

地景保育照片專輯(42)

九二一地震二十週年專輯

出版：國立臺灣大學地理環境資源學系 臺灣地形研究室

照片張數：40張，編號：1641-1680

編者按：

臺灣位處「環太平洋地震帶」上，可以想像臺灣所在之處地殼活動相當活躍。地震的地景，主要是以地震災害方式呈現，也成為國人揮不去的陰影。九二一地震發生至今，正好20週年，地震的威脅，正在慢慢淡忘時，其實20年來，其威脅仍正在靜悄悄的進行。生活其上的國人，必須有居安思危的心情，隨時注意地震災害可能的威脅。防災的意識與教育不可或缺。

本集地景保育通訊照片，整理過去與現在的幾個主要地震災害點的照片，相關地震災害的演變，也可以做為我們瞭解災害威脅的參考。也提供讀者比較20年之間的差異。同時也更瞭解動態的地景變遷。讀者並可以本刊第11、12期的照片專輯，作為比較的參考。

歡迎對這些課題與照片有興趣的讀者，由下列網址免費擷取，作為非商業用途使用。（網址：<http://140.112.64.54/main.php>）

九二一地震至今，正好滿20年。這20年來，台灣這塊大地受到擾動，後續的颱風，更造成許多崩場地與土石流災害，不斷的變遷。雖然大地仍在復原中，本身的變遷，仍悄悄的變化中。

九二一地震是車籠埔斷層活動所引發的7.3級地震，震央在南投縣集集鎮，震源深度8公里，更造成長約100公里的地表破裂。九二一地震的發生，連帶影響的其他災害，包含建物倒塌引起的火災、山區山崩等，所形成之複合型災情，總計2500位左右國民罹難、10000多人受傷、近40000間房屋全倒等。

過去20年來，有幾個比較大的變遷，如九九峰的礫石層，曾經因為生長其上的台灣矢竹等植物，隨著土壤被震落，而形成白頭的山頂。隨著時間過去，矢竹等植物也慢慢長回去，有些樹幹都超過了20公分的直徑。我們看到大地復原的力量。雖然時間需要很長。

另外一個變化比較大的是大甲溪上的斷層，一夕之間，抬升了9公尺。這樣的巨變，讓當地的橋樑，如埤豐橋、長安橋，以及石岡壩都斷裂。造成當地交通與水庫資源受損。這些工程的問題，經過20年的努力，也多已經修復。但橫跨大甲溪的斷層面，河川

地形上稱為裂點的河床，卻隨時間的過去，慢慢河床被當成新的侵蝕基準面而下切，並往上游遷移。無形中，成為新的峽谷地景。

基礎設施的損毀也重創臺灣的經濟，石岡壩壩體受損，蓄水功能減少，導致大台中地區面臨缺水。所幸20年來，所幸沒有造成更多的損害。

九二一地震約產生22000個崩塌地，20年來，究竟如何變遷？也是令人關心的地方。以中橫為例，地震後約10年的時間，受到一連串的颱風侵襲，包括地震後，第二年的大雨、桃芝颱風、納莉颱風、敏督莉颱風等，仍然不斷加大地震的災害影響範圍。大甲溪河床開始有大量的堆積物，讓河床不斷增高，在谷關電廠一帶，甚至河床堆積增高了約30公尺，相當於10層樓高。這些都是拜大量堆積物，而河川無法搬運所賜。但經過約10年後，泥沙堆積的現象，因為上邊坡慢慢穩定，供應量至漸漸減少，反而慢慢降低高程。呈為一種動態平衡的現象。也就是說大自然會慢慢調整地貌特徵。

許多小的崩塌地，則因為草很快長出來，讓裸露的地方，慢慢被草所掩蓋而消失。所謂的消失，是指過了5年後，就不容易從航空照片的判讀中，看出老崩塌地的模樣。但是仍有許多崩塌地，仍然受到颱風豪雨的影響而裸露著，無法穩定下來。

九二一地震中，造成的最大崩塌地是草嶺的崩塌地。另外一個九份二山的崩塌地，也都造成了堰塞湖。前者估計有一億兩千萬立方公尺的土石崩落至清水溪堵住河谷，形成堰塞湖。但隨著更多的崩積物質填入與堰塞湖湖水的流失，20年來，這些堰塞湖早已不見，留下許多寬廣的河床。草嶺所在的清水溪，就是一例。

