬，是有毒蕨類，不可食用。顏色翠綠，葉軸兩側四個小羽片，看起來像蝴蝶，是容易觀察的特徵。葉片三角狀卵形，長可達數公尺，寬可達一公尺以上，三回羽狀複葉，葉軸可無限延長；葉背粉白，小羽片對生、無柄；孢子囊群沿葉緣著生，由葉緣反捲的假孢膜所保護。是火山地區常見植物。

2. 附近的灌木有燈稱花、灰木等植物。

A. 燈稱花：冬青科冬青屬，花色白，花小分散，花瓣 5 片，葉小 2~4 公分，葉緣有細鋸齒，分枝多，小枝光滑褐色密布白色皮孔，好像秤桿上的秤點。本島低中海拔均有生長，常見於開闊草原或森林邊緣。

B. 灰木：灰木科灰木屬，花色白雄蕊數量多且長，微有香氣，成圓錐花序，葉表面被倒伏毛，背面中肋密被絨毛，葉卵形，葉緣有細鋸齒。本島各地均有生長。陽明山區常生長於開闊草原或地熱乾燥區，是火山常見植物。

3. 喬木以雀榕數量最多，還有山黃麻、野桐、香楠、虎皮楠、黃槿等。

A. 雀榕：是桑科榕屬，為落葉性喬木，每年落葉一至三次，新葉開展前，被白色托葉保護，新葉常帶紅褐色，葉柄長，葉身長橢圓形 10~18 公分。隱花果簇生在枝幹上，密密麻麻，蔚為奇觀。雀榕的果實是鳥類愛吃的食物，但是種子難以消化，隨著鳥糞排出，如果落在適合的樹上，就發芽生長，雀榕發達的氣生根便開始纏勒那一棵樹木，最後取而代之。

B. 黃槿：錦葵科木槿屬，是海岸植物，抗鹽抗風，生性強健，生長快速。葉

- 心形，大片，居民摘其葉墊於糕粿以蒸煮，又稱粿葉樹。
- C. 山黃麻：榆科山黃麻屬，葉片互生，葉背白色；葉片基部歪心形，紙質，有三條明顯主脈，葉緣細鋸齒；老樹幹常有瘤狀突起。是喜歡陽光的先鋒物種，生長迅速，不耐寒冷，通常三、四十歲就壽終正寢，木材輕軟，可以做球拍、火柴棒、木屐等。
- D. 野桐：大戟科野桐屬，喜歡陽光的植物，常見於全島平野及低海拔山區。葉卵形或圓形，葉背黃綠色，葉基有2個腺點，吸引螞蟻來吸食；雌雄異花，花小無瓣，雄蕊多數，花絲細長，雌花花柱三裂，蒴果布滿軟刺，果實常吸引許多椿象來吸食蜜腺。
- E. 香楠：茜草科茜樹屬，是臺灣特有種，俗稱瑞芳楠，分布臺灣低海拔地區山麓。葉片披針形，黃綠色，叢生於枝端，葉片搓揉有電線燒焦味，樹皮是做線香的材料之一。
- F. 虎皮楠：虎皮楠科虎皮楠屬，葉柄長，有時帶紅色，葉長橢圓形，葉身8~10公分，葉面綠色，葉背白色，脈紋與網格極為清楚，本島各地可見，喜生長於中低海拔的稜線多風處。
4. 沿著步道走，距離噴氣口較遠，植物種類就增加許多。有桔梗蘭、苧麻、姑婆芋、長梗紫麻、野牡丹、颱風草、月桃、杜虹花、水冬瓜、血桐、構樹、相思樹、青剛櫟、山棕、拎壁龍、槭葉牽牛花、大頭艾納香、火炭母草、有骨消等植物。
5. 靠近溪流的步道蕨類植物種類豐富，有姬書帶蕨、熱帶鱗蓋蕨、粗毛鱗蓋蕨、伏石蕨、觀音座蓮、筆筒樹、長葉腎蕨、腎蕨、有刺鳳尾蕨、鳳尾蕨、半邊羽裂鳳尾蕨、密毛小毛蕨、大金星蕨、鐵線蕨，還有苔蘚類的地錢。
6. 由南磺溪河谷開始觀察，在壘石的隙縫中，可見到最大宗的植物是芒草(五節芒或白背芒，視開花季節和葉背而區分)。在溪底水流邊上，臨近水邊生長有空心蓮子草，溪沙淤泥處有部分的禾本科植物叢生著。
7. 南磺溪河底往上，可分成人工種植的和野生的兩種類型植物；人工種植植物跟一些長期在此泡溫泉的遊客有密切地關係。
- A. 人工栽種有：翠蘆荊、虎尾蘭、景天科的馬齒莧和松葉牡丹、山黃梔、芭蕉、美人蕉、變色龍、香楠、雀榕、榕樹、九節木、茶花、粗肋草、龍柏、鳳梨、荔枝、馬櫻丹、蒲桃、萬年青、朱蕉、榕、拎樹藤、雙花蓬萇菊、金絲竹、白鳳菜、龜背芋、鴨掌藤、杜英、山素英、金腰箭舅等等在建築物和步道兩側均和花檯上。
- B. 步道兩側到河底旁野生植物則有：芒草，颱風草，茄苳、野桐、雀榕、榕、野牡丹、山菅蘭(野桔梗)、樹杞、山黃梔、拎樹藤、拎壁龍、九頭獅子草、

大花咸豐草、雞屎藤、二葉草、沙草、假柃木、白匏子、山芋、姑婆芋、水同木、火炭母草、大青、普刺特草、燈秤花、葎草、牽牛花、野薑花、山黃麻、杜英、山芋、栗蕨、有骨消、姬書帶蕨、熱帶鱗蓋蕨、粗毛鱗蓋蕨、伏石蕨、觀音座蓮、筆筒樹、長葉腎蕨、腎蕨、有刺鳳尾蕨、鳳尾蕨、半邊羽裂鳳尾蕨、密毛小毛蕨、大金星蕨、鐵線蕨、小葉冷水麻、紫花酢醬草、鴨跖草、江茛、沿街草、奧氏虎皮楠、香楠、九節木、灰木、一枝香、紅楠、美洲假蓬等等。

