

二萬五千分之一

地形特徵圖說明書

草 屯

Caotun

說明書編纂：沈淑敏、王聖鐸、游牧笛、林文毓

地圖編製：沈淑敏、王聖鐸、林文毓、周孜恆

蔡承樺



中華民國 108 年 12 月

封面照片說明

豐原丘陵南端的層階地形與烏溪。豐原丘陵象鼻坑一帶出露的地層為卓蘭層或頭崙山層香山段，受到車籠埔斷層抬升影響均向東傾動。以砂、頁岩互層為主地層，因抗蝕力不同，差異侵蝕的結果形成單面山景觀。多道單面山並列則成為層階地形，為本圖幅範圍內最獨特的地形景觀之一。此外可見烏溪主流河道兩岸多礫石堆積成為現代沖積層，且表面植被稀疏，表示容易受到洪水影響，不利於多年生植物生長。(江昭蓉、游牧笛攝，2018年10月19日)

內文照片攝影者（未標示者為本計畫拍攝）

攝影者	照片編號
游牧笛	2-3、2-7、4-14、5-2 至 5-7、5-9 至 5-13
張志新	2-1

序

地形是自然環境的重要組成要素之一，也是土地或地景資源的基礎，有必要以系統性的方式，記錄與呈現地表形態與成因，而世界各國常採用的作法是製作地形特徵圖（geomorphological map，或稱地形分類圖），作為等高線地形圖與災害潛勢圖之外，一種幫助判讀真實地景以推論實際地表強勢地形作用的圖資。大規模或高強度的地形作用易導致災害發生，若能善加解讀留存於地景之中的地形作用證據，並且考量使用者需求適當的呈現，將可幫助災害管理及國土或區域規劃部門、土地開發業者、社區防災人員等了解一地的環境特性，進而有助於環境經營與災害防治。

我國在地形地質環境與災害的調查研究，雖已累積豐碩成果，但還未見有系統的編製地形特徵圖。有鑑於此，2017-2018年以經建版木柵圖幅為示範區，製作完成1:25,000「木柵」圖幅，並編纂圖幅說明書。本(2019)年度計畫以前述圖資為基礎，進行使用者導向之地形特徵圖的繪製，並以「草屯」圖幅進行示範研究。本計畫邀請環境、防災從業人員、長期關心地形環境之非政府組織成員等，透過現場與室內意見交流，據以修改地圖，以兼顧地圖資訊豐富度與地圖可讀性。

本計畫在製圖過程中，盡可能採用國內相關部門與學術單位之既有的圖資與典藏成果，主要包括經濟部中央地質調查所之環境地質圖、降階處理之6公尺網格DEM，農委會水土保持局之土石流潛勢溪流資料，以及國土測繪中心臺灣通用版電子地圖、國土利用調查等成果。在地形判釋方面，結合地形平坦度自動判釋、航照判釋等方法，並輔以野外抽樣查核。各種圖層之資料來源、建置年代與地圖使用限制，均詳載於圖幅說明書中。

本計畫為行政院農委會水土保持局與國家災害防救科技中心合作協議下，邀集國立臺灣師範大學地理學系共同製作，計畫執行期程為2019年4月22日起，至同年12月6日止。

謝誌

地形特徵圖「草屯」圖幅及說明書的完成，仰賴許多人員與單位的支持。在資料方面感謝國家災害防救科技中心提供或代為申請各項圖資，在地圖美學與設計方面，感謝東南科技大學退休副教授林惠娟老師、中國文化大學地理系副教授高慶珍老師、大華科技大學退休副教授曾正雄老師的建議與指導。地質與地形資訊方面，承蒙經濟部中央地質調查所紀宗吉組長、彰師大地理系退休教授楊貴三老師、臺大地理環境資源學系教授林俊全老師、彰化師大地理系副教授陳毅青老師、聯合大學土木與防災學系教授羅佳明老師指導協助，防災應用與推廣方面，則感謝逢甲大學營建與防災研究中心巫仲明副教授、中華民國自然步道協會林淑英榮譽理事長、社區大學全國促進會楊志彬秘書長、地景與文學作家黃同弘先生協助提供寶貴意見。本年度計畫特別前往日本的国土地理院、国立研究開発法人防災科学技術研究所及地質調査総合センター接待參訪並介紹其業務、陳雅姣博士協助翻譯，亦感謝陳映璇博士協助彙整英美兩國的地形製圖發展。最後，感謝臺師大地理學系碩士班林毓琪、趙家芸同學，以及大學部楊鈞棠、陳亭妤、林鈞陶、劉芳妤、吳盈萱、黃其優同學的協助，使成果不斷精進。以上一併申謝。

目次

	頁碼
序	
壹、地圖與圖資概述	1
一、位置與交通	1
二、圖幅要素	3
三、圖層架構與定義	5
四、地圖使用限制	13
貳、自然環境概述	17
一、地質	17
二、氣候與水文	24
三、流域與地形	26
參、地形分區	31
一、丘陵	32
二、盆地	34
三、臺地	36
肆、特徵地形	39
一、河流地形	39
二、崩壞地形	58
三、新構造地形	61
四、人為設施與地景	67
伍、地形資源	71
一、地形環境利用	71
二、觀光地景與地景保育	78
陸、地形地質災害案例	83
一、臺中與南投（本圖幅內）集集地震災害	86
二、臺中與南投（本圖幅內）八七水災概況	88
三、南投縣南投市樟平溪與貓羅溪軍功寮一帶豪 雨積淹	89
柒、參考資料	91

壹、地圖與圖資概述

一、位置與交通

草屯圖幅之經緯度西起 $120^{\circ} 38' 00'' E$ 、東至 $120^{\circ} 45' 30'' E$ 、北起 $24^{\circ} 02' 39'' N$ 、南至 $23^{\circ} 55' 09'' N$ 間。本圖之涵蓋範圍，屬於烏溪（大肚溪）流域，範圍內主要支流包括屬於貓羅河流域之貓羅溪主流、支流隘寮溪、樟平溪等，以及屬於大里河流域的乾溪。地形以盆地、丘陵為主體，西南角則屬八卦臺地。圖幅範圍橫跨臺中市霧峰區、烏日區、南投縣草屯鎮、南投市、中寮鄉，以及彰化縣芬園鄉與極小面積的社頭鄉（圖 1-1）。本圖幅範圍參考 1:25,000 經建版地形圖圖框範圍，並為製圖示範考量，需呈現更多樣的地形環境而平移。主圖北段 1/3 為霧峰圖幅，南段 2/3 為南投圖幅，鄰近之經建版地形圖圖幅包括彰化、員林、田中、竹山、國姓、中寮與集集圖幅（圖 1-2）。



圖 1-1 草屯圖幅行政界線略圖

9521-III SW	9521-III SE	9521-II SW
彰化	霧峰	國姓
9520-IV NW	9520-IV NE	9520-I NW
員林	南投	中寮
9520-IV SW	9520-IV SE	9520-I SW
田中	竹山	集集

圖 1-2 草屯圖幅範圍(紅色區域)與鄰近 1:25,000 經建版地形圖圖幅接合表

本圖幅西部為臺中都會區及其周邊衛星市鎮（包括草屯、南投等），大量開發為農地、建地。烏溪沖積扇地區之主要交通幹道，

包括國道 3 號大致以南北走向跨越烏溪、國道 6 號沿烏溪主流河道兩岸之沖積扇、氾濫平原或低位河階興建高架橋；省道臺 3 線以南北向大致沿著山麓線西側跨越烏溪主流，臺 14 線自草屯以東西向貫穿草屯河階群，臺 63 線介於國道 3 號與臺 3 線間跨越烏溪，並延伸至草屯鎮境內。丘陵範圍內，有許多公路等級較低的道路連結各地，其中又以乾溪溪谷內的中 114 線（峰谷路）、隘寮溪流域的投 14 線、投 17 線，以及樟平溪谷的投 22-1 線，為丘陵區域較重要的聯外道路。

二、圖幅要素

草屯圖幅圖面有主圖 1 幅、插圖 8 幅，以及圖例、圖料清單、比例尺等圖幅要素，其圖面配置如圖 1-3 所示。

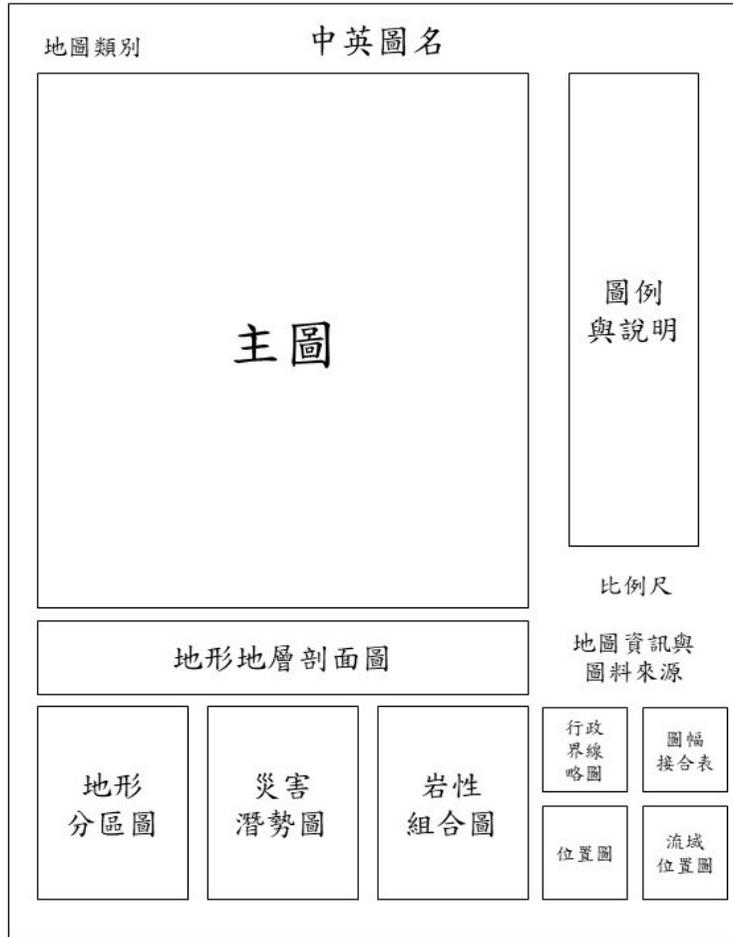


圖 1-3 1：25,000 草屯圖幅圖面配置示意圖

1. 圖名

本圖範圍為基本地形圖之圖幅位置平移，為避免與既有之基本地形圖圖幅名稱混淆，故本圖另取圖幅範圍內最主要之聚落地名「草屯」為圖名。中文圖名旁並列圖名之漢語拼音。

2. 地圖訊息與圖料來源

說明主圖之等高線間隔、高程基準、地圖投影法、坐標系統、地球原子、方格線及測繪時間等地圖資訊，以及地圖使用之圖層資料來源。

3. 圖例與說明

主圖圖面有標示之圖徵，均於圖例處排列，並在說明處簡要標註該種地形特徵之標準。

4. 地形地層剖面圖

本圖用以展現區域內連續地形變化趨勢與地層關係。剖面根據經濟部中央地質調查所分幅地質圖（比例尺 1：50,000）之既有剖面繪製。另在剖面圖上，標示沿線的地形分區與主要山嶺等。

5. 地形分區圖

說明本圖幅涵蓋之地形分區範圍，詳見「參、地形分區」。

6. 災害潛勢圖

本圖係根據經濟部中央地質調查所調查並公告之環境地質圖（比例尺 1：25,000）、政府資料開放平臺上由經濟部水利署提供 2019 年更新之淹水潛勢圖，及行政院農業委員會水土保持局土石流災害潛勢資料，並加以整合轉繪。

7. 岩性組合圖

本圖以展現區域岩性概況為主，可與主圖相互比對。資料來源參考經濟部中央地質調查所 1：25,000 岩性組合圖，並依主圖呈現方式將其內容由原來之單層、偶夾、間夾、互層 4 類進行簡化，單層與偶夾合併為單層，間夾與互層合併為互層。圖中以英文字母表示註記地層，圖右、下置該圖圖徵及說明。

8. 位置圖、流域位置圖、行政界線略圖與圖幅接合表

用於定位本圖幅所在位置及其周邊之關係。

三、圖層架構與定義

地形特徵圖所展示的地表形態可分為兩大類，其一為「連續地表變化」，包含邊坡連續變化與轉折，常以等高線表示；其二為具有可供辨認之特徵，且可以劃定邊界的「特徵地形」，如河流地形（溪溝、平底谷、沖積扇等）、崩壞地形（落石、岩體滑動、岩屑崩滑等）、新構造地形（斷層崖、撓曲崖等）等。

本圖之圖層順序除了考量各種地形相關訊息之重要性（依製圖目的而定）、幾何特性、面積與視覺化效果等因素，並參考過往研究成果（圖 1-4）。受限篇幅，此處僅展示在本圖幅範圍內出現的圖層。

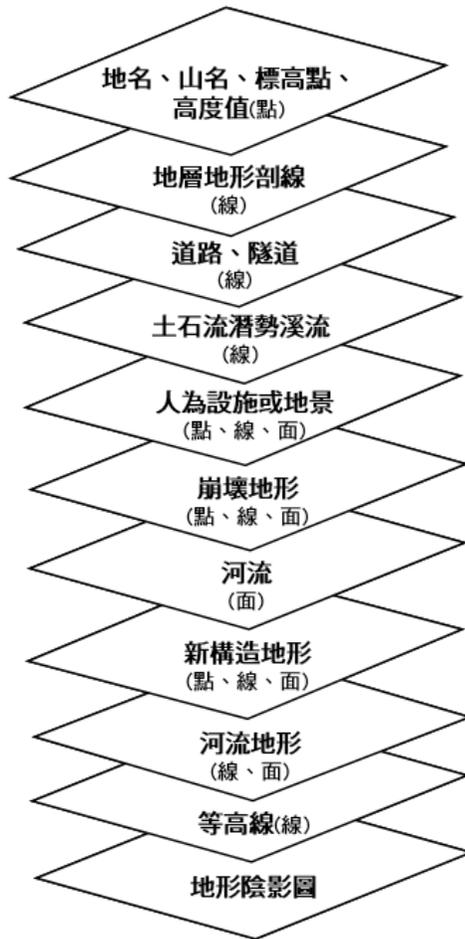
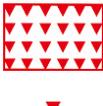
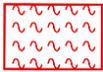
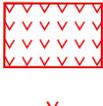
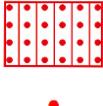


圖 1-4 地形特徵圖之圖層架構示意圖

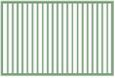
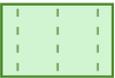
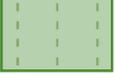
本圖幅範圍內包含丘陵、盆地、臺地 3 大類地形（詳見參、地形分區），各類地形之一般性定義、操作性定義及圖層資料來源如表 1-1 所示。表 1-1 僅標註本圖幅（主圖及插圖）內有出現之地形、地質與其他要素，其餘地圖要素則於表 1-2 註明。須特別說明，本圖所列「土石流扇」，乃根據地形特徵與沉積物特性判釋，與政府公告之土石流潛勢溪流（考量保全對象有無）有別；此外，本圖之斷層崖乃標示地形崖的崖底位置，也與經濟部中央地質調查所公告之斷層線、斷層地表破裂位置的不同。

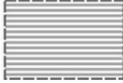
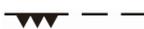
表 1-1 地形地質要素一覽表

圖徵	地形名稱	地形一般性定義	本圖之操作性定義或圖層資料來源
	崩崖 Scarp	因崩壞作用而形成的地形崖。	採用經濟部中央地質調查所經濟部中央地質調查所都會區及周緣坡地環境地質資料庫圖集：中部地區。圖層描繪位置為崩崖頂部。圖例所在位置為崖頂。
	落石 Rock Fall	發生岩石或岩塊墜落之範圍。(面積小於 2,500 平方公尺者以點符號呈現)	採用經濟部中央地質調查所經濟部中央地質調查所都會區及周緣坡地環境地質資料庫圖集：中部地區。
	岩體滑動 Rock Slide	邊坡上岩塊滑動之範圍。	採用經濟部中央地質調查所經濟部中央地質調查所都會區及周緣坡地環境地質資料庫圖集：中部地區。
	岩屑崩滑 Debris Slide	發生岩屑、砂土墜落及滑動的範圍。(面積小於 2,500 平方公尺者以點符號呈現)	採用經濟部中央地質調查所經濟部中央地質調查所都會區及周緣坡地環境地質資料庫圖集：中部地區。
	崩積層 或落石堆 Colluvial Deposit	因重力作用而堆積的鬆散岩屑或岩塊堆積。(面積小於 2,500 平方公尺者以點符號呈現)	採用經濟部中央地質調查所經濟部中央地質調查所都會區及周緣坡地環境地質資料庫圖集：中部地區。
	潛在大規模崩塌 potential large-scale landslides	具有地表變形徵兆之潛在崩塌。	採用經濟部中央地調所潛在大規模崩塌調查成果。

	<p>傾動方向 Tilt-Block Direction</p>	<p>因地下構造擠壓使地表隆升、傾斜，導致原地形面（包括河階、沖積扇、沖積平原等）往特定傾斜方向（箭頭方向）。</p>	<p>參考張瑞津等（2003）、楊貴三與沈淑敏（2010）之判釋結果圖層，將地形面（如河階）明顯受構造（向、背斜或斷層）影響而傾斜者，加以標示傾動方向。</p>
	<p>斷層崖 Fault Scarp</p>	<p>因斷層錯動至地表而形成的地形崖（斷層崖），其位置可能受其他外營力侵蝕、堆積影響而與實際斷層破裂帶略有所差異。 斷層崖依地形判釋之確實度，可將左側圖徵由上至下分為確實度 1、2、3 與推測，以表現其地表形態殘留的完整度區分。其判釋標準於「肆、特徵地形」說明之。</p>	<p>參考張瑞津等（2003）、楊貴三與沈淑敏（2010）之判釋結果圖層，並輔以 6 公尺網格 DEM 所產製之地形模型編修。編修位置統一為該斷層崖崖底。</p>
	<p>三角切面 Triangular Facet</p>	<p>因地形崖遭地形營力切除而殘餘近似三角形的坡面。此處僅呈現因斷層發生錯動，導致原斷層崖被河流切割殘餘的三角形坡面。</p>	<p>參考張瑞津等（2003）、楊貴三與沈淑敏（2010）之判釋結果圖層，並輔以 6 公尺網格 DEM 所產製之地形模型編修。</p>
	<p>河蝕崖 Fluvial Cliff</p>	<p>受到河流下蝕而形成河岸兩側之小崖。</p>	<p>利用 6 公尺 DEM 判釋河岸兩側比高大於 3 公尺之小崖。河蝕崖的符號標註於崖頂連線位置。</p>
	<p>溪溝 Gully</p>	<p>邊坡上由流水作用下蝕形成之小溝。</p>	<p>以 6 公尺 DEM 進行水文分析，以 300 網格作為集流閾值進行自動萃取，並為地</p>

			圖簡化之目的，僅放置河流級序一級河以上的溪溝。
	平底谷 (埋積谷) Flat- Bottomed Valley	受厚層沉積物淤埋而形成谷床平坦之河谷形態。此類河谷可能因環境影響，僅有局部河段之埋積。	使用 6 公尺 DEM，利用 Geomorphon 模組自動判釋平坦度閾值 15° 並與山谷水系相疊之平坦面。 註：標示為「土石流堆積區」者不再標示為平底谷。
	土石流潛勢溪流 Potential Debris Flow Torrent	依據現地土石流發生之自然條件，配合影響範圍內是否有保全對象等因素，綜合評估後判斷有可能發生土石流災害之溪流或坑溝。	採用行政院農委會水土保持局土石流災害潛勢資料之土石流潛勢溪流。 註：標示為土石流潛勢溪流之溪谷不再標示為平底谷。
	土石流堆積區 Debris Flow Deposit	岩石、岩屑及土壤流動減緩後之堆積區域。	採行政院農委會水土保持局土石流災害潛勢資料之土石流影響範圍，及經濟部中央地質調查所經濟部中央地質調查所都會區及周緣坡地環境地質資料庫圖集：中部地區。兩項資料綜合處理。 註：標示為土石流堆積區者不再標示為「平底谷」。
	土石流扇 Debris Flow Fan	岩石、岩屑及土壤流動減緩後之扇狀堆積區域。一般而言，面積較沖積扇小、扇面平均坡度較陡。	利用 6 公尺 DEM 自動生成 1 公尺間距等高線，圈繪等高線分布呈扇狀範圍，再輔以航照形態判釋、現地調查，或前人記錄是否具備土石流作用的特徵加以判釋。

	<p>沖積扇 Alluvial Fan</p>	<p>河流出谷口後因流能減小形成之扇狀堆積區域。一般而言，面積較土石流扇大、扇面平均坡度較緩。</p>	<p>利用 6 公尺 DEM 自動生成 1 公尺間距等高線，圈繪等高線分布呈扇狀範圍，再輔以航照形態判釋、現地調查，或前人記錄是否具備土石流作用的特徵加以判釋。如無土石流作用跡象或無法判別，皆列為沖積扇。</p>
	<p>高位河階 Lateritic Terrace</p>	<p>為古河床與沖積平原經河道下切所形成之平行河岸階狀地，與現生河床比高較大，表面常有紅土覆蓋，年代約≥ 3萬年。前人研究中之「紅土緩起伏面」亦整合納入高位河階。</p>	<p>參考張瑞津等（2002）、楊貴三與沈淑敏（2010）之判釋結果圖層，並輔以 6 公尺網格 DEM 所產製之地形模型編修。未有前人研究之其他河流，經 DEM 室內判釋後，再輔以現場查核。</p>
	<p>低位河階 Fluvial Terrace</p>	<p>為前期河床與沖積平原面經河道下切所形成之平行河岸階狀地，與現生河床比高較小，年代約≤ 3萬年。</p>	<p>參考張瑞津等（2002）、楊貴三與沈淑敏（2010）之判釋結果圖層，並輔以 6 公尺網格 DEM 所產製之地形模型編修。未有前人研究之其他河流，經 DEM 室內判釋後，再輔以現場查核。</p>
	<p>氾濫平原 (堤內) Floodplain (River Side of Levee)</p>	<p>河流出山谷後，由沖積作用形成之廣大平坦區域。</p>	<p>河流出山谷後，河流兩側無明顯河蝕崖範圍之平地。若河道旁有堤防建築，堤內（居住地）為沖積平原。</p>
	<p>氾濫平原 (堤外) Floodplain</p>	<p>洪水時期河流溢淹之範圍。</p>	<p>河流出谷口後兩岸的平坦地區，若河道旁有堤防建築，視堤</p>

