

臺灣的山川土石



地質

第 28 卷第 2 期 / 中華民國 98 年 6 月出版

地質專題一



樂學臺灣高山

- 阿里山森林鐵路沿線勘災紀實
- 921 地震 10 週年紀念活動開跑
- 郵說冰原巨獸猛獁象
- 主張生物能影響地球環境的蓋亞 (Gaia) 假說
- 飛上天空觀看屏東縣好茶村土石流災害



地質徵稿

- 一、宗旨：本刊宗旨在促進地質科學之學術交流及推廣地質教育。
- 二、內容範圍：本刊歡迎知識性、趣味性、通俗性及教育性地質稿件。請針對專欄投稿，如知性旅遊、大地寫真、地景、地質教室、地質災害、地質時事、人物側寫、資訊服務等；或提供方塊短文，如名詞釋義、照片與圖鑑、問題解說、書評、新書介紹等，深度以非地質專業人士能夠了解為原則。
- 三、體例規範
 1. 標題：以簡潔為原則。
 2. 小標題：內文每500-600字加一小標題為原則。
 3. 作者：以不超過三人為原則，請述明姓名及服務單位與職位。
 4. 內容：請著重觀念介紹，不需前言、摘要、注釋，亦不需敘述繁瑣細節及大量列舉數據，而是以通俗易懂為原則。
 5. 語文：來稿一律中文。
 6. 字數：如非特約，以不超過2,000字為原則，並附50-100字引文，點明文章之旨趣。
 7. 單位及數字：請用公制，數字則用阿拉伯數字，如3,567公尺或0.35公克。
 8. 照片、圖、表：請多附照片、圖、表，彩色繪製者尤佳；解析度300dpi以上，尺寸長或寬12cm以上影像清晰，檔案格式為TIFF者尤佳；說明之內容、數字及符號需與內文一致。
 9. 譯名：常用之名詞應使用通行譯名，不常用之名詞應加註原文。
 10. 參考文獻：請儘量以「延伸閱讀」替代參考文獻，依序為中文、日文、英文。中文依作者姓氏筆劃排列、英文依作者姓氏字母排列。「延伸閱讀」格式例如：
何春燕（2004）地質學概論，二版四刷。
林啟文等（2004）臺東縱谷南段的活動斷層特性研究，經濟部中央地質調查所特刊，第15號，第161-174頁。
- 四、稿件格式：以Microsoft Word 撰寫，所有文字（含照片、圖的說明文字，及表的內文、說明文字），中文用明體，英文用Arial體。
- 五、刪改權：本刊對來稿有刪改權，如不採用時退還，且恕不向投稿者申述理由。
- 六、稿酬：稿件刊出後，將致贈稿費及當期一冊。
- 七、文責：來稿需自行創作，並請註明參考資料；若係譯稿或直接引用圖表，需取得著者同意，並附原文。來稿如有著作權爭議，由作者自行負責，不另提供任何相關說明文件。
- 八、授權：一經投稿，即視同授權刊載，本刊並將與投稿者簽訂著作權轉讓同意書。
- 九、投稿檢附資料：(1)內文Word 檔一份、(2) 內文A4稿件二份、(3)原始圖檔（必須為可修改之圖檔格式，以方便美編作業）、(4)作者姓名、通訊處、聯絡電話、身分證字號、戶籍地址、服務機關或就讀學校。
- 十、來稿或聯絡：請洽「地質編輯委員會」
地址：23568 臺北縣中和市華新街109巷2號
電話：(02)2946-2793轉666、292
傳真：(02)2943-2440





臺灣的山川土石

第二十八卷第二期
2009年6月

創刊日期：1973年2月

主 編：林朝宗

編輯委員：

李春生、何信昌、林明聖、林俊全、
林銘郎、林偉雄、楊小青、張中白、
張徽正、劉瑩三、謝凱旋（按姓氏筆劃）

執行編輯：郭麗秋

助理編輯：陳利貞

美術編輯：零•工作室

zero_ime@yahoo.com.tw

發行人：林朝宗

發行所：經濟部中央地質調查所

地 址：23568臺北縣中和市華新街
109巷2號

郵 箱：臺北市第968號信箱

網 址：<http://www.moeacgs.gov.tw>

電 話：(02)29462793

傳 真：(02)29429291

經銷處：有限責任經濟部中央地質
調查所員工消費合作社

地 址：23568臺北縣中和市華新街
109巷2號

劃撥帳號：18433686

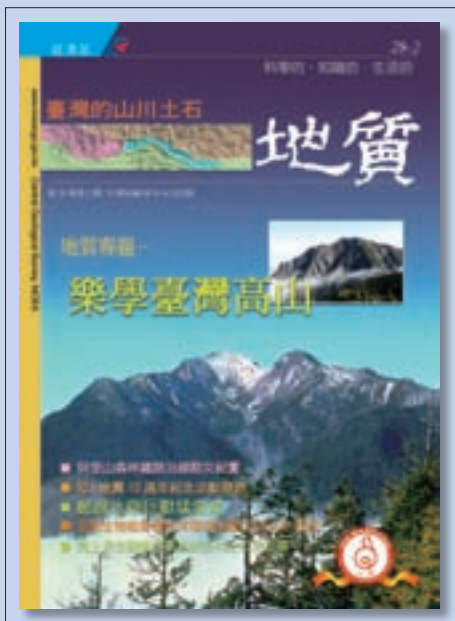
印 刷：飛燕印刷有限公司

定 價：150元整

GPN：2006200028

ISSN：0303-092X

- 2008年「優良政府出版品獎」入圍作品•
- 2006年「優良政府出版品獎」得獎作品•



經濟部中央地質調查所



中華民國地質學會

目錄

地質 第28卷第2期

3 編者的話



5

地質論壇
羅偉

臺灣高山地質調查工作之我見

臺灣島的面積約為 3 萬 6 千平方公里，其中有 258 座 3 千公尺以上的高山，可說是高山密度最高的島嶼 ...。

8 地質新聞



李彥良
朱偉嘉
李錦發

阿里山森林鐵路沿線勘災紀實

阿里山是臺灣夙負盛名的觀光區，阿里山森林鐵路更是國寶級的鐵路，名列阿里山五奇之中 ...。

11 地質新聞

經濟部中央
地質調查所

921 地震 10 週年紀念活動開跑

12

專題報導

樂學臺灣高山

「人知遊山樂，不知遊山學」，一般人也許常登山享樂，卻不知臺灣這個地處亞熱帶，面積不到 4 萬平方公里的小島，擁有 200 餘座超過 3 千公尺的高山 ...。

許民陽 14 峰峰相連到天邊
—臺灣的高山

許民陽 20 臺灣高山的地質與地形景觀

劉佳玫
羅偉 27 臺灣中央山脈中段的高山橫越
地質調查路線劉桓吉
陳柏村
楊金臻
俞錚皚 38 聖稜線沿途之地形地質景觀

朱傲祖 46 玉山地景

50 臺灣也有冰河遺跡！

From the Editor

編者的話

蘭陽溪"砂"很大

上期跟大家聊到地質與經濟，得到了一些迴響，有道是話不說不通，編者的靈感穴似乎被打通了，這回來聊聊更有趣的。

首先請大家看2張照片，左邊是蘭陽溪的位置圖，右邊是6月12日蘭陽溪河床上成群結隊的砂石車，主編最近帶領一行人前往宜蘭縣明池旅遊的途中，有人捕捉到如此生動而壯觀的畫面，可真是“砂”很大！一般民眾經過此途中，肯定是驚叫連連，也會好奇地問，哪兒來這麼多的砂石？這些砂石車所採的砂合法嗎？

對砂石有研究的人知道，蘭陽溪河床的砂石量可觀，主要是由上游山崩土石流沖刷而來。政府為解決長久以來河床淤積的問題，於是開放砂石開採，一方面疏濬，另一方面供應工程材料；照片中砂石車大排長龍等著載運砂石，礙於鏡頭寬度只秀出一條小龍，實景卻是綿延數公里之長，這種景像可說是經常上演，不足為奇。蘭陽溪上游地區的岩層多為變質岩，硬度較高，適宜作為工程材料。專家說，河川砂石的開採可以看出社會發展的腳步，開採過度則容易使河床面臨沖刷的威脅，這也是政府極力要預防的事。

學經濟學的人，應該有對砂石運輸量的多寡與市場需求的關係感到興趣的，這種砂石車滿載的景像，他們也許會大膽假設為房地產市場的趨勢指標。

對你而言，這種景像會讓你有什麼樣的聯想呢？人家說走向大自然，就會發現新世界，想要親眼看看這些砂石車排長龍的樣子嗎？照片中的這段路在臺7線大同鄉牛鬥橋上游約7公里，距英士山莊約1公里處。

話說回來，地質真是有趣。說真的，臺灣各地還有很多講不完的精彩畫面，不論是知識或常識，只要是一般人想不到的，『地質』願意陪大家領略它們的真與美。



● 蘭陽溪的地理位置圖。



● 在蘭陽溪河床上排隊等著載運砂石的砂石車（98.06.12劉彥求攝）。

目錄

地質 第28卷第2期



楊建夫 52 雪山及合歡山的冰川地貌

朱傲祖 56 南湖大山冰河地形及
冰河遺跡

吳孟寰 60 嘉明湖－大分行中看地質

66 臺灣高山地質的其他研究

許民陽 68 臺灣高山的植物生態



74

地質災害

林榮潤

飛上天空觀看屏東縣
好茶村土石流災害

臺灣地區由於受到板塊運動的擠壓，地勢陡峭狹窄以及山坡地的開墾等天然和人為因素，每當颱風或豪雨來襲，山區容易引發山崩與土石流...



80

地質教室

李孟陽

郵說冰原巨獸猛獁象

巍峨的身軀昂然挺立一對扭曲的象牙，真猛獁象 (*Mammuthus primigenius*) 倘佯於北方凍原的酷寒環境，由於身披厚實的濃密長毛，俗稱長毛象 (Woolly Mammoth)...

86

地質教室

李春生

主張生物能影響地球環境的
蓋亞 (Gaia) 假說

88 讀者回響

89 讀者問卷

編輯小組



臺灣高山地質調查工作之我見

文◎ 羅偉

臺灣島的面積約為3萬6千平方公里，其中有258座3千公尺以上的高山，可說是高山密度最高的島嶼，其中地形與地質更是變化多端。長久以來，臺灣的登山界一直以攀登五岳三尖、完成百岳與中央山脈大縱走為技術指標。今年的5月19日12點52分，臺灣世界七頂峰攀登隊的3位隊員，成功登上世界最高峰—聖母峰，讓臺灣的國旗在聖母峰頂飄揚，同時也達成七頂峰的攀登。這項臺灣登山界規模最大，歷時3年成功完成的計畫，先後登上了世界七大洲最高峰，包括亞洲聖母峰（Mt. Everest，8,848公尺）、歐洲厄爾布魯斯峰（Mt. Elbrus，5,642公尺）、非洲吉利馬札羅山（Mt. Kilimanjaro，5,895公尺）、北美洲丹拿里峰（Mt. Denali，6,194公尺）、南美洲阿空加瓜峰（Mt.

Aconcagua，6,962公尺）、南極洲文森峰（Mt. Vinosn，4,897公尺）以及大洋洲查亞峰（Mt. Carstensz，4,884公尺）。七頂峰攀登計畫的成功，代表臺灣登山界的攀登技術，已不亞於世界先進國家，而對於臺灣山岳的探勘也會更加重視。

臺灣高山地質資料太少 應有積極作為

反觀臺灣的高山地質調查工作，卻仍處於起步階段。以代表一個國家最本地質資料的五萬分之一地質圖幅而言，臺灣以及澎湖、蘭嶼、綠島等離島全區應有76幅（不含金馬地區2幅）；截至97年度止，根據中央地質調查所的資料，已出版52幅，7幅正交付審查



羅偉

國立臺北科技大學資源工程研究所副教授，主要專長於野外地質學、構造地質學、高等構造地質學、地質災害調查與分析。曾任職於經濟部中央地質調查所、國立臺灣博物館、中國文化大學地質學系，熱愛臺灣高山地質研究工作，曾測製完成臺灣五萬分之一地質圖幅中之大禹嶺、國姓、霧社、新城等圖幅；並於民國96、97年帶領國立臺北科技大學臺灣高山地質研究團隊，進行環山、丹大、萬大、阿里山、玉山與玉里山等圖幅地區之野外調查與地質草圖測製工作，目前仍持續臺灣高山地質的研究工作。

中，也就是說還有17幅目前仍未編製，這17幅中除鹿港與旗山圖幅為西部地區，其餘15幅都是臺灣高山地區的地質圖幅。對於號稱高山密度在世界島嶼國家中數一數二的臺灣來說，我們對自家的高山地質的瞭解真是太少了，對此臺灣地質界應該積極有所作為。

除基本地質資料完整性的意義外，臺灣的高山地區南北延伸約350公里，分布面積佔全島將近3/1以上；其中出露岩層之地質年代，已知最早可由古生代晚期開始，也就是說臺灣高山地區的岩層，應記錄了2億年以來的地質事件；解讀這些岩層中的紀錄不但可以瞭解臺灣的地質史，更可以推知臺灣在西太平洋島弧演變過程中所扮演的角色。此外，臺灣許多洪災、山崩與土石流等自然災害的發生，與各大河川上游集水區，也就是臺灣高山地區的地質狀態，有密不可分的關係；所以不論由國土規劃、學術研究以及災害防治的觀點，臺灣高山地區的地質調查與研究工作，都是非常重要且急迫的。

高山地質調查困難重重 傳承不易

臺灣地質界的前輩顏滄波老師，在自傳中曾記述其自1950年至1965年這16年間在中央山脈的調查工作；當時中央山脈地區由於地形關係，大都只有路線地質調查而已，加上中央山脈主要由



變質岩構成，地質調查較不易，因此決心進行中央山脈長期且困難的地質調查工作。顏老師首先將中央山脈分為若干小區域，再詳查各區域的地形，特別是河流的情況。由於臺灣地區之風化作用相當強烈而植生茂密，露頭多出現於河谷或崖壁上；山稜小徑雖較容易走，但露頭不多，因此調查路線以沿河流調查為主，若溪谷無法溯行即繞行山坡後再下來走溪谷。當時的調查隊由1至2名地質人員與2名野外助理組成，每名隊員安排2名挑夫協助物品與岩石標本的搬運，因此調查隊總人數最多時是14至15名，一般也有10名左右。

當時的調查路線多是從較大溪流下游溯溪而上，到了溪流源頭附近再翻越山稜至隔鄰溪流源頭，之後沿河谷往下游走；每次調查行程所需的時間，一般短的溪流約需兩星期時間，長且支流多的溪流則要1個月左右。若溪流源頭為大型崖壁，無法翻越山稜只得循原溪谷而下，如果沿溪有舊有道路，則再沿道路調查；有時從大河流上溯遇較大支流時，就在其匯流處附近設基地，做幾天支流調查。



顏老師特別指出此種野外調查方式，雖然對中央山脈及雪山山脈的地質，如各種岩型及其分布產狀、地層、地質時代、地質構造、不整合接觸關係、岩層層序、變質度與岩石組構等，獲得不少地質資料，其中也有一些新的發現。但因地形險峻及體力的關係，無法到達的地區仍有很多，其中不明或不確實的地方也不少，更詳細的調查工作，有待下一代地質人員來接棒。

臺灣高山地區由於地形、天候、植生以及複雜的地質狀態，地質調查工作困難重重。尤其是許多過去的林道、獵徑、古道與警備道路等均已荒廢，而調查工作曠日費時，又需大量的人力與財力；過去經驗豐富的地質師逐漸退休，因社會型態的轉變，價值觀念的不同，

新生代地質人員進入高山地區工作之意願不高；緬懷地質前輩的研究精神與建立之基礎，今日我們應仿效前人的研究精神與調查方式，如何培養有意願從事高山地質研究的地質人員？政府預算又該如何籌募或編列？此外如何結合臺灣登山界之協助並有效且確實的進行野外調查工作？都是值得地質界思考的問題。



News & Events

阿里山森林 鐵路沿線勘災紀實

文◎ 李彥良、朱偉嘉、李錦發

阿里山是臺灣夙負盛名的觀光區，阿里山森林鐵路更是國寶級的鐵路，名列阿里山五奇之中。阿里山森林鐵路起點為海拔30公尺的嘉義站，終點為海拔2,216公尺的阿里山站，全長70餘公里。從嘉義站至竹崎沿線，沿牛稠溪沿岸及低緩丘陵興建，地形平緩，沿線較無地質災害；自樟腦寮車站開始進入山地地區，海拔高度介於600至2,200公尺間，地形陡峭，水系發達，地質上屬西部褶皺衝斷帶區域，岩性主要為砂岩、砂頁互層與頁岩；因其間有一系列斷層通過，各斷層間發育有褶皺構造，岩體普遍破碎，導致此段鐵路沿線多處位於地質災害敏感地段。每逢颱風或豪大雨，常造成崩塌或路基流失等災害而被迫停駛，樟腦寮段更是自97年10月崩塌至今仍未修復，創下近幾年來林鐵災損最久未修復的紀錄。

目前鐵路管理單位於地質災害區段以搶通為目的，未進行整體治理，以致類似的災害重複發生。在今(98)年雨季來臨之前，筆者特至阿里山森林鐵路數處主要崩塌地段，進行地質災害總體檢，以作為整體治理規劃之參考。

阿里山森林鐵路近十年重大地質災害

地點	損壞期間	災害類型	災害原因	修復時間
林鐵本線全線	88年9月21日至89年2月1日	地震災害	921地震	約4個月
林鐵43k+800m	93年8月25日至94年1月31日	路基流失	艾利風災	約5個月
林鐵59k+100m	96年6月23日至96年12月21日	山崩落石	連日豪雨	約6個月
林鐵本線全線	96年10月7日至96年11月4日	坍方落石、路基流失	柯羅莎風災	約1個月
林鐵23k+350m	97年10月17日至現今	路基流失	連日豪雨	7個月以上

調查點1 樟腦寮段崩塌

97年10月17日，樟腦寮路段於23k+350m處，即樟腦寮車站北側附近，路基滑落山谷，僅剩鐵軌吊掛於半空中，險象環生。此崩塌處為舊崩場地形，崩落材料屬崩積層，崩塌趾部位於牛稠溪一支流野溪右岸攻擊坡；其山崩類型屬岩屑崩滑，崩塌範圍長80公尺，高差約50公尺，坡面約60至70度，目前暫以塑膠帆布覆蓋以防止下雨持續沖刷侵蝕，下方河岸則正進行擋土牆施工；由於修復進度緩慢，此段路線目前僅能先以接駁的方式通車，尚未完全修復。



● 阿里山森林鐵路沿線調查點位置與地質圖。



● 樟腦寮段崩塌，路基滑落山谷，僅剩鐵軌吊掛於半空中。

調查點2 28號隧道西口前崩塌

本處崩塌地位於林鐵43k+800m處，崩塌物質屬崩積層，崩塌類型屬岩屑崩滑，為向源侵蝕所造成，崩塌範圍長約20公尺；目前僅於路基處（下邊坡）建有約8公尺高之護坡工程，除此之外，路基上、下方邊坡並未整治，於豪大雨其間亦有持續破壞可能。



● 43k+800m處崩塌地現況，僅於路基處設有保護工程。

調查點3 47k+200m崩塌

本處崩塌地位於鐵路47k+200m上方，崩塌時間不明，範圍寬約20公尺，長約40公尺，崩塌材料為崩積層物質，崩塌岩塊最大可達約2.5公尺，分類應屬岩屑崩滑，研判為向源侵蝕的結果。崩落岩塊組成為南莊層之砂岩，崩塌冠部上方林相完整，崩塌處則可見大量傾倒林木，顯示此崩場地不久前曾發生崩落，鐵路於崩塌處僅做一跨距約5公尺的



● 崩塌岩塊最大可達約2.5公尺。

News & Events

橋涵通過，涵洞高約4公尺；目前大量崩塌土石仍堆積於鐵道上方區域，於豪大雨時鐵道有被土石淹埋之危險。

調查點 4 42號隧道口崩塌

本處崩塌位於59k+100m處，42號隧道原長519公尺，東側出口緊接一段80公尺長的明隧道。民國96年6月23日連日豪大雨，造成上方邊坡大量土石崩落，將明隧道段壓毀，搶修期間先後又受到7月23日花蓮規模6地震、8月聖帕颱風及10月柯羅莎颱風影響，隧道上方邊坡土石再度崩落，掩埋鐵軌，擊毀部分已施作完成的路基，為避免再度損壞，在隧道頂端、側壁增設保護層，整體工程已於96年底完成。現地勘查結果，該處崩塌屬落石型態，崩塌範圍長約100公尺，高逾百米，上方岩體裸露且節理發達，地層屬南莊層；隧道上方崩崖之崖錐坡面角度約35度，更上方之岩壁則呈70度以上至接近陡直，再發生大規模崩落之機率甚高。



● 42號隧道口崩塌全貌。

調查點 5 45號隧道口崩塌

本處約位於鐵路59k+900m處，鐵道上邊坡屬岩體滑動之崩崖區域，崖高約10公尺，坡面裸露，地層屬南莊層，部分區域節理發達，其坡度約60至70度，隨時可能有落石發生，且可能滾落於鐵道上；本段鐵路為一橋樑通過，橋樑下方林木有明顯傾倒現象，顯示此崩場地仍有持續滑動現象。



● 45號隧道口邊坡高約10公尺，坡面裸露，隨時可能有落石發生。

921地震10週年紀念



921 10週年
經驗傳承 從心出發

活動開跑

文◎ 經濟部中央地質調查所

921地震發生至今年屆滿10年，政府及民間各界為留下10年來，我國於救災、賑災與防災等方面的經驗，各項紀念活動計畫陸續展開。整個活動由行政院統籌，於98年2月25日由劉院長兆玄召集「921集集大地震十週年紀念活動籌備會議」商討主軸，設定為「經驗傳承，從心出發」，勉力政府及民眾均要以虛心、愛心、用心、決心與安心，回頭檢視這場災難，記取教訓、傳承經驗、邁向未來。根據規劃，活動內容將分別由文建會主辦的921紀念晚會、行政院災害防救委員會主辦救災裝備及重建成果展、國科會主辦國際研討會、賑災基金會協調民間參與，以及交通部規劃的產業振興等。