以上記錄龍鳳谷地區植物分布概況。另外，下列植物圖片為古秀珍拍攝，植物圖譜由高月妥繪製。



五節芒。



栗蕨。



栗蕨。



燈秤花。



灰木。



雀榕。



雀榕。



黄槿。



黄槿。



山黄麻。



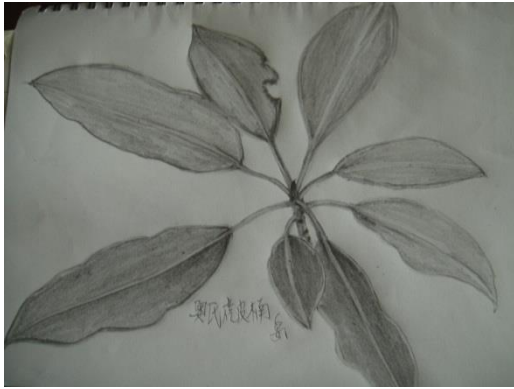
野桐。



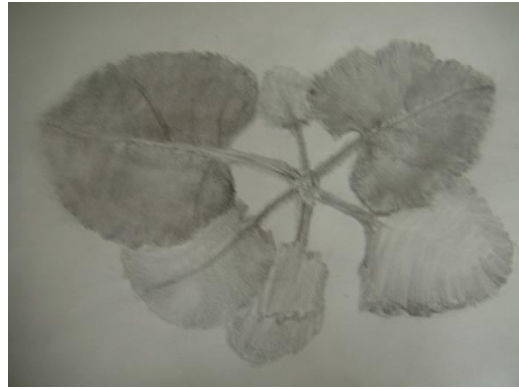
香楠。



奥氏虎皮楠。



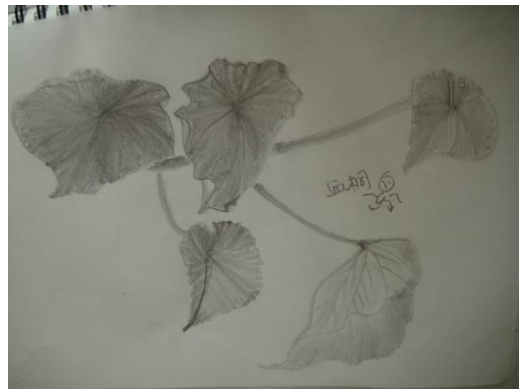
奧氏虎皮楠。



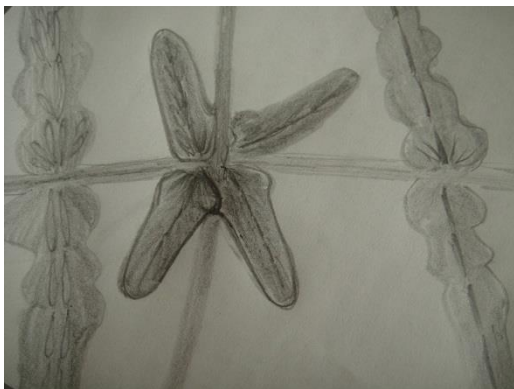
紫背草。



翠蘆荊。



血桐。



栗蕨。



牽牛花。



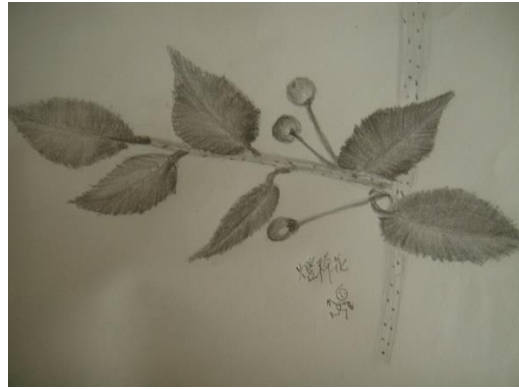
小葉桑。



伏石蕨。



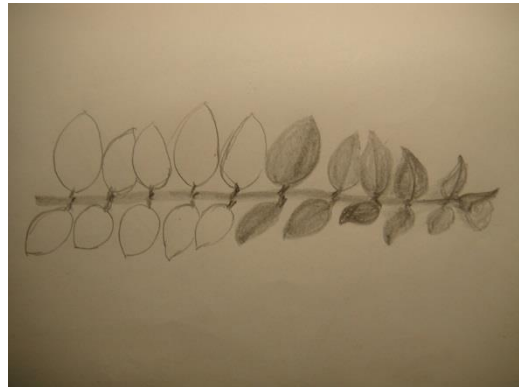
金腰箭。



燈稱花。



灰木。



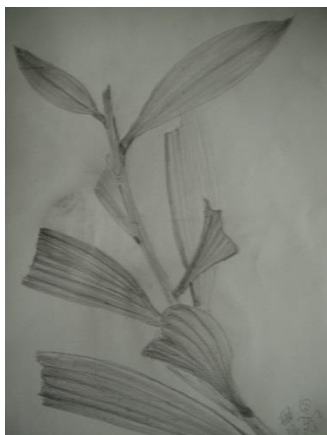
拎壁龍。



柃木。



青苧麻。



相思木。



姬書帶蕨。



颱風草。



美洲假蓬。



黃槿。



山黃麻。



粗毛鱗蓋蕨。



紅楠。



芒草。

二、龍鳳谷地區文化史蹟概述

龍鳳谷其頂端位於頂北投，以泉源路與紗帽路交接的鼎筆橋為始，橋一邊是陽明淨水廠，另一邊是寶山建設招待所，原屬日據時代山本義信(板橋街長、臺北州協議員、駐臺 47 年)所有的溫泉旅館，名為「雙葉莊」，也曾是故總統嚴家淦先生的官邸，對面還有一間派出所早已拆除，橋下是大坑溪與烏樹腳坑溪匯流後改稱為南磺溪，續有湖底溪匯流入(南磺溪流入天母之後就稱為磺溪，於士林匯入外雙溪，後再匯入基隆河)。南磺溪水量豐沛貫穿整個龍鳳谷，是幼年期河川，落差頗大、流水湍急，層層疊疊亂石，激起串串的水花，沿陡峭的岩壁刷刷急沖，充沛鮮活的陰離子及芬多精空氣充滿山谷。谷內又有後火山活動留下之碳酸鹽溫泉湧出，因而設有許多溫泉浴室。而該區舊名稱做大磺嘴的雙重溪(惇敘高中公車站原本是雙重溪站)，谷口東邊是紗帽路第二展望臺崖下，西邊是龍鳳谷親水公園遊憩區(原設有溫泉泡腳池已廢除)。該處東邊是紗帽山，由此處看去像一隻烏龜，所以紗帽山又稱龜山，頭朝著凱達格蘭族的聖山七星山。歷史記載清康熙三十六(1697)年，郁永河到此採硫磺，臺北市文獻委員會立有「清郁永河採硫處」紀念碑。

1895 年日本據臺後引進泡溫泉習俗，1896 年北投第一家溫泉旅社天狗庵成立，之後 1924 年北投公共浴室完成，在北投及陽明山地區有溫泉的旅社、

俱樂部、飯店、別莊等如雨後春筍般紛紛成立，當陽投公路於1929年開通後，1930年草山公共浴室完成後，陽投公路經過的龍鳳谷野溪溫泉更是遊客所愛，早年曾在湖山國小任教的李思根教授回憶往事：民國48年左右，當時湖山國小校內的鐵磺溫泉除提供教職員工使用之外，社區家長也常爬窗進來洗浴；但是夜深時分學校會關上窗戶，家長就會前往野溪洗溫泉了。

龍鳳谷第一個公共溫泉浴池約於民國50幾年設立的《羅漢窟》（開始時以男性為對象，之後就增設女性浴間），泉源里陳進治老里長手內在羅漢窟對面還蓋了間龍泉宮，老里長說當時騎車前來人士漸多，他就申請了一張保管車輛的營業執照提供停車服務，同時也經營一間小吃店，至民國60年才擴大營業，稱龍鳳泉餐廳，因在山谷的上方，久了自然改名稱為龍鳳谷餐廳，之後整個山谷也叫做龍鳳谷了，名稱改來時間並不久。（羅漢窟因位於行水區內，國家公園管理處恐生意外，現正拆除中，是否保留湧泉於附近另擇安全址再建不得而知，只擔憂50多年的公共浴室就此消失，只存在於記憶中回味）。

約於同時，一位當地老阿嬤（現稱老菩薩），望見龍鳳谷內每當入夜時分就有火光閃閃，沒有人敢入谷探究，老菩薩認為那必定是個美妙洞天、風水寶地，於是向國有局承租地於民國58年建成了間家廟——妙天宮，當時物力維艱、谷底交通艱難，建廟材料就取用當地石頭建造，殊不知用的是石灰華（travertine）（類似鐘乳石，結晶在岩壁上的微晶狀碳酸鈣，以不甚緊密方式堆積，並可見植物腐敗枝葉所遺留的痕跡），很多解說者誤認為是珊瑚礁，推測是千萬年前該地處於海底，因逐漸隆升而造成珊瑚礁遺跡。經過李思根教授發現了包裹體、植物枝葉遺留的痕跡等證據，證實是地質年代不到超過百萬年的石灰華。妙天宮也是全臺唯一使用石灰華為材料建造天公爐、供臺、矮牆的廟宇，且雖是供奉媽祖的家廟，但沒廟門，亦可供往來信眾隨時朝拜，媽祖也全天候的庇佑著過往遊客。當時又因老菩薩皮膚不適，廟前就有豐沛之溫泉湧泉可浸泡療養，久而久之浸泡人潮漸多，大家集資完成了男、女湯公共浴室，因在媽祖廟前，自然便稱為《媽祖窟》。

媽祖窟後邊有間小餐廳，於民國95年8月12日中午12點3分，無風、無雨、無地震情況下，餐廳上方約十多米處一塊約有幾十噸重巨岩，左晃、右晃、前點頭、後無聲的慢慢滑下，並滑落在餐廳內，當時還有兩位來賓可見證。餐廳只有屋頂沒牆壁，巨石滑下時除壓垮一張小桌子外沒碰壞任何器物，大家愣了一會兒後才嘖嘖稱奇！不過老菩薩說三天前她就夢到石頭公說要來當阿嬤的女兒，現在巨石邊刻有一尊老菩薩面像的石雕坐像，一起供人禮拜。

過了媽祖窟，再往下游走幾分鐘，步道邊可見到健福橋，走過橋是《象頭窟》（鳳皇溫泉），上面有健福宮守護著溫泉。旁邊有多處充滿硫磺氣的噴口嘶嘶作響，還有幾口滾燙的溫泉加熱池提供下游使用。

進入龍鳳谷有七條步道，每條步道都有土地公廟守護著，中間就是妙天宮，有神明的保佑當然是最“夯”的步道，流水聲、風聲、鳥鳴聲、地熱噴氣

聲，峽谷內植物茂盛，讓人大口呼吸健康的「空氣維他命-陰離子、芬多精」濃郁。所以，這不只是一條健康步道，也是森林步道、硫氣步道、泡溫泉步道、親水步道、土地公廟宇步道，假日來趟健康逍遙遊是很不錯的選擇。當地溫泉浴室長年下來都是以會員制管理，分早、中、晚三班，欲前往泡湯者要打聽清楚以免招白眼。(以下龍鳳谷步道圖及照片為魏祥穗繪製及拍攝)

