

一萬分之一
土砂災害地形特徵圖說明書

鼓山-壽山-001

何立德、楊茲皓、洪暉智



中華民國 113 年 12 月

序言

地形是自然環境的重要組成要素之一，也是土地資源的基礎，有必要以系統性的方式記錄與呈現其形態與成因。世界各國常採用的作法是製作地形特徵圖（geomorphological map，或譯為地形圖、地貌圖、地形分類圖等），其成果有助於災害管理及國土規劃部門與人員掌握一地的環境特性。從自然災害防治角度來看，較大規模、高強度的地形作用，其再發生的周期經常也較長，若非居民親身經驗，恐常被忽略。如能善加解讀留存於地景之中的地形作用證據，搭配當地居民生活經驗，以適當的圖示呈現，將可讓人們透過地形特徵資訊，理解可能致災的地形作用，進而妥善經營環境與防治災害。

本圖幅乃針對高雄市鼓山區壽山之特徵地形及土砂災害所產製地形特徵圖，突顯該地區特殊的地形特徵以及潛在的土砂災害，搭配此圖幅說明書來協助讀者了解製圖重點和理解地圖中的豐富訊息。參考前期防災導向之地形製圖計畫成果與經驗（沈淑敏等，2017-2023），本圖幅加強在呈現壽山的整體性，以及主圖與插圖之間的連結。此外，本圖幅說明書彙整國內相關部門與學術單位之既有的圖資與典藏成果，包括農業部農村發展及水土保持署之土石流潛勢溪流資料，國土測繪中心之臺灣電子地圖，國家災害防救科技中心的高解析度(LiDAR DEM)數值高程模型等成果。各種圖層之資料來源、建置年代與地圖使用限制，均詳載於本圖幅說明書中。

本計畫為農業部農村發展及水土保持署創新研究計畫，由國立臺灣師範大學地理學系以及國立高雄師範大學地理學系合作執行，前者負責地形製圖相關規範制定、後者負責地形特徵圖製作，計畫執行期程為113年2月7日

起至同年 12 月 31 日止。期盼各界不吝指教，俾利地形製圖工作精益求精。

目次

壹、 地圖與圖資概述

- 一、 圖幅範圍與位置..... 1
- 二、 圖幅要素..... 2
- 三、 圖層架構與說明..... 6
- 四、 圖層定義..... 7
- 五、 地圖資料來源與使用限制..... 14

貳、 區域與環境概述

- 一、 地形概況..... 17
- 二、 地質概況..... 22
- 三、 氣候概況..... 25
- 四、 人文與觀光..... 26

參、 特徵地形

- 一、 塊體運動..... 29
 - (一) 西壽山..... 30
 - (二) 中壽山..... 32
 - (三) 北壽山..... 33
- 二、 岩溶作用..... 35
- 三、 地下水作用..... 38
- 四、 人為地景與設施..... 41
- 五、 地形演育..... 45

肆、	災害潛勢區及地形地質災害綜覽	
一、	土石流潛勢溪流及其影響範圍.....	48
二、	台泥礦場崩塌事件.....	51
三、	柴山聚落地滑監測.....	53
伍、	參考文獻.....	58

圖目錄

圖 1-1	高雄市行政區與圖幅範圍對照圖.....	1
圖 1-2	「土砂災害地形特徵圖鼓山-壽山-001」圖幅元素配置.....	2
圖 1-3	本圖幅主圖之圖層套疊架構示意圖.....	7
圖 2-1	壽山國家自然公園分層設色圖.....	17
圖 2-2	壽山國家自然公園坡度圖.....	17
圖 2-3	壽山的地形分區.....	18
圖 2-4	北壽山天雨天財洞照片.....	18
圖 2-5	中壽山空拍照片.....	19
圖 2-6	南壽山空拍照片.....	20
圖 2-7	西壽山側拍照片.....	21
圖 2-8	壽山地區地質圖與地層圖.....	23
圖 2-9	古亭坑泥岩層於西壽山海岸的露頭.....	24
圖 2-10	高雄氣候圖 (1991-2020)	25
圖 2-11	小溪貝塚遺址內的牡蠣殼與陶片.....	26
圖 2-12	台泥高雄礦場遺址.....	27
圖 2-13	國家自然公園管理處空拍照片.....	28

圖 3-1 崩壞作用地形示意圖.....	29
圖 3-2 大型古地滑的地形剖線.....	31
圖 3-3 大型地滑及其崩積層範圍.....	31
圖 3-4 西壽山塊體運動分布範圍.....	32
圖 3-5 壽山洞穴發育模式圖.....	34
圖 3-6 壽山陡崖與溝、谷地形.....	35
圖 3-7 同心洞內的鐘乳石與水滴.....	36
圖 3-8 壽山國家自然公園天兩天財洞形貌圖.....	37
圖 3-9 壽山湧泉系統示意圖.....	39
圖 3-10 本圖幅湧泉分布範圍.....	40
圖 3-11 日治時期打狗築港計畫圖.....	42
圖 3-12 打狗築港計畫圖（第一期築港）.....	42
圖 3-13 淺野水泥高雄廠廠址及原料採掘場位置圖.....	44
圖 3-14 1917 年開始生產的淺野水泥高雄工廠.....	44
圖 3-15 壽山國家自然公園地質、地形演育示意圖.....	47
圖 4-1 本圖幅內土石流潛勢溪流分布圖.....	50
圖 4-2、4-3 台泥礦場崩塌事件實景照片.....	52
圖 4-4 實地崩塌範圍與圖幅判釋範圍對比圖.....	52
圖 4-5 自動化監測系統配置.....	54
圖 4-6 地滑範圍內 GPS 監測點位及剖線分布.....	56
圖 4-7 南北兩地滑立體模型及範圍.....	56
圖 4-8 GPS 監測點位水平位移方向及垂直位移量.....	57