草嶺大崩塌是一個平面型地滑，巨大岩塊崩落於清水溪中，已經是歷史上的第五次。但崩落後形成的自由端，也就是崩落

物質受到重力牽引後，上方還沒有崩落的岩層，下邊坡沒有支撐，未來仍可能繼續崩落。

經過20年，草長在平面型地滑的滑動面上。地震後初期，這裡還曾經是用直昇機做植樹造林的場所，20年後，仍無法確定，直昇機投擲樹木種子的成果。是否有效。

雖然許多斷層通過的地方，已經被各種工程所抹去，但過去20年來，最常被做為地震紀念地的光復國中、小，操場的斷層線，被保留成為地震紀念館，操場跑道上逆斷層的剖面，以及許多的照片，崩毀的教室現場，都成了我們的地震教育的現場。

整個動態變遷的過程，讓人們理解台灣真的處於一個動態環境，雖然20年前，整個國家社會曾受到巨大的傷害，我們有幸見證到這些現象。但是構造運動是塑造臺灣多樣地形的因子，我們必須學習如何共存，如何因應這些威脅。



埤豐橋現況，可參照地景保育通訊第11、12期

1641.

原坐落南投集集鎮內的集集武昌宮，方於民國88年擴建竣工，便在不久後遭921地震摧殘，如今已成集集921地震紀念地。若從細部觀察被摧毀的建物結構，可發現寺廟是向東邊倒塌，是由於車籠埔斷層上盤向東逆衝而上。



1642.

新的武昌宮，蓋於舊址旁，由於總總傳奇，香火鼎盛。



1643.

集集鐵路分支過去因921地震而被扭曲、隆起，導致交通中斷，現已修復完成，但仍有當時因受到擠壓而斷裂的鐵軌遺留下來。



1644.

921集集大地震造成地面的隆起，使原本固定在地表的鐵軌與枕木隨之扭曲、斷裂與變形，導致集集鐵路支線的運輸中斷。從照片中也可以看到右側的欄杆也隨之扭曲、隆起。



1645.

埤豐橋受到地層隆起而損毀，大甲溪河床於此隆起近8公尺，橫斷大甲溪的高低落差形成簾幕狀瀑布，為斷層作用而形成的河川遷急點。埤豐橋已在民國89年底重建完工，而抬升的河床現今已被水流侵蝕夷平。





1646.

從另一個角度看埤豐橋，可明顯見地表破裂處，也就是地表斷層線的位置、河床隆起處。當時可看出不但橋樑損壞，瀑布就在斷裂面上。這也是典型的河川裂點，或稱遷急點。



1647.

埤豐橋自921大地震損毀後便以耐震原則設計並改良其結構，而原先在其附近因河床隆起形成的小瀑布，經由河流經年累月地侵蝕、沖刷，現在已經被弭平，相當於河川地形中的遷急點往上游遷移，甚至不容易看出來。埤豐橋本身修建後，可以看出橋面的坡度有改變。



1648.

石岡壩因為受到擠壓，造成壩體相對隆起。921地震中，大壩至少有三受到損壞，尤其是大壩的右岸，隆起大約8公尺的高度，造成水門損壞、蓄水功能喪失，嚴重導致大台中地區200萬人面臨缺水困境。（攝於1999年12月11日）



1649.

石圍橋為台3線省道上之重要曲線橋梁，是卓蘭連絡東勢、豐原之重要公路，但於921集集大地震後完全損毀，可能由於邊坡滑動所致。後來修復重建原則以「耐震」設計、結構、材料為主，並於民國89年底竣工。（攝於1999年12月9日）



1650.

埤豐橋附近大甲溪河床因地層隆起8公尺而形成小瀑布，在河川地形中形成一個遷急點，時間久了會因向源侵蝕而使遷急點往上游後退，所以經過20年來的河流侵蝕，目前這座小瀑布已經被弭平。

1651.

埤豐橋附近的大甲溪河床隆起部分，是侵蝕性的河床，有較大量岩層出露，本張照片是經過3年的河流侵蝕，河床已經被切割。照片中河流量因冬季而較枯竭，比起夏季豐沛的河流量更能清楚看見出露的岩層。（攝於2002年）



1652.