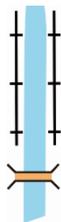
	(Field Side of Levee)		外（河川區域）範圍為氾濫平原。
	河道主流 Main River Channel	河流（常流河）主要之流路。	採用內政部國土測繪中心臺灣通用版電子地圖圖層（2018年申請）。
	河道支流 Tributary		
	舊流路 Abandoned Channel	過去河流之流路，現今平時已無河水流經。類型包含舊流路、舊分流、舊流槽切斷等。	經歷史圖資數化、航照判釋或數值地形分析，輔以現場調查，決定舊流路邊界。
	挖填方 Excavation or Filling	坡地受人為開挖、填土所形成之地表形態。	經檢視內政部開放資料之數值地形模型確有人為大面積開挖、填土行為而改造原地表形態的範圍，並輔以前、後期航空照片或正射影像、土地利用現況進行範圍檢核。
	順向坡 Dip Slope	地表坡向大致與地層層面傾向一致的邊坡。	採用經濟部中央地質調查所經濟部中央地質調查所都會區及周緣坡地環境地質資料庫圖集：中部地區。
	逆斷層(含推測斷層) Thrust Fault	地層受力導致地表產生錯動、破裂。	採用經濟部中央地質調查所經濟部中央地質調查所都會區及周緣坡地環境地質資料庫圖集：中部地區。
	背斜 Anticline	地層受力產生褶曲（褶皺），且兩翼向下彎曲之軸部位置連線。	採用經濟部中央地質調查所經濟部中央地質調查所都會區及周緣坡地環境地質資料庫圖集：中部地區。

岩性組合		沖積層(礫石、砂及黏土)	依經濟部中央地質調查所 1:25,000 環境地質圖之岩性資料分類，再經簡化而成。僅於岩性組合圖插圖呈現。	採用經濟部中央地質調查所經濟部中央地質調查所都會區及周緣坡地環境地質資料庫圖集：中部地區。 本圖徵簡化標準如下，依主、次要岩層厚度所佔比例區分： (1) 單層：主、次要岩層比例 4:1 或以上（即岩性組合圖原來之單層、偶夾二類合併）。 (2) 互層：主、次要岩層比例介於 1:1 至 4:1 之間（即岩性組合圖原來之互層、間夾二類合併）。
		山麓緩斜面堆積物(礫石、砂及黏土)		
		階地堆積層(礫石)		
		紅土台地堆積層(紅土礫石)		
		頭嵙山層 火炎山段 (礫岩)		
		頭嵙山層 香山段 (砂岩)		
		卓蘭層 (砂岩)		
		卓蘭層 (砂、泥岩 互層)		
		錦水頁岩 (頁岩)		

*各引用圖資之測製時間請參閱表 1-3。

**本表僅列出草屯圖幅（主圖及插圖）內有出現之地形、地質要素。

表 1-2 其他地圖要素一覽表

圖徵	名稱	一般性定義	本圖之操作性定義或圖層資料來源
	堤防 River Dike	以防洪為主要功能之平行河道人工結構物(包括防洪牆)。	採用內政部國土測繪中心臺灣通用版電子地圖圖層(2018年申請)。並輔以實地調查或街景抽樣確認。
	橋梁 Bridge	橫跨河流兩岸之道路。	採用內政部國土測繪中心臺灣通用版電子地圖圖層(2018年申請)。
	國道 Freeway	由我國政府出資興建與管理的最高等級幹線公路。	採用內政部國土測繪中心臺灣通用版電子地圖圖層(2018年申請)。
	快速公路 Expressway	除高速公路外,其出入口完全或部分控制,中央分隔雙向行駛,除起起迄外,並與主要道路立體相交、次要道路得平面相交,專供汽車行駛之公路。	
	省道 Provincial Highway	聯絡二縣(市)以上、重要政治與經濟依賴道路。	
	主要道路 Main Road	除國道、省道外之重要道路。	採用內政部國土測繪中心臺灣通用版電子地圖圖層(2018年申請)。
	隧道 Tunnel	提供兩地間交通,同時維持其上方地盤穩定之工程。	並依當地交通實際狀況挑選。
	鄉鎮市區公所 Township Office	鄉鎮市區層級政府行政單位所在地。	採用內政部國土測繪中心臺灣通用版電子地圖圖層(2018年申請)。
	警察局派出所	警政單位所在地。	

	Police Station	
ㄩ	消防隊 Fire Department	消防單位所在地。
ㄣ	學校 School	各級公、私立學校所在地。
ㄇ	醫院 / 衛生所 Hospital / Health Center	各級公、私立醫療院所、衛生所所在地。
	建物 Building	地表之永久性建築物所在範圍。

*各引用圖資之測製時間請參閱表 1-3。

**本表僅列出草屯圖幅（主圖及插圖）內有出現之地形、地質要素。

四、地圖使用限制

草屯圖幅圖層的來源包括各單位現有圖資 (shapefiles 格式)，以及經濟部中央地質調查所降階處理後之 6 公尺網格數值高程模型。測繪紙圖有其極限精度，視比例尺精度而定。本圖主圖比例尺設定為 1:25,000，實際長度 50 公尺之地景，在圖面上僅 0.2 公分，故 50 公尺以下之長條面狀地形單元，改以線符號表現（如埋積谷、溪溝等），面積小於 2,500 平方公尺之面狀地形、地物以點符號表現之。此外，本計畫採用之 Geomorphon 模組於自動判釋地形時，判釋區直徑至少需 7 個網格長，因此長、寬小於 42 公尺（6 m x 7 = 42 m）的地形，不會呈現。

本圖引用既有之圖資包括：內政部國土測繪中心臺灣通用版電子地圖圖層、行政院農業委員會水土保持局公告之土石流災害潛勢資料、經濟部中央地質調查所都會區及周緣坡地環境地質資料庫圖集：中部地區岩性組合圖（1:25,000）等。各圖層皆採與本圖設定之比例尺加以彙整與編輯，各圖層的測製時間與資料來

源可見表 1-1、表 1-2，各資料的測製、出版及取得時間請見表 1-3。

表 1-3 主圖使用圖資之測製時間一覽表

引用圖資名稱		時間
內政部國土測繪中心臺灣通用版電子地圖		2018 年更新
經濟部中央地質調查所降階處理之 6 公尺數值高程模型		2011 年測製 2017 年降階
經濟部中央地質調查所 1：50,000 分幅地質圖	臺中	2000 年出版
	南投	2004 年出版
經濟部中央地質調查所都會區及周緣坡地環境地質資料庫圖集：中部地區岩性組合圖（霧峰、南投）		2003 年測製 2008 年公開
臺灣島河階地形資料庫的建置（2/3）－西南部地區*		2003 年公開
活動構造地形判釋及資料庫建置分析（1/2）**		2005 年公開
行政院農業委員會水土保持局土石流災害潛勢資料		2019 年公開
經濟部水利署水利地理資訊服務平臺（網頁）－堤防或護岸位置圖		2000 年建置
內政部國土測繪中心 1：25,000 基本地形圖	霧峰	2018 年測製
	南投	2016 年測製
內政部國土測繪中心國土利用調查		2018 年更新

*張瑞津等（2003）執行之經濟部中央地質調查所委託計畫。

**沈淑敏等（2005）執行之經濟部中央地質調查所委託計畫。

本圖可供土地利用規劃、防災等領域之工作者參考，有助於整體了解草屯圖幅範圍內之地形特徵及地形作用。為了解不同地圖使用者的需求，本圖曾針對「災防應變實務人員」、「防災教育教師」、「災害相關主管機關」與「防災從業人員（如非政府組織團體等）」進行意見調查，以求促進地形學研究者與使用者間對於地形環境之有效溝通與理解。

本圖已盡可能利用各相關政府機構產製的豐碩圖資成果，但受限於各圖層之測製比例尺，提醒本圖應於比例尺 1：25,000 的

狀態下使用，不宜再予放大後套疊其他圖資。若需要更大比例尺之相關規劃或開發作業，應配合相關法規進行更高精度之調查。

貳、自然環境概述

一、地質

地層特性與地質構造是影響地形的兩個重要因素。本節簡要介紹草屯圖幅範圍之地質概況，主要資料參考經濟部中央地質調查所出版之 1:50,000 分幅地質圖臺中(何信昌與陳勉銘, 2000)、南投(陳華玟等, 2004) 2 圖幅與其所附之地質圖說明書。

臺灣中部受菲律賓海板塊擠壓影響，主要大地應力係從東向西擠壓，使得西部地區有一系列成覆瓦狀之逆斷層，約呈南北走向出現，並使局部的地層發生傾動、褶曲(褶皺)。其中較重要的斷層包括大茅埔—雙冬斷層、車籠埔斷層、彰化斷層等。

根據陳振華等(1992)、陳文山等(1994)、何信昌與陳勉銘(2000)之調查指出，臺中盆地形成早期為一前陸盆地。近代由於八卦山背斜與彰化斷層活動，造成原沖積扇地形隆起。而八卦臺地與車籠埔斷層間之臺中盆地為一背負型盆地(piggyback basin)。其地質剖面如草屯圖幅之「地形地層剖面」所示。

1. 地層與岩性

草屯圖幅範圍內出露的地層以沉積岩、階地堆積層與沖積層為主。出露地表的層，年代由老到新依序為錦水頁岩、卓蘭層、頭嵙山層、八卦山層、階地堆積層與山麓緩斜面堆積物、沖積層(陳華玟等, 2004)，其中以沖積層分布最廣。地質年代約橫跨上新世晚期至全新世。

● 錦水頁岩

錦水頁岩普遍出露於西部麓山帶(丘陵區)，本層主要分布在與臺中盆地相鄰的丘陵區最西緣，由厚層深灰色泥岩及砂、頁岩薄互層為主，富含生物與生痕化石。因其易成為斷層活動之弱面，大多出露於車籠埔斷層東側上盤擾動帶，岩層變形、構造複雜，經常無良好的層序。此層在本圖幅北端有小範圍出露，烏溪主流

以南分布較廣。由於其出露多與車籠埔斷層錯動、上盤相對抬升有關，故在斷層沿線常可見到河流侵蝕錦水頁岩所形成的河蝕崖，包括大里溪、頭汴坑溪（照片 2-1）、北溝溪（照片 2-2）、草湖溪，草屯圖幅範圍內之乾溪亦有相同情形發生。



照片 2-1 頭汴坑溪河道侵蝕因斷層抬升而出露的錦水頁岩。
(2019 年 5 月 19 日攝)



照片 2-2 車籠埔斷層露頭。上盤（照片右側）為錦水頁岩，下盤為階地堆積層。攝於大里垃圾衛生掩埋場南側北溝溪畔。（引自何信昌與陳勉銘，2000）

● 卓蘭層

分布於草屯圖幅東部，為丘陵區西緣的地層。形成年代雖然較早，但受車籠埔斷層逆衝抬升而出露至地表，並向東傾動約 20-40 度。岩性以砂、頁岩互層為主，砂岩呈淡青灰色或淡灰色，偶爾出現泥岩、粉砂岩薄互層。卓蘭層內常見不規則或管狀的生物擾動痕跡，若生物擾動強烈，生物作用或殼體溶出之碳酸鈣成分有時能提高膠結程度，地形上容易凸起成為山脊。由於砂、頁岩層抗蝕力不等形成差異侵蝕，故卓蘭層範圍內的地表常呈現一系列的單斜脊（單面山）地形，數列單面山組成層階地形（照片 2-3）。



照片 2-3 卓蘭層因砂、頁岩差異侵蝕所形成的層階地形。豐原丘陵區域有許多單面山所形成的層階景觀，黑色虛線為卓蘭層的層面所控制之順向坡。（2016 年 10 月 22 日攝）

● 頭嵙山層

頭嵙山層依其岩性不同，又可分為下部的香山段（砂岩為主）與上部的火炎山段（礫岩為主）。草屯圖幅內頭嵙山層香山段出露於圖幅東部，整合覆蓋於卓蘭層上，其上的火炎山段則已超出圖幅範圍。頭嵙山層火炎山段礫岩層內礫石間的砂質基質於豪雨時易受侵蝕而流失，使礫石失去支撐進而崩落，其崩落的礫岩埋積於溪谷中，成為豪雨時土石流的材料，如豐原丘陵區域內象鼻坑。此外，在圖幅西部，八卦臺地因受彰化斷層、八卦山背斜隆升影響，也有火炎山段出露地表，形成許多陡峭、深切的蝕溝（照片 2-4）。

- 八卦山層或紅土臺地堆積層

陳華玟等(2004)將八卦臺地施厝坪、豆周寮，以及草屯河階群南部的高位河階如頂城等頂部平坦的地形面，分類為八卦山層。此層岩性為紅化礫石層(照片 2-5)、紅化砂層及紅化土。該層以交角不整合的形式覆蓋於頭嵙山層上，推測沉積環境可能為古沖積扇。環境地質圖則將此區之八卦山層稱為紅土臺地堆積層。



照片 2-4 頭嵙山層火炎山段分布地區常形成密集、深邃、陡峭的蝕溝地形(箭頭處)。(2019年8月8日攝)



照片 2-5 八卦山層的紅化礫石層。攝於下橫山。(2019年5月20日攝)

- 山麓緩斜面堆積物

八卦臺地兩翼，接近臺中盆地與彰化平原的緩斜坡地，陳華玟等(2004)歸類為山麓緩斜面堆積物，於員林的鑽井判釋結果，推定應為頭嵙山層受侵蝕後再堆積所形成的山麓緩斜面。於本圖幅內主要分布於臺中盆地西南側，推測應為八卦山背斜部附近發育之發達蝕溝，侵蝕八卦山層礫石層，並堆積於盆地邊緣形成聯合沖積扇，覆蓋於八卦山層上。

- 階地堆積層與沖積層

草屯圖幅範圍內之階地堆積層，多分布於車籠埔斷層上盤(即斷層線東側)，地形上以低位河階的形式存在，且因斷層多次隆起，低位河階對比階數可達5階。圖幅內各大溪流則堆積有沖積層，

除烏溪主流外，主要分布於車籠埔斷層與八卦臺地間，地形上包含 1 階低位河階（階地堆積層），以及氾濫平原或沖積扇（沖積層）。

2. 地質構造

本圖幅涵蓋之區域，主要受來自東側的應力擠壓影響，形成斷層、褶曲與背負盆地的配置（圖 2-1），主要構造線多以南北走向分布。以下簡要說明之：

(1) 褶曲

草屯圖幅內主要褶曲為八卦山背斜，約位於八卦臺地最高處。由地表橫剖面可觀察到，八卦臺地呈現東斜面較緩的非對稱性開放型背斜（何信昌與陳勉銘，2000），背斜軸約呈北北西—南南東走向，大致與 139 縣道相近。地層傾角西翼約 20 度以下，大於東翼平均 10 度以下的傾角。臺地兩翼受背斜構造形狀影響，略呈凸坡（照片 2-6），且地形坡度略大於地層傾角。



照片 2-6 八卦山背斜至台中盆地間可見略呈凸坡形態。照片左邊為東側。(2019 年 8 月 8 日攝)

(2) 斷層

本圖幅範圍內主要斷層為車籠埔斷層、隘寮斷層，以下分別簡介之：

● 車籠埔斷層

車籠埔斷層為臺灣中部地區的主要逆斷層，整體為南—北走向，斷層面向東傾斜，北起苗栗卓蘭，南至南投竹山，總長約 105 公里（陳華玟等，2004）。林朝榮（1957）觀察更新世河階面因受斷層引曳而向西下撓，推測車籠埔斷層形成於更新世晚期。斷層上盤（東側）為一系列東傾之中新世到更新世間的地層，並逆衝於臺中盆地的現代堆積層上（Chang, 1971）（圖 2-2）。在草屯圖幅範圍內，斷層受現代沖積層覆蓋（照片 2-7），故斷層位置與集集地震破裂帶並不完全一致。

根據賴典章等（1997）調查，車籠埔斷層大致沿著盆地與丘陵交接處延展，部分地區有分支斷層，整個斷層上盤地表擾動的寬度可達 600 公尺，如中興新村主破裂帶位於丘陵與低位河階之交界，但在其東北方約 500 公尺處中興別莊發現具有褶曲、斷層與地層倒轉現象之露頭（林啟文等，2003）。

車籠埔斷層帶在本圖幅範圍內，普遍有下列地質特徵：臺中盆地與丘陵交界處附近，斷層線西側常可見到比高約 3-6 公尺的階地堆積礫石層，但東側相同比高處則多為位態不一的岩層（照片 2-3）。地形上則可由低位河階的階數觀察到明顯差異，由於車籠埔斷層的多次抬升，在草屯圖幅範圍內，斷層上盤丘陵區範圍內可觀察到至多 5 階低位河階（如范舜侑（2008）和黃珮瑜（2008）等的調查），盆地區則至多 1 階低位河階。

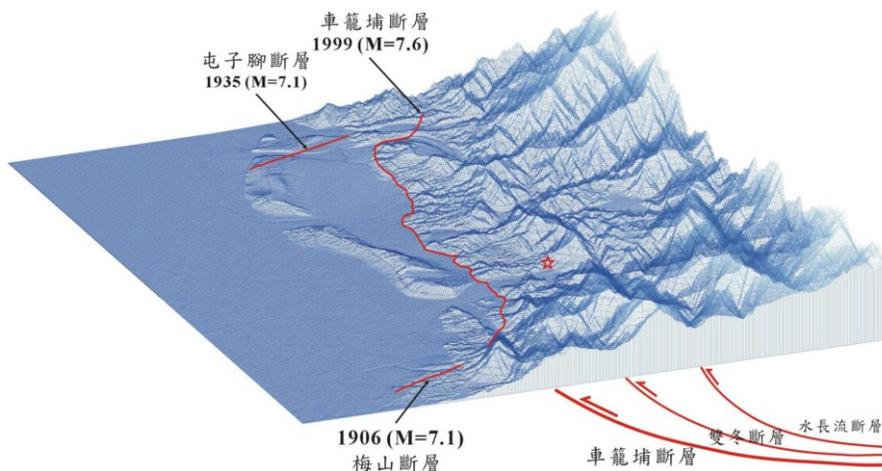


圖 2-2 車籠埔斷層及其鄰近一系列東傾逆斷層分布圖(引自王乾盈, 2004)



照片 2-7 乾溪河床上車籠埔斷層上盤錦水頁岩露頭，以及上覆之現代沖積層。(2018年3月9日攝)

- 隘寮斷層

根據楊貴三與沈淑敏(2010)、經濟部中央地質調查所(2014)指出，位與烏溪以南草屯河階群有一西高東低的斷層崖，呈南—北走向長約4公里。其地表破裂的崖面方向與西側2公里的車籠埔斷層相反，稱隘寮斷層(照片2-8)。此

乃因集集地震車籠埔斷層錯動時形成之背衝斷層（back thrust），而其所形成的斷層崖則稱為反斜崖。



照片 2-8 車籠埔斷層之背衝斷層隘寮斷層。虛線標示位置為斷層崖底，短線指向為崖面坡向（朝向逆斷層下盤）。（2019年8月6日攝）

二、氣候與水文

草屯圖幅範圍位於中臺灣，屬副熱帶季風氣候，冬、夏兩季乾濕季分明，降水多集中於4至9月間。圖幅範圍之年平均雨量約1,600毫米，雨量最多的月份為8月，最少為11月。冬、春以鋒面雨為主，但位處鋒面系統影響範圍之南端，較為乾燥；夏、秋以午後雷陣雨及颱風雨為主，降水強度較大。

圖幅範圍絕大部分位於烏溪流域內，其主流與重要支流為常流河，惟洪枯流量差異大。以1980至2018年間烏溪主流烏溪橋水文測站為例，月平均流量以6月最大，達172.73 CMS，12月最小，為21.55 CMS，差距超過8倍（經濟部水利署，2018）。以下列出草屯圖幅範圍內，依Strahler(1957)概念所計算之河流級序達4級以上之重要溪流（表2-1）。

表 2-1 草屯圖幅範圍內河流級序一覽表

河流級序	主要河流名稱	備註
7 級河	烏溪	主流。
6 級河	貓羅溪	上游平林溪進入台中盆地後成為 6 級河，並於台中烏日區喀哩聚落西側匯入主流烏溪。
5 級河	樟平溪	樟平溪於南投中寮鄉大丘園成為 5 級河，並於南投北方匯入貓羅溪。
4 級河	隘寮溪	隘寮溪於草屯鎮隘寮聚落東側匯流來自南方南投丘陵區域的溪流成為 3 級河，並於彰化芬園東北側匯入貓羅溪。
	溪州埤	溪洲埤發源於草屯鎮隘寮聚落南側，經草屯聚落南側沿烏溪扇南側向西南流動，於溪州聚落北側與支流會合後為 4 級河。溪州埤目前做為區域排水線路使用。

註：河流級序計算方式，係採用經濟部中央地質調查所降階處理之 6m DEM，於 ArcGIS 執 10.0 以上版本行 Hydrology 功能，集流閾值設定為 300 網格。3 級河以下溪流的數量眾多，不一一標註。受限於資料精度與運算方式，此一河流級序可能與其他研究有所出入。

烏溪發源於南投縣仁愛鄉中央山脈的合歡主峰（3,417 公尺）西北坡，稱瑞岩溪，至瑞岩部落後改稱北港溪（亦有發源於更孟山的北港溪為主流的說法）。北港溪於國姓先後與水長流溪、南港溪相會後改稱烏溪，並於草屯離開丘陵範圍，進入臺中盆地，呈現明顯的沖積扇網流河道型態。主流於芬園北側與貓羅溪交會、於烏日與大里溪和筏子溪交會後，以單一流路形式經大肚臺地、八卦臺地所夾之谷地，並轉向西北於伸港與龍井間注入臺灣海峽。重要支流包括南港溪、水長流溪、貓羅溪、大里溪與筏子溪等（圖 2-3）。主流總長度約 114 公里，流域總面積約 2,067 平方公里（楊貴三與沈淑敏，2010）。

本圖幅範圍起自烏溪主流中游的草屯鎮土城東側，至臺中烏日喀哩為止，圖幅中除主流外，尚包含支流大里河流域範圍內的乾溪、支流貓羅河流域範圍內的貓羅溪本流與支流樟平溪、隘寮

