



草嶺



地景的變遷

草嶺地景的變遷



行政院農業委員會林務局

行政院農業委員會林務局

國立臺灣大學地理環境資源學系出版

ISBN 978-986-03-8827-5



GPN : 1010202695

草嶺



地景的變遷

序

農委會林務局長年推動地景保育工作，於 93 年 11 月 18 日成立「雲林草嶺地質公園」，並於 100 年將草嶺地區列為地質公園示範區，主要在於本區擁有多樣性的地質、地形景觀，其中最重要的地質災害地景「草嶺山崩」，在林務局 102 年舉辦的十大地景票選時，經民眾票選成為雲林縣的「縣市代表地景」，未來將是雲林縣民必親自探訪的目標。

為充實「雲林草嶺地質公園」的環境教育解說教材，林務局分別於 100 年及 101 年出版「草嶺地質公園的發展歷程」和「草嶺地景多樣性」兩本解說叢書，今年接續出版「草嶺地景的變遷」，以期有系統的出版「草嶺地質公園解說叢書」。本書以「變遷」為主題，而草嶺山崩原本就是經常變動的地景，在 921 地震時，再次發生歷史記錄的第五次重大山崩，除造成原有山崩地景的改變外，並發生重大災害，至今已過 14 年。在這段期間內，草嶺山崩地區之地形和地質仍處於不穩定





狀態，崩塌區內持續出現各種不同類型的山崩事件，包括大小規模的山崩、落石、土石流和地表侵蝕等，整個山崩地景仍在持續改變中。伴隨草嶺山崩所形成的堰塞湖一新草嶺潭，當時是臺灣地區最大的天然湖泊，也因上游河水挾帶沙石淤積而逐漸縮小面積，最後在 93 年 7 月 2 日因潰堤而消失，這一切也都說明，地景資源是動態無常的景觀，並非永存不變。

本書除了以實例說明地景變遷的主要原因之外，並針對雲林草嶺地質公園內的主要地景資源，包括草嶺山崩、新草嶺潭、水濂洞瀑布和峭壁雄風等，說明於 921 地震之後的變遷情形，這些資料除可提供環境教育的珍貴教材外，也將可供未來在地景保育及經營管理上參考。

行政院農業委員會林務局

局長  謹識

中華民國一〇二年十一月

目錄 DIRECTORY

一、前言	7
二、地景的變遷.....	9
1. 自然作用的影響	10
2. 人為活動的干擾	20
三、草嶺山崩的地景變遷.....	24
1. 草嶺山崩的地景特色	24
2. 921 地震之前的地景	26
3. 921 地震之後的變遷	28
四、新草嶺潭的地景變遷.....	38
1. 堰塞湖及其特色	38
2. 新草嶺潭的形成	40
3. 新草嶺潭的消失	46
五、水濂洞瀑布和峭壁雄風的變遷	50
1. 水濂洞瀑布的變遷.....	50
2. 峭壁雄風的變遷	53
六、結語	60





一、前言

地球科學中一些特殊的地質、地形現象景點（稱為地球科學景點、地球襲產景點、地形景點、地質景點或地景保育景點等，簡稱為地景），除了可供作科學研究及環境教育之利用外，同時也是一項歷史、文化及景觀資源，具有遊憩、觀賞等價值，因此世界各國早已陸續進行地景保育工作，從事相關地景資源的調查、登錄及管理工作。近年來，國際在地景保育方面有了顯著的發展，進一步推動「地質公園」的設置，除致力於地景資源的保育和環境教育之發展外，更希望能充分利用地景資源的特性幫助地方和區域社經活動的發展，在兼顧地景保育與社經活動發展之下，達成地景資源的永續利用目標。



地景保育的主要目標在於維護地景資源的特色，並給予必要的經理措施，其中確實掌握地景資源的特色及實際分布狀況為地景保育的主要基礎工作。然而，地景資源為一動態的景觀，並非永存不變的，除了長期受到自然作用的影響之外，更會因人類活動的干擾而產生變遷，從這變遷過程中我們可以知道影響地景的主要作用和變遷的方向，這一切都有賴於地景的長期監測才得以完成。

瞭解地景的變遷除了具有學術研究意義，有助於地景的保育與經理之外，同時可提供環境教育、鄉土教育的解說素材，以及觀光遊憩的解說價值，可提升大眾對於所在環境的認知及對地景保育的關懷。本書先說明影響地景變遷的主要因素，並以臺灣的實際案例來說明地景的變遷情形，接著介紹草嶺地質公園內主要的地景在921地震之後的變遷情形，以瞭解地景資源的特色及其作用因子，以為後續草嶺地質公園在進行地景保育時之參考。



二、地景的變遷

地表常因自然作用而呈現出動態的變化，因此地景資源屬於動態的景觀。通常地景改變的步調相當緩慢，所以常為人們所忽視，需要一段時間才會有所警覺，如近年來常在報導野柳女王頭頸部的變細，甚至討論女王頭何時會斷落以及如何保育等議題，表示民眾對於地景保育已有了基本的觀念。野柳女王頭除了受到自然作用的影響之外，同時也承受遊客人為活動的干擾，促使其頸部逐漸變細而有斷落的危機，為了保育女王頭，目前園區已採取避免遊客觸摸的經理措施。



然而，地景資源有時也會因重大的自然事件而發生快速的改變，而引起大眾的注目，1999年的921大地震就是一項最有力的證明，山河可以在一夕之間變色。

除了自然作用持續造成地景的變遷之外，地景也常受到人類活動的干擾，在短期之內就會造成重大的改變，不僅降低地景的品質和價值，有時甚至於導致地景的消失。以下分別從自然作用和人為活動來說明對地景變遷的影響。

1. 自然作用的影響

地球表面呈現出動態的平衡狀況，地貌隨時在改變中，主要是由構造、作用和時間三者之間的交互作用而形成的結果。首先由各種地質構造形成地表的雛形，然後在時間的發育下，經由各種不同地形作用的雕塑，逐漸形成目前我們所見到多樣化的地景。

所謂的構造即為地球的內營力作用，指地球內部為了達到平衡狀況所引發的一連串活動與變化，如地殼變動、火山噴發、地震、造陸運動、造山運動等，導因於地球內部物理、化學變化、或熱能的對流，主要為地球內部的營力作用所產生，也是我們無法掌控的作用。這些力量表現在地表上，就是我們所熟悉的板塊運動，以及其所伴隨而來的地震、火山活動、斷層作用與褶皺作用等，進而造就出地表的原始地貌。