本刊為了使民眾瞭解臺灣的地質環境在921地震發生後的變化，將於9月（第28卷第3期）推出921地震十週年專題，請讀者期待。

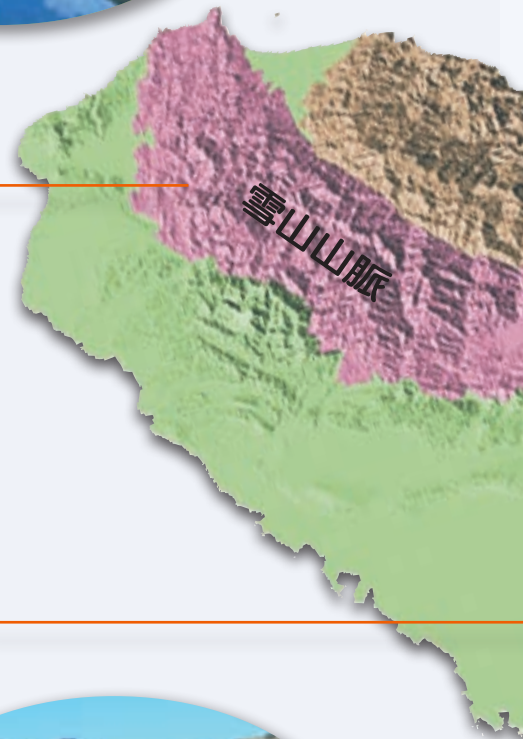
活動名稱	主辦單位	時間
921地震10週年災後重建區參訪活動	交通部觀光局	98.07.01~98.10.31
921網路博物館	賑災基金會	98.07.01
出版紀念專冊	新聞局	98.09.15
協助晚會宣導	新聞局	98.09.15
紀念921地震十週年國際學術研討會	國科會等	98.09.17~98.09.19
國際災害緊急應變學術研討會	災防會	98.09.17~98.09.19
國際緊急醫療學術研討會	衛生署	98.09.17~98.09.19
Land Dynamics in Mountainous Watersheds: Typhoons, Landslides, and Land Use	南開大學	98.09.17~98.09.19
臺灣自然災害史與災後復原重建學術研討會	臺灣文獻館	98.09.18~98.09.19
國際搜救研討會及兩岸災害防救經驗交流研討會	災防會	98.09.19~98.09.24
920音樂晚會	文建會	98.09.20
經驗傳承·從心出發—921地震10週年檔案展	教育部、研考會	98.09.21
經驗傳承·從心出發—921地震10週年面板展覽	教育部、研考會	98.09.21
國內文宣電視影片	新聞局	98.09.21
防救災成果展、裝備器材展及體驗活動	災防會	98.09.21
防災演習及防災宣導	災防會	98.09.21
921地震對生態影響與回復	農委會特生中心	98.09.21
地震引發山崩國際學術研討會	中央大學等	98.09.21~98.09.24
社區重建研討會	文建會	98.09.22~98.09.23
古蹟與歷史建築修復國際研討會	文建會	98.09.22~98.09.23
地震復原重建與民間參與研討會	賑災基金會	98.09.22~98.09.23
公用氣體與油料管線、輸電線路災害防救業務研討會	能源局	98.09.22
中小學校園北、中、南、東4校防災演練展示活動	教育部	98.09.23
第四屆世界巨災論壇會議	地震保險基金會	98.09.29
整體文宣規劃	新聞局	98.09.30
全民防災運動	災防會	98.09.30

資料來源：財團法人賑災基金會，「921網路博物館」。http://921.gov.tw/（98.07.01檢索）。

樂學臺灣高山

「人知遊山樂，不知遊山學」，一般人也許常登山享樂，卻不知臺灣這個地處亞熱帶，面積不到4萬平方公里的小島，擁有200餘座超過3千公尺的高山，內含得天獨厚的地質、地形景觀與自然資源，甚至在高山深處也有著冰河遺跡。

最北的雪山山脈

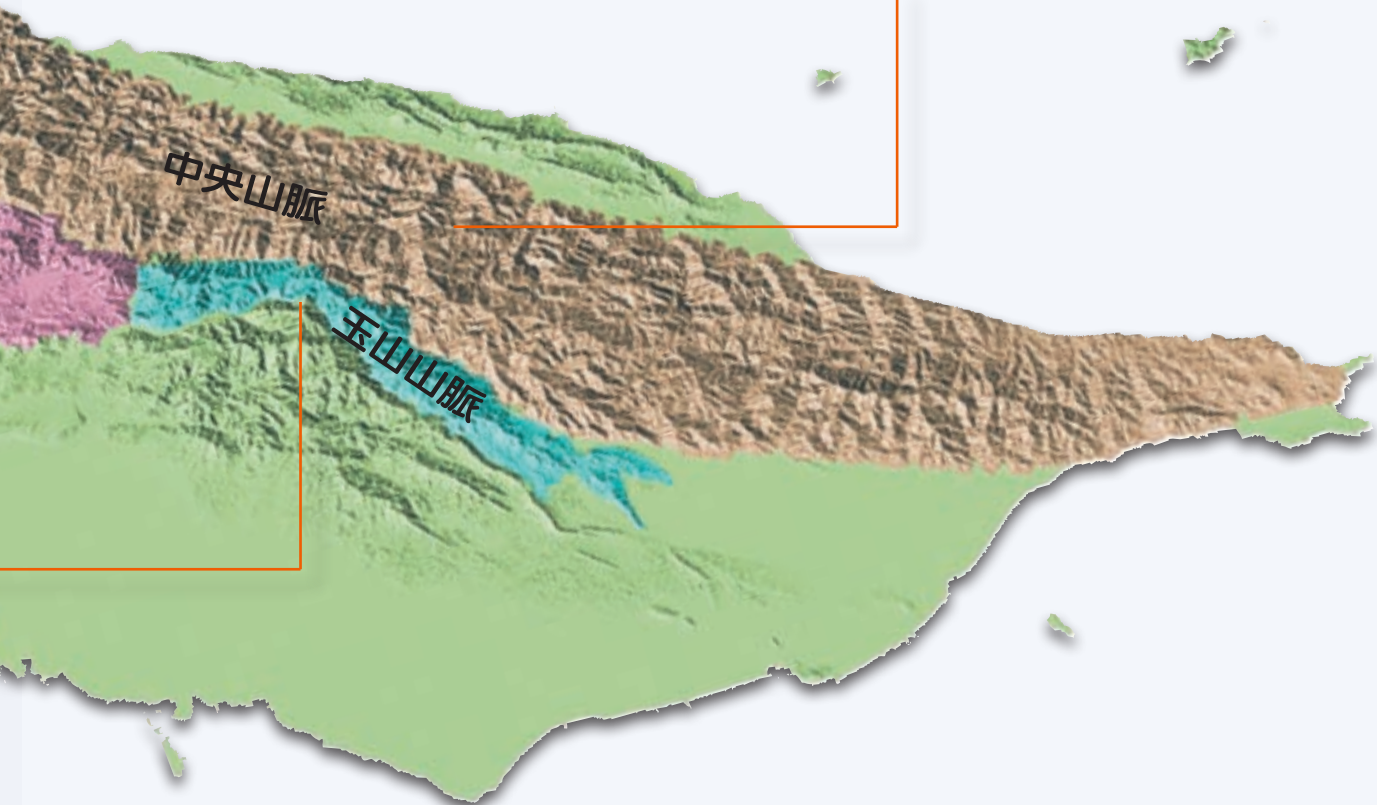


最高的玉山山脈



遊郊山易，遊高山難，近年來攀登玉山雖已是國人自我挑戰的一項熱門課業，但能行遍臺灣三大高山山脈的人畢竟不多。而高山不僅可供欣賞，更蘊藏豐富的知識；本專題希望讀者從中欣賞罕見的高山之美，也能領略高山地質、地形與植物的多樣性。

最長的中央山脈



專題企劃：張徽正

撰文依序：許民陽、劉佳玫、劉桓吉、朱傲祖、楊建夫、吳孟寰

■ 許民陽 臺北市立教育大學環境教育與資源研究所教授，
 · 地質專題 · 專長於地形學、環境教育、地球科學教育。

峰峰相連到天邊 ——臺灣的高山

文◎ 許民陽

臺灣由於歐亞板塊與菲律賓海洋板塊的碰撞，產生強烈的造山運動，形成 2 百多座 3 千公尺以上的高山，高山密度堪稱世界第一，連帶產生複雜的地質構造與地形，更是變化多端。此外更是生物多樣性的樂土，挺拔的森林、廣闊的箭竹草原與春夏盛開的野花，令人目不暇給...

根據統計，臺灣 100 至 1,000 公尺的低海拔山區，占全臺灣面積 38%，1,000 至 3,000 公尺的中海拔山區佔 30%，3 千公尺以上的高山地區佔 1%，三者合計佔 69%，由此可知臺灣是一個以丘陵、山地為主的島嶼，因此有人稱臺灣為「高山之島」並不為過。這些山地又可分為中央山脈、雪山山脈、玉山山脈、阿里山山脈及海岸山脈。這些山脈除了構成臺灣的島軸外，也是氣候的分界和屏障，它阻擋了東北季風，使得北部和中南部氣候有顯著的差異。夏秋兩季由東部太平洋來襲的颱風，因為脊樑山脈的阻擋，威力將逐漸減弱；它同時也阻擋了水氣，使山區雨量豐沛，成為各大河川的活水源頭。



● 臺灣地形圖。

經由激烈造山運動所形成的高山，擁有複雜而多變的地質地形景觀，以及隨著不同海拔高度而產生的垂直氣候分布，孕育出多樣化的動植物生態系，是臺灣最寶貴的自然資產，也是各國家公園劃定的範圍，值得我們去了解欣賞與保育。

造山運動

臺灣高山的形成，主要的營力是板塊衝撞產生的造山運動，根據花岡岩、變質岩、火山岩及沉積岩的同位素及地球化學等地質定年資料，臺灣島約於20億年前的原生代形成，造山運動則開始於古生代晚期（約2億5千萬年），此後大約有5個時期的構造－熱力事件（造山運動）依序如下：

- I 期：**發生於侏羅紀早期（約2億至1億7千5百萬年前）
- II 期：**發生於侏羅紀晚期（約1億5千3百萬年前）
- III 期：**發生於中生代晚期（約9千7百萬至7千7百萬年前）
- IV 期：**發生於新生代上新世（約5千6百萬至9百萬年前）
- V 期：**開始新生代晚期（約5百萬年以來），至今仍在進行，也就是菲律賓板塊及歐亞板塊碰撞產生的蓬萊造山運動。

前3次造山運動使得古老大陸基盤的火成岩及沉積在亞洲大陸邊緣的沙、泥、石灰岩等，受到熱與壓力變質成現今所稱的大南澳變質雜岩（包括現今最

容易在太魯閣看到的大理岩、片麻岩及各種片岩）。第5次亦即蓬萊造山運動則影響最大，它不但將前幾次造山運動造成的變質岩及海底沉積物重新抬升，板塊碰撞產生的強大壓力使地殼岩石抬升、褶皺、斷裂，產生一系列的斷層，斷層兩側的岩層沿斷層線疊積在一起，使地殼更加厚，隆起成高山。至今臺灣高山仍以每年5公釐的速度在抬升，此作用使臺灣擁有東南亞最高峰的玉山（3,952公尺）等高山；主要的高山型山脈有中央山脈、雪山山脈及玉山山脈，其分布範圍如下：

中央山脈

北起蘇澳，南至鵝鑾鼻，呈北北東至南南西走向縱貫全島，長達340公里，為臺灣最長的山脈，有「臺灣屋脊」之稱，所以又稱「脊梁山脈」。著名的百岳高峰有秀姑巒山（3,805公



● 南湖大山，標高3,742公尺。



· 地質專題 ·

尺)、南湖大山(3,742公尺)、中央尖山(3,705公尺)、關山(3,668公尺)、向陽山(3,602公尺)、雲峰(3,564公尺)、奇萊主山(3,560公尺)、三叉山(3,496公尺)、合歡山(3,417公尺)、合歡山東峰(3,421公尺)、北合歡山(3,422公尺)、畢祿山(3,371公尺)、鋸山(3,276公尺)、能高山(3,262公尺)、北大武山(3,092公尺)。據統計中央山脈3千公尺以上的高山有180座,列名百岳者有69座,均為各山脈之冠。



● 奇萊山主山與北峰, 標高3,560公尺。



● 合歡山, 標高3,417公尺。



● 向陽山, 標高3,602公尺。



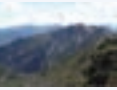
● 北合歡山與西合歡山, 標高分別為3,422公尺與3,145公尺。



● 畢祿山, 標高3,371公尺。



● 北大武山, 標高3,092公尺。



● 鋸山，標高3,276公尺。



● 合歡山主峰與東峰，標高分別為3,417公尺及3,421公尺。

雪山山脈

北起三貂角，南至臺中縣東勢鎮，長約200公里，位中央山脈西北方，兩山脈隔著蘭陽溪及大甲溪為界。著名的百岳高峰有雪山（3,886公尺）、穆特勒布山（3,626公尺）、大劍山（3,594公尺）、大雪山（3,530公尺）、品田山（3,524公尺）、大霸尖山（3,492公尺）、佳陽山（3,314公尺）、小霸尖山（3,418公尺）、東霸尖山（3,364公尺），合計3千公尺以上的高山有51座，列名百岳有19座；尤其是大霸尖山

至雪山段長達15公里的雪山山脈中最高聳的稜脊，西元1927年日人沼井鐵太郎稱為「神聖的稜線」，山岳界稱之為「聖稜線」，這條稜線由南至北，依次有雪山（3,886公尺）、北稜角（3,880公尺）、凱蘭特崑山（3,731公尺）、雪山北峰（3,703公尺）、穆特勒布山（3,626公尺）、素密達山（3,517公尺）、布秀蘭山（3,438公尺）、巴紗拉雲山（3,402公尺）、大霸尖山（3,492公尺）。筆者曾從南湖大山頂向西看，山勢連綿，異常壯麗。



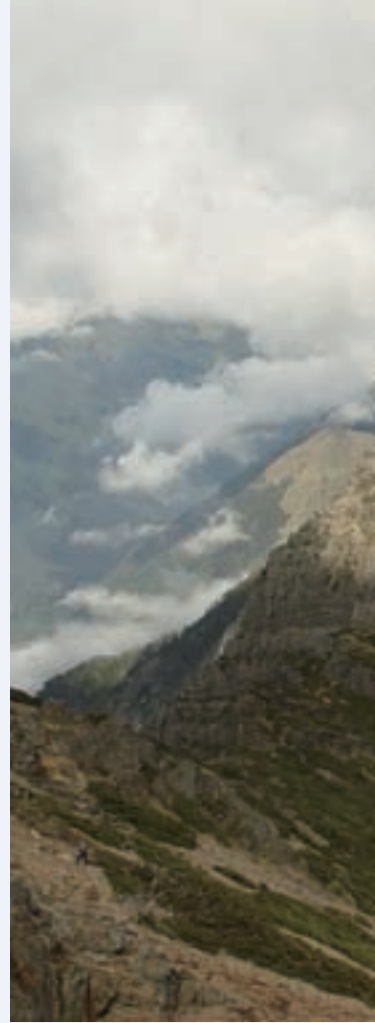
● 品田山，標高3,524公尺。



● 大霸尖山與小霸尖山，標高分別為3,492公尺及3,418公尺。



● 穆特勒布山，標高3,626公尺。



玉山山脈

北起八通關，南至六龜十八羅漢山附近，長約180公里，與中央山脈隔著濃溪為界。著名的百岳高峰都在玉山附近，如玉山主峰（3,952公尺）、玉山東峰（3,869公尺）、玉山北峰（3,858

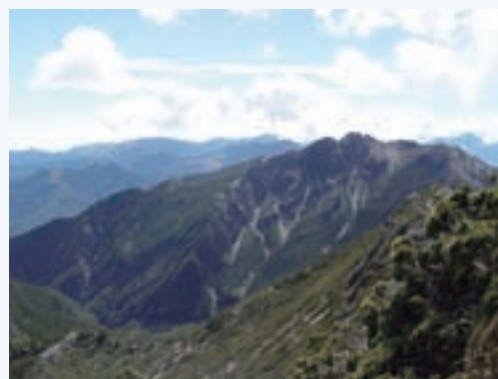
公尺）、玉山南峰（3,844公尺），另有東小南山（3,711公尺）、南玉山（3,383公尺）等，3千公尺以上的高山有23座，列名百岳有12座。



● 玉山東峰，標高3,869公尺。



● 玉山北峰，標高3,858公尺。



● 玉山南峰，標高3,844公尺。

峰峰相連到天邊

上述3個高山山脈3千公尺以上的高山總共有258座，站在3千公尺以上的百岳向四周看，可說到處是高山；以臺灣3萬6千平方公里的面積計算，高山密

度之高，位居世界第一。尤其是由東岸到西岸不到150公里的距離內，山地可以由0公尺隆升至近乎4千公尺的高度，此種板塊擠壓碰撞產生的造山運動，其力量之大可說是舉世無匹。

臺灣高山的地質與地形景觀

文◎ 許民陽

由於板塊的碰撞抬升、外營力的雕塑，演育出臺灣這個世界上地景最多樣性的島嶼。如此狹小的島嶼，卻有著高聳壯觀的高山，尤其2千公尺以上的高山，人煙罕至，因此人為破壞也少，可以保存珍貴的地景。一般人也許無法用腳去征服百岳，但卻可藉由本文用眼睛去看、用心去體會，臺灣群山中特殊的地質與地形景觀，是這片土地所賦予我們的驕傲！

海相地層抬升

板塊的擠壓把海洋沉積物構成的地層抬升至近乎4千公尺的高度，筆者在雪山山脈攀爬大霸尖山，經過海拔2千8百公尺的黑森林，石英岩步道上常見到淺海形成的波痕(ripple mark)。由玉山登山口至排雲山莊的步道及許多大峭壁，都可發現許多遺留生痕及波痕。1991年我國的地質學家朱傲祖在玉山南峰西側稜線上，發現貝類化石富集帶，並在玉山地

區發現許多保存尚佳的沉積構造，如交錯層理、圓丘狀交錯層理、波成波痕；另發現*Chondrites*及*Palaephycus*等生痕化石，前者多出露在低能量且缺氧的環境，後者也是低能量環境中的產物；另發現覓食痕及爬痕，兩者均為大陸棚底部的生痕相。綜合生痕及沉積構造的資料，玉山地區的地層沉積環境，從濱海相到大陸棚的環境均可見到，乃因造山運動的地層抬升，才到今日的3千多公尺高度。



● 玉山步道大峭壁上的波痕。



● 玉山步道上的生痕化石。



● 玉山南稜海拔 3,880 公尺處的波痕。

變質作用

造山運動的強烈擠壓，除了使海相地層抬升，所帶來的熱及壓力也使得岩層變質，因此臺灣高山地區的地質，大部分由變質岩所構成。例如玉山山脈和中央山脈主要由板岩和變質砂岩構成，雪山山脈以變質砂岩、硬頁岩及板岩為主，這些變質岩均常呈現變質作用的構造。

● **劈理** 變質岩礦物重新排列後，常沿礦物較脆弱處裂開成光滑的斷裂面稱為劈理，尤以板岩最發達，常沿劈理面裂開成光滑坡面，如合歡山昆陽停車場旁的板岩劈理。

● **鉛筆狀構造** 泥岩沉積物常受輕微變

質作用成硬頁岩，硬頁岩常成片狀風化破裂，稱為鉛筆狀構造。

● **石英脈** 變質作用時岩石產生脆性破裂，再經石英礦物充填成白色的脈狀，常見變質砂岩、板岩中。若石英脈中的石英結晶有空隙會形成晶洞構造，並產生完整之六角柱狀的石英結晶（水晶）。



● 合歡山昆陽停車場板岩劈理面。



● 向陽山的板岩劈理。



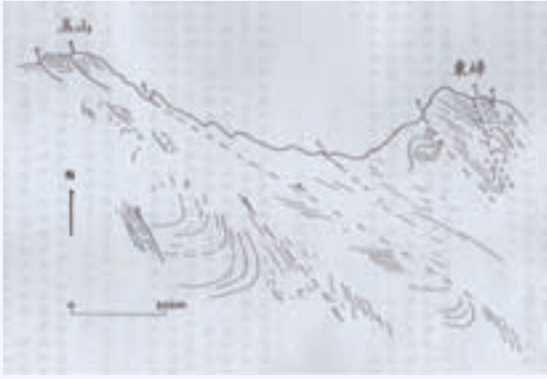
● 玉山東峰附近的硬頁岩呈木片狀破裂。

褶皺與斷層

造山運動的應力擠壓，使被抬升的地層產生許多褶皺與斷層的構造。以玉山山脈為例，1991年朱傲祖發現玉山主峰頂部由許多逆衝斷層及褶皺所構成，主要岩層為厚層變質砂岩及板岩，峰頂地層平緩由變質砂岩構成，為向斜軸部，此向斜兩側均被向西滑移的逆衝斷層所切割，頂部的下方為一偃臥背斜



● 左圖為玉山主峰逆衝斷層剖面圖，右圖為玉山頂部的逆衝斷層與褶皺。



● 左圖為玉山主峰至東峰間逆衝斷層及褶皺剖面圖，右圖為玉山主峰與東峰。

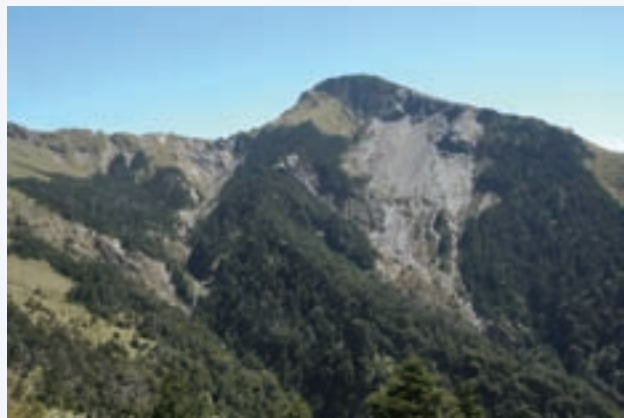
褶皺。主峰及東峰之間峰迴路轉亦呈現數個逆衝斷層及褶皺，兩山之間鞍部成鋸齒狀地形，顯示受逆衝斷層切割的影響。雪山山脈品田山的褶皺也很可觀。

河流地景

河流侵蝕作用是地表最廣泛的外營力作用，大部分的山頭與河谷的落差，都是河流持續侵蝕作用造成的。高山地區是河流的源頭及各大河間的分水嶺，例如雪山山脈大霸尖山至雪山的聖稜線為蘭陽溪、大漢溪、大安溪、大甲溪的源頭及分水嶺，中央山脈合歡山附近為立霧溪、濁水溪、大肚溪的源頭及分水嶺，玉山山脈為高屏溪、濁水溪的源頭及分水嶺。

河流的溯源侵蝕常造成許多的山崩窪或形成崩崖，山崩作用持續進行，河流上游即不斷向上延伸，如合歡東峰南側下方的濁水溪上游呈山崩窪的形態，合歡山區石門山和小風口之間的立霧溪上游呈現崩崖狀態，都是河流上游不斷溯源侵蝕的結果。河流在山地流動，受到岩性及地層排列的控制會產生曲流，外緣蝕基坡（凹岸）不斷劇烈的侵蝕，

內緣滑走坡不斷堆積，增加河道的彎曲度；再加上地殼不斷抬升，河流不斷下切，形成深切曲流及交錯山腳，如玉山山脈四周的楠梓仙溪、荖濃溪上游都呈現此種地貌。若岩層堅硬耐蝕，地層走向又與河流流向直交，就易形成深邃的峽谷，立霧溪切割出的太魯閣峽谷因此而舉世聞名。



● 合歡東峰南側下方的濁水溪上游。



● 合歡山小風口附近的立霧溪上游。



● 玉山南峰看荖濃溪上游。



● 玉山步道看楠梓仙溪上游。



● 太魯閣峽谷。

崩崖（斷崖）與碎石坡地形

地殼不斷地抬升，節理、斷層構造的影響使得岩層破碎，再加上地震的破壞、豪雨的沖刷、河流的溯源侵蝕等因素，臺灣高山到處可見崩崖，如大霸尖山四周的崩崖、由向陽山直落南橫公路的大崩崖、玉山東峰及南峰的崩崖等；這些怵目驚心的大崩崖成為臺灣高山最醒目的地標之一，但卻也是登山最危險的路段。

崩落的岩石碎屑在下方逐漸堆積，大岩塊受風化作用及高山積雪凍裂作用的影響也逐漸分裂，在崩崖下方逐漸形成碎石坡地形，也是登山時辛苦的路段，如攀登玉山山脈由排雲山莊至主峰