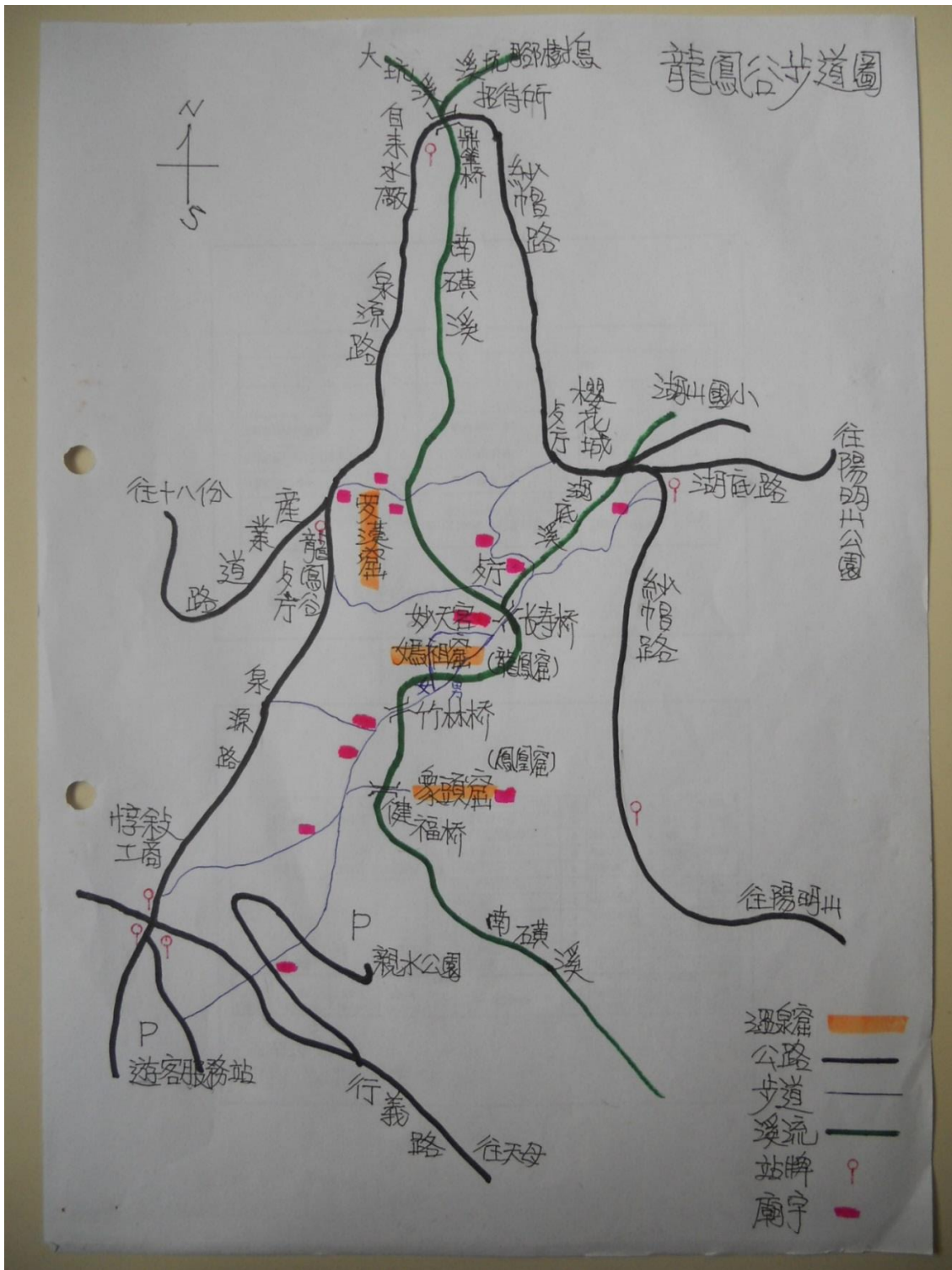


圖 5-2-1 龍鳳谷步道手繪示意圖



妙天宮。



媽祖窟餐廳石頭公。

附錄：臺北市文獻委員會所立「清郁永河採硫處」紀念碑全文：

郁永河，浙江仁和人，好遊歷，遍至閩中，清康熙三十五（一六九六）年冬，福州火藥庫突遭回祿，燬硫磺五十餘萬斤，典守者負償責，多方搜購不獲，知臺灣淡水盛產硫磺，因地險阻，無敢至者，永河聞之，慨然請行。

次年二月抵安平，四月初率工役北上，沿途荒蕪，罕見人跡，五月初由淡水港入，水道甚隘，過甘答門（今關渡門），忽有大湖，浩渺無際，又行十許里，至張大所築茅蘆，乃藉此邀番集飲，以布易硫，命工煮煉，產硫處，即今雙溪口一帶峽谷。

其時草莽未開，瘴癘肆虐，數月，工役十且病九，以舟送歸，秋七月，風雨大作，居所蕩然無存，永河不稍綏，水退，再治屋，增役繼續煉製，終竟其事，十月初返閩復命，鬚眉斑白矣，猶追記所歷，成裨海記遊、番境補遺、海上記略等書，為治臺灣史之珍貴史料也。

三、龍鳳谷地區開發過程

本文為泉源里老里長陳進治先生之第一手資料訪問稿，為泉源社區發展協會林再賢所提供。由訪問稿內容可窺知龍鳳谷地區之開發始末與地名由來。

受訪人：陳進治

出生年次：民國 33 年

背景：湖山國小畢業，擔任北投泉源里里長 16 年半

訪談時間：2013/11/12

訪談地點：龍鳳谷餐廳

訪談內容：

失怙童年

父親是養子，傳嗣自北投陳姓七大柱，另有兩兄弟分別姓林及胡，有族譜詳載。陳姓家族土地很多，字紙都有記錄土地的位置，日治時期土地不值錢，

後來都因稅金未繳而被充公，第一公墓目前還有祖先的風水。母親來自基隆蔡姓養女，到北投大磺嘴做白土仔工，經人介紹認識父親。

父親早年得肺病，記憶中他長年臥病，家中經濟重擔落在母親身上。當時我們住在頂湖開柑仔店（現在的斜坡停車場），房地是詹賢的土地，母親每天挑著山上的農產品、柑仔腳¹⁰走路到北投販賣，再補些柑仔店貨像金含、牛奶餅、胡椒餅、香煙等挑上山，八歲就開始幫忙挑擔到北投市場或車站去賣，當時警察很兇，稱仔經常被沒收¹¹，有時要央求他很久才會還。九歲父親過世，家貧，向鄰居一戶借一百元料理後事，自此，店中賒帳、欠帳不絕，孤兒寡母，看盡世間冷暖。小學就讀湖山國小，由炭腳走下來約十分鐘，因常幫忙家計，功課跟不上，識字不多，上課常遲到被老師打手心、罰站。李思根老師常叫我幫忙買菜，我用最少的錢買齊全，還會殺價。當時我的綽號叫嘟嘟，很會跑，很調皮，買菜的地方在磺坑內，由六窟爬上去，約 20 分鐘。

陽投公路修築於日治時代，老總統偶會經過，謠傳他的貼身侍衛都是神槍手，為避免造成困擾，每當狹路相逢，就面壁背向他，比較安全。在十八份路未通前，常幫忙老總統搬家，夏天從士林官邸搬上草山行館，冬天則相反。里民中還有許多人都在公園路燈管理處工作退休。

自轉車少年

小時不會騎自轉車（腳踏車），山上也無車可學，下山到北投看到別人騎車很羨慕。小學畢業後，幫山下雜貨店送貨，當時有一款自轉車牌子叫五順，後面鐵架較大，可裝兩打或三打疊起來的汽水。會騎車的人，直接騎去送貨，不會騎的人就推著走，直到將貨送完，就可以學著騎，這種「生意車」，不認識的不隨便借人，只好換工來學騎車。那時一部自轉車價值一千多元，學會了之後，向「會仔協會」¹²貸款，以分期付款的方式購買。那時我挑著柑仔從頂湖東昇路 108 號木根家附近的土地公廟走下來，到水廠附近，再將柑橘裝入原先託放在立委家的自轉車，經常前面裝兩籃，後面裝一籃柑橘騎下山，開始賣水果。路很陡，郵政訓練所附近，常有牛車載運白土¹³，沾粘在柏油路上，下雨天容易打滑，曾經滑倒摔車，手部受傷至今。當時曾經請阿米許隨便拉一拉，也買不起藥，回家用冇骨消根和飯粒，塗在傷處消炎。」