接著在時間因素的影響下，藉由所謂的外營力作用，指地表與大氣圈、水圈、生物圈接觸之後，所產生的各種交互作用，動力主要來自重力及太陽能，藉由地表流水、地下水、海水（波浪、海流、潮汐及海嘯）、冰河、風力等介質，進行風化、侵蝕、搬運、堆積等作用，逐漸將高山刻蝕低夷，低窪處則被淤平堆高，進而形成目前所見到的各種地形景觀。目前我們所見到的各種地景資源，都是在自然作用日積月累下所形成的結果。

由於地質構造、地理位置的差異，加上作用介質的不同，所呈現出來的地景變異極大，各有其特徵，因而有所謂的構造地景、河流地景、海岸地景、火山地景等之分別。同時由於各種作用的規模大小與程度，在空間和時間的分布上會有不同，因此即使在相同的作用下，也會因受影響時間的長短或區域地理環境背景的差異而呈現出不同的地景特性。而在類似的作用下，由於作用力的大小強度及影響範圍不一，加上受到氣候、岩層性質、生物作用或人為活動等的影響，以及作用時間的長短不同，其所形成的地景自然不同。因此，要認識任何地方或區域的地景特色，除對造成地景的主要作用要有所瞭解外，也必須對所在地的地理環境背景有相當程度的認知，因為這些都是形成地景資源特徵的主要原因。



921 地震除了對臺灣造成重大的災害之外，對於臺灣的一些地景也造成相當大的衝擊並導致快速的改變。以下分別以南投雙冬的九九峰和埤豐橋斷層瀑布為例說明。

南投雙冬的九九峰原本就是以頭嵙山層所構成的礫岩惡地景觀而聞名，921 地震將其表面的礫石和依附其上的植被完全抖掉，露出原本礫岩的新鮮外表，呈現出白色的山頭（照片 1），這與原本所見的翠綠山峰有極大的反差（照片 2、3），因而引起廣大民眾的注目，進而要求保護此特殊的地景資源，後續也因而設置了臺灣的第 19 座自然保留區—九九峰自然保留區。



照片 1 九九峰在 921 地震後因表層礫岩和植被脫落而呈現白色的山峰引人側目。



照片 2 九九峰在 1999 年 7 月時還保有翠綠的山峰。



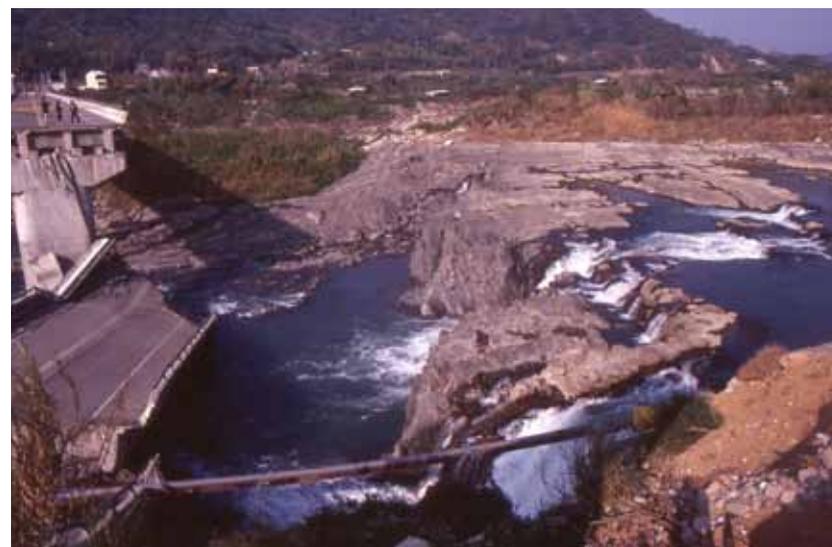
照片 3 九九峰在 921 地震後成為礫岩裸露的山峰。

當年為了恢復九九峰在地震前的原本外觀，還曾一度引起廣大的爭辯，究竟是要採取人為干預在各山峰噴灑草種以加速其復原，或是放任其在自然作用下自行回復原貌。雖然 921 地震改變了九九峰的外觀，但對此地景資源的特性和自然作用並未有影響，也就是說，九九峰仍保有其礫岩惡地的地景特質，在自然作用下終會回復其原有的面貌。事實也証明了，目前九九峰在植被的自然演替下，已逐漸回復其原有翠綠的外觀。

埤豐橋斷層瀑布為 921 地震時因斷層引起地盤上升而形成的瀑布（圖 1），此瀑布的出現與消失，也是另外一個自然作用對地景影響的明顯例子。921 地震時，車籠埔斷層在豐原市東北方以 $N42^{\circ}E$ 的走向通過大甲溪的埤豐橋，並延伸至石崗壩，此斷層導致埤豐橋南側隆起約 4~5 公尺，不但造成埤豐橋的斷裂，有兩段橋面掉落大甲溪中，並在埤豐橋東側 15 公尺處的岩石河床上，因車籠埔斷層東側上升側隆起 8~9 公尺，而形成標準的斷層瀑布（照片 4）。



圖 1 埤豐橋斷層瀑布位置圖



照片 4 埤豐橋東側因 921 地震車籠埔斷層通過大甲溪河床而形成典型的斷層瀑布。

就地形觀點而言，瀑布所在處為河流的「裂點」或「遷急點」。河流從上游起源地到下游出口處，河床的高度會逐漸降低，對應於河流水平距離所繪製出來的河流縱剖面圖，通常會呈現一條內凹的平滑曲線，這是河床長期受到流水向下侵蝕所造成的結果。所謂的「裂點」是指在河流縱剖面的平滑曲線上所出現的突出處，通常這是暫時性的地形現象，經河流長期的侵蝕及河床岩層的崩塌作用後，裂點會不斷地往上游後退，最後會消失（圖2），因此瀑布也會因河流侵蝕而持續地往上游方向退縮。