溪、溪州埤等，以及其他河流等級較低之支流如象鼻坑、萬斗六坑、大堀坑等。

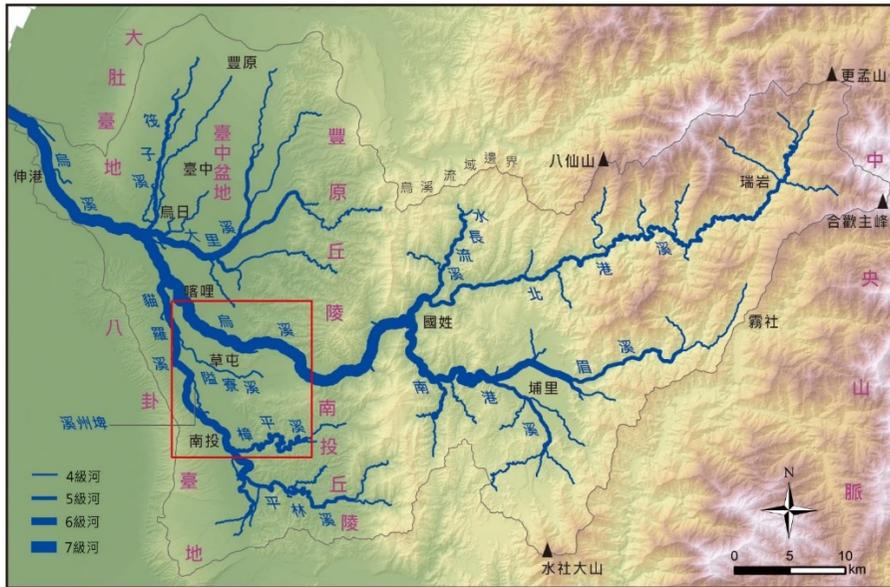


圖 2-3 烏溪流域地形水系圖（紅框為草屯圖幅範圍）。

三、流域與地形

烏河流域約呈東西向之倒梯形，流域內最高處為合歡主峰（3,417 公尺），整體地勢呈東高西低（圖 2-3）。流域東側為中央山脈之合歡群峰，北側以更孟山—八仙山稜線、頭嵙山與大甲溪流域為界，南側以武嶺—霧社稜線、水社大山與濁水溪流域相鄰，西側則以大肚臺地、八卦臺地之最高點連線，分別與清水平原上之獨立溪流、濁水溪流域分隔。流域內主要地層與構造線，大致呈南北走向。

圖 2-4 展示本圖幅範圍之地表坡向。豐原丘陵範圍內之山嶺走向多呈東西向，南、北向坡面積相當，顯示稜脊居中，而朝東的坡向明顯多於朝西坡，與其地層傾向向東有關，於地表顯現類似單面山的層階地形（照片 2-1）。南投丘陵範圍內，以北向坡最為顯著，顯示多數稜脊稍偏南側。八卦臺地除頂部大致平坦外，圖幅內臺地東斜面面積廣大，而臺地中段有許多大致呈東北—西南走向之蝕溝，其稜脊多位於中央，南、北坡向面積相當。

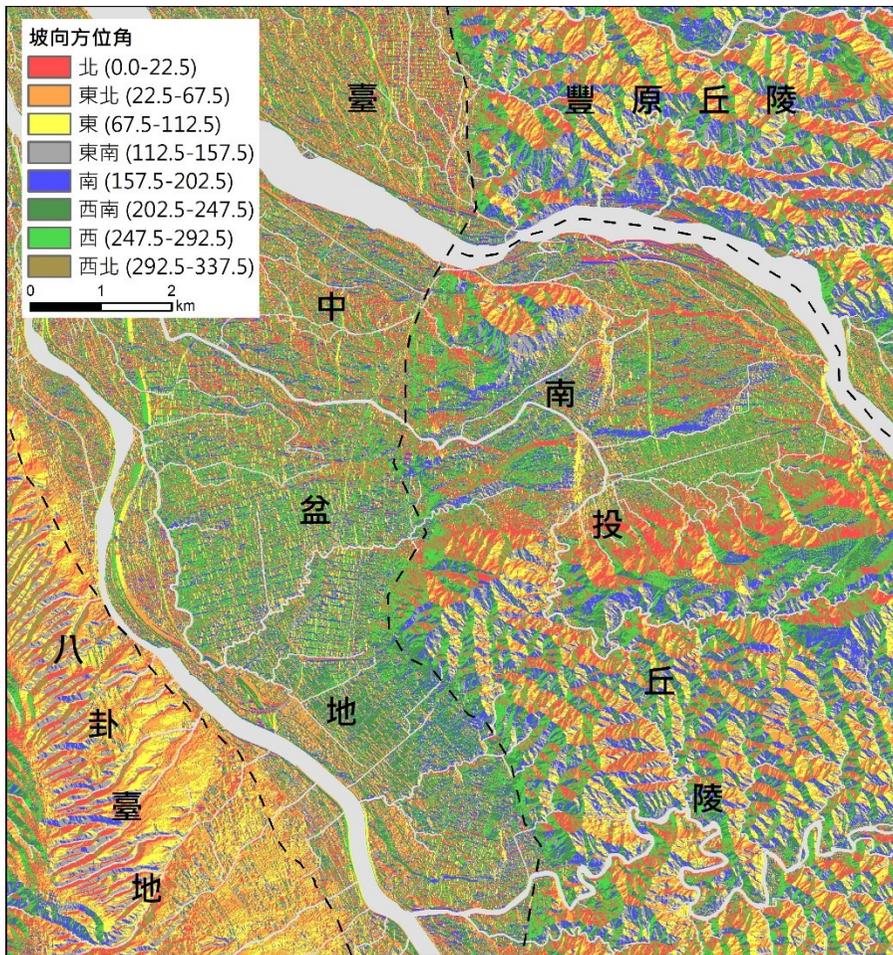


圖 2-4 草屯圖幅範圍之坡向圖（黑色虛線為地形分區界線）
（底圖資料來源：經濟部中央地質調查所降階處理之 LiDAR 6m DEM）

本圖幅內坡度小於 5 度的平坦地面積近 6 成，以臺中盆地占地最廣（圖 2-5）。豐原丘陵受該地傾斜之地層層理控制，可見大

於 30 度的陡坡（逆向坡）面積較小且具規律性，15 至 25 度間的緩坡（順向坡）面積明顯較大，地表上呈現類似單面山之層階地形。南投丘陵雖亦有連續的陡坡出現，但其規律性不若豐原丘陵明顯，亦呈現出南投丘陵山體形狀多變（照片 2-9）。八卦臺地於本圖幅內，依高度可略分為頂部、中段與東斜面 3 部分，頂部屬於高位河階（此處包含林朝榮（1957）、石再添等（1996）、楊貴三與沈淑敏（2010）所稱之紅土緩起伏面），地勢平坦；中段因礫石層出露，形成相當陡峭的蝕溝（照片 2-10）；東斜面則大致維持 5-15 度的緩坡面，並有相當面積已開發整地。

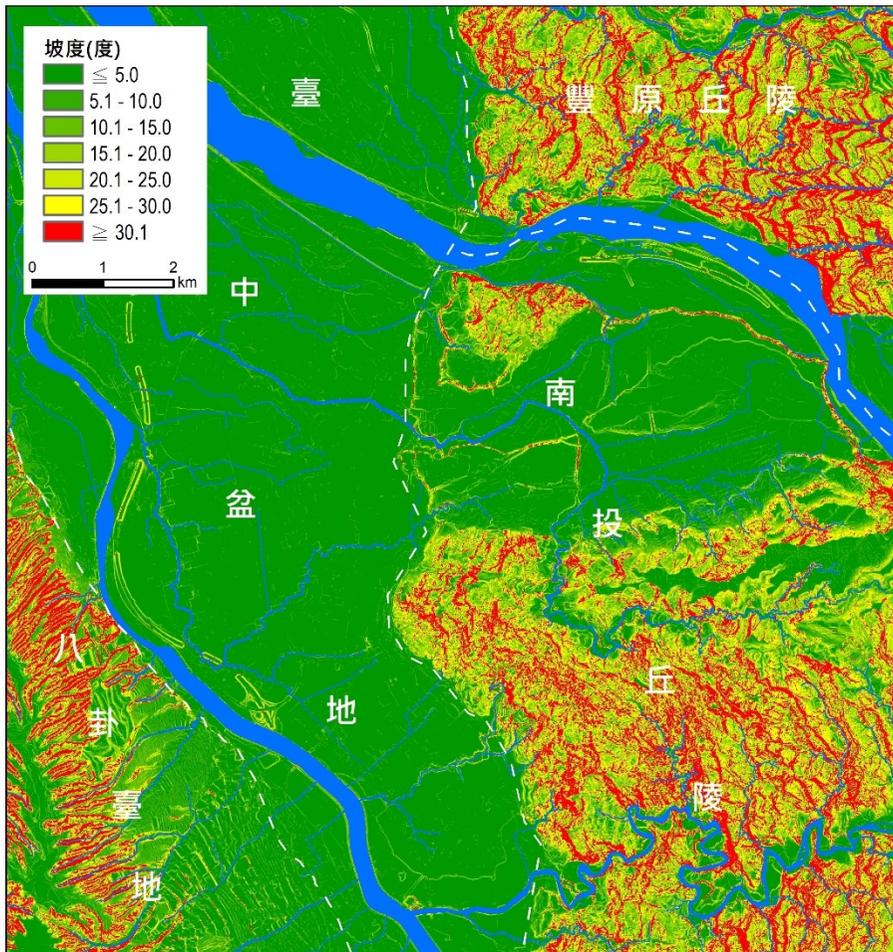


圖 2-5 草屯圖幅範圍之坡度圖（白色虛線為地形分區界線）
（底圖資料來源：經濟部中央地質調查所降階處理之 LiDAR 6m DEM）



照片 2-9 南投丘陵以低矮山體為主。(2019年8月7日攝)



照片 2-10 八卦臺地頂部高位河階與蝕溝。(2019年8月8日攝)

參、地形分區

本圖幅範圍介於西部麓山帶與八卦臺地之間。根據林朝榮（1957）參照地勢、地質、及地形史之差異，認定本圖幅橫跨丘陵、盆地及山地。石再添等（1996）及楊貴三與沈淑敏（2010）大致沿用林氏之分類；考量加里山山脈未有明顯連續稜線，山峰亦多矮於 1,000 公尺，阮維周（1954）、徐鐵良（1955）、陳正祥（1956）及林俊全等（2007）等學者認為劃為丘陵較佳（表 3-1）。

表 3-1 本圖幅範圍內各家學者之地形分區比較表

本圖幅 地形分區	丘陵		臺地	盆地
	豐原丘陵	南投丘陵	八卦盆地	臺中盆地
花井重次 (1934)	山地		開析古扇狀地	盆地
	阿里山脈		八卦臺地	臺中盆地
阮維周 (1954)	丘陵山地		臺階地帶	沿海平原
	豐原丘陵地		員林臺地	臺中盆地
徐鐵良 (1955)	山麓丘陵區域			平原谷地區域
	八卦山中寮丘陵			臺中盆地
陳正祥 (1956)	西部平原區			
	集集丘陵		八卦山臺地	臺中盆地
林朝榮 (1957)	山地-西部衝上斷層山地		臺地	盆地
	加里山山脈		八卦臺地	臺中盆地
	豐原丘陵	南投丘陵		
陳培源 (1999、 2008)	山地-低山區		平地-臺地	平地-盆地
	臺中（東勢-霧峰） 丘陵帶		后里-大肚- 八卦臺地	臺中盆地
林俊全等 (2007)	丘陵		臺地	盆地
	豐原丘陵		八卦臺地	臺中盆地
楊貴三與 沈淑敏 (2010)	山地		臺地	盆地
	加里山山脈		八卦臺地	臺中盆地
	豐原丘陵	南投丘陵		

*整理自楊貴三與沈淑敏（2010）。

車籠埔斷層線以東之低矮山區，依地形連續性劃為不同丘陵區。各分區實際範圍如本圖之「地形分區圖」插圖所示。

一、丘陵

草屯圖幅東半部均屬丘陵區，東起大茅埔—雙冬斷層，西以車籠埔斷層線與臺中盆地分隔。雪山山脈與玉山山脈以西，有約 2,000 公尺以下之帶狀山地、丘陵地，多以新第三紀之砂、頁岩互層而成，林朝棨（1957）稱之為西部衝上斷層山地，並以濁水溪為界，以北稱為加里山山脈，以南為阿里山山脈。本圖幅內之西部衝上斷層山地範圍，均未超過 500 公尺，故劃分為丘陵區。

本圖幅範圍內的丘陵海拔均不超過 500 公尺，圖幅東界已經明顯丘陵化的高位河階（草屯鎮頂城南方）海拔約 460 公尺最高，主要出露地層，以砂、頁岩互層為主。此區域以烏溪主流為界，又可再細分為豐原丘陵與南投丘陵兩部分。

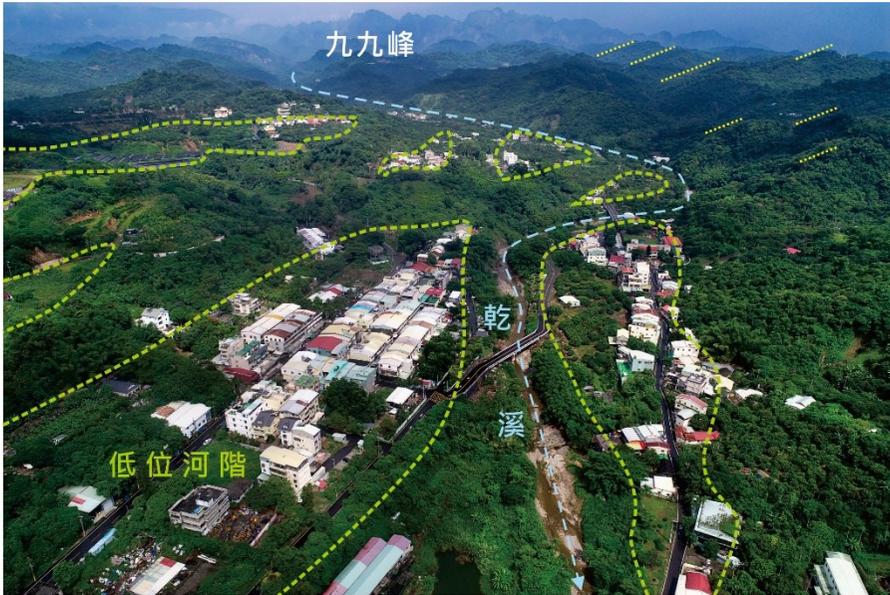
1. 豐原丘陵

豐原丘陵範圍大致以大甲溪主流為北界，南至烏溪主流，東起大茅埔—雙冬斷層，西至臺中盆地東緣，南北長約 30 公里，東西寬約 10 公里，本圖幅範圍內為豐原丘陵的西南隅。

豐原丘陵位於車籠埔斷層上盤，為東傾單斜山體，東半部地層以頭嵙山層火炎山段為主，西半部則以砂、頁岩互層之頭嵙山層香山段與卓蘭層構成，西緣局部出露錦水頁岩（楊貴三與沈淑敏，2010）。自乾溪溪谷至烏溪主流間的丘陵西半部，呈明顯的層階地形（照片 2-3）。丘陵鄰近烏溪主流側，受河流側蝕影響，有大面積裸露落石崖。

豐原丘陵受到乾溪等 6 條順向河切割，因車籠埔斷層抬升影響，在斷層東、西兩側河階階數有所差異（黃珮瑜，2008），例如，位於本圖幅內之乾溪，斷層以東發育 5 階低位河階（照片 3-1），以西則無。其餘溪流如萬斗六坑、象鼻坑、大堀坑等發源於頭嵙山層火炎山段區域內（照片 3-1），該地層為鬆散的礫岩層，提供

溪谷內大量沉積物形成平底谷形態的埋積谷床，並以土石流的形式搬運，為本圖幅內主要的土石流潛勢溪流分布區域。



照片 3-1 乾溪溪谷峰谷聚落一帶空拍。遠處上源為高聳陡峭的九九峰（頭嵙山層火炎山段礫岩為主），近處為低矮、呈單斜山體（頭嵙山層香山段砂岩及卓蘭層砂、頁岩互層為主）的丘陵。乾溪兩岸有發達的低位河階發育，並成為丘陵區域中最適合聚落發展的位置。（2019年8月8日攝）

2. 南投丘陵

南投丘陵範圍大致以烏溪為北界，南至濁水溪，東起大茅埔一雙冬斷層，西至臺中盆地東緣，南北長約 26 公里，東西寬約 8 公里，地形成因與豐原丘陵相似。在本圖幅範圍內，以頂城南側的高位河階（或紅土緩起伏面）海拔約 460 公尺最高，隘寮溪與樟平溪之間的丘陵地山頂則多在 300—400 公尺間，包括觀音山（313 公尺）、十八灣山（303 公尺）。

南投丘陵北部有草屯河階群發育，推測為烏溪古沖積扇範圍，因受車籠埔斷層上盤抬升、河流相對下切等影響，形成多階河階

地形（照片 3-2）。草屯河階群西北端茄荖山（261 公尺），為古烏溪沖積扇上分流下切所剩餘的山體，為臃狀丘地形。樟平溪谷內同樣有許多因車籠埔斷層抬升，河流下切所形成之 5 階低位河階發育的現象（范舜侑，2008）。



照片 3-2 草屯河階群。照片左半部橘色為表面發育紅土之高位河階，年代較久遠；右半部黃色為低位河階，未發育紅土，年代較近。1.為頂城面、2.為三層崎面、3 為雷公山面、4 為土城面。照片下方沿河而行的高架橋為國道 6 號，烏溪河道內為烏嘴潭人工湖攔河堰工程，左下角大橋為炎峰橋，由九九峰方向往西南側空中拍攝。（2019 年 8 月 7 日攝）

二、盆地

盆地係指四周較高，中央較低的特徵地形。本圖幅範圍內包含臺中盆地的一部分。

1. 臺中盆地

臺中盆地南北長約 40 公里，北側豐原一帶東西寬約 9.5 公里，中央最寬約 14 公里，至南端名間一帶僅有 0.8 公里，呈一梭形盆地。臺中盆地北至大甲溪，南至名間，東以車籠埔斷層衝上所形

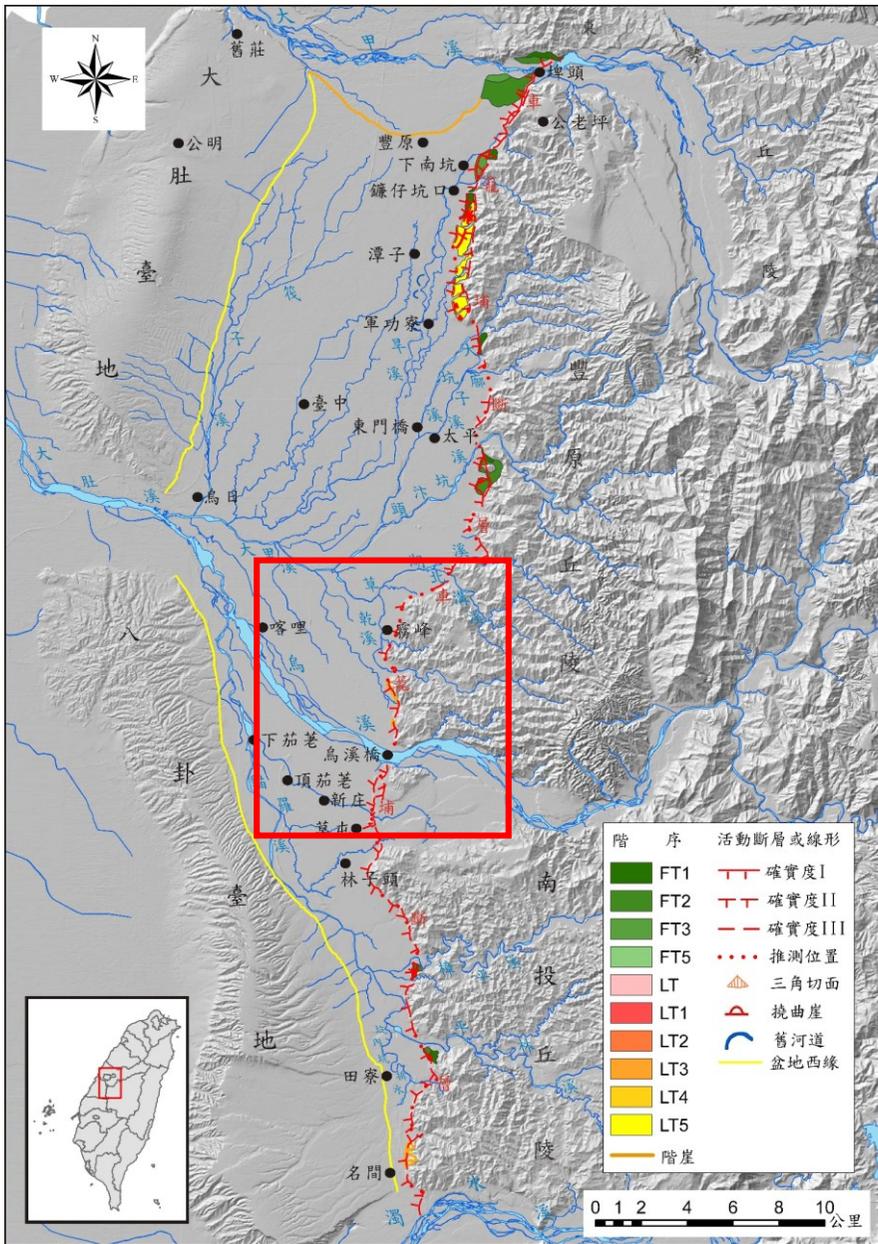


圖 3-1 臺中盆地全圖。紅色方框為草屯圖幅範圍。(引自楊貴三與沈淑敏，2010)

成之丘陵山麓線為界，西至大肚臺地與八卦臺地東緣，盆地延伸方向與主要構造線一致（圖 3-1）。盆底平坦，略由東向西傾斜，盆地內最高處，豐原東北側大甲溪谷口的埤頭達 260 公尺、南投