表目錄

表 1-1 地形地質要素一覽表.....	9
表 1-2 其他地圖要素一覽表.....	13
表 1-3 主圖使用圖資之測製時間一覽表.....	14
表 4-1 本圖幅土石流潛勢溪流一覽表.....	49

壹、地圖與圖資概述

一、圖幅範圍與位置

壽山是坐落於高雄市西南濱海的丘陵，緊鄰高雄都會區，同時也是高雄市臨海的天然屏障，北接左營、南至鼓山、旗津，東側則為高雄鹽埕、三民、鼓山等區，西側則是台灣海峽。「土砂災害地形特徵圖鼓山-壽山-001」（下稱本圖幅）涵蓋範圍西起經度 $120^{\circ}14'29''$ 、東至經度 $120^{\circ}17'09''$ 、北起緯度 $22^{\circ}40'32''$ 、南至緯度 $22^{\circ}36'35''$ ，涵蓋行政區包括高雄市鼓山區桃源里、壽山里、峰南里、鼓岩里、正德里等，以及少部分鹽埕區與旗津區。

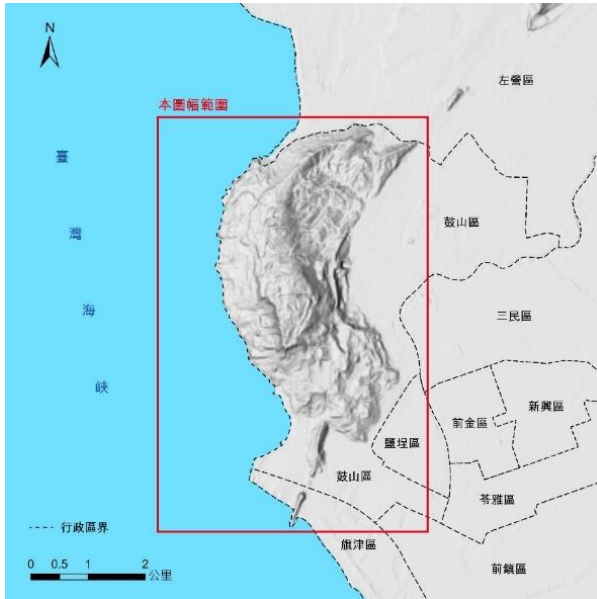


圖 1-1 高雄市行政區與圖幅範圍對照圖

二、圖幅要素

本圖幅包含主圖 1 幅及其對應之圖名、圖例、方位、與比例尺、地圖訊息與圖資來源、位置資訊等圖幅要素，並有輔助說明之系列插圖 5 組，包含歷史災害、現今海岸、洞穴樣貌及立體圖等圖，共計 17 幅。圖面配置如圖 1-2 所示，各項要素說明如下：

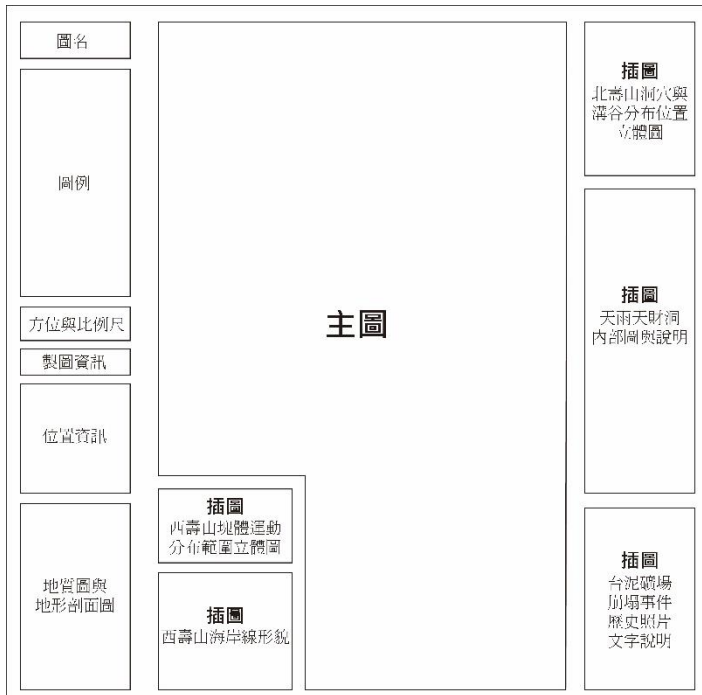


圖 1-2 「土砂災害地形特徵圖 鼓山-壽山-001」圖幅元素配置

1. 主圖

主圖主要呈現圖幅範圍內之土砂災害的災害潛勢、特徵地形（自然、人為）及有助於防災的資訊，詳細圖層架構請見「三、

圖層架構與說明」。主圖其他相關資訊如下：

- 高程：自臺灣基隆平均海水面為 0 公尺起算。
- 投影：橫麥卡托投影，經差二度分帶，中央子午線為東經 121 度。
- 方格線：橫麥卡托投影坐標系統，方格邊長為 1,000 公尺。為方便閱讀，主圖坐標標示以公里為單位。
- 坐標系統：民國八十六年內政部公告之「1997」臺灣大地基準（即 Taiwan Datum 1997，或稱 TWD97）。
- 地球原子：採 1980 年國際大地測量學及地球物理學聯合會（IUGG）之參考橢球體（即 GRS80）。
- 底圖及等高線：採用平面 6 公尺網格精度數值高程模型，並利用 ArcGIS Pro 軟體產製地形陰影圖及等高線，等高線間隔為首曲線 10 公尺、計曲線（粗線）50 公尺。
- 其他：本圖幅於各轉角處標註經緯度坐標。方格線之間標註網格代號，橫軸為英文字母，縱軸為數字。