● 玉山主峰南面的崩崖。



● 玉山南稜下方的碎石坡。



● 向陽山大崩崖。



● 南湖大山五岩峰崩崖。

頂的漫長碎石坡，登山時不得不以Z字形逐級而上，是體力與耐力的挑戰。

冰河地形

由於高山高度大，在上一次冰河時期，臺灣高山可能長年積雪，因此發育了溫寒帶地區才有的冰河地形。日據時期日本地形學者鹿野忠雄即對雪山、南湖大山的圈谷（冰斗地形）做過調查，並發表臺灣有冰河地形的論文。近年楊建夫與朱倣祖陸續在雪山及南湖大山區找到許多冰河的證據，臺灣早期曾有冰河是不爭的事實。現今最容易看到冰河地形遺跡的高山區有雪山一號、二號冰斗，南湖

大山的上、下圈谷及合歡山區。以上這些冰河地形都在中部以北，但陳淑樺認為八通關至關山之間也有冰河遺跡，例如形成原因尚未有定論的嘉明湖，可能就是冰蝕作用留下的冰斗地形。

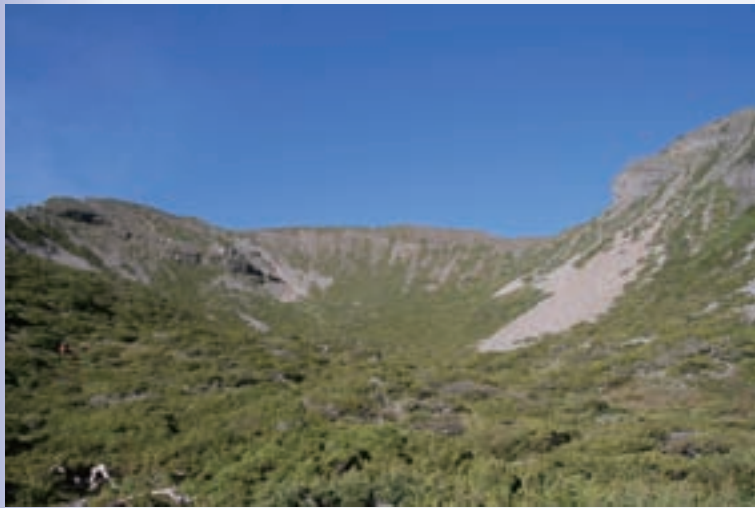
裸岩（岩原）地形



● 南湖大山冰磧石上的擦痕（朱倣祖攝）。



● 南湖大山上圈谷（左）、下圈谷（右）。



● 雪山一號冰斗。

臺灣高山的最高處由於地勢陡峻，崩壞作用不斷進行，大部分由厚層堅硬岩石所構成，也只有這些抗蝕力強的硬岩，才能經過千萬年外營力風化、侵蝕、崩壞作用，千錘百鍊的洗禮，仍然獨立為頭角崢嶸的山頭，突出成為山脈稜線上的山峰。由於風強且終年氣溫低，缺乏植物可以生長的基質，這些山頭才變成裸岩地貌，最有名突出的裸岩

就是霸基以上的大、小霸尖山，玉山主峰、東峰、南峰，雪山主峰及奇萊主峰、北峰等峰頂，均呈現裸岩狀態。



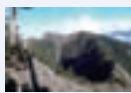
● 南湖大山峰頂的裸岩。



● 玉山主峰東側的裸岩。



● 玉山東峰裸岩。



中央山脈篇

臺灣中央山脈中段的高山橫越地質調查路線

文◎ 劉佳玫、羅偉

古人說「仁者樂山」，對山友而言，愈險峻的深山，愈能激發他們的熱情。臺灣就有一群人酷愛在深山裡，發揮地質調查的專長…。

臺灣中央山脈南北綿延，約有250多公里，其中由能高山往南至三叉山為中央山脈的中段，多為3千公尺之高山，峰峰相連；尤其是安東軍山至馬利加南山間的丹大溪流域山區，為臺灣高山的核心地帶，也是中央山脈中最荒遠的地區。此一荒遠地帶散發無限魅力，吸引著一群地質愛好者，想進入此區一窺究竟。本文挑選中央山脈中段的馬博拉斯橫貫、丹大東溪與丹大西溪、能高安東軍縱走、丹大橫斷東南等4條地質調查路線，分述其地理位置、地形特徵及地質特性。

路線1 馬博拉斯橫貫



● 馬博拉斯橫貫路線圖。

「馬博拉斯」是指位於此登山路線中央山脈主稜的最高峰馬博拉斯山（3,785公尺），岳界習慣以「馬博橫斷」稱呼，原因在於沿途除了高聳的山脈之外，斷崖景觀更是不時映入眼簾，常有驚險的峻崖出現，是著名百岳攀登路線之一。此段橫貫路線東西橫互約7公里，平均高度在3,250公尺到3,765公尺之間；另外尚有西稜的盆駒山支脈與東稜的玉里山支脈、黃當擴山支稜。

馬博拉斯橫貫路線由南投縣信義鄉八通關越嶺古道登山口進入，沿途經雲龍瀑布、中央金礦山屋、白洋金礦山

屋、秀姑坪、中央山脈最高峰—秀姑巒山（3,805公尺）、秀馬鞍部、馬博拉斯山、烏拉孟斷崖、馬利加南山、馬布谷山屋、太平谷，最後沿中平林道抵達花蓮縣玉里鎮。



● 與馬博拉斯山脈呈南北遙望的中央山脈最高峰—秀姑巒山，屬於二等三角點，山頂上遍布板岩，其板劈理相當發達。



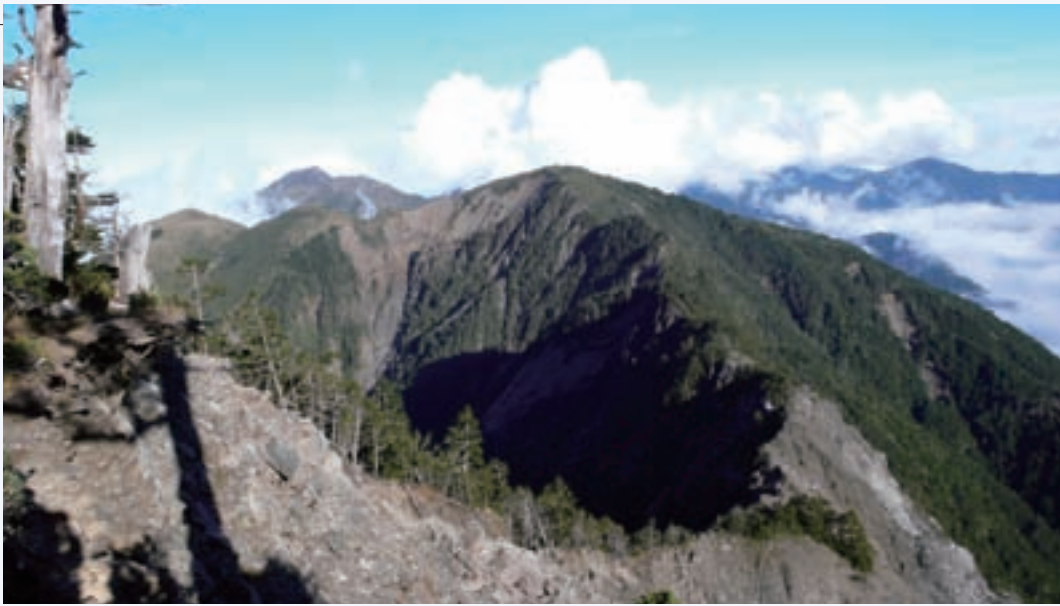
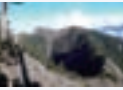
● 從馬博拉斯山山屋往北拍攝黃當擴山南峰支稜，此支稜的岩性以板岩為主，偶夾數道變質砂岩。



● 從馬博拉斯山西側往南拍攝，秀姑巒山與馬博拉斯山之間的稜線呈現南北走向。



● 從秀馬山屋舊營地往秀馬鞍部方向拍攝馬博拉斯山，在雲霧繚繞中可看出馬博拉斯山岩性以板劈理發達的板岩為主，其中夾數道厚層變質砂岩。



● 烏拉孟斷崖的岩性以板岩為主，間夾變質砂岩，由於板劈理發達，因此構成相當破碎的岩層。行走於其上須步步為營，避免一失足成千古恨。



● 馬博拉斯山屬於森林三角點，為臺灣高山「十峻」之一，出露於馬博拉斯山山頂的岩性以原地風化的變質砂岩為主。

於馬博拉斯橫貫路線出露的岩層可分為3段，由西至東分別為：(1)板岩段：岩性以板岩為主，偶夾變質砂岩，此岩段主要分布於馬博拉斯山附近至烏拉孟斷崖之間，但在馬博拉斯山岩性主要為塊狀變質砂岩。(2)板岩與變質砂岩互層段：岩性主要以劈理發達的板岩和變質砂岩互層所組成，間夾厚層變質砂岩，主要分布於烏拉孟斷崖、馬利加南山、馬布谷山屋、喀西帕南山之間。(3)片岩段：岩性以黑色片岩為主，偶有大理岩出露，分布於喀西帕南山登山口、中平林道往東的方向至花蓮縣玉里鎮。



● 由烏拉孟斷崖往馬利加南山方向拍攝，烏拉孟斷崖左右兩側由破碎的板岩所組成，其中板岩層偶夾數公分的變質砂岩。



● 雨後的清晨，馬布谷盆地霧氣飄蕩，行走於其中有如仙境般，宛若世外桃源，完全忘卻馬博橫斷沿線是條充滿驚險峻崖的橫貫路線。



● 馬利加南山又名塔比拉山，岳界以「乳形峰」形容這具有獨特外形的山峰，此一突兀峭拔的山峰岩性以板岩和變質砂岩互層為主。

路線2 丹大東溪與丹大西溪

東西走向的丹大東溪與南北走向的丹大西溪，於舊丹大吊橋附近匯流而成丹大溪，丹大溪屬於濁水溪上游支流，而卡阿郎溪為丹大東溪支流。其中丹大東溪河床出露高溫弱鹼的碳酸氫鈉溫泉，溫泉周遭的沉澱物屬於碳酸鈣，此溫泉稱為丹大溫泉。另外，丹大西溪河床相當寬闊且平坦，但此河流上游因岩性的差異，於地形景觀上形成大瀑布，此瀑布日本人稱之為巴羅博瀑布（譯名），以地形位置可稱為九華大瀑布。



● 丹大東溪與丹大西溪路線圖。



● 丹大西溪溪床相當平坦，溪床兩側岩層大多順著岩石劈理面產生崩塌，這些大型崩塌的物質隨著丹大西溪水帶入丹大溪，再由丹大溪帶入濁水溪，造成濁水溪溪水常年呈現混濁的原因之一。

丹大東溪與丹大西溪路線由南投縣信義鄉丹大林道進入，於六分所處下切1千3百公尺到達丹大東溪與丹大西溪匯流處舊丹大吊橋附近。從丹大林道六分所至舊丹大吊橋間的調查路線，沿途不是行走於原始叢林，就是在芒草叢中尋找前進的路跡，時而行走於斷崖、崩壁旁，時而下切碎石坡。另外，於丹大東溪、丹大西溪和丹大溪進行調查時，常需以高繞或腰繞方式通過深潭、瀑布或崩壁。



● 丹大東溪與卡阿郎溪匯流地點為丹大溫泉湧出處，此溫泉溫度高達90°C至95°C，屬於高溫溫泉，就其化學特性而言，屬於碳酸氫鈉泉，此外，溫泉周圍岩壁常有石灰華沉澱物。



● 舊丹大吊橋位於丹大東溪與丹大西溪匯流處附近，建造於日治時代，目前已廢棄，橋面部分傾斜且木板少數脫落。



● 丹大林道六分所至舊丹大吊橋間的下切路線，沿途必須經過數個碎石陡坡。

出露於丹大東溪與丹大西溪路線的岩層可以分為3段，由東向西依序為：
 (1)變質砂岩段：岩性以變質砂岩為主，厚度近百公尺，其間夾薄層板岩，主要分布於丹大東溪至卡阿郎溪至丹大溫泉附近。(2)厚層板岩段：岩性以數公尺厚的板岩為主，間夾數公分至數十公分不等的變質砂岩，且本段出露出一層厚度約2公尺左右的變質石灰岩，主要分布於丹大溫泉至丹大東溪與堪姆卒溪

匯流口東側約400公尺處，且於丹大西溪亦有出露。(3)板岩與變質砂岩互層段：岩性以板岩與變質砂岩互層為主，偶夾薄層變質砂岩，本段變質砂岩常以曲流褶皺出現，主要分布於丹大東溪與堪姆卒溪匯流口東側約400公尺處至丹大溪和丹大西溪。



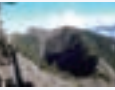
● 出露於丹大東溪的變質石灰岩屬於始新世地層，其野外產狀以透鏡狀為主，變質石灰岩兩側岩性主要為板岩。



● 板岩層中豐富的地質構造，唯有細心觀察方能體會，此為出露於丹大溪板岩層中，隱而不顯、變化多端的褶皺構造。



● 丹大溪溪床的岩層以板岩為主，偶夾薄層變質砂岩，在移位作用影響之下，黃褐色變質砂岩產生褶曲現象，使岩層面與岩石劈理面在局部位置兩者相互平行。





● 丹大溪溪谷中背斜褶皺，其岩性以單一厚層變質砂岩為主，因此褶皺中央位置呈現出圓弧狀。



● 出露於丹大西溪溪床的變質砂岩，此變質砂岩體有2組主要節理，且有數道石英脈分布於其中，岩石中發達的節理是造成岩石崩解的原因之一。



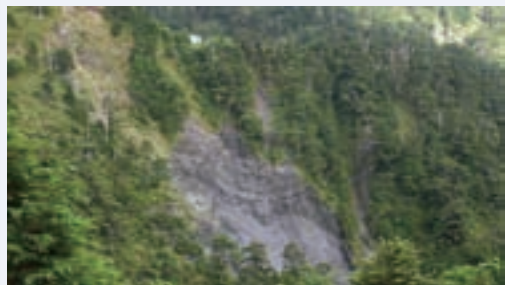
● 丹大西溪與丹大西溪支流之準襲奪點交匯處，由於此區域岩性以板岩為主，且板岩常與坡面傾向一致，造成崩塌現象產生；另外，板岩中常夾透鏡體狀的變質砂岩，其中凸出者為變質砂岩出露處。

路線3 能高安東軍縱走

能高安東軍路線位於中央山脈主脊上，沿線擁有數座百岳，且伴隨著廣闊的高山草原和美麗豐富的高山湖泊，不但吸引著許多不同的野生動物棲息，同時也是熱門的登山路線。其中「能高」是指能高山（3,262公尺），日治時期能高山不但與玉山（新高山）、雪山（次高山）合稱為「臺灣三高」，在冬季時，「能高殘雪」的景象更是「霧社八景」之一。能高安東軍縱走路線東由南投縣信義鄉屯原登山口進入，向東經雲海保線所、天池山莊、光被八表碑（縣界），往南經過卡賀爾山、能高山、知亞干山（光頭山）、白石池、白石山、萬里池、屯鹿池、安東軍山，之後向西下切至萬大南溪上游河床，最後往西北方向下溯至奧萬大森林遊樂區。



● 能高安東軍縱走路線圖。



● 兩板塊碰撞、隱沒產生了臺灣，因此在臺灣島上，造山運動所產生的各種現象隨處可見，褶皺就是其中之一；圖中白色建築物為天池山莊，山莊下方岩層可見大型褶皺。



● 卡賀爾山遠觀狀似牛角，從光被八表碑往卡賀爾山方向，沿線凸出之山脊為變質砂岩。



● 通往白石山的高山草原，為一座三等三角點的高山，因面對牡丹岩而得名。



● 從安東軍山往北拍攝屯鹿池，一泓躺在箭竹草坡中的水塘，散發著沉靜的氣質，與北邊的萬里池僅以一東西橫向支稜相隔。



● 能高山北方出露塊狀厚層變質砂岩，偶夾板岩，這些佇立於高山上的岩石，足以代表造山過程的證據。

本路段沿線岩層露頭出露狀況不佳且風化嚴重，常見有裸岩或是大型轉石堆積，其岩層可分為5段：(1)變質砂岩段：岩性以變質砂岩為主，間夾板岩，主要出露於光被八表碑至能高山之間，聳立的山峰常見清晰之變質砂岩裸岩。(2)大理岩段：岩性以大理岩為主，偶有變質燧石及片岩出現，主要出露於能高山以北、卡賀爾山附近。(3)板岩段：岩性以板岩為主，間夾變質砂岩，出露於能高山以南。(4)片岩段：岩性以矽質片岩、黑色片岩、綠色片岩為主，偶有變質燧石和大理岩出露，主要分布在能高南峰前之山頭與下切至萬大南溪支流的山徑間，此段山崩的現象明顯增多，尤其在知亞干山（光頭山）有一大規模的崩場地。(5)板岩與變質砂岩段：岩性以板岩與變質砂岩互層為主，出露地點在萬大南溪支流兩側。



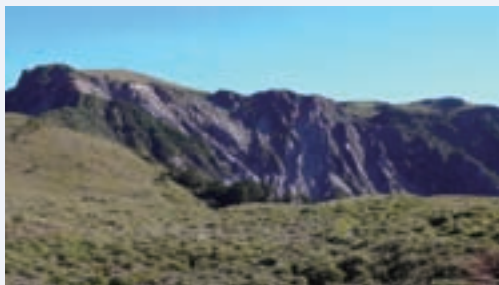
● 白石池為能高安東軍路線三泓高山湖泊之一，不僅提供調查者最佳休憩站，同樣也吸引野生動物的聚集。



● 在能高山一帶聳立的山峰常見清晰之變質砂岩，這些裸岩代表劇烈造山運動下殘留的產物。



● 能高山以南出露的岩石，散亂分布於高山箭竹中，這些岩石是造山運動下殘存的產物，且持續受到外營力作用的影響而崩解。



● 知亞干山為光頭山之原名，南側受到恰堪溪向源侵蝕，因此造成一大規模的崩塌地。



● 萬大南溪上游溪床所堆積的沉積物為下游流域沉積物的供應來源。

路線4 丹大橫斷東南

「丹大橫斷」屬於南三段的一部分－丹大山列，此段中央山脈主脊以丹大山（3,325公尺）為中心，北迄六順山（2,999公尺），南至馬博橫貫主稜，其中有4座百岳－六順山、丹大山、內嶺爾山、義西請馬至山相互呼應。丹大山列此名之由來為布農族丹社群的丹大社，臺灣最深山且最早的人類活動史，由丹社群的布農族所建造。

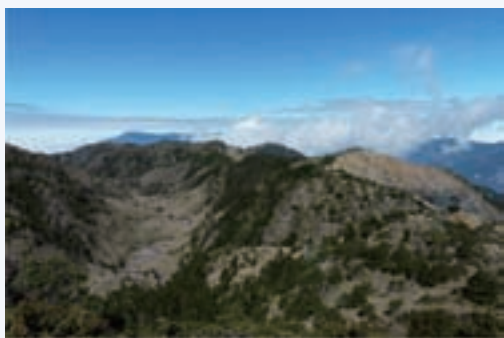
丹大橫斷東南路線與一般岳界南三段－丹大山列的行程部分相同，從中央山脈核心處「紅崖山」附近的草坡，之後順著稜線往南，行經丹大溪溪源、裡門山、斷稜西山、斷稜東山、義西請馬至山（3,245公尺）、馬路巴拉讓山、內嶺爾山（3,275公尺）、太平溪溪源、盧利拉駱山、丹大山、太平溪西源、鐵線斷崖，最後沿瑞穗林道抵達花蓮縣瑞穗鄉。本調查路線常常行走於稜線、斷崖旁，不時要以腰繞方式穿越森林，或須以四肢攀爬方式垂直陡下，調查過程中常能體會「爬山」兩字的含意。



● 丹大橫斷東南路線圖。



● 於黃昏時刻由斷稜東山朝西北方拍攝，此時雲霧繚繞，日落餘光灑在大崩崖的岩壁上，此崩崖因此稱為紅崖山。



● 朝東北方向拍攝紅崖山大崩崖，位於其左側為丹大溪源頭，此蜿蜒的溪流置身於高山草原中，與下游河流常形成V字型峽谷截然不同。



● 受到群山環抱的太平溪源腹地寬廣，箭竹草地為南山段—丹大山列路線單攻丹大山、盧利拉駱山最佳、最舒適的營地。



● 險峻的斷稜西山與斷稜東山因其斷稜崩壁而聲名遠播，主要由破碎的板岩所組成，因組成物質破碎，無法站立、行走於稜線上，通常由山腹繞行。



● 由內嶺爾山向北遠眺，形勢雄峻的丹大山與山形壯碩的盧利拉駱山映入眼簾。然而，丹大山為三大河流—濁水溪、花蓮溪和秀姑巒溪之分水嶺的山峰，受到河流向源侵蝕作用影響下，丹大山東西兩側形成陡峭險峻的地形。



● 往義西請馬至山方向行走時，東側為陡峭山崖處處可見岩石裸露出現，相較之下西側屬於較緩的山坡；此一緩坡上密布的植生，即俗稱之「刺柏」，它主要生長於中央山脈海拔2千3百至3千公尺處的高山植物。

出露於丹大橫斷東南路線的岩層有變質度較低的脊梁山脈板岩帶與高度變質的大南澳片岩帶，其中板岩帶可分為3段，由西至東分別為：(1)板岩段：岩性以板岩為主，偶夾薄層變質砂岩，主要出露於紅崖山至裡門山之間和馬路巴拉讓山及義西請馬至山一帶，但在義西請馬至山一帶的岩性是以板岩間夾薄層變質砂岩為主。(2)板岩與變質砂岩段：岩性以板岩和變質砂岩互層為主，主要出露於斷稜西山和斷稜東山一帶。(3)變質砂岩段：本段岩性以塊狀變質砂岩為主，出露於內嶺爾山附近。而片岩帶亦可分成3段，由西至東分別為：(1)千枚岩與雲母片岩段：岩性以千枚岩、雲母片岩為主，偶夾大理岩和變質燧石，且有變質礫岩出現；有些學者認為這些變質礫岩屬於基底礫岩，為地殼變動下的產物，主要出露於太平溪西源

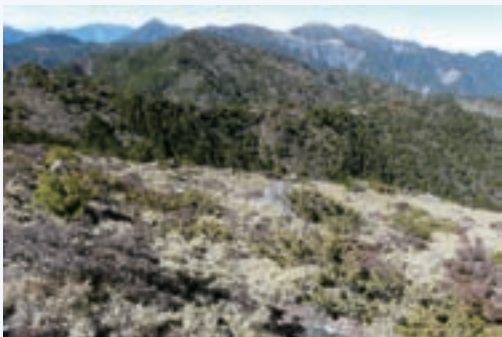
至瑞穗林道34K之間。(2)大理岩段：岩性以大理岩為主，間夾砂質片岩和綠色片岩，出露於瑞穗林道34K至瑞穗林道28K工寮。(3)石英雲母片岩段：岩性以石英雲母片岩為主，出露於瑞穗林道28K工寮至花蓮縣瑞穗鄉。



● 出露於義西請馬至山的岩層，以板岩間夾薄層變質砂岩為主，行經義西請馬至山途中，常出現因板岩具有相當發達的板劈理而產生大型崩塌地。



- 太平溪西源兩側岩石以千枚岩、雲母片岩為主，偶夾大理岩和變質燧石；其中劈理面發達的千枚岩與雲母片岩傾向與地形坡面相當，形成所謂順向坡。



- 內嶺爾山的植生以低矮的箭竹為主，常有塊狀變質砂岩置身其中，身為百岳中的十崇，其周圍無其他沉積物的供應來源，因此表示這些塊狀變質砂岩是原地風化作用下的產物。



- 瑞穗林道早期於大理岩採礦上相當有名，且在採礦全盛時期可從花蓮縣瑞穗鄉開車直達林道34K，即南三段一丹大山列登山口位置。從瑞穗林道34K至28K處，岩性以大理岩為主，間夾砂質片岩和綠色片岩，大理岩與砂質片岩和綠色片岩之間以穿插方式呈現。