照片為石岡壩下游處。石岡壩是一座橫跨大甲溪的水壩，提供台中市農業、民生及工業用水之主要水源區，921大地震摧毀後，其引水及調蓄功能受損。後於2000年底緊急修復完工。本照片則是由埤豐橋的遷急點，往上游切割河床，經過20年的現象



1653.

石岡壩現況。照片左邊河道已經長滿植生，主要是廢棄的河道。大壩本身在這裡因為斷層隆起，目前保留為地震紀念地。



1654.

大甲溪上的埤豐橋，因為車籠埔斷層隆起，形成遷急點，河流不斷往上游侵蝕、切割。20年間，已經快切割到石岡壩。也代表著如果持續任其切割，很快會危及石岡壩。



1655.

石岡壩下游左岸處的河流侵蝕現象。邊坡有護坡工程，避免坡腳被河水侵蝕導致上方的建物無支撐力而崩落。河床上可見岩層切割的現象，是因為當時大地震發生時擠壓所致。





1656.

陳有蘭溪上游的沙里仙溪旁的明隧道，兩旁曾經發生過山崩，形成明隧道兩側公路損壞的狀況。20年後，原有公路因為不勝損壞，而改道，殘留廢棄的明隧道工程。



1657.

本照片，可參考地景保育通訊第11期第199號幻燈片照片、第12期第221~226號幻燈片照片。草嶺的「走山」，實際上是一種地滑現象，因地震鬆動土壤結構，所以可看見照片中大量的裸露地形成。這種地滑是沿著一個滑動面，也就是順向坡，向下邊坡移動，坡度約12度。（攝於1999年12月11日）



1658.

可參考地景保育通訊第11期封面內頁第2張照片，依據當時航空測量的估算，大約有超過一億二千萬立方公尺的土方崩落。這些土方被搬運、移動的距離超過一公里，之後堆積在清水溪的河道上形成堰塞湖。有部分殘餘的崩積物仍然堆積在滑動面上。（攝於1999年12月11日）



1659.

峭壁雄風為草嶺十景的重要景點之一，然峭壁步道當初因921大地震而部分損毀，後來配合草嶺觀光步道修復，加裝繩索護欄、登山纜繩、防滑石片等，吸引更多親山旅客或登山客到此挑戰45度傾斜坡。



1660.

草嶺大崩山活動前後有5次的歷史紀錄。其中規模最大的一次大崩山活動正發生於921大地震後，其中1/5的總滑動體積堆積於清水溪河谷成一道長約五公里的天然堤，形成堰塞湖「新草嶺潭」。於2004年敏督利颱風帶來大量泥沙與雨量，使天然堤潰堤，如今堰塞湖已經完成消失。

1661.

照片為草嶺山現況。921大地震於此處誘發的山崩活動，4/5的總滑動土方挾持房屋越過清水溪堆積處移動3.5公里到嘉義去，形成著名的「大飛山」地質奇景，如今崩塌處已長出林木，可顯見和他處植被不同。



1662.

照片中可明顯見到清水溪下切，也是使草嶺常發生山崩的因素之一。除了地形因素（邊坡類型）、岩性因素（砂、頁岩互層）、地質構造（節理發達，水易滲入）、降雨（降低岩層間摩擦力），還有清水溪侵蝕河床坡腳，導致上方岩體失去支撐力而易發生山崩。草嶺山區150年來共有5次大山崩活動紀錄。



1663.

從另一個角度看草嶺山可明顯看見崩積層，因沒有經過河水淘選和磨蝕，所以堆積在一塊的岩塊不僅沒有成層現象，還亂無章法，岩塊也是有稜有角。20年後只有部份先驅植物覆蓋於崩積層上。



1664.

在921地震前，草嶺山區原本有兩處特殊的山崩景觀，分別是春秋斷崖跟斷魂谷；地震後，因山崩土石滑動導致兩地景消失，而另外形成上、下兩斷崖景觀。從照片中可看見幾個山崩地景元素：先驅植物、斷崖、崩積層、裸露地。



1665.