名間一帶約 160 公尺，大肚臺地與八卦臺地間的烏溪水口最低，僅約 20 公尺。

盆地內地形以沖積扇為主，包含北部的古大甲溪扇、東部的太平聯合沖積扇，以及南部的烏溪扇等(楊貴三與沈淑敏,2010)。臺中盆地內其他較小的地形單元，於「肆、特徵地形」中加以說明。

三、臺地

臺地係指中央較高，四周較低，且頂部約略呈平坦面狀之地形。本圖幅範圍內包含八卦臺地的中段。

1. 八卦臺地

八卦臺地為臺灣西北部數個第四紀紅土礫石臺地之一，北起烏溪主流南岸，南至濁水溪主流北側，南北長 32 公里，東西寬 4-7 公里，面積約 210 平方公里。草屯圖幅範圍內臺地最高點為西南隅的草尾嶺(425 公尺)，並漸次向北緩降。臺地頂部有狹長的高位河階平坦面，兩翼則呈現西陡東緩的形態，並有眾多蝕溝切割河階(照片 3-3)。

八卦臺地原為古烏溪和古濁水溪在流出西部麓山帶，所形成之聯合沖積扇，受到活動構造影響隆起、傾斜，再受水流侵蝕而成今貌。據石再添與楊貴三(1985)、黃文樹等(2006)調查沉積礫石的覆瓦構造，判斷在六分寮與下樟空之間的六分寮面係由古濁水溪所沖積而成，下樟空以北的地形面則為古烏溪沖積扇範圍。八卦臺地東翼向東北傾動之較大平坦面，表層有紅土發育，實為受構造運動而傾動的高位河階。



照片 3-3 八卦臺地的高位河階六分寮面。河階面受構造作用影響而抬升、產生褶曲，最高處相當於八卦山背斜軸部，背斜東翼較緩。河階面遍布紅土，表示此階面形成至少 3 萬年以上。臺地的東、西兩側發育明顯的蝕溝。(2019 年 8 月 8 日攝)

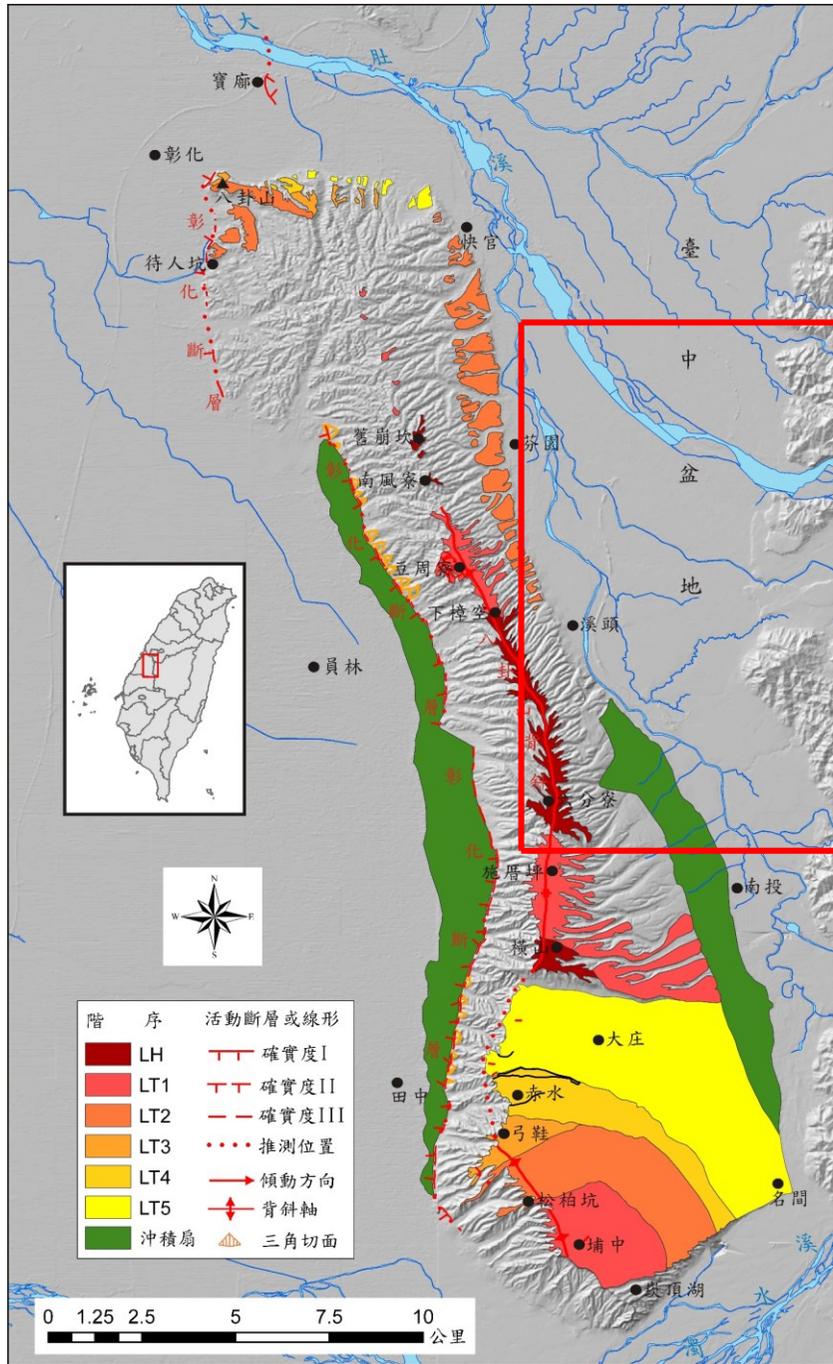


圖 3-2 八卦臺地地形面與活動構造分布圖。LH 與 LT 於本圖幅中整併為高位河階。紅色框線為草屯圖幅範圍。(引自楊貴三與沈淑敏，2010)

肆、特徵地形

本圖幅涵蓋範圍之坡度與坡向等連續地表形態，已於「貳、自然環境概述」說明，以下逐一介紹本圖幅所出現的特徵地形。

一、河流地形

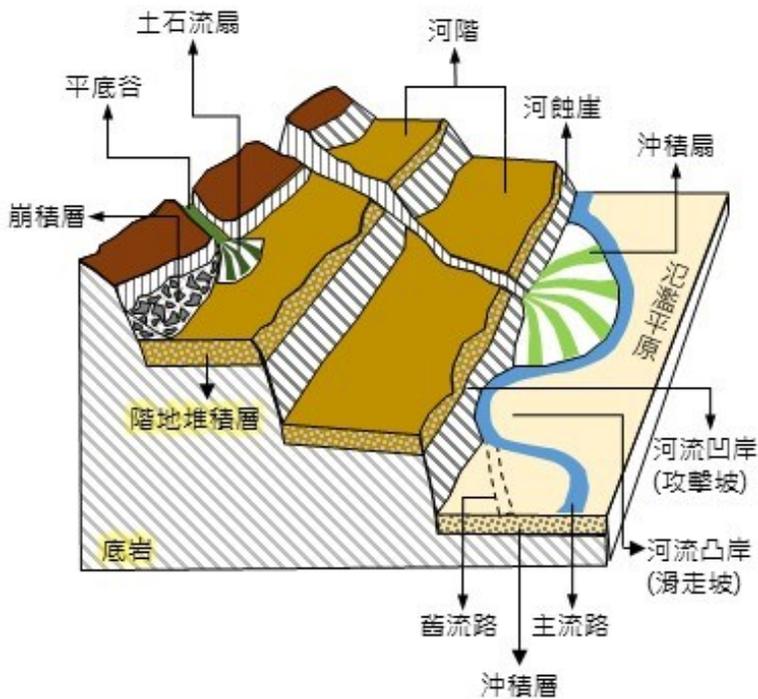


圖 4-1 河流地形示意圖（資料來源：修改自鈴木隆介等，2017）

河流地形種類繁多，自山區至平原有許多不同的地形種類(圖 4-1)，以下依序介紹本圖幅內有出現的河流地形。

1. 河階

一個完整的河階地形應包含「階面」與「階崖」，本圖階面以高、低位河階表現，階崖則併入河蝕崖地形。

根據富田芳郎(1937)針對不同比高之地形面的研究，可將臺灣由河流作用形成的地形面分為 8 種，並對應到不同的地形期。富田氏的研究現已多有修正(楊貴三與沈淑敏，2010)，但部分地形面仍具參考價值。依形成年代由遠至近，包括紅土緩起伏面(Lateritic highland, LH)、高位河階面(Lateritic terrace, LT)、低位河階面(Fluvial terrace, FT)，以及現侵蝕面與堆積面(Flood plain, FP)。

為便於野外判釋，本圖進一步將地表特徵較接近、當代地形作用力也較相似的紅土緩起伏面與高位河階面合併，以高位河階稱之。現侵蝕面與堆積面則於「氾濫平原」一節說明。

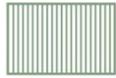
河階地形原為河床或氾濫平原(含沖積扇、三角洲等)地形面，後因陸地抬升或海平面下降，導致河流侵蝕基準面相對下移使得河水下蝕力道增強，侵蝕出深槽並形成河蝕崖(河階崖)，原地形面則成為不受當代洪水影響的河階面。如經過多次侵蝕基準面相對下移，則可能出現如階梯狀般數階高度不同的系列河階地形(如圖 4-1)。由於河階面不受該河流之當代洪水作用影響，且表面平坦利於開發，常成為早期聚落分布的區域。

高、低位河階可利用與當代河床之比高、階面沖積層或土壤是否具有紅化現象等指標區分。高位河階通常表面有紅土或紅化堆積層(照片 4-1)，形成年代約超過 3 萬年(楊貴三，個人通訊)，與河床比高較大；低位河階一般無紅土，且比高相對較小。以下簡要介紹本圖幅內出現之高位河階、低位河階與河蝕崖：



照片 4-1 高位河階表面的紅化堆積層與土層。攝於圖幅範圍南方八卦臺地施厝坪面高位河階。(2019年5月20日攝)

(1) 高位河階



草屯圖幅範圍內高位河階主要有兩群，分別位於草屯河階群南部以及八卦臺地。草屯河階群南部高位河階可對比出5階(圖4-2)，最高為國泰牧場北側東北東—西南西走向之狹長平坦稜線，高約460公尺，其餘各階漸次向北低降。頂城面為最大的階面(照片4-2)，東側高約430公尺，向西緩降至下城聚落西側約330公尺，轉為平坦的階地面，故推測下城西側可能有小規模不對稱向斜通過。三層崎面的高度次於頂城面，約260-300公尺間。二坪仔與雷公山南側的階面可相互對比，階面高度約250公尺並向北側緩斜。此區之高位河階受隘寮溪水系之侵蝕，除上述較大階面外，已丘陵化為狹窄但頂部平坦的山稜線(楊貴三與沈淑敏，2010)。

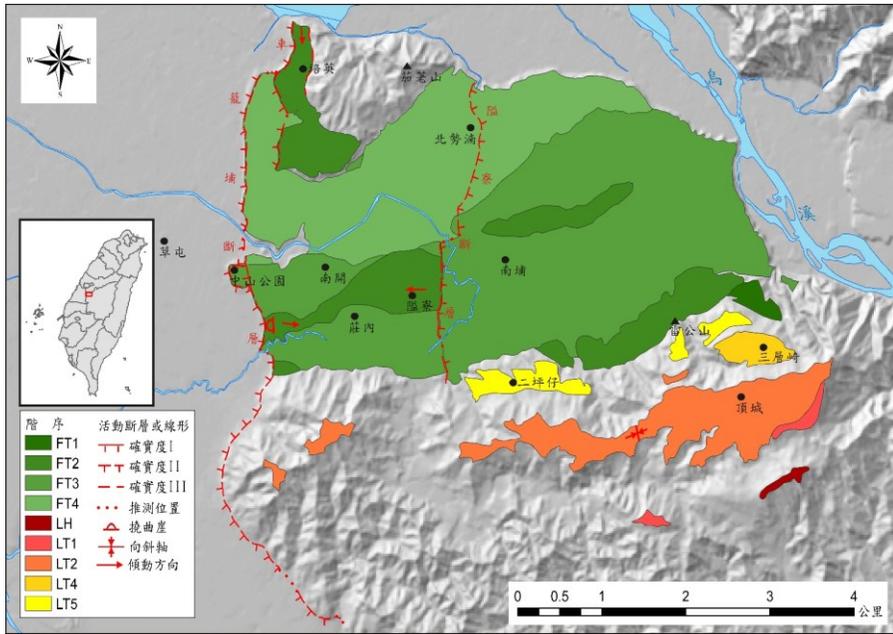


圖 4-2 草屯河階群的地形面與活動構造分布圖。FT 為低位河階，LT 為高位河階，LH 為紅土緩起伏面（本圖併入高位河階），階面數字愈小代表與現代河床比高愈大，年代愈老。（引自楊貴三與沈淑敏，2010）



照片 4-2 草屯河階群的高位河階頂城面。其北側為烏溪南岸之低位河階群。（2019年8月7日攝）

草屯圖幅內八卦臺地的高位河階，包括臺地頂部的施厝坪面、六分寮面(照片 3-3)，以及芬園西側受貓羅溪侵蝕的數個殘餘面。其中最高點為六分寮面約 425 公尺，逐漸緩降至大竹圍一帶約 350 公尺。六分寮面南邊為施厝坪面，略低於六分寮面，高度約 400 公尺，頂部相當平坦。芬園西側一系列南北向分布的高位河階，在本圖幅內僅有龜崙階面局部，海拔高度約 150-170 公尺，其東側受貓羅溪侵蝕而形成陡崖。

草屯河階群的高位河階於過往研究中，被認為是數十萬年前開始發育之古烏溪沖積扇的一部份，約可延伸對比至八卦臺地下樟空以北、大肚臺地大肚山最高點以南的高位河階（含紅土緩起伏面）（石再添與楊貴三，1985）。下樟空以南的六分寮面與施厝坪面，則應為古濁水溪所沖積而成（石再添與楊貴三，1985）。

(2) 低位河階



草屯圖幅內之低位河階多分布於圖幅東半邊，即車籠埔斷層東側上盤的位置。較具規模者包括草屯河階群、貓羅溪右岸階地群等，此外，圖幅範圍內的乾溪、萬斗六坑、隘寮溪、樟平溪等均有數目不一的小面積低位河階。

草屯聚落東側的草屯河階群為圖幅範圍內面積最廣之低位河階，其東端為古烏溪沖積扇接近扇頂位置，後因斷層錯動導致地盤隆起，主流向北東流而使扇面成為廣大的河階地形。共可分辨出 4 階（圖 4-2），階面海拔由高到低分別為雷公山東、雷公山、南埔與北勢湳面，其中北勢湳面與沖積平原間階崖高度約 20 公尺，明顯高於其他低位階地的河階崖高度，可能因該階崖形成時車籠埔斷層與隘寮斷層之活動隆升，河流下蝕力量顯著所造成（楊貴三與沈淑敏，2010）。

除草屯河階群外的烏溪水系支流溪谷內，本圖幅範圍內大里流域的乾溪、貓羅河流域的樟平溪均有顯著的 5 階低位河階，

其成因為車籠埔斷層多次抬升，造成河流下切所致。范舜侑(2008)指出樟平溪在竹圍子以西至車籠埔斷層間，低位河階數目多於竹圍子以東，面積亦有顯著差異，推測可能為車籠埔斷層抬升影響範圍所致。黃珮瑜(2008)則綜合大里溪流域內各溪流河階階數，發現愈往南部階數愈多，推測地表抬升的構造活動在本區南部活躍度高於北部。此外，萬斗六坑、隘寮溪之低位河階因缺乏前人研究，利用 LiDAR 降階處理之 6 公尺網格 DEM 自動判釋谷內平坦地，亦可判釋出 3 至 4 階低位河階。推測可能因斷層上盤抬升的間隔時間不長，這些水量較不豐沛的支流缺乏足夠的時間側蝕並拓寬河床，致使河階面積較小但階數多。

河階依外形、河道曲率可分為直行河階(照片 3-1、圖 4-3)或曲流河階(照片 4-3)。由於位處地勢崎嶇的丘陵地間，這些低位河階多成為重要的聚落分布地(照片 4-4、圖 4-4)，但曲流河階外緣(凸岸)之沙洲(高灘地)，仍常會受到數年或十數年一遇之洪水影響，則應審慎使用。另須注意的是，部分河階階崖處可能因河流側蝕而造成階崖崩壞。

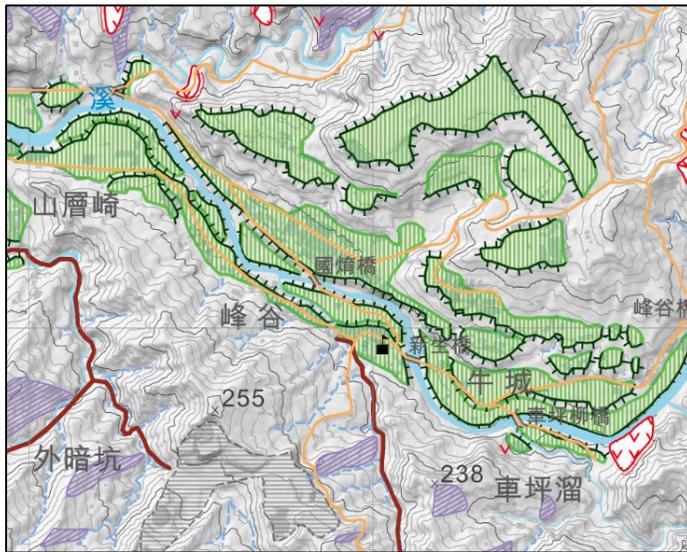


圖 4-3 乾溪在峰谷一帶的直行河階。河流流路大致呈直行河道，且兩岸低位河階的外形長軸走向，大致與河流流向一致。



照片 4-3 隘寮溪的曲流河階。曲流凸岸（滑走坡）通常有較大面積的河階分布。（2019 年 8 月 7 日攝）



照片 4-4 樟平溪北岸新廊仔聚落一帶河蝕崖。此崖高約 5 公尺，為低位河階的階崖，階面上不易受當代洪水影響。前方田地則位於氾濫平原（堤內），雖已受堤防保護，洪水潛勢仍相對較高。（2019 年 8 月 7 日攝）



圖 4-4 樟平溪北岸河蝕崖在臺灣堡圖上有標示出來。紅線指示河蝕崖崖頂位置，紅色箭頭處為照片 4-4 的位置與拍攝角度。底圖：臺灣堡圖。

(3) 河蝕崖

河蝕崖係指受河流側蝕作用，在平原、河階地形所形成的連續地形崖（照片 4-4）。若該河蝕崖位於低位河階邊緣，亦稱為河階崖；若河蝕崖位於河道與氾濫平原間，或位於氾濫平原範圍內者，僅稱為河蝕崖。即河階崖與河蝕崖二者之分別，以崖頂上方之平坦地形面是否仍會受到當代尋常洪水（依水利法施行細則為重現期 2 年之洪水）影響而定。於本圖幅內草屯河階群、貓羅溪、乾溪、隘寮溪與樟平溪的低位河階邊緣均有河階崖出現，沖積平原與氾濫平原間的河蝕崖則因河岸整治的關係，並不顯著。

低位河階的階崖與河蝕崖可視為一定強度之河流作用邊界，低位河階通常代表當代尋常洪水不易影響的範圍，洪水潛勢較低；而河流主流道（或流深槽）兩側與河階崖間的範圍，通常代表當

代尋常洪水經常作用的區域，洪水潛勢較高，不宜做為永久性建築群落開發區域，以農業利用為主（圖 4-5、照片 4-5）。

本地形特徵圖之河蝕崖圖徵，均標示於崖頂，鋸齒方向代表崖面的坡向；繪製標準包括：(1)數值地形模型可明顯見到連續地形崖特徵，或(2)歷史地圖曾標示明顯的地形崖且現地調查仍可見到地表高程變化。高位河階因地形演育時間相對較長，邊緣多已受侵蝕而丘陵化，除非緊鄰河岸，不標示河蝕崖圖徵。另山地、丘陵區域因河岸側蝕而導致的山壁崩崖，以「崩壞地形」表現之。

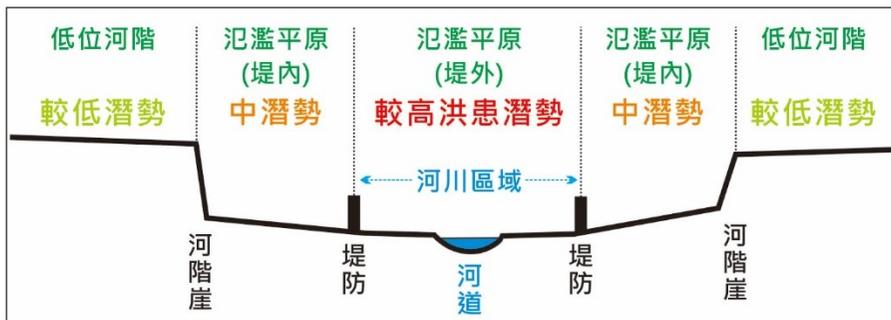


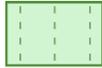
圖 4-5 河岸地形面洪患潛勢差異示意圖。河流兩岸之河蝕崖間的氾濫平原（堤外）區域（與水利單位所定義之河川區域的範圍大致相當）最易受洪水影響，河蝕崖或河堤與河階崖間的氾濫平原（堤內）次之，而低位河階面一般而言不易受當代尋常洪水侵襲。



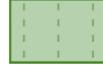
照片 4-5 草屯河階群低位河階北勢浦面與氾濫平原（堤內）間的河階崖。（2018 年 10 月 19 日攝）

連續線狀崖的特徵地形除河蝕崖(含河階崖)外,尚有斷層崖一類。沈淑敏等(2005)指出,河蝕崖線形較不規則,曲流側蝕擺動常使河蝕崖呈弧形,兩弧交會處易形成銳角,整體而言,河蝕崖大致平行河流流路方向。斷層崖通常較平直,若崖狀線形與河流流向呈大角度交會,通常較有可能是斷層崖。

2. 氾濫平原(堤內)



與氾濫平原(堤外)



河流至中游河谷較寬闊處或下游平原,因洪水溢淹或河流改道等作用,將沉積物帶至河岸堆積而成,稱氾濫平原(亦稱氾濫原、蛇行原等)。氾濫平原在天然狀態下,其地形面與現生河床的比高有限,易受洪水影響,故較少高強度的人為利用(如照片 4-4、照片 4-5)。近代因土地取得愈加困難,且工程技術不斷演進,此類河岸地帶的土地,常做為大型國家建設使用。

