

一切，因為造山



行政院農業委員會林務局

一切，因為造山





一切，因為造

地景專家：陳文山・林俊全・齊士崢・劉瑩三・李建堂・李光中

世界級的地質公園

林務局為了推動地質公園的觀念與設置，目前全國精選規劃了四個示範區：澎湖海洋地質公園、雲林草嶺地質公園、台東利吉泥岩惡地地質公園及高雄燕巢泥岩惡地地質公園。

《一切，因為造山》是今年林務局推出的另一本台灣地景新書，以空拍照片呈現，地質與地形的特點一目瞭然，再輔以簡明易讀的文字敘述，將台灣地質公園的整體特色清楚地傳達給讀者。

希望本書能讓大眾認識台灣有怎樣與眾不同的地質特色、何謂「地質公園」，以及為何要推動地質公園。更加期待全民能燃起信心，一起動員，透過良好的在地互動、積極參與，讓地質公園的設置成功、欣欣向榮！

傳遞幸福的驕傲

台灣這個小島，是地球上最珍貴的地質寶庫之一，年輕的造山帶，彷彿是一座天然的「造山運動」實驗場，整座島嶼也是最完整、清楚的造山展示館。台灣的地質、地形特色，幾乎都和造山運動有關，現今的地貌變化，也是造山運動帶來的必然結果。

有鑑於過去的地景出版品較側重各個地景景點的介紹，《一切，因為造山》精選全台27個地景景點，以時間先後為順序，解說台灣的地質歷史演變。更特別的是，全書以「造山運動」為主軸貫穿歷史片段，凸顯出台灣最重要的地質特色。