2. 圖名

本圖幅範圍係以高雄市鼓山區的壽山為主要地形區，壽山及其周圍的各種地形單元與邊坡土砂災害為主要標的，故以本圖幅所在的鄉鎮市區級行政區、主要地形區為圖名，以方便讀

者掌握本圖幅所在之行政區劃與地形區位置兩種資訊。

3. 圖例

本區塊羅列於主圖中出現之各種地形地物，或災害潛勢範圍，並標示中、英文對照名稱。各個圖例的一般性定義及本圖幅操作性定義，請參照附表 1-1、1-2。

4. 方位與比例尺

本圖幅以正上方為北。採用圖形比例尺，比例尺全長為 1,000 公尺，並分割為 200、400、600 公尺的間距，方便於圖面進行測量。進行圖面測量時，亦可參考主圖方格線，每個方格邊長均為 1,000 公尺。

5. 地圖訊息與圖資來源

記載等高線間距、製圖研發團隊及本圖幅繪製完工時間，與主圖所採用的各個圖層產製或調繪時間。

6. 位置資訊（含位置圖、流域與行政區略圖）

用於定位本圖幅所在位置與其周邊的關係，並提供軍事管制區、國家自然公園之範圍。

7. 系列插圖

本圖幅之系列插圖有多種類型，目的在於呈現壽山多樣的

地形，主要分為北壽山、中壽山以及西壽山三大地形分區作呈現，內容包括北壽山之溝、谷、洞穴地形、中壽山的歷史崩塌事件，以及西壽山複雜的崩塌地形及其海岸形貌。

● 北壽山

此插圖主要利用立體圖來呈現北壽山洞穴與溝谷分布位置，並標示出主要地標與開放洞穴等位置，地形單元也與主圖相同，方便讀圖者做相對位置的對照。此插圖重點地形特徵為溝谷、陡崖與洞穴，及其相互之間的分布關係。此處地貌特徵乃因壽山在隆起過程中，岩體破碎後受到重力牽引，山稜邊緣斷裂的珊瑚礁石灰岩逐漸往邊坡下方移動，張裂成谷；山稜頂部因為較晚移動，形成小規模的半封閉裂隙，形成石灰岩洞穴。更詳細壽山之演育請參照「參、特徵地形」之「壽山的地形演育」。

● 中壽山

此插圖利用老照片(圖 H)呈現 1980 年代的中壽山台泥礦場崩塌事件。圖 I 則是現今(拍攝日期 2024/04/26)事發地的空拍照。這些圖片之間可以利用地形地物(如入料口、原料堆放錐、高雄山等)進行相對位置的比對。圖 I 大致圈畫出當時的崩塌範圍，以便更了解過去的災害事件。有關台泥礦場崩塌事件更詳細的說明請參照「肆、災害潛勢區及地形地質災害綜覽」的「台泥礦場崩塌事件」。

● 西壽山

此組插圖首先呈現的是西壽山塊體運動分布範圍立體圖，主要地形特徵是此區的岩屑崩滑、岩體滑動以及落石範圍，其地形單元皆與主圖相同。需要特別注意的是，此圖「崩積層滑動體範圍」，其圖層來源並非來自政府公告，而是由前人 (Jen et al., 2017) 詳細的研究結果，藉此呈現西壽山大規模的塊體運動。最下方的五張圖片呈現的是西壽山的海岸形貌，包括出露的古亭坑泥岩、崩落下來的大型石灰岩塊，以及海蝕崖、海蝕洞等海岸地形。圖 C、D、E、F 可在其上方西壽山全景圖中對照其拍照的相對位置，即全景圖中黃色箭頭，箭頭內英文字母與下方圖片可相互對照，而箭頭方向指的是照片拍攝方向。此模式也套用在上方立體圖中，不過由於圖 A 已超出其範圍，故沒有在立體圖中標示出來。

三、圖層架構與說明

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而且可以劃定邊界的「特徵地形或地形單元 (landform)」，如海岸地形（海階、海崖等）、崩壞地形（落石、岩體滑動、岩屑崩滑等）等。此外，本圖幅也納入為防災業務推動而劃設的「土石流潛勢溪流及影響範圍」，以及建物、道路等具有地點指示功能的地物標示。

本圖幅圖層的疊置順序，主要考量各種地形相關訊息的重要性（依製圖目的而定）、幾何特性、面積與視覺化效果等因素，並參考前期計畫之製圖經驗與訪談的使用者意見。圖 1-3 呈現本圖幅範圍內出現之圖層的名稱、種類與順序。

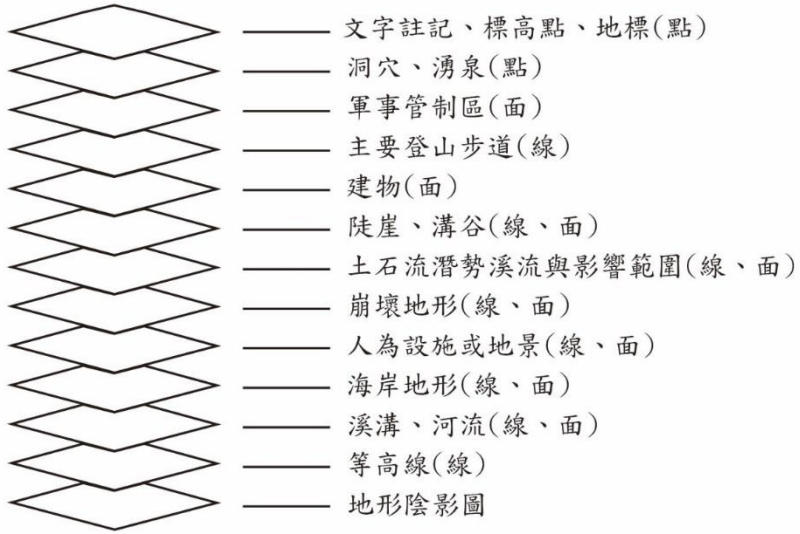


圖 1-3 本圖幅主圖之圖層套疊架構示意圖






四、圖層定義

本圖幅範圍內包含之各類地形的一般性定義、操作性定義及資料來源，如表 1-1 所示。表 1-1 僅標註本圖幅內有出現之地形、地質要素，其他地圖要素列於表 1-2。各圖層如為引用既有圖資，則於表 1-3 說明。

