

大雪山國家森林遊樂區「白冷層植物化石」報告

蔡衡¹、黃旭村²、陳毅青¹

1. 國立彰化師範大學地理學系
2. 國立臺中教育大學科學應用與推廣學系

委託（補助）機關：臺中市政府農業局

執行單位：彰化師範大學地理系

中 華 民 國 110 年 12 月 20 日

壹、計畫概要

一、計畫緣起：

大雪山國家森林遊樂區具有豐富森林資源，以及豐富多元的生態環境，亦是臺灣中部著名的休閒遊憩地點。近年來，園區範圍內已進行並累積許多不同面向的自然資源調查，包括林業、植物、鳥類等等，但卻缺少地質與地形景觀的介紹或開發。本計畫擬調查並尋找具有特色或意義之地質與地形景觀，並為其建立三維空間模型，保存園區內珍貴之地質與地形景觀資料，以提供管理單位未來管理與開發之參考，並透過研習活動將調查成果推廣至相關之管理或規劃等人員以及對自然景觀有興趣的大眾，提升園區寓教於樂的功能與品質。

二、執行期間：110 年 6 月 1 日至 110 年 12 月 31 日)

三、主辦單位：臺中市政府

四、協辦單位：國立彰化師範大學地理系

五、計畫參與人員：

本計畫擬組織中部地區具有野外地質與地形調查專長之團隊，成員包括大學相關系所教師，以及若干助理人員協助計畫執行，規劃團隊成員之任務編組與職掌如下：

類別	姓名	單位	職稱	工作內容
主持人	蔡衡	國立彰化師範大學地理學系	教授	1. 負責計畫之執行、研習活動內容之策劃。 2. 野外調查。 3. 資料彙整與撰寫報告。
共同主持人	黃旭村	國立臺中教育大學科學應用與推廣學系	教授	1. 野外調查。 2. 計畫進度之掌控與檢討。 3. 規劃並舉辦研習活動。
	陳毅青	國立彰化師範大學地理學系	副教授	1. 野外調查。 2. 三維地景建模。 3. 協助辦理研習活動。
助理人員	陳慕芳	國立彰化師範大學地理學系	專任助理	1. 襄助計畫主持人執行計畫。 2. 活動所需之電腦軟、硬體之技術支援與維護。 3. 協助研習活動，提供場地借用、報名等行政支援。
	吳允文	國立彰化師範大學地理學系	兼任助理	1. 協助野外調查、資料蒐集與整理。 2. 協助研習活動之聯繫。

六、計畫內容概述：

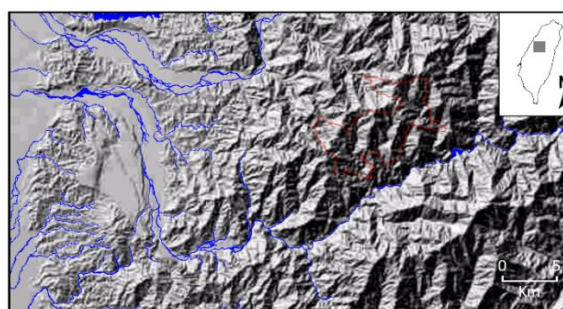
大雪山國家森林遊樂區，位於臺中市和平區，屬於林務局所管轄的國家森林遊樂區之一（圖 1A、1B）。園區面積約 3963 公頃，涵蓋暖、溫、寒不同林相，早年為臺灣中部地區的重要林

場，由於夏季氣候涼爽宜人，提供絕佳的避暑勝地，今日已為民眾假日休閒遊憩的去處，是中部地區著名且的熱門的景點。而其廣大的森林資源，以及豐富多元的生態環境，亦具有研究與教育的功能與價值，例如園區內共紀錄過至少記錄過百種以上鳥類，幾乎涵括臺灣所有的留鳥種類，包括不少珍貴的臺灣特有種。然而，大雪山國家森林遊樂區地理位置處於雪山山脈西南向主稜的後段，並擁有綿延 12 公里長的稜線，地形起伏變化大，平均坡度亦多在 30% 以上，園區及周邊範圍並依自然資源規劃有多條森林浴或景觀步道（圖 1C），例如有環站森林浴步道、埡口觀景台步道，以及鳶嘴—稍來、稍來—小雪國家森林步道等，以供休閒遊憩之用。

A



B



C

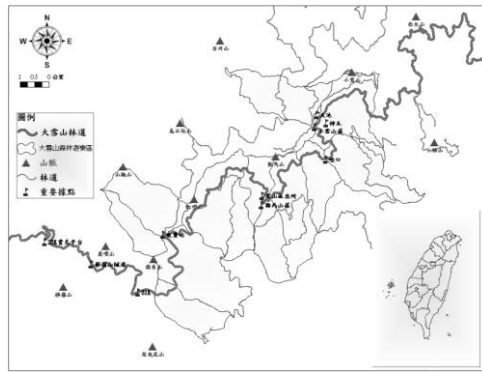


圖 1、(A)臺灣國家森林遊樂區分布圖；大雪山國家森林遊樂區(B)範圍與(C)林道位置圖

近年來，大雪山國家森林遊樂區已進行並累積許多不同面向的自然資源調查，包括林業、植物、鳥類等等，但卻缺少地質與地形景觀的介紹或開發。此外，隨著空間資訊技術的發展，使得三維圖資的需求日益增加，與平面的二維圖資相比，三維圖資更能貼近實體，透過視覺化的模型展示，使用者可容易且直覺找到所需的資訊，甚至直接與資料互動，在整體應用上更具靈活性，近年來廣泛應用於各種領域。因此，本計畫擬調查森林遊樂區範圍內，尋找具有特色或意義之地質與地形景觀，諸如侵蝕或堆積作用的產物，以及岩石或地層露頭等，以及選擇較具特色或價值的地景，建立三維視覺化的資料，透過研習活動介紹本計畫之調查成果，以提供管理單位未來於園區管理、開發以及環境保育之參考，並提升國人休閒遊憩活動兼具寓教於樂的功能與品質。

本計畫調查範圍之行政轄區屬於臺中市和平區，其林務管轄屬於東勢林區管理處。本計畫擬進行地質與地形景觀調查的範圍，包括森林遊樂園區及周邊步道的沿線區域，步道入口位置海拔高度約為 2270 公尺，園區與步道隸屬於東勢林區管理處所管轄，擬納入調查之步道為大雪山林道，以及園區內主要步道，例如木馬道、森林浴步道、埡口觀景步道、雪山神木步道、天池及天池步道等。

透過調查園區之地質景觀，了解林道與步道附近出露之岩層與地質構造，以及富含化石地層的分布與特性，並採集具研究與展示價值之化石，提供園區內於未來管理與規劃之參考。此外，本計畫擬於計畫執行結束前辦理一次研習活動，除了提供園區內解說及相關人員的教育訓練，並提供對自然環境有濃厚興趣，或關心環境保育議題之民眾報名參加。即便未來因新冠疫情嚴峻導致研習活動停止或取消，仍可透過靜態方式，利用簡介手冊等書面資料，提供有相關人員或民眾索取。此外，本計畫並將所採集具研究、蒐藏價值標本提供於園區內適當地點公開展示。預期本計畫所提供之內容與活動成為推廣並提升休閒文化的動力，讓社會各界認識大雪山國家森林遊樂區除了森林、植物與鳥類等自然資源以外，還有豐富且饒具特色的地

質景觀，藉著兼具教育意義的休閒遊憩，達到認識並珍惜臺灣自然資源的目標。

貳、重點工作推動情形

一、執行進度：

工作項目 \ 月次	110 年						
	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
資料蒐集與申請作業							
實地調查							
3D 空間資訊資料							
設計並製作研習教材							
規劃研習課程							
辦理研習活動							
撰寫結案報告							

備註: 3D 空間資訊資料以則具特色或特殊意義之景觀或地點

參、計畫執行成果

一、成果報告：

前 言

大雪山國家森林遊樂區，位於臺中市和平區，屬於林務局所管轄的國家森林遊樂區之一（圖 1A）。園區面積約 3963 公頃，涵蓋暖、溫、寒不同林相，早年為臺灣中部地區的重要林場，由於夏季氣候涼爽宜人，提供絕佳的避暑勝地，今日已為民眾假日休閒遊憩的去處，

是中部地區著名且的熱門的景點。而其廣大的森林資源，以及豐富多元的生態環境，亦具有研究與教育的功能與價值，例如園區內共紀錄過至少記錄過百種以上鳥類，幾乎涵括臺灣所有的留鳥種類，包括不少珍貴的臺灣特有種。然而，大雪山國家森林遊樂區地理位置處於雪山山脈西南向主稜的後段，並擁有綿延 12 公里長的稜線，地形起伏變化大，平均坡度亦多在 30% 以上，園區及周邊範圍並依自然資源規劃有多條森林浴或景觀步道（圖 1B），例如有環站森林浴步道、埡口觀景台步道，以及鳶嘴—稍來、稍來—小雪國家森林步道等，以供休閒遊憩之用。

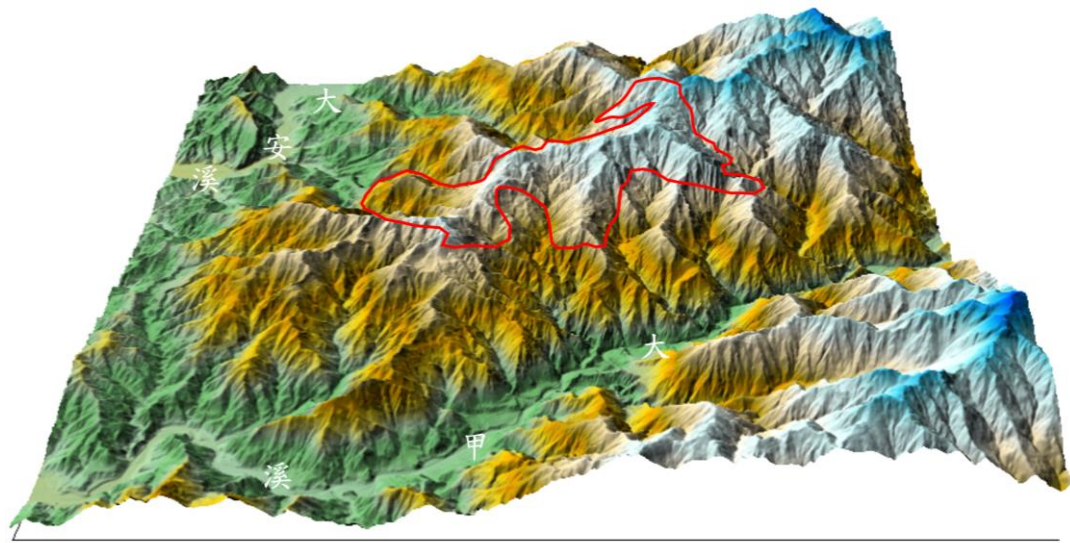
近年來，大雪山國家森林遊樂區已進行並累積許多不同面向的自然資源調查，包括林業、植物、鳥類等等(林志銓與黃立彥，2005；姚正德與廖煥彰，2009；黃博淵等人，1987)，專注於園區內的研究亦多以動、植物的分類與分佈或環境監測為主（張勝雄等人，2007），鮮有地質或地形等相關之領域之探討，也缺少以此為主題的景觀介紹或開發。過去曾有學者於大雪山國家森林遊樂區內，發現多處植物化石露頭(李慶堯，2009；2011；莊文星與李慶堯，1996；1997)，具學術蒐藏與研究價值。由於該次調查已距今十年之久，本次計畫亦就這些露頭納入調查範圍檢視岩層中植物化石的保存狀態，剔除由落石或滾石中發現植物化石之位置，找出較為珍貴且具保存價值的露頭位置。

此外，隨著空間資訊技術的發展，使得三維圖資的需求日益增加，與平面的二維圖資相比，三維圖資更能貼近實體，透過視覺化的模型展示，使用者可容易且直覺找到所需的資訊，甚至直接與資料互動，在整體應用上更具靈活性，近年來廣泛應用於各種領域。