20年後的草嶺山崩處，堆積於照片左上方的是921地震時，因地滑滑落的崩塌物，鬆散的物質，仍然被繼續搬運入清水溪。經過20年後，雖然草長出來了，仍可看出許多崩落物，仍繼續崩落中。





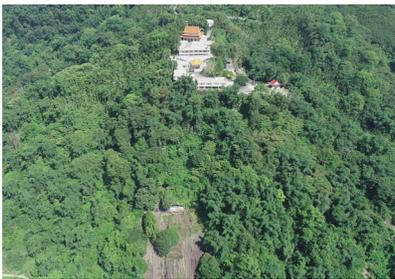
1666.

峭壁雄風是一處順向坡，因岩層順著層面往下滑動、斷裂而成。其下半部的岩壁曾被新草嶺潭淹沒，甚至有設置停靠站接送訪客遊湖。如今新草嶺潭舊址僅剩淤積的泥沙和清水溪，給訪客帶來不同的視野與感受。



1667.

峭壁雄風本身也是一處主因地形因素而成的山崩地景，長140公尺，寬約70公尺，坡度成45度。若仔細觀察峭壁雄風的岩層顏色，仍可發現新草嶺潭遺留下來的痕跡，顏色較淺處為湖水淹沒處。



1668.

峭壁雄風上方的寺廟，創建於民國78年，為草嶺地方信仰中心。主祀釋迦牟尼佛、配祀的四面佛、泰國國寶級古佛文殊、普賢菩薩像。



1669.

水濂洞瀑布屬於懸谷式瀑布，主要因為清水溪主流下切速度高於支流所致。過去新草嶺潭將期下方的水濂洞淹沒，如今因新草嶺潭受颱風影響而消失後，使水濂洞重見天日，可踏上淤積的河床欣賞此地景。



1670.

從照片中可看見大甲溪支流與主流匯流處有一座沖積扇，由於河流流過山麓後，坡度變緩、流速降低、河道變寬，使得支流河水攜帶的泥沙堆積而形成。此外也可觀察到河階，主要因此處老沖積扇被切割的現象所致。

1671.

本照片可比較地景保育地12期第220號幻燈片照片，此為草嶺潭舊址。過去草嶺山區數次因清水溪受堵而形成的堰塞湖，1999年的「新草嶺潭」是第四度形成，其最大蓄水量約三千五百萬立方公尺，湖深約56公尺，可說是規模最壯闊的一次。但隨著時間過去，來自上游沖刷的泥砂以及颱風挾帶的大量砂石淤積，使其面積逐漸縮小，最終於2004年完全消失。



1672.

位於名間大橋旁的台3號公路，於921地震時，公路因為隆起，而柔腸寸斷。目前雖然公路已經修復通車，但仍可看出車籠埔斷層大致通過照片的左上到中間的鐵皮屋附近。公路上的標線，或可看出端倪。



1673.

車籠埔斷層通過名間鐵塔附近，造成鐵塔歪斜，目前然被保留著作為地震紀念地之一（在照片的左下），而右邊的鐵塔是新修建的。中間的鐵路是新的集集線鐵路。就鐵軌就在新的鐵軌的下邊側。



1674.

名間倒塌鐵塔旁，由於車籠埔斷層通過，隆起超過3公尺，新的鐵軌因而需要調整路線，利用四公里的長度，讓火車爬升。照片中的階梯，便是設計來提供遊客參訪變形的鐵軌與新舊集集線鐵道。



1675.

通過光復國中小的車籠埔斷層，目前變成九二一地震博物館，蒐集許多九二一地震的圖片與文件，同時也保留了斷層的剖面與倒落的教室等建築。成為最好的地震災害的教室。斷層線大致通過照片的中央。





1676

921地震之後，大安溪的河床也因為車籠埔斷層通過，造成岩磐隆起，大安溪下切，形成峽谷地形與小瀑布。



1677.

921地震之後，大安溪的河床也因為車籠埔斷層通過，造成岩磐隆起，大安溪下切，形成峽谷地形與小瀑布。



1678.

921地震之後，大安溪的河床也因為車籠埔斷層通過，造成岩磐隆起，大安溪下切，形成河床被切割的現象。也形成侵蝕性河階。



1679.

新斷魂谷。鮮明的岩層，主要是921地震之後，大安溪的河床因為車籠埔斷層通過，造成岩磐隆起，大安溪下切，形成峽谷地形。



1680.

921地震之後，大安溪的河床也因為車籠埔斷層通過，造成岩磐隆起，大安溪下切，形成河床被切割的現象。也形成侵蝕性河階。