需特別說明，「土石流潛勢溪流及影響範圍」，乃農業部農村發展及

水土保持署（下亦稱農村水保署）依據 2022 年 10 月 14 日修正公告之《土石流及大規模崩塌災害潛勢資料公開辦法》公開的相關圖層，劃設前提之一為必須有保全對象。此二類範圍與地形災害關係密切，本圖幅亦呈現之。其範圍均依照政府主管單位的公告者為準，故與僅就地形研判的範圍可能不盡相同。

表 1-1 地形地質要素一覽表

圖徵	地形名稱	一般性定義	本圖之操作性定義或圖層資料來源
	土石流潛勢溪流 Potential debris flow torrent	根據《土石流潛勢溪流劃設作業要點》規定，係指依據現地土石流發生之自然條件，配合影響範圍內具有保全對象等因素，判斷有可能發生土石流災害之溪流。	採用農委會水土保持局歷年公告之土石流潛勢溪流。
	土石流潛勢溪流影響範圍 Potential debris flow torrent influence zone	指災害發生時可能遭土石沖擊、淤埋之範圍。	採用農委會水土保持局歷年公告之土石流潛勢溪流及大規模崩塌潛勢區影響範圍為準。
	海崖 Sea cliff	指受波浪侵蝕而成的陡崖。	利用 DEM 判釋南壽山地區因受到當代海浪侵蝕而形成的海崖。
	陡崖 Cliff	在邊坡上呈現明顯有坡度上緩下陡的連線，但未能確定成因細節並歸類為崩崖或河蝕崖者。	利用 DEM 判釋南壽山地區的陡崖，可能是由過去的海岸侵蝕或重力位移所發生崩塌後所形成者。
	岩屑崩滑 Debris slide	邊坡表層之風化土層、岩屑、崩積層等鬆軟、破碎材料，墜落、	採用經濟部地質調查及礦業管理中心臺灣坡地環境地質圖集，並

		傾覆及滑動 岩屑、砂土之範圍。	進行適當編修。
	岩體滑移 Rock slide	邊坡的岩體沿著原生或次生弱面發生顯著的滑動現象之範圍。	
	落石 Rock fall	可見清晰且粗糙的岩壁或自由面並造成顯著的塊體向下墜落或滾落，其崖面坡度多大於 50 度。	
	順向坡 Dip slope	地層層面與坡面的延伸方向（走向）大致平行，且層面傾向與坡面傾向大致相符的山坡區域	同一般性定義。利用 DEM 判釋坡向，篩選坡向與岩層傾向相近的坡單元。
	平底谷 Flat-bottom valley	受厚層沈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。	利用 DEM 判釋北壽山、中壽山地區受到拉張作用造成石灰岩體破裂形成之溝谷。
	海階 Marine terrace	沿海岸分布的階狀地形，由原有的濱台離水而成。海階面約可對應過去的海水面，而階面與其內陸側之海蝕崖交界則約可對應過去的海岸線。	利用 DEM 判釋南壽山地區晚期抬生過程所形成之階地。
	海埔新生地 Reclaimed land	因人為開發所需而將潮埔與海水阻隔、進行排水	主要參考《日治二萬分之一台灣堡圖》繪製，主

		的土地	要範圍為今日鹽埕區及哈瑪星一帶。
	平原 Plain	在河流下游谷床或開闊區域，由洪水溢淹帶來的沉積物堆積而形成的平坦地形。	同一般性定義，本圖幅平原範圍及高雄平原。
	挖填方 Excavation or filling	因整地、興建建築所需而挖掘與填埋邊坡，使坡面成為階梯狀者	同一般性定義，本圖幅挖填方範圍為軍事用地。
	露天礦場 Quarry	為取得礦物或石材資源而露天開採、下挖的大面積礦場。	同一般性定義，本圖幅露天礦場範圍即台泥過去在中壽山進行石灰岩採石之區域。
	沙灘 Beach	主要受波浪影響，海灘的沉積物以疏鬆的沙粒為主	同一般性定義，本圖幅沙灘範圍主要分布在旗津、西子灣以及本圖幅最上方左營軍港南側。
	洞穴 Cave	洞穴是指自然形成的地下空間，通常由岩石、礦物或土壤經過長時間依不同作用而形成。	本圖幅內洞穴主要分布在北壽山、中壽山。詳細成因參見「三、特徵地形」中的「崩壞作用」北壽山部分。
	湧泉 Spring	地下水源自自然湧出地表的泉水。通常是因為地下水的壓力或水位高於地面，導致水流出。	同一般性定義，本圖幅湧泉分布地點詳見「三、特徵地形」中的「地下水作用」。








 <p>The diagram illustrates a river system. A thick blue vertical line represents the main river channel, with a downward-pointing arrow at its base. A solid blue line branches off to the right, representing a tributary. A dashed blue line branches off to the right from the main channel, representing a creek.</p>	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
	河道支流 Tributary		
	溪溝 Creek	邊坡上由流水作用下蝕形成之小溝	以DEM 進行水文分析，以300網格為集流閾值進行自動萃取。
	河川流向 Flow direction	河流的實際水流方向	以河流的實際水流方向標示之