這是一本禮物書，希望小開本、精美的設計，能成為認識地質公園的好書：台灣的地質地形這麼獨特，絕對有條件設置世界級的地質公園！

在地球正在進行中的造山展示館生活，絕對是一種可貴的幸福，更是無比的驕傲。請將《一切，因為造山》這本小書當作禮物，把這份幸福的驕傲傳遞給你身邊的每一個人……

地景專家：陳文山 林俊全 齊士崢 劉瑩三 李建堂 李光中



島嶼，是四周佈滿海水的獨立陸地。

即使漲潮了，也依然露出水面。

我們的島嶼，與世無爭！

假如，抽乾海水才發現我們的島嶼原來是位在最大陸塊：歐亞大陸的最邊緣。

在海底，台灣暢快地往東、往北、往南延伸，與地球其他板塊緊密連結著。

我們的島嶼，無拘無束！

現在，到台灣東邊的太平洋上，遙望地球少有的高山島吧！

腳下的海底有4000公尺深，島上也有將近4000公尺的東亞第一高峰：玉山。

山脈在短短不到400公里的距離，拔地而起。

我們的島嶼，頂天立地！

年輕的山脈，是板塊和板塊無時無刻撞擠出來的，

只有台灣島和喜馬拉雅山見得到這種「造山進行式」。

即使經過地殼變形斷裂，高溫高壓變質，

樂觀的天性不曾改變，是地球的實驗前鋒。

我們的島嶼，無所畏懼！

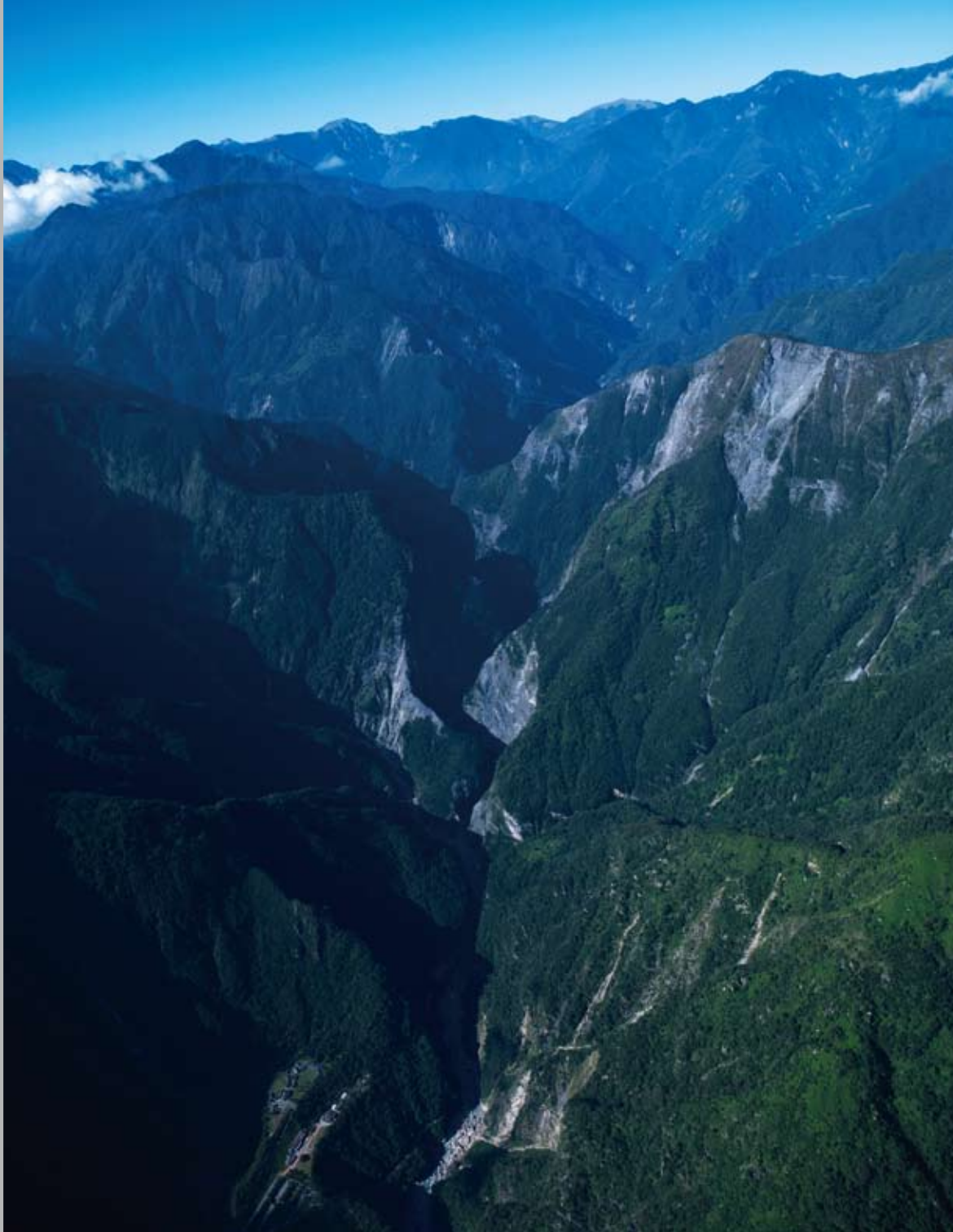
造山帶的變動、多雨的氣候，加上海洋的包圍，

點點滴滴，都讓年紀輕輕的台灣島，擁有最精彩的地質閱歷……

我們的島嶼，視野遼闊！

擁有這樣的島嶼，一切，都是因為

造山！



太魯閣峽谷

飽受擠壓變質的山脈

台灣這座島嶼，大約從2億年以前就開始累積「地質閱歷」了！立霧溪峽谷山高谷深，正訴說了島嶼從海底隆起成壯大山脈的變遷。

2億多年前，太魯閣的石灰岩、沉積岩本來堆積在海裡，到了7000萬年，才因「南澳造山運動」的板塊擠壓變質成大理岩和片岩，台灣也第一次露出海面成島。之後有一段時間，古台灣島再度沒入海中，直到600萬年前的「蓬萊造山運動」，第二次變質的岩層重新露出，成為如今陡峭險峻的中央山脈，也是台灣最典型的變質岩區。

山脈中的V型谷地，是台灣非常獨特的地形，也是典型的造山帶地形。立霧溪的河水還來不及向兩岸侵蝕，陡峻的中央山脈又已隆起，以致於河谷始終呈V型，被切割得又深又窄。





大霸尖山

最古老的沈積岩之一



之後，「南澳造山運動」告一段落，長期被板塊擠壓的歐亞大陸，終於獲得舒展，於是，古台灣島和歐亞大陸之間的大陸棚開始裂開、下陷，出現了好幾個海底盆地。6500萬年以後，這些淺海的海底盆地開始接收來自歐亞大陸的泥沙礫，如聚寶盆般，堆積了巨厚的岩層，成為台灣最古老的「沈積岩」。大霸尖山山頂堅硬的「四稜砂岩」，就是台灣最古老的沈積岩之一。

大霸尖山與小霸尖山位在雪山山脈的北段，山峰堅硬的四稜砂岩不易被風化侵蝕，於是突出山脈稜脊成為山峰。台灣百岳的山峰，大多就是這種堅硬的厚層砂岩組成。



野柳

造山之前堆積的沈積岩

經過好幾千萬年，海底盆地越陷越深，河流、淺海沖刷下來的泥沙礫也在盆地裡面越堆越厚。野柳岬的岩層，正是2000萬年前堆積的沈積岩。

後來，造山運動將野柳的岩層抬升到地表，堅硬的砂岩因不易被侵蝕而突出海岸形成海岬，鬆軟的頁岩與破碎的斷層帶則被侵蝕凹入形成海灣，終究出現了台灣北部海岸最具特色的地形景觀：灣岬交錯，其中以野柳岬最突出、最具代表性。





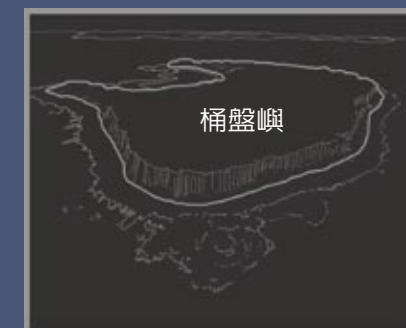
澎湖群島

岩漿漫流而成的熔岩平台

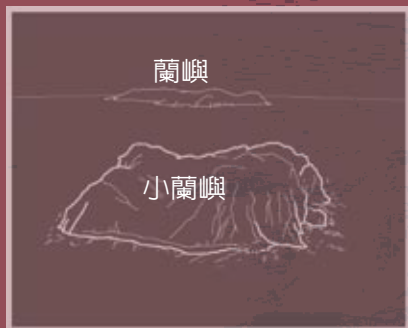
淺海大陸棚的海底盆地張裂、陷落時，海底也出現了許多裂隙。大約在1700萬至800萬年前，大規模、熾熱的岩漿從地底沿著裂隙溢流而出，不過當時並沒有驚天動地的火山爆發，只見寧靜的岩漿朝四方快速漫流，逐步形成澎湖群島。

澎湖群島由90個島嶼組成，除了花嶼，都是玄武岩形成的，但不是高聳的錐狀火山，而是廣闊平坦的「熔岩平台」。桶盤嶼與遠方澎湖大島都是典型的火山熔岩平台地形，也稱為「盾狀火山」。

桶盤嶼海崖邊有排列整齊的柱狀節理，這是溢流的玄武岩熔岩快速冷卻時收縮產生的六角形節理。照片下方的同心圓結構，可能即是岩漿湧出的噴出口。



桶盤嶼



海岸山脈的火山島串

推擠造山的前鋒

逐漸逼近碰撞造山的時間點了，但在這之前還有許多事前的準備，其中最重要的就是「碰撞前鋒」海岸山脈、綠島、蘭嶼的出現。

約在1500萬年前，南中國板塊開始隱沒到菲律賓海板塊底下，並且在海板塊上噴發出一長串火山島鏈。隨著菲律賓海板塊的移動，火山島鏈也以每年10公分的驚人速度擠向西北邊。等火山島鏈撞上了歐亞大陸，「蓬萊造山運動」也隨之一觸即發。

如今，火山島鏈最前端已和台灣島融為一體，成為海岸山脈的一部份，剩下綠島、蘭嶼、小蘭嶼，成為火山島鏈的見證。

小蘭嶼、蘭嶼只是露出海面550公尺的火山頂，海面下還有巨大的火山錐體高約4500公尺，總高度約5000公尺，都遠超過台灣最高峰玉山（3952公尺）及東亞最高火山—富士山（約3000公尺）。北部最高的火山：七星山才1000多公尺，更是望塵莫及。