雪山山脈篇

聖稜線沿途

之地形地質景觀

文◎ 劉桓吉、陳柏村、楊金臻、俞錚暉

臺灣第 2 高峰的雪山與號稱世紀大奇峰大霸尖山之間長達 15 公里的高聳岩稜，自古以來岳人與原住民獵者，因敬畏而視為神聖之地，1928 年起被日人沼井鐵太郎稱為「聖なる稜線」。聖稜線因綿延不絕的高峰而令人敬畏，是岳人攀登的夢幻路線，常人難以一窺究竟，本文將與您分享多年來所蒐集的聖稜線神聖美景…。



● 聖稜線路線圖。

雪霸線的縱走路線，大約為 30 公里長，沿稜翻越大霸尖山（3,492 公尺）、巴紗拉雲山（3,402 公尺）、布秀蘭山（3,438 公尺）、素密達山（3,517 公尺）、雪山北峰（3,703 公尺）、穆特勒布山（3,626 公尺）、凱蘭特崑山（3,731 公尺）、北稜角（3,880 公尺）、雪山（3,886 公尺）等 9 座名峰以及多座無名峰，可謂高峰簇擁密接，稜線上的步道蜿蜒上下，岳人若連日縱走平均海拔 3 千 5 百公尺以上的岩稜，可網羅全部山岳，莫不感受刻骨銘心的衝擊與新鮮感，日治時代更另以「次高、大霸尖山突破路線」稱呼之。

雪霸聖稜線是臺灣最高的老年期地形面

構成雪山山脈主要部分的雪山地壘上，其地形景觀有二種，一種為1930年代日人鹿野忠雄發現的34個圈谷冰河地形外，另一種為最高隆起準平原面。

雪山北峰之東南，雪山主峰之北北東，主稜線東面有一平坦面，其海拔高度在3千6百至3千7百公尺，面積約1平方公里，向北緩傾，其一部分有極淺之圈谷，而其南面被500公尺以上之陡坡截斷，陡降至七家灣溪河床。此面為雪山主峰附近最顯著之平坦面，該面係截斷向北傾斜25度之岩層所成之一侵蝕面，似為最高隆起準平原面之殘片。

最高隆起準平原面

高低起伏的地表若不受造山運動的影響，在長期受到各種自然營力的侵蝕下，必將變成平緩單調的地表，這個緩起伏地形面就稱為「準平原」，是地形輪迴中最末期的地貌。由於促成準平原的力量以河蝕為主，因此當河流發育地形進入老年期的最後階段，地面均已十分接近侵蝕基準面，河蝕作用幾近停止，而呈現出廣闊的沖積平原，這種緩平的地形即稱為準平原地形面。

臺灣的山地地形受到地殼隆起作用，有不少原是前一個地形循環時期的準平原，互相推擠將地形抬升，隨後經過河川激烈侵蝕，準平原地形破碎成小區域存在，這些殘存的準平原地形因是眾多隆起地形中最高者，又稱為最高隆起準平原面。

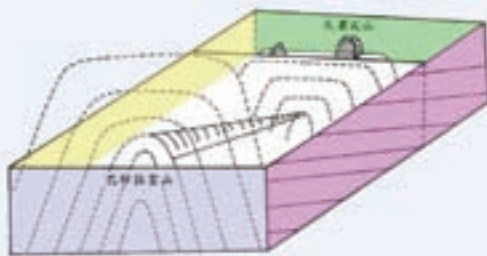


● 聖稜線是指雪山至大霸尖山間群峰的連線，也是臺灣最高的老年期地形面。
照片從樂山（鹿場大山）向東方拍攝。

雪霸背斜箱型褶皺構造

箱型褶皺構造的上部呈寬敞的軸部和左右各向下折彎的雙脊，而其下部是兩翼緊密的單脊。大霸尖山及小霸尖山的基座位於箱型褶皺的上部，而巴紗拉雲山則位於此箱型褶皺構造的下部，出露於地表處呈弧型軸部。大霸箱型褶皺由於褶皺軸線向北傾沒，因此能夠呈現立體形態，是其他地區所未見。

巴紗拉雲山距大霸尖山南方2千公尺，褶皺軸線向北傾沒，傾角約16度，因此大霸箱型褶皺深部構造抬升約700公尺。上部的平坦軸部和雙脊構造因露



● 箱型褶皺構造示意圖。箱型褶皺構造的上部是雙脊，雙脊的平分線相交點的下部呈單脊。



● 由布秀蘭山望大霸箱型褶皺。照片中央近處之白點弧線為巴紗拉雲山，右側為大霸箱型褶皺東肩的東霸尖山，左側為西肩的小霸尖山。



● 雪霸背斜構造單脊軸部出露於巴紗拉雲山（陳文山教授提供）。

出地表已被侵蝕殆盡，使下部的單脊構造得以在巴紗拉雲山出露，與霸基之淺部構造部位露出地表在同一水平面上。

大、小霸尖山與穆特勒布峰間的地質構造

站在中霸坪向南南西方向眺望，穆特勒布峰正好隱約出露在大、小霸尖山之間的後方。構造地質的學者一眼望去會發現，大、小霸尖山之霸基岩層平躺，而穆特勒布峰出露之岩層層態陡峻。有些學者的解釋為大、小霸尖山與穆特勒布峰之間，可能有一構造存在，造成其層態的差異；亦有學者的解釋為穆特勒布峰所呈現的層態是板劈理面。雖然因看法不同而解釋不同，但真相只有一個，只要走一趟聖稜線，即可解開真相。

由穆特勒布峰近照中顯示，其所呈現的層態是層理並非板劈理，且聖稜線幾乎是沿著雪霸背斜的軸部延伸。至於大、小霸尖山與穆特勒布峰之間是否有

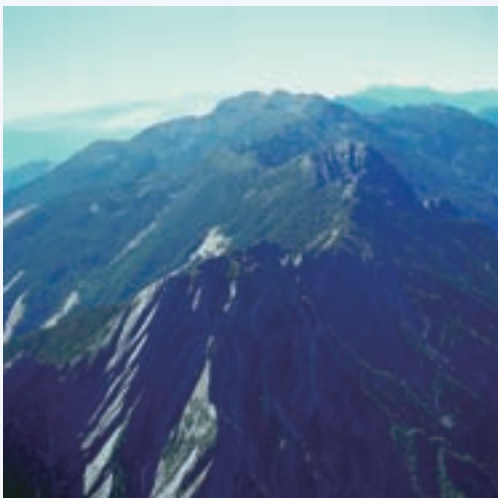
構造線存在，造成其層態的差異問題，可以從雪霸背斜構造沿聖稜線自雪山至大霸尖山間的連續出露證實，其間並無構造存在。



● 穆特勒布峰近照。白點線係變質砂岩與板岩互層的層理，照片從巴紗拉雲山向南拍攝。



● 穆特勒布峰近照。軸部之岩層位態較陡，翼部岩層位態較緩（陳文山教授提供）。



● 穆特勒布峰—雪山主峰縱走。照片中央呈圓弧形的山峰是雪山北峰，由雪霸背斜軸部構成，照片從巴紗拉雲山向南拍攝。

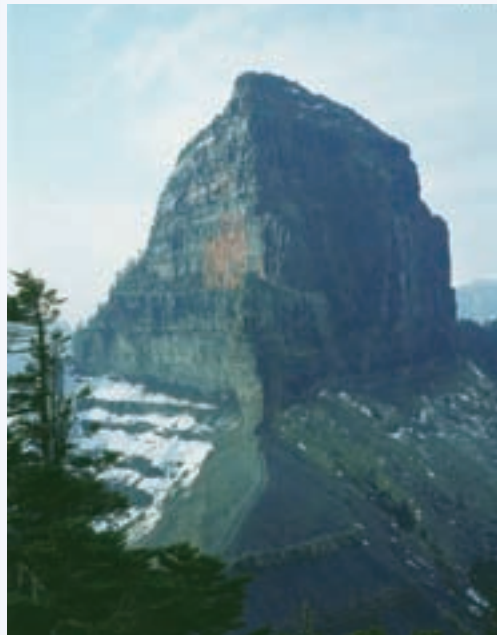


● 雪山北峰的近照。照片中之崩崖可以觀察到位態平緩的岩層，照片左側岩層向左（東方）傾斜，明顯看出轉折點，此為箱型褶皺的東肩，照片由北向南拍攝。

聖稜線特景

大霸尖山

大霸尖山的地形發育除了岩性之外，也受到節理控制。在略呈水平的變質砂岩層中，節理非常發達，因此地表水容易沿節理面滲入，平時會加速風化作用，而結冰時則因水體積膨脹形成張力，加速岩塊崩落。這種楔裂作用通常從表層逐漸向下層發展，經過長時間後，遂形成上狹下寬的壘狀地形；在這種長期地質作用之下，周圍的岩層終究



● 大霸尖山北貌。外形呈桶狀，素有「世紀奇峰」之稱。

會被侵蝕殆盡。因此大霸尖山目前的桶狀孤峰，在自然作用下，將會逐漸縮小如小霸尖山一般，最後甚至消失不見。

小霸尖山

小霸尖山高度3,418公尺，位在大霸尖山西南方約700公尺處，其地質構造與成因皆與大霸尖山相同，都是由變質砂岩所構成，也受到岩性和節理控制，發育於地層平緩疊置的箱型背斜軸



● 大霸尖山再經過長期侵蝕後，就可能成為圖中所見的小霸尖山一般。



● 併立於海拔3千3百公尺霸基上的大、小霸尖山，形如雙耳，因此泰雅族稱為Babopapak（雙耳嶽）。

部。唯其山形規模較小，但卻有另一種孤立挺拔的氣勢，與大霸尖山併立於雪山山地的北側。

東霸連峰

東霸連峰同樣也是由位態平緩之疊置岩層，經垂直節理切割，造成局部岩層呈楔形體崩落後，所殘留下來的連峰，狀似蒙古包，此類勝景在臺灣難得一見。時間是影響地形演育相當重要的因子，配合此景點與大、小霸尖山三者正好說明：在相同環境狀況下，由於作用時間的長短有所差異，將依序造成不同階段的地形景觀。因此在地形演育上，這是難得一見的教學素材。



● 東霸連峰狀似蒙古包，勝景難得。

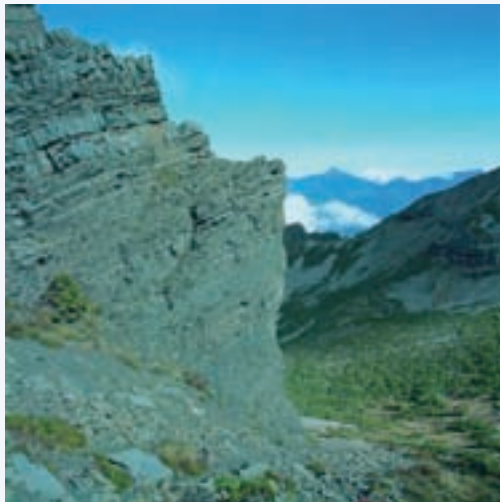
素密達斷崖

一般沒有受到造山作用擾動的地層，遵循地層的「疊覆定律」，較老的地層在下部，年輕的地層依次疊在老的地層之上部。雪山山脈出露的地層，大多受到造山運動的擠壓而傾動，呈現出不同角度的傾斜。素密達斷崖正好位在雪霸背斜軸部的附近，得以維持其原本水平的地層，接著受到雪山溪的切割而形成巨大的斷崖峭壁，斷崖的東側為布秀蘭山，故又名布秀蘭斷崖。



● 素密達斷崖受到雪山溪的切割而形成高峻的斷崖峭壁，崖壁上可見不同岩層的變化（張正雄先生提供）。

此景點的地層由白冷層所構成，並可區分為上段的層狀變質砂岩、中段的板岩夾薄層變質砂岩及以塊狀變質砂岩為主的下段；這些岩層都依序疊置在本景點的峭壁上，形成自然的地層剖面。經由岩性的變化，可推測當時的古沉積



● 雪山北稜角出露的地層是白冷層上段之層狀變質砂岩與中段由變質砂岩與板岩組成之互層。



● 雪山北稜角和雪山主峰間的鞍部出露之白冷層中段剖面，是由變質砂岩與板岩組成之互層。

環境，因此布秀蘭斷崖實為研究雪山山脈地層沉積過程的一個大自然教室。類似這種展現上下層序的地層剖面，在雪山北稜角及雪山北稜角與雪山主峰間的鞍部也可以觀察到。

布秀蘭山豆腐岩

地層位態平緩的層狀變質砂岩，受到2組幾乎直交的節理切割，形成非常規律的長方體岩塊，像是平舖在斜坡上的一盤豆腐。臺灣地區常見的豆腐岩景觀大都出現在海岸地區，其中最負盛名的是基隆市的和平島；而像本景點發育在3千多公尺高山上的豆腐岩，則尚屬首見。



● 發育在布秀蘭山上的豆腐岩。

雪山1號圈谷

雪山1號圈谷位於雪山主峰的東北方，形狀呈長橢圓形，開口朝向東北，長約1千公尺，最寬處約600公尺。圈谷最低處在長軸的最東北端，海拔高度約3千5百公尺，大略位在通往雪山主峰的步道出黑森林處，這裡也是觀看雪山1號圈谷最佳的觀景點。

雪山1號圈谷的谷底與兩側山坡都布滿了碎石，還有一叢叢玉山杜鵑以及呈匍匐狀生長的玉山圓柏。碎石堆是臺

灣高山稜頂兩側常見的景觀，雖然有些碎石堆位於岩崖或岩溝（又稱蝕溝）的坡腳處，但是雪山圈谷內許多的碎石堆，則布滿在非岩崖或岩溝坡腳下的坡頂附近，這是凍裂作用在原地造成岩石崩裂或碎裂的結果，而非落石型崩山作用所造成的。



● 由雪山1號圈谷上方望圈谷內部（陳文山教授提供）。



● 從桃山與池有山間之三叉營地遠眺雪山1號圈谷。雪山1號圈谷底部高約3千5百公尺，是雪山圈谷中規模最大且保存最為完整者。



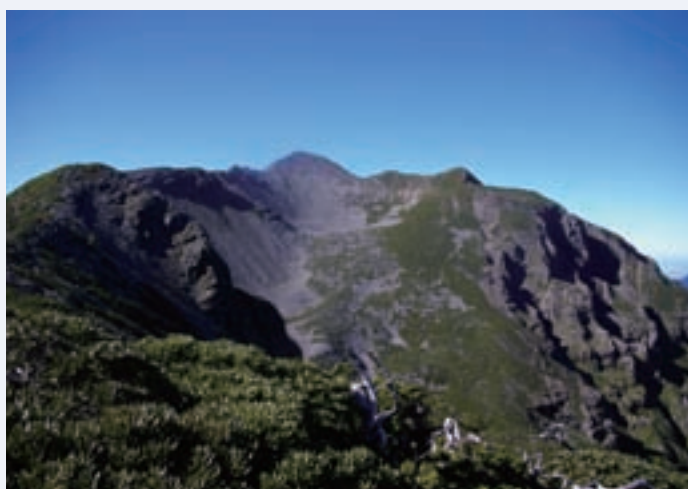
● 壯麗雄偉的雪山北稜角，看似一條游向南方的大鯨魚。

雪山2號圈谷

雪山2號圈谷位於北稜角正北側，緊鄰著1號圈谷，圈谷呈橢圓形狀，開口朝北，長約600公尺，寬約400公尺。圈谷最低處的海拔高度約3,630公尺，是臺灣高山圈谷中位置最高者。雪山2號圈谷的谷底與兩側坡壁，全都布滿了碎石，這也是凍裂作用下的產物。在2號圈谷的谷底，有條自北稜角左側稜線延伸而來的小稜線，延伸至谷底形成高約5公尺的小丘，表面布滿了碎石，日人鹿野忠雄認為這是「端堆石堤」，也就是冰河地形中的端冰磧。



● 雪山2號圈谷（右側）緊鄰著1號圈谷（左側），位於北稜角正北側，非常像2座「大耳朵」。



● 雪山2號圈谷最低處的海拔高度約3,630公尺，是臺灣高山圈谷中位置最高者。

翠池

翠池位於雪山主峰與其西稜翠池山之間的鞍部附近，是雪山溪的源頭，海拔高度3,520公尺，為臺灣地區位置最高的湖泊，也是東南亞最高的清池。翠池形狀呈南北走向的長卵形，長約48公尺，寬約15公尺，池周長約120公尺，池深約1公尺，水質清澈透明。池水的範圍會隨季節而有所變化，但即使在隆冬季節也不會凍結，因此是登山者主要的水源地。

翠池位在玉山圓柏和碎石坡所包圍的凹地內，周遭除了倒塌的避難小屋與就地取材的石板屋外，沒有其他的人為建築，自然景觀保存良好；其周圍環繞著高大直立的玉山圓柏林，高多逾十餘公尺，與山稜處低矮匍匐的玉山圓柏呈一強烈對比，充分說明風力對於植物形態的影響。黃昏之際是翠池最美的時

刻，聖稜線的崖壁在夕陽的照耀下，倒映在明亮如鏡的池面上，風景如畫，宛若人間仙境。

後記

臺灣島拜造山運動之賜，塑造了東北亞最高和次高的2個高峰—玉山和雪山，分別座落在中央山脈和雪山山脈。此外，高聳的中央山脈和雪山山脈擁有海拔超過3千公尺的高山有200多座，這種特殊的地理環境，蔚起國人登山的風氣。岳界人士以攻頂玉山和登百岳最為時尚，前者有征服東北亞第一高峰的滿足感，後者締造登上百岳的英雄榜。

縱走聖稜線的岳界人士不計其數，然有關聖稜線沿途地質描述的報導卻不多，筆者有幸於民國84年10月中旬參與雪霸國家公園管理處首任處長林培旺

先生所率領的聖稜線踏勘隊，經過6天5夜的跋涉，完成縱走聖稜線的壯舉，搜集到豐富的地質資料。聖稜線沿途的地層和地質構造獨特，本文所提到的各個地質露頭，雖已引人入勝，但仍不足以盡述。在此呼籲樂山者，尤其是地質界的同好，走趟聖稜線發掘老天爺賜給我們的大地寶藏，與國人分享。



● 聖稜線的崖壁在夕陽的照耀下，倒映於明亮如鏡的池面上，風景如畫，宛如人間仙境。

· 地質專題 · ■ 朱倣祖 任職於經濟部中央地質調查所。



玉山山脈篇

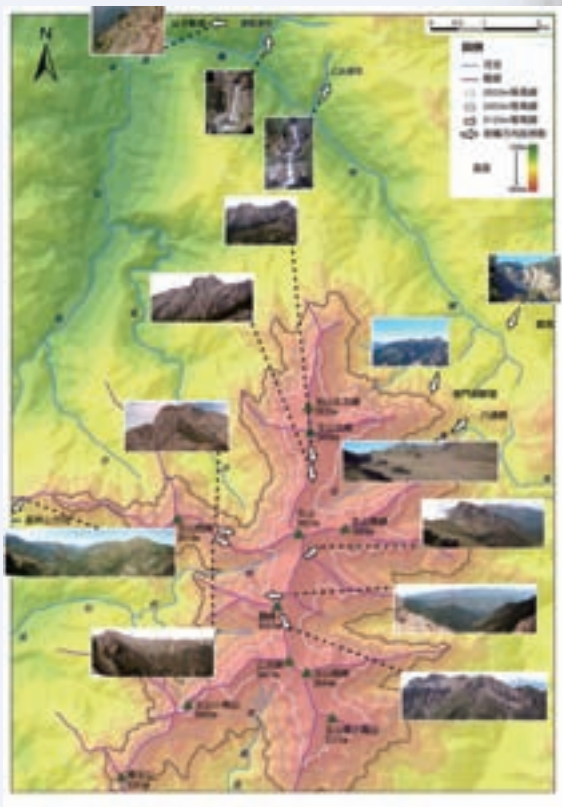
玉山地景

文◎ 朱倣祖

臺灣第一高峰玉山 3,952 公尺聳立東亞，只有 2 千多公里以外的四川峨嵋山及北婆羅州金納巴魯山（4,100 公尺）才能與臺灣玉山比高。

玉山的景色透過十數張的影像，從不同的地景及角度來呈現，由東埔徒步沿八通關，可以感受到如何驚心動魄地通過父子斷崖上的棧道，觀賞到白練細長的雲龍瀑布，清純無比及階層狀的乙

女瀑布；在觀高看到崩塌中的金門峒斷崖，寬闊的八通關箭竹坡，多褶曲的玉山主峰及東峰，無論從那一個角度下觀看，都呈現不凡的面貌。



● 玉山地景照片分布圖。

● 八通關古道旁之乙女瀑布。





● 八通關古道父子斷崖附近之棧道。



● 從玉山北峰遠眺玉山主峰及東峰。



● 八通關古道旁之雲龍瀑布。

● 自八通關上空，從左到右遙望玉山南峰（3,844公尺）、東峰（3,869公尺）及玉山主峰（3,952公尺）。



● 在觀高往西遠眺玉山東峰、金門峒斷崖及玉山主峰。



● 玉山東峰東北側裸露崖面，呈現褶曲及斷層等構造。



● 從玉山西峰下往東看玉山主峰。



● 從玉山圓峰北側遠眺玉山東峰。



● 玉山主峰至圓峰間稜脊。玉山圓柏和臺灣冷杉約於海拔3千6百公尺處分界。



● 八通關。



● 從玉山圓峰往西北看阿里山山脈及塔山山脈，照片右端為沙里仙溪河谷。



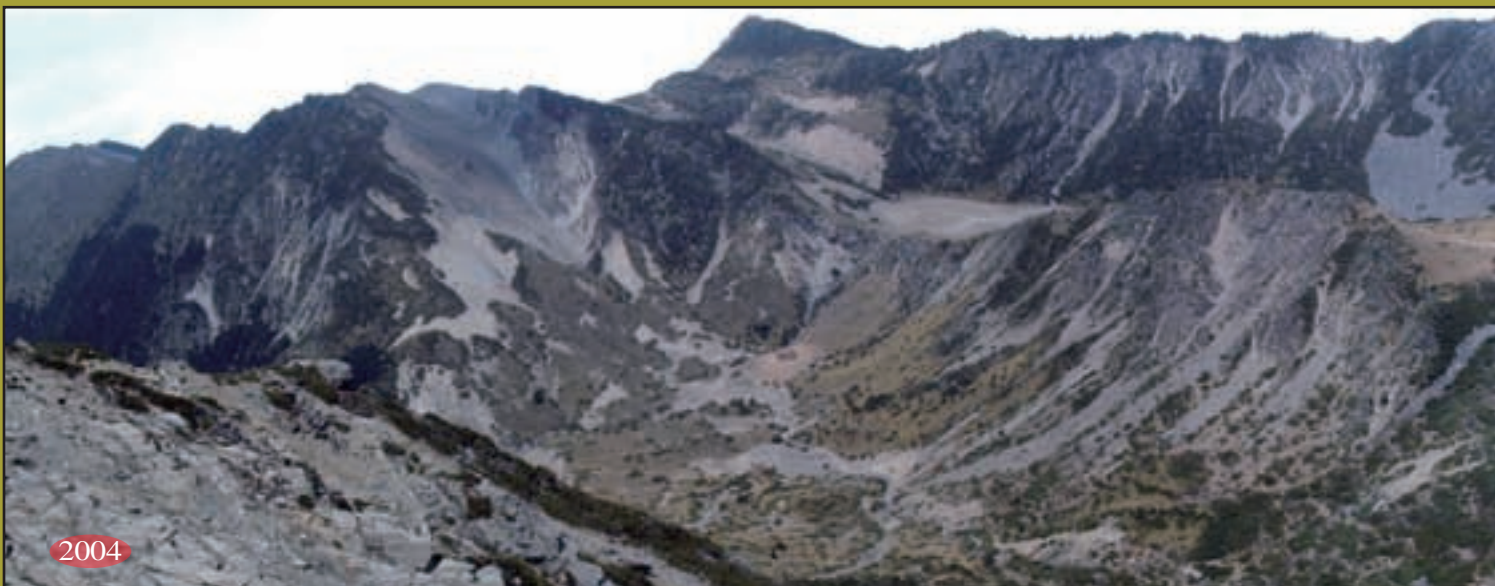
● 玉山南峰、三叉山（3,807公尺）及玉山小南山（3,852公尺）東西走向的稜脊。