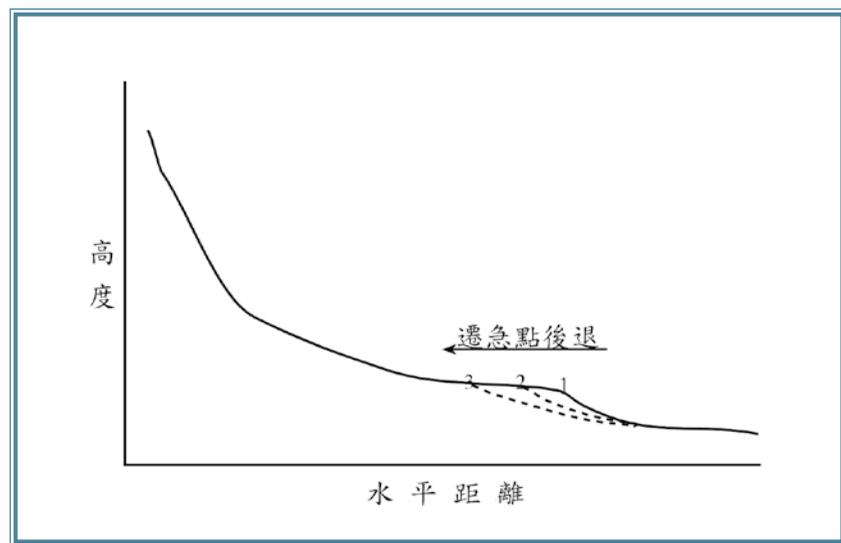


圖2 河流縱剖面上遷急點的後退演變示意圖

瀑布後退的速度，主要受到當地岩層特性和河流水量大小所控制，若河床岩層較軟弱或河流水量較多侵蝕較強時，瀑布後退的速度相對會較快。也因此，瀑布上方的「造瀑層」大多為堅硬岩層所構成，才得以維持瀑布長期的存在。

埤豐橋斷層瀑布所在河床為卓蘭層所構成，由於此岩層的抗蝕性較弱，瀑布頂部無法抵抗流水的侵蝕而不斷地後退。在2000年7月（照片5）和2001年3月（照片6），仍可見此斷層瀑布的存在，但瀑布的落差已逐件的降低。至2003年11月時（照片7），此斷層瀑布已快消失成為湍流了，到了2006年8月就只能見到急湍而已（照片8），而2011年2月時連湍流都不見了（照片9），只見到左側岩石河岸與現今河道有相當的落差。



照片5 在2000年7月時可明顯見到瀑布的形貌瀑布落差已降低，但仍保有。



照片 6 到 2001 年 3 月時可見到瀑布的落差已縮減



照片 8 在 2006 年 8 月時只見到湍流而已



照片 7 在 2003 年 11 月時則只見到湍流而已



照片 9 到 2011 年 2 月時已完全見不到瀑布的了

在約短短五年的期間內，埤豐橋斷層瀑布因斷層作用而形成，在河流自然作用的侵蝕下，逐漸後退並降低瀑布的落差，最後終於消失了。地景就如同生物一般，在自然作用下，從誕生到消失也有其生命週期，只是有些地景的生命週期會很長，而有些則短一些。藉由長期監測和影像的記錄，得以保留埤豐橋斷層瀑布的演育過程，對於教學和環境解說都是重要的素材。

2. 人為活動的干擾

在過去一萬年來，隨著人類在地表的散布，以及文明科技的快速發展，已顯著地改變地表的自然景觀。臺灣地區在過去數十年來的經濟發展，也造成不少特殊地景的消失，尤其大規模的開發行為。例如，石門水庫和德基水庫的興建，導致原本所在峽谷地景的淹沒而消失；沿海地區海埔地的開發，以及工業區和港口等的開闢，更是全面性改變原本的海岸環境和地景。而較小規模的開發行為對於地景資源的干擾與破壞，更是不勝枚舉。

東北角海岸地區在民國 70 年左右，曾掀起一股九孔養殖的熱潮，對業者而言，最快且省事的方式便是直接開挖歷經千萬年才得以形成的海蝕平臺（照片 10、11），因而造成整體海岸的破壞。為了保護東北角海岸的地景資源，政府採取強制的取締措施，才扼止此類開發破壞行為的歪風，接著甚至設置了臺灣地區的第一座

國家風景特定區，以期有效的經理此海岸地區。事實上，這是臺灣首次有了地景保育的觀念，並具體落實。



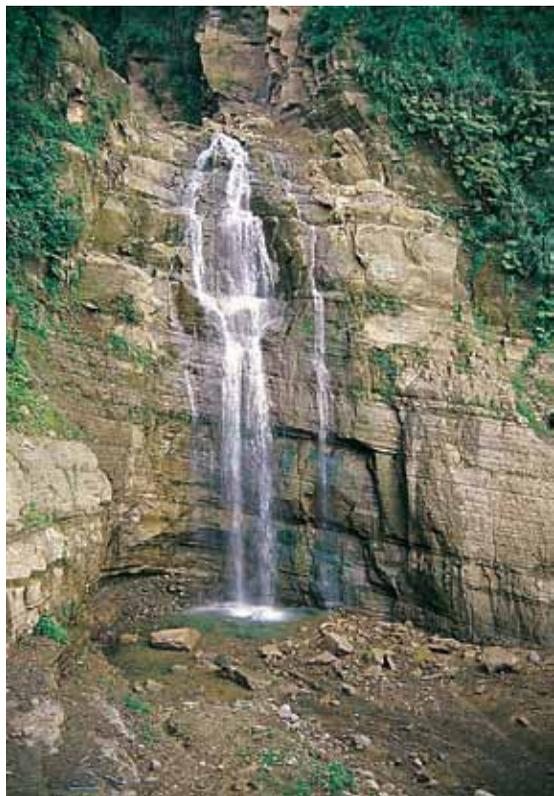
照片 10 九孔養殖直接開挖東北角海岸的海蝕平臺地景。



照片 11 九孔養殖直接開挖海蝕平臺已造成地景資源無法復元的後果。

此類開挖海蝕平臺的開發行為，對於地景的破壞已造成無可挽回的局面，已開挖的海蝕平臺也無法回復其原本的狀況，這說明了地景資源具有不可回復的特性，一旦遭受破壞後，即無法再恢復其原有的地景特色。

縱然已知有些人為活動對於地景會造成一些破壞或干擾，但基於某些原因又不得不做，或許可以說是「兩害取其輕」的決擇，因此常處於兩難的局面。以草嶺地質公園為例，在內湖通往草嶺的149甲道路上，通過內湖溪時會經過一座雙孔橋，在其路旁原有一形貌相當優美的雙孔橋瀑布（照片12），遊客也常在此駐足欣賞或嬉水。