花東縱谷

筆直的板塊交界



到了約1000萬年前，造山運動揭開序幕了！一開始，菲律賓海板塊逐漸擠壓歐亞大陸板塊，也把原本海底盆地堆積的巨厚沈積岩、古台灣島的變質岩一步步抬高，新的台灣島終於誕生、露出海面！

直到600萬年前，火山島鏈的北端（海岸山脈）撞上來了，台灣島長高、長壯的速度明顯加遽。火山島「弧」和大「陸」板塊的劇烈擠壓碰撞，正是全球赫赫有名的「蓬萊造山運動」。沒有這次造山運動，就不會有今日的台灣島，是台灣島地質歷史上最重要的大事！

「弧陸碰撞」最顯而易見的遺跡，就是筆直的花東縱谷。

由南朝北鳥瞰花東縱谷，東側（右）是海岸山脈，隸屬菲律賓海板塊，西側（左）是中央山脈，隸屬歐亞大陸板塊，花東縱谷正位在兩個板塊的碰撞帶，也是板塊交界的斷層「花東縱谷斷層」所在之處。

照片中蜿蜒向北流的河，是秀姑巒溪。

利吉惡地

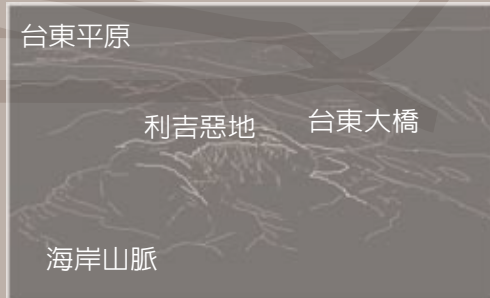
海洋板塊被擠上陸地了

碰撞造山的另一個強有力的證據，就是位在台東平原旁邊、海岸山脈尾端的利吉泥岩惡地，地質學家稱為「利吉層」。

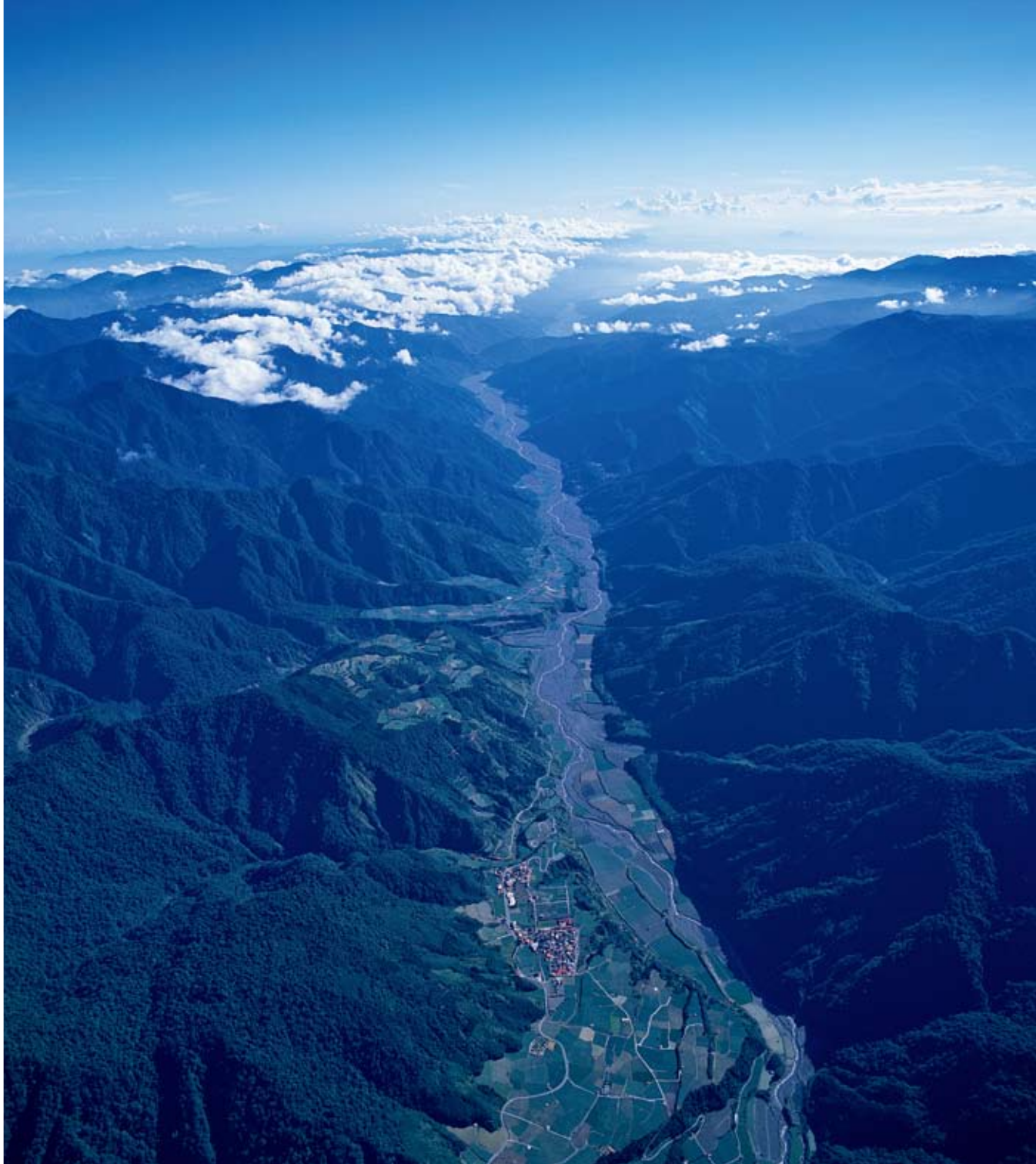
利吉層可不是普通的泥岩，而是來自深海，原本堆積在板塊交界的「海溝」附近。因為板塊擠壓的力量太強大了，連深海海溝的泥岩都被擠到陸地上。這是地球上少見的現象，更顯得海岸山脈、利吉層的珍貴，難怪各國地質學家到台灣必定造訪！