● 鹿林山及楠梓仙溪河谷。

臺灣也有冰河遺跡！

臺灣雖有許多高山，但因地處亞熱帶，連冬天寒流來時都難得下雪，「冰河」這個聽起來冷颼颼的寒帶特產，臺灣居然也曾經擁有過，你相信嗎？臺灣目前因為氣候的關係，無法親眼目睹現生的冰河，但仍可以透過冰河的遺跡來想像冰河的壯麗！



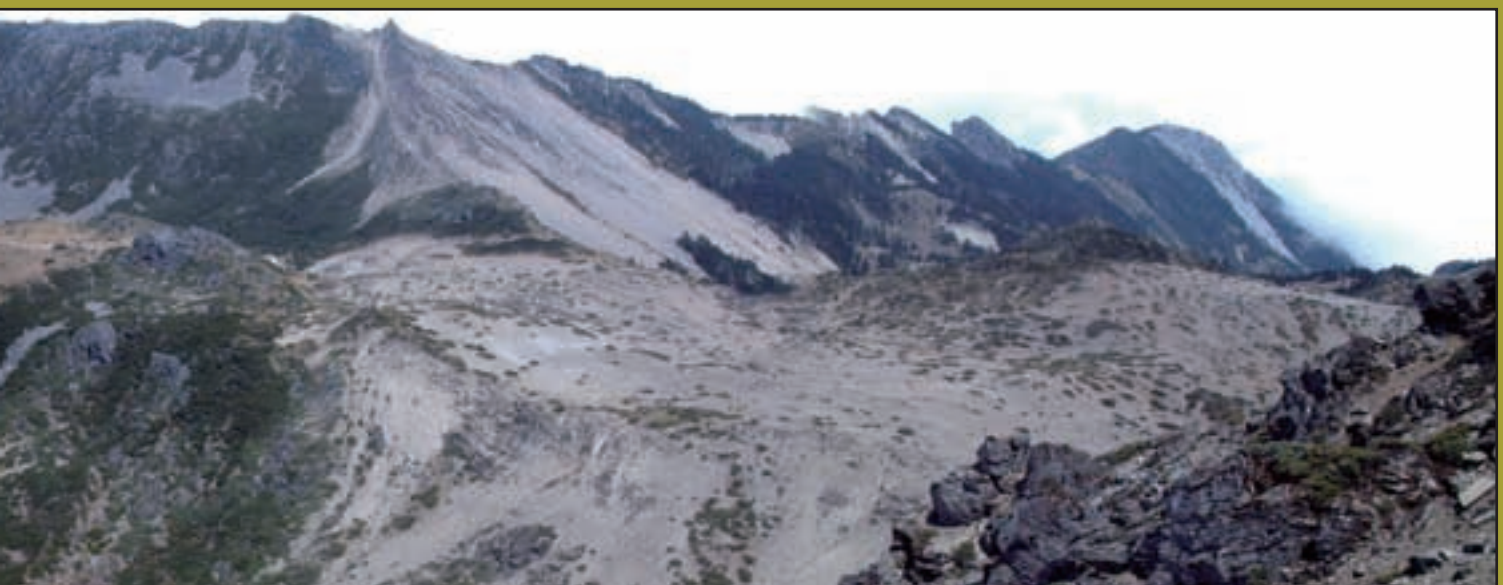
● 於南湖大山主峰東南側向東北方拍攝，呈現上圈谷及下圈谷平行及開闊U形槽谷。上圖為1934年鹿野忠雄發表有關南湖大山冰蝕地形所拍攝的照片，下圖為2004年經濟部中央地質調查所朱傲祖先生於同一地點所拍攝的照片。

發現臺灣高山冰河的第一人－鹿野忠雄

早在1929年日本人早坂一郎就曾提及，臺灣可能有發生過冰河，但卻缺乏證據與論述；直到1934年日人鹿野忠雄發表「臺灣高山地帶地形學之二三觀察」的報告，確切指出雪山地區分布許多冰河遺跡，開啟臺灣是否有冰河的爭論，也造就鹿野先生成為發現臺灣高山冰河的第一人。

反對臺灣曾有冰河的一派人士認為，臺灣山脈不夠高，山上溫度不夠低，冰河必須在4千公尺以上的高山，才有可能產生；同時臺灣雨量充沛，侵蝕力強，縱有冰河遺跡也難以留存。然而根據近年來古氣候的研究資料顯示，過去臺灣的氣溫比現在低約6至7度，雪線下降至海拔3千公尺，且高於3千公尺的高山有200多座，數量多、面積廣，這項研究使得臺灣高山冰河曾經存在的可能性增加。

2004年經濟部中央地質調查所朱倣祖先生在南湖大山上看到，與鹿野忠雄所拍攝的照片幾乎相同的冰河遺跡，顯示有些冰河遺跡確實可因較不受侵蝕風化影響，而被保存下來。



雪山及合歡山的 冰川地貌

文◎ 楊建夫

近年來，臺灣高山古冰川研究獲得相當大的成果，這些研究透過地貌分析、沉積物物化特性、雪線重建、冰期確認等多方面的證據，一致傾向臺灣高山區確實於末次冰期 (the Last Glaciation) 發生過冰川作用的結論…。

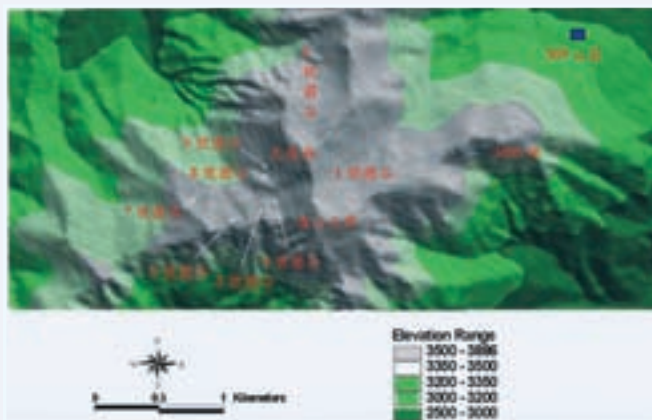
臺灣高山普遍存在冰川地貌遺跡，已是共識，但具體的分布地點在那裡呢？一般來說第四紀冰川研究可分直接證據與間接證據兩個途徑，前者以冰蝕、冰積地貌的證據為主，後者則是利用古氣候環境重建和理論線模式等推估。不論那一種途徑或證據，都顯示臺灣高山冰川地貌分布的最低海拔不能低於3千公尺。

臺灣3千公尺以上的高山區，僅占全臺面積的1%，但卻擁有相當豐富的第四紀冰川作用遺跡。已證實的冰川地貌大量分布在南湖大山、雪山、合歡山以及秀姑巒山以南至關山的南二段等4個山區，類型上多以冰斗(glacial cirque)為分布核心的冰蝕地貌為主，如冰斗、冰斗峰、冰斗湖等；其他的大型地貌還有U形谷(U-shaped valley)、冰蝕埡口、冰蝕三角面、冰瀑崖等；小型地形特徵也多分布在冰斗內，有冰蝕擦痕(glacial striation)、冰坎(rock bar

or cirque threshold)、磨光面(polished surface)等，本文將以雪山及合歡山為例，介紹臺灣可見的冰川地貌。

冰斗

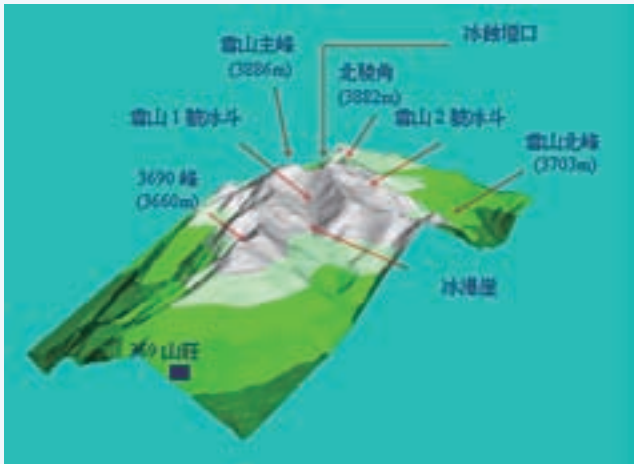
高山冰川侵蝕所形成的最主要之地形，就是位於冰川頂端的冰斗，形狀多像半圓形或馬蹄形的圓弧狀窪地，故日治時代的學者又稱其為圈谷。1932年日人鹿野忠雄就是以雪山冰斗群的發現，認定臺灣曾發生過冰川，開啟了臺灣高山是否有冰川存在的爭議。



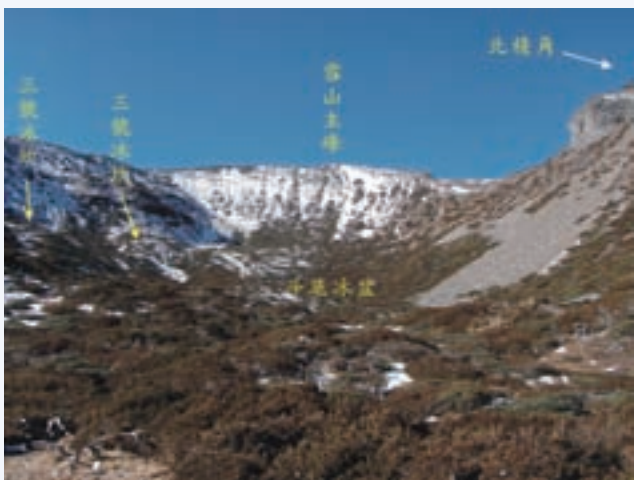
● 雪山主峰冰斗群DTM影像圖。



雪山及合歡山的冰川地貌



● 雪山1號冰斗的立體透視影像。



● 雪山1號冰斗位於雪山主峰東北面，是臺灣規模最大的冰斗，長可達1,200公尺，寬則達至600公尺。

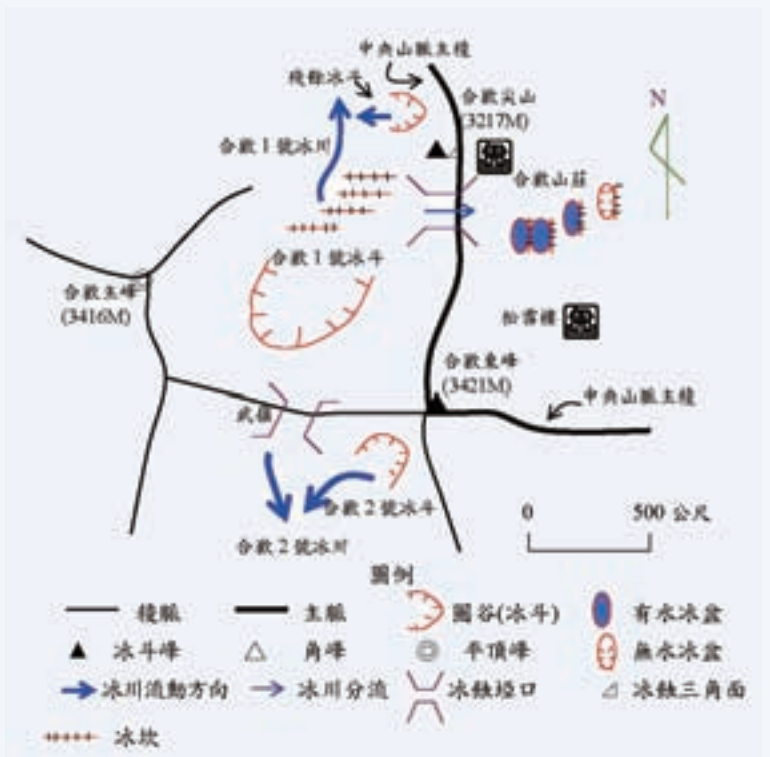
臺灣高山各種冰川遺跡中數量最多的就是冰斗，大部分位於雪山主峰附近的山區。這些冰斗中規模最大、形貌最完整的是位於雪山主峰東北面的雪山1號冰斗，長可達1,200公尺，寬則達至600公尺。正北方500公尺處的北稜角（3,882公尺），其西北面的雪山2號冰斗，是臺灣冰斗發育中最完整且海拔高度也最高，斗底海拔達3千7百公尺。

冰斗峰

由2個以上相鄰冰斗冰川，不斷挖掘後方的山壁，逐漸將冰斗間的山峰

削成牛角狀的尖峰，稱為冰斗峰。全世界最聞名的冰斗峰是瑞士的馬特杭峰 (Matterhorn)，它由4個冰斗冰川發育而成，削成了稜角分明、形狀完美的四面體。

臺灣的冰斗峰首推雪山的北稜角峰，它由雪山1號和2號冰斗2條冰川削蝕而成，由2號冰斗底仰望，牛角狀的山峰聳立在眼前。而最高的冰斗峰是合歡尖山和合歡東峰，合歡東峰的西北與西南面分別受合歡1號與合歡2號冰川的作用，東北面受合歡1號冰川東向分流的作用，由3條冰川所形塑的冰斗峰；合歡尖山則由合歡1號的冰川與往東逆流的冰川分流合力形塑的角狀山峰。合歡山莊就座落在冰川分流的北岸，山莊前方的停車場和公路位在冰川分流的流路上。



● 合歡主峰與合歡東峰冰川遺跡地貌圖。



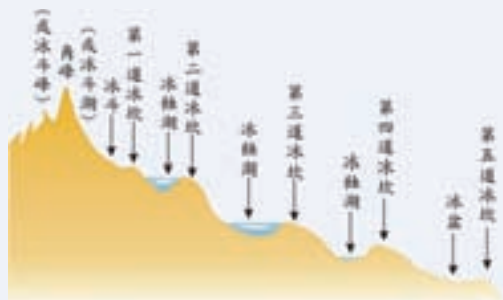
● 由雪山1號和2號冰斗2條冰川削蝕而成的北稜角峰。



● 合歡尖山。西南方是合歡1號冰川，往北流經西坡時形成4道冰坎；由於降雪量大，末次冰期時積雪快速，在合歡尖山南側坡形成逆向流動的冰川支流，稱為冰河分流；在兩道冰川長時間侵蝕下，逐漸將合歡尖山形塑成角狀的冰斗峰。

冰斗湖

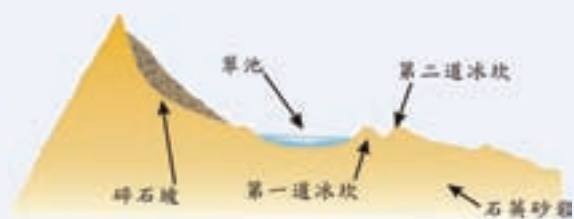
冰斗內冰川受氣候暖化消融後退，融冰的冰水受谷口冰坎阻擋，可聚水成湖稱為冰斗湖。若冰斗湖下方還有冰盆且聚水成湖，形成一系列的湖盆景觀，也是鑑別冰川作用的方法之一。典型的冰川剖面是冰坎與冰盆交替出現，冰盆指的是冰坎後方的窪地，位於最高海拔



● 典型冰川谷縱剖面示意圖（吳松樺繪）。

的特稱冰斗，餘下均稱冰盆；冰盆有時能積水成池或湖，位於最高海拔的稱冰斗湖，餘下均稱冰蝕湖。

臺灣高山最知名的冰斗湖是雪山翠池，位於雪山主峰西方1公里處，標高3,520公尺，湖面呈長橢圓形，開口朝正北，湖水終年不涸，是大安溪的源頭。湖的東北端有前後兩道冰坎，兩坎延伸方向皆朝西北，相距20公尺，第一道長約50公尺，第二道長約60公尺，寬皆約30公尺，高也皆約3公尺；由這兩道明顯的冰坎研判，翠池是個冰斗湖。1934年日人鹿野忠雄到翠池湖畔調查時，認為這兩道冰坎是「端堆石堤」，即端冰碛，由此判斷翠池是冰斗湖。經多次的現場觀測，兩道冰坎在近湖畔處的坎面，大都出露明顯的基岩；此處坎面有土壤覆蓋的土層厚度，多在50公分以下，難以研判這層薄薄的土層是上次冰期時的端冰碛，或為冰坎原地風化的產物，因此，鹿野忠雄認為這兩道冰坎是端冰碛的爭議性很大。



● 翠池縱剖面示意圖（吳松樺繪）。

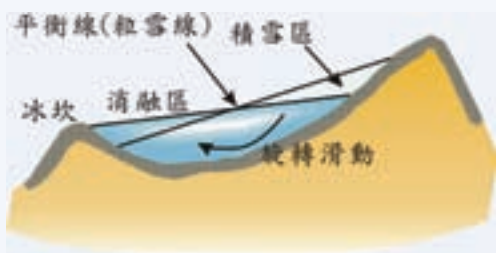
冰坎、冰蝕擦痕和磨光面

擦痕是冰河來過的直接證據之一，但卻也是過去臺灣高山是否有冰川地貌爭議癥結之一，因為造成岩面上擦痕的成因不單只有冰河作用，還包括洪流

(如大水冲刷石塊間的磨擦)、重力作用(如雪崩、落石、土石流等)、構造變形、溶蝕、動物等。因此研究第四紀冰川的學者須提出同時具備特定地貌之組合，才能有效判定冰川作用的論點。例如受蝕的殘餘岩面須同時具備岩坎、擦痕、磨光面等地形，才能解釋冰蝕作用；或是需要有冰坎、擦痕、磨光面、冰盆等冰斗內冰蝕地形組合，才能真正鑑別古冰川作用。以下就冰川的小型地形特徵：冰坎、擦痕與磨光面詳加介紹。

冰坎是指冰斗最前緣的基岩丘，是古冰川遺跡最重要的地貌證據，直接指示其所在的圈谷曾受到冰川作用；同時擁有冰盆和冰坎的冰斗，才能鑑別出古冰川作用。因此，冰坎的研判是野外調查最重要的工作，尤其是對紛爭多時的臺灣高山冰川問題，提供有力的證據。冰坎的產生主要受冰盆內冰川旋轉滑動的影響，因為斗口冰川厚度較薄，冰川磨蝕不如斗底，逐漸形成斗口明顯突出的岩丘。大多數的冰坎是由堅硬、完整的基岩構成，雪山主峰周圍的冰斗群都有著明顯的冰坎，構成冰坎的基岩全是白冷層的石英砂岩。

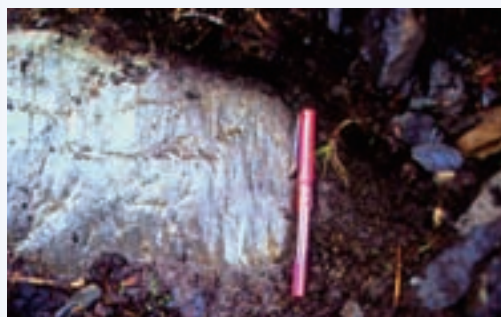
擦痕是一種岩面上呈線狀且肉眼可辨視的細小岩溝，長度從數公分到2、3



● 冰斗冰川旋轉滑動示意圖(吳松樺繪)。

公尺以上，寬度在數公釐至數公分間，深度則在0.1公分至1公分間。一般分基岩擦痕與礫石擦痕兩種，雪山地區目前發現的擦痕多在基岩坎上。基岩擦痕是由冰川挾帶大小混雜的岩屑和岩塊，在冰層中隨著冰河緩慢的向一個方向移動，岩屑在冰床和谷壁上受阻或碰撞時，磨擦岩面而成的線形遺跡。

磨光面指的是磨蝕作用持續在岩面摩擦，所形成平滑且光亮的岩面。一般而言磨光面有兩種產狀，一類產狀出露於坡面或岩面，因構造作用產生內部錯動與摩擦，又或是在斷層帶上的擦痕；另一類產狀則在高山區冰斗底冰盆內的冰坎上，如果受蝕岩面堅硬、抗蝕力強，末次冰期結束至今仍可保存下來，如雪山1號冰斗、南湖大山1號U形谷內羊背石碎塊上。



● 雪山1號冰斗5號冰坎上的擦痕與磨光面，石英砂岩的岩面上布滿平行且與斗內冰川方向一致的擦狀痕跡。



● 南湖大山1號U形谷內一個具擦狀痕跡的石英岩塊之冰磧石，表面光滑如鏡。



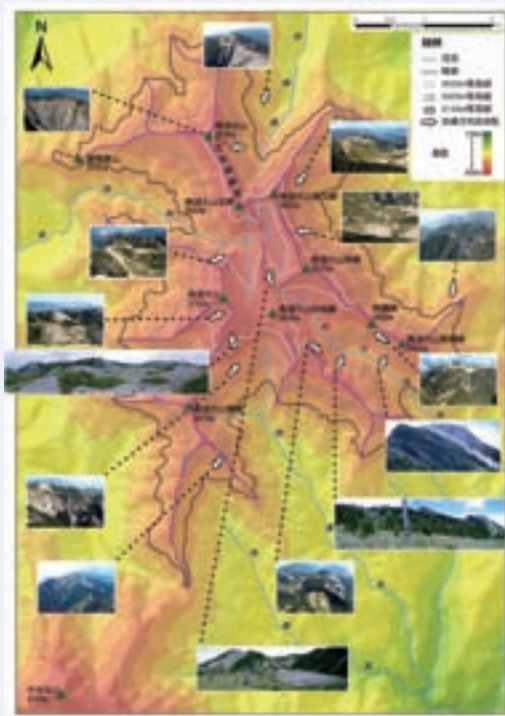
南湖大山冰河地形及冰河遺跡

文◎ 朱倣祖

現今臺灣高山雖然沒有活動的冰河，推估臺灣可能有冰河地形及冰河遺跡，早在1930年代已被日人鹿野忠雄提出，但卻一直受到質疑。近年來在南湖大山及雪山地區尋獲指標性的證據，如由冰河刮蝕作用所產生之巨視、中視、微視等不同尺度的冰河地形及冰河遺跡，均可辨別，至此臺灣有冰河地形及冰河遺跡的存在，才漸漸確定下來。

至於南湖大山地區的冰河地形及遺跡之所以得以保存，主要歸因於這些位在海拔3千多公尺以上的高山地區，均為集水區域的源頭；自7千多年以前，晚期末次冰期的冰河完全從南湖大山地區消退以來，河川下切侵蝕及搬運的能力薄弱，塑造改變已經存在的冰川地形能力有限。而南湖大山地區出露之堅硬及緻密的變質砂岩，亦有利於冰河遺跡的保存。

此外，亞熱帶高山冰河均為溫冰河(temperate glacier)，冰河的規模大小變化大，容易產生大量冰河河流沉積物(glaciofluvial sediments)，因此末次冰期結束後，有部分的冰河遺跡如羊背