依本圖之定義,有築堤之河流,兩堤之間的「堤外地」,稱為氾濫平原(堤外)(與河川管理辦法所稱之河川區域範圍大致相當);受到堤防保護之「堤內地」,根據堤防設計標準,可免於數十年或百年一遇的洪水,但其地形成因仍為氾濫平原,故稱氾濫平原(堤內)(圖 4-5)。本圖幅之氾濫平原地形,主要分布於烏溪、貓羅溪、樟平溪兩岸,其地形面與河道間無明顯河蝕崖者屬之。

臺灣興修河堤降低洪患並取得河岸土地(位於堤內之氾濫平原),始於日據時期,以農業土地利用為主,不過近二、十年來常成為新近大型工程開發利用的區域。例如本圖幅中國道 6 號即沿著草屯河階群以北的烏溪南岸氾濫平原興建(照片 4-6)、國道 3 號則沿著貓羅溪兩岸氾濫平原興建。這些高速公路的路堤已取代其他河岸微地形,成為重要的流水作用邊界。使得目前的資訊難以釐清河岸微地形是否存在,如草屯鎮南方之溪州埤為何在注入貓羅溪前轉向北流超過 3 公里?是否在溪州埤下游與貓羅溪河道間曾有自然堤地形發育?目前尚不可考。



照片 4-6 氾濫平原堤內與堤外區域分界示意圖。河道主流與低位河階之間的氾濫平原，為當代洪水較可能影響的範圍，因堤防興建而有堤內與堤外之別。國道六號即興建於烏溪南岸的氾濫平原區域。(2019年8月7日攝)

3. 沖積扇、土石流扇、平底谷（埋積谷）與土石流堆積區



沖積扇為河流離開山區不再受谷壁限制後，因流幅增寬、坡度減緩，水流搬運沉積物的能力大幅下降，大量沉積物堆積於谷口，所逐步堆積成扇形的區域。天然狀態下的沖積扇面，其河道常有眾多分流，洪水時容易發生改道現象。

本圖幅中沖積扇所佔面積頗廣，尤其烏溪沖積扇演育歷史最久、面積最大，亦影響了鄰近其他河流地形的發展空間。烏溪沖積扇的演育史大致可分為數個階段（楊貴三，個人通訊，2019年11月22日），其歷程參見圖4-6。

- (1) 車籠埔斷層錯動前，古烏溪約以雙冬斷層為頂點形成「古烏溪沖積扇」，扇面範圍大約北至今大肚臺地的大肚山頂（楊貴三與沈淑敏，2010）、南至今八卦臺地的下樟空（石再添與楊貴三，1985）。推測約70-40萬年前，車籠埔斷層開始活動，隨著上盤抬升與八卦山背斜的隆起使古烏

溪沖積扇下切形成最高位的河階（包括草屯河階群東南端、大肚臺地南部以及八卦臺地北部的高位河階）。

- (2) 約 40 萬年至 3 萬年間，車籠埔斷層上盤持續抬升，古烏溪依序切割出草屯河階群的頂城面、三層崎面等高位河階，也形成八卦臺地東北緣與大肚臺地南緣的高位河階。
- (3) 約 3 萬至數千年前，烏溪主河道流過茄荖山南側，並於車籠埔斷層下盤的台中盆地堆積出「老烏溪沖積扇」，大致以今日草屯市區為圓心，地勢相對較高，應為扇頂位置。
- (4) 約數千年前以來，車籠埔斷層上盤抬升活躍且整體地表向北傾動，致使烏溪主流逐漸北移至茄荖山以北，原茄荖山以南的河道形成低位河階，老烏溪沖積扇的南半部因地勢高於主流河道，遂脫離烏溪河流作用影響範圍。

烏溪主流北移後，改以烏溪橋一帶為扇頂，往西北方向堆積，形成北大南小的偏形「現生烏溪沖積扇」(楊貴三與沈淑敏, 2010; 許庭毓, 2013)。藉由近百年來歷史圖資的舊流路分布、歷史洪患影響範圍可知，其範圍北側約以大里溪為限，西側以貓羅溪為界。

根據數值地形模型剖面研判，老烏溪沖積扇範圍最南可至草屯鎮頭前厝一帶的溪州埤支流，最北約以大里溪為界。然因烏溪主河道改偏北流動，切割茄荖山成為臄狀丘（於本節「5.離堆丘與臄狀丘」詳述）地形，3 萬至數千年前車籠埔斷層上盤之原烏溪氾濫平原面則形成草屯河階群的低位河階，其最低位的河階階崖高度達 30 公尺，阻止烏溪河水繼續影響老烏溪沖積扇的南半部。故今日草屯市區一帶儘管其形態呈現扇狀地形特徵，但已不易受烏溪洪流影響，發生河流改道或洪水溢淹的現象。

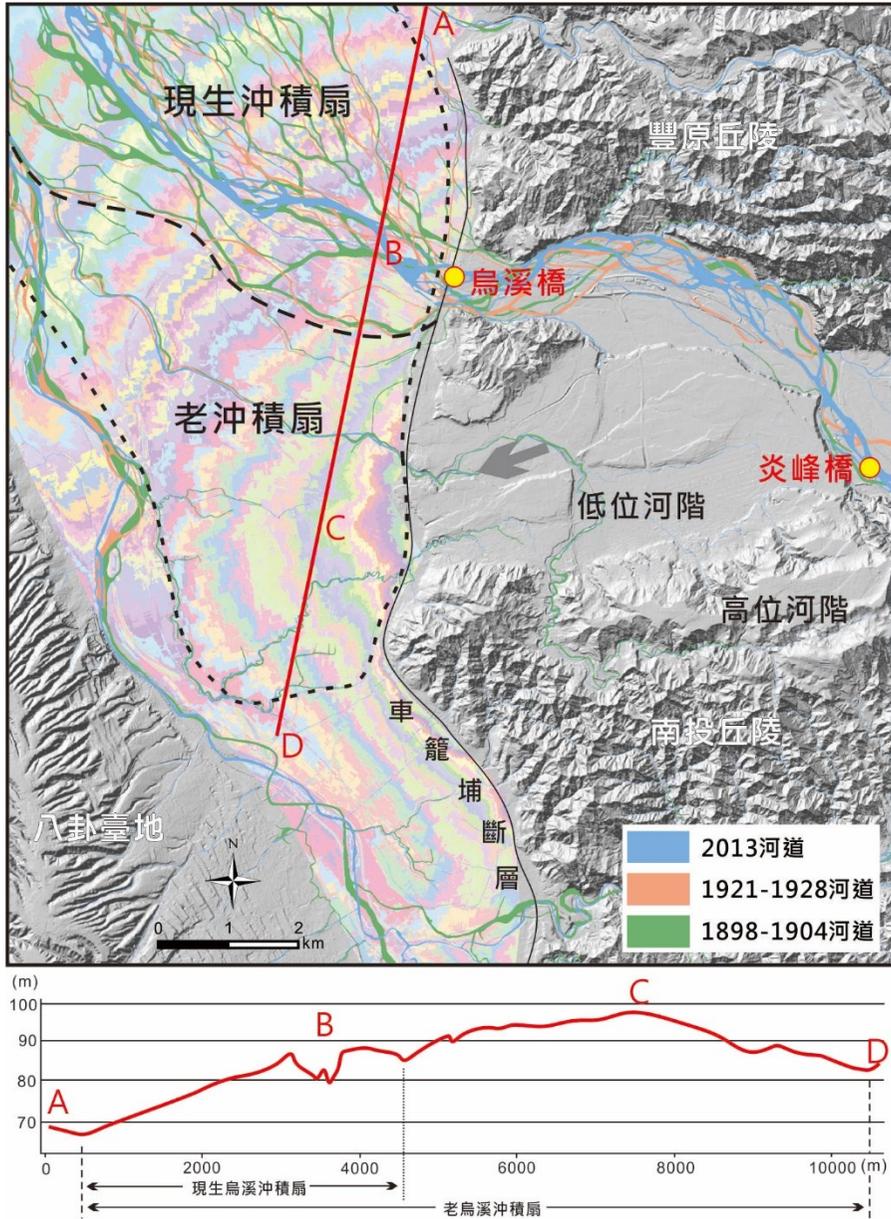


圖 4-6 現生及老烏溪沖積扇地形及剖面，與近百年來歷史河道位置圖。A 為乾溪北岸（屬太平聯合沖積扇）、B 為烏溪主流、C 為草屯市區、D 為溪州埤支流。灰色箭頭為 3 萬至數千年前之間的烏溪流路。由此地形剖面可見現生烏溪沖積扇的地勢低於老烏溪沖積扇。彩色區塊為 LiDAR 降階處理之 6 公尺 DEM 自動生成的 1 公尺區間等高線。

臺中盆地內除烏溪沖積扇為強勢發育之地形外，亦有其他較小的沖積扇發育。臺中盆地與豐原丘陵交界處，大里溪各條支流出谷口處形成太平聯合沖積扇，最南端為乾溪扇，約以今日丁台圳延伸至旱溪主河道一線與烏溪扇為界。乾溪出谷口後受烏溪北扇之逼迫，明顯轉折向北流，先匯入草湖溪，再匯入大里溪（照片 4-7）。



照片 4-7 乾溪（藍線）向西流出谷後，即向北轉，乃因烏溪扇體逼迫之故。（2019 年 8 月 8 日攝）

本圖幅範圍內，除烏溪沖積扇與太平聯合沖積扇外，南投丘陵與八卦臺地的邊緣亦有沖積扇發育。草屯河階群之南埔面台 14 線田中央聚落以南有 3 處扇狀堆積體，因缺乏露頭，無法藉由材料組成判釋其是否為土石流作用而成的土石流扇，暫以沖積扇標示之。草屯市街以南台 3 甲線以東的牛埔頭一帶，亦有 3 個小型沖積扇，為溪州埤的支流堆積而成。這 3 處扇狀地歷史上並無土石流紀錄，但扇頂十分陡峭，有可能是受車籠埔斷層隆升影響。

八卦臺地東南翼，南投市區一帶有聯合沖積扇。陳華玟(2004)於 1:50,000 地質圖上，將此區域的地表材料歸類為山麓緩斜面堆積物；楊貴三與沈淑敏(2010)未標示東斜面之地形種類，而將末端連接貓羅溪沖積平原的緩斜面劃為沖積扇(圖 3-2)。根據數值地形模型與現地調查所見，貓羅大橋以南的八卦臺地東翼，溪溝谷床與兩岸比高愈往下游明顯愈小，最後幾無落差。推斷其成因係為八卦山層礫石受溪溝侵蝕後，堆積於臺地東部小半山至

平山一線以東，形成連串小規模的聯合沖積扇地形，並成為南投聚落、部分南崗工業區所在地。

八卦臺地東翼碧山巖以北，近貓羅溪氾濫平原處亦有多個扇狀地，其上游蝕溝兩壁陡峭，平底谷形態明顯。谷床內沉積物來源為八卦山層或頭嵙山層火炎山段礫岩，粒徑頗大，應需土石流作用才能搬運至谷口堆積，故此處的聯合扇狀地以土石流扇標示之。

中小型扇狀地通常指示該溪流會發生土石流作用，但也有溪谷確定會發生土石流作用，谷口沉積物並未堆積成明顯扇狀者，凡此皆以土石流堆積區呈現之。本圖幅範圍內此種情況不多，僅象鼻坑下游（土石流潛勢溪流編號：中市 DF086）、車平營北側野溪（中市 DF085）2 處，可辨認出土石流堆積區（照片 4-8）。



照片 4-8 中市 DF085 土石流潛勢溪流及土石流堆積區。土石流常於山谷中埋積出平坦谷底，若於此地開發可能有較高致災風險。攝於臺中霧峰車平營。(2019 年 8 月 8 日攝)

特別說明，依本圖之操作性定義，扇狀堆積地形如能判別沉積物係由土石流所堆積、且谷床埋積明顯而成平底谷形態（但若已公告土石流堆積區，則不標示為平底谷），或該扇狀地上游溪谷已被劃定為土石流潛勢溪流，則該扇狀地標示為土石流扇。若不

符上述或無法判斷，則一律以沖積扇標示之。這些中小型扇狀地形或土石流堆積區，雖坡度較緩，歷史上亦無發生土石流的紀錄，但仍不宜做高開發強度之土地利用。土石流潛勢溪流於「陸、地形地質災害案例」說明之。



4. 現生河道與舊流路

本圖幅範圍內最主要的河流為烏溪主流與主要支流貓羅溪。據許庭毓（2013）的研究，依地形區、河谷受限程度、河道平面形態、沉積物粒徑等指標，將本圖幅範圍內之烏溪主流劃分為沖積扇礫質分岔河段。當代烏溪河道受堤防限制，雖仍成瓣狀形態，但近年來愈往下游有愈呈現單一順直流路的現象。貓羅溪河道受限於烏溪南扇地勢較高，因而偏向八卦臺地一側，呈現單一順直流路河道。

以百年時間尺度而言，烏溪沖積扇面曾有多道規模不等的舊流路，後因築堤而失水，或改築為區域性排水渠道、灌溉圳道等，目前已有眾多舊流路消失。1920年代地圖上，可見烏溪沖積扇上有左、中、右3條主要瓣狀流路，且河道自然由左路逐漸遷移到中路與右路，河流改道的狀態持續進行中（許庭毓，2013）；1931年後烏溪開始大規模調查以利築堤（大平正夫，1936），將烏溪主流重新導回地勢較高的左路（圖 4-6、圖 4-7）。雖然已有堤防束流，但也使得今日烏溪北扇的洪水潛勢較高。

除地圖外，亦有部分舊流路未被測繪於任何一時期地圖上，但農業土地利用在未全面整地、重劃的情形下，仍可於高精度DEM與現場調查發現局部地勢較低的舊流路。

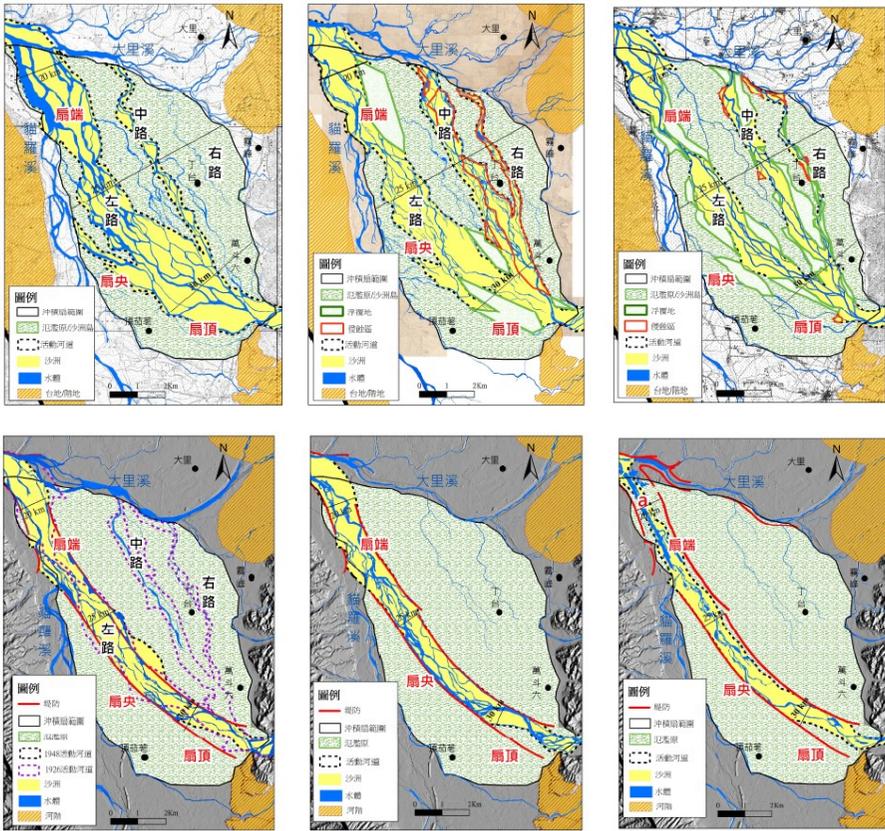


圖 4-7 烏溪沖積扇北扇流路平面形態變遷圖。左上至右上為 1898-1904 年臺灣堡圖、1916 年河道地形圖、1921-1928 年臺灣地形圖；左下至右下為 1948 美軍舊航照、1985 像片基本圖、2010 年正射影像。(引用自許庭毓，2013)



照片 4-9 地勢較低的舊流路。白色虛線間範圍為歷史圖資有繪出，且現場調查地勢較低的帶狀舊流路。攝於乾溪谷口西側。(2019年8月6日攝)

5. 離堆丘與臄狀丘

離堆丘係指曲流切斷後，由新流路與舊流路所圍之孤立山丘或蝕餘河階為離堆丘地形。本圖幅內有一處離堆丘，距離樟平溪畔龍興大橋北北東方約 200 公尺、大埤聚落東南方約 400 公尺處。其成因推斷乃因車籠埔斷層錯動，使得東側上盤局部抬升，樟平溪舊河床抬升為低位河階阻擋河流直接出谷，水流受阻遂形成曲流地形，復因其地表地質為未固結之階地堆積層，抗蝕力弱，因而發生曲流頸切斷，使局部原曲流左側凸岸的低位河階孤立形成離堆丘（圖 4-8）。經現場調查，原環繞離堆丘的舊流路已經乾涸，並受局部填土、作為果園使用，但仍可略見舊流路與兩岸的地勢落差（照片 4-10）。

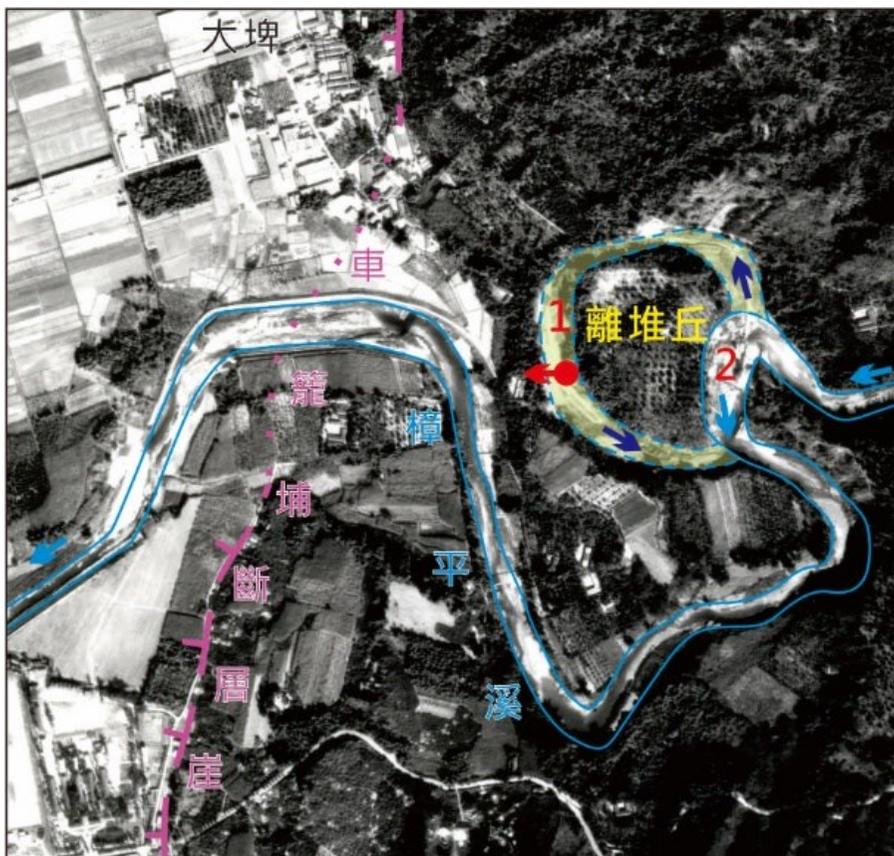


圖 4-8 樟平溪離堆丘。1 為舊流路（淺黃區域為舊流路範圍，深藍色箭頭為舊流路流向），2 為曲流頸切斷的位置（淺藍色箭頭為今日流路流向），紅色箭頭為照片 4-10 的拍攝位置與方向。底圖為 1976 年 12 月之航空照片。



照片 4-10 環繞樟平溪離堆丘的舊流路。照片中落差約 2 公尺者為舊流路西側河岸，位置如圖 4-7 所示。（2019 年 9 月 16 日攝）

臄狀丘指河流主、支流互切或兩分流切割，使得中間出現的一處蝕餘小丘。本圖幅範圍內有 2 處臄狀丘，其一為古烏溪沖積扇上分流切割而剩餘的草屯茄荖山（圖 4-2、圖 4-5），目前南側分流已經乾涸成為草屯河階群之一的北勢湍面；其二為樟平溪豬肚潭聚落與長源隧道間（圖 4-9），原經建版地形圖繪製為沙洲，經實地調查，該丘頂部與河道比高超過 10 公尺，並築護岸保護，有低度人為開發利用，應可視為臄狀丘地形，本圖幅亦將此丘平坦的頂部判釋為低位河階。



圖 4-9 豬肚潭聚落東側臄狀丘。箭頭代表流向。(底圖來源：臺灣百年歷史地圖)

二、崩壞地形

崩壞地形分類繁多，依經濟部中央地質調查所之分類（費立沅與紀宗吉，2011），將崩壞地形粗分為岩屑崩滑、岩體滑動及落石 3 大類，及這 3 類型崩壞均可能形成的崩積層，分別說明之：

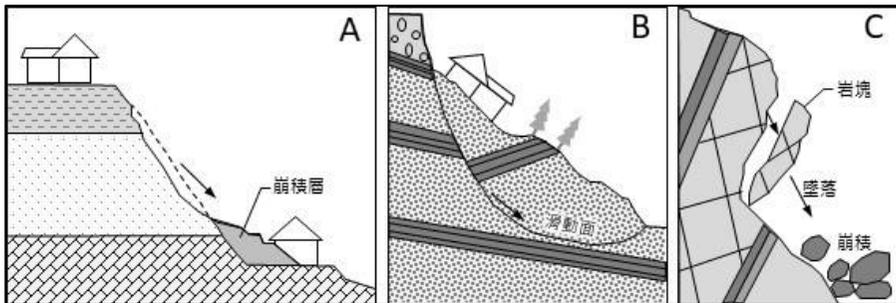


圖 4-10 崩壞地形示意圖。A.岩屑崩滑與崩積層；B.岩體滑動；C.落石與崩積層。(改繪自費立沅與紀宗吉(2011))