照片12 雙孔橋瀑布體態優美緊臨道路旁，原本為草嶺瀑布中易達性最高的瀑布。

921地震後此雙孔橋路段即因瀑布下方地質不穩而常崩塌，造成交通的阻礙，雖然經過多次的整治，仍無法根絕路基崩塌的問題。最後只好採用較大規模的工程方法，才解決此道路經常中斷的惡夢。但付出的代價就是，犧牲了原本在路旁的雙孔橋瀑布，從此只能見到流水經過明隧道頂部的瀑布了（照片13）。基本上，地景保育主要是在防止人類不當的開發行為，以確保地景資源的永續利用。此種破壞或干擾地景的行為，也許只可能用於無所選擇或無替代方案時的權宜之計吧。



照片13 雙孔橋瀑布因明隧道的施工河流改由隧道頂部通過。

三、草嶺山崩的地景變遷

1. 草嶺山崩的地景特色

草嶺山崩是臺灣地區所發生規模較大的山崩之一，從文獻的記載中得知，自 1862 年以來草嶺地區即受到地震、颱風或豪雨的影響，曾發生多次大規模的山崩事件，並形成堰塞湖景觀（表 1），也曾造成嚴重的災害損失。雖然山崩事件對於草嶺地區造成重大的災害，但同時也為草嶺地區創造出最特殊的地景資源—草嶺山崩和堰塞湖（新草嶺潭）景觀，這也是多數遊客慕名而來草嶺的主因。

表 1 草嶺崩山的歷史紀錄

日期	天然壩高	滑動體積 (立方公尺)	導因	草嶺潭的發展
1862/6/6	不詳	不詳	地震	1898 年潰堤
1941/12/17	70m	>100,000,000	地震	1942/3/14 開始溢流
1942/8/10	170 m	>150,000,000	豪雨	1951/5/18 潰堤
1979/8/15	90 m	>5,000,000	豪雨	1979/8/24 潰堤
1999/9/21	50 m	>120,000,000	地震	2004/7/2 潰堤

資料來源：洪如江(1980)、何信昌等(1999)

草嶺山崩出露的岩層為晚中新世至上新世之桂竹林層、錦水頁岩及卓蘭層，崩塌地面積達 4 平方公里以上。更新世之卓蘭層，在本區為風化後的沉積砂岩層呈黃色之砂岩或砂頁岩互層，結構鬆散，為山崩區的表層，其下為青灰色或深灰色純淨之頁岩所構成的錦水頁岩。崩塌地在地形上為傾角約為 12 度的順向坡，也因而造成上部岩層易往下滑動。

草嶺山崩之所以會重覆發生，主要與當地的自然環境條件有關，包括地形因素（順向坡）、岩性因素（砂、頁岩及其互層所構成）、地質構造（節理發達，加速水分入滲）、清水溪侵蝕河床坡腳（導致上方岩體失去支撐）、豐沛的降雨（加速侵蝕作用，減低岩層的剪力強度）和位於嘉南地震帶上等因素。



2. 921 地震之前的地景

在 921 地震發生之前，草嶺即以「草嶺十景」為號召，成為當時臺灣主要的觀光旅遊勝地之一。草嶺十景中有兩處景點即位於草嶺山崩處，斷崖春秋（照片 14）和斷魂谷（照片 15），這都是 1979 年發生草嶺山崩時所留存下來的地景。由於山崩區植被茂密，趨於穩定狀態，而成為遊客主要的造訪之地。

斷崖春秋指的是山崩處上部由卓蘭層前端所構成的崖壁，卓蘭層會因垂直的節理作用造成岩體的斷裂，下方的岩體較輕往下滑動較快，逐漸與上方的岩體分離而形成了谷地，這就是斷魂谷。除此兩處景點之外，尚可見 1979 年山崩殘留在清水溪河道上的物質（照片 16），也是主要的解說對象。



照片 14 斷崖春秋為 1979 年發生草嶺山崩時所留存下來的地景。



照片 15 斷魂谷為岩層因節理斷裂而在岩體之間所形成的谷地。



照片 16 在 921 地震前，1979 年草嶺山崩殘留在清水溪河道上的崩積物。

3. 921 地震之後的變遷

發生在 1999 年 9 月 21 日凌晨時分的集集大地震，使得穩定多年的草嶺舊崩場地再度發生大規模的山崩，約一億二千萬立方公尺的土石瞬間飛越河谷到對岸山坡再堆積於清水溪谷，形成高約 50 公尺的天然土壩（照片 17），阻礙清水溪的水流，進而形成向上游延伸 5 公里長、最深處達 58 公尺的堰塞湖，這就是當時聞名全臺的「新草嶺潭」。

在 921 大地震當時，瞬間釋出的極大能量，造成此次草嶺山崩物質在震崩後衝向對面嘉義的山壁，再反彈回來掩覆清水溪的溪谷。由清水溪下方往東望草嶺山崩的舊崩場地，在 921 地震前植被相當茂密（照片 18），與 921 地震草嶺山崩之後 2 個月後所造成的一片裸露地表對照（照片 19），呈現出非常強烈的對比，可推估此次山崩的威力有多大。



照片 17 大量的山崩物質堆積於下方清水溪的河道上。



照片 18 草嶺山崩的舊崩場地在 921 地震前植被相當茂密。



照片 19 草嶺山崩在 921 地震後所呈現的景觀。

比較草嶺山崩在 921 地震前後的剖面顯示（圖 3），草嶺十景中原本的斷崖春秋和斷魂谷都已消失不見了，圖中黃色部份為此次山崩物質的堆積，黑色岩層為錦水頁岩，其上方仍有大量的岩體，極有可能會再往下方移動。