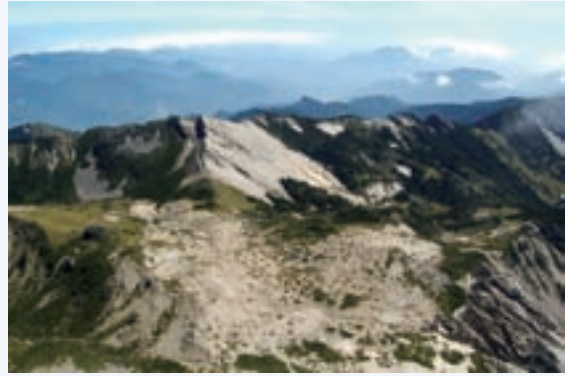
● 南湖大山航拍分布圖。

岩、鯨背岩及冰磧石等，被掩埋於冰河河流沉積物中，隨後的風化及侵蝕作用將覆蓋的沉積物搬離，冰河地形及遺跡於晚近才慢慢暴露於地表。

從空中俯瞰南湖大山，由峰頂到谷底，景像立體，一瞰無遺，其間耳熟能詳的南湖大山群峰，如有帝王之相的南湖大山主峰，嶙峋頂尖灰暗奇特的南湖東峰及中央尖山，白如冰雪遺世獨立的南湖東南峰，平坦寬廣四通八達的南湖主峰、東峰間鞍部，和平南溪的U型峽谷，高聳的陶塞峰，背崖而立的五岩峰，開闊平緩的審馬陣山……，一一展示不同的樣貌，正所謂「橫看成嶺側成峰，遠近高低各不同。」



● 從蘭陽溪源頭南湖大山北峰（3,592公尺）北側大崩壁上空，往南遠眺中央尖山，中央為南湖大山主峰及上下圈谷。



● 南湖大山主峰及東峰間寬廣的鞍部，推斷為殘存末次冰期的小型冰帽（於南湖大山主峰上往東方拍攝）。



● 南湖大山北峰北側的大崩崖。崩崖頂端從左至右即是南湖北山（3,536公尺）及五岩峰，遠處為審馬陣山。



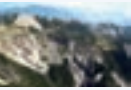
● 陶塞溪發源於南湖大山主峰及東峰間鞍部。圖中所示其源頭為一弧形崩塌冠部，遠處為南湖大山東峰（往東方拍攝）。



● 南湖大山上下圈谷匯流貫注入南湖溪，遠處為南湖大山東北峰及近處左側為南湖大山北峰（於南湖大山主峰上往東北方拍攝）。



● 中央尖山（3,705公尺）裸露的崖面，呈現板岩的板理及節理等構造。



■ 南湖大山冰河地形及冰河遺跡



● 南湖大山主峰及東峰鞍部，照片中為南湖大山東峰（於鞍部南端往東北方拍攝）。



● 南湖大山東南峰峰頂的白色岩層是石灰岩。



● 從南湖大山東北峰上空往南南西方，俯視南湖大山主峰（3,742公尺）上下圈谷，遠方為中央尖山。



● 和平安溪源頭，開闊及筆直的槽谷，中間最高處為南湖大山，右側為南湖大山東峰（往西北方拍攝）。



● 發源於南湖大山東峰（3,632公尺）及主峰間的和平南溪，呈現開闊U型槽谷面貌，在平緩的坡面上有2個雪蝕窪地（往東南方拍攝）。



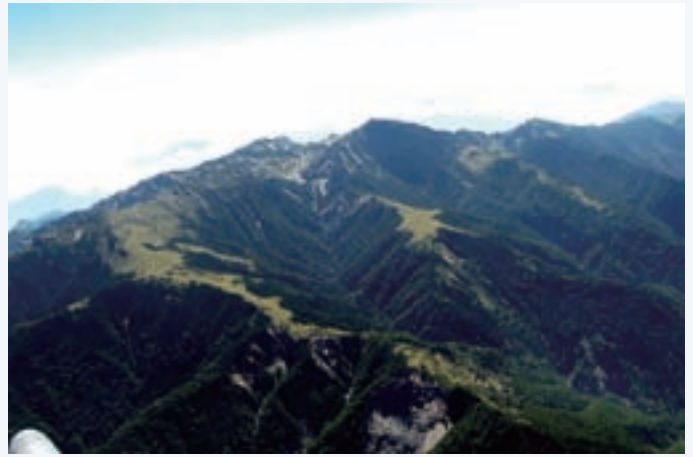
● 南湖大山東南峰及陶塞峰顯得十分渺小。南湖大山東南峰出露的岩層是石灰岩，陶塞峰出露的岩層則為矽質石灰岩（往西南方拍攝）。



南湖大山冰河地形及冰河遺跡



● 蘭陽溪及支流米磨登溪、美優溪之河階地成群，照片中的聚落為南山村。



● 從空中遠眺南湖大山群峰及南湖溪谷地（往南方拍攝）。



● 陶塞峰（3,450公尺）及南湖大山東南峰（3,462公尺）（往東北方拍攝）。



● 南湖大山上下圈谷，匯流貫注入南湖溪，於谷底處可見南湖山屋（往西方拍攝）。



● 南湖大山上下圈谷及分隔圈谷間稜脊（往北方拍攝）。

山與人

嘉明湖 — 大分行中看地質

文◎ 吳孟寰

嘉明湖是臺灣第二高的高山湖泊，位於南部橫貫公路向陽北方直線距離 7 公里處，又稱為「天使的眼淚」，是玉山國家公園中美麗的傳說…。

寒山冬色

破曉前的向陽工作站，萬星掛於天際、冰霜吞沒所有放眼所及之物，匆匆整裝後大家開始裝死等天亮，只有領隊仍忙裡忙外、小心翼翼地檢查著學員的裝備。當東方天色微紫，我們一行人踩

著滿地冰霜，踏雪尋梅般地匍匐於森林遊樂區高大的二葉松人造林間；大地萬籟無聲，陪伴我們的只有規律起伏的喘噓聲，還有學員沈小弟莫名其妙笑個不停的笑聲。

行程簡介

向陽森林遊樂區－向陽工寮－向陽山－嘉明湖避難小屋－嘉明湖－拉庫音溪－拉庫音溪源－塞珂山－闊闊斯山－闊闊斯－拉庫拉庫溪底－大分－多美麗－抱崖－瓦拉米－佳心－玉里



未到中午，我們已到向陽工寮，抵達工寮前的最後一段路，沿著陰涼的山溝前進，儘管艷陽高掛，卻融不盡枝頭殘霜。學長就是在此偏離了傳統路，進到山溝找人，沒想到就此長眠山林了；在此靜默不語，徐徐灑下手中的酒，氣氛肅穆但卻安詳，愛山的人都有個透澈的靈魂，如同山中夜晚閃爍不已的繁星。

向陽山

昨天鬼混了一下午，出來走的終究要還，今天除了預定的避難小屋到拉庫音溪這段路，還得追加向陽山屋這段。摸黑夜行，離開海拔2千8百多公尺的向陽山屋之後，進入高密箭竹林中，狂風吹得松枝嘎嘎作響，隱約的星光穿梭在黑夜的剪影中，一邊吐著霧氣，雙臂環抱胸前認命的爬升；黎明時，我們站上了向陽大崩壁的頂端，東方的利稻部落仍伴著燈火沉睡中。

向陽大崩壁源於向陽山西南坡，直奔南橫公路底的新武呂溪，崩壁由黑片岩及綠片岩系組成，櫛比鱗次的片理，



● 向陽山南側冰蝕地形，前景為受「風剪效應」影響生長的玉山圓柏。

自南橫遠眺之，閃耀著墨綠光澤；此時週遭已不見高大的二葉松林、鐵杉林，取而代之的是匍伏強風中的玉山圓柏林，終年生長在高寒地帶的玉山圓柏，受到盛行風向的「風剪」效應，形塑出中國山水畫中「奇樹、亂石」的盆栽意象。

來到大名鼎鼎的「圓柏名樹」旁，這裡剛好是欣賞向陽主峰南側疑似圈谷地形的最佳角度。在接近稜線附近無明顯河川水系發育，不太可能是溪流向源侵蝕作用的產物；以末次冰盛期臺灣的永久雪線（就算夏季也不會融掉）下降到3千4百公尺高的山區來看，向陽山南坡介於3千5百至3千4百公尺間有半個碗狀的谷地，坡面呈凹向上起伏的地形，即可能出自冰雕之手。

誰讓天使的眼淚凝固了？

愈是接近嘉明湖，強風愈是囂張，吹得雙頰乾裂腫脹，走到強風盡頭，代表離湖不遠了；佇立三叉山的三叉路



● 嘉明湖接近完美無瑕的圓弧，疑似為冰斗湖，亦有學者以為是隕石坑。



● 嚴重裸露流失的嘉明湖步道旁，露出黃土剖面。

口，草原背後的湖水怎麼怪怪的，白白髒髒的？天使的眼淚竟然昇華成淚珠了！大半的湖面抵擋不了連日低溫的侵襲，早已結冰了！四周稜線完美的圓弧像個劇場，鋪上青綠色箭竹地毯，嘉明湖正是中央最耀眼的那座舞台，周圍岩性以板岩、變質砂岩為主。

低溫催促著我們加快腳步向北方的拉庫音溪下降，雲霧毫不留情地追上，新康山隨峙在側，這座海拔不過3千3百公尺出頭的百岳，卻是太平洋上漁人行



● 小心翼翼地涉渡冰霜滿布的拉庫音溪。

舟時的最佳地標，如王冠般的山容，節理發達的綠片岩、矽片岩及大理岩交織出最猙獰的崖壁；三叉山連往新康山的山脊，曾因臺灣戰後第一起山難（也是空難）而名滿一時。

草原廣袤·點點淺灘

抵達拉庫音溪山屋前，源自東方草原的拉庫音溪，以優雅的S型大彎緩緩地鋪在腳下。這帶的地形很有意思，在2千8百公尺左右的山區，無論是稜線北側的拉庫音溪或是南側的新武呂溪源頭，有別於中游瀑布林立、峽谷夾岸的情形，河床坡降非常的緩，水靜靜地在箭竹草原上拖灑，完全沒有其他高山溪谷源頭因向源侵蝕塑造出亂石崩雲的容貌，反而以平易近人的水上草原姿態示人；兩岸緩坡有些許土壤潛移的小丘，新崩處則是清一色的黃土露頭。現存河谷寬而淺，底部平緩，偶有大塊亂石堆散落其中，依現今水量（且常為季節性有水）來看，似乎難以側向侵蝕出如此寬谷，是否與冰河作用有關，則有待更多直接證據的發掘。



● 拉庫音溪上游之緩坡河流，谷寬水少，是否為冰河來過的傑作？



● 拉庫音溪與拉庫拉庫溪分水嶺，一邊是柔和草原天堂，一邊是猙獰地獄。



● 黑片岩，攝於闊闊斯山東稜海拔2千4百公尺處。

向晚，看著日落雲峰，黑漆漆的森林裡水鹿此起彼落的尖叫著，毫無古人筆下「鹿鳴悠悠」之感，可以確定的是，地圖上這一大片緩起伏河谷是水鹿的後花園，想看到水鹿恣意奔跑、嬉戲一點都不難。

拉庫音溪源頭又是片祥和的令人想打瞌睡的草原寬谷，大夥順著谷裡蜿蜒的水鹿小徑，散步到草原盡頭，草原盡頭只見陣陣黃沙瀰漫，趨前一看，眼前的景色實在太突兀了！拉庫音溪的源

頭至此像是被轟炸過，整片分水嶺山體垮落東方溪底，仍不時發出「喀啦！喀啦！」的落石撞擊聲，管他是黑片岩、綠片岩，通通被砸到深不見底的闊闊斯溪底「這些石頭真好，不用幾分鐘就到闊闊斯溪了，我還要走一天半…」。

山與人

南雙頭山東稜是片緩坡，直插東方的闊闊斯溪底（拉庫拉庫溪支流），而赫赫有名的日八通關越嶺道則迂迴沿著另一條長稜，自大水窟鞍部一路東降，最後抵達舊名「樸石閣」的玉里。第4天傍晚趕在日暮西山前，我們踏著沙沙作響的松針，一路從2千8百公尺的賽珂池下到海拔僅剩1千3百公尺的闊闊斯溪，林相也由大面積的二葉松純林轉為中海拔混合林。在海拔2千公尺左右出現大量芒草，在山區見到芒草大量出現，多與廢棄人為耕地有關，對照比例



● 拉庫拉庫溪左岸的大分河階地，曾有日治時期八通關古道東段最大的聚落。



● 以變質砂岩、片岩疊砌而成的布農族家屋遺址，攝於闊闊斯部落。



● 矽片岩，攝於黃麻駐在所附近。

尺1/25,000的地圖，應該進入闊闊斯部落的範圍了，疊石駁坎不斷出現，一座比一座大；在1千6百公尺附近時，出現大型家屋的遺址。

闊闊斯部落周圍以片岩、間雜變質砂岩為主，石板屋樣式不同於南部原住民以頁岩、板岩為主的石板屋樣式，這裡的石材沒有繁瑣的加工（事實上大塊不規則狀的砂岩，也不像葉理發達的板岩那麼好切割），看似任意粗獷的堆疊，卻都精準無誤地密合卡穩。早期人類對於地質材料就有高度的應用，經

過五、六十年歲月無情的摧殘，屋樑垮了、屋頂塌了，牆垣依然屹立等著主人回來，升起熊熊篝火。

論名氣，日治時期八通關古道東段遠比不上西段，但東段卻有媲美立霧溪的拉庫拉庫溪峽谷，遺有豐富自然與人文史蹟的河階地形、競相比長的吊橋、宛如古堡的駐在所…。這次很可惜因時間因素未多作停留，沒能一一檢視拉庫拉庫溪沿線的河階，比例尺1/25,000的等高線圖上大致可分出：耶西落、烏賽闊、大分、塔達芬、莫庫拉蕃等階地，

集中於拉庫拉庫溪主流及其支流闊闊斯溪、米亞桑溪匯流處一帶。

我們一路順著拉庫拉庫溪旁的古道飛奔而下，說真的這路況好到要騎車都沒問題；途中經過許多荒廢已久、被雜草佔據的舊部落家屋、耕地，不禁想起在顏滄波前輩文集中讀到，當年顏老前輩在東部做礦產調查時，也是踏在這條路上，夾道的高砂族耕地滋養著不少玉米等旱作；40年過去了，雜草為這植物演替做了最好的見證，而溪谷兩岸銳不可當的懸岩，除了默默承受流水無情的侵蝕，依然故我地靜靜看盡過往山旅。

我們沿途簡易地測量岩層露頭的位態，並紀錄其岩性，在這野人獻曝做一個整理，希望對臺灣高山的地質、生態環境能有進一步的瞭解，也算是替山說些話吧！



● 南雙頭往塞珂山的支稜上，大草原的柔美是筆墨難以形容的。



● 闊闊斯溪旁，漂流木燃起溫暖的火，洗滌了山旅的疲憊。

	地名	岩性	位態
1	向陽山屋	綠片岩	N50W,25E
2	黑水塘	板岩	N35E,60E
3	圓柏名樹	黑片岩	N40E,40E
4	向陽山	黑片岩夾綠片岩	N10E,40E
5	向陽北峰西鞍	黑片岩	N15E,40E
6	向陽北峰	板岩	N20E,80W
7	三叉山下	板岩	N40E,53E
8	闊闊斯山	板岩	N15E,40W
9	闊闊斯溪	黑片岩	N33E,68W
10	多美麗（十三里）	黑片岩	N35E,38W
11	新關	黑片岩	N80E,12W
12	石洞	綠片岩	N20E,40W
13	石洞—伊霍霍爾	黑片岩	N50E,42W
14	伊霍霍爾崩壁	黑片岩夾綠片岩	遺失
15	黃麻	黑片岩夾綠片岩	N22W,8E
16	瓦拉米	大理岩	-
17	黃麻駐在所	綠片岩	N39E,47W
18	黃麻—佳心	黑片岩	N45E,18W
19	佳心	綠片岩	N73E,30W

臺灣高山地質的其他研究

圖書

- 呂勝由 (1989) 綠—太魯閣國家公園植物資源。太魯閣國家公園解說教育叢書 5，內政部營建署太魯閣國家公園管理處，共 164 頁。
- 施雅風 (1989) 東部冰期雪線重建討論。中國東部第四紀冰川與環境問題，北京：科學出版社，第 363-374 頁。
- 崔之久、熊黑綱、劉耕年等 (1998) 中天山冰凍圈地貌過程與沉積特性。石家莊：河北科學技術出版社。
- 許民陽 (2007) 高山地區的地質生態。教育部自然生態學習網有機生態校園研討會論文集編，明道大學。
- 連鋒宗 (2007) 臺灣百岳全集：玉山山塊、雪山山脈。上河文化股份有限公司，共 256 頁。
- 連鋒宗 (2007) 臺灣百岳全集：中央山脈北段。上河文化股份有限公司，共 288 頁。
- 連鋒宗 (2007) 臺灣百岳全集：中央山脈南段。上河文化股份有限公司，共 272 頁。
- 郭育任等 (2005) 鳥瞰臺灣山：臺灣五大山脈空中巡遊。遠流出版事業股份有限公司，共 128 頁。
- 陳淑樺 (2006) 八通關到關山間第四紀冰川遺跡研究。國立高雄師範大學地理系研究所碩士論文，共 101 頁。
- 陳遠建 (2007) 臺灣百岳全集（第 2 世代版）。戶外生活圖書股份有限公司，共 720 頁。
- 陸鏡元 (1986) 初論「冰溜擦痕」的鑑別。第四紀冰川與第四紀地質論文集第三集，北京：地質出版社，第 104-125 頁。
- 楊建夫 (2000) 雪山主峰圈谷群末次冰期的冰河遺跡研究。國立臺灣大學地理學研究所博士論文，共 256 頁。
- 楊建夫 (2001) 臺灣的山脈。臺灣地理百科：05，遠足文化事業有限公司，共 183 頁。
- 劉桓吉、余錚嶸、楊金臻 (2004) 岩石的故事。雪霸國家公園地形地質解說專書，雪霸國家公園管理處，共 319 頁。
- Embleton, C. and King, C. A. (1975) Glacial Geomorphology. Edward Arnold.

期刊

- 王鑫、王永賢 (1989) 岩石的裂穴—走訪雪山地壘。大自然季刊，第 25 號，第 16-32 頁。
- 朱倣祖 (1991) 玉山地區逆衝斷層構造之研究。中國地質學會會刊，第 34 卷，第 3 期，第 199-232 頁。
- 朱倣祖 (2003) 南湖大山冰河之遺跡。地質，第 22 卷，第 2 期，第 15-22 頁。
- 朱倣祖 (2004) 臺灣冰河遺跡的探討：以南湖大山為例。地質，第 23 卷，第 1 期，第 15-22 頁。
- 呂勝由、李曼因 (1989) 與永恆拔河—南湖圈谷高山植被的省思。大自然季刊，第 25 號，第 34-48 頁。

- 林明志、呂勝由 (1987) 走遍綠大地—全省八大觀察路線。大自然季刊，第 54 號，第 58-71 頁。
- 崔之久 (1981) 論天山烏魯木齊河源的冰川冰斗。冰川凍土，第 3 卷 (增刊)，第 24-35 頁。
- 陳淑樺 (2006) 八通關到關山間冰川遺跡之研究。地景保育通訊，第 25 期，第 29-33 頁。
- 陳肇夏等 (2000) 南部中央山脈的嘉明湖窪地是否為一隕石坑？中國地質學會會刊，第 43 卷，第 4 期，第 667-686 頁。
- 陳肇夏等 (2000) 臺灣中央山脈南部嘉明湖窪地成因之探討。地質，第 20 卷，第 1、2 期，第 1-23 頁。
- 楊建夫等 (1999) 臺灣高山區上次冰期晚期的雪線高度探討。國家公園學報，第 9 卷，第 1 期，第 81-94 頁。
- 齊士崢 (2003) 天神的眼淚—嘉明湖湖盆是隕石坑還是冰斗？中國地理學會會刊，第 32 期，第 1-16 頁。
- Böse, M. (2004) Traces of glaciation in the high mountains of Taiwan. In Quaternary Glaciations-Extent and Chronology, Part III, ed. J. E. a. P. L. Gibbard: Elsevier B.V.
- Hebebreit, R. (2006) Present and former equilibrium line altitudes in the Taiwanese high mountain range. Quaternary International, vol.147, no.1, 70-75.
- Lan, C. Y., Lee, C. S., Yui, T. F., Chu, H. C., Jahn, B. M. (2008) The tectono-thermal events of Taiwan and their relationship with SE China.