1. 岩屑崩滑地形



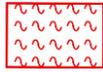
岩屑崩滑指風化土層、岩屑、崩積層或鬆軟破碎的地質材料崩落或滑動的現象(圖 4-10A)。其滑移的物質為岩屑或土壤，移動的方式可為崩落或滑落，在山區陡坡經常受豪雨或地震作用誘發。判釋條件為平均坡度 55 度以下，並符合下列條件之一者：(1) 風化岩屑、土壤或崩積層崩塌；(2) 其地形特徵為坡面呈凹槽狀，植生與周邊有明顯差異的崩塌地。

本圖幅乃直接引用經濟部中央地質調查所 1:25,000 環境地質圖之圖層。由本區幾個個案(詳見柒、地形地質災害個案)可知，膠結不佳的礫岩或礫石層、卓蘭層分布範圍的順向坡處、以沉積物構成之河階崖等，容易發生岩屑崩滑(照片 4-11)，但在本圖幅範圍內的豐原丘陵、南投丘陵僅零星出現，岩屑崩滑面積則以豐原丘陵較具規模。



照片 4-11 茄荖山北側岩屑崩滑地形。由植生狀態差異可知此地可能曾有多次岩屑崩滑現象。(2019 年 8 月 7 日攝)

2. 岩體滑動地形



岩體滑動係指岩石塊體因重力作用而向下滑動的現象（楊樹榮等，2011）（圖 4-10B），其滑動面深入新鮮岩體之中。順向坡的塊體滑動、地滑、大規模崩塌等具較大厚度與規模的崩壞地形屬之；在滑動體頂部常出現明顯的崩崖。判釋標準包括：(1)崩崖下方可能有下陷之窪地或溼地；(2)坡趾具有堆積大量土石或隆起；(3)下方河道有異常彎曲現象。此外，在順向坡分布區域，地表有平面滑動遺跡，坡頂有殘留之岩塊亦為判斷指標。

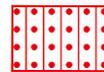
岩體滑動地形可分為滑動體之冠部、滑動體本身以及崩積區 3 部份。滑動體冠部常呈陡崖狀，有時會出現系列階梯狀之地形，為不同滑動塊體之冠部；岩體滑動區域趾部則常有崩積或因重力擠壓而隆起之地形，若緊鄰河道亦可能造成流路不正常彎曲。

本圖幅採用經濟部中央地質調查所 1：25,000 環境地質圖圖層繪製。岩體滑動於本圖幅範圍之分布有兩處，分別在萬斗六坑入烏溪匯流口北側 300 公尺處，及樟平溪新厝聚落西北方約 200 公尺處的河流右岸攻擊坡。

3. 落石



、崩積層或落石堆



落石指岩塊或岩體自岩壁上分離後，以自由落體、滾動或彈跳等方式快速向下運動之現象，其崩落堆積成錐狀體稱崩積錐，若無明顯錐狀體，則統一以崩積層稱之（圖 4-10C）。一般而言，落石發生之環境要件為陡峭之地形，及包括富含節理之堅硬岩層；本圖幅依經濟部中央地質調查所（2019）之環境地質與災害敏感區測繪準則，以坡度 55 度以上定義為山區陡坡，並符合以下特徵一項以上者：(1)崩崖面裸露或植被稀疏；(2)有崩積錐或崩積層堆積；(3)節理密集；(4)有不利位態之節理或危石；(5)有落石發生紀錄者。

本圖幅直接引用經濟部中央地質調查所 1:25,000 環境地質圖圖層，其分布位於烏溪河道北岸，卓蘭層裸露之落石崖面下方亦有大片崩積層或落石堆（照片 4-12）。



照片 4-12 烏溪北岸卓蘭層落石崖面（裸露區域）以及崩積層或落石堆（紅色區域）。（2016 年 10 月 22 日攝）

三、新構造地形

構造作用（Tectonism）是基於地球內部能量（內營力），引發地殼、岩石圈的變位或變形、海底增生與消滅，以及其伴隨的地震、地熱或變質作用的物理性機械運動，通常以岩石變形、變位等形式呈現。儘管各地地質演育的狀態與時間尺度大不相同，但目前多數學者同意，新構造作用（Neotectonism）即代表「當代仍在持續活動」的地質作用，以此標準與早期構造作用區別。

臺灣位於環太平洋火山地震帶，新構造作用旺盛，並隨之出現眾多的斷層錯動、地層褶曲等作用形成之新構造地形。於本圖幅內新構造地形，包括斷層崖（含撓曲崖）、三角切面 2 類，並因應部份地形面受新構造運動影響而傾斜，加入「傾動方向」之圖徵。

- TTTTTT 確實度1
- TTTTTT 確實度2
- 確實度3
- 推測

1. 斷層崖

當斷層崖是出露在地表的線性陡坡，沿著斷層面斷錯產生。通常崖的高度可反映斷層的錯動量，因為斷層的錯動常是間歇性的發生，故大斷層崖的高度，常是斷層多次斷錯的總量，而非單一次活動所造成（沈淑敏等，2005）。判斷斷層崖地形的方式，以檢視活動構造地形是否呈線形排列，並依其地形特徵的確實度加以分級，分級標準依沈淑敏等（2005）參考日本活斷層研究會（1980、1992）之判釋標準簡述如下：

- (1) 確實度 1：有決定性證據確定斷層曾在第四紀活動，具備下列各項地形特徵至少 1 項，(i) 1 個延續且相同之地形面為 1 崖所截切；(ii) 數個不同地形面為 1 崖所截切且具漸進的變形（圖 4-11B）；(iii) 同 1 地形面有反斜崖；(iv) 至少數條山脊及河谷呈有系統之水平斷錯。

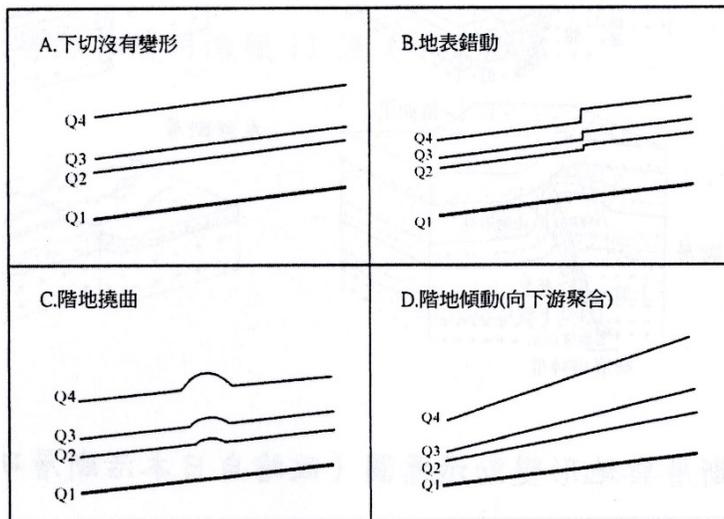


圖 4-11 河階地形的 4 種變位型態。地形面形成年代由老至新為 Q4 至 Q1，B、C、D 型態均表現出變位量的累積效應，愈老的地形面變位量愈大。出自 Keller and Pinter (2002)，沈淑敏等（2005）改繪。

- (2) 確實度 2：可推得斷層變位性質與位置，但證據不如確實度 1，包括(i)疑為斷層崖但兩側地形基準不一，如山麓線；(ii)地形面產生撓曲或傾動；(iii)僅 2 至 3 條山脊及河谷具水平斷錯現象。
- (3) 確實度 3：(i)鞍部、河谷及小丘排列呈線形，但無明顯之地形基準者；(ii)活動斷層作用有關之線形變位性質不明，或斷層因河、海蝕或差異侵蝕影響。
- (4) 推測位置：斷層地形因侵蝕消失、被堆積物覆蓋，但其兩端斷層地形性質相近而推定連接者，例如斷層崖經河道主流，變位地形被侵蝕，為推定連接。

上述不同確實度的斷層崖線形位置，因各種地形特徵外觀有所差異，故統一以較易判釋的地形崖腳連線作為圖徵標記位置，尤須注意鋸齒表示斷層崖面的坡向，展現形態特徵，與分幅地質圖之標示慣例（鋸齒表示上升側）不同（圖 4-12）。

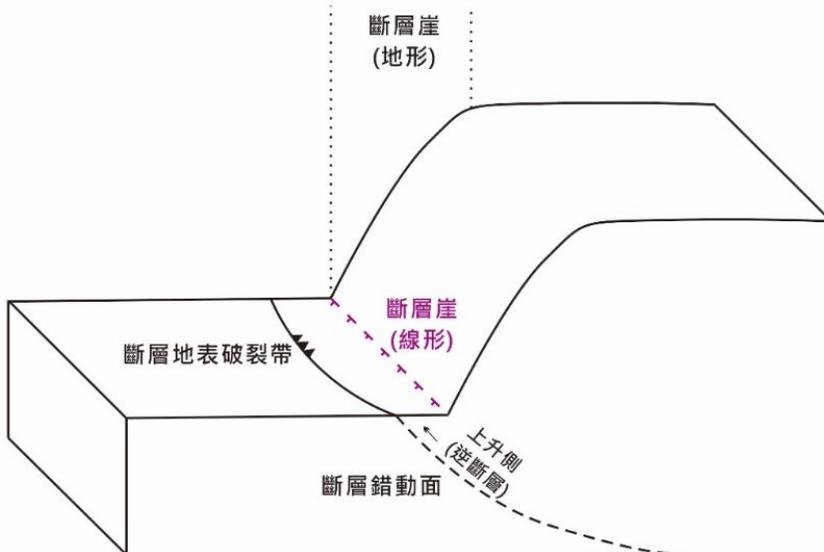


圖 4-12 斷層地表破裂帶與斷層崖（線形）於斷層崖地形標示位置示意圖。我國地質圖上表現斷層的圖徵為黑色線條，且鋸齒標示在上升側，地形特徵圖上則以紫色（活動構造地形代表色）呈現，鋸齒表示斷層崖面的坡向。

單一次斷層活動所造成的崖高，在不同位置不一定相同，而斷層崖所在位置亦有可能與真正的斷層破裂帶有所差異。斷層崖可能因為隆升後錯動面崩塌並堆積於錯動面前，或者錯動後受外營力（如水流）侵蝕後退至斷層錯動面後方，不過斷層崖仍是判斷鄰近地區是否有斷層錯動的有力證據之一（圖 4-12）。部份斷層未破裂至地表，僅造成地表產生帶狀高低差，表面略呈弧形的崖，稱為撓曲崖。

本圖幅範圍內有車籠埔斷層與其背衝斷層隘寮斷層，均具有斷層崖的特徵地形。在豐原丘陵與南投丘陵，其斷層崖線大致位於丘陵與沖積扇或河階的交界處；車籠埔斷層跨越乾溪、烏溪、樟平溪的谷口處，均具有明顯的南北走向斷層崖，高 2-6 公尺，與河流、河蝕崖（東西走向）直交，斷層東側均因上盤抬升而產生數階河階（沈淑敏等，2005）。草屯河階群西側可能因地表岩體較為脆弱，有多道分支斷層出現。草屯北邊牛屎崎至米粉寮有 3 道斷層崖（照片 4-13）；草屯中山公園則為一處分支斷層所包圍；樟平溪谷口有 2 道平行斷層崖截切低位河階，均高約 8 公尺，集集地震時西側斷層崖有約 30-50 公分抬升。



照片 4-13 草屯河階群西北側車籠埔斷層崖的 3 道分支。(2019 年 8 月 6 日攝)

隘寮斷層為車籠埔斷層之背衝斷層，南北走向截切草屯河階群的低位河階（照片 2-8）。斷層崖面向東，與形成草屯河階群的老烏溪所形成的地形面由東向西緩降不同，為反斜崖形態。此斷

層崖在最低位的北勢瀆面反斜崖高度約 4 公尺；較高的莊內面、南埔面崖高約 6 公尺以上；高度最高、年代最老的隘寮面斷層崖可達 12 至 20 公尺，但此反斜崖可能受隘寮溪侵蝕後退。聚落北勢瀆以北隘寮斷層截切處已侵蝕成凹谷狀。

在草屯圖幅中，草屯聚落東南側今草屯植物公園以南（照片 4-14）及樟平溪以南的墓區，其斷層崖外觀略呈弧形，具有撓曲崖的部份外觀特徵。但因集集地震時此 2 地均有地表破裂，與撓曲崖定義不符，故本圖幅仍以斷層崖地形呈現。



照片 4-14 草屯植物公園南側的車籠埔斷層崖。於草地區域可見斷層崖頂部略呈弧形撓曲狀。(2019 年 8 月 7 日攝)

2. 三角切面

三角切面係斷層崖遭河流侵蝕或冰河侵蝕作用截切、錯動後所殘餘的三角形面狀地形。若可發現一系列三角切面，且搭配其他新構造地形如斷層崖線形、撓曲崖等，可做為判釋斷層是否存在的間接地形證據。草屯圖幅之三角切面主要分布於豐原丘陵西南隅，沈淑敏等（2005）判釋此處有一系列 5 個三角切面沿著斷層崖分布（照片 4-15）。



照片 4-15 豐原丘陵西南隅之三角切面。攝於乾溪谷口南側。
(2019 年 8 月 8 日攝)

3. 傾動方向 ↓

各種本應大致平坦的地形面(如氾濫平原、低位河階、高位河階等),若因新構造運動導致斷層錯動或形成褶曲,使地形面呈現明顯傾斜者,除標註原地形面圖徵外,另加註傾動方向符號。

於本圖幅內八卦臺地東斜面的高位河階(約北起寶斗厝西側,南至南崗工業區),受彰化斷層隆起與八卦山背斜褶曲影響,使得臺地東斜面約以 10 度以下的坡度向東緩降。就地勢而言,此高位河階與八卦臺地頂部高位河階地形面可相對比。(照片 4-16)。



照片 4-16 八卦臺地東翼之傾動高位河階。(2019 年 8 月 8 日攝)

四、人為設施與地景

本圖幅位處於臺中都會區東南方，人口密度相對較低，但近年亦有少數較大規模之人為土地利用開發。包括經濟部中臺灣創新園區南側的重劃區、經濟部工業局南崗工業區、南峰高爾夫球場等。此外，正在興建中的鳥嘴潭人工湖工程，將會是本圖幅範圍內規模最大的人為設施與地景。

1. 挖填方



臺灣土地開發強度與密度甚高，為利建築開發行為，許多坡地會進行局部的挖方或填方工程，此一行為將永久改變地表形態。本圖將數值地形模型上明顯可見地表形態與四周天然地形不連續者標示為挖填方區域。

本圖幅範圍內規模較大的挖、填方整地範圍，包括八卦臺地東翼之南崗工業區（照片 4-17、圖 4-13）、南峰高爾夫球場（照片 4-18、圖 4-13）、豐年開發有限公司砂石場（已停業），以及位於乾溪溪谷南岸的金陵山宗教藝術園區（圖 4-14）、霧峰高爾夫球場（圖 4-14）及中華民國公教人員高爾夫研習會 6 處。南崗工業區與南峰高爾夫球場，係將原八卦臺地之傾動的高位河階、溪溝與聯合沖積扇進行整地，並利用地下溝渠或開挖新溝的方式將原本的蝕溝溪水引導入貓羅溪。



照片 4-17 八卦臺地東翼以挖填方工程修改傾動之高位河階地形的南崗工業區。(2019年8月7日攝)



照片 4-18 南峰高爾夫球場。利用傾動的高位河階面整地而成，並明顯改變局部地表水文狀態。(2019年8月7日攝)

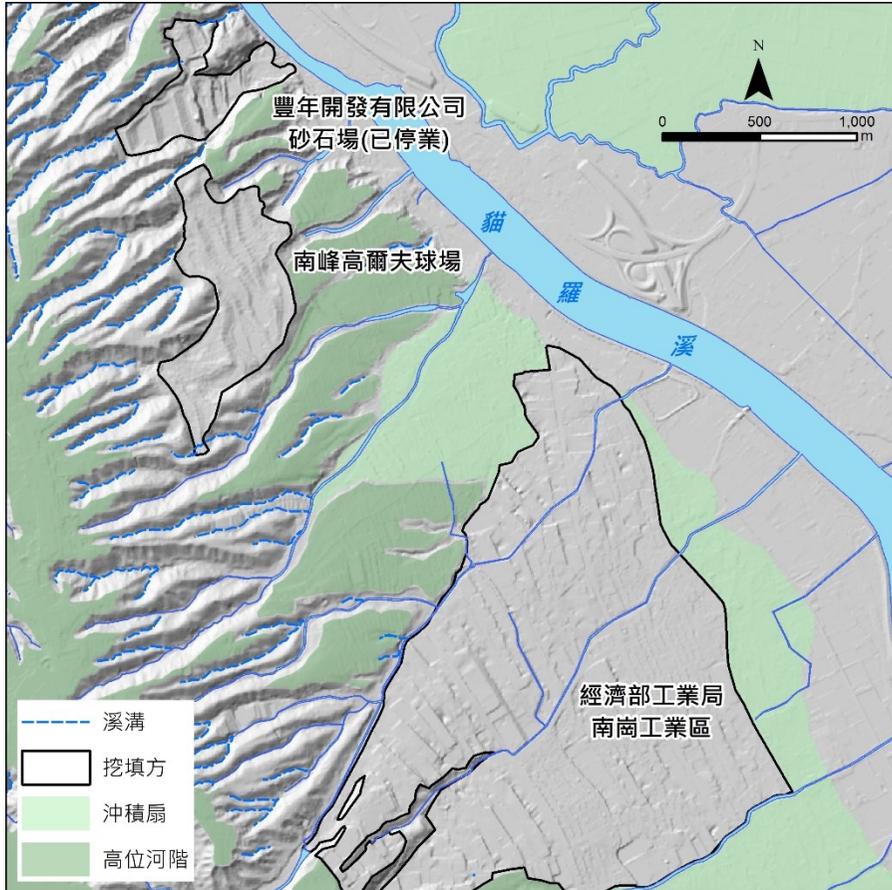


圖 4-13 八卦臺地東翼 3 處較具規模的挖填方範圍。可見天然地形受人為活動影響而呈顯著不連續形態。

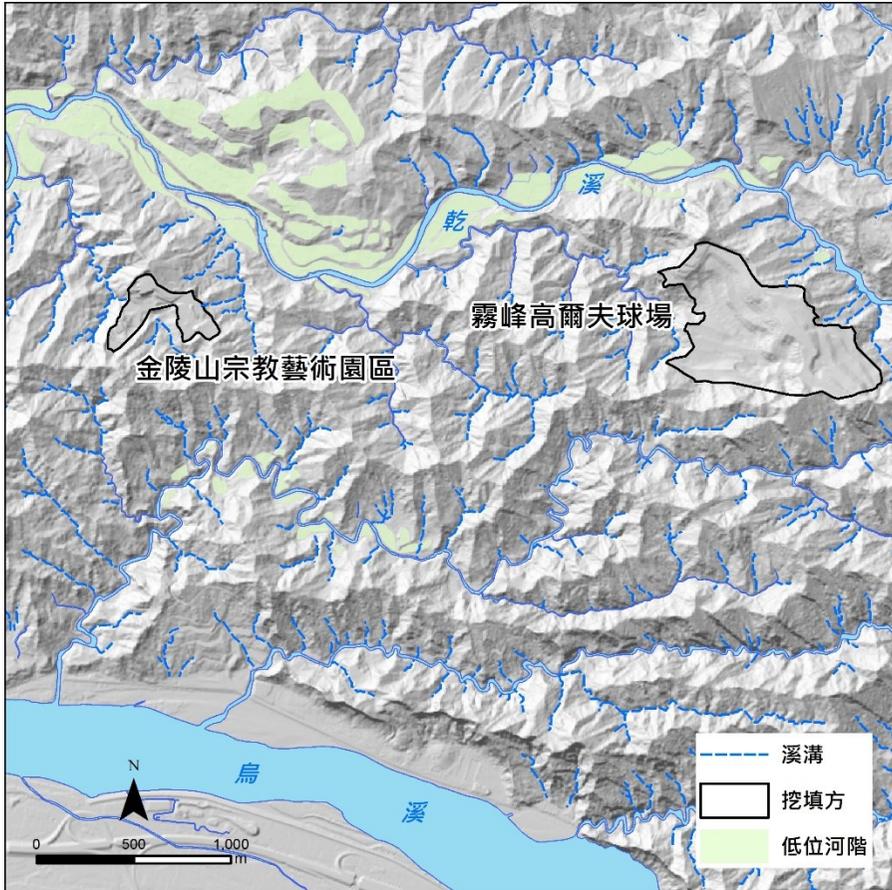


圖 4-14 乾溪溪谷南側 2 處較具規模的挖填方範圍。此二案例為開挖豐原丘陵頂部之大規模開發。

伍、地形資源

近代對資源的定義相當廣泛，凡可為特定目標而對地形環境加以利用的項目均可為地形資源。地形作為資源的一種，可能因規畫機構、目標、技術與工具及社會文化等方式而改變其用途。此外，張石角（1990）指地形景觀（地景）資源儘管難以利用市場價值或貨幣加以衡量，但卻與人類生活、心性陶冶相關，是「有價值的空間」的一種。本章將就草屯圖幅範圍內之「地形環境利用」、「觀光地景與地景保育」兩方面略作介紹。

一、地形環境利用

1. 利用氾濫平原興建烏嘴潭人工湖（興建中）

烏嘴潭人工湖乃經濟部水利署為提高烏溪水資源利用率，提供彰化與南投穩定水源而進行的工程計畫，利用介於草屯河階群北側、烏溪主流河道南側，與河道比高較小之氾濫平原（堤內），建立包含 7 個人工湖（圖 5-1）的烏嘴潭水利工程，有效庫容約 1,450 萬立方公尺。該計畫自 2015 年起由經濟部水利署著手推動，2017 年 11 月至 2019 年 8 月興建烏溪平林二號堤防並完工；2018 年 8 月起開始興建引水工程，預計 2021 年完工；2019 年 8 月起開始興建人工湖湖區工程，預計 2022 年完工（經濟部水利署中區水資源局，2019）（照片 5-1）。

烏嘴潭人工湖引水攔河堰設於烏溪主流炎峰橋下游側，藉以抬高攔河堰上游之烏溪水位，並在草屯河階群的低位河階北勢瀆面最東側下嵌底鑿穿引水隧道，引水至人工湖儲存。若完工後開始營運，可預期將對烏溪主流下游的水量、沉積物含量與河流地形產生很大的影響。