因此，本計畫擬調查森林遊樂區範圍內主要林道周邊區域，調查具指標性之岩層或地質構造之露頭，並尋找具有特色或意義之地質與地形景觀，例如侵蝕或堆積作用的產物，以及岩石或地層露頭等，以及選擇較具特色或價值的地景，建立三維視覺化的資料，透過研習活動介紹本計畫之調查成果，以提供管理單位未來於園區管理、開發以及環境保育之參考，並提升國人休閒遊憩活動兼具寓教於樂的功能與品質。



A



B

圖 1、(A)臺灣國家森林遊樂區分布圖；(B)大雪山國家森林遊樂區位置與範圍。

前人研究

大雪山國家森林遊樂區內針對自然環境之研究，多以動、植物的分類與調查為主，鮮有地質或地形等相關之領域之探討。園區內地質環境與構造，以經濟部中央地質調查所出版之地質圖及其圖幅說明書為主要參考文獻。然而就 1/50000 比例尺的地質圖而言，區域內範圍涵蓋了四個圖幅，分別為東勢(李錦發，2000)、國姓(羅偉等人，1999)、梨山(劉桓吉與高銘健，2000)與霧社(羅偉與楊昭男，2002) (圖 2)。由於不同調查者對地層的劃分或分段或有不同，往往導致地質圖資訊不易整合，尤其在圖幅的交界區域更顯得混亂。例如本區內主要出露的岩層於東勢、國姓與梨山圖幅均顯示為漸新世的白冷層，但是該地

層在霧社圖幅的接觸與延伸卻是始新世的達見砂岩層，又如東勢圖幅中的白冷層，於國姓與梨山圖幅被細分為下、中、上三段(表 1)。

白冷層係日本學者鳥居敬造(1935)於東勢進行地質調查時所提出，代表出露於大安溪以南和谷關至南勢間大甲流域的變質砂岩。詹新甫(1971、1976)稱本區變質砂岩為四稜砂岩。其後的調查者如丹桂之助(1944)、李春生(1979)、陳肇夏(1977、1979)、劉桓吉(1992、1997)等、均嘗試對白冷層進行分段及對比，例如丹桂之助層將白冷層劃分為三段(Tan, 1994)，陳肇夏(1979)認為它們與出露於中和公路德基至梨山間的達見砂岩、佳陽層與眉溪砂岩相當，但仍缺少化石及區域的地質圖的佐證。劉桓吉(1997)於大甲溪以北的雪山山脈地區的調查結果亦將白冷層劃分為三段，並未給予正式的地層名稱，但與丹桂之助(1944)與羅偉等人(1999)所劃分的上、中、下三段相當。

李慶堯(2009, 2011)曾於園區內各林道，尋找樹葉化石，經鑑定屬於棕櫚科與蕨類等植物，並由其外觀型態分辨出三種單子葉棕櫚科植物、五種雙子葉植物及兩種蕨類植物。事實上，臺灣植物化石的紀錄很少，因此該研究調查的結果更顯珍貴，也顯示大雪山國家森林遊樂區內，豐富且保存良好的植物化石，可以提供研究與科普的重要據點與資源。

表 1、白冷層的分段與對比

中油台 探總處 (1982)	東勢圖 幅 (2000)	國姓圖幅 (1999)		梨山圖幅 (2000)		霧社圖幅 (2002)
白冷層	白冷層	白 冷 層	梅子林段	白 冷 層	上段	眉溪砂岩
			裡冷段		中段	佳陽層
			東卯段		下段	達見砂岩

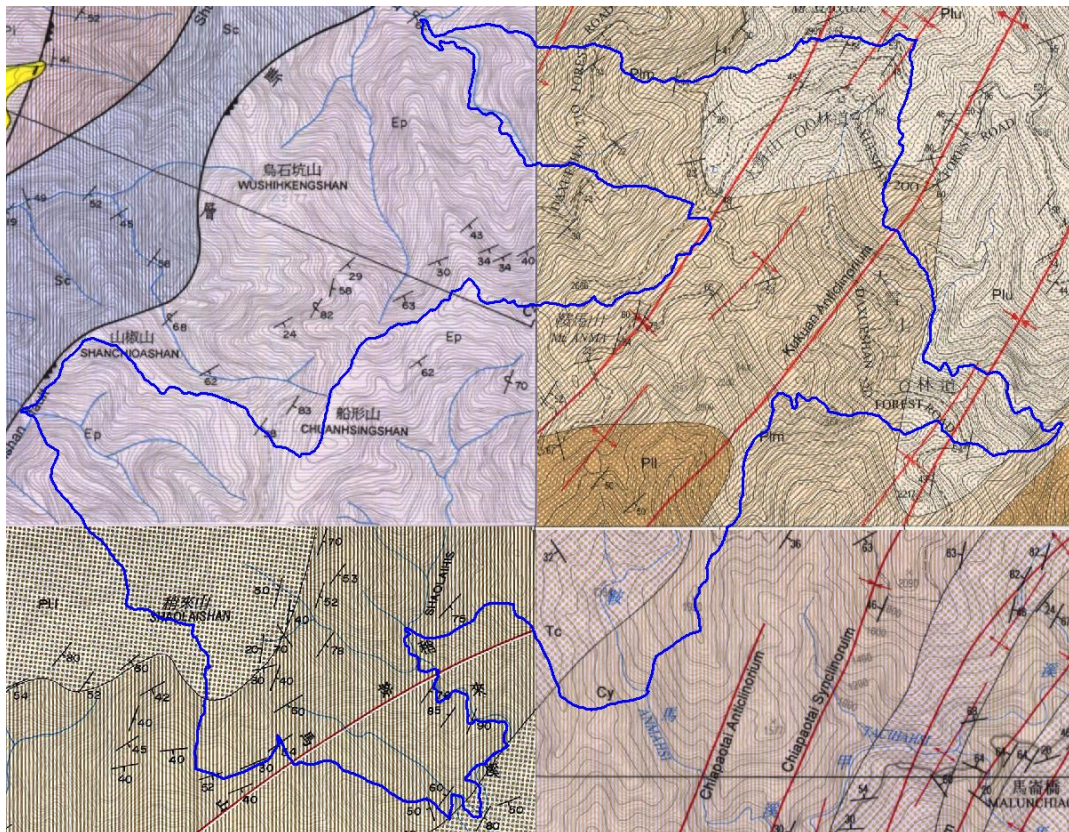


圖 2、大雪山國家森林遊樂區範圍(藍色線條表示)涵蓋四幅地質圖，且位於圖幅拼接交界處的中心位置，四幅地質圖分別為東勢(左上)、國姓(左下)、梨山(右上)與霧社(右下)。

位置與調查範圍

大雪山國家森林遊樂區距東勢鎮 43 公里，由原大雪山林場規劃而成，屬於林務局東勢林區管理處之管轄範圍，其行政轄區則屬於臺中市和平區。全區範圍約 3963 公頃，海拔 2000 多公尺的高度使得雲霧盛行，並呈現亞熱帶、暖帶、溫帶、寒帶四種林型，蘊藏豐富林木資源，是臺灣天然林精華地帶。座落在雪山山脈西南向主稜後段的大雪山國家森林遊樂區，地表起伏變化大，海拔高度由最高的小雪山(高度為 2,997 公尺)走向西南的鞍馬山、船型山及稍來山延伸至約 1,000 公尺的稍來溪溪谷。在交通方面，循台 3 線省道進入東勢鎮後，於東勢石角口轉接東勢林區管理處大雪山 200 林道，至 31 km 處即進入森林遊樂區範圍，園區內包括原始林、神木、天池等自然景觀，並設有森林浴步道、觀景臺、涼亭、森林迷宮、噴水池、花圃與遊客服務中心。

本計畫進行地質與地形景觀調查的範圍，包括園區主要林道及其周邊步道區域。園區內步道包括木馬道、森林浴步道、埡口觀景步道、雪山神木步道、天池及天池步道等。「木馬道」位於鞍馬山工作站後方山麓，乃早期居住在大雪山一帶的居民為了將山上所砍伐下來的木材或木炭搬運下山，順著山勢走向所修築之道路，運輸時將

重達數噸的木材搬上木馬，由一人在前面拖、拉，另一人在後推，而得其名。「森林浴步道」可由 200 林道 43 公里處遊客中心進入，為一檜木林區，可由此步道前往小神木。「天池步道」即環繞著天池周圍所修築，天池位於小雪山南稜，是一座終年不竭的小型高山湖泊(海拔高 2,600 公尺，面積約 0.4 公頃)。天池為園區的盡頭，池旁建有瑞雪亭。「雪山神木步道」連接天池與神木兩地，長約 2 公里，神木位於大雪山林道 49.5 公里處山谷中，雪山神木實為紅檜，胸高直徑 4 公尺，胸圍 13 公尺，樹高約 50 公尺，樹齡約 1,400 年，步道沿途為臺灣鐵杉、華山松、臺灣杜鵑等針闊葉混合林。「埡口觀景步道」位於 200 林道 48K 處的停車場後方，步道沿途以臺灣鐵杉等針葉樹林，以及玉山箭竹景觀為主。埡口附近並建有視野遼闊的景觀臺，由樓頂可遠眺大雪山群峰 谷關七雄 鳶嘴山 稍來山 天氣晴朗時甚至能遠眺玉山。

調查方法

1. 資料蒐集

本計畫擬於計畫執行初期，蒐集地質與地形相關圖書、刊物、文獻等，以及各種比例尺地質圖及高解析度數值地形資料，並透過遙測影像及判釋山崩、順向坡、潛在大規模崩塌及河岸侵蝕等資訊，以提

供野外地質調查路線會地點之參考。

2. 野外調查

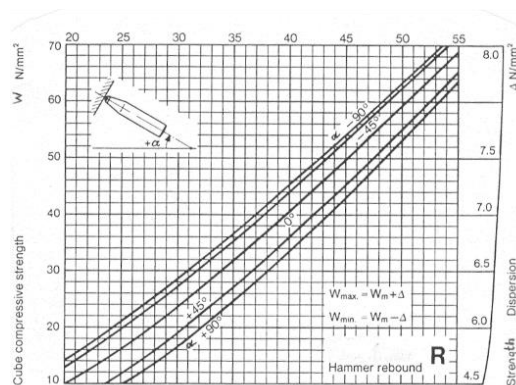
本計畫之基本地質調查，以野外進行之描述並記錄園區及其附近的地層、地質構造、地史等環境狀況為主，並視需要進行岩石或土壤之標本採樣。

本計畫邊坡調查透過史密特硬度錘(Schmidt hardness hammer)和岩體不連續面的密度，調查邊坡的岩體強度，史密特硬度錘是一種非破壞性岩體強度調查工具（圖 3A），彈簧驅動的彈擊錘彈擊岩體，以其反彈數(rebound-number)來求得混凝土表面的強度（圖 3B），推測混凝土或岩石單壓強度。其優點為試驗方便、簡單、快速，故可在甚短時間內得到大量數據，但其測量精度略差，需要透過多次檢測減少不確定性。岩體不連續密度則透過現地測量，計算單位距離內的岩石節理的密度，進而計算岩體不連續的間距。最後，根據史密特硬度錘強度和不連續面的間距的測定結果，以Franklin (1975)的岩體強度分級方法（圖 4），得到當地岩體強度分級。