表 1-2 其他地圖要素一覽表

圖徵	地形名稱	一般性定義	本圖之操作性定義或圖層資料來源
	道路 Road	車行路徑。	採內政部國土測繪中心臺灣通用版電子地圖圖層。
	主要登山步道 Main climbing trail	專為民眾登山或徒步旅行而設計的步道，通常位於山區或自然保護區。	同一般性定義，本圖幅主要登山步道主要路線分布在中壽山、南壽山區域。
	隧道 Tunnel	在地下或山體內挖掘的通道，通常用於交通運輸（如火車、汽車）、水管或其他基礎設施。	本圖幅內隧道即為位在南壽山西子灣地區的西子灣隧道，由哈瑪星通往中山大學，是僅供行人通行之隧道。
	海堤 Sea dike	於海岸地帶用以防止波浪、潮汐影響陸地，或是為了航道安全、養灘等目的所興建的人工構造物。	同一般性定義，本圖幅海堤在高雄港出港處，西子灣以及旗後山延伸之海堤。
	軍事管制區 Military zone	由軍事當局設立的特定地區，通常用於軍事活動或安全目的。	同一般性定義，本圖幅軍事管制區範圍涵蓋壽山所有區域，北壽山幾乎全區涵蓋，北壽山以北左營軍港也同屬軍事管制區範圍。
	建物 Building	地表之永久性建築物所在範圍	採用內政部國土測繪中心臺灣通用版電子地圖圖層

五、地圖資料來源與使用限制

本圖幅之圖層的來源，包括政府各主管或研究單位現有圖資

(shapefile 格式)，並搭配使用經濟部地礦中心降階處理後之 6 公尺網格數值高程模型，以及國家災害防救科技中心提供之大規模崩塌潛勢區 1 公尺網格數值高程模型。本圖幅引用其他既有之圖資包括：內政部國土測繪中心臺灣通用版電子地圖圖層、農業部農村發展及水土保持署公告之土石流災害潛勢資料與大規模崩塌潛勢區監測資料、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等。各圖層皆以本圖設定之比例尺加以彙整與編輯，各圖層的原始資料來源可見表 1-3，包括其測製、出版或申請、取得年代。

表 1-3 主圖使用圖資之測製時間一覽表

分類代號	圖層	資料來源
I	土石流潛勢溪流及影響範圍	● 農業委員會水土保持局 (2022) 公告
	岩體滑動	● 經濟部地質調查及礦業管理中心(2022) 臺灣坡地環境地質圖集
II	海崖、陡崖	● 以 DEM 產製地形陰影圖、等高線圖進行輔助判釋、編修或數化崖頂連線
	岩屑崩滑、岩體滑動、落石	● 經濟部地質調查及礦業管理中心(2022) 臺灣坡地環境地質圖集
	順向坡	● 以 DEM 產製坡向圖、等高線圖，搭配經濟部地質調查及礦業管理中心(2022) 之地質資料整合查詢進行輔助判釋
	平底谷	● 以 DEM 進行判釋、產製圖資

	泥岩惡地	● 以 DEM 與正射影像(2012 年)進行判釋、產製圖資
	河道主流、支流	● 內政部國土測繪中心 (2022 年更新) 之臺灣通用電子地圖
	溪溝	● 使用 DEM 降階產製之 6m DEM 於 ArcGIS 軟體產製水系 (集流閾值 500) 再進行編修
III	道路	● 內政部國土測繪中心 (2022 年更新) 之臺灣通用電子地圖
	主要登山步道	● 國家自然公園管理處提供
	洞穴	● 高雄市台灣地理學會提供
	高程點	● 經濟部中央地質調查所。山崩分布圖_南 35A_高雄市(北部) ● 高度：以 1m DEM 降階產製之 6m DEM 萃取高程值
	建物	● 內政部國土測繪中心 (2022 年更新) 之臺灣通用電子地圖
	露天礦場	● 以 DEM 與正射影像(2012 年)進行判釋、產製圖資
	等高線	● 使用 DEM 降階產製之 6m DEM 於 ArcGIS 自行產製等高線

本圖幅可供土地利用規劃、防災、環境教育等領域之工作者參考，有助於整體了解本圖幅範圍內之地形特徵與其反映之地形作用。為了解不同地圖使用者的需求，本圖幅曾針對「壽山國家自然公園管理處職員與巡守員」、「環境相關領域專家」等進行意見調查，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。

需特別注意，圖資有其極限精度，常視比例尺大小而定。本圖幅主

圖比例尺設定為 1：10,000，即真實地表長度 10 公尺在圖面上僅 0.1 公分，故凡面積小於 50 平方公尺之面狀地形、地物，而難以面符號表現者，均改以點符號呈現。本圖幅也善加利用各相關政府機構產製的豐碩圖資成果，惟考量各圖層之原始測繪、製圖比例尺，提醒本圖幅應於比例尺不大於 1：10,000 的狀態下使用，不宜利用影印、電腦掃描圖檔等方式放大或套疊其他圖資使用。若針對本區需要更大比例尺圖資，進行規劃或開發作業，應配合相關法規進行更高精度之調查。

貳、區域與環境概況

一、地形概況

東側除台 壽山南北長約 6 公里，東西寬約 2.5 公里，面積約 930 公頃（內政部營建署，2011）。全區屬於丘陵地形，最高點海拔 356 公尺，由此往北方延伸，地形漸趨平緩，形成台地狀起伏(圖 2-1)。分水嶺將地形劃為東西兩側，台泥廠區上方較陡以外，其餘地區呈現階梯狀；西側地形陡降銜接台灣海峽(圖 2-2)。