開創家業

頂湖曾經有兩間柑仔店，一間是大腳市仔（木根的岳母）開的，位在耶穌林福音堂後面，一間是我父親生前就開的，位於路邊，直到厝地被詹賢要回…。除了少年時賣水果，16 歲接手田產後開始學習耕作，因沒有父親在旁指導，不諳農事，土地曾給鄰居耕種，三七五減租時還以兩分半的利息，籌了兩萬塊才

¹⁰ 熟透掉在地上的柑橘。

¹¹ 當時未用磅仔，一枝 15 臺斤的稱仔約 30 元。

¹² 類似今天的銀行。

¹³ 瓷土。

要回土地。十八挖圳水源被拿走後田水不夠，土地乾涸，無法插秧，連工具都必須向別人借。除了稻米還兼種些青菜及大理花。當時住在頂湖福音堂附近，田地在下，常要挑粟回家曬，從風尾步道及樹屋旁上去，後來這塊地賣給華南飯店開路以便上方蓋別墅，一家才搬到山下的田寮仔。景氣最好的時候附近有九家餐廳，可以說是臺灣「土雞城」的發源地，後來因為常有人酒駕飆車，摔落坎底傷亡，最嚴重一個月內發生十一起，於是市政府派人取締，從此沒落。民國 74 年國家公園成立後，受限多影響也很大。餐廳在五六年結束營業，一方面是景氣沒落，同時時代也改變，雇用員工，還要滿足他們高薪、工時短、休假多的要求，實在有困難。

詹清地的父親有橘園，我向他包整片，2 萬元可採收兩次，採果的時候，有些還在開花，採完後一批、另一批又結果。我不會寫只會講，請人畫一個人伸手採柑仔，遊客來陽明山賞花，知道這裡可以採柑仔，人就越來越多，造成轟動，可以說是臺灣觀光果園的開始。我到別處刈柑仔來門口賣，進去採要門票，出來買另外算，我起家都是包柑仔園賺的錢…另外，埔仔喬大買的那塊地，從前是芭樂園，種的是四季芭樂，非常好吃，我也以兩萬塊包下來，農會來載，一次就 24 箱，賣得很高興。另外我有一部客貨雙用的裕隆汽車，幫忙送菜兼載遊客，從北投到紗帽橋一個人 5 塊…。

龍鳳谷、羅漢窟、媽祖窟的由來

龍鳳谷

第一階段：「初搬來這裡是簡易的田寮仔，後來將舊厝翻新。溪底有磺水自石頭洞噴出，早年由紗帽山(湖山里)下來這邊種田的人，工作結束就在這裡洗完澡再回去，後來的人在這裡用帆布遮起來，男的一邊，女的一邊…後來我就將這裡取名龍鳳谷」。之後經營的餐廳也是以龍鳳谷為名。

第二階段：「往磺泉的坎底，路跡不明顯，且要攀附樹籐才能上來，泉水很大，只有用兩枝木頭架起來當做橋樑，方便十八份到湖山里的居民往來。後來我打了橋墩，用三枝木製電線桿，每枝 10~20 米，請許多人幫忙抬下去鋪好，在上面釘板子」。

第三階段：「雖然橋樑鋪好，但上下坡的路仍然坎坷不平，我提出修路的想法，但在北投公所當技師的李成隆說：這個工程會虧錢，沒有人要標，後來我籌了一須些錢，找人去標，才將路修築完成。又陸續申請站牌¹⁴、向市政府申請公共浴室。這個時期我也在自家做生意，賣清粥小菜，後來擴大規模成為龍鳳谷餐廳。因為龍鳳谷三字並未註冊，陽明山國家公園管理處將它挪用，設立龍鳳谷遊憩區管理站。」

羅漢窟

¹⁴ 龍鳳谷舊名雙重溪，位於頂北投站和惇敘工商中間。大磺嘴當地人稱「磺仔」，乾隆 36 年地契有舊地名磺嘴頂。以前請站牌很困難，要請記者報導，現在較民主，很快就申請下來。

「下面的土地公廟龍泉宮是我所蓋的，名字也是由我所取，在這裡做事業就開始，初一、十六都要拜土地公，我從頂湖的土地公廟分香過來，建廟的時間在民國？年，與造橋同一時期。主要由我管理，也有人捐獻…」，現在由一位名生意人江山美負責，據說是神明託夢，指示他請一座土地公來此供人奉祀，並將土地公安金身，他的名字被鑄刻在石碑上。遇水則發，很多外地人來祭拜後都賺錢。廟的建築是由忠寮李永田匠師打造，剪黏也是使用古早的花色。現在的土地公樣式較現代化，由磚及水泥為材料，以後沒錢做龍柱、壁堵，只放些牌匾，其他裝飾較少。羅漢窟就是崁底的磺水出口處，男浴女浴都有，不單只男姓，不知為何有這樣的地名。

媽祖窟

在羅漢窟下方數十公尺處，遊客後來蓋了一座廟，因供奉媽祖為主神，附近自然湧出之溫泉就稱媽祖窟溫泉，開始使用媽祖窟的地名。

里長生涯

「由於父親亡故由多位鄰居協助，缺米糧也受資助，成長過程中受鄰居幫忙很多，加上識字不多寫信常煩勞厝邊。母親一再提醒：日後我們有飯可吃，記得要報答人家。做餐廳之後人面較廣就開始選里長，過程很辛苦，但我是一個找事做，主動服務的里長，不是等里民來拜託」。有了口碑之後，得到里民的信任，總共連任四屆共 16 年半，加上大兒子志成即將做滿第二任，父子共服務 24 年。

柒、圖版說明

本章節為龍鳳谷地區景觀之照片，按照各站順序編排，圖版 1-1 即第一站景點的第一張照片，其餘以此類推，詳細說明內容請參照第肆章龍鳳谷步道特殊景點及解說資源介紹內文。



圖版 1-1 龍鳳谷遊客服務站



圖版 2-1 鳥瞰龍鳳谷火山地形



圖版 3-1 龍鳳谷步道植物觀察



圖版 4-1 安山岩塊狀風化



圖版 5-1 密集噴氣孔



圖版 6-1 火山堰塞湖(龍鳳池)



圖版 6-2 針簇狀現生硫磺結晶



圖版 7-1 洋蔥狀層層剝裂的鱗剝



圖版 7-2 安山岩受到熱液換質作用



圖版 8-1 噴氣孔與溫泉井



圖版 9-1 管束狀硫磺花



圖版 9-2 懸掛型硫磺花



圖版 9-3 土指構造



圖版 9-4 硫化物特殊堆積相



圖版 9-5 熱液燻烤與片狀風化



圖版 10-1 妙天宮複合型石灰華



圖版 10-2 鈣華內樹枝狀構造



圖版 10-3 鈣華上輝石安山岩包裹體



圖版 11-1 安山岩垂直崖



圖版 12-1 鈣華岩壁



圖版 13-1 湖底溪河道急流



圖版 14-1 惇敘高級工商職業學校



圖版 15-1 戶外教學一景



圖版 15-2 貴州馬嶺河鈣華

捌、參考資料

王正松、許中民(1998)：中央氣象局七星山氣象雷達站基址山坡測量及地質調查工程報告書，立偉工程有限公司。

王鑫(1980)：臺灣的地形景觀，渡假出版社有限公司，252 頁。

王鑫(1982)：大屯火山區的地形地質景觀及保育利用，野外雜誌，第 162 期。

王執明(1985)：大屯山群及北部濱海地質簡介，臺灣省政府教育廳，5~6 頁。

石再添(1971)：陽明山管理局區域的地形計測，中國地理學會會刊，第 2 期，19~24 頁。

石再添、鄧國雄、黃朝恩(1980)：火山與地震，幼獅文化事業公司，85 頁。

- 何春蓀(1982)：臺灣地體構造的演變，臺灣地體構造圖說明書，經濟部，126頁。
- 宋聖榮(2003)：臺灣的溫泉，臺灣地理百科，遠足文化出版社，50~64頁。
- 李瑞宗(1991)：丹山草欲燃，內政部營建署陽明山國家公園管理處員工消費合作社。
- 李瑞宗、鄧國雄、楊貴三等(1986)：臺灣活斷層的地形學研究，師大地理研究報告，第12期，1~44頁。
- 林朝榮(1981)：臺北市地質，臺北市發展史，臺北市文獻委員會，151~226頁。
- 郭城孟(2001)：蕨類圖鑑，遠流臺灣館。
- 陳肇夏(1979)：火山奇跡，陽明山國家公園管理處，32頁。
- 張金斯(1987)：火山爆發與災害預防，牛頓雜誌，第45期，81~93頁。
- 黃敦友(1988)：臺灣地質現象，中央地質調查，59頁。
- 程楓萍(1987)：陽明山國家公園溫泉水資源調查與利用規劃及管理研究計畫報告，工業技術研究院能源與礦業研究所及中國文化大學，178頁。
- 楊萬全(1980)：大屯山火山彙南坡面的水文研究，師大地理學研究，第4期，69~92頁。
- 劉聰桂(1980)：大屯火山群地質之旅，戶外生活，元月號。
- 鄧國雄(1988)：陽明山國家公園之地形研究，中國文化大學研究所，87~90頁。
- 鄧國雄(1985)：大屯火山群的形成其地形景觀，科學研習，第24期，13~20頁。
- 鐘詩文、陳建志(2004)：臺灣賞樹春夏秋冬，田野影像。
- Juang, W. S. (莊文星) and Bellon, H. (貝隆)(1984)：The potassium-argon dating of andesites from Taiwan, Proceedings of the Geological Society of China, no. 27, pp. 86-100.
- Kadomura, H., Yamamoto, H., Imagawa, T., et al. (1980)：Erosion and mudflows at Usu Volcano after the 1977-1978 Eruption: August 1977-December 1979, Environmental Science, Hokkaido, no. 3, pp. 155-184.