Source: <https://www.globalgilson.com/schmidt-concrete-test-hammer>

A



B

圖 3、(A) 史密特硬度錘；(B) 反彈數與單壓強度對應表。

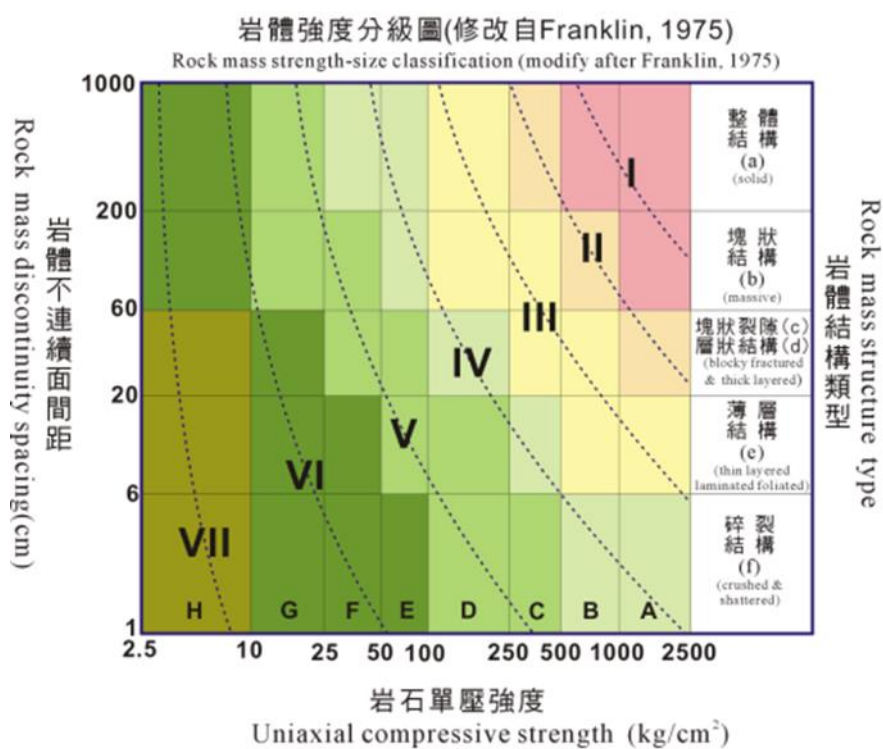


圖 4、Franklin 岩體強度分級方法

3. 三維建模

近年來，無人機攝影測量已經成為地景調查與監測之重要工具，

無人機攝影測量可產製高解析度的三維模型、正射影像、和數值地表模型，針對特定地景進行定期攝影測量，可以忠實的紀錄地景保育與其變遷的情況(圖 5)。因此，本計畫無人機攝影測量拍攝小雪山、天池周圍與 46.5K 樹葉化石的邊坡，拍攝方法採用多視角攝影 (Multi-View Stereo, MVS)，將拍攝的影像以 Pix4D mapper 進行 3D 建模。

Pix4D Mapper 發展自瑞士洛桑聯邦理工大學團隊，專門為現今 UAV 航空攝影測量所設計，也可以用於處理傳統航照影像。其演算法是基於運動恢復結構-多視角攝影 (Structure-from-Motion and Multi-View Stereo, SfM-MVS) 的技術，從多個不同視角拍攝一個目標物，再藉由像片-相機-目標物之間的共線性原則 (collinearity condition)，解算目標物的三維座標 (圖 5)，而運動恢復結構的特點能處理相機參數與姿態未知或不精準的情況，根據多張影像的像片-相機-目標物關係，以及少量的地面控制點，最佳化率定相機的位置與姿態，進而計算目標物的座標，進而產生地景的 3D 點雲與貼圖。

Pix4D mapper 產生地景的 3D 密集化點雲後，可經由機械學習 (machine learning) 的分法將點雲分類，分為樹冠、地面、地物等類別，可由所有點雲產生數值地表模型 (Digital Surface Model, DSM)；由地面點雲產生數值地形模型 (Digital Elevation Model, DEM)，將 DSM 和 DEM 相減得到樹冠高程模型 (Canopy Height Model, CHM)，

便可得到樹木高度的空間分布。此外，3D 點雲和三角網格貼圖，製作飛行模擬的動畫，作為環境教育的素材。模型最終產生各種格式 3D 貼圖模型成果，檔案格式包括：fbx、obj、pdf 等的格式，上述檔案皆可使用 Windows 10 內建之 3D 檢視器開啟，並且產生高解析度的正射影像 (*.tif 格式)，作為環境調查與監測的基礎。

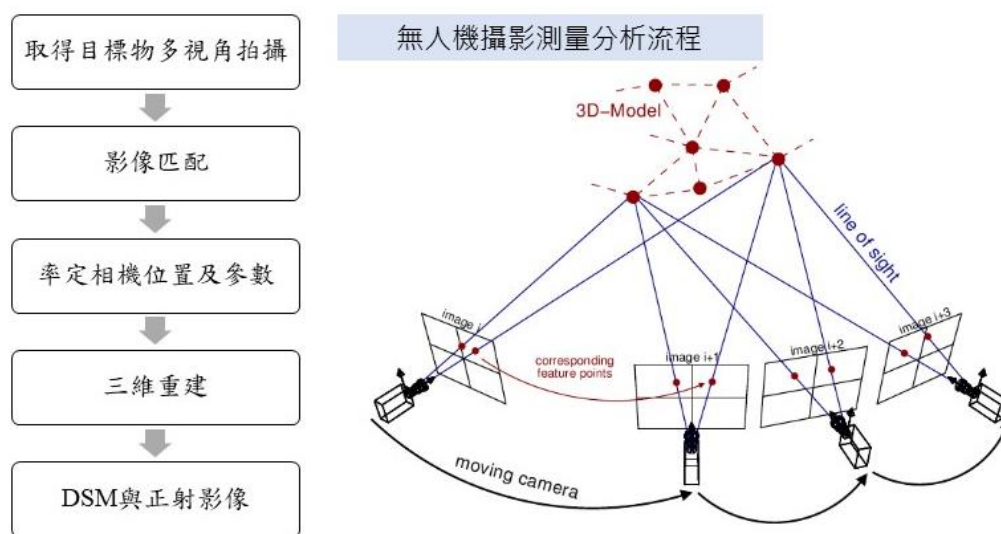


圖 5、無人機攝影測量流程與示意圖

地層與地質構造

就地質而言，大雪山國家森林遊樂區位於雪山山脈帶主要摺皺構造間，屬於為第三紀變質岩或亞變質岩區，出露的岩層為白冷層（何春蓀，1986；陳文山，2016）。白冷層在雪山山脈的分佈甚廣，鄧屬予（1991）以其碎屑狀的泥質沉積物性質，夾白色或灰白色、細粒至粗粒的石英質砂岩，且部分頁岩夾層含劣質煤層，認為它屬於始新世早

期張裂活動形成半地塹盆地(雪山槽)所堆積的淺海相、潮汐三角洲、
偃洲島、潟湖、河相沉積環境。白冷層與上覆的水長流層呈整合接觸，
但在大雪山國家森林遊樂區外不遠處的西北方，因百川山斷層的逆掩
作用使白冷層推覆在水長流層之上，使園區全境均為白冷層所分布
(圖 6)。

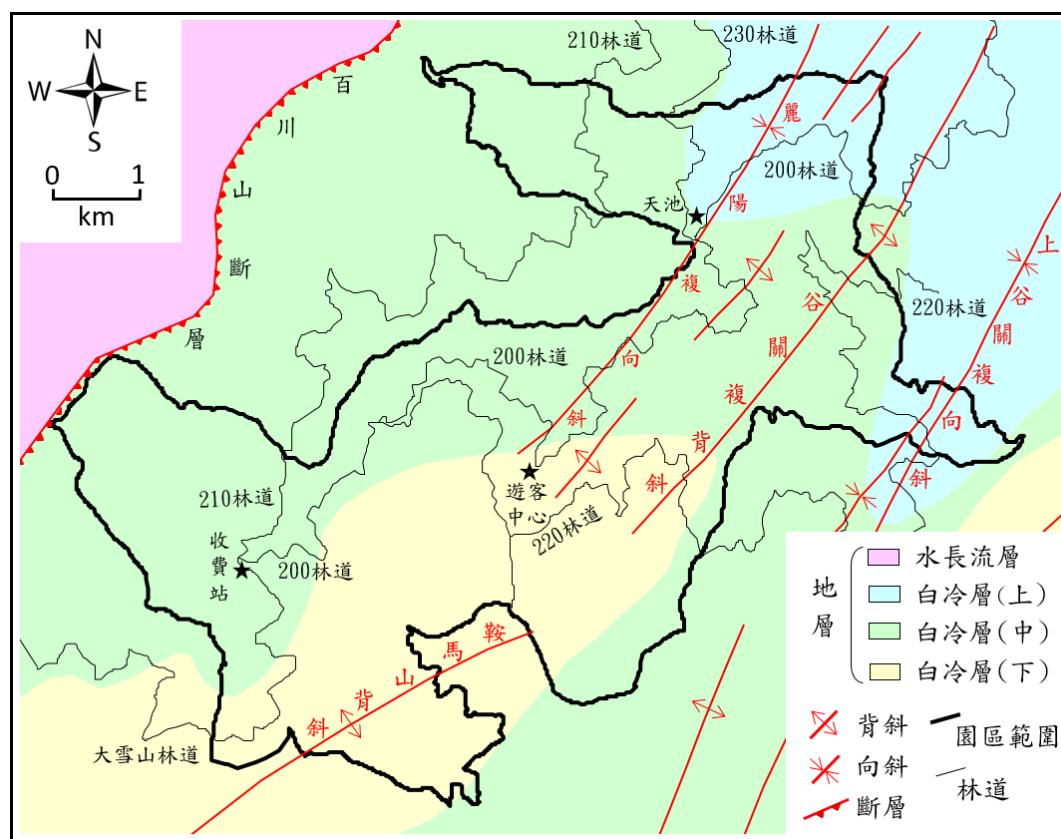


圖 6、大雪山國家森林遊樂區地質圖

鳥居敬造(1935)指出本層全厚可達 2500 公尺，但因本區摺皺與
斷層發達，使岩層厚度難以估計。總體而言，白冷層為灰白色粗粒至
中粒石英砂岩、部分達礫岩(圖 7)，交錯層發達，並常見夾黑色硬頁

岩(圖 8)，灰色石英岩、炭質頁岩，及不規則薄煤層，根據地質圖(李錦發，2000；羅偉等人，1999；劉桓吉與高銘健，2010；羅偉與楊昭男 2002)，本區內之白冷層可細分為下、中、上三段；「下段」的頂部為變質砂岩與板岩互層；中部為厚層至塊狀，中至粗顆粒的變質砂岩，夾雜少數板岩薄層，板岩比例 10%以下；底部為厚層灰白色，細至粗粒變質砂岩或白色石英砂岩，夾透鏡狀變質凝灰質砂岩。「中段」的底部板岩夾薄層變質砂岩，中部薄層至中層變質砂岩與板岩互層，頂部以板岩為主，部份岩層受生物擾動，富含生痕化石。「上段」分布於大雪山園區東北方林道，中至厚層的變質砂岩與板岩互層，於大雪山林道，聖稜線與榛山有草本植物化石。

大雪山國家森林遊樂區南部以白冷層下段砂岩出露為主，向東北分別依序出露白冷層的中段與上段。白冷層下段，亦稱為「東卯段」，依岩性可細分成 3 部分：底部以灰白色系至粗粒厚層變質砂岩為主，部分夾透鏡狀變質凝灰質砂岩；中部以厚層至塊狀中粒至粗粒變質砂岩為主，間夾薄層板岩，板岩比例百分之十以下；頂部由細粒至粗粒變質砂岩夾板岩或變質砂岩與板岩互層所組成。白冷層的中段又稱為「裡冷段」，其底部以板岩為主夾薄層變質砂岩，中部以薄層致中層變質砂岩與板岩互層為主，頂部以板岩為主。白冷層上段又有「梅子林段」之稱，主要由中至厚層變質砂岩夾板岩與炭質頁岩。

大雪山國家森林遊樂區範圍內，褶皺構造非常普遍，褶皺波長長短不一，由數百公尺至數十公尺之間，至數百公尺至 1-2 公里之間，且往往具複褶皺特徵，呈現廣闊褶皺帶達在數公里。這些複褶皺走向多介於北北東至東北東，包括麗陽複向斜、谷關複背斜、上谷關複向斜（圖 6），另有佳保台複向斜的一小段通過園區的東北方。鞍馬山背斜的北段通過大雪山國家森林遊樂區南端，並與谷關複背斜構成了區域的主要構造線，區域內岩層的分布與位態，反映出背斜褶皺向東北方向傾沒的特性。此外，介於麗陽複向斜與谷關複背斜之間尚有未命名較小且短的背斜，屬於整體褶皺帶的一部分。