網站資訊

- 玉山國家公園管理處，「玉山國家公園」。http://www.ysnp.gov.tw/ (98.06.18 檢索)。
- 行政院農業委員會林務局，「自然資源與生態資料庫」。http://ngis.zo.ntu.edu.tw/index1.htm (98.06.18 檢索)。
- 財團法人高雄市百岳登山協會，「登山百科」。http://www.100peakmtkh.org.tw/index.php?option=com_content&view=article&id=55&Itemid=65 (98.06.18 檢索)。
- 雪霸國家公園管理處，「雪霸國家公園」。http://www.spnp.gov.tw/homepage.asp (98.06.18 檢索)。
- 臺北市大自然戶外登山健行會，「登山須知—百岳排行」。http://www.bignatural.org.tw/knowledge.htm (98.06.18 檢索)。

非書資料

- 熱帶冰河臺灣 (上): 上山下海找證據
- 熱帶冰河臺灣 (中): 冰河時期的移民潮
- 熱帶冰河臺灣 (下): 冰河不再來?
企劃及製作: 三九五二工作室
代理發行: 智慧藏學習科技股份有限公司

更多臺灣高山地質與地質相關文獻目錄請參考:

臺灣地質知識服務網 <http://twgeoref.moeacgs.gov.tw>

同場加映

臺灣高山的植物生態

文◎ 許民陽

臺灣高山由於板塊的擠壓，造成地層隆起及褶皺，形成高山林立，再經侵蝕形成溪谷縱橫，此種錯綜複雜的地形，孕育了極為豐富的植物相。此外雖然南、北緯度差異不大，但因高山海拔落差大，而擁有不同的植物分布帶。以平均每升高1千公尺，溫度下降約4至6度來推算，臺灣高山有4千公尺的海拔落差，實循序包括了緯度60度以南的水平植物景觀，橫跨亞熱帶（北緯23至34度）、暖溫帶（北緯34至42度）、冷溫帶（北緯42至50度）、寒溫帶（50至60度）的範圍內，所以植物資源極為豐富及多樣性。

以太魯閣國家公園地區為例，至少含有1千1百多種維管束植物，分屬154科，其中更包含了75種稀有植物。1987年黃增泉先生在雪山地區研究本區植物時，採得維管束植物共約1,130種，稀有植物61種，部分為該地區特有種，以及地質時代以來的孑遺植物。

這些高山植物帶由中海拔至高海拔大致可分為：檜木林、鐵杉林、冷杉林、岩屑型植物、高山矮盤灌叢、玉山箭竹草生等數個植被帶。臺灣2千公尺以上的高山區是人為破壞最少的地區，亦為植物多樣性保存較好的淨土，下次登高山時，不要一直趕路或競相攻取百岳的三角點，可停下腳步欣賞美麗高山植物，體驗臺灣地景與自然生態之美。

檜木林帶

本植被帶包括海拔約1千8百公尺至2千4百公尺的暖溫帶森林，本區山地的雨量隨高度增大，但約以2千公尺為極限；雨量多、濕度高，山谷間的濕氣受日照蒸發後，蒸騰而上，經年常處於雲霧繚繞中，因此有「霧林」之稱。又位於臺灣生態過渡的針、闊葉混合林區，樹木以落葉性闊葉樹（臺灣紅榨槭、青楓、鬼櫟等）、針葉樹（紅檜、扁柏、臺灣杉等）為主。本帶四季分明，春天



● 桃園縣復興鄉新興神木群的巨大檜木。

闊葉樹發芽一片嫩綠，夏天轉為濃綠，秋季紅榨槭、青楓等落葉樹轉成紅、黃色掉落，平分秋色。紅檜及扁柏為東南亞針葉樹中體積最大者，最大樹圍可達20公尺，樹高50至60公尺，樹齡可達二千至三千年，也是經濟價值最高的樹種。檜木林下生長大量殼斗科植物，再向下有杜鵑、薔薇、懸鉤子、龍膽、佛甲草、黃菀等植物生長，森林最低層苔蘚及蕨類眾多且數量龐大。

■ 臺灣高山的植物生態

● 桃園縣復興鄉霧林帶植被密布。



鐵杉林帶

本植被帶包括2千4百公尺至3千公尺的冷溫帶針葉林，樹種以臺灣鐵杉及雲杉為主，松科以華山松、二葉松等次之。雲杉分布於陰向坡或較陰濕的谷地，鐵杉大部分呈純林狀態分布，林下以玉山箭竹為主。在南橫庫哈諾辛林道、玉山排雲山莊步道上都有鐵杉純林，林下常見植物有臺灣鵝掌柴、昆欄樹、臺灣小蘗、紅毛杜鵑、玉山杜鵑、高山薔薇、褐毛柳、玉山石竹、虎杖、高山芒、臺灣百合等。



● 南橫庫哈諾辛林道臺灣鐵杉。



● 虎杖。



● 紅毛杜鵑。



● 高山薔薇。

冷杉林帶

本植被帶包括海拔3千公尺至3千5百公尺的亞寒帶針葉林，夏天多雨，冬季較乾燥、寒冷。在玉山地區此林帶上緣與玉山圓柏混生，分布至森林線上界，下緣與鐵杉林交會。在合歡山地區可看見谷地有成片冷杉林，上部與玉山箭竹鑲嵌分布，形成明顯的森林及草原界線；下方另有玉山杜鵑、玉山薔薇、刺柏、圓柏等高山矮灌叢。



● 玉山杜鵑。



● 臺灣冷杉。

岩屑型植物帶

生長於高山地區天然陡斜或緩坡的岩屑地，包括因公路或步道開挖出來的坡邊岩屑地，例如合歡山翠峰至昆陽、克難關間的公路邊坡、南湖大山五岩峰至圈谷間的岩屑地、玉山地區由登山口至排雲山莊步道路旁的邊坡，為高山地區草本花卉最密集的地段。每年6至11月間百花齊放時，為高山地區最美麗的植物地景，也是生物多樣性最高的地方。因此帶有岩屑及岩屑間的崩積土，

其土壤有足夠的基質養分供草本花卉生長，每一植物群落無不爭取生長空間，彼此爭奇鬥豔。最常見者有高山沙參、玉山龍膽、阿里山龍膽、臺灣龍膽、單花牻牛兒苗（別名：早田氏香葉草）、尼泊爾籟簫、玉山薄雪草、玉山佛甲草、玉山石竹、玉山金絲桃、玉山抱莖籟簫（別名：白花香青）、一枝黃花、玉山當歸、虎杖、玉山繡線菊、高山芒等，另有稀有的草本蘭花，如紅小蝶蘭（別名：奇萊紅蘭）、奇萊喜普鞋蘭等。



● 阿里山龍膽。



● 單花牻牛兒苗（別名：早田氏香葉草）。



● 玉山龍膽。



● 玉山石竹。



● 玉山佛甲草。

· 地質專題 ·



● 紅小蝶蘭（別名：奇萊紅蘭）。



● 奇萊喜普鞋蘭。



● 玉山金絲桃。



● 臺灣龍膽。



● 玉山抱莖籜薺（別名：白花香青）

高山矮盤灌叢帶

分布於海拔3,500至3,850公尺的寒帶森林，位於冷杉林的森林界線以上，因日夜溫差大、強風、紫外線強烈、氣候及土壤較乾燥，冬季又有積雪，加上地表大都為岩石崩壞的岩屑地或碎石坡，土壤稀少，在此嚴苛環境下，植物生長緩慢且為順應強風，長成盤繞曲折的低矮灌叢如玉山圓柏，或長成為低矮圓傘狀可耐強風的灌叢如玉山杜鵑；其下常有一些葉上有絨毛或葉片較厚可儲存水分的草本花卉，如尼泊爾籟蕭、玉山佛甲草等伴生。



● 玉山圓柏。

玉山箭竹草生帶

分布在森林帶之上，以玉山箭竹、高山芒為主，為臺灣高山地區分布最廣泛的植物帶；前者適應土壤較厚的環

境，後者在土壤較薄及邊坡均可生長，在其下方土壤出露的邊緣有龍膽、一枝黃花、高山白珠樹伴生。

● 合歡北峰玉山箭竹。



飛上天空觀看

屏東縣好茶村土石流災害

文◎ 林榮潤

臺灣地區由於受到板塊運動的擠壓，地勢陡峭狹窄，加上山坡地的開墾等天然和人為因素，每當颱風或豪雨來襲，山區容易引發山崩與土石流；且山區交通不便，容易阻礙救災與調查作業。若颱風或地震發生後，能在短時間內飛上天空觀察臺灣，有助於全盤瞭解各地災害情形，提供救災、調查與危機處理之參考。災害發生的緊迫時刻，如何理想地飛上天空觀看現地地質災害呢？本文將以96年聖帕颱風引發屏東縣好茶村土石流的案例，介紹如何應用數值航測系統判釋航空照片並搭配衛星影像，實現災後飛上天空觀看災害的不可能任務。此外，透過不同時期的航照或衛星影像，來瞭解災區的時空演變。

好茶村災區概況

屏東縣霧台鄉是全臺最大的魯凱族聚落，其中「舊好茶村」是雲豹的故鄉，位於隘寮南溪中游，海拔約1千公尺，是魯凱族的發源地。當年住在臺東舊大南部落的魯凱族人，在雲豹的引路下西行來到舊好茶，隨後再逐漸向霧

台、阿禮、神山部落發展；然而，部落因座落在海拔高的斜坡上，處境天險、交通和謀生不便，因此村民議決遷移到隘寮南溪右岸的河階台地，海拔約260公尺。遷村工程於1980年完成，新的部落則稱為「新好茶村」，兩部落落差約750公尺，本文以「好茶村」一詞代表「新好茶村」。

好茶村位於部落東西面的兩條稜線所包圍而成的河階台地，為北面田良井山（海拔高度1,367公尺）南緣的坡腳，南北面皆有高於1、2千多公尺的高山，屬於河谷地形，同時也是海拔高度落差大的地區。



● 屏東縣霧台鄉好茶村交通圖(吳松樺繪)。

根據前人研究，本區岩層大致成北偏東走向，往東南傾斜約35至45度，屬於中新世的廬山層，岩性有黑色到深灰色的硬頁岩、板岩及千枚岩和深灰色的硬砂岩互層等，有些亦含有零星散布的泥灰岩團塊，全部厚度估計當在數千公尺上下。而本調查區域岩性主要以廬山層板岩夾雜少量砂岩為主，因植生茂密，其露頭和岩層不明顯，只能透過崩塌地的岩層出露來觀測；從現地調查可知，該岩層的劈理或破裂面較為發達，是本區容易發生山崩災害的主要原因之一。過去於85年賀伯颱風、95年碧利斯颱風、凱米颱風以及96年的強烈颱風聖帕，均在此區造成重大災情。



● 96年聖帕颱風造成好茶村落西側的崩塌岩屑，直接衝進二、三十多戶的民宅，使得靠近山邊的部分民宅掩埋高度約有1層樓之高。



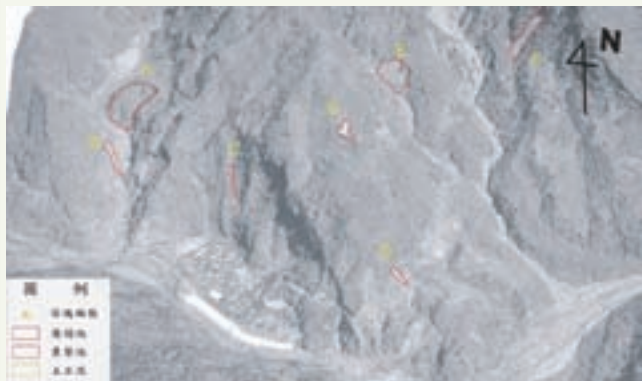
● 96年聖帕颱風造成好茶道路沿線有坍方與岩屑堆積，阻礙交通。



● 編號屏東006的土石流潛勢溪流，因96年聖帕颱風影響再度引發土石流，大量的板岩岩屑將近淹沒河上的橋樑。

災前的不同時期航照影像立體判釋成果

根據好茶村不同時期的航照立體判釋與比對，可以初步瞭解調查區域的崩塌地演變。例如：86年和93年的航照圖可看出，崩塌地（A至G區）已復



● 86年8月好茶村3D航照立體圖。



● 93年12月好茶村3D航照立體圖。

原，也有植生的生長，乃因其間較少有強烈颱風之侵襲；然而，亦有新產生的崩塌地，如H、I、J、K等區，可能

受偶發性的豪雨過於集中該區域，使得該區的孔隙水壓增大，邊坡強度降低而崩塌。

數值航測系統

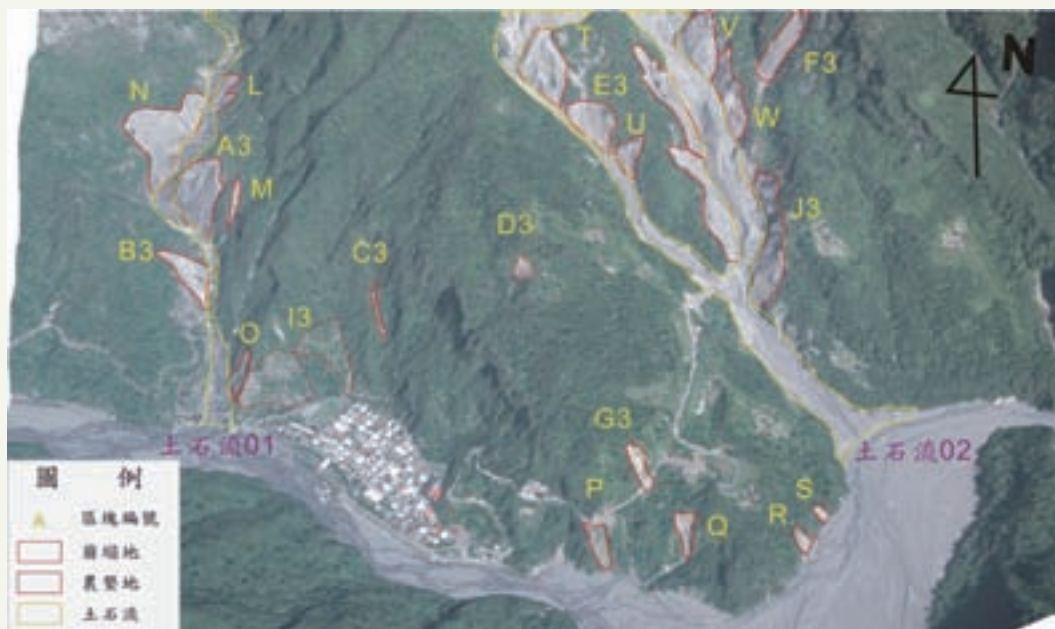
本文所應用的數值航測系統，為加拿大PCI公司所研發的APEX V7.0系統，透過系統配合林務局農林航空測量所（簡稱農航所）所拍攝的航空照片，或福爾摩沙衛星二號（簡稱福衛二號）的衛星照片，即可在室內立即進行航空照片的立體判釋現地災害的工作。本系統優點如下：

1. 高解析度的航空照片搭配立體影像作判釋，可減少人為判釋的錯誤。
2. 透過系統取得災區的地理坐標，可迅速估算崩塌的面積與土方量。
3. 利用不同時間的航照進行分析，可以瞭解山崩的演變過程。
4. 可直接於立體影像上，量測方位及岩層的不連續面位態等地質特性資料。
5. 具鳥瞰的功能，尤其在山區交通不易到達之地區，提供觀察各種地質現象的平台；此外，應用在災區的調查可即時瞭解災區的情形。
6. 相較於傳統的立體鏡，本系統操作簡單且容易判釋，可提昇整體工作效率。

透過數值航測立體判釋技術，將農航所拍攝的航照影像放大，來比較不同時期的照片，以及產製出不同時期5公尺之數值地形模型；並蒐集其間臺灣南部地區的颱風資料，加以輔佐航照的不足，最後綜合加以分析與討論好茶村崩塌地的時空變化。此外，以福衛二號影像與現地地質調查，找出山崩的特徵及空間的分布，彙整各分析資料，對好茶村山崩與土石流災情的特性與發生機制，提供吾人更進一步地瞭解。

88至94年臺灣南部地區的颱風資料表

年度	名稱	警報期間	強度	颱風有侵襲南部地區並傳出災情	颱風未侵襲南部地區但有傳出災情
2005	泰利TALIM	08/30~09/01	強烈	★	
2005	海棠 HAITANG	07/16~07/20	強烈	★	
2004	敏督利 MINDULLE	06/28~07/03	中度	★	
2003	杜鵑 DUJUAN	08/31~09/02	中度		★
2003	莫拉克 MORAKOT	08/02~08/04	輕度	★	
2001	利奇馬 LEKIMA	09/23~09/28	中度	★	
2001	納莉 NARI	09/13~09/19	中度	★	
2001	潭美 TRAMI	07/10~07/11	輕度	★	
2001	奇比 CHEBI	06/22~06/24	中度		★
2000	象神 XANGSANE	10/30~11/01	中度		★
2000	碧利斯 BILIS	08/21~08/23	強烈	★	
1999	瑪姬 MAGGIE	06/04~06/06	中度		★
1998	奧托 OTTO	08/03~08/05	輕度	★	
1998	妮蔻兒 NICHOLE	07/09~07/10	輕度	★	
1996	葛樂禮 GLORIA	07/24~07/27	中度	★	



● 94年9月好茶村3D航照立體圖。

此後，經歷94年7、8月的強烈颱風海棠與泰利，於高屏地區單日累積雨量高達200公釐以上，從94年航照圖可看出，舊有崩場地再度復發，並產生一些新的崩場地，與前幾期的航照圖比對，可明顯判釋崩場地面積與數量有增加之情形。另外，94年度產生新崩場地（如N、O、P、Q、R、S等區）以及好茶村東西兩側稜線外兩條嚴重的土石流。

透過數值航照立體判釋，吾人可以針對局部地區之放大與縮小，以及利用GIS的3D展示旋轉不同的角度，讓判釋者可以綜觀全景與放大檢視細部地形構造，便利許多野外現地調查之作業。



● 利用GIS將94年好茶村的3D航照立體圖旋轉成不同角度觀察。

因此，地質調查人員藉由不同時期的航照，可以判釋不同地區的山崩與土石流演變情形，以及配合災後衛星影像，將有效且迅速地瞭解調查地區的崩場地之狀況。

災後的福衛二號影像立體判釋與現地調查成果

96年聖帕颱風造成好茶村多處新的山崩與土石流，從災後的福衛影像以及比對不同期的航照可看出，原本列



● 農委會水土保持局編號屏東006的土石流潛勢溪流（本文編號土石流01），照片中左右側的崩場地即為94年9月航照圖上的B3和A3區。



● 96年8月好茶村災後3D衛星影像立體圖與現地調查照片分布圖。

為2處保全對象的土石流（土石流01和02），皆有明顯地擴大情形。土石流01現地照片的左右側之崩塌地，即為94年9月航照圖中的B3和A3區。

另外，有3處新的且較為嚴重之地區，其一為好茶村西側約7百公尺的土石流（土石流03），原為一條小溪流，因豪雨的影響使得溪流周圍的邊坡滑動，形成典型的圓弧狀，因此造成整個

路面毀損。好茶村東、西側分別有山崩與土石流之災情，其中以西側的土石流最為嚴重，透過數值航測估計崩塌範圍約為1萬5千平方公尺。

好茶村東側的山崩，由這3期的航照影像（86年8月、93年12月、94年9月）皆可看出，北側的崖頂上（94年航照圖中D3區農墾地西南邊）有一沖



● 土石流03之土石崩塌狀況。



● 好茶村東側的山崩現地照片。



● 好茶村西側的土石流現地照片全景。

蝕溝地形；在現地調查的照片中可以看出，風災後仍有水流，此現象顯示該區易匯集水源，其風化材料隨著水流而沖刷，造成鄰近的民宅受到威脅。本區在85年賀伯颱風後即產生的崩塌地，故舊崩塌地再復發的機率較高，因此相關單位應需嚴加管制之。

好茶村西側土石流位於好茶國小的北側，由96年災後福衛影像可看出，西側土石流源頭的兩條沖蝕溝，比對災前94年航照圖亦可清楚看見其沖蝕溝的地形；聖帕颱風所挾帶的豪雨，引起該地區的土石大量沖刷，再沿著沖蝕溝與坡面而下，堆積於村落。根據現地調查結果，該地區岩層屬於廬山層板岩夾帶少量砂岩，因劈理順著坡向且十分發達，以及該區地形為劈理面發達的順向坡，因此豐沛的雨量沿著坡面和劈理面入滲，使得邊坡的孔隙水壓增大，剪力強度降低，導致許多土石材料沿著順向坡大量崩落，沖毀其附近的民宅與好茶國小，其淤埋深度約有2、3公尺。在現地

勘查中發現，崩塌的坡面上仍殘留許多岩屑，若再遇豪雨時，其邊坡上的岩屑容易再次滑落，可能造成另一次災情的發生。

結論

以好茶村為例，透過數值航測立體判釋技術以及災後衛星影像等判釋，可迅速初步地瞭解當地的災區狀況，以及對外的連外道路與附近的新生崩塌地之情形；比對不同時期的數值航照或衛星影像圖，可以瞭解崩塌地的歷史演變情形，並即時評估崩塌地影響的範圍等資訊，以便於勘災人員的現地調查。綜合數值航測、航空照片、衛星影像與現地調查資料，能迅速且有效地提供災害資訊，提供相關單位之參考，著實便利與提升調查的效率。

感謝經濟部中央地質調查所環境與工程地質組李科長錦發以及魏技士正岳的協助，方能完成本篇文章的撰寫，特表謝忱。

· 地質教室 · ■ 李孟陽 臺北市立教育大學自然科學系助理教授，專長於第四紀氣候變遷。

郵說冰原 巨獸猛獁象

文◎ 李孟陽

巍峨的身軀昂然挺立一對扭曲的象牙，真猛獁象(*Mammuthus primigenius*)倘伴於北方凍原的酷寒環境，由於身披厚實的濃密長毛，俗稱長毛象(Woolly Mammoth)，化石記錄顯示，幾十萬年來曾廣泛分布於愛爾蘭、英國、瑞典、波蘭、西伯利亞以及北美洲。然而，伴隨1萬年前冰期的結束，全球氣候逐漸回復到溫暖的形態，猛獁象卻旋即滅種消失，究竟是氣候變遷帶來的不適應？亦或人類濫捕獵殺所導致？藉由各國發行的郵票，得以大致勾勒此一冰原巨獸的發現經過、地理分布、形態特徵、演化歷程，並探討可能的滅絕成因。



● 攝於美國丹佛自然史博物館。



● 長毛象（瑞典，1992年）。



● 長毛象（波蘭，1966年）。



● 長毛象（愛爾蘭，1999年）。



● 長毛象（英國，2006年）。



● 長毛象（美國，1996年）。



● 長毛象（加拿大，1994年）。

發掘長毛象

由於現生非洲象、亞洲象的地理分布，並未涵蓋歐亞大陸北方之地，長久以來，世人對於歐洲各地出土的巨大骨骼感到困惑，各種迷思傳說因應而生。例如：地中海諸多島嶼多曾發現象骨，額前正中央的孔洞被誤認為是眼眶，因此用以當作希臘神話獨眼巨人存在的證據；或者作為聖經記載大洪水事件的佐證，象群被大水沖移到北方埋藏於地層之中。在古生物學尚未萌芽的階段，這些論點如今看來雖屬牽強附會，實當時未認知猛獁象為已滅絕的物種。

18世紀末葉，法國著名的古生物學家居維葉(Georges Cuvier)創立比較解剖學的學理及方法，藉以探討個體器官間的交互關係及從屬性。依據猛獁象化石與現生象的型態差異，居維葉於1796年發表「論化石象與現存象」一文，首先指出猛獁象係已滅絕的物種，其滅絕原因並非由氣候逐漸變化所導致，而是突發的災變事件所造成。儘管居維葉由化石記錄歸納出滅絕的概念，

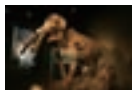


● 法國著名的古生物學家居維葉（法國，1969年）。

但他反對物種演化的論點，強調物種數目的恆定性，認為亙古以來地球經歷許多次上帝的創造與毀滅，大洪水事件僅是最近期的一次，是倡導「災變論」的代表人物。

幾年後，猛獁象冰凍遺骸於西伯利亞發現，這些毛皮肉俱存的猛獁象遺骸，以俄羅斯聖彼得堡博物館的收藏最為重要，擁有超過兩個世紀的傲人收藏，如亞當斯(Adams)猛獁象是有史以來第1具組裝展示的長毛象骨骼，其留存的皮毛標本當年即由居維葉援引以支持凍原適應說；而20世紀初葉發現的貝瑞所夫卡(Beresovka)猛獁象，為首度科學性挖掘並留下詳實影像記錄，全身保存近1/3的毛皮，生前咀嚼的最後一口草料，還留存在上下顎的臼齒之間；以及完整保留左側身軀的幼象帝瑪(Dima)。由於生存於酷寒極區，猛獁象具有相較於現生象更小的耳朵，以減少熱量的散失，猶具彈性的肉體顯示皮膚、毛髮、內臟等器官仍保有鮮度，其胃部甚至留有死前最後一餐的進食。

近年在薩哈共和國出土的尤卡基爾(Yukagir)猛獁象，頭部及左前腳保存狀況絕佳，於2005年日本愛知萬國博覽會公開展出，造成超過6百萬人次參觀的盛況。如今古生物學家得以跨越萬年時空的藩籬，取得新鮮的猛獁象樣本以解讀基因遺傳密碼，分析顯示與亞洲象的親緣關係要比非洲象來的密切，未來更企圖藉由基因工程的手段予以複製，重建猛獁象漫步其間的「更新世公園」。



■ 郵說冰原巨獸猛獁象



● 日本愛知萬國博覽會公開展出的尤卡基爾猛獁象（日本，2005）。

長鼻家族

化石記錄顯示，猛獁象這一家族大約在4百萬年前出現於非洲，與亞洲象有較親近的血緣關係，這批南方猛獁象(*M. meridionalis*)隨後分布於歐洲、亞洲及北美洲，仍不適棲息於高緯度的極區環境。爾後散居北美大陸的一支系演化出哥倫布猛獁象(*M. columbi*)，身高達4公尺，重達10噸，體型比真猛獁象來的高大壯碩，分布於北美洲中、南部至墨西哥一帶。至於我們熟知的真猛獁象，則是沿襲自草原猛獁象(*M.*