附錄一：第一次龍鳳谷田野調查記錄

☆時間：103年4月13日星期六 08：30—15：02。

☆地點：臺北市北投區龍鳳谷步道。

☆名稱：2014「大屯火山群龍鳳谷爆裂口特殊教學資源之開發與推廣宣導計畫」。

☆參與人員：李思根老師、曹湘娟、林再賢、張隆吉、楊全宗、楊士毅、閔雲英、魏祥穗、劉姐、連延壽、李魁和、楊志文等 15 人。



☆活動流程：

時間	地點	觀察重點	備註
0816	北投捷運站		搭張隆吉車出發。
0826	龍鳳谷遊客站	<u>第一站：龍鳳谷遊客站</u>	0842 開始解說。0908 離開。
0928	惇敘工商(泉源)公車站牌	<u>第二站：惇敘工商公車站牌</u> 爆裂口、南磺溪河床、熔岩臺地、噴氣口、火山堰塞湖、人地交互作用	
0934	步道植物	<u>第三站：百年黃槿</u> 黃槿、栗蕨、雀榕	
0944	小雨溝	<u>第四站：小雨溝</u> 底岩與落石、熱水蝕變、鱗剝	0951 離開。
0956	停車場上方步道	<u>第五站：噴氣口</u> 噴氣口、斷層河、地熱區植物	
1008	龍鳳池	<u>第六站：現生硫磺結晶</u> 硫磺結晶、掘鑿曲流	
1015	X-04 溫泉池	<u>第七站：白土穿透體</u> 鱗剝風化、白土穿透體	
1029	噴氣口	<u>第八站：強度最大的噴氣口</u> 噴氣口	
1035	建福宮側面	<u>第九站：建福宮</u> 巨型的山崩、傾側崩落、硫磺土指	1057 離開。
1104	長春園		南賓、女賓分道。

1115	妙天宮	<u>第十站：妙天宮</u> 鈣華、包裹體	
1132	斷層崖	<u>第十一站：斷層崖</u>	1143 離開。
1148	媽祖窟餐廳		午餐。1309 講石灰岩至 1322。
1326	妙天宮		1336 離開。
1352	鈣華石壁	<u>第十二站：鈣華岩壁</u> 滲穴、石灰岩洞	1348 拍團體照。1403 離開。
1408	湖底溪溪谷步道	<u>第十三站：火山角礫岩</u> 火山角礫岩	
1417	羅漢窟		
1428	龍鳳谷餐廳		
1456	惇敘高工門口	<u>第十四站：惇敘高工門口</u> 砂岩、安山岩。	
1502	龍鳳谷遊客站		解散。

☆教學紀錄：《略》。請參見第肆章龍鳳谷步道特殊景點及解說資源介紹各站內容。
楊志文記錄於文化國小三樓 201404241027

附錄二：第二次龍鳳谷田野調查記錄

☆時間：103 年 5 月 9 日星期五 14:03—16:16。

☆地點：臺北市北投區第一公墓、龍鳳谷地熱區。

☆名稱：2014「大屯火山群龍鳳谷爆裂口特殊教學資源之開發與推廣宣導計畫」
第二次田野調查。

☆參與人員：李思根老師、林再賢、楊全宗、魏祥穗、林蕙蕙、高藝嘉、楊志文等 7 人。

☆活動流程：

時間	地點	觀察重點	備註
1403	奇岩捷運站		與李老師碰面。
1420	龍鳳谷遊客站	行前說明	1435 離開。
1444	第一公墓陰陽路	15 個褶皺觀察	1540 離開。
1550	龍鳳谷停車場	龍鳳谷地熱區、臃狀丘	1616 離開。
1633	北投捷運站		解散。

☆教學紀錄：

下雨天，視線較不佳，擔心今天拍的照片不能使用。

李老師一再強調要穩定性佳的掃描錄影，一次將連續褶皺的全貌記錄下來。

現場有錄影留下檔案的有李老師與楊全宗大哥。



龍鳳谷遊客站行前說明

1. 經費報支的問題：調查與資料整理已經有幾個月了，相關的經費也該核銷一部分了。目前已可做專案期中的公開發表了，因為泉源社區參與的人數可能較少，或許可在北投社大發表，或是運用喬大讀書會的聚會舉辦龍鳳谷研究期中發表會，時間大約 30—50 分鐘即可。※此部分請林再賢與喬大基金會聯繫。
2. 今日田野調查重點：已經調查過的火山地形、喀斯特地形今天不講。
 - A. 陰陽路列為一個景點。
 - B. 龍鳳谷遊客服務站也要列為一個景點，略述編制、開放時間等基本資料。
 - C. 第一公墓：也可提一下風水的格局，左青龍、右白虎。地質為五指山層沉積岩。民國 53 年時，泉源國小為了讓學生跳國民健康操，因此買了第一套的麥克風，當時第一公墓李姓管理員常去泉源國小打麻將，他們的暗號是用麥克風喊「1、2、3」，李姓管理員就會穿越惇敘高工的小徑跑來打麻將了。

陰陽路褶皺背景

1. 位置：第一公墓牌樓進入沿馬路約 1.5km 的道路右側。
 - A. 經緯度：東經 $121^{\circ}31'28''$ 、北緯 $25^{\circ}8'22''$ 。
 - B. 高壓電塔：面對電塔可見標示。
 - a. (左側)陽明北投線 004 高壓電塔：
 - b. (右側)陽明興仁線 004 高壓電塔：
2. 層態：N78°E, 25SE。傾向 168° (向南)，傾角 25° 。
3. 地質：五指山層砂頁岩互層，較厚層為含鐵的粉砂岩、較薄層為泥質頁岩。一層約 15—20cm 厚。

第一個點：背斜的左翼

1. 背斜的上面被圍牆擋住了，右翼也被蓋住了。左翼的傾角不大，約 25° 屬於緩背斜。

第二個點：正背斜

1. 照片中原子筆的位置是背斜軸，這是個正褶皺，露頭二翼的寬度為 1.5m，高 0.75m，二側傾角 45° ，是一個標準的正背斜。
2. 地層為五指山層粉砂岩，含有鐵離子，不硬，指甲一刮會破碎，這是因為長石多、石英少。
3. 節理：標準的褶皺節理應是放射狀的，節理會交會於圓心。
4. 包絡面(一層的厚度)約 15cm，為層間褶皺。

第三個點：含鐵背斜的左翼

第四個點：尖頂褶皺(向斜)

1. 有一個小小的向斜。

第五個點：迷你型的背斜

第六個點：有可能為荷重鑄型的向斜

1. 白色的半圓形區塊有一枝筆當比例尺。
2. 如果是橫壓力所形成者為「褶皺」，如果在地層尚未硬固之前，因為重力壓下來所形成，則稱為「荷重鑄型」。

第七站：單斜褶皺

1. 主題景點：此一系列褶皺中規模最大者。
2. 單斜褶皺：左翼約 38° ，右翼接近垂直。長度約 2.5m，走向為 $S13^\circ W(197^\circ)$ ，可知應力由南向北擠。
3. 擠壓的力量從哪裡擠過來的？一定是從低角度擠向高角度的方向。
 - A. 角度小：力的來向。
 - B. 角度大：力的去向。

第八個點：小向斜

第九個點：尖頂褶皺(背斜)