此外，本區地表覆蓋薄層土壤，有機質與含碳量高，表層富腐植質，致總體密度較低，部分地區土壤淋澱化作用明顯。根據林光清等人(2000)的臺灣森林土壤調查報告顯示，大雪山地區附近的土壤涵蓋新成土、弱育土、淋澱土、極育土等四個不同土綱的土壤(表二)。

表 2、大雪山國家森林遊樂區範圍內及周邊區域的土壤型態與分類

（林光清等人(2000)。

林道	地點	海拔 (m)	形態	土系	土壤分類
----	----	-----------	----	----	------

200	57K	2480	A 層：暗黃棕色(10YR4/4)，壤土，中到弱度鈍角塊構造。弱結持度，含 35%岩屑。清晰波浪層界，多量根系。B 層：淡棕橄欖色(2.5Y/6)，壤土，中到弱度鈍角塊構造，有多量根系。約 50%岩屑。	三錐山系	典型低鹽基濕潤弱育土 Typic Dystrudepts
	小雪山、天池	2600	A 層：暗棕色(7.5YR 3/2)，玢質壤土，中度小團粒構造，多量根系，突變波浪狀層界。約有 20%岩屑。E 層：亮灰色(10YR7/2)，玢質黏壤土，弱度鈍角塊構造，中等數量根系，突變平滑狀層界，約 40%碎屑。B 層：紅黃色(10YR7/8)或棕黃色(10YR6/8)，黏土質地，中度鈍角塊構造，中到少量的根系，清晰平滑狀層界，約含 60%岩屑。BC 層：棕黃色，弱度鈍角塊構造，含 90%岩屑。	石山秀湖系	典型簡單正常淋澱土 Typic Haplorthods
210	2K	2020	部分剖面有 0 層，0 層顏色為黑色。A 層：極暗灰色(5YR3/1)，壤土質地，中度小型團粒或鈍角塊構造，微黏性與微塑性，多量根系，清晰波狀層界。含 20%岩屑。B 層：棕色到暗黃棕色(10YR4/3)，黏壤土質地，中度鈍角塊構造，黏性和塑性結持度，部分孔道有黏粒洗入特徵，中等數量到少量根系，漸變波狀層界，約含 50%岩屑。BC 層：暗黃棕色，壤土到砂質壤土質地，含弱度小型鈍角塊構造，有	船型山系	典型暗育腐質極育土 Typic Sombrihumults

			大量為風化岩屑(>90%)		
	3K	2140	部分剖面有 0 層，顏色為黑色。A 層：極暗棕色 (7.5YE2.5/2)，壤土質地，團粒構造或弱度鈍角塊構造，微黏性和微塑性之劫持度，清晰波狀層界，約 20-30%岩屑。B 層：黃棕色 (10YR5/8)，黏壤土質地，中度鈍角塊構造，微黏和微塑性，多到中量的根系，清晰波浪狀層界，含約 50%岩屑。BC 層：棕黃色 (10YR6/6)，黏壤土質地，弱度鈍角塊構造，微黏和微塑性，有 75%以上的半風化岩屑，40%左右的斑紋 (2.5Y6/3)。	烏石坑系	典型低鹽基濕潤弱育土 Typic Dystrydepts
	6K	2021	A 層：黑色(5YR 2.5/1)，壤土質地，中、小團粒狀構造，多量的根系，層界為清晰平滑狀。含有 50%左右的岩屑。C 層：棕色，均為母質岩屑。	雪山坑系	石質濕潤正常新成土 Typic Udorthents
	12K	2060	部分剖面有 0 層。A 層：極暗灰棕色(10YR3/2)，壤土，弱度團粒構造，層界清晰波浪狀，有 50%左右岩屑。土層薄，約 30-35 公分以下為 C 層	百川山系	石質濕潤正常新成土 Lithic Udorthens
230	1K	2570	A 層：極暗灰棕色或棕色，弱度團粒構造，含有大量的根系。有漸變的層界，含有 5-25%的岩屑。B 層：亮黃棕色或黃棕色(10YR6/4; 5/8)，中度鈍角塊構造，中亮根系，清晰波浪狀層界。含有 40-50%岩屑。	鞍馬山系	典型簡單腐質極育土 Typic Haplohumults

	2K	2510	A 層：暗棕色，壤土質地，團粒狀與弱度鈍角塊狀構造。B 層：棕到黃棕色，黏質壤土或粉質黏壤土質地，中度鈍角塊構造。	小雪山系	典型低鹽基濕潤弱育土 Typic Dystrydepts
--	----	------	---	------	---------------------------------



圖 7、白冷層部分變質砂岩中的石英顆粒大小達礫岩的粒徑程度

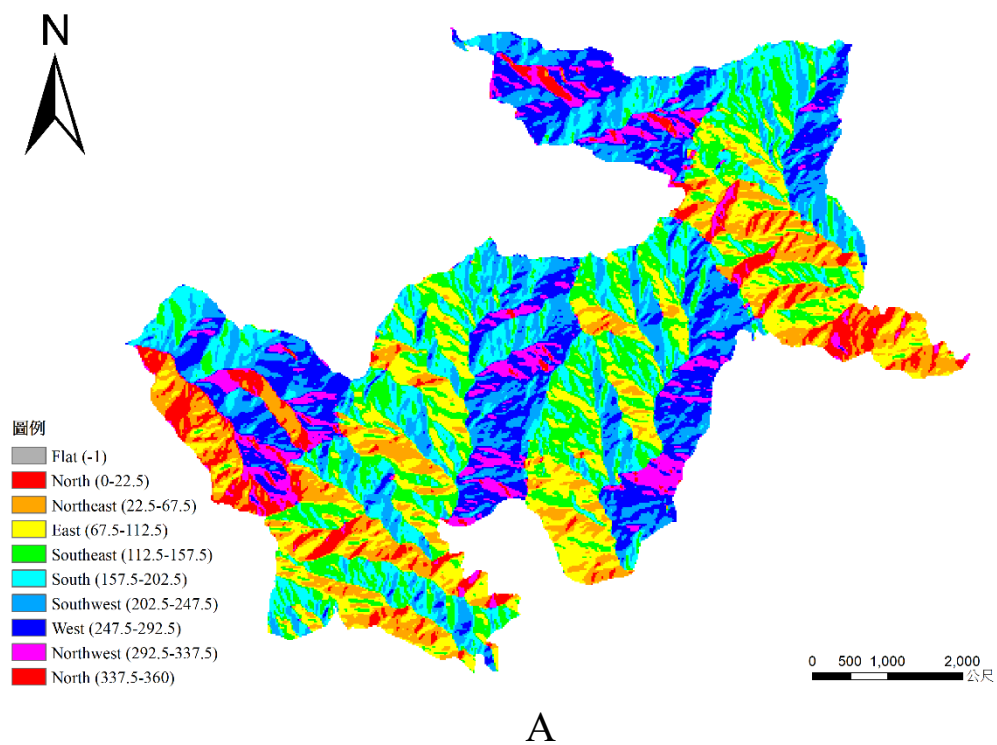


圖 8、白冷層灰白色粗粒至中粒石英砂岩，以及夾透鏡狀黑色硬頁岩。

地形與三維模型

大雪山國家森林遊樂區位於雪山山脈西南向主稜的後段，海拔高度由最高的小雪山（2,997 公尺）走向西南的鞍馬山（2,666 公尺）、船型山（2,274 公尺）及稍來山（2,307 公尺），再延伸至約海拔約 1,000 公尺的稍來溪溪谷，擁有長達 12 公里的稜線，並構成大甲溪與大安溪之分水嶺，東南側屬於大甲溪流域，為小雪溪、鞍馬溪、稍來溪、橫流溪等主要支流的上游；西北側則屬於大安溪流域，為大雪溪、南坑溪、雪山坑溪、烏石坑溪等支流的源頭。區域內多屬溪流源

頭，除了源自雪山山脈地下水之小雪溪終年有水外，其餘各水源於冬季經常有枯竭的情況。全區地形起伏變化頗大，除零星土地坡度稍緩外，大部分地區之平均坡度皆在 30% 以上，坡向則以南至東南方向為主(圖 9)。



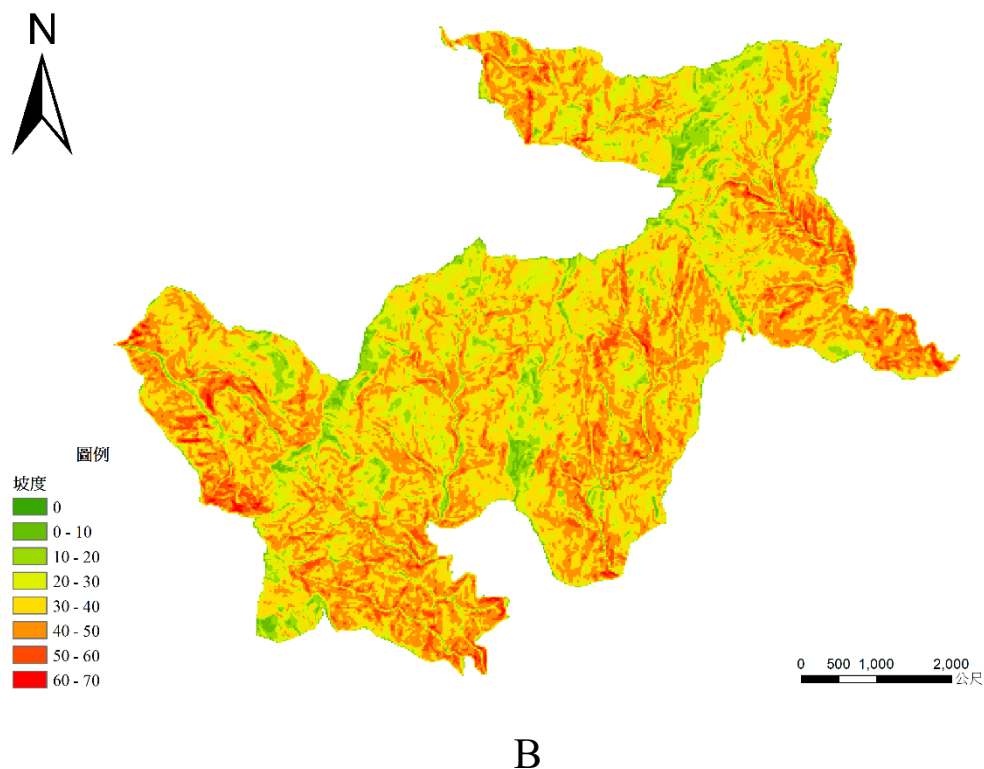


圖 9、大雪山國家森林遊樂區之(A)坡向圖；(B)坡度圖

本計劃利用無人機於小雪山、天池周圍地區，共拍攝 245 張影像，利用 Pix4Dmapper 產製點雲、三維模型，三維模型涵蓋範圍共 40 公頃，密集化點雲的數量約 2,702 萬個點，每平方公尺平均 31 個點，將小雪山天池三維模型錄製成一段飛行模擬，飛行模擬與影片連結如圖 10 所示。此外，藉由影像拼接產生正射影像（圖 11），平均空間解析度可達 4.6 公分，足以紀錄天池水域環境、溼地環境、樹木、步道、遊憩設施的情況。



圖 10、小雪山、天池周圍三維建模與飛行模擬
 (連結 :<https://drive.google.com/file/d/1pC30I-5eDXePkK-IreuXV1066heKfC36/view?usp=sharing>)