● 南方猛獁象（羅馬尼亞，1966）。



● 哥倫布猛獁象（尼加拉瓜，1987）。



● 草原猛獁象（羅馬尼亞，1966）。

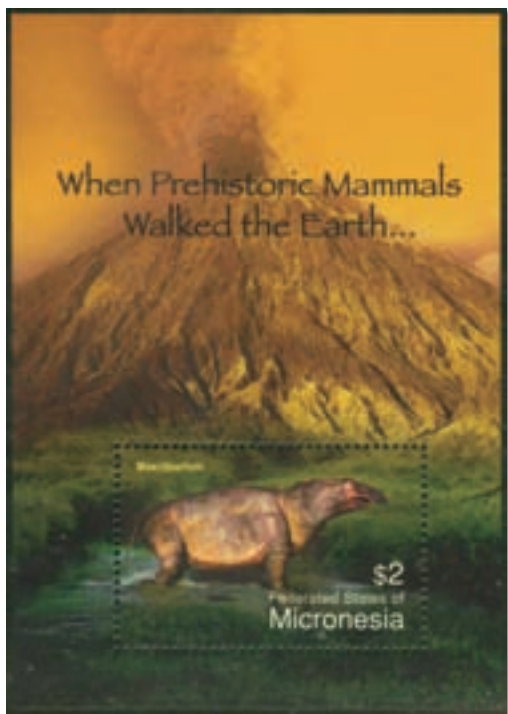
trogontherii)這一支系，由原本散布在歐亞大陸的南方猛獁象演化而來，化石記錄顯示真猛獁象可能起源自西伯利亞，於上次冰期廣布於北半球冰蓋的南緣，成為征服北方凍原的代表物種。

猛獁象的上下顎每側各具有3顆前臼齒及3顆大白齒，這24顆用來磨食的臼齒並非同時長出，而是如同現生象類，隨著年齡增長次替更換，因此古生物學家可以根據臼齒的特徵及磨損程度判斷年齡。猛獁象的臼齒齒板數多且密集排列，如同洗衣板的磨面適於研磨硬草，估計每天約需20小時的長期進食，以維持6噸重的龐大身軀。



● 猛獁象的臼齒如同洗衣板的磨面，適於研磨硬草（北韓，1994）。

猛獁象的象牙係由上顎門齒演化而來，倘若將時間回溯到更久遠的過去，可以發現長鼻目(Proboscidean)已知的160餘種化石中，其外觀往往迥異於現生象擁有一對上揚的象牙。不同年代的化石記錄顯示，長鼻目各支系演化趨勢各不相同，主要表現在頭骨與牙齒的特化，如始祖象(*Moeritherium*)仍未具備發達的門齒與長鼻，體型約略與現代的豬一般；恐象(*Dinotherium*)的下門齒為一對向下彎曲的兇狠外貌，而嵌齒象(*Gomphotherium*)上下顎各出現一對相互交錯的象牙，剷齒象(*Platybelodon*)更特化出平剷般的下門齒，顯示長鼻目



● 始祖象（密克羅尼西亞，2004年）。



● 恐象（摩爾多瓦，1995）。



● 嵌齒象（薩爾瓦多，1979）。



● 剷齒象（匈牙利，1990）。

在新生代歷經相當成功的演化歷程，分布遍及澳洲、南極洲以外各個大陸，即使到晚第四紀仍有十餘個種屬分布於全球各地。

滅絕之謎

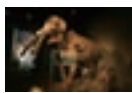
猛獁象體型碩大為史前人類主要的獵捕對象，以肉為食、以皮為衣、以牙為飾、以骨構屋，充分善盡其用。英吉利海峽澤西島的拉寇特(La Cotte de St Brellade)遺址發現，大量的猛獁象化石與舊石器同時出現於地層之中，由於象頭骨多有碎裂加工取食的跡象，推論20萬年前人類即知利用懸崖的險峻地形，將猛獁象逼至絕境使其墜崖而亡。猛獁象牙雕刻後的製品常出現於考古遺址，如法國布拉桑普伊(Brassempouy)的維納斯雕像，就是利用象牙核心的緻密材質所完成，製作年代約在2萬多年前。透過史前岩畫更可一窺史前人類眼中的



● 猛獁象體型碩大為史前人類主要的獵捕對象（法國，2008）。



● 20萬年前人類即知利用懸崖的險峻地形，將猛獁象逼至絕境使其墜崖而亡（澤西島，1994）。



■ 郵說冰原巨獸猛獁象

· 地質教室 ·

- 猛獁象牙雕刻的維納斯雕像（法國，1976）。



- 史前岩畫描繪生動且各具特色的猛獁象圖（法國，2006）。

猛獁象速寫，其中猶以法國西部胡菲涅克(Rouffignac)洞穴為最，描繪生動且各具特色的猛獁象圖像，總數超過100幅，或見象群結隊而行，或見兩公象對峙僵持，可稱為1萬3千年前最具特色的史前畫廊。

冰期與間冰期於第四紀交替往復出現，古人類在這段時間廣泛分布於舊

大陸，並逐漸克服高緯度酷寒的環境。上次冰期在2萬年前達到鼎盛之際，全球海水面隨之巨幅下降，地處亞洲與北美之間的白令海峽出露，成為連接兩地的陸橋，人類遂於1萬3千年前踏上北美大陸。化石記錄顯示，隨著人類逐步南進，大型哺乳動物隨即相繼滅絕，這份滅絕名單除了猛獁象之外，還有披毛犀、劍齒虎、乳齒象等總數超過40種大型獸類。

無獨有偶的是，澳洲這塊與世隔絕的大陸也曾經歷相似的物種滅絕事件。5萬多年前，人類成功跨海穿越華萊士線順利登陸澳洲，相對短暫的時間內，澳洲大陸上亦有高比例的大型物種消失滅絕。由於全球各地大型哺乳類動物滅絕與人類遷移抵達的時間具有一致性，令人懷疑這些原本僻居樂土的史前巨獸，是否因未能躲避獵人的捕殺而導致滅絕？



- 人類成功跨海穿越華萊士線順利登陸澳洲大陸後，澳洲大陸上有高比例的大型物種滅絕（澳大利亞，2008）。



● 攝於佛羅倫斯自然史博物館。



● 披毛犀（賴索托，1998）。



● 人類在1萬3千年前才踏上北美大陸（美國，1991）。



● 乳齒象（美國，1996）。

華萊士線

華萊士線是由英國動物地理學者華萊士先生所提出，是生物地理學中區分東洋區和澳大拉西亞區的分界線。1854至1862年華萊士先生在馬來群島研究島嶼上的動物時，注意到婆羅洲(Borneo)與蘇拉威西島(Sulawesi)、峇里島(Bali)和龍目島(Lombok)之間，似乎有一條隱形的界線將兩邊的生物分開；界線以西接近東南亞的生物相，界線以東則接近新幾內亞的生物相。後來發現華萊士線與海平面下降約120至150公尺的陸地海岸線一致，推測冰河時期時海平面下降，因此婆羅洲及峇里島等島嶼曾經與亞洲大陸相連，新幾內亞和鄰近島嶼則曾與澳洲相連；而華萊士線劃過的地方仍然有海洋的阻隔，如婆羅洲與蘇拉威西島、峇里島與龍目島之間。由於動植物多以陸行方式散布遷移，因此即使距離較近，多數動植物也無法跨過海洋的阻隔。

主張生物能影響地球環境的蓋亞 (Gaia) 假說

文◎ 李春生

人的食、衣、住、行，追根究底幾乎全部仰賴地球環境恩賜。以今日科技，打算離開地球在太空另闢家園，似乎也遙不可期。每當回想人面對颱風、洪水、土石流、921集集地震及SARS等大自然肆虐和反撲時，人類抵抗力相當薄弱，只能無助的臣服於地球環境威力之下，任其擺佈。既然人類生活脫離不了現有的地球環境，且人類在地球環境這個巨人面前，顯得那麼卑微渺小，因此過去一向以為只有地球環境才能主宰和影響人。但在二十世紀末，地球科學界興起一種新思維，稱為蓋亞假說，發現其實從38億年前起迄今，生物圈就無時無刻影響著地球環境演化。此新思維與過去工程學界鼓吹「人定勝天」的想法不同，它無意鼓勵人去抗衡天，甚至自大的想去征服天，只是承認從古至今的地球環境演化，都是生物圈扮演推手致力推動的成果。人作為生物圈一份子，當然也不例外，能夠改變地球環境。

蓋亞假說

主張地球環境演化幾乎都由生物圈扮演重要推手去推動，稱為蓋亞

(Gaia，源自希臘神話，意指地球女神或大地母親)假說。此假說由化學家 J. Lovelock和他的研究搭檔微生物學家 L. Margulis聯合提出，所以目前最熱門的地質生物學常綜合使用生物學、地球化學和地質學研究方法。此假說有三要旨：

1. 生物圈從38億年前迄今，以全球級規模(scale)不斷改變地球環境。
2. 生物圈以縮小地球環境內物理和化學兩參數之變異量（即縮小其變化範圍）為手段，例如：植被將原本平滑地面改變成粗糙地面來安定地球環境。
3. 驅使生物不斷改變地球環境原動力是為了讓生命能夠永續生存。

生物圈改變地球環境的例子

一些生物圈明顯改變地球環境的例子：(1)具有葉綠素植物，例如陸上植物和海洋中藻類能將地球妝扮成綠色，因此能調整地表反射陽光能力（即改變陽光反射率），連帶影響留在地球的太陽輻射能總量之多寡。(2)陸上植被程度影響地表平滑度或粗糙度，地表愈粗

糙，風速降低效應就愈明顯。再加上生物具有蒸散作用，蒸散作用愈強烈，提供大氣水氣愈多，兩者均會影響天氣和氣候變化。(3)植物的根部能吸收水分，幫助植物生長，這將減少地表逕流量。此外，植物的根能固定土壤，因此具有水土保持功能，故可減低地表侵蝕率。一旦陸地侵蝕率降低，將影響河流和冰川搬運至海洋的沉積物總數量，連帶也會影響海水中營養鹽總含量多寡。(4)海水中有許多懸浮顆粒和海底沉積物（例如由微體生物遺骸或碎屑形成深海軟泥），其成因均是生物源。懸浮顆粒多寡也會影響海水顏色，因此改變海水對於陽光的反射率，連帶也會影響地球吸收太陽輻射能總量多寡。

注意上述4個例子中並非只論及生物圈與地球單一次系統交互作用而已。如第1例，進行交互作用成員包括生物圈、岩石圈與以太陽作為代表的太空環境；第2例，進行交互作用成員包括生物圈、岩石圈和氣圈；第3例，進行交互作用成員包括生物圈、岩石圈和水圈；第4例，進行交互作用成員包括生物圈、水圈、岩石圈和以太陽作為代表的太空環境。

此外，原來以生物圈影響地球環境作為出發點，例如上述例子中不少是生物圈影響地表接受太陽輻射能總量多寡（第1、4例）、天氣和氣候變化（第2例）及海水中營養鹽總含量多寡（第3、4例）。若地球環境受到生物圈影響改變，地球環境難道不會回過頭來影響生物圈本尊嗎？故生物圈與地球環境還

是彼此互相影響。強調全球級規模通盤考量，即常以整體性(holistic)思維來研究地球環境，成為地球科學學門另一特點。當一個醫師採用holistic思維時，就常會建議病人做全身健康檢查；而當教育採用holistic思維時，就被稱為重視全人教育。

結論

漢朝先賢楊雄曾說過精通天、地、人的人稱為儒（有學問的人），只通天、地的人稱為技（有技術的人）。你（妳）若有志於學習地球科學，當然期望你（妳）能夠成為有學問而非只擁有技術的地球科學家。前中央大學地球科學系顏滄波教授（專長地質學）常勉勵學生做“-ist”（指scientist），不要做“-cian”（指technician），與楊雄觀點有異曲同工之妙。如何成為有學問的地球科學界大師呢？當然應該認清人類活動已對地球產生全球級規模的衝擊，甚至已造成傷害，故人們應該重新思考，如何與地球環境和睦共存。

參考文獻

- 南一書局 (2007) 基礎地球科學 (96版)。第 180-184頁。
- Skinner, B. J., Porter, S. C. & Botkin, D. B. (1999) The Blue Planet—An Introduction To Earth System Science (2nded.), p.357-359, John Wiley & Sons Inc., New York, USA.

讀者回響

文◎ 基隆市 沈先生（社會人士）



臺灣位處板塊交界帶，多高山、多地震且有又短又急的河川，成為特殊的地理情況，並且有複雜的地質問題，也造就許多的坡地崩塌災害，這是我們一般民眾所知道的事實，每當梅雨季或颱風季來臨，往往住在山區附近的民眾或山坡附近的住戶，都要過著提心吊膽的日子。

拜讀貴刊物「地質」第28卷第1期，對臺灣的山川土石及坡地環境的詳細說明介紹，的確給讀者增加了不少的地質知識和瞭解；坡地災害及地形變遷的敘述，讓我對臺灣地質災害有更進一步的認知。從中發現政府在歷年來資料的統計和地質敏感區環境資料庫的建置，的確花費了不少苦心，這麼多寶貴的資料對於民眾的我而言，可以更明確的利用並瞭解自家居住環境的安全疑慮，正所謂：「預防更勝治療，我們多一分準備就少一點災難」；反觀臺北市木柵貓空纜車塔柱邊坡的崩塌事件，在帶來經濟、休閒、娛樂之虞，如果事前多一份心去瞭解當地的地質狀況或詳用這個「地質敏感區環境資料庫」的坡地資料，相信結果會不一樣的，在工程補強的亡羊補牢之時，是否已經浪費了太多的社會成本和時間呢？值得我們去深思。

不管如何，貴刊物的確是個具休閒且富知識的一本好刊物，我會推薦給更多的朋友及同事去拜讀，當然也由衷的希望日後可以有更多的類似報導和資訊，讓我們百姓更貼近這塊土地並獲得知識，相信臺灣地質有你們的努力，未來會更美好！

親愛的讀者：

《地質》要做得更好，我們需要您寶貴的意見！讀完本卷期，您是不是也有滿懷的想法要告訴我們？請撥冗填寫背面的問卷，讓我們聽到您的聲音。

問卷填妥後，請沿左側虛線剪下，對摺裝訂投郵；只要完整回答問卷，於98年9月30日前繳回本所，〈影印無效〉及蓋贈閱章無效，就有機會獲得精美卡片。敬請把握機會。

填問卷即有機會
獲贈精美卡片

祝您萬事如意

《地質》敬上

請沿虛線對摺貼妥，直接投遞

廣告回信

板橋郵局登記證

板橋廣字第315號

23568

臺北縣中和市華新街109巷2號

經濟部中央地質調查所

「地質」編輯小組收



1. 請問您對本卷期各篇章是否感興趣？

篇章名稱	非常感興趣	感興趣	普通	沒興趣
臺灣高山地質調查工作之我見	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
阿里山森林鐵路沿線勘災紀實	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
921 地震 10 週年紀念活動開跑	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
樂學臺灣高山	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
飛上天空觀看屏東縣好茶村土石流災害	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
郵說冰原巨獸猛獁象	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
主張生物能影響地球環境的蓋亞(Gaia)假說	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2. 請問您讀過本卷期的文章後，覺得

非常有收穫 略有收穫 毫無收穫

3. 請問您對本卷期封面設計

非常滿意 滿意 普通

不滿意，因為 _____

4. 請問您對本卷期內文版面的編排

非常滿意 滿意 普通

不滿意，因為 _____

5. 請問您對本卷期印刷的品質

非常滿意 滿意 普通

不滿意，因為 _____

6. 整體而言，您對本期雜誌的評價

非常滿意 滿意 普通

不滿意，因為 _____

7. 您是否希望《地質》增加更多的內容？

是 例如哪些主題？ _____

否 為什麼？ _____

沒意見

8. 如果您對本期內容有任何意見或讀後感，或是對我們有所建言與期許，請在下面空白處填寫，或 e-mail 至 cgs@moeacgs.gov.tw

9. 請問您從何處得知《地質》的出版訊息？

書展 書店 DM 傳單

網站 親友師長推薦 其他

10. 請問您從何處閱讀《地質》？

自購 圖書館 其他

「你猜地質 我送地質」有獎徵答

(一) 臺灣的高山山脈是哪 3 個？

(二) 臺灣冰川遺跡主要分布在那裡？

請將答案填寫後，於 98 年 9 月 30 日前寄出，全部答對者有機會獲得本期獎品如下：(1)「地質」一年份：1 名；(2)「地質」半年份：1 名；(3)「地質」28 卷 3 期：1 名。

煩請您填寫以下資料，以利統計：

姓名：_____ 性別：男 女

通訊地址：_____

聯絡電話：_____ e-mail：_____

服務單位：_____ 職稱：_____

1. 年齡：

18 歲以下 19-22 歲 23-30 歲 31-40 歲

41-50 歲 51-60 歲 61 歲以上

2. 教育程度：

國中 高中職 大專院校 碩士 博士

3. 職業：

農林漁牧礦業 製造業(不含資訊電腦業) 資訊工業

資訊服務業 營造業 商業 運輸業 通信業

工商服務業

金融保險及不動產服務業 社會服務業 大眾傳播/廣告業

個人服務業 公共行政業(公務員) 軍人

大專(學)以上教師 中小學教師 家管 學生 退休

待業中 其他

※ 本表供調查統計，資料絕不外洩

訂閱 **地質** 季刊

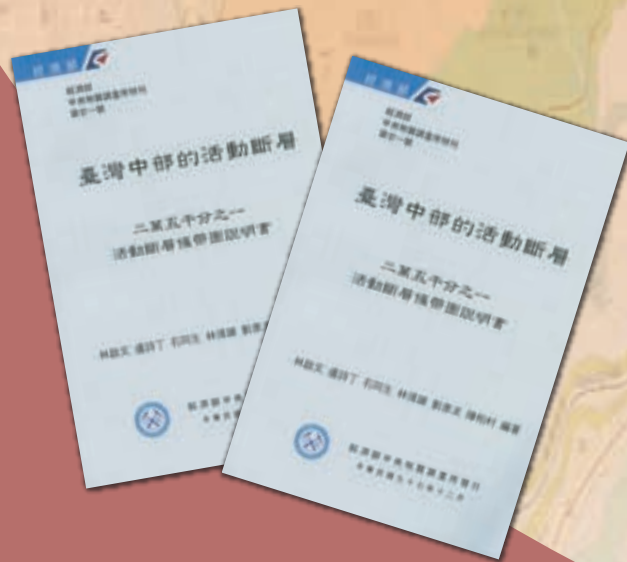
Central Geological Survey, MOEA

贈送
已發行卷期

經濟部中央地質調查所特刊**21**號
—臺灣中部的活動斷層.....定價450元

訂閱 **地質** 季刊 一年加購價380元(含郵資)

- 第八卷：第1、2期合刊本
- 第九卷：第1期
第2期
- 第十卷：第1期
第2期
- 第十一卷：第1期
第2期
- 第十二卷：第1期
第2期
- 第十三卷：第1期
第2期
- 第十四卷：第1期
第2期
- 第十五卷：第1期
- 第十六卷：第1、2期合刊本
- 第十七卷：第1、2期合刊本
- 第十八卷：第1期
第2期
- 第十九卷：第1期
第2期
- 第二十卷：第1、2期合刊本
- 第二十一卷：第2期
- 第二十二卷：第1期
第2期
第3期
第4期
- 第二十三卷：第1期
第2期
第3期
第4期



各期詳細目錄，請上「臺灣地質知識服務網」
<http://twgeoref.moeacgs.gov.tw/>

98-04-43-04 郵政劃撥儲金存款單										◎寄款人請注意背面說明 ◎本收據由電腦印錄請勿填寫										
收 款 帳 號	18433686						全 額 新 台 幣 (小 寫)	億	仟	萬	佰	萬	拾	萬	仟	佰	拾	元	郵政劃撥儲金存款收據	
通訊欄 (限與本次存款有關事項) <input type="checkbox"/> 訂閱優惠專案：一年4期平信560元 <input type="checkbox"/> 一年4期掛號640元 (一年期：第__卷__期至第__卷__期) 贈送卷期：第__卷__期) <input type="checkbox"/> 加購特刊21號 380元(含郵費) 收件人：_____ 收書地點：□□□□□_____ 收據抬頭：_____ 聯絡電話：(日)_____(夜)_____ 行動電話：_____ E-mail：_____ 出生日期：_____							收款 戶名 _____ 寄 款 人 <input type="checkbox"/> 他人存款 <input type="checkbox"/> 本戶存款 姓 名 _____ 地 址 □□□□-□□□□ 電 話 _____ 經理局收款戳 _____ 虛線內備供機器印錄用請勿填寫		主管： _____ 經理局收款戳 _____		收款帳號戶名 _____ 存款金額 _____ 電腦紀錄 _____ 經理局收款戳 _____									

Central Geological Survey, MOEA

地質季刊

訂購一年份
可獲得地質一期

地質8卷至23卷
任選一期
送完為止



• 2006年、2008年獲政府優良出版品 •

地質季刊

國內訂閱

項目金額	定價	郵資	合計
每期平信	NT.150	NT. 20	NT.170
每期掛號	NT.150	NT. 40	NT.190
全年四期平信	NT.480	NT. 80	NT.560
全年四期掛號	NT.480	NT.160	NT.640

劃撥帳號:18433686

帳戶:有限責任經濟部中央地質調查所員工
消費合作社

洽詢電話:02-29462793 轉分機 218

傳 真:02-2943-2440

電子郵件信箱:cgs@moeacgs.gov.tw

郵政劃撥存款收據 注意事項

- 一、本收據請詳加核對並妥為保管，以便日後查考。
- 二、如欲查詢存款入帳詳情時，請檢附本收據及已填妥之查詢函向各連線郵局辦理。
- 三、本收據各項金額、數字係機器印製，如非機器列印或經塗改或無收款郵局收訖章者無效。

請寄款人注意

- 一、帳號、戶名及寄款人姓名通訊處各欄請詳細填明，以免誤寄；抵付票據之存款，務請於交換前一天存入。
- 二、每筆存款至少須在新台幣十五元以上，且限填至元位為止。
- 三、倘金額塗改時請更換存款單重新填寫。
- 四、本存款單不得黏貼或附寄任何文件。
- 五、本存款金額業經電腦登帳後，不得申請撤回。
- 六、本存款單備供電腦影像處理，請以正楷工整書寫並請勿摺疊。帳戶如需自印存款單，各欄文字及規格必須與本單完全相符；如有不符，各局應婉請寄款人更換郵局印製之存款單填寫，以利處理。
- 七、本存款單帳號與金額欄請以阿拉伯數字書寫。
- 八、帳戶本人在「付款局」所在直轄市或縣(市)以外之行政區域存款，需由帳戶內扣收手續費。

交易代號 : 0501、0502 現金存款 0503 票據存款 2212 劃撥託收票據存款
本冊由財源處存 210 X 110 mm (80 g/m²) 並保管五年

反毒參一咖



毒·無法淺嘗即止·不是想吃就吃·說戒就戒
毒品對你的挾制·超過你所能的想像
總在成癮之後才驚覺·你已失去了自己

舉起手·大聲說不
反毒參一咖·邀你參一咖

遠離毒品·讓我幫你
戒毒成功專線·0800-770-885
只要有心·一定成功

戒毒成功專線
0800-770-885
只要有心一定成功
<http://refrain.moj.gov.tw>



法務部

<http://www.moj.gov.tw/>



地質資料諮詢：

網站：<http://www.moeacgs.gov.tw>

專線：(02) 29457603

地質

二〇〇九年第二八卷第二期
臺灣的山川土石

經濟部中央地質調查所

Central Geological Survey, MOEA.

Gea

調查臺灣地質環境
掌握國家天然資源
建立國土 永續經營的磐石

經濟部中央地質調查所於民國 67 年成立，
主要進行
基本地質調查、地質圖測製、環境地質、
工程地質、地質災害、活動斷層監測、
資源地質調查等工作，
以提供國家各項建設需要之資料。

熱門地質資訊

臺灣西南海域天然氣水合物調查
大臺北特殊地質災害監測
臺灣 42 條活動斷層調查
地質災害潛勢評估與監測
工程地質探勘資料庫建置



中華民國地質學會

合辦



經濟部中央地質調查所發行

ISSN 0303092-X



9 770303 092002
GPN：2006200028
定價：150元