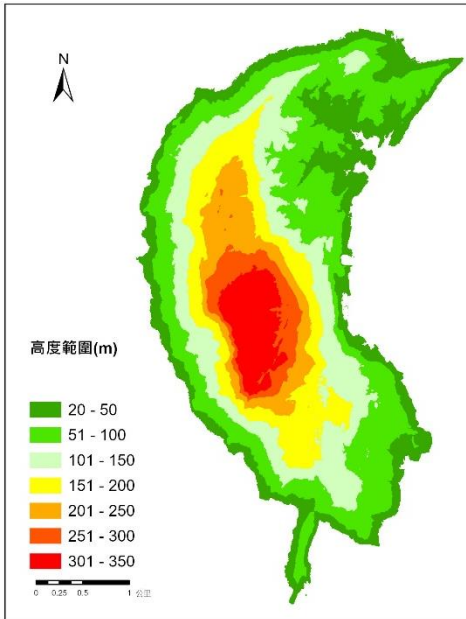


圖 2-1 壽山國家自然公園分層設色圖

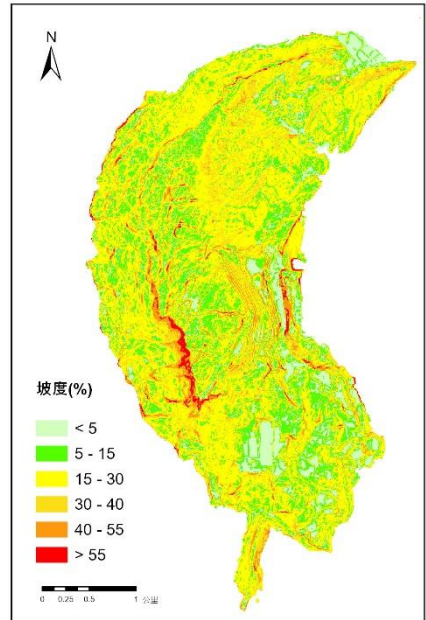


圖 2-2 壽山國家自然公園坡度圖

壽山地形變化多樣，依照其高度、坡度等地勢特徵，可將其分為四大地形分區：似盆地狀的北壽山、台地狀的中壽山、階地狀的南壽山以及西側以陡坡為主要地形的西壽山(齊士崢、何立德，2017)(圖 2-3)。以下分別敘述各分區之地形概況：

(一) 北壽山

北壽山平均高度大約落在海拔 250 公尺，主要是由石灰岩體構成的高地圍繞著泥岩丘陵而成。因四周地勢較高聳、中央較低矮，故將其稱作「似盆地狀」(圖 2-3)。北壽山南緣在地形發育的過程中，形成許多洞穴、溝、谷的地形，本圖幅之北壽山系列插圖呈現了洞穴與溝谷分布位置立體圖，是此區的特色。民眾行走在此區之登山步道上，沿途就能觀



圖 2-3 壽山的地形分區



圖 2-4 北壽山天雨財洞照片(何立德攝)

察到非常多陡峭的石灰岩壁與溝谷地形，甚至有些登山步道即坐落於溝谷內，景觀特殊且壯麗。

(二) 中壽山

此區為石灰岩體構成之台地狀高地，石灰岩體厚度最大，所以中壽山是全區平均海拔高度最高之區域，頂部海拔高度大多在 350 公尺以上，其中最高點 356 高地(又名高雄山)也坐落於此區。平坦山體因外型貌似大鼓，「鼓山」由此得名。由圖幅 BB'地形剖面看來，整體呈西陡東緩的單面山地形。



圖 2-5 中壽山空拍照片，呈現台地狀高地地形特徵(陳佳宏攝)

(三) 南壽山

階梯狀的南壽山區由高雄石灰岩和晚期形成的壽山石灰岩覆蓋其上，大型平台地形可能是壽山晚期抬升過程形成的階地（齊士崢、何立德，2017）。忠烈祠、壽山動物園、國家自然公園管理處行政服務園區皆位於南壽山的平台上。此區接壤鹽埕、哈瑪星等區，人為開發較為旺盛。



圖 2-6 南壽山空拍照片，呈現其階地狀地形與愛河及高雄平原 (陳佳宏攝)

(四) 西壽山

西壽山濱臨臺灣海峽，地形陡峻，山頂由石灰岩層組成，靠海岸的邊坡則由泥岩層組成，覆蓋著由山頂崩落下來的石灰岩崩積物。西壽山曾發生大規模的岩屑崩滑、岩體滑動事件，部分地區的崩積層呈現持續滑動的狀況。此區是壽山唯一有聚落分布的地形分區，後續將進一步說明此區的崩塌災害問題。



圖 2-7 西壽山側拍照片，坡頂呈現石灰岩陡崖，邊坡呈現上凸下凹的崩積特徵 (齊士崢攝)

二、地質概況

壽山涵蓋區域的地質，主要是由上新世晚期至更新世早期所形成的古亭坑泥岩層所構成，不同時期的石灰岩體覆蓋其上，包括早更新世中期的高雄石灰岩、早更新世中晚期的半屏山石灰岩，與晚更新世的壽山石灰岩等（經濟部中央地質調查所，1998）（圖 2-8）。地層由老到年輕，分成四個地層，以下分別敘述之：

1. 古亭坑泥岩層（Gt）

古亭坑泥岩層地層年代為中新世晚期至更新世，以厚層泥岩為主（陳華玟、謝凱旋、何信昌，1998；陳新翰，2021）。本層為壽山最早形成之岩層，約於 180 萬年前沉積在臺灣南部，以經常形成惡地地形而聞名。壽山地區大部份的古亭坑層皆被灌木、石灰岩崩積層及表土所覆蓋，僅西側海邊、東側台泥採石場內以及台泥採石場北側有幾處露頭，走向為東北-西南方向，朝東南方傾斜（圖 2-9）。

2. 高雄石灰岩（Gtk）

此層由大量珊瑚礁、藻類、有孔蟲及貝類等殘存的硬殼堆積形成，覆蓋於古亭坑層上方（經濟部中央地質調查所，1998；廖杰睿，2014）。本層與下部古亭坑層泥岩之間為不整合接觸，由於石灰岩多孔隙及節理裂面，經過地表水及地下水的溶蝕與沉澱作用，在壽山地區許多洞穴的岩壁上常沉澱形成鐘乳石、石筍、石柱、流石等洞穴岩。