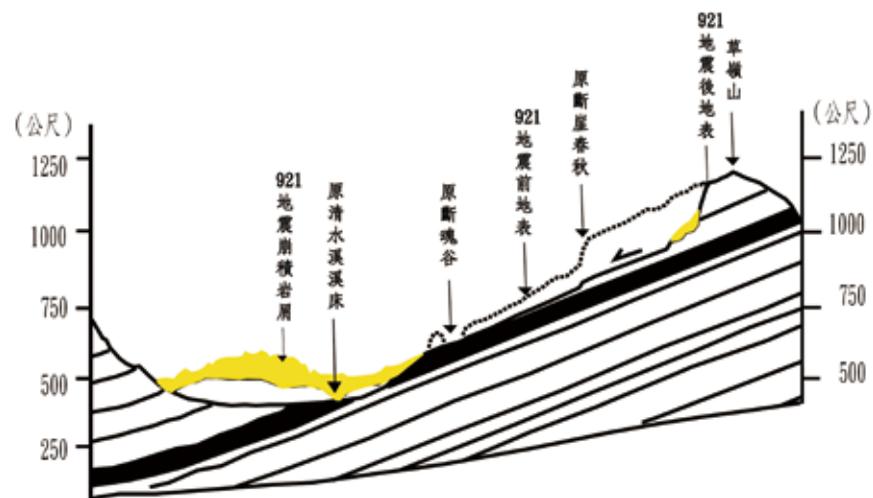


圖 3 草嶺山崩在 921 地震前後的剖面比較（何信昌等，1999）

草嶺山崩在 921 地震時造成重大災害，當時的崩塌地大都為裸露的岩石。雖然草嶺山崩的災情慘重，當時為重大災區之一，在全力進行復建工作，但仍吸引大量遊客造訪（照片 20），形成另類的災害旅遊。





照片 20 草嶺山崩地景在 921 地震之後成為災區熱門的旅遊景點之一。

自從 921 地震引發大山崩以後，草嶺山崩區域處於極度不穩定的狀態。在過去這 14 年來，崩塌區內持續出現不同類型的山崩事件，包括大小規模的山崩、落石和地表侵蝕等，整個山崩地景仍不斷的在改變之中。在安全考量下，此山崩區在 2005 年劃設為「921 國家地震紀念地」，禁止居民和遊客進入，目前僅能在觀景台欣賞草嶺山崩地景敬進行解說。

在草嶺山崩的順向斜坡上可見到兩段明顯的崩崖（照片 21），上段崩崖標高約 950 公尺，崖高 50 公尺以上，東西方向延長約 1600 公尺；下段崩崖標高約 700 公尺，崖高亦約 50 公尺，延長約 1500 公尺，在觀景台

上只能見到上段的崩崖（照片 22），這兩段斷崖景觀類似 921 地震前「草嶺十景」中的「斷崖春秋」。



照片 21 從草嶺山崩的下方往上望可見山崩處有兩條約略平行的斷崖。



照片 22 從觀景台上見到上方的斷崖景觀，類似 921 地震前的「斷崖春秋」。

崩塌地中的斷崖不斷地往下滑動，其前端常形成斷裂的岩體（照片 23），與後方岩體分離，形成類似 921 地震前「草嶺十景」中的「斷魂谷」地景（照片 24）。由於地質仍不穩定，因此前端分離的岩體持續地崩落崖下（照片 25）。



照片 23 草嶺山崩地中崩崖的前端仍不斷地往下移動，地質仍不穩定。



照片 24 新的「斷魂谷」景觀因岩層節理的斷裂與地滑而逐漸成形中。



照片 25 斷崖前端分離的岩體持續崩落崖下。

另外，在崩塌地上方也逐漸發展出三條較大的蝕溝（照片 26、27），這些現象都顯示，此崩塌地的地形及地質仍處於極度不穩定的狀況，地表侵蝕與山崩現象仍持續的進行著，整體山崩地景也不斷地在變遷中。



照片 26 草嶺山崩所在的地表沖蝕嚴重，已形成相當顯著的蝕溝。



照片 27 草嶺山崩地已形成三條大蝕溝，深度都超過 2 公尺。

雖然草嶺山崩地景仍在快速的變動中，但並沒有影響到其原有的地景資源特徵，因為這一切的變動正是此地景的特色，而且這些地景變遷過程反而更豐富了此地景資源的價值，只要細心觀察和比對，每次造訪必能看出其變遷之處。

四、新草嶺潭的變遷

新草嶺潭與草嶺山崩之間具有相當密切的關係，在草嶺歷次重大山崩事件中，常因大量山崩土石阻塞清水溪河床而形成了堰塞湖，但草嶺山崩所形成的堰塞湖最後總因潰堤而消失。921 地震發生草嶺大規模山崩之後所形成的「新草嶺潭」，終究也難逃堰塞湖的宿命，於 2004 年 7 月 2 日為沙石所淤滿，並發生潰堤而消失了。

1. 堰塞湖及其特色

湖泊有許多不同的類型和成因，堰塞湖即為其中的一種，通常指熔岩流、火山泥流、冰河冰磧物或山崩、土石流等形成的天然壩，阻塞溪流河道進而蓄水所形成的湖泊。總之，任何事件引發河道之阻塞都可能形成所謂的堰塞湖，例如：陽明山國家公園內的竹子湖，係由火山噴發岩漿阻塞所造成的堰塞湖，後因阻塞壩體的潰決，湖水外洩而形成目前所見到的景像；2002 年 3 月中橫燕子口中段流芳橋附近，則因大雨引發落石阻塞河道而形成堰塞湖。



臺灣地區的堰塞湖絕大部份是因地震或豪雨引發山崩阻塞河道所形成的。在河道兩側因山崩物質阻塞河床而形成的天然壩，在國外稱之為「地滑壩」，其後方河道常因而蓄水成湖，所以地滑壩和堰塞湖常是相伴而生的

自然現象。此類由山崩物質或土石流阻塞河道形成的天然壩，由於土體結構鬆散，易為流水所滲透，因此極易發生潰決，導致堰塞湖的消失，約九成的堰塞湖在一年內即會因發生潰決而消失。造成天然壩體潰決的原因很多，臺灣地區多數潰決是因為河水溢流侵蝕壩體所造成的結果。

草嶺地區即曾經因地震或豪雨發生多次重大山崩事件，並蓄水形成堰塞湖（表 1），但先後都因天然壩體的潰決而消失，並造成下游地區的災難事件。在草嶺歷次的重大山崩事件中，第一次發生在 1864 年，所形成的天然水潭於 1877 年沖毀。第二次發生於 1941 年 12 月 17 日，形成壩高約 70 公尺，蓄水量約一億二千萬立方公尺的天然壩，湖水於 1942 年 3 月 14 日開始溢流，最後於 1951 年 5 月 18 日發生潰堤。第三次為 1979 年 8 月 15 日的山崩，形成壩高約 90 公尺的土壩，蓄水量約四千萬立方公尺，後來也在當年的 8 月 24 日潰決。