利吉層的泥岩中其實夾雜許多外來岩塊，不少是被擠碎的海洋板塊，也是地質學家眼中不可多得的寶物。

除了利吉惡地，鄰近墾丁的丘陵也是深海海溝的堆積物，大尖山、青蛙石等地標，都是沒有「根」的獨立山峰，被雜在泥岩之中。

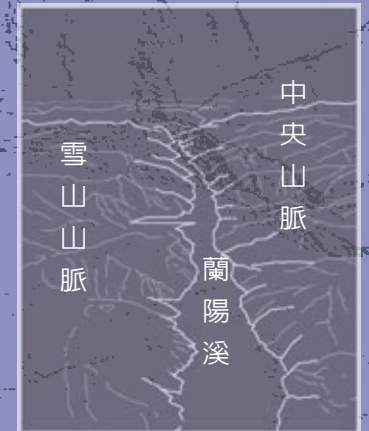


(攝影：陳文山)



蘭陽溪溪谷

最早隆起的山脈在側



碰撞造山擠出台灣島，並不是整個島同時冒出海面，而是從北部開始隆起。也就是說，台灣北部的山脈最資深了，從蘭陽溪兩側可以看得非常清楚。

蘭陽溪是台灣東北部最大的河流，照片中溪流的左邊是雪山山脈，右側則是中央山脈。兩側山脈的岩層截然不同：中央山脈主要是變質岩，前身是古台灣島，雪山山脈的前身則是數千萬年前在海底盆地堆積的老沉積岩。

即使是台灣最早露出海面的山脈，蘭陽溪都呈現V形谷，依舊是下切作用主導的河谷。雪山山脈沖刷而下的土石流，在中上游的四季、南山附近形成沖積扇，之後受蘭陽溪切割侵蝕，已成了高出河床數十公尺的大河階，成為原住民聚落所在地。

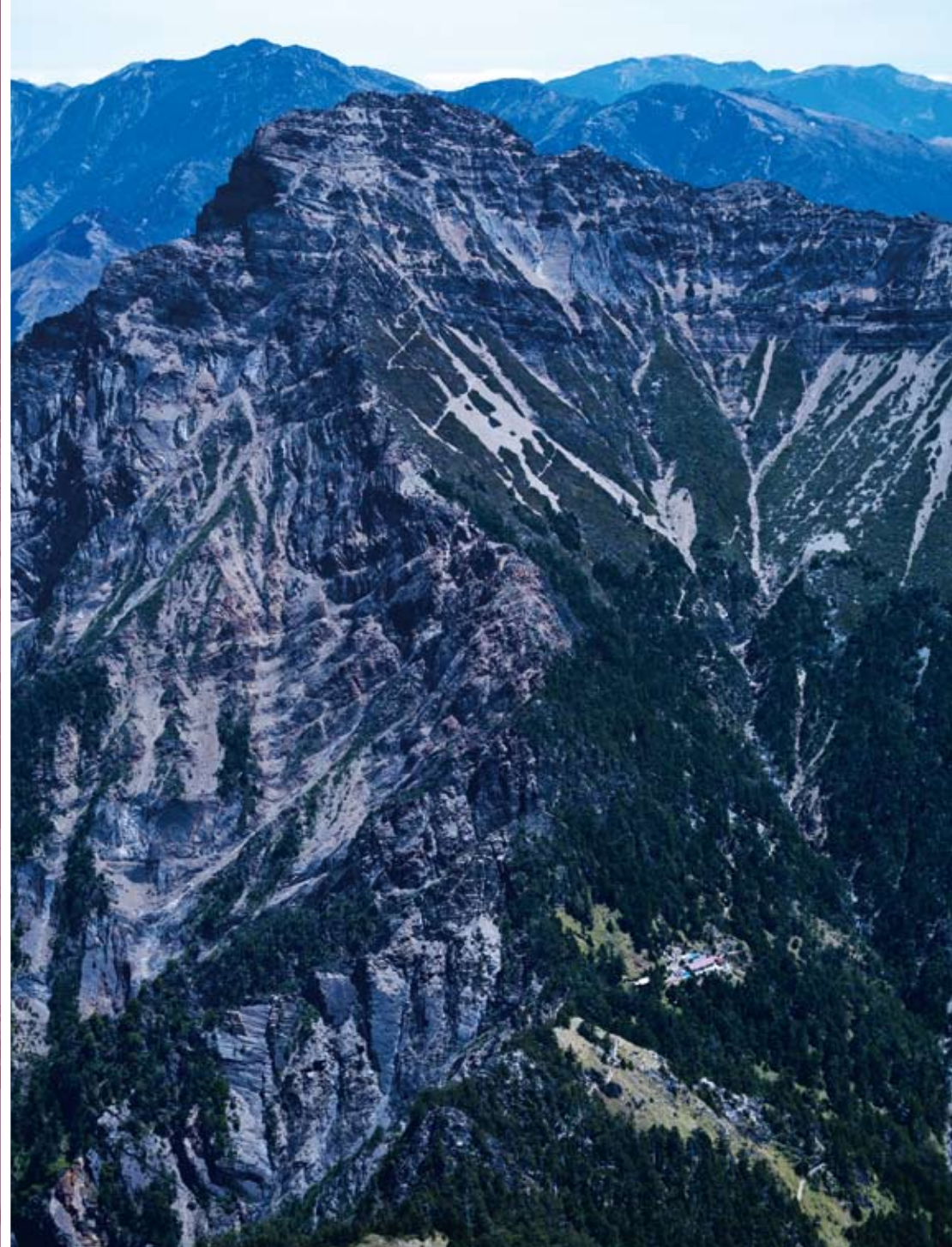
玉山

高山島的顛峰之作

玉山海拔高度3952公尺，是台灣最高峰，也是東亞第一高峰，最初被發現時因為比日本富士山還高，而被稱為「新高山」。玉山是台灣這座高山島的最佳代表，南北長度僅400公里的小島，卻有著高度近4公里的巨山，堪稱地球上的奇蹟！