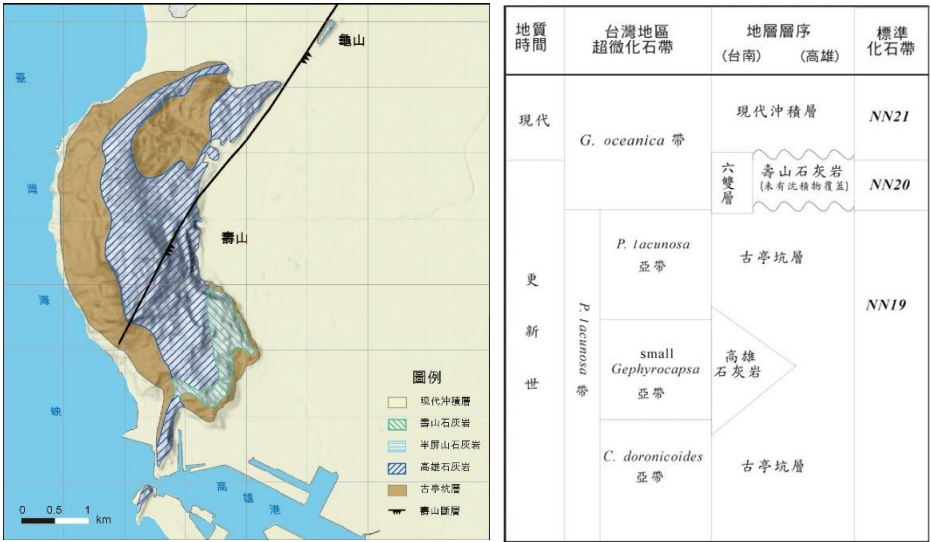


圖 2-8 壽山地區地質圖與地層圖(陳華玟、謝凱旋、何信昌，1998)

3. 壽山石灰岩 (Ss)

主要分布於壽山東南側，由高雄石灰岩崩落岩塊堆積形成的壽山石灰岩，年代推論約為晚更新世，與下伏的古亭坑層為不整合接觸，其上無任何地層覆蓋（經濟部中央地質調查所，1998；林庭宇，2016）。本層主要由石灰岩碎屑及風化土壤所組成，石灰岩碎屑之粒徑由數公釐至數十公分不等，間或夾有 1 公尺以上之石灰岩塊，總厚度約 20 公尺。

4. 現代沖積層

以沙、黏土為主的沖積平原，厚度約在 1.5 公尺至 4.0 公尺之間（廖杰睿，2014）。



圖 2-9 古亭坑泥岩層於西壽山海岸的露頭，泥岩上覆珊瑚礁石灰岩崩積層(何立德攝)

活動地質構造使得高雄平原上形成了鳳山丘陵、壽山、半屏山等山體隆升，岩層變形，這些活動地質構造包括半屏山背斜、鳳山背斜，和旗山斷層、壽山斷層、鳳山斷層等。壽山地區主要的地質構造包括：

1. 半屏山背斜：位於半屏山地區，半屏山是這個背斜構造的東南翼。背斜軸部在半屏山西側，為東北—西南走向，向東北可能被旗山斷層截切。
2. 壽山斷層：壽山斷層為一掩覆斷層，根據高雄捷運局委託的調查，推測斷層的位置是由壽山向東北延伸，切過龜山西北側，

蓮池潭西北側至半屏山西北側，斷層走向略呈北 35 度東，向東南傾斜 80 度，是一東南側相對上升的高角度逆斷層。由於本斷層並未穿過古亭坑層上覆的現代沖積層，推測八千年來這個斷層尚未再活動過。

三、氣候概況

壽山全區位在北回歸線以南，屬於亞熱帶季風氣候。依照高雄市 1991-2020 年的 30 年長期資料（圖 2-10）來看，30 年年均溫為 24.8 攝氏度、年均雨量為 1964 毫米。詳細氣溫部分，根據中央氣象署民國 112 年的氣候資料年報-地面資料（高雄氣象站），5 至 9 月氣溫最高，最高平均氣溫為 32.1 度，1 至 3 月氣溫最低，最低平均氣溫為 15.2 度。壽山受到地形以及季風的影響，乾濕季分明，雨量多集中梅雨季及颱風季，雨季平均降雨量約落在 400 mm 左右。

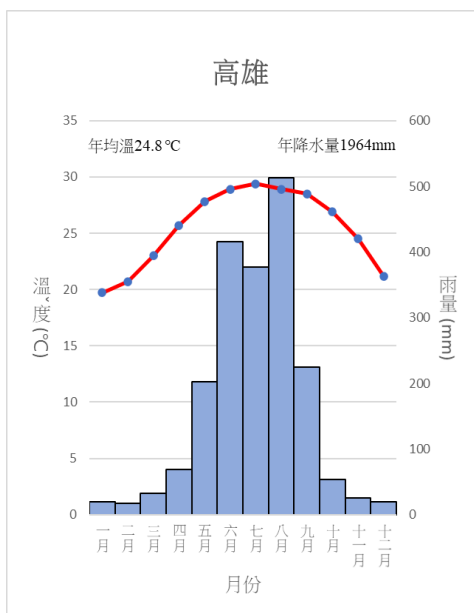


圖 2-10 高雄氣候圖 (1991-2020) (中央氣象署, 2024)

四、人文與觀光

(一) 史前遺跡

壽山國家自然公園不僅擁有豐富的自然資源，也蘊藏著許多珍貴的人文史蹟。在史前遺跡方面，龍泉寺後小溪貝塚是平埔族馬卡道族保存最完整的文化遺址，分布位置主要位於內惟龍泉寺西側約 100 公尺壽山東斜面較為平緩的坡面上，其文化遺物包括石器、陶器等，以及火燒珊瑚礁岩塊、近現代漢人硬陶、白陶（劉益昌等，1995），被認為具有生態保育及文化保存之核心價值(圖 2-11)。



圖 2-11 小溪貝塚遺址內的牡蠣殼與陶片(何立德攝)