2. 新草嶺潭的形成

921 大地震造成的草嶺山崩，約一億二千萬立方公尺的土石再堆積於清水溪谷中，形成天然土壩，清水溪河道因山崩物質阻塞再次形成新的堰塞湖—新草嶺潭（照片 28）。這是臺灣地區最大的天然湖泊，也因此造就當時大量遊客前往草嶺遊湖的盛況（照片 29）。



照片 28 草嶺山崩所形成的堰塞湖—新草嶺潭，為當時臺灣地區最大的天然湖泊。



照片 29 遊客乘船在新草嶺潭遊湖的盛況。

921 地震導致草嶺山崩的天然堤海拔高度約 500 公尺，堆積的部分約 50-60 公尺，根據水利局第四工程隊於 1999 年 11 月 19 日的測量結果，當時新草嶺潭的水位高約海拔 540 公尺，所形成的迴水往上游阿里山方向延伸約 5 公里（圖 4、照片 30），滿水位時的最深水位達 58 公尺，累積蓄水量約四千六百萬立方公尺。政府水利單位為了防範潰堤所引發的災害，在天然堤下方開濬疏洪道，並設置相關的監測與警戒設備。



圖 4 新草嶺潭剛形成時的分布範圍示意圖



照片 30 由草嶺本庄可見到新草嶺潭往上游所形成的迴水。

湖泊在演育過程中，常因泥沙淤積而逐漸縮小其水體，這是正常的自然作用現象。由於堰塞湖形成後成為河流的臨時侵蝕基準面，因此會干擾到河流的自然作用，使得上游河流的侵蝕能力下降，在注入湖中時會盛行堆積作用，因而逐漸淤積堰塞湖。因此，自從新草嶺潭形成後，便開始發生淤積的現象。上游地區陸續發生嚴重的土石流，也因此新草嶺潭逐漸為大量砂石所淤積而縮小其面積。

在 2001 年先後歷經兩次大颱風（桃芝和納莉）的侵襲下，上游地區大量山崩物質快速地堆積於湖中，造成相當嚴重的淤積狀況。根據水利局的量測結果顯示，該兩次颱風造成新草嶺潭的大量淤積，加上輸洪水道受到自然作用沖刷的加深和加寬，新草嶺潭的最高水位不但已下降，且最大水深也在下降中。在桃芝颱風過後，水位高程為 535.42 公尺，水深為 7 公尺，蓄水量約為七十七萬立方公尺；到納莉颱風過後，水位高程更降為 533.42 公尺，而水深也只剩 5 公尺，蓄水量更是大幅減少至只有三十四萬立方公尺。原先往上游延伸約 5 公里長的湖面，也因而縮小至 2 公里而已（照片 31）。而新草嶺潭的上游已成為淤積的河床（照片 32），與照片 30 的景觀呈一對比。當時湖面大約到水濂洞瀑布附近，可見到上游河水挾帶泥沙逐漸淤積進入新草嶺潭的情形（照片 33）。



照片 31 到 2003 年 4 月時，新草嶺潭湖面的長度已不到 2 公里。



照片 32 由草嶺本庄已見不到新草嶺潭，只能見到淤積的河床。



照片 33 往水濂洞瀑布途中可見到上游河水挾帶混濁的泥沙不斷地進入新草嶺潭。

由於湖水的縮減，隨時可見到此種河床淤積的景觀，部分淤積河床更有茂密的植被生長其上，同時可見到清水溪在淤積河床上呈網狀流路的景觀。由照片 33 中水流的顏色變化，可得知上游河水中的淤沙正不斷地淤積於殘存的湖水中。自此，新草嶺潭因上游輸沙不斷地淤積，湖水面積也逐漸地縮小中，而遊湖的範圍也日益縮小中，已不復當初剛形成新草嶺潭時的盛況，在 2003 年 5 月由三號碼頭可見到此湖面逐漸縮小的現象（照片 34）。



照片 34 由三號碼頭望湖面逐漸縮小的新草嶺潭。



照片 35 由三號碼頭望已消失的新草嶺潭所遺留的淤積河床。

3. 新草嶺潭的消失

2004年7月2日的連續大雨在中部地區造成重大災情，新草嶺潭也在清水溪上游所挾帶大量土石堆積下，終於完全為淤沙所填滿，而原本連接嘉義縣的湖水出口土壩也為大水所沖毀發生潰堤，新草嶺潭堰塞湖也從此正式宣告消失了。在2003年7月20日由三號碼頭可見到新草嶺潭消失後的景觀（照片35），與照片34呈明顯的對比，而清水溪也持續下切此淤積的河床地。

照片36和37分別為2003年5月15日和2003年9月1日從青蛙石上方平台往下游的三號碼頭所拍攝的照片，大致可感受到新草嶺潭消失前後的變遷。





照片 36 在 2003 年 5 月 15 日所見新草嶺潭最後尚存的景觀。



照片 37 在 2003 年 9 月 1 日見到新草嶺潭剛消失不久後的景觀。

由於原本出口土壩的沖毀，造成清水溪侵蝕基準面的改變，使得清水溪的侵蝕能力再度增強產生下蝕作用。目前在原出口處已造成約 10 公尺深的切蝕河道，導致下方草嶺山崩原先在河道上的堆積土體發生明顯的沖蝕，可見到大規模的崩塌及深切的河谷。而清水溪的下蝕作用目前仍在持續進行中，並且有逐漸往上游方向延伸的現象，因此新草嶺潭的淤積河床目前仍呈現快速的變遷。

新草嶺潭的堰塞湖地景自從形成後，在短短不到五年間即因上游地區大量土石淤積，以及土堤壩因河水溢流侵蝕的潰決而消失了，目前已演變成淤積的河床地景，而此淤積地景在河流作用下仍持續的在演變中。這也再次說明了，地景並非永存不變的，對於此種快速變遷的地景，包括前面介紹過的埤豐橋斷層瀑布，我們也只能盡量的記錄，除有助於對自然作用的進一步瞭解之外，同時也可提供做為鄉土教育及環境教育的素材。

五、水濂洞瀑布和峭壁雄風的變遷

新草嶺潭的變遷同時也影響到其旁邊的兩處地景，水濂洞瀑布和峭壁雄風（參見圖4），並造成兩處地景的改變。但這種改變並未損及到此二處地景的特質，反而更豐富了其原有的地景特色，同時也成為說明新草嶺潭變遷的最佳佐證。