第十個點：牛眼構造

第十一個點：尖頂向斜

1. 尖頂處有一個硬幣。
2. 與第十二個點一起參看。

第十二個點：緩背斜

1. 背斜頂有一個硬幣。

第十三個點：突出的向斜

1. 向斜處有一個硬幣。
2. 與第十四個點一起參看。

第十四個點：具有破劈理的背斜

1. 背斜頂有一個硬幣。
2. 背斜軸有一條長了植物的破劈理。

第十五個點：最後一個向斜

1. 向斜處有一個硬幣。

褶皺意義

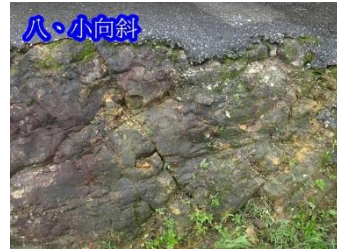
1. 五指山層因為造山運動擠在年輕地層上面，成為「不整合」。
2. 可知此處歷經激烈的板塊擠壓，且褶皺應為在地殼深處所形成，才可能造成此處頻繁的褶皺數量，且有各種不同類型的褶皺，具有高度科學性的教材。
3. 可推測此處形成時間與目前露出的時間一定間斷很久。
4. 歸納：此處褶皺群形成時間很早，出露時間很晚。

南磺溪臄狀丘

1. 由龍鳳谷停車場步道右側可進入龍鳳谷地熱區，可觀察到許多噴氣口硫磺結晶及許多漂亮的洋蔥石。
2. 臄狀丘：最早的時候河流靠近大埔熔岩臺地，而後河道靠近敦敘高工一側。後來為了修建停車場而填土，讓河道往另一側移動。我們可觀察到在大埔熔岩臺地一側有一個舊河道，當河水流量增加漲高時，河水會分流而行，形成一個「早期放棄的臄狀丘」，目前該河道已被落石堰塞；之後河道靠近敦敘高工，因修築停車場又形成一個「人工改道的臄狀丘」；最後則是現生的河道上有一處較高的「現生的臄狀丘」。

☆調查照片：





楊志文筆於三樓 201405141702

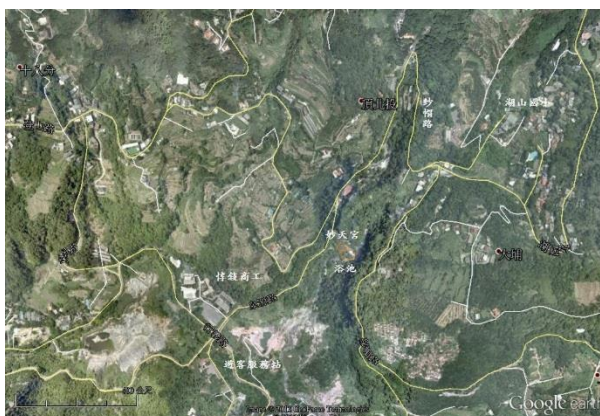
附錄三：龍鳳谷戶外教學記錄

☆時間：103 年 11 月 19 日星期六 09：06—12：05。

☆地點：臺北市北投區龍鳳谷步道。

☆名稱：2014「大屯火山群龍鳳谷爆裂口特殊教學資源之開發與推廣宣導計畫」戶外教學。

☆參與人員：李思根老師(主講)、泉源國小六年級學生 18 位、林義淵老師、林再賢、楊志文等 22 人。



☆活動流程：

時間	地點	觀察重點	備註
0830	奇岩捷運站		接李老師、林再賢。
0906	硫磺谷遊憩區	大屯火山群、硫磺谷爆裂口	0947 離開。
0955	黃色小丘	節理、硫化鐵、氧化鐵	龍鳳谷遊客站公廁。
1017	泉源紗帽步道		泉源路入口
1023	X-02 溫泉池	兩溝、底岩與落石	1030 離開。
1034	白土穿透體	鱗剝、風化類型	1040 離開。
1046	媽祖窟浴池	覆瓦、粒徑	1059 離開。
1104	妙天宮	臺灣火山分類、石灰華	1110 離開。折返。
1205	硫磺谷		賦歸。

☆教學紀錄：

這是本年度喬大文化基金會贊助之龍鳳谷研究的戶外教學。

以地緣關係邀請泉源國小師生參與並試用開發之課程。

步行的景點包括了硫磺谷與龍鳳谷，

前者景觀開闊，後火山活動壯觀；後者景點多樣，品味人地之互動。

可說是各有所長。

第一站：硫磺谷遊憩區

- 40 年前，惇敘高工前方的河谷叫做雙重溪，現在稱為龍鳳谷；此地舊名為大磺嘴，目前稱為硫磺谷。
- 火山是個大學問，現在我用最簡單的話來說明。我們到前面的爆裂口看一下。你們知道陽明山的火山有多老嗎？多久之前噴發的？
 - 280 萬年前噴發，不在這裡，在萬里那邊的丁火朽山。(但大屯火山不

- 是一次噴，是噴很多次。火山很多座，最重要的有四座，高度大約 1000m 左右，分別是七星山、大屯山、小觀音山、竹子山，竹子山是影響北海岸最大的火山，包括了熔岩流、火山碎屑臺地。第二次、第三次噴發最重要，就是這些主要高山形成的時候。)
- B. 80—60 萬年前：主要形成的時間、大噴發。
 - C. 60—50 萬年前：第三次噴發。
 - D. 陽明山火山最後一次噴發是在什麼時候？以前說是 20 萬年前，之後說 1 萬多年前，甚至有的資料說 5000 年前。以前說是休止火山，現在說是活火山。
3. 我再問一下：我們人活 100 歲，地球有幾歲？(你講錯，我給你 80 分；不講的話，0 分。同學們要想、要參與。)
- A. 地球 46 億年，地質年代是很長的，更長的是天文單位。
 - B. 有同學問恐龍有多大？中國的馬門溪龍 28m，像一列火車。同學問恐龍那麼大，跑過來的話，人怎麼逃？恐龍是在 2 億到 6500 萬年前的動物，已經絕種了。整個地球的時間當做 100 歲的老人，有人類出現的時間大概只有 7 秒，其他的 23 小時 59 分 53 秒都還沒有人類出現，所以不用擔心這個問題。
4. 崖壁上的石頭，一層一層像千層糕，那個不是火成岩，是沉積岩，二者之間猶如中餐、西餐的差異。
- A. 沉積岩、火成岩的石頭為什麼會湊在一起？一個是岩漿噴出來的，一個是在海底沉積的。
 - B. 這個石頭我們叫五指山層，這是地層的名稱。五指山層老不老？3500—2400 萬年前。
 - C. 請問砂岩、頁岩二種地層接觸的地方，有一個不連續的空隙叫做什麼？「層面」。一個地層有多厚，要從層面算起，最厚的有幾 m 高，最薄的有幾 cm 高。
 - D. 再來，地層還有垂直的裂開的痕跡，叫做「節理」，而且二塊地層沒有發生位置的移動。
 - E. 層面有了，節理有了，風吹日曬石頭會不會爛掉？叫做什麼？「風化」。石頭風化不是隨便的風化，一定從層面、節理的地方侵蝕，會一塊一塊的掉下來。
5. 硫磺池是自然的、還是人工的？人地互動的結果。
- A. 自然的：因為有噴氣口、爆裂口。
 - B. 人工的：有便道、有圍牆。
6. 爆裂口：下面有一個岩漿庫。有多少度？太陽表面 16000 度、地心不會超過 6000 度。岩漿大約 1100 度。
7. 硫磺：
- A. 固體、液體中間有一個交界的溫度叫什麼？以水為例，水與冰交界的

溫度為何？0 度 C。0 度叫什麼？它有一個物理的專有名詞「熔點」，鐵的熔點是 1400 度。

- B. 液體、氣體中間有一個交界的溫度叫什麼？「沸點」。水是 100 度。
- C. 凝華：噴氣除了水蒸氣之外，還有硫化氫。為什麼它是氣體？因為它的溫度超過沸點。硫磺怎麼來的？它不是氣體、液體、固體一步一步的來，是氣體直接跳到固體、沒有經過液體，是什麼？答對的嚴重加分。「昇華」。硫磺是昇華造成的。

8. 兩個問題：

- A. 為何噴氣口周圍的石頭是黑的、遠一點的是白的？
- B. 為何噴氣口噴出來的煙不是直的？

第二站：黃色小丘

- 1. 節理：鐵鏽堆積。
- 2. 硫化鐵：黑色。
- 3. 褐鐵礦：黃色。

第三站：X-02 溫泉池

- 1. 雨溝。
- 2. 自流井：溫泉池，自己流出水來。
- 3. 底岩、落石、轉石：X-02 溫泉池石頭是何者？底岩。一塊一塊黑黑的石頭為何？落石。
- 4. 為何不是河流帶來的？有稜有角的石頭叫做角礫，河裡的石頭是圓的，水會沖刷、搬運，稜角會被磨掉、撞掉。
- 5. 為什麼石頭外面黑的、裡面是白的有兩種顏色？
- 6. 落石堆大的石頭在下、小的在上；河流搬的石頭小的在下、大的在上。何者危險？山崩，因為速度很快。
- 7. 白背芒：陽性植物。黃槿：海濱植物。栗蕨：地熱區植物。