玉山最高，但不是最早被擠出來的，它形成於300至400萬年前，算是造山運動的晚期。

玉山主峰的岩層由一層一層清楚的淺海砂岩、頁岩組成，岩層中還曾經發現淺海的貝類化石，因為玉山的前身，也是4000多萬年前淺海的海底盆地沉積岩，歷經造山運動的抬升，才成為東亞最高峰，是台灣島「滄海桑田」最佳的見證。





日月潭 陷落山間的盆地



造山的過程中，台灣並不是處處被抬高，有的地方反而往下掉了！台灣第一大湖：日月潭就是其中之一。

在台灣中部濁水溪與北港溪之間的雪山山脈中，就有5個在山間形成的盆地，最大的是埔里盆地，其他還有魚池、日月潭、頭社與統櫃盆地。山脈隆起時，旁邊的地表相對被拉張開來，裂開之後反倒向下掉落、沈陷，變成「四周高、中央低」的盆地地形。

照片中遠處的日月潭已成為水庫。近處是現今保存最完整的頭社盆地，儘管原來的湖泊與濕地已不復見，但盆地地貌未被溪流侵蝕破壞，盆地中的沈積物依然保留完整，成了人類的耕地。



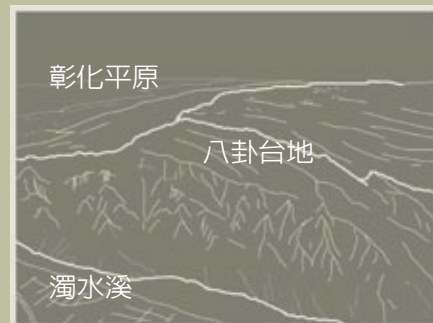
田寮月世界

新台灣島侵蝕下來的泥岩

300萬年後，台灣島已經初步具有現今的樣貌：山脈高起，斜坡也開始匯集雨水發育成各大溪流，侵蝕新台灣島，逐步堆積出平坦的西部平原，也在四周海底堆積新的沉積岩。

新台灣島南邊的海底較深，在100萬至數十萬年間，堆積了巨厚的泥層，這些泥層也隨著後期的造山運動，在50萬年前之後隆起成為丘陵地形，形成台灣南部廣大的泥岩區。其中最特殊的景觀就是泥岩惡地形，尤其以高雄「田寮月世界」與台南新化的「草山月世界」最具代表。

「惡地」顧名思義指不毛之地，因為泥岩的孔隙含有大量鹽分，植物非常不易生長。加上這些泥岩沒有經過長期的深埋壓密，岩質非常鬆軟，極易被雨水快速沖蝕，岩層尚未被風化成土壤已流失，讓惡地更加名符其實。



八卦台地

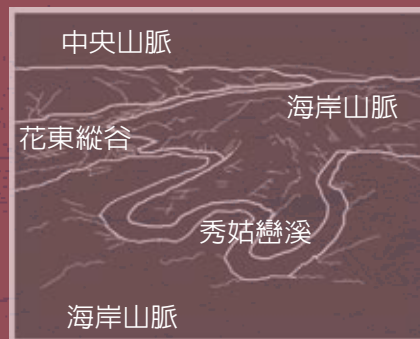
台灣最年輕的山脈

從濁水溪南岸向北鳥瞰，這座南北走向的低矮山脈，叫做「八卦台地」，是10幾萬年前才被擠壓隆起的，也是台灣蓬萊造山運動中最年輕的山脈。

數百萬年前台灣剛開始造山，當時年幼的山脈，就像現今的八卦台地一樣低矮。板塊一次又一次的推擠、斷層一次又一次錯動、地表一次又一次往上抬高，才有現在島上高聳的山脈。因此也可推想：數百萬年之後，八卦台地也會長成如玉山般高。

相較於南部堆積了厚層的泥岩，台灣中北部則是堆積了厚層的「礫石層」，八卦台地就是由礫石組成的，是十幾萬年前的濁水溪堆積出來的沖積扇。照片右面是台地的東側，斜面相當平緩，依然保有原始濁水溪的河床面，但西側坡面較陡，前緣就是一條年輕的活動斷層：彰化斷層。





秀姑巒溪

連山間都有曲流

雖然台灣島的樣貌從300萬年前就定型，但造山運動的擠壓不曾停止過，各種快速隆升的地形隨處可見，山間曲流便是其中一種。

在別的地區，蜿蜒的曲流通常出現在平原，溪流為了減緩流速會彎曲前進，但是，在台灣卻經常在山區看到下切的曲流，這是因為抬升速度太快，曲流還來不及切直，就先忙著向下切割溪谷了。

秀姑巒溪蜿蜒的曲流是最典型、最美麗的例子之一。

秀姑巒溪是台灣東部最大的溪流，也是唯一截穿海岸山脈的河流。由於地殼快速抬升，曲流兩岸的溪床也被抬升形成不同高度的河階地形。





陳有蘭溪河階

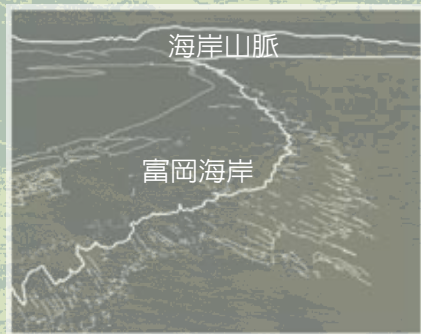
常見於高山溪床的兩側

台灣第一大溪是濁水溪，陳有蘭溪則是濁水溪最大的支流，發源於玉山主峰北麓。照片中鳥瞰的陳有蘭溪正朝北流，匯集至最遠處的濁水溪主河道。陳有蘭溪沿著陳有蘭溪斷層發育，此斷層正是雪山山脈與阿里山山脈的分隔交界。

「河階」地形是被抬高的舊溪床或是舊沖積扇，在台灣的溪流中上游非常常見，這也是拜造山運動擠壓之賜。河階是山區珍貴的自然平坦地，因此大多的原住民部落都座落在河階地上面，陳有蘭溪當然也不例外。