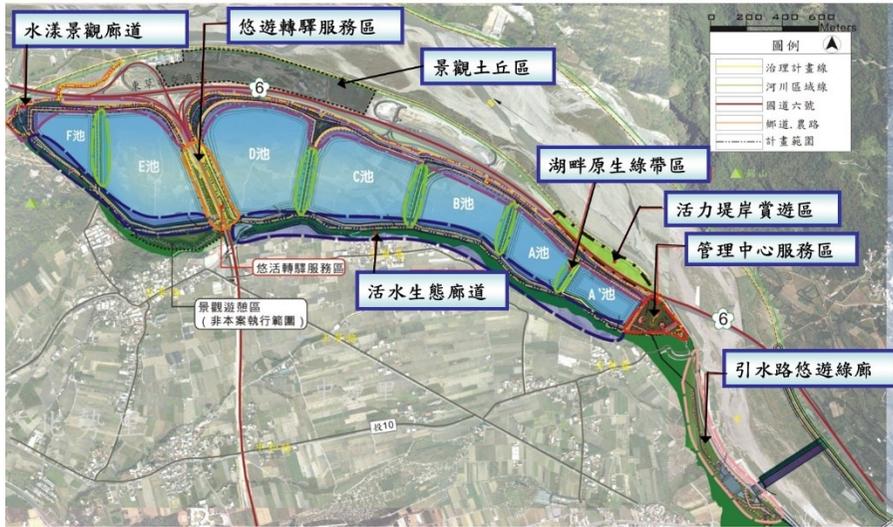


圖 5-1 鳥嘴潭人工湖規劃圖。(引自經濟部水利署，2015)



照片 5-1 鳥嘴潭人工湖施工區域現況。1 為攔河堰、2 為沉沙池預定地、3 為引水隧道、4 為分水工預定地、5 為人工湖範圍、6 為烏溪平林二號堤防。照片中之地形分布請參閱照片 4-6 所示。(2019 年 8 月 7 日攝)

2. 利用沖積扇地形之農業重力灌溉與排水系統

早期農業引水灌溉與排水，均需仰賴地勢高低落差，藉由重力導引水流。河流作用所形成之平坦地形面常為農業土地利用，先民已能透過環境觀察，各地形面（如氾濫平原、沖積扇、河階等）地勢變化。氾濫平原與河階係當代或前期河床面，在未經活動構造傾動的情況下，一般而言會由上游往下游緩降；沖積扇地

形亦為上游之扇頂高度最高，經扇面至扇端緩降。就草屯圖幅而言，烏溪主流之河流地形東高西低，主要支流貓羅溪南高北低，次要支流樟平溪等東高西低。

草屯圖幅內主要之農業灌溉與排水系統（橫跨南投、彰化農田水利會轄區），北投新圳取水口設於草屯河階群東北側圳頭及圖幅西側之龍泉；阿罩霧圳系統早期於象鼻取水，後增設南勢取水口；茄荖媽助圳（照片 5-2）引藤東崎給排水線（照片 5-3）之尾水及烏溪橋處引水灌溉烏溪南扇。溪頭下埤於溪頭取貓羅溪水灌溉左岸氾濫平原。各取水口均設於河流較上游，依地勢緩降之地勢灌溉農地（圖 5-2）。



照片 5-2 茄荖媽助圳渠首工。經多次修改水源後，今日圳水源頭來自北投新圳，並經藤東崎給排水線輸送水源。（2019年 10 月 20 日攝）



照片 5-3 藤東崎給排水線。該線沿茄荖山北側氾濫平原修築。（2019年 10 月 20 日攝）

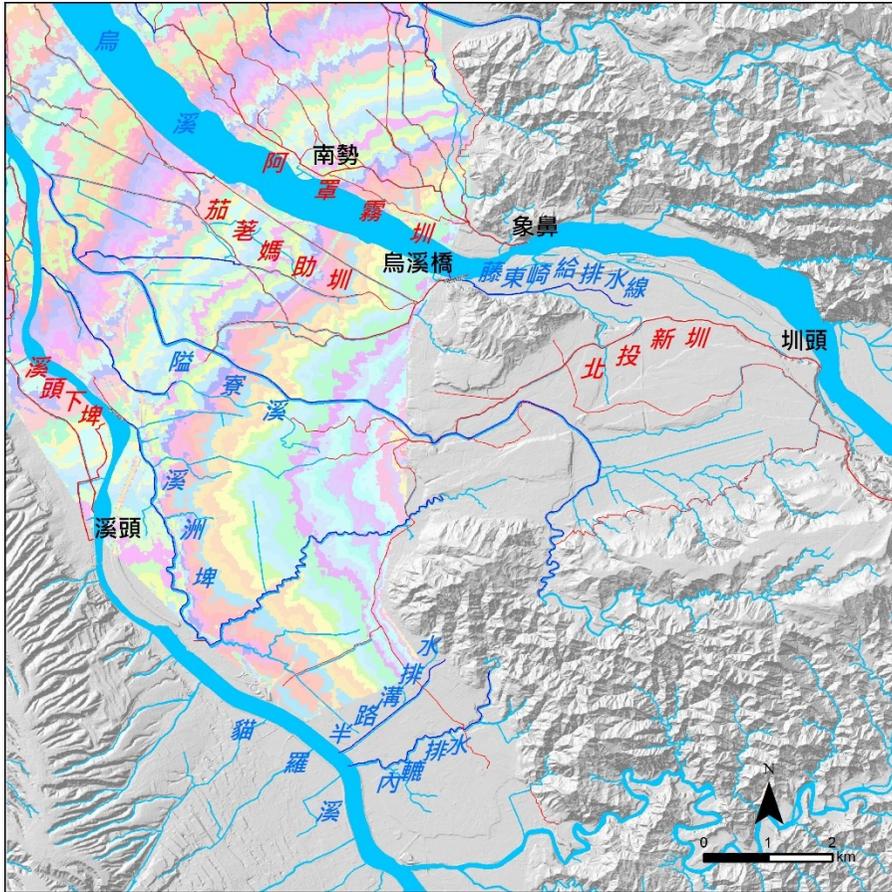


圖 5-2 草屯圖幅內主要灌溉、排水系統分布圖。紅色為灌溉圳道，深藍色為排水渠道。(行政院農業委員會，2017)

以臺中霧峰之阿罩霧圳灌溉系統為例，清乾隆 30 年(1765)，以大墾戶吳洛為首之「吳伯榮」墾號，於霧峰修築萬斗六圳，自今日烏溪沖積扇頂右岸象鼻一帶，利用地勢較高的原理，築渠引水以重力方式向西北扇面灌溉(照片 5-4)。道光 18 年(1838)由霧峰林家林定邦於乾溪谷口的坑口、六股一帶興建阿罩霧圳相連，成為灌溉烏溪北扇扇面的灌溉系統。日治時期整合為阿罩霧公共埤圳組合，殆烏溪整治完畢擴大為阿罩霧圳水利組合，並稱丁台圳、萬斗六圳等水源來自象鼻之圳道稱為阿罩霧第一圳(照片 5-5)，烏溪北扇南勢一帶取水的渠道稱阿罩霧第二圳(張永楨，2008)。阿罩霧圳水利組合範圍現由南投農田水利會管轄，並持續灌溉沖積扇面的稻田至今。阿罩霧第一圳主線沿著太平聯合沖積



照片 5-4 位於象鼻的阿罩霧第一圳(原萬斗六圳)取水攔河堰。
(2019 年 10 月 20 日攝)



照片 5-5 阿罩霧第一圳取水口(右)與重力排砂閘門(左)。(2019
年 10 月 20 日攝)

扇(本圖幅內為乾溪沖積扇)邊緣興築,可約略作為烏溪沖積扇與太平聯合沖積扇的邊界。

3. 利用八卦臺地東翼傾動的高位河階進行經濟作物種植

八卦臺地之高位河階,其表層沉積層係由河流沖積而成,經數萬年之淋溶作用等成土作用,於地表約 50 公分內形成一層紅壤,其酸鹼值偏酸。此外,因新構造運動使得河階面發生傾動,

加上溪溝眾多，產生許多陡峭的邊坡，故降雨時地表逕流會快速向溪溝中排出，屬於排水能力良好的土地。此一環境頗為適合鳳梨（照片 5-6）、薑（照片 5-6）、茶樹（照片 5-7）等淺根性作物生長，故在近年以灑水車、蓄水池、灑水器（照片 5-6）等方式解決高位河階灌溉問題後，八卦臺地成為前述農作物的重要產區，其中鳳梨產量逐年上升，已成為彰化、南投地區重要經濟作物。



照片 5-6 八卦臺地之鳳梨田（右）與薑田（左）。可見其土質為紅壤。由於高位河階缺乏河水灌溉，故蓄水池（左下）與灑水器（中）為當地重要農業水源。（2019 年 10 月 20 日攝）



照片 5-7 八卦臺地之茶園。（2019 年 5 月 20 日攝）

4. 利用斷層崖的高差設置隘寮守望

早期漢人移墾淺山地帶，需防止原住民的襲擊，故經常需選擇居高臨下之地設隘守望，因而產生「隘寮」。草屯河階群為清代經由烏溪溪谷進入水沙連（今埔里）前的重要區域，亦為漢人與原住民族生活領域交界位置。草屯河階群之低位河階廣闊，少有視覺阻礙，而隘寮斷層之 6 至 12 公尺高的斷層崖，正好呈西高東低的形勢，可供守望（照片 5-8、圖 5-3）。故隘寮聚落於隘寮斷層西側（上盤）定居，並成為當地頗具歷史意義之地名。



照片 5-8 隘寮斷層空拍照片。斷層崖左側為上盤低位河階最高的一階隘寮面，右側為低位河階的南埔面。AB 剖線見圖 5-3。（2019 年 8 月 7 日攝）

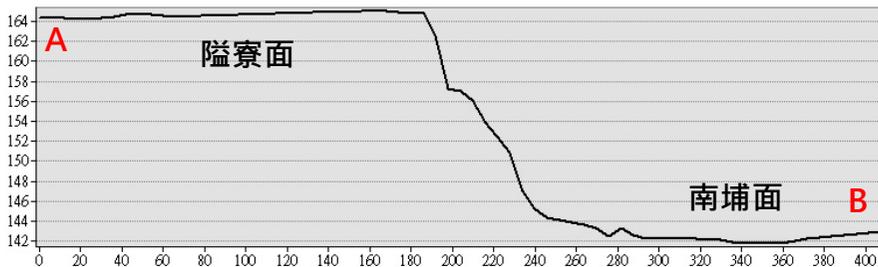


圖 5-3 照片 5-5 的 AB 剖線圖。以數值高程模型模擬之起伏顯示，於隘寮一帶，斷層崖落差最大可達 22 公尺，是廣大平坦的草屯河階群低位河階上，少見的居高臨下守望點。

二、觀光地景與地景保育

草屯圖幅範圍內，具觀光、休閒、教育等價值之地形、地質景觀略述如下：

1. 集集地震車籠埔主斷層帶地形遺跡

地震後的地表破裂、變位位置，可以指示地震災害風險的存在。然而，地震造成的災損通常很快就會動員大量人力、物力加以復原。而地震本身的發生頻率時間間隔較久，容易被人們所遺忘。故在集集地震後，許多地震造成的變位地形與災害在政府的規劃下留存，成為頗具環境教育意義的場所。

草屯圖幅內最具代表性的地形遺跡，為臺中霧峰境內，位於乾溪北岸的「九二一地震教育園區」。當年光復國中操場隆起約2公尺，成為國內、外活動斷層研究的經典場域之一，甚至登上國外教科書封面（圖 5-4）。其餘地形遺跡包括本說明書照片 2-7、照片 2-8、照片 4-13 到 4-15 以及照片 5-8 的斷層崖、三角切面等特徵地形。

然而，除了前述經典的地形遺跡，或是經過長期地形演育使得變位累積量已成為顯著留存的地景案例外，其餘單一次破壞造成的地景則大多已經消

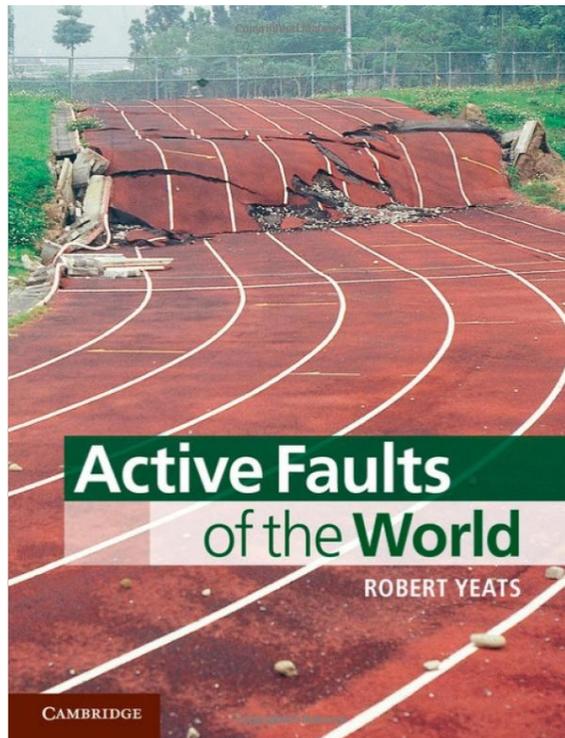


圖 5-4 集集地震造成光復國中操場地表破裂的場景成為外國教科書封面。(Yeats, 2012)

失或改造。如霧峰象鼻路旁的農田因斷層錯動而隆起，此一地形起伏不利於水田耕作，故在很短的時間內即以水泥護坡的形式建成梯田（照片 5-9）。位在中興新村的南投醫院中興院區，其一旁的水溝蓋即為斷層破裂帶，亦已在震後不久修復（照片 5-10）。也因災害地景留存時間不長之故，災後各種地形特徵與地表破裂位置應在最快速度進行紀錄，有助提升大眾災害記憶與認知。



照片 5-9 水田間的地表錯動已利用水泥護坡工程加以修改成為梯田外觀（箭頭處）。攝於臺中市霧峰區象鼻路北側，鄰近國道 6 號舊正交流道西行出口處。（游牧笛，2009）



照片 5-10 南投醫院中興院區環山路旁集集地震地表破裂位置。地表破裂已經完全復原成水溝。（游牧笛，2009）

2. 烏溪北岸層階地形

「美感的創造」亦為地景資源的重要功能，草屯圖幅範圍內最顯著的地景之一，為烏溪北岸的層階地形。受車籠埔斷層抬升影響，使豐原丘陵地層向東傾斜，卓蘭層中的砂岩層抗蝕力較強形成帽岩，較軟弱的頁岩層則被侵蝕，形成地表差異侵蝕的連續單面山景觀。由於該單面山之順向坡面大致由砂岩地層層面構成，且具階梯狀外觀，故亦可稱為層階地形。此處層階地形受烏溪側蝕影響，坡面長期易於崩塌，使得地層出現大片露頭，更易進行實地觀察。

此處建議 3 處觀察地點：(1)遠眺可至草屯河階群高位河階頂城面之「坪頂里瞭望臺」，能見度佳時可同時見到層階地形與草屯河階群低位河階（照片 5-11）；(2)中景可至草屯河階群低位河階北勢湍面之階崖頂部（新厝仔聚落北側最佳），所見之景觀除層階地形外，亦包括尚無大規模開發之氾濫平原（照片 5-12）（未來則開發為烏嘴潭人工湖）；近看可選擇自烏溪南堤堤頂，可觀察落石崖與崩積層地景（照片 5-13）。（圖 5-5）



照片 5-11 由高位河階頂城面遠眺烏溪北岸層階地形與草屯河階群低位河階。（2016 年 10 月 22 日攝）



照片 5-12 新厝仔聚落遠眺烏溪北岸層階地形一景。草屯河階群北勢湍面與其北邊氾濫平原（堤內）（照片中稻田）間之河階崖約有 20 公尺高差，遂可不受阻擋遠眺其全景。（2016 年 10 月 22 日攝）



照片 5-13 於烏溪南堤堤頂所見之層階地形景觀。除可清楚看到地層狀態外，亦可觀察崩積層或落石堆（參考照片 4-14）的分布與外形特色。（2016 年 10 月 22 日攝）



圖 5-5 烏溪北岸層階地形建議展望點位置圖。紫點為照片 5-11 展望點，位於草屯河階群高位河階頂城面坪頂里；藍點為照片 5-12 展望點，位於草屯河階群低位河階北勢滿面新厝仔聚落階崖頂；紅點為照片 5-13 展望點，位於烏溪南堤。黃色虛線範圍為層階地形景觀大致範圍。

陸、地形地質災害案例

政府彙整公告之災害相關資訊包括土石流潛勢溪流及土石流影響範圍(農委會水保局, 2019)、淹水潛勢範圍(經濟部水利署, 2019)、崩壞作用潛勢(引自都會區及周緣坡地環境地質資料庫圖集)(經濟部中央地質調查所, 2008)等。

草屯圖幅內計有 6 條土石流潛勢溪流(農委會水保局, 2019)(圖 6-1; 表 6-1)。

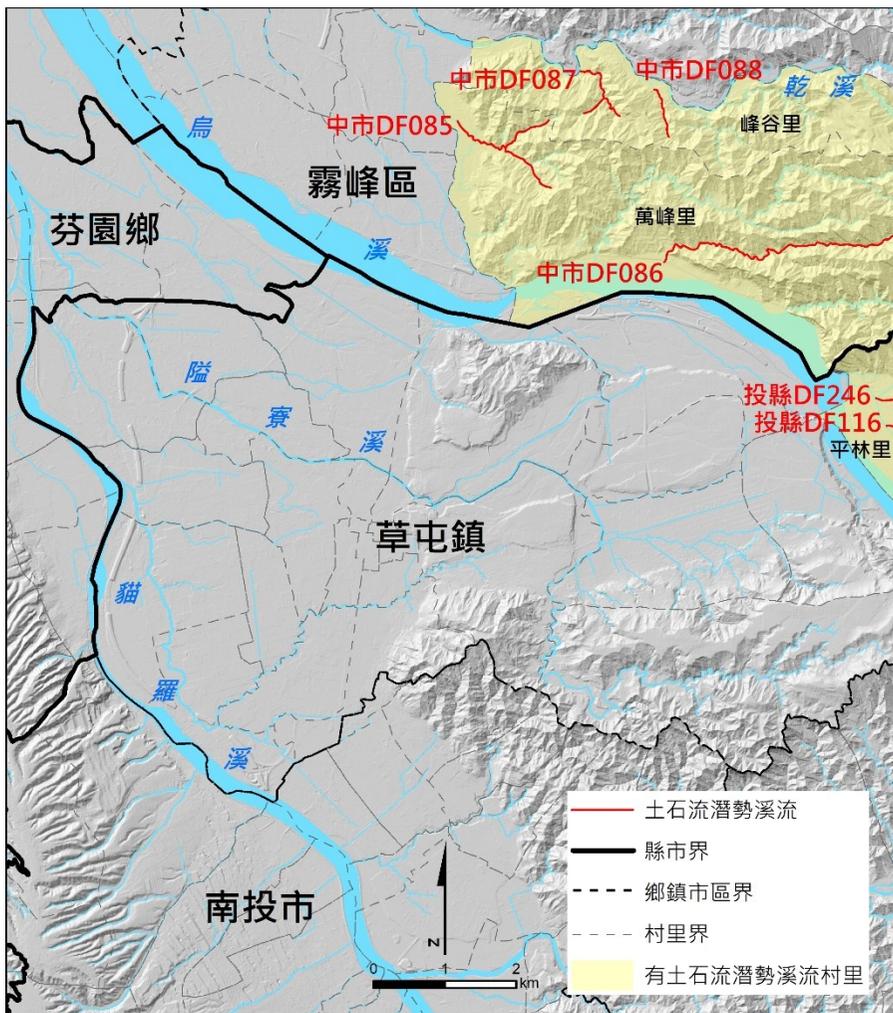


圖 6-1 草屯圖幅範圍內土石流潛勢溪流分布圖。

表 6-1 草屯圖幅土石流潛勢溪流一覽表

編號	行政區	潛勢等級	重要地標	鄰近道路
中市 DF085	臺中市 霧峰區 萬峰里	中	慈悟寺、萬峰橋、萬峰國小	大坑巷
中市 DF086	臺中市 霧峰區 萬峰里	高	象鼻 3 號橋、舊正里福德祠	象鼻路
中市 DF087	臺中市 霧峰區 峰谷里	中	光明橋 順天宮	峰谷路
中市 DF088	臺中市 霧峰區 峰谷里	高	峰谷國小、金陵山宗教藝術園區	峰谷路
投縣 DF116	南投縣 草屯鎮 平林里	低	平林國小	健行路(投 19)、平學路(投 20)
投縣 DF246	南投縣 草屯鎮 平林里	高	北勢坑	平林巷

*資料來源：土石流防災資訊網（2019 年 8 月查詢）

根據經濟部水利署自 2005 年起展開的易淹水區域調查，本圖幅範圍內共有 4 處易淹水區域。分別為 1.北勢湳、2.南埔、3.苦苓腳、以及 4.軍功寮。然而經十餘年整治，2019 年公告之淹水潛勢圖中，淹水潛勢區域已隨土地開發而略有變動。潛勢評估有許多環境假設前提，圖 6-2 之淹水潛勢範圍僅供防災參考使用。

經濟部中央地質調查所（2008）公告之環境地質圖針對 3 類邊坡地質災害潛勢進行評估。因車籠埔斷層錯動使地層向東傾斜，岩體滑動高潛勢位置多與順向坡重疊而位於丘陵東坡，落石與岩屑崩滑潛勢以烏溪北岸、茄荖山、樟平溪北岸較顯著（圖 6-2）。