第四站：白土穿透體

- 1. 風化類型：此處可見三種風化。
 - A. 鱗剝風化：一片一片的風化。
 - B. 碎裂風化：大大小小的風化。
 - C. 粒狀風化：小小的、一粒一粒的。
 - D. 塊狀風化：整塊整塊的風化。
- 2. 表色與本色：
 - A. 表色：石頭表面是黑色的硫化鐵鏽染。
 - B. 本石：安山岩裡面是土黃色的。
- 3. 溫泉井：收集溫泉水的地方。

第五站：媽祖窟溫泉浴室(步道口提醒一次注意安全，溪畔再提醒一次。)

1. 覆瓦構造：撿一塊扁形石頭，問學生石頭是在河床上是平放的、豎直的、傾斜的哪一種型態？水的流動方向如何？石頭與地面的夾角是閉口，另一端是開口，可從閉口、開口方向看出水的流向。今天我們跑到大禹嶺，只要看覆瓦排列，就能知道以前水的流向。
2. 石頭的粒徑。

第六站：妙天宮(鹽酸忘了帶)

1. 臺灣火山分類：
 - A. 酸性猛烈噴發：基隆火山(石英安山岩)。
 - B. 中性中度噴發：海岸山脈、大屯火山(火山角礫岩、安山岩)。
 - C. 基性緩慢噴發：澎湖群島(玄武岩)。
2. 石灰華：原本以為是珊瑚礁，但不是，是含碳酸鈣溫泉水所沉澱的鈣華。內有樹枝化石、輝石安山岩小礫。

楊志文記錄於文化國小三樓 201411281412



硫磺谷火山爆裂口。



師生觀察火山噴氣口。



安山岩表面的硫化鐵鏽染。



觀察溫泉口及安山岩底岩。

附錄四：大屯火山群龍鳳谷爆裂口特殊教學資源研究計畫教學評量

大屯火山群龍鳳谷爆裂口特殊教學資源研究計畫教學評量

評量日期：103 年 11 月 19 日

小朋友，我們剛進行過精彩的龍鳳谷戶外教學。現在這裡有一些問題，希望你能盡力填答。

一、概念題(單選)

1. ()龍鳳谷地區是屬於哪種地質區？①沉積岩地區②火成岩地區③變質岩地區④沖積層地區。
2. ()龍鳳谷地區的石頭內可以觀察到哪種特徵？①石頭內有許多礦物斑晶②可看到海洋生物化石③可看到白色的長條形礦物脈④可看到彎曲的褶皺線條。
3. ()龍鳳谷步道旁，可發現一堆邊緣有稜有角的石頭，請問這些石頭的來源為何？①河流帶來的鵝卵石(轉石)②從崖壁上掉下來的(落石)③跟底下地層連在一起的石頭(底岩)④建築工人丟棄的廢棄建材(石材)。
4. ()岩石受到硫氣的薰染而產生變化，形成由外而內、一層一層剝落的樣子，請問這是何種風化類型？①塊狀風化②鱗剝風化③粒狀風化④碎狀風化。
5. ()硫磺谷地熱區的植物會選擇不同區域生長，因為越靠近噴氣孔的硫氣濃度越高，對植物來說是不利的環境。請問你看到最靠近噴氣孔生長的植物以哪一種最多？①黃槿②芒草③松樹④雀榕。
6. ()地熱區噴氣孔可觀察到鮮黃色的硫磺結晶，請問它是何種形狀？①正方體②長方體③薄片狀④針簇狀。
7. ()南磺溪在此段的河道產生彎曲，請問屬於哪一類型的曲流？①掘鑿曲流②成育曲流③自由曲流④潮曲流。
8. ()妙天宮有許多白色的石灰華，請問哪種類型產狀最多？①滴石②流石③緣石④塊狀。
9. ()妙天宮的香爐是一整塊的石灰華，裡面還有一塊安山岩小礫。請問石灰華與安山岩小礫的先後關係為何？①先有石灰華②先有安山岩小礫③同時產生④無法判斷。
10. ()走在湖底溪附近的步道上，可觀察到火山角礫岩，與之前所見到的厚層安山岩二者截然不同。請問何者是屬於火山猛烈性噴發的產物？①火山角礫岩②厚層安山岩③兩者皆是④無法判斷。

二、問答題

1. 你喜歡教室或戶外教學哪種上課方式？請說出喜歡的原因。
2. 在此處的戶外教學當中，請你選擇一個主題，用繪畫、照相或說故事的方式，表達你的感覺或感想。(前二種方式可在紙張背面呈現)
 - (1) 龍鳳池火山堰塞湖
 - (2) 噴氣口與硫磺結晶
 - (3) 白土穿透體
 - (4) 妙天宮石灰華
 - (5) 南磺溪斷層崖

附錄五：學生填寫之大屯火山群龍鳳谷爆裂口特殊教學資源研究計畫教學評量

大屯火山群龍鳳谷爆裂口特殊教學資源研究計畫教學評量

評量日期：103年11月19日

泉源國小 五 班 1 號

姓名：000000

小朋友，我們剛進行過精彩的龍鳳谷戶外教學。現在這裡有一些問題，希望你能盡力填答。

一、概念題(單選)

1. (1) 龍鳳谷地區是屬於哪種地質區？①沉積岩地區②火成岩地區③變質岩地區④沖積層地區。
2. (4) 龍鳳谷地區的石頭內可以觀察到哪種特徵？①石頭內有許多礦物斑晶②可看到海洋生物化石③可看到白色的長條形礦物脈④可看到彎曲的褶皺線條。
3. (2) 龍鳳谷步道旁，可發現一堆邊緣有稜有角的石頭，請問這些石頭的來源為何？①河流帶來的鵝卵石(轉石)②從崖壁上掉下來的(落石)③跟底下地層連在一起的石頭(底岩)④建築工人丟棄的廢棄建材(石材)。
4. (1) 岩石受到硫氣的薰染而產生變化，形成由外而內、一層一層剝落的樣子，請問這是何種風化類型？①塊狀風化②鱗剝風化③粒狀風化④碎狀風化。
5. (2) 硫磺谷地熱區的植物會選擇不同區域生長，因為越靠近噴氣孔的硫氣濃度越高，對植物來說是不利的環境。請問你看到最靠近噴氣孔生長的植物以哪一種最多？①黃槿②芒草③松樹④雀榕。
6. (4) 地熱區噴氣孔可觀察到鮮黃色的硫磺結晶，請問它是何種形狀？①正方體②長方體③薄片狀④針簇狀。
7. (1) 南磺溪在此段的河道產生彎曲，請問屬於哪一類型的曲流？①掘鑿曲流②成育曲流③自由曲流④潮曲流。
8. (2) 妙天宮有許多白色的石灰華，請問哪一種類型的產狀最多？①滴石②流石③緣石④塊狀。
9. (2) 妙天宮的香爐是一整塊的石灰華，裡面還有一塊安山岩小礫。請問石灰華與安山岩小礫的先後關係為何？①先有石灰華②先有安山岩小礫③同時產生④無法判斷。
10. (1) 走在湖底溪附近的步道上，可觀察到火山角礫岩，與之前所見到的厚層安山岩二者截然不同。請問何者是屬於火山猛烈性噴發的產物？①火山角礫岩②厚層安山岩③兩者皆是④無法判斷。

二、問答題

1. 你喜歡教室或戶外教學哪種上課方式？請說出喜歡的原因。

教室，因為可以實驗

2. 在此處的戶外教學當中，請你選擇一個主題，用繪畫、照相或說故事的方式，表達你的感覺或感想。(前二者可在紙張背面呈現)
 - (1)龍鳳池火山堰塞湖
 - (2)噴氣口與硫磺結晶
 - (3)白土穿透體
 - (4)妙天宮石灰華
 - (5)南磺溪斷層崖

大屯火山群龍鳳谷爆裂口特殊教學資源研究計畫教學評量

評量日期：103年11月19日

泉源國小 甲 班 13 號 姓名：000000

小朋友，我們剛進行過精彩的龍鳳谷戶外教學。現在這裡有一些問題，希望你能盡力填答。

一、概念題(單選)