陳有蘭溪流域是布農族世居之地，沿著新中橫公路，即可望見山麓之間有許多沖積扇階地，高出河床數十至上百公尺，布農族的部落：豐丘、望鄉、久美、羅娜、新鄉都在其上。





富岡海階

海底的珊瑚礁露出來了

不僅山會長高，河階會被抬升、高出溪床，原本在淺海海底的珊瑚礁，也因為造山擠壓，逐漸隆起被抬出海面，變成「海階」。

富岡海岸由層層砂岩所構成，受到海浪沖蝕而形成髮梳狀。海岸裸露的岩石海岸上方，一大片開闊平坦的綠茵平台便是東台灣最大的海階，樹林下的岩石全都是數千年前的珊瑚礁。

遠方雲端下方即是都巒山火山山脈，目前是海岸山脈的一部份，當年則是火山島鏈。山脈南北綿延100多公里，是台灣分布最廣的火山山脈，形成於1500萬年前，約600萬年前才停止火山活動。





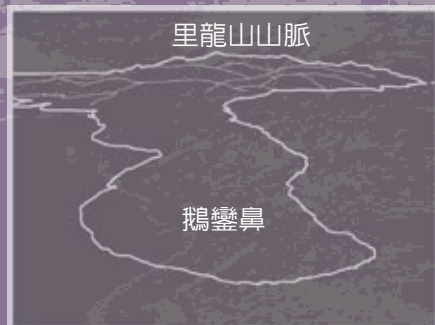
八仙洞

被高高抬起的海蝕洞

海蝕洞是常見的海岸地形，所在位置通常與海水面等高，接受海浪的侵蝕。但是，受到造山運動擠壓的關係，台灣有許多海蝕洞已經高高升起，遠遠脫離了海面。其中最有名的，就是台灣最老的考古遺址、一級古蹟：八仙洞。

八仙洞位在海岸山脈中段的火成岩岩壁，大大小小的海蝕洞至少有30個，分別鑲嵌在不同高度。這些洞穴早在數萬年前便形成了，但隨著板塊擠壓，每年大約以0.7公分的速度往上抬升。

其中崑崙洞發現了史前人類使用的火塘，經測定年代為21300年前，是目前台灣發現最古老的人類遺址，這表示2萬多年前、最寒冷的末次冰期時代，人類已經移居台灣的東海岸。



鵝鑾鼻

階階分明的隆起珊瑚礁

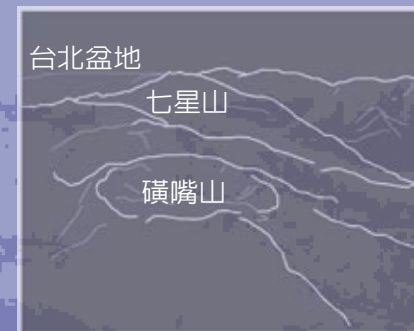
蓬萊造山運動把台灣由北到南、一步步抬高成島，連台灣島的最南端：鵝鑾鼻，都是一階階不同高度的隆起珊瑚礁平台。

墾丁森林公園、社頂自然公園、龍磐公園都是數十萬年前海底的珊瑚礁，如今已被隆升成陸地。即使是5000至3000年前生長在海底的珊瑚礁，現在也都已經露出海面，成為圍繞海岬的灰黑色裙礁。

遠方的山脈是中央山脈最南端：里龍山山脈，也是恆春半島最高的山，高1062公尺。

從台灣的山區到海邊，隨處可見到驚人的造山運動留下的痕跡。這些全都是台灣最珍貴的地質遺產。





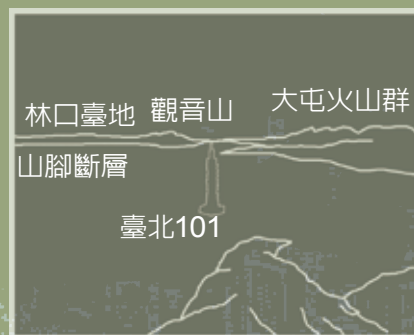
大屯火山群

保存完整的火山地形

儘管造山運動至今不曾停歇，但在台灣北部，大約從100多萬年前，地殼不再被擠壓，而是開始鬆弛、被拉張，讓地函的岩漿有機會沿裂隙竄出，引發大規模的火山噴發，包括大屯火山群、基隆火山群，以及基隆嶼、棉花嶼、彭佳嶼等火山島！

大屯火山群有50多座火山，形成於100多萬年前，10幾萬年前進入休眠狀態。近處這座是磺嘴山，擁有近乎圓形的火山口，是大屯火山群中火山外形與火山口地形保存最完整的。遠處蒼翠的鐘狀火山是大屯火山群中最高的火山—七星山（1120公尺）。

大屯火山群的噴發方式，始終以溢流方式湧出粘稠的岩漿，而不是猛爆式的噴發。未來一旦火山群甦醒了，無須擔心是否會遭大量火山灰與火山彈掩埋。



台北盆地

北部唯一的盆地

從50至60萬年前，台灣北部漸漸張裂之後，山脈之間出現許多正斷層，山腳斷層就是主要的一條。山腳斷層東側的山脈向下掉落，因而產生一個山間陷落盆地：台北盆地。

台北盆地在數十萬年間不斷下陷，被封閉在環山當中，成為山間的湖泊，盆地中堆積了厚層的沙泥與礫石層，接近山腳斷層的盆地西側陷得最深，沙泥層堆積了厚達700多公尺。盆地東側下陷的幅度較小，台北地標101大樓底下的沙泥層僅有20至30公尺厚。

台北盆地直到約13000年前，才被海水入浸成為半淡水的湖泊環境，沼澤、濕地隨處可見。



蘭陽平原

特殊的三角形平原



菲律賓海板塊不斷擠向歐亞大陸板塊，正好在宜蘭外海附近隱沒，地殼被拉張開來，在海底陷落出了海底盆地「沖繩海槽」。

約100多萬年前，海槽最西端往台灣島上延伸，造成蘭陽地區跟著下陷，成為開口朝東的三角形盆地，分隔中央山脈以及雪山山脈。隨後，蘭陽溪搬運大量的沙泥與礫石，逐漸將盆地填滿形成沖積平原。