圖 11、小雪山天池正射影像與其周遭環境情狀

此外，將地面的三維點雲進行 Spline 空間內插得到數值地形模型，如圖 12A 左所示，可以發現小雪山天池的地勢相對於周圍較高，位置接近稜線處一個小型凹地。

使用 ArcGIS 水文分析模組分析小雪山、天池的水文地形，分析結果如圖 12B 右所示，天池的海拔高度約為 2600 公尺，水域的面積約為 0.4 公頃，圖中的黑色線段為小雪山天池的集水區範圍，面積僅 4.1 公頃，若當天池達滿水位時，多餘的湖水將從南側的出口流出，滿水位深度約為 5.1 公尺（數值地表模型計算的 4.6 公尺加上拍攝當時湖水深度約 0.5 公尺），滿水位的水體的體積為 2.6 萬立方公尺。根據上述計算結果說明，小雪山天池的集水區面積小，注滿湖泊窪地至少需要 634 毫米的累積雨量，加上周圍植被覆蓋良好，來自於集水區邊坡的泥砂量甚少，使得天池湖底泥砂沈積速率較低，故代表天池湖泊仍具有相當的壽命。

圖 13 為 DSM 與 DEM 相減得到小雪山、天池區域的樹冠高程模型，計算得到此區的平均樹冠高程為 8.5 ± 4.5 公尺，樹冠層最大高度大約介於 15-20 公尺之間。分析成果顯示無人機攝影測量可以用於森林生長情況調查與監測。

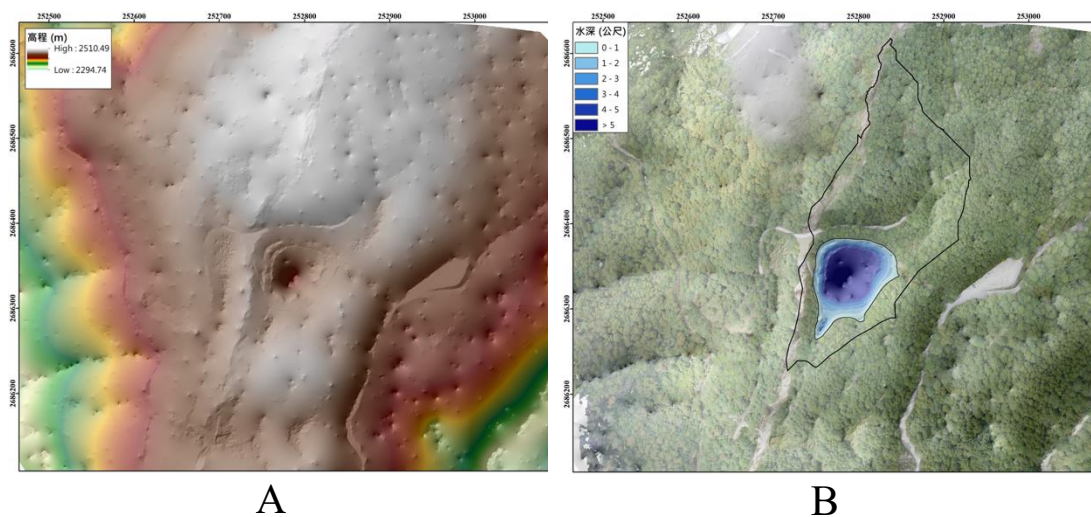


圖 12、小雪山天池(A)數值地表模型與(B)集水區範圍和滿水位水深分析

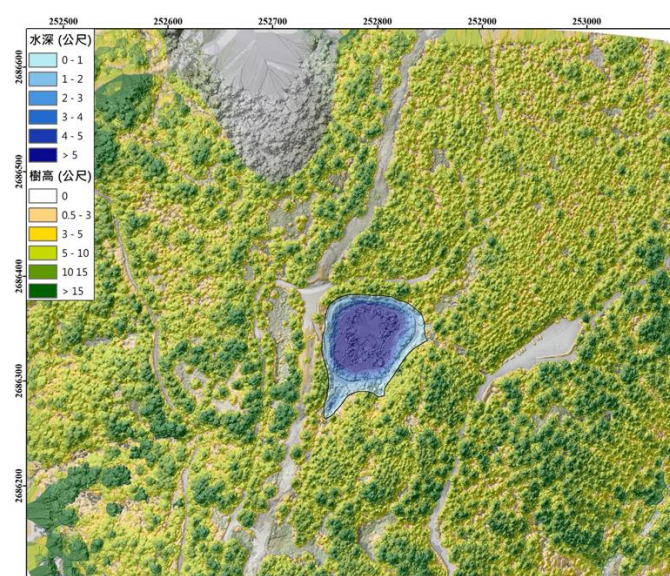


圖 13、大雪山天池樹冠高程模型

樹葉化石

一般樹葉要形成化石的機會很小，因為樹葉本身即容易腐爛及變

形，欲要取得完整樹葉化石不易，植物化石保存有三種基本類型，分別為「壓型」、「印痕」與「石化」，壓型係指植物體被沉積物掩埋過程中，在沉積物重壓下植物體遭受擠壓變形，於擠壓的過程中水分被排擠滲透出來，水分與有機物揮發後內部細胞結構逐漸損毀消逝，僅留下一層炭質薄膜。若僅有植物體的印痕，很少或沒有碳質，則屬於印痕的樹葉化石，在適當的環境與材質下，能夠將樹葉的表面細胞特徵，如葉形、脈序等，完整保存拓印下來。石化則是指植物體被溶解的礦物質(如矽酸鹽、碳酸鹽、硫化物等)溶液中所滲透，並進入細胞腔而將植物礦化。石化通常能將植物體的組織與結構完整保存。

大雪山國家森林遊樂區出露的岩層中，可見草本、木本植物與棕櫚科植物的化石，這些化石大多數集中於白冷層的板岩或黑色硬頁岩中，白冷層中粗粒的石英砂岩或石英岩幾乎無化石存在，僅細粒的砂岩偶見生物擾動或植物構造。由於硬頁岩質地較細緻，所保存的樹葉包括壓型與印痕，往往能呈現細微的脈絡紋理，但也由於其岩石強度脆弱，容易出現裂隙而破壞，形成落石或滾石，路旁散佈許多該類岩石的岩塊皆能在其中發現樹葉化石，但大多數皆保存不良。一般而言，所發現的樹葉化石大多數為雙子葉、單子葉與蕨類，雙子葉的樹葉化石多略呈黃色，保存狀態較好者，仍可見其細微葉脈紋路(圖 14, 15, 16)。在樹葉化石中亦不乏被保存下來的植物樹皮(圖 17)。除了雙

子葉類的樹葉化石，尚包括棕櫚科與蕨類等植物。李慶堯(2011)並根據樹葉化石外觀型態分辨出三種單子葉棕櫚科植物、五種雙子葉植物及兩種蕨類植物。由於岩層中保存化石的岩石強度較弱，易受侵蝕風化導致植物組織結構遭受破壞，尤其是棕櫚科植物的大型葉片，多數為葉片碎片，能完整保存其外觀型態(如葉形、葉緣、葉柄和葉脈等)者實屬少見。

棕櫚科植物的樹幹不分枝，維管束散生於基本組織中，沒有次生形成層，因此沒有年輪，樹葉呈互生羽狀(例如椰子樹)或掌狀(例如棕櫚樹)，葉柄基部常形成鞘狀，在葉柄脫落後長成環狀葉痕(圖 18)其分類主要依據葉片、花及果實構造特徵，由於它們的葉片除了羽狀葉及掌狀葉兩大類之外，構造大致相似，但它們在形成化石過程中，極少有植物葉片與其花或果實同時存在的情形。在沒有花和果實的情況下，單靠葉片特徵並不易進行更詳細的分類。棕櫚科植物樹葉化石屬依葉片形態特徵，可區分為似手杖椰子屬(*Bactrites*)、似沙巴櫚屬(*Sabalites*)、似棕櫚屬(*Palmacite*)、海棗屬(*Phoenix*)及似海棗屬(*Phoenicite*)等 5 個形態屬。目前已知大雪山國家森林遊樂區岩層中的棕櫚科樹葉化石，其葉形均為掌狀葉且葉柄先端向葉片延伸，被歸類為似沙巴櫚屬(*Sabalites*)，若依葉片伸展形態與葉基部主軸長度，可進一步區分為雪山似沙巴櫚、東勢似沙巴櫚及白冷似沙巴櫚三

個不同的形態種(莊文星、李慶堯，1997)。

位於大雪山 200 林道路旁邊坡，即出露葉形完整之棕櫚植物葉片化石，且葉片表面特徵完整清晰被岩石拓印保存下來，顯得格外難得與珍貴(圖 19)。目前該處已採簡易方式，以透明壓克力板予以保護，惟該保護裝置並非密閉，即使不考慮遊客的好奇或蓄意破壞，雨水與地表逕流仍能觸及化石，造成化石的表面侵蝕。化石所在的岩石強度亦不足以抵擋地震造成的地表破壞。以臺灣地震、颱風、強降雨等事件頻仍，岩石可能隨時出現局部的裂隙或崩壞，威脅到該化石的完整與存在。此外，本計畫亦於 210 林道採集另一較為完整葉片之棕櫚植物化石(圖 20)，就初步檢視與目前李慶堯(2011)所發現三種的形態種不同，由於其葉脈及其表面細胞特徵清晰且保存完整，極具研究價值，未來可以根據氣孔及周邊細胞特徵再加以細分。

由於棕櫚科植物一般視為熱帶或亞熱帶氣候的指示植物，同一地層也發現相當於現生熱帶或亞熱帶地區類型的闊葉樹葉片化石及代表溫暖潮濕環境的蕨類植物葉片化石。埋藏之岩層主要以頁岩及泥質岩與砂岩組成，含多量之炭質物、樹葉化石、生痕化石、波痕，淡水生貝類化石亦偶可被發現，顯示其堆積時為熱帶或亞熱帶洪泛沖積平原、河口至三角洲的淺海沉積環境。



圖 14、屬於闊葉林的雙子葉植物化石，葉片的葉形與脈序清晰。



圖 15、單子葉植物化石。



圖 16、蕨類的樹葉化石。



圖 17、樹葉化石所保存不同植物樹皮的部分



圖 18、(A)棕櫚科植物化石；(B)葉柄脫落後長成環狀葉痕的壓型與印痕化石



圖 19、位於大雪山 200 林道路旁邊坡出露之完整葉片的棕櫚植物化石。



圖 20、於 210 林道採集之棕櫚植物化石

邊坡穩定性分析

位於大雪山 200 林道 46.5K 路旁邊坡，因出露葉形完整之棕櫚植物葉片化石，顯得格外難得與珍貴。然而，大雪山 200 林道沿線坡度陡峭、地質破碎，邊坡有許多崩塌，可能威脅此珍貴的樹葉化石。因此，本計畫藉由無人機攝影測量與現地量測的方法，調查 46.5K 邊坡穩定性的情況。

當邊坡不穩定或產生滑動時，崩塌的冠部會受到張力拉扯，形成張力裂隙（tension crack），或稱為冠部裂隙（crown crack），或形

成小型的崩崖 (landslide scarp)，當張力裂隙或小型崩崖發展後，地形變位或植物倒塌，導致樹冠層出現「透空」的狀況，該現象可由三維點雲剖面來判釋分析(圖 21)。點雲資料顯示，在一處崩塌上方的植生出現多條平行等高線的不連續線形，可能因下方崩塌導致上方土體缺乏支撐，而開始產生位移與裂隙所致，由地形剖面圖更可以明顯看出，樹冠層的分布明顯出現不連續的空洞，便有可能是因為滑動導致的張力裂隙。此外，張力拉扯破壞植物根系後，影響到植物生長狀況，反應在植物的樹冠層的色澤會出現圓弧狀的枯萎狀況，可以藉此判斷邊坡是否發生滑動(圖 22)。