1. 水濂洞瀑布的變遷

位於幽情谷下方的水濂洞瀑布，高約20 m，瀑布上方的造瀑層為略往西傾斜的厚層大窩砂岩。水濂洞瀑布屬於「懸谷式」瀑布，主要是因為清水溪主流下切的速率高於此支流所導致。瀑布下方的凹洞，因瀑布傾瀉而下的水幕而得美名為「水濂洞」，此瀑布也因此而得名。此瀑布平常的流量不大，在夏季雨期時才能見到此瀑布的氣派（照片38）。



照片 38 水濂洞瀑布屬於「懸谷式」瀑布，因其下方的「水濂洞」而得名。

在新草嶺潭剛形成時，水濂洞瀑布下方的水濂洞即為湖水所半淹沒，須搭乘膠筏從湖上才可欣賞到此瀑布（照片39、40）。在2001年兩次颱風侵襲之後，水濂洞才再度出露，當時開闢湖濱步道，除了可直接欣賞到整個水濂洞瀑布外，並可進入下方的水濂洞中一窺究竟。在新草嶺潭消失之後，更可由淤積河床上欣賞此地景（照片41）。



照片 39 水濂洞瀑布下面的水濂洞為新草嶺潭所淹沒，只出露上方一小部份。



照片 40 新草嶺潭剛形成時只能搭乘膠筏從湖上欣賞此地景。



照片 41 新草嶺潭剛消失不久，可從淤積河床上欣賞此地景。

2. 峭壁雄風的變遷

峭壁雄風是一處岩層順著層面往下滑動、斷裂而成的陡峭岩壁，長約 140 m、寬約 70 m，呈 45 度傾斜。此岩壁早期為當地居民的曬筍坡，十幾年前也曾是青年自強活動熱門的山訓場。由於坡度極陡，因此是一處鍛練腿力的極佳場所，提供遊客另一種不同的遊憩體驗。

921 地震前，在清水溪河床旁原本有一條環狀的步道，可將原本草嶺十景中的一些景點串連起來，包括峭壁雄風、清溪小天地、水濂洞、奇妙洞、青蛙石、幽情谷等（照片 42）。在 921 地震後由於新草嶺潭的形成，淹沒了清水溪河床、水濂洞與峭壁雄風下方的岩壁（照片 43），也使得這條環狀步道的底段消失在悠悠碧水之下。



照片 42 在 921 地震前於清水溪河床仰望陡峭的峭壁雄風。

當時在此岩壁下方還設置了碼頭，方便接送客人遊湖（照片44）。



照片 43 新草嶺潭形成時淹沒峭壁雄風一半的岩壁。



照片 44 當時在峭壁雄風的下方還設置停靠站方便接送遊客遊湖。

峭壁雄風本身除了是一特殊的山崩地景之外，同時也是極佳的觀景點，展望良好，除可觀察到清水溪河床的淤積變化外，更可展望鹿窟二號橋的階地景觀、清水溪上游的山巒景色。921地震之後，在此岩壁上可欣賞到新草嶺潭剛形成時的湖水景色（照片45），可惜在2001年兩次強烈颱風（桃芝和納利颱風）侵襲下，造成新草嶺潭嚴重的淤積，之後在此岩壁就只能看到淤積的河床了（照片46）。



照片 45 在新草嶺潭剛形成時，峭壁雄風成為欣賞湖水的最佳地點。



照片 46 在 2001 年桃芝和納利颱風侵襲後，只能見到新草嶺潭的淤積河床了。

在 2001 年之後，雖然無法在峭壁雄風上見到新草嶺潭，但淤積河床因受到清水溪河水沖刷的影響，常呈現出不同的面貌，每次造訪此景點都會有不同的感受，在此岩壁的下方曾經一度發展出水草茂密的濕地（照片 47）。



照片 47 新草嶺潭淤積的河床景觀變化多端，在峭壁雄風下面曾發展出水草茂密的濕地。

由於清水溪仍不斷地沖刷此淤積河床，並造成河床的下降，因此目前被掩埋於河床內的岩壁，已慢慢地再度出露了。在岩壁上可見到過去不同時期潭水所淹沒而殘留下來的痕跡，照片 48 中白色岩壁的水平線為當時新草嶺潭的湖面高度，而照片 49 為 2006 年 5 月所拍攝，右側所見水平便道的高度，為照片 48 中所見的濕地所在的高度。到 2010 年 5 月時（照片 50），淤積河床的高度又再度下降，與照片 49 比對，約略下降了 5 公尺。若與前面的照片 42 對照，大約可知道，921 地震之前的峭壁雄風，至少仍有一半的岩壁還深埋於清水溪的淤積河床中，在清水溪持續的下切侵蝕作用下，深埋的岩壁應該有重新出露的一天。



照片 48 峭壁雄風白色岩壁上方為當時新草嶺潭的湖面高度。



照片 49 峭壁雄風右方可見一水平的便道，此為 2001 年後淤積河床的高度。



照片 50 淤積河床持續受清水溪沖刷而下降，與照片 49 比對已下降約 5 公尺。

六、結語

臺灣由於特殊的地理環境背景，進而造就了極富多樣性的地景資源，其中更不乏一些特殊的地景，這些都是歷經長時間所形成的結果，也都是我們重要的資產。這些地景資源不但具有學術研究及環境教育的功能，更深具觀光遊憩價值，也因此常發展成重要的觀光遊憩區。然而，臺灣地區近年來發生多起重大的自然事件，原有地景資源已發生明顯的變遷，有些地景品質已受到損毀，甚至於消失不見了，更有些地景資源則因受到人類活動的干擾，導致地景品質的降低，或遭受到破壞，這些都需要經由持續進行地景監測，以確實掌握臺灣地景資源的分布現況。