蘭陽平原海岸形成一朝向陸側凹入的弧線，沙丘綿延10幾公里，沙丘內側則是廣闊的沼澤與濕地。真正的蘭陽沖積扇位在距離現今海岸線西側約3至5公里處，現今沙丘內側也已被人開發為耕地。





雪山主峰

冰河遺留的冰斗地形

20萬年來，台灣島已經沒有太大的變化，造山運動持續進行，山脈持續長高，陸地持續隆起。這段時間，最值得注意的，便是地球氣候的大變化：每10萬年就會進入酷寒的「冰河時期」，南北極、高山大量結冰，海水面大幅下降。

台灣是個高山島，高山山頂自然也在冰河時期堆積了厚層冰雪，終年不融，形成少見的「熱帶冰河」。

海拔3886公尺的台灣第二高峰：雪山，主峰即保存著當年冰河遺留下來的「冰斗」地形，是堆積大量冰雪的谷地。主峰左側半圓弧形的山谷，以及面對主峰下側的弧形谷地都是典型的冰斗，兩個冰斗之間猶如刀刃的山脊稱為「刃嶺」。

最後一次冰河時期出現在13000年前，約11000年前之後，全球氣候逐漸暖化，台灣高山上不再堆積終年冰雪，冰河也就消失，遺留壯觀的地形遺跡。



九九峰

年紀輕輕就被抬升的礫岩

進入氣候溫暖的階段，海水面也逐步上升，到達現有的高度。台灣島造山依舊，山脈不斷長高，年年豐沛的雨量，也讓湍急的溪流大展身手，年年侵蝕地表，沖刷大量泥沙、礫石，往山脈腳底堆積。

台灣地表驚人的侵蝕速率，可從堆積的厚層礫岩看出端倪。著名的九九峰，整座在100至70萬年前堆積在山前的沖積扇，很快就被擠壓抬高成山。

侵蝕速率夠大，沖刷下源源不絕的礫石，堆積在台灣各地的溪谷之間。溪床、海岸堆滿大小不一的礫石，對生活其中的我們，早已司空見慣，殊不知這是地球上罕見的地質現象。

幸好，台灣島每年不斷長高，如今已經和高侵蝕速率達成平衡，也就能夠保持「山高水深」的樣貌，永遠年輕有活力。





楠梓仙溪山崩

快速侵蝕的必然結果

台灣地形陡峭，是世界上造山山脈典型的特徵，岩質破碎、脆弱，加上侵蝕速率高，山崩與土石流便成了人類逃不過的天然宿命。

2009年8月7日、8日莫拉克颱風橫掃南台灣，打破了台灣氣象站的紀錄：最高累積總雨量**2884**毫米。短時間內的超大降雨量遠超過山坡穩定的極限，順向坡地形以及岩層中的節理，導致楠梓仙溪上游爆發大規模山崩，平埔族部落小林村全村慘遭掩埋。

其實，山崩、土石流是台灣島上的家常便飯，小林村的悲劇，讓大家牢牢記住了台灣這個宿命的地質天性。

濁水溪

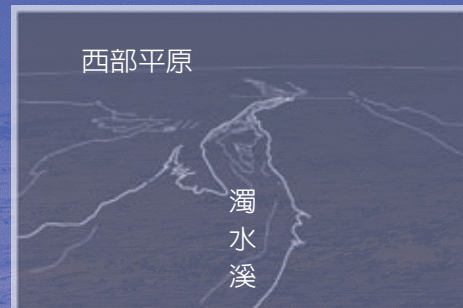
西部沖積平原的推手

山崩、土石流並不全是缺點，沒有山區沖刷下來的泥沙礫石，哪來的平原呢？正因為溪流年年帶來大量沈積物，台灣西部的平原面積才能越來越大。濁水溪溪口堆積的沖積扇，就是最典型的例子。

濁水溪是台灣第一大溪，發源於玉山，全長**186**公里，流域面積僅次於高屏溪。濁水溪流經雪山山脈與中央山脈的板岩與片岩區，攜帶大量黑色的碎屑，溪水因此常年混「濁」。

濁水溪搬運的大量沙泥不僅堆積出台灣的穀倉，溪口還出現許多離岸沙洲，例如外傘頂洲，形成了離岸沙洲、潮間帶、潮汐河道、潟湖、沼澤濕地、沙丘等豐富完整的潮汐海岸，世界少見。

假以時日，濁水溪的泥沙會填平這片海岸，往西擴大平原的面積，整個潮汐海岸也將向西挺進。





立霧溪 突出入海的沖積扇



山區沖刷下來的泥沙礫石，在台灣西部堆積平原，在東部則是在溪口堆積圓弧形沖積扇。西部平原因為主要受沿岸流影響，海岸平直，東部的泥沙則因為主要被波浪控制，堆積在溪口、向海側持續堆積，形成突出海岸的三角洲。

台灣東部海岸有三個明顯的三角洲沖積扇：和平溪沖積扇、立霧溪沖積扇、太麻里溪沖積扇。

照片中的立霧溪沖積扇發源於合歡山，流域範圍非常廣闊，溪水侵蝕了中上游的板岩與片岩，攜帶大量泥沙流出中央山脈之後，立即堆積在溪口，形成美麗的圓弧形。

車籠埔斷層

大地必要的生長痛



1999年9月21日的集集大地震，是台灣近百年來規模最大的（芮氏7.3），傷亡人數也是史上第二高。

此次大地震，主要因為中部的活動斷層「車籠埔斷層」錯動開了，不但釋放出地底累積的巨大能量，也沿著山麓、平原之間斷裂了約100公里，甚至把地表抬高了好幾公尺，是地球上少見的「新鮮大裂痕」。

圖中央是大甲溪的埤豐橋，正好橫跨在斷層上，此處斷層隆起了6.5公尺，橋樑全毀。遠處的石岡壩也築在斷層之上，整個被抬升了約10公尺。斷層沿線被抬升的地面，同樣清晰可辨。