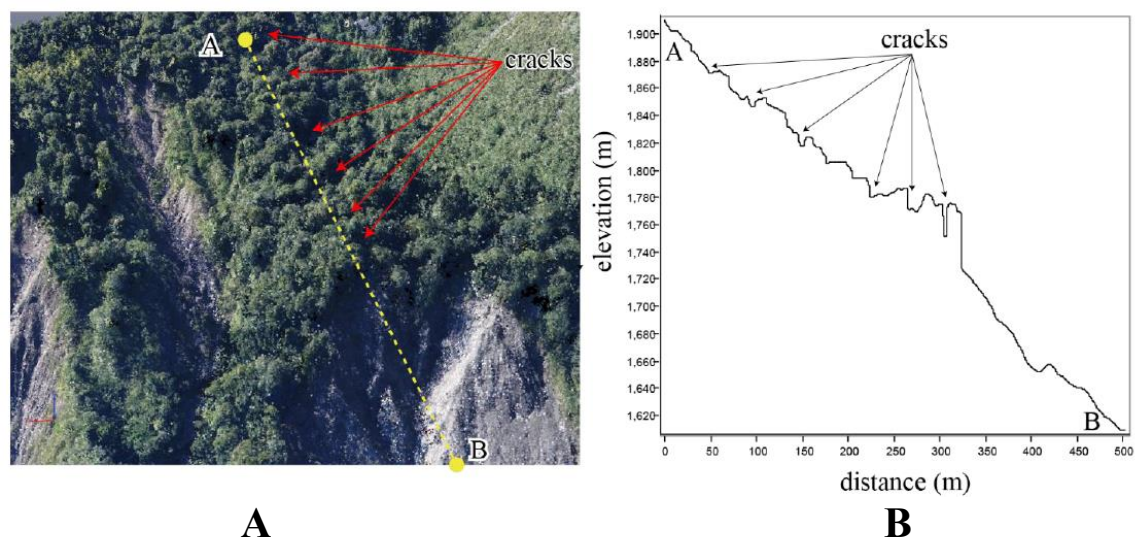


圖 21、由樹冠層密集點雲判釋(A)潛在張力裂隙位置與(B)地表剖面
(陳毅青等人，2019)。



圖 22、張力裂隙導致地表植生呈現圓弧狀的枯萎示意圖

圖 23 為 200 林道 46.5K 處，樹葉化石邊空拍成果與飛行模擬，本計畫共拍攝 308 張影像，拍攝涵蓋範圍共 57 公頃，涵蓋樹葉化石的上、下邊坡，密集化點雲的數量約 2,880 萬個點，每平方公尺平均 42 個點，產生的正射影像和數值地表模型的解析度為 3.72 公分。



圖 23、於 200 林道 46.5K 處，邊坡三維建模與飛行模擬

(連結:https://drive.google.com/file/d/1pC0tSd7MOA-46BEpx0_1XPebdqExLEF3/view?usp=sharing)

根據高解析度的正射影像，邊坡的蝕溝與疑似張力裂隙判釋成果如圖 24 所示，黃色星號為 46.5K 樹葉化石所在位置；紅色線段為疑似張力裂隙判釋成果；藍色箭頭為蝕溝判釋成果。判釋結果顯示，樹葉化石上邊坡無明顯的張力裂隙，僅在其東側的下邊坡有兩道疑似的張力裂隙，需要注意此邊坡的發展是否會影響樹葉化石。此外，樹葉化石上邊坡有許多條的蝕溝，但這些蝕溝都不會直接影響到樹葉化石。因此，根據無人機攝影測量之邊坡穩定調查結果，並未發現該邊坡有明顯的張力裂隙的潛勢，或蝕溝沖蝕影響到樹葉化石的安全。

現地調查則使用史密特硬度錘調查樹葉化石邊坡岩石強度，調查

的點位分別從樹葉化石的東到西側共 10 處 (圖 25)，其中，第 4 到第 5 處為樹葉化石所在岩石下方，每處以史密特硬度錘重複調查 5 次。

圖 14 呈現史密特硬度錘硬度調查成果的岩體強度，發現在東側岩體 (第 1-2 號) 相對破碎，岩體強度介於 13-15 MPa，屬於軟岩；西側岩體 (第 8-10 號) 也相對破碎，岩體強度介於 10-18 MPa，屬於軟岩；靠近樹葉化石的中央岩體強度較高，岩體強度介於 24-32MPa，屬於硬岩。此外，在軟岩區的岩體不連續面的間距約小於 5 公分；在硬岩區的岩體不連續面的間距約為 72 公分(圖 26)。

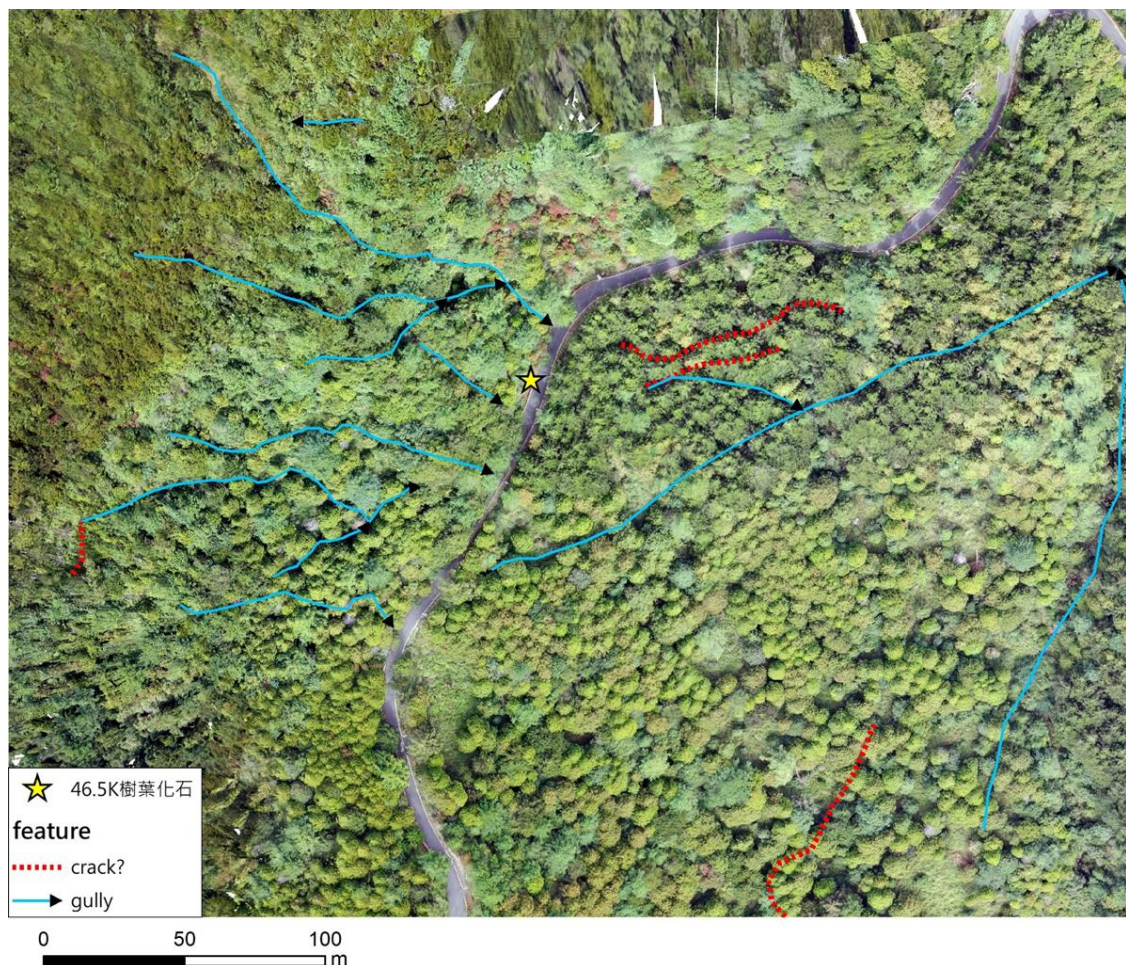


圖 24、位於 200 林道 46.5K 處及附近區域，樹葉化石邊坡的蝕溝與疑似張力裂隙分析結果

因此，綜合上述岩體強度和岩體不連續面的間距，配合 Franklin (1975) 岩體強度分級表，得樹葉化石所在的硬岩區區的岩體強度為 III，而樹葉化石兩側軟岩區的岩體強度為 V 至 VI（圖 27）。分析結果說明，樹葉化石的岩體強度甚高，較不易受到風化破壞，且邊坡較不容易產生崩壞作用所影響。此外，調查結果也說明，此邊坡大多數岩體強度較低，只有在樹葉化石附近數公尺範圍內的岩體強度較強，使得樹葉化石能夠保存至今，說明樹葉化石的存在實屬難能可貴。

此外，本計畫在現地調查時也發現，位於樹葉化石的西側約 10 公尺處有個小型的舊崩塌（圖 28），該崩塌規模約為 5 公尺寬，12 公尺長，崩塌崖的高度約為 1.5 公尺，從崩塌崖可以觀察到高度風化的破碎岩屑，且目前崩塌崖呈現裸空的狀態。雖然，此崩塌的材料往下坡移動並不會直接影響樹葉化石，但未來在颱風豪雨影響下，若崩塌持續擴大，仍有可能影響到樹葉化石的上邊坡而造成威脅。