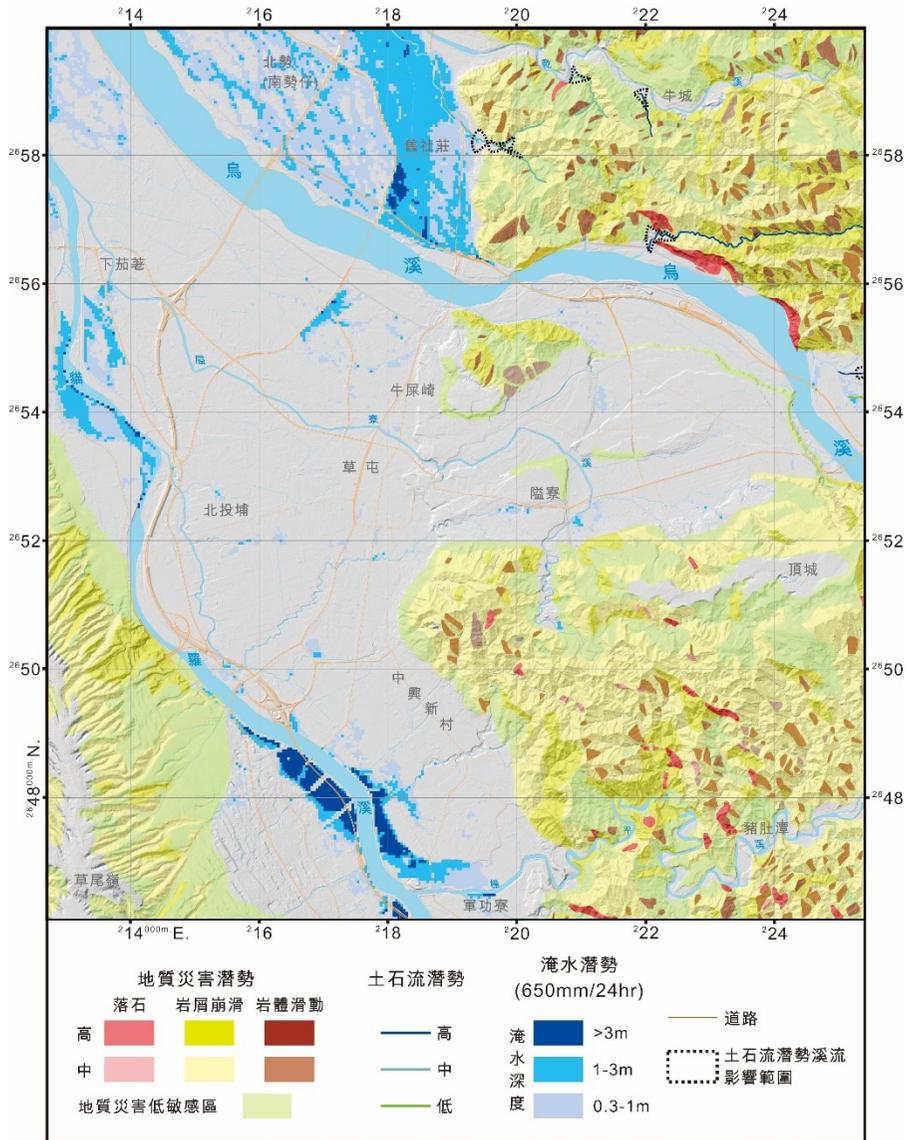


圖 6-2 草屯圖幅範圍之積淹水潛勢區域與地質災害潛勢圖。藍色區域之淹水潛勢區，設定降水強度為 650 毫米/24 小時之淹水深度估算（政府資料開放平臺，2019）。各類型邊坡地質災害潛勢以豐原丘陵、南投丘陵範圍及茄荖山較高，其餘地區地勢平緩，屬低潛勢或無邊坡地質災害潛勢（經濟部中央地質調查所，2008）。本圖與草屯圖幅之插圖「災害潛勢圖」相同。

本圖幅範圍內與周遭近十餘年內，較具規模的災害數量少。但若拉長時間尺度，則有令人記憶猶新的大規模自然災害。包括斷層錯動（1999年集集地震）、洪患（1959年八七水災）等，相較其他山地、丘陵區，本圖幅內崩壞作用、土石流等所形成的災害相對較少。各類災害均影響居民生活安全，相關單位已積極進行整治、管理，不過為提醒各界認識所處之環境特徵，特選擇幾個個案，簡介其發生原因，以為殷鑑。

一、臺中與南投（本圖幅內）集集地震災害

集集地震於1999年9月21日凌晨發生，芮氏規模7.3（美國地質調查局測得地震矩規模7.6-7.7），本圖幅範圍距離震央約15公里，最大震度6級。由於造成地震的車籠埔斷層位於本圖幅正中央，因此造成許多災情，如房屋倒塌、維生設施中斷等。地震所產生與地形、地質相關之災害，包括地表變位、邊坡崩壞、以及土壤液化。

根據實地調查，車籠埔斷層全線地表變位的位置與車籠埔斷層實際露頭的位置並不盡相同。然而本圖幅的車籠埔主斷層地震破裂帶，大致均沿著斷層帶面發生，即位於豐原丘陵與沖積扇交界、地形坡度轉折處（何信昌與陳勉銘，2000）。由於地表變位發生的位置與建築物破壞的數量，大致與距離呈反比，故判別新構造作用所形成之變位地形，有助於地震事前防災與城鄉發展相關規劃的設定。

地震造成的邊坡破壞，與其岩性、地表地動加速度等因素有關。然而就彙整資料所示，本圖幅範圍內僅草屯1處斷層崖有崖面岩屑崩滑，或是其他崩壞地形發生的地點並無保全對象。

土壤液化為集集地震時頗為顯著的地質災害類型。根據國家地震工程研究中心（1999）調查彙整，集集地震造成之土壤液化分布如圖6-3。本圖幅範圍內土壤液化發生位置有明顯集中於臺中盆地南端，多位於車籠埔斷層下盤且靠近貓羅溪氾濫平原，以及貓羅溪東側與斷層線間的低位河階，推測可能肇因於該地多為沖積層，且地下水面距離地表較近（照片6-1）所致。



照片 6-1 貓羅溪氾濫平原（堤內）的湧泉露頭。其水頭高度與地表高差約 3 公尺。（2019 年 5 月 20 日攝）

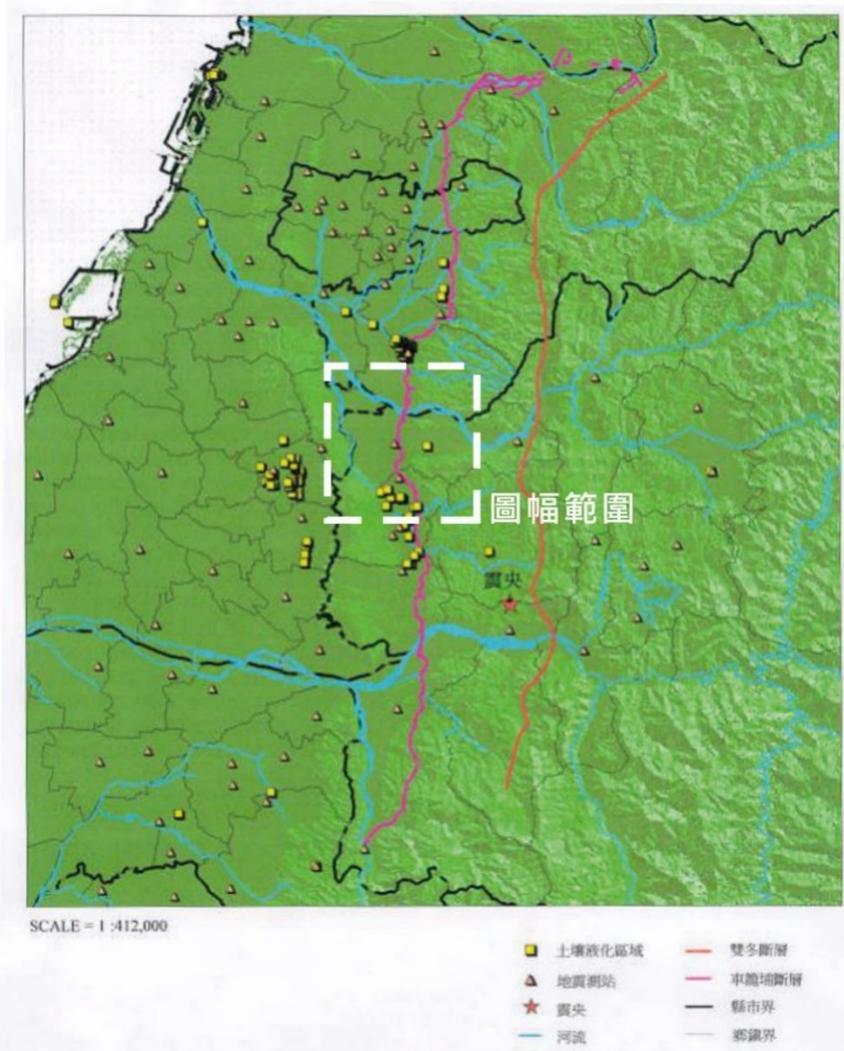
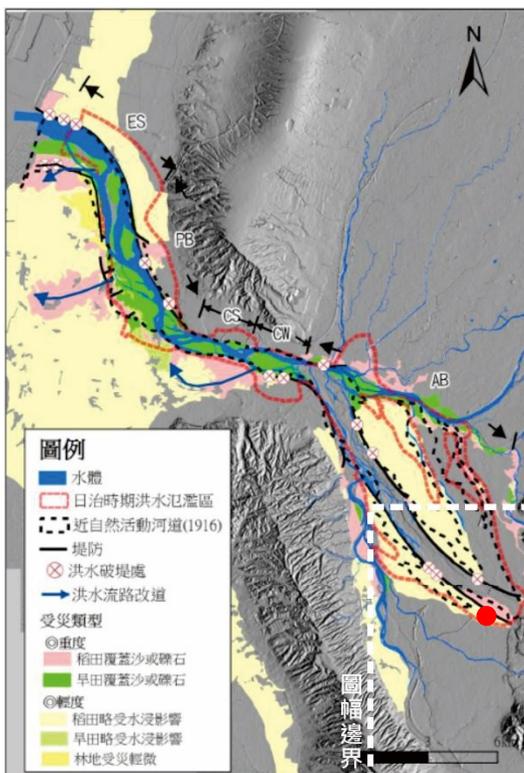


圖 6-3 集集地震土壤液化區域分布圖。根據此圖可發現土壤液化有明顯的集中趨勢。（國家地震工程研究中心，1999）

二、臺中與南投（本圖幅內）八七水災概況

發生於 1959 年 8 月 7 日至 8 月 9 日的極端強降水事件，造成臺灣中、南部嚴重的水災。其起因係該年 081 號熱帶性低氣壓自嘉義布袋登陸，引入強大西南氣流並造成豪雨。降水中心大致位於豐原、芬園、烏溪上游、斗六與阿里山等地，全臺洪水受災面積達 1,365 平方公里。烏溪流域於 7 日晚間出現極端豪雨，其中以北港溪上游雨量最多，洪水導致烏溪兩岸數處破堤。

許庭毓 (2013) 彙整八七水災烏溪受災範圍，以及近自然狀態下烏溪沖積扇範圍空間比對 (圖 6-4)，並歸納比較了近自然狀態與八七水災洪水作用的異同。近自然作用下烏溪主流在沖積扇上的行為包括扇頂改道、河道側蝕拓寬以及洪水溢淹出河岸。八七水災時則是因為破堤的關係，而溢滿至兩岸的沖積扇堤內地範圍。



草屯圖幅範圍之西北角，屬於烏溪沖積扇扇頂至扇央處，兩岸雖受水浸影響但多為輕度影響。其水浸影響範圍略大於歷史圖資所展示之活動河道範圍，顯見單就歷史圖資判釋可能低估洪水規模，須搭配更高精度的模型與微地形調查 (如照片 6-2)。烏溪北扇之右路河道 (圖 4-3) 未受影響，應與破堤位置較下游有關。



照片 6-2 烏溪沖積扇的堤內區域仍可透過現場調查找到舊流路遺跡（白色虛線範圍）。其地勢相對於兩側更低下，有較高的淹水潛勢。攝於烏溪橋南，圖 6-4 紅點處。（2019 年 8 月 7 日攝）

三、南投縣南投市樟平溪與貓羅溪軍功寮一帶豪雨積淹

南投縣南投市境內，樟平溪與貓羅溪匯流處附近，地勢低窪，逢雨易淹。根據歷史新聞與居民訪談，至 2018 年仍有淹水事件傳出。分析此地地形，樟平溪與貓羅溪兩岸均為地勢低平的氾濫平原，其北側肇武宮至中興路祖祠路口南側，有一連續河蝕崖平行樟平溪主流，係為樟平溪的低位河階階崖（照片 4-6、6-3），崖高約 3-5 公尺（圖 6-5）。

檢視本區 20 世紀前期的歷史地圖，可見小崖標示，且聚落、水田等人為土地利用均位於河階崖以北，其南側的氾濫平原則為荒地，可推測此處仍會受到洪水影響，且頻率不低，因而先人不願開墾該處土地，以免洪患造成損失。2012 年以後，本區因推動設立高等研究園區，而開始推動設置堤防。另值得一提的是，這道河階崖在經建版地形圖與環境地質圖等現有環境相關的圖資

上，都看不出來，藉由地形製圖過程，確認沖積平原與低位河階的邊界，具有防災作業以及城鄉規劃上的實質意義。



照片 6-3 中興路祖祠路口南側的低位河階階崖。聚落均位於崖線北側（低位河階面上）。（2019年8月7日攝）

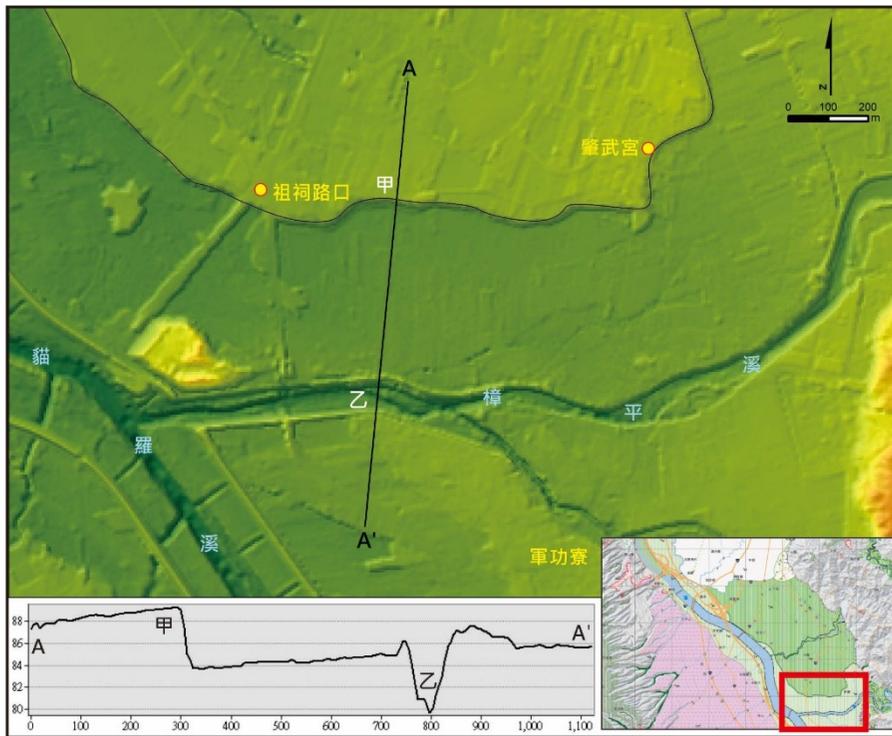


圖 6-5 樟平溪北側氾濫平原（堤內）與河階崖地形剖面。可看出在甲處有明顯的河階崖存在，使甲處以北不易淹水。

柒、參考文獻

一、書面文獻

Chang, S. L., 1971, Subsurface geologic study of the Taichung basin, Taiwan. *Petrol. Geol. Taiwan*, 8: 21-45.

Keller, E. A., Pinter N., 2002, *Active Tectonics: Earthquakes, Uplift and Landscape*.

Strahler, A. N., 1957, Quantitative analysis of watershed geomorphology. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 38(6), 913-920.

大平正夫，1936，烏溪の河川改修に就て，臺北帝國大學附屬農林專門部林學科卒業報文。

石再添、張瑞津、鄧國雄、黃朝恩，1996，土地志地形篇，重修臺灣省通志，卷二，臺灣省文獻委員會。

石再添、楊貴三，1985，八卦臺地的活斷層與地形面，國立臺灣師範大學地理研究所地理研究報告，11：173~186。

何信昌、陳勉銘，2000，五萬分之一臺灣地質圖—臺中（含說明書），經濟部中央地質調查所。

沈淑敏、張瑞津、楊貴三，2005，活動構造地形判釋及資料建置分析（1/2），經濟部中央地質調查所。

阮維周，1954，臺灣新誌地形篇，中華文化出版委員會。

林俊全、齊士崢、蔡衡、張伯宇、何立德，2007，臺灣地表形態特徵資料彙整與編纂，經濟部中央地質調查所。

林啟文、石同生、石瑞銓，2003，臺灣中部南投地區的車籠埔斷層特性研究，經濟部中央地質調查所彙刊，16：53-72。

林朝榮，1957，臺灣地形，臺灣省通志稿，卷一，第1冊，臺灣省

文獻委員會。

范舜侑，2008，貓羅溪集水區地形對車籠埔斷層活動的反應，國立彰化師範大學地理學系碩士論文。

徐鐵良，1955，臺灣之地形，臺灣銀行季刊，7(2)：8-25。

國家地震工程研究中心，1999，九二一集集大地震全面勘災精簡報告，報告編號：HCREE-99-033。

張石角，1990，太魯閣峽谷地形發育過程的研究，太魯閣國家公園管理處委辦計畫。

張永楨，2008，南投農田水利會志—工程篇。

張瑞津、沈淑敏、楊貴三，2003，臺灣島河階地形資料庫的建置(2/3) 西南部地區，地震地質調查及活動斷層資料庫建置計畫，經濟部中央地質調查所。

許庭毓，2013，1904-2010 烏溪河道地形變遷與人為活動影響之研究，國立臺灣師範大學地理學系碩士論文。

陳文山、何信昌、王源、楊昭男、高銘健、張益生、鄂忠信、陳勉銘，1994，臺灣西南部上新統至更新統的岩象學研究與地層對比，經濟部中央地質調查所特刊，8：83-99。

陳正祥，1956，臺灣之地理區域，臺灣銀行季刊，8(1)：1-5。

陳振華、陳文山、王源、陳勉銘，1992，由臺灣中部前陸盆地砂岩之岩象研究看褶曲逆衝帶之剝蝕歷史，地質，12(2)：147-165。

陳培源，1999，臺灣地形區劃分新議，20世紀臺灣地區地球科學研究之回顧與展望研討會(一)：臺灣的大地構造，208~214。

陳培源，2008，臺灣地質，臺灣省應用地質技師公會。

陳華玟、陳勉銘、石同生，2004，五萬分之一臺灣地質圖—南投(含說明書)，經濟部中央地質調查所。

- 富田芳郎，1937，淡水河河岸段丘の地形面對比に就いて，臺灣地學記事，8卷。
- 費立沅、紀宗吉，2011，臺北盆地的地質與防災，經濟部中央地質調查所。
- 黃文樹、蔡衡、許正一，2006，土壤化育指數在濁水溪流階地對比之應用，地理學報，44：17。
- 黃珮瑜，2008，大里河流域地形對車籠埔斷層活動的反應，國立彰化師範大學地理學系碩士論文。
- 楊貴三、沈淑敏，2010，臺灣全志土地志，地形篇，國史館臺灣文獻館。
- 楊樹榮、林忠志、鄭錦桐、潘國樑、蔡如君、李正利，2011，臺灣常用山崩分類系統，第14屆大地工程學術研討會。
- 經濟部中央地質調查所，2005，坡地環境地質災害調查研究(2/5)中部地區，都會區及周緣坡地整合性環境地質資料庫建置計畫。
- 經濟部中央地質調查所，2014，活動斷層地質敏感區劃定計畫書—車籠埔斷層。
- 經濟部中央地質調查所，2019，地質敏感區基地地質調查及地質安全評估手冊—山崩與地滑部分。
- 經濟部水利署，2018，中華民國一〇七年臺灣水文年報，pp.252。
- 鈴木隆介、砂村繼夫、松倉公憲，2017，地形の辞典，株式會社朝倉書店。
- 賴典章、李錦發、侯進雄，1997，車籠埔斷層調查研究—臺中都會區捷運路網細部規劃(測量鑽探)，臺灣省政府住宅及都市發展處。

二、網路資料

土石流防災資訊網（查詢日期：2019年8月18日）

<https://246.swcb.gov.tw/>

王乾盈，2004，台灣車籠埔斷層鑽探計畫野外考察（教師研習）
（查詢日期：2019年10月7日）

<http://resource.blsh.tp.edu.tw/taipei-earth/study/TCDP.htm>

行政院農業委員會，2017，臺灣農田水利會渠道圖(WMS)農田水利會灌排渠道系統圖（查詢日期：2019年10月18日）

<https://data.gov.tw/dataset/45224>

政府資料開放平台－淹水潛勢圖（查詢日期：2019年8月20日）

<https://data.gov.tw/dataset/25766>

游牧笛，2009，野地旅 0164：集集地震十年後的車籠埔斷層
（查詢日期：2019年10月20日）

<https://theericel.blogspot.com/2010/10/0164.html>

經濟部水利署中區水資源局－烏嘴潭人工湖計畫網站（查詢日期：2019年10月17日）

<http://nzt.wracb.gov.tw/achievementA312.aspx>

經濟部水利署水利地理資訊服務平臺－堤防或護岸位置圖（查詢日期：2019年10月1日）

<https://reurl.cc/1Q1Ae9>

經濟部中央地質調查所，2010，條帶地質圖－車籠埔斷層（電子檔）（查詢日期：2019年8月10日）

<https://twgeoref.moeacgs.gov.tw/GipOpenWeb/wSite/ct?xItem=134285&mp=105&ctNode=1233>

筆記欄

筆記欄

地形特徵圖—草屯

計畫合作單位	行政院農業委員會水土保持局 行政法人國家災害防救科技中心
計畫承辦單位	國立臺灣師範大學地理學系
計畫主持人	沈淑敏副教授
共同主持人	王聖鐸副教授
計畫助理	林文毓、游牧笛、周孜恆、蔡承樺、林毓琪
地圖繪製	林文毓、周孜恆、蔡承樺
說明書撰寫	游牧笛、林文毓
工作人員	趙家芸、楊鈞棠、陳亭妤、林鈞陶、劉芳妤 黃其優、吳盈萱
聯絡方式	(02)7734-1635 國立臺灣師範大學 (02)7734-1687 地理學系地形實驗室