台灣無論是地震的搖晃，或是活動斷層的撕裂，都是板塊擠壓的明證，也可說是台灣長久以來的「生長痛」：大地因為造山生長而痛，痛了之後山脈就長高了！



龜山島

生氣蓬勃的未來

龜山島位於蘭陽平原東側的太平洋，是沖繩海槽的海底火山之一，也是其中唯一露出海面的。

龜山島周圍海域還有許多未露出海面的海底火山以及海底溫泉，龜首海面的白色海水，就是海底溫泉噴出的大量硫化物與氣泡。

最重要的是，龜山島是台灣最年輕的火山，10000年以來曾經噴發，也是台灣目前唯一一座確定會再噴發的活火山！

從大自然的角度來看，並沒有「災害」的存在，地球的運作，也不是只為了人類的安全福祉。因此，深刻體認這樣的環境本質，坦承人類的渺小和侷限，我們才能在地球上，盡可能地長治久安！



攜手建立台灣的地質公園

台灣是認識地質的天堂，活生生的板塊擠壓就在我們腳底上演著。

台灣目前雖然不是聯合國的成員國，尚且無法申請世界地質公園標章，但這仍然是全民努力的目標，需要科學家研究調查，在地居民支持、推廣。

世界地質公園是什麼？

地球上有眾多重要的地質遺跡，但是需要耗費大筆資金保護，加上以往不允許當地居民繼續開採賴以維生的資源，居民反彈聲浪大，導致遺址保護困難重重。

目前國際上有兩個認證制度可以進行地景保育，一個是較早的「世界遺產」，一個是晚近的「世界地質公園」，皆由聯合國教科文組織（UNESCO）推動。

UNESCO率先推動「世界遺產」的認證，之後，發現符合遺產資格的地點畢竟有限，地球上依然有許多地質、地形的襲產需要保護，但首先必須解決上述難題。

從1999年開始，UNESCO地學部建議推動「世界地質公園」計畫，希望能夠結合「地質遺址保護」與「帶動地方經濟發展」，擴大在地居民的就業機會，進而贏得各地政府、居民的大力支持。

2002年，UNESCO地學部正式推出《世界地質公園網路工作指南》，啟動世界地質公園的推薦工作。各成員國只要按照該工作指南的要求與標準，即可提報GEOPARK標章，成為世界地質公園。UNESCO也鼓勵各國建立國家級、地方級的地質公園。



臺灣地質公園與世界地質公園標誌。

怎樣可申請世界地質公園？

根據UNESCO《世界地質公園網路工作指南》，要成為世界地質公園必須符合以下幾個條件：

- 有明確的邊界、以及足夠大的面積，有利於在地經濟發展。
- 地質遺址或遺址群具特殊科學意義、稀有性、美學價值，能代表某一區域的地質歷史、地質事件和地質作用。其中包括生態、歷史、文化意義。
- 以「公園」的方式進行保護、管理、經營，成為區域經濟發展的新支撐。
- 為在地居民提供新的就業機會、文化發展。
- 成為保護地質遺跡、開展科學研究的基地。
- 成為普及大眾科學、學生實習的基地。
- 所在國的獨立司法權不受影響，所指定的管理機構必須制訂詳細的管理規劃，統一各方利益，並負責向聯合國教科文組織報告發展情況。

地質公園和自然保護區有何不同？

新的地質公園規劃理念，挑戰了自然保護區的傳統觀念。到底有哪些不同呢？

(X) 一個特定的地景景點就夠了……

(○) 地質公園可以將好幾個地景景點串連成線，也可以進一步規劃成一個區域。地景景點彼此之間的呼應、補充，讓公園的實質內容更充實豐富，因此，劃定地質公園時擴大必要的範圍，才容易看出多元性、完整性和獨特性！

(X) 有人為干擾不好，自然度要很高……

(○) 傳統自然保護區認為，有人為干擾不好，地質公園已修正了這樣的觀念。有些地景要維持高度自然，有些要保存人與土地的互動，包括生態、考古、歷史、文化、土地利用等等。畢竟，人在不同地質條件的土地生活，必定與土地產生不同的互動，也就有了不同的土地利用智慧，一代代傳承下去！

(X) 政府單方面公告實施就可以了……

(○) 地質公園的經營管理，強調權益關係人的參與，尤其是地方居民的加入！有步驟、有方法與地方展開合作，地質公園才能成功設置。瞭解在地居民的傳統習慣、利用地質資源的智慧，尊重他們的意見，才能化阻力為助力，一起開創地質公園的未來！

(X) 只要保護地質景觀就好了，經濟發展不是考慮的重點……

(○) 經濟發展是地質公園的特色與效益之一：改善在地居民的生活條件、改進鄉村環境、提高經濟收入與就業機會，這些直接影響地質公園的成敗。只有與地方居民合作、討論，地質公園的旅遊、經濟才會永續、成功！尊重、強化、保護在地文化價值非常重要！

(X) 地質保護區的規範很嚴格，一經公告就要有一定的範圍、法令……

(○) 地質公園可以是保護區，可以是自然公園，也可以是國家公園。地質公園可分為國際級、國家級、地方級，採取的規劃方式比較彈性，法規比較不嚴格，否則能劃設的地區變得十分有限，和國家公園、風景保護區有很大的區隔！

(X) 讓民衆認識地質保護區的知識就好了……

(○) 地質公園除了可以讓大眾瞭解地球的演變歷史，也要傳遞出災害與環境變遷的問題，讓民衆記取地景變遷的歷史啓示，進一步採取行動，捍衛、珍惜我們的家園！

一切，因為造

指 導：行政院農業委員會林務局

地景專家：陳文山·林俊全·齊士崢·劉瑩三·李建堂·李光中

編輯企畫：陳杏秋

美術設計：AtelierZERO零·工作室

攝 影：齊柏林 (台灣阿布電影公司)

出 版：行政院農業委員會林務局

地 址：台北市杭州南路一段二號

網 址：<http://www.forest.gov.tw/>

電 話：02-2351.5441

印 刷：

出版日期：2011年9月23日

— 著作權所有 翻印轉載必究 —