1. () 龍鳳谷地區是屬於哪種地質區？①沉積岩地區②火成岩地區③變質岩地區④沖積層地區。
2. () 龍鳳谷地區的石頭內可以觀察到哪種特徵？①石頭內有許多礦物斑晶②可看到海洋生物化石③可看到白色的長條形礦物脈④可看到彎曲的褶皺線條。
3. () 龍鳳谷步道旁，可發現一堆邊緣有稜有角的石頭，請問這些石頭的來源為何？①河流帶來的鵝卵石(轉石)②從崖壁上掉下來的(落石)③跟底下地層連在一起的石頭(底岩)④建築工人丟棄的廢棄建材(石材)。
4. () 岩石受到硫氣的薰染而產生變化，形成由外而內、一層一層剝落的樣子，請問這是何種風化類型？①塊狀風化②鱗剝風化③粒狀風化④碎狀風化。
5. () 硫磺谷地熱區的植物會選擇不同區域生長，因為越靠近噴氣孔的硫氣濃度越高，對植物來說是不利的環境。請問你看到最靠近噴氣孔生長的植物以哪一種最多？①黃槿②芒草③松樹④雀榕。
6. () 地熱區噴氣孔可觀察到鮮黃色的硫磺結晶，請問它是何種形狀？①正方體②長方體③薄片狀④針簇狀。
7. () 南磺溪在此段的河道產生彎曲，請問屬於哪一類型的曲流？①掘鑿曲流②成育曲流③自由曲流④潮曲流。
8. () 妙天宮有許多白色的石灰華，請問哪一種類型的產狀最多？①滴石②流石③緣石④塊狀。
9. () 妙天宮的香爐是一整塊的石灰華，裡面還有一塊安山岩小礫。請問石灰華與安山岩小礫的先後關係為何？①先有石灰華②先有安山岩小礫③同時產生④無法判斷。
10. () 走在湖底溪附近的步道上，可觀察到火山角礫岩，與之前所見到的厚層安山岩二者截然不同。請問何者是屬於火山猛烈性噴發的產物？①火山角礫岩②厚層安山岩③兩者皆是④無法判斷。

二、問答題

1. 你喜歡教室或戶外教學哪種上課方式？請說出喜歡的原因。

A: 喜歡在戶外因為可以比較可以看到自然的東西。

2. 在此處的戶外教學當中，請你選擇一個主題，用繪畫、照相或說故事的方式，表達你的感覺或感想。(前二者可在紙張背面呈現)
 - (1) 龍鳳池火山堰塞湖
 - (2) 噴氣口與硫磺結晶
 - (3) 白土穿透體
 - (4) 妙天宮石灰華
 - (5) 南磺溪斷層崖

大屯火山群龍鳳谷爆裂口特殊教學資源研究計畫教學評量

評量日期：103年11月19日

泉源國小 甲 班 14 號 姓名：000000

小朋友，我們剛進行過精彩的龍鳳谷戶外教學。現在這裡有一些問題，希望你能盡力填答。

一、概念題(單選)

1. (1) 龍鳳谷地區是屬於哪種地質區？①沉積岩地區②火成岩地區③變質岩地區④沖積層地區。
2. (1) 龍鳳谷地區的石頭內可以觀察到哪種特徵？①石頭內有許多礦物斑晶②可看到海洋生物化石③可看到白色的長條形礦物脈④可看到彎曲的褶皺線條。
3. (2) 龍鳳谷步道旁，可發現一堆邊緣有稜有角的石頭，請問這些石頭的來源為何？①河流帶來的鵝卵石(轉石)②從崖壁上掉下來的(落石)③跟底下地層連在一起的石頭(底岩)④建築工人丟棄的廢棄建材(石材)。
4. (2) 岩石受到硫氣的薰染而產生變化，形成由外而內、一層一層剝落的樣子，請問這是何種風化類型？①塊狀風化②鱗剝風化③粒狀風化④碎狀風化。
5. (2) 硫磺谷地熱區的植物會選擇不同區域生長，因為越靠近噴氣孔的硫氣濃度越高，對植物來說是不利的環境。請問你看到最靠近噴氣孔生長的植物以哪一種最多？①黃槿②芒草③松樹④雀榕。
6. (4) 地熱區噴氣孔可觀察到鮮黃色的硫磺結晶，請問它是何種形狀？①正方體②長方體③薄片狀④針簇狀。
7. (1) 南磺溪在此段的河道產生彎曲，請問屬於哪一類型的曲流？①掘鑿曲流②成育曲流③自由曲流④潮曲流。
8. (2) 妙天宮有許多白色的石灰華，請問哪一種類型的產狀最多？①滴石②流石③緣石④塊狀。
9. (2) 妙天宮的香爐是一整塊的石灰華，裡面還有一塊安山岩小礫。請問石灰華與安山岩小礫的先後關係為何？①先有石灰華②先有安山岩小礫③同時產生④無法判斷。
10. (1) 走在湖底溪附近的步道上，可觀察到火山角礫岩，與之前所見到的厚層安山岩二者截然不同。請問何者是屬於火山猛烈性噴發的產物？①火山角礫岩②厚層安山岩③兩者皆是④無法判斷。

二、問答題

1. 你喜歡教室或戶外教學哪種上課方式？請說出喜歡的原因。
戶外，因為可以看到實地。
2. 在此處的戶外教學當中，請你選擇一個主題，用繪畫、照相或說故事的方式，表達你的感覺或感想。(前二者可在紙張背面呈現)
 - (1) 龍鳳池火山堰塞湖
 - (2) 噴氣口與硫磺結晶
 - (3) 白土穿透體
 - (4) 妙天宮石灰華
 - (5) 南磺溪斷層崖

大屯火山群龍鳳谷爆裂口特殊教學資源研究計畫教學評量

評量日期：103年11月19日

泉源國小 四年班 15 號

姓名：

000000

小朋友，我們剛進行過精彩的龍鳳谷戶外教學。現在這裡有一些問題，希望你能盡力填答。

一、概念題(單選)

1. (1) 龍鳳谷地區是屬於哪種地質區？①沉積岩地區②火成岩地區③變質岩地區④沖積層地區。
2. (2) 龍鳳谷地區的石頭內可以觀察到哪種特徵？①石頭內有許多礦物斑晶②可看到海洋生物化石③可看到白色的長條形礦物脈④可看到彎曲的褶皺線條。
3. (3) 龍鳳谷步道旁，可發現一堆邊緣有稜有角的石頭，請問這些石頭的來源為何？①河流帶來的鵝卵石(轉石)②從崖壁上掉下來的(落石)③跟底下地層連在一起的石頭(底岩)④建築工人丟棄的廢棄建材(石材)。
4. (3) 岩石受到硫氣的薰染而產生變化，形成由外而內、一層一層剝落的樣子，請問這是何種風化類型？①塊狀風化②鱗剝風化③粒狀風化④碎狀風化。
5. (3) 硫磺谷地熱區的植物會選擇不同區域生長，因為越靠近噴氣孔的硫氣濃度越高，對植物來說是不利的環境。請問你看到最靠近噴氣孔生長的植物以哪一種最多？①黃槿②芒草③松樹④雀榕。
6. (4) 地熱區噴氣孔可觀察到鮮黃色的硫磺結晶，請問它是何種形狀？①正方體②長方體③薄片狀④針簇狀。
7. (3) 南磺溪在此段的河道產生彎曲，請問屬於哪一類型的曲流？①掘鑿曲流②成育曲流③自由曲流④潮曲流。
8. (2) 妙天宮有許多白色的石灰華，請問哪一種類型的產狀最多？①滴石②流石③緣石④塊狀。
9. (3) 妙天宮的香爐是一整塊的石灰華，裡面還有一塊安山岩小礫。請問石灰華與安山岩小礫的先後關係為何？①先有石灰華②先有安山岩小礫③同時產生④無法判斷。
10. (1) 走在湖底溪附近的步道上，可觀察到火山角礫岩，與之前所見到的厚層安山岩二者截然不同。請問何者是屬於火山猛烈性噴發的產物？①火山角礫岩②厚層安山岩③兩者皆是④無法判斷。

二、問答題

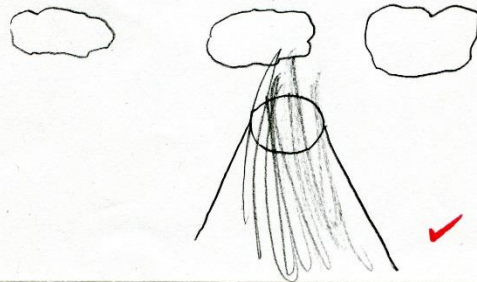
1. 你喜歡教室或戶外教學哪種上課方式？請說出喜歡的原因。

戶外 ✓

因為：我喜歡上戶外課 ✓

2. 在此處的戶外教學當中，請你選擇一個主題，用繪畫、照相或說故事的方式，表達你的感覺或感想。(前二者可在紙張背面呈現)

- (1) 龍鳳池火山堰塞湖
- (2) 噴氣口與硫磺結晶
- (3) 白土穿透體
- (4) 妙天宮石灰華
- (5) 南磺溪斷層崖



附錄六：參與本研究課程研習活動名單

參與本研究課程研習活動名單如下：

楊全宗、張隆吉、高藝嘉、劉庭汝、古秀珍、楊士毅、魏祥穗、楊志文、朱佳俐、曹湘娟、廖淑珍、李魁和、洪雪娥、王攸如、解履和、高月妥、許心寶。