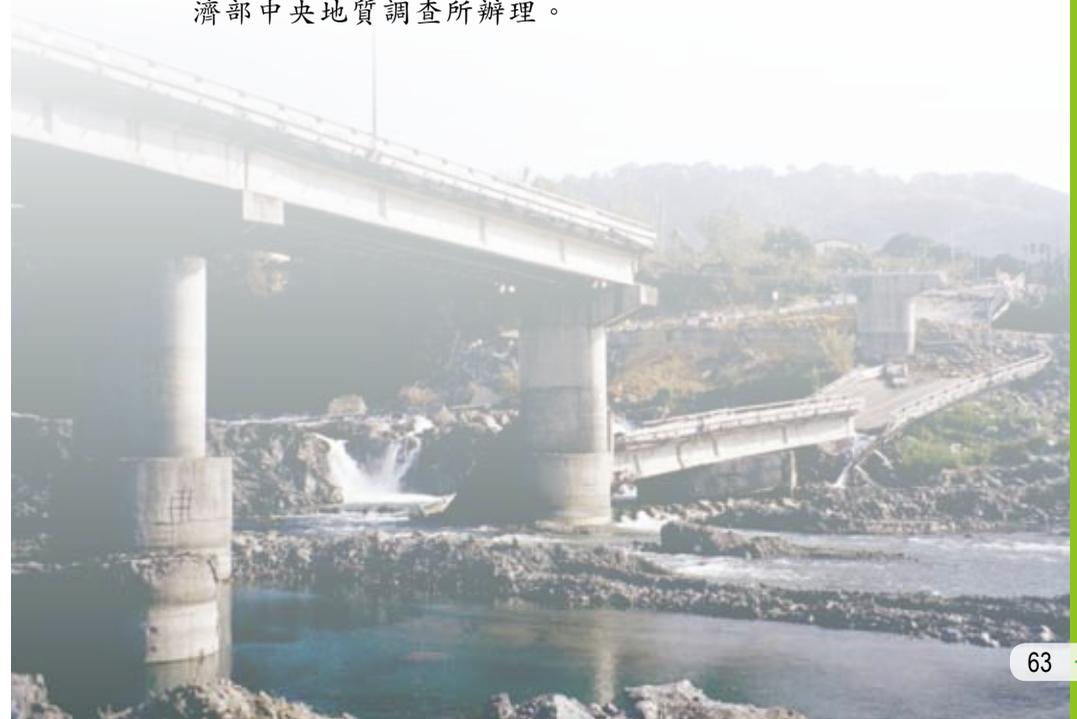
地景保育的積極目標在不損及地景特性和資源屬性的前提下，充分的發揮和利用地景具有的資源潛能，以提升地方和區域的經濟發展，而達永續利用的目標。瞭解地景的變遷除了具有學術研究價值之外，同時可提供環境教育、鄉土教育、觀光遊憩等所需的解說教育素材，有助於提升大眾對於所在環境及地景保育的關心，而且進一步可提供未來地景經理的參考依據。例如，

因921地震所形成的一些特殊地景，「埤豐橋斷層瀑布」和「新草嶺潭」等，這些規模大小不一的特殊地景，從形成到消失都不到五年，由於長期持續的監測，至少記錄及保存了這些特殊地景的一些歷史資料，而這些都是環境教育及解說相當重要和基本的素材。

921地震至今已過了14年，草嶺地景在這期間內也發生重大的變遷。草嶺山崩區的地質仍不穩定，各類型的山崩未曾間斷過，山崩區現存的兩段大崩崖，上方崩崖在過去14年來持續往下滑動中。新草嶺潭雖然已消失了，但其所遺留下的淤積河床，則受到清水溪河流下切侵蝕作用的影響，仍不斷地在下降中，這一切說明了，草嶺地景仍在快速變遷中，後續仍值得繼續監測其變遷情形。

參考文獻

- ◆ 何信昌、黃健政、黃鑑水(1999)草嶺山崩。張徽正主編，九二一地震地質調查報告，頁 97-102，經濟部中央地質調查所。
- ◆ 李建堂(2004)草嶺休閒步道地景解說手冊，行政院農業委員會。
- ◆ 李建堂(2005)草嶺的地景多樣性及其特色，臺灣生物多樣性保育年刊，4: 8-21。
- ◆ 李建堂(2006)變遷中的地景—草嶺山崩，地景保育通訊，24: 7-9。
- ◆ 李建堂(2008)變遷中的地景—新草嶺潭的地景變遷，地景保育通訊，27: 36-39。
- ◆ 李建堂(2011)草嶺地質公園的發展歷程，草嶺地質公園解說叢書 1，國立臺灣大學地理環境資源學系、行政院農業委員會林務局。
- ◆ 李建堂(2012)草嶺地質公園簡介，臺灣林業，38(1): 34-38。
- ◆ 李建堂(2012)草嶺地景多樣性，草嶺地質公園解說叢書 2，國立臺灣大學地理環境資源學系、行政院農業委員會林務局。
- ◆ 李建堂、何立德(2001)草嶺地區特殊地景資源解說手冊，行政院農業委員會。
- ◆ 洪如江(1980)草嶺大崩山之探討，工程環境會刊，1: 29-39。
- ◆ 陳明義、蘇俊豪、林良恭、李建堂、魯丁慧和黃騰禾(2003)草嶺地區自然資源，臺北：行政院農業委員會
- ◆ 陳樹群(2000)由東埔納溪堰塞湖回顧集集大地震系列堰塞湖，水與土通訊，44: 1-6。
- ◆ 黃鑑水、何信昌、劉桓吉(1983)臺灣中部草嶺地區之地質與山崩，經濟部中央地質調查所彙刊，2: 95-112。
- ◆ 經濟部水利處(1999)九二一集集大地震草嶺堰塞湖調查報告。
- ◆ 謝凱旋(1998)臺灣中部地區特殊地景調查及登錄計畫(三)彰化縣、雲林縣、南投縣，行政院農業委員會委託經濟部中央地質調查所辦理。



國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

地景的變遷 / 李建堂著. -- 初版. -- 臺北市：農委會林務局，
臺大地理環境資源學系. 民 102. 11

面；公分 -- (草嶺地質公園解說叢書 3)

參考書目：面

ISBN 957-01-9664-5 (平裝)

1. 地景保育 2. 地質公園 3. 雲林縣古坑鄉 4. 草嶺

發行人：李桃生

策劃：楊宏志、管立豪、張弘毅、黃群策、王中原

著者：李建堂

攝影：李建堂、蘇俊豪、何立德、蔡菁芳

文字編輯：李依凌

繪圖：黃昌彥

出版單位：行政院農業委員會林務局

國立臺灣大學地理環境資源學系

地址：10050 臺北市中正區杭州南路一段 2 號

106 臺北市大安區羅斯福路四段 1 號

網址：<http://www.geog.ntu.edu.tw/>

定價：新臺幣 150 元 / 本

展售處：

國家書店：臺北市松江路 209 號 (02)25180209

五南文化廣場（臺中總店）：臺中市中山路 6 號 (04)22260330

版次：中華民國 102 年 12 月初版

ISBN：

GPN：