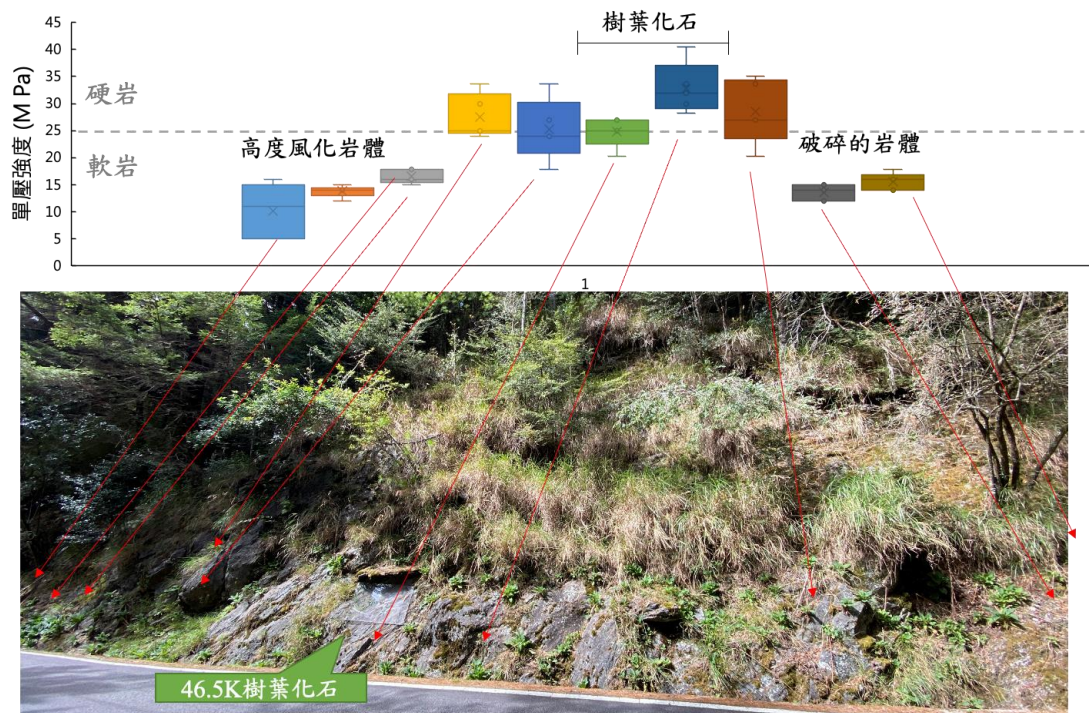


圖 25、位於 200 林道 46.5K 處，樹葉化石邊坡的史密特硬度錘硬度調查結果



圖 26、位於 200 林道 46.5K 處，樹葉化石邊坡的硬岩與軟岩

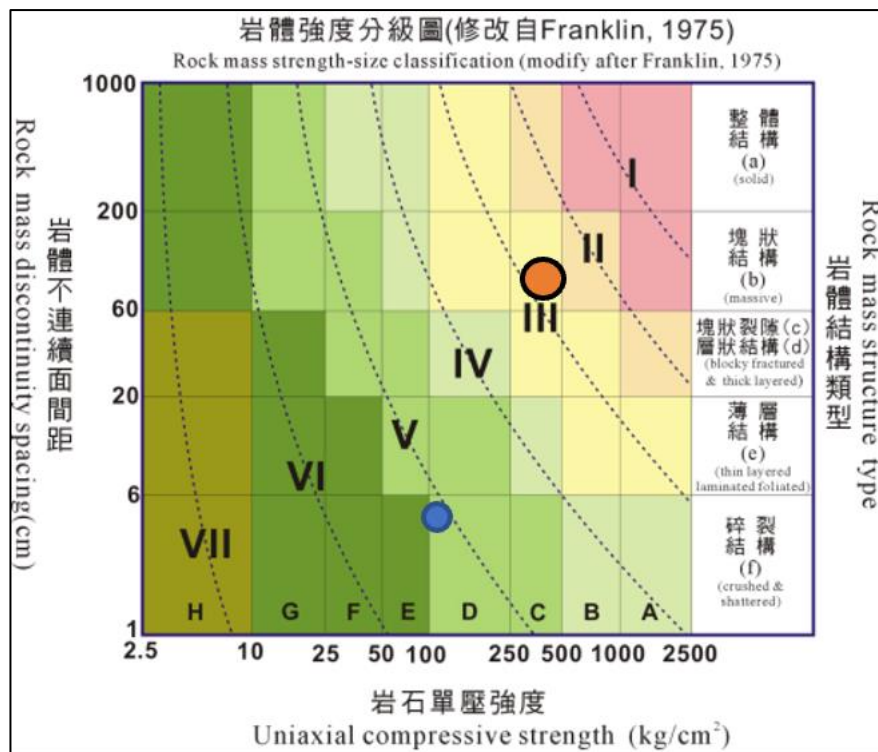


圖 27、位於 200 林道 46.5K 處，葉化石邊坡的岩體強度分級結果

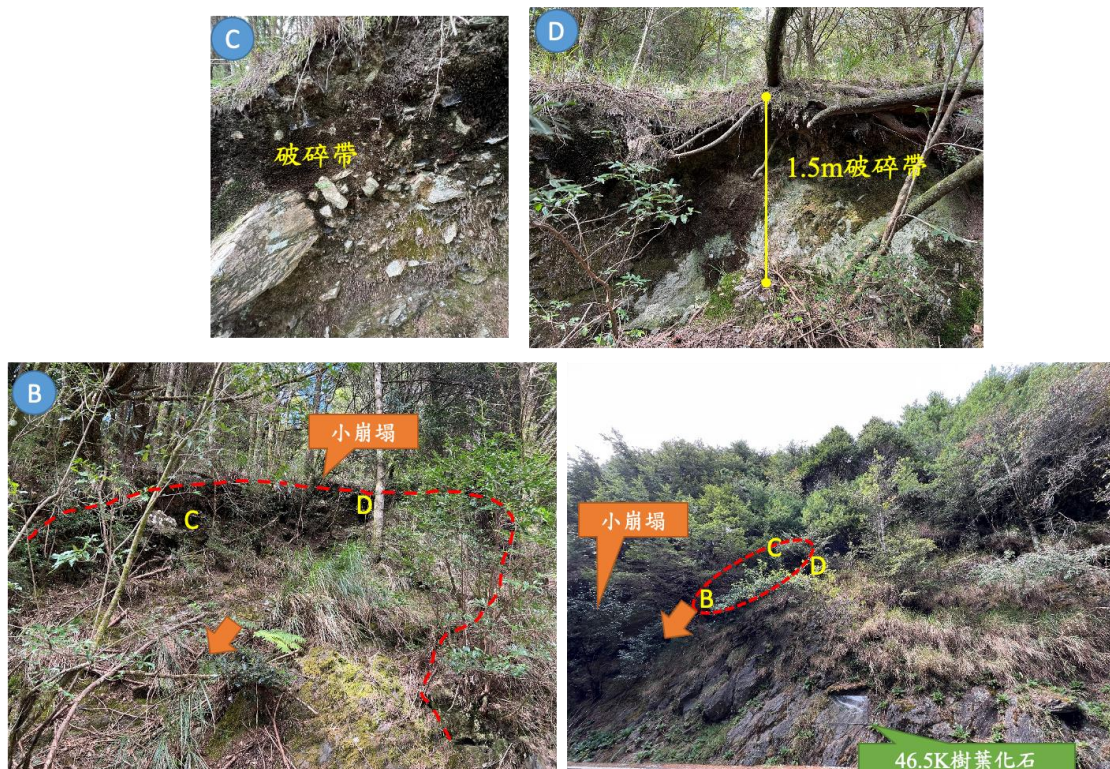


圖 28、位於 200 林道 46.5K 處，樹葉化石西側邊坡崩塌調查

重要景點

調查結果顯示，園區內的岩層因林道的修築與開挖得以顯現，因此適合觀察之處多集中於林道旁邊坡，而周邊或附近區域的步道則多為茂盛林木所覆蓋，缺少岩層或地質構造露頭。就大雪山 200、210 林道沿線調查具研究與觀察價值的景點與景觀，分述如下：

200 林道

1. 33k～雪山橋

雪山橋位於大雪山林道約 33k 處，是一座造型優美的新型拱狀橋樑。由於民國九十三年七月二日發生七二水災，導致舊雪山橋附近山壁崩塌，並將林道路基沖蝕流失，使得前往大雪山森林遊樂區的交通中斷，經過將近兩年的興建，於民國九十五年六月工程竣工。

雪山橋附近出露的岩層屬於白冷層下段，亦即白冷層的東卯段，岩性由厚層的粗粒石英變質砂岩夾薄層板岩或黑色硬頁岩所組成(圖 29)，板岩中可見許多植物的葉片化石(圖 30)，植物種類包括單子葉、雙子葉以及蕨類等。此處岩層以高角度向南傾斜，傾斜角度約 50 至 60 度左右。岩層的節理發達容易導致岩塊崩落，部分節理較寬較深之處，甚至能引起大塊體積岩石的墜落。雪山橋上游側河岸聳立的岩壁(圖 31)，裸露部分的岩壁陡峭且壁面光滑平整，為岩層的層面，岩壁

面上仍有該層面上部岩層的殘餘，殘餘岩層側面可見其層理。岩壁頂部的層面有明顯的波痕紋理，代表著當時的沉積環境。

橋樑東側之板岩可見石英脈(圖 32)，石英脈較細，部分並具雁行排列特徵。事實上，雪山橋週圍風景秀麗，可遠眺上谷關附近區域，大甲溪主流及其南岸於邊坡與河階所開發的聚落和農地(圖 33)。



圖 29、雪山橋旁道路邊坡出露的白冷層



圖 30、岩石中的樹葉化石



圖 31、河床上裸露的岩壁



圖 32、白冷層變質砂岩層中的石英脈

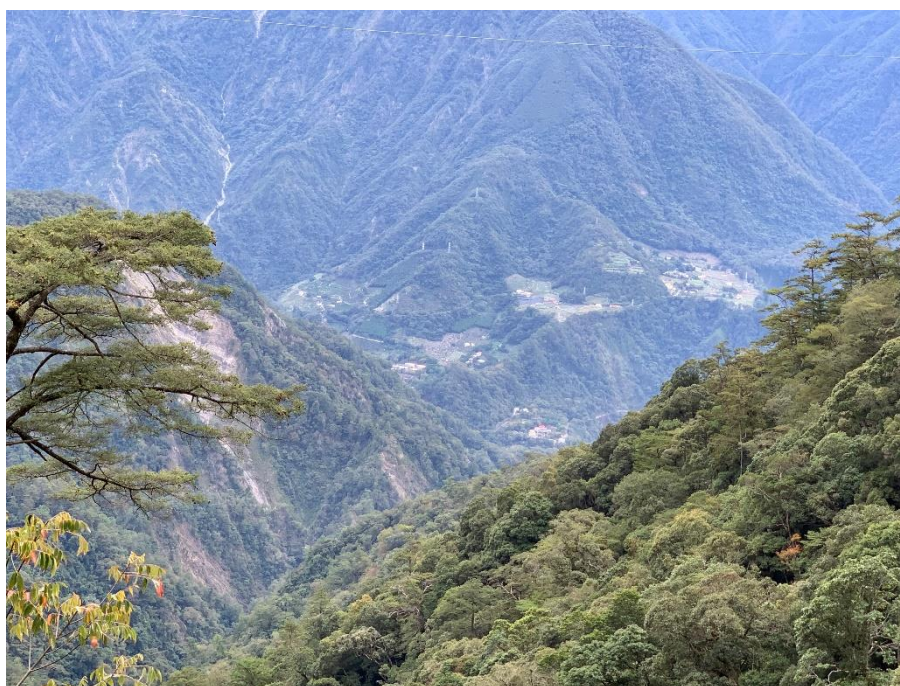


圖 33、由雪山橋遠眺大甲溪上游的階地。

2. 44k-44.5k～褶皺軸部

園區內具大小長短不一的褶皺構造普遍，且往往具複褶皺特徵，這些複褶皺走向多介於北北東至東北東(圖 6)。其中，麗陽複向斜的軸部大致與 200 林道平行，並於道路較大且明顯轉彎之處與褶皺軸部交會或穿越。然而於林道沿途並無明顯褶皺軸部的野外露頭，僅能以岩層位態判斷其褶皺的存在與軸部的代蓋位置，例如於 44K 處向西傾斜之岩層，便於 44.5K 轉為向東傾斜，靠近軸部之處岩層呈高角度傾斜，並出現變形或彎曲的現象，且岩層厚度亦有些許變化(圖 34)。



圖 34、接近褶皺軸部附近的岩層

3. 46.5k～棕櫚樹葉化石

位於大雪山林道約 46.5k 處路旁邊坡，岩壁上可見一大且明顯的棕櫚科葉片化石(圖 35)。一般棕櫚科植物的葉片巨大，不利於整片完整留存，然而該化石的葉形完整且葉脈紋路保存良好，甚至連葉柄都清晰可見，實屬難得一見，非常值得予以保護，目前該處以簡易的透明護罩保護，由於該保護裝置並非密閉方式，颱風或強降雨等事件仍可能導致大量地表逕流觸及化石，造成化石表面的侵蝕，亦可能因地震產生局部的裂隙或崩壞，威脅到該化石的完整與存在。



圖 35、棕櫚科植物的樹葉化石

4. 48K～埡口

位於林道 48K 處，海拔約 2600 公尺，路旁建有三層樓高之觀景台，視野可遠眺包括雪山、志佳陽大山、大劍山、中央尖山、合歡北峰、八仙山、玉山、鳶嘴山和稍來山等群山。這裡也是觀賞雲海與日出的絕佳景點。

埡口是一種地形上的名稱，是位於兩山之間稜線較為低淺之處。

一般而言，兩山之間較為凹陷處形似馬鞍的地方稱為鞍部，多半是寬闊平坦的山坳，而埡口則是鞍部中稜線的最低點。臺灣較為出名的埡口有三處，分別為南橫公路埡口、思源埡口、合歡埡口。雖然埡口是地形的名稱，但也往往被採用為地名，例如南橫公路上的埡口，便是位於高雄市與台東縣交界處的地名，也是台 20 線（南橫公路）的最高點，是翻越山嶺的重要通道。此外，臺灣較出名的埡口尚有位於台 7 甲線（中橫公路宜蘭支線）的思源埡口，以及位於台 8 線與台 14 甲線交會處的合歡埡口（即今大禹嶺舊名）。

大雪山國家森林遊樂區內亦有埡口的地形，位於 200 林道 48K 處附近的山稜便呈現埡口的地形特徵，附近稜線的高度約 2600 公尺，埡口高度約為海拔 2500 公尺，落差較附近陵線約低 40 公尺左右圖（圖 36）。



圖 36、位於 200 林道 48K 附近的埡口

5. 49K～淋澱化土壤

位於天池附近的表土，由土壤剖面顯示其厚度不足半米，僅 30-40 公分左右，表層含腐植質，有機質含量高，其下有漂白現象，稱為 E 層，顯示土壤具淋澱化作用(圖 37)。此處土壤由上而下依序分別為 A、E、B 及 BC 四層，A 層為暗棕色 (7.5YR 3/2) (7.5YR 3/2) (7.5YR 3/2)，玢質壤土，團粒構造多量根系突變波浪狀層界。約有 20% 岩屑。E 層呈亮灰色 (10YR 7/2)，玢質黏壤土，弱度鈍角塊構造中等數量根系，突變平滑或波狀層界，約 40% 碎屑。B 層為紅黃色 (10YR 7/8) 或棕黃色 (10YR 6/8)，黏土質地中度鈍角塊構造，中到少量的根系，約含 60% 岩屑。BC 層則為棕黃色，弱度鈍角塊構造，含 90% 岩屑。



圖 37、位於天池附近的淋澱化土壤

6. 49K～天池

天池位於園區 200 林道的盡頭附近之天然窪地，是小雪山南稜一座可供蓄水且終年不竭的小型高山湖泊（海拔高 2,600 公尺，面積約 0.4 公頃）（圖 12B），池旁建有瑞雪亭，除了環繞天池周圍步道，另有連接天池與神木兩地，長約 2 公里的步道。

位於天池東北側有一處疑似崩塌、土石流堆積的碎屑性積物堆積（圖 38A），由野外沉積特性觀察，該堆積物應為更高或上游處的崩積物，經土石流搬運形成類似沖積扇的沖積錐。沖積錐的末端為人為所截切，然而由其移動方向可延伸至瑞雪亭（圖 38B），故而推測小雪山

天池有可能是堰塞湖，因為崩塌土石流堆積而阻塞成窪地，因堰塞堤的位置接近稜線，溪谷的集水面積相對較小，水量較小不足以溢流過掩塞壩，故能使窪地能夠保留。



A



B

圖 38、200 林道盡頭鄰近天池附近，(A)天池東北方之土石流堆積扇或沖積錐，部分因築路被開挖，(B)瑞雪亭即築於沖積錐形成的堰塞堤上。

210 林道～樹葉化石

距離 210 林道入口處約 100 公尺開始，路兩旁散佈著或堆積如壘

卵的滾石，這些滾石或岩塊包括石英岩、變質砂岩與板岩，於少數炭質較高的變質砂岩以及大多數的板岩均可找到樹葉化石。樹葉化石中以代表闊葉林的雙子葉植物數量最多，其次為代表潮濕環境的蕨類植物，熱帶植物的棕櫚科植物則相對較少見。本計畫亦於 210 林道採集另一頗為完整葉片之棕櫚植物化石(圖 20)，就初步檢視與目前李慶堯(2011)所發現三種的形態種不同，由於其葉脈及其表面細胞特徵清晰且保存完整，極具研究價值，未來可以根據氣孔及周邊細胞特徵再加以細分。

結論

大雪山國家森林遊樂區具有豐富的豐富多元的生態環境，過去已累積許多包括森林、動、植物、鳥類等不同面向的自然資源調查，但較缺少地質與地形景觀的介紹或開發。透過本次調查，除了尋找具有特色或意義之地質與地形景觀，並為其建立三維空間模型，保存園區內珍貴之地質與地形景觀資料，以提供管理單位未來管理與開發之參考。然而由於本次調查計畫，原規劃執行時程僅半年左右，不巧期間遭遇新冠肺炎傳播流行，致使園區關閉，壓縮野外調查的時間與進度，殊為可惜。就調查完成的部分與成果觀之，大雪山國家森林遊樂區具有值得推廣的地質與地形景觀，本計畫亦透過研習活動將調

查成果推廣至相關之管理或規劃等人員以及對自然景觀有興趣的大眾，提升園區寓教於樂的功能與品質。希望並鼓勵有關單位或機構未來能繼續更深入的調查與探索。

參考資料

- Franklin, J.A. Size-Strength System for Rock Characterization; Geotechnical Ltd.: Orangeville, ON, Canada; Department of Earth Sciences University of Waterloo: Waterloo, ON, Canada, 1975.
- Tan, K (1944) Contemporaneity of the formations of the Urai Series, especially of the Yonryo Sandstone, the Harkurei Formation and the Niitaka Formation, I (Japan): Translations Natural History Soc. Formosa, Vol. 34, no. 248-249, p.174-191.
- 丹桂之助 (1944) 烏來統 諸層特、四稜砂岩、白冷層、新高層 同時性就：臺灣省博物學會報，第 34 卷，頁 174-233。
- 何春蓀 (1986) 臺灣地質概論—臺灣地質圖說明書。經濟部中央地質調查所，第 48—49 頁。
- 李春生 (1979) 臺灣中部南投縣水里-玉山地區之古第三紀地層。中國地質學會會刊，第 3 號，頁 237-247。
- 李錦發 (2000) 東勢地質圖幅及說明書。五萬分之一地質圖幅及說明書，第 18 號。經濟部中央地質調查所，共 117 頁。
- 李慶堯 (2009) 臺灣中部大雪山林道植物化石觀光資源初步調查，2009 休閒運動與觀光管理學術研討會，臺灣，霧峰。
- 李慶堯 (2011) 大雪山國家森林遊樂區植物化石資源調查期末報告。行政院農業委員會林務局東勢林區管理處，共 43 頁。
- 林光清、洪富文、杜清澤、黃菊美、馬復京 (2000) 臺灣森林土壤調查報告(五)-大安溪事業區。台北市：行政院農委會林業試驗所。
- 林志銓、黃立彥 (2005) 大雪山國家森林遊樂區歸化植物調查。臺灣林業，V. 31 No. 6，頁 67-74。

- 姚正德、廖煥彰（2009）大雪山國家森林遊樂區鳥類導覽。行政院農業委員會東勢林區管理處，共 117 頁。
- 陳文山（2016）臺灣地質概論。中華民國地質學會，共 204 頁。
- 陳肇夏（1977）雪山至達見地區地質圖(1:122,000) 臺灣雪山山脈的一些地層問題。中國地質學會會刊，第 20 號，頁 61-70。
- 陳肇夏（1979）臺灣中部橫貫公路沿線地質。中國地質學會會刊，第 3 號，頁 219-236。
- 陳毅青、王素芬、宋承恩、林紘立、林奐宇（2019）以航空攝影測量與樹冠特徵偵測崩塌徵兆，2019 水土保持學術研討會，11 月 30 日，臺中，臺灣。
- 張勝雄、王志強、林志銓、楊曼蕾、陳學文（2007）大雪山國家森林遊樂區—生態旅遊步道環境監測。國立空中大學生活科學學報，V.11，頁 51~70。
- 莊文星、李慶堯（1996）臺灣雪山山脈白冷層之棕櫚葉化石之初步探討，中國地質學會 85 年年會暨學術研討會，頁 526-528，臺灣，台南。
- 莊文星、李慶堯（1997）臺灣雪山山脈白冷層之棕櫚葉化石之初步探討，中國地質學會 86 年年會暨學術研討會，526-528 頁，臺灣，台南。
- 烏居敬造(1935) 東勢地質圖幅及說明書，臺灣總督殖產局出版，第 732 號，共 26 頁。
- 黃博淵、洪祖煌、歐光憲、程天立、陳立楨、邱健介、劉瓊蓮、鍾銘山（1987）臺灣森林鳥類生態之調查研究。臺灣省政府農林廳，共 46 頁。
- 詹新甫（1971）雪山山脈南段地質構造圖(1:308,000)：臺灣雪山山脈南段之地質構造，中國地質學會會刊，第 14 號，頁 62-75。
- 詹新甫（1976）臺灣雪山山脈之褶皺與塊體運動。臺灣省地質調查所彙刊，第 25 號，頁 29-33。
- 劉桓吉（1992）臺灣中部大甲溪支流橫流溪及東卯溪白冷層剖面之古沉積環境研究。地質，第 12 卷，第 2 期，頁 185-198。
- 劉桓吉（1997）臺灣雪山山脈中部之地質構造與地層研究。國立臺灣大學地質學研究所博士論文。共 113 頁。
- 劉桓吉、高銘健（2010）梨山地質圖幅及說明書。五萬分之一地質圖幅及說明書，第 19 號。經濟部中央地質調查所，共 56 頁。

羅偉、吳樂群、陳華玟（1999）國姓地質圖幅及說明書。五萬分之一地質圖幅及說明書，第 25 號。經濟部中央地質調查所，共 71 頁。

羅偉、楊昭男（2002）霧社地質圖幅及說明書。五萬分之一地質圖幅及說明書，第 26 號。經濟部中央地質調查所，共 59 頁。

二、研習活動：

為推廣大雪山國家森林遊樂區之地質與地形景觀，本計畫於12月4日假臺中教育大學科學教育與推廣系305室，辦理研習活動，活動的方式為實體活動，包括了專題演講與座談，時間由08:30至15:30。上午的議程以專題演講以及具有特色或意義之標本展示為主，專題演講分別邀請彰化師大生物系林忠毅教授介紹「植物演化、生態與植物化石」、中正大學地球與環境科學系汪良奇副教授以「大雪山天池八千歲，埋藏在湖底的自然史」為題發表其研究成果，以及國立中正大學通識教育中心黃文樹兼任助理教授將「森林土壤的生成、類型與功能」統整性的說明。下午的議程安排則為綜合座談，針對研習內容以及本調查計畫的執行與成果進一步的交流。

本次活動採線上報名，歡迎對大雪山國家森林遊樂區地質與地形景觀有興趣之大眾，開放報名人數為30位，但仍提供現場報名，據當日與會者之人數統計，共有51位參與本次研習活動，報名人數與簽到表如附件。

大雪山國家森林遊樂區地質與地形景觀調查計畫研習活動

時 間	議 程		
08:30~09:00	報 到		
09:00~09:30	開幕式、貴賓致詞 主持人：蔡 衡 特聘教授 國立彰化師範大學地理系		
	研 習 內 容	主講者	主持/評論
09:30~10:20	植物演化、生態與植物化石	林忠毅 教授 國立彰化師範大學 生物系	黃旭村 教授 國立臺中教育大學 科學教育與應用學 系
10:20~10:30	休 息/標本展示		
	研 習 內 容	主講者	主持/評論
10:30~11:20	大雪山天池八千歲， 埋藏在湖底的自然史	汪良奇 副教授 國立中正大學地球 與環境科學系	陳毅青 副教授 國立彰化師範大學 地理系

11：20~12：10	森林土壤的生成、類型與功能	黃文樹 博士 國立中正大學 通識教育中心	陳毅青 副教授 國立彰化師範大學 地理系
12：10~13：30	休 息 / 午 餐		
13：30~15：30	綜合座談： 1. 地質與地形景觀 2. 邊坡與化石保存 主持人：蔡 衡（國立彰化師範大學地理系） 與談人：黃旭村（國立臺中教育大學科學教育與應用學系） 陳毅青（國立彰化師範大學地理系） 林忠毅（國立彰化師範大學生物系） 汪良奇（國立中正大學地球與環境科學系） 黃文樹（國立中正大學通識教育中心）		
15：30	閉 幕		



計畫主持人蔡衡教授致歡迎詞並介紹計畫內容與執行成果



林忠毅教授的專題演講「植物演化、生態與植物化石」



汪良奇副教授的專題演講「大雪山天池八千歲，埋藏在湖底的自然史」



黃文樹博士的專題演講「森林土壤的生成、類型與功能」



陳毅青副教授講解無人機攝影測量產製高解析度三維數值地表模型



與計畫執行團隊進行之綜合座談與交流



林忠毅教授於會場進行樹葉化石的觀察與解說



綜合座談的討論與交流



與會者於休息時間觀察現場展示標本並與專家學者互動