(二) 石灰採礦

壽山國家自然公園之石灰採礦歷史也值得一提。由於壽山蘊藏豐富且質優的石灰石與黏土礦且高雄具備優越的港灣和便利的水運及鐵路系統，1915 年（大正 4 年）日本淺野水泥株式會社在官有打狗山原野（今高雄柴山中段處）興建生產水泥的打狗工廠，1917 年完工並開始生產（鄭耀翔，2008）。1945 年，戰後台灣光復，水泥廠由國民政府接收，1954 年開始進入繁盛時期，水泥生產量達到巔峰。一直到 1992 年礦權到期，加上受到水泥產業東移政策、壽山軍事管制區及保護區限制等因素影響，台泥高雄廠全面停產（齊士崢、何立德，2017），留下石灰窯、入料口等礦業遺跡（圖 2-12）。



圖 2-12 台泥高雄礦場遺址，可見入料口、百年石灰窯與滯洪池

(三) 壽山國家自然公園

壽山在過去高雄市工業發展的過程中，曾因前述石灰岩開採、製造水泥，而使其自然地景受到嚴重破壞（齊士崢、何立德，2017）。不過在水泥廠休廠後，隨即有大量遊客湧入，濫墾濫建、侵占公有土地者與日俱增。2011 年內政部營建署依據「國家公園法」，將壽山與鄰近區域劃定為國家自然公園，同時設立「壽山國家自然公園籌備處」，2019 正式設立國家自然公園管理處(圖 2-13)。此後，遊憩資源及旅遊活動日漸興盛。木棧步道的興建與修繕，可供民眾散步、登山；經過多次搬遷、整修的壽山動物園，2022 年重新開幕後吸引了許多遊客慕名而來。過往的歷史遺跡包括日治時期遺留下來的各種軍事設施遺址，或是台泥礦場的活動痕跡依舊清晰可見，使得壽山成為了一處自然地景與人文遺跡都非常豐富的景點。



圖 2-13 國家自然公園管理處空拍照片(陳佳宏攝)

參、 特徵地形

一、 崩壞作用（塊體運動）

崩壞作用（mass wasting）係指風化、侵蝕的物質受重力作用影響，產生向下移動的現象，又可稱為塊體運動、塊體崩壞等。臺灣地勢陡峭，地層破碎，加上高溫多雨、風化作用旺盛，邊坡發生崩壞時有所聞。邊坡崩壞形式多樣，本文參考地礦中心的分類方式，分為岩體滑動、岩屑崩滑、落石三大類，各類型的塊體運動速度、規模差異相當大。因崩壞作用而產生的地形稱為崩壞作用地形，可參考圖 3-1 所示。

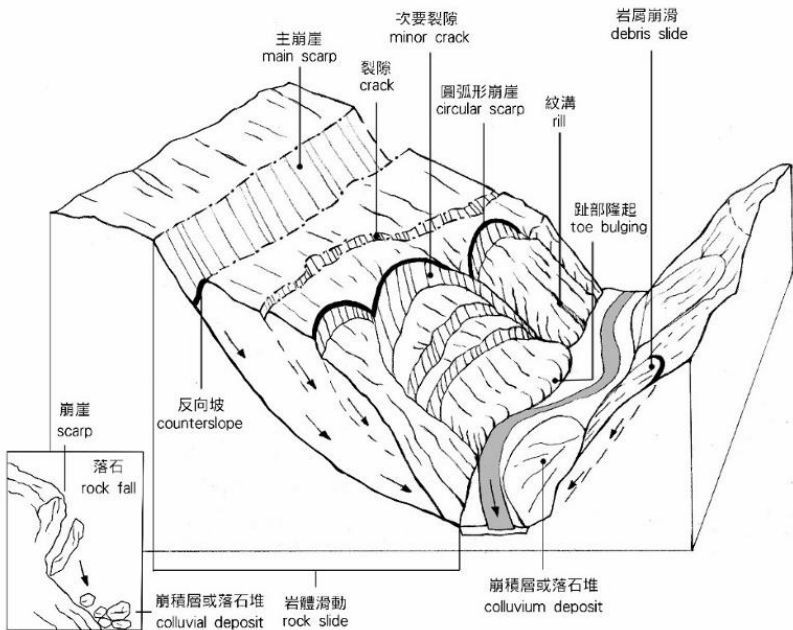


圖 3-1 崩壞作用地形示意圖

本圖幅引用自地礦中心彙整之 1980 至 2021 年歷史山崩目錄（經濟部中央地質調查所，2021），呈現壽山岩體滑動、岩屑崩滑及落石等崩壞作用地形的分布範圍，主要分布在西壽山、中壽山地區。本區無農村水保署公告之大規模崩塌潛勢區，亦無地礦中心針對鄰近重要保全聚落之山坡地範圍調查的潛在大規模崩塌，但有土石流潛勢溪流及其影響範圍，另於「肆、災害潛勢區及地形地質災害綜覽」說明。此部分分別依地形分區說明西壽山、中壽山以及北壽山的崩壞作用種類。

（一）西壽山

西壽山自中山大學文學院以北，桃源里（柴山）聚落以南，依據其斜坡剖面上凹、下凸並呈階段狀的坡形（如圖 3-2），坡腳分布有許多石灰岩崩積碎屑再膠結而形成的巨型岩塊（如圖 3-3），且坡腳泥岩層態混亂，推測此區存在一個大規模崩塌，其特徵包括劇場型崩崖（amphitheater-shaped scarp）、平坦階地、波狀地形且趾部呈凸坡型態（齊士崢等，2013；林庭宇，2016）。

在此大型崩塌範圍中，又存在著較小規模的崩壞作用地形，包括岩體滑動、岩屑崩滑以及落石。岩體滑動發生在此範圍中南邊的區域，鄰近中山大學文學院，為邊坡的岩體沿著原生或次生弱面發生顯著滑動之範圍。岩屑崩滑幾乎涵蓋了此大型崩塌範圍中部、北部與臨海地區，其範圍也涵蓋了大部分柴山聚落，是邊坡之風化層、岩屑及崩積層等鬆軟破碎的材料墜落或滑動的區域。落石指的是邊坡上墜落、傾覆的岩石，部分主要分布在坡頂，靠近主崩崖與坡度較陡之區域（如圖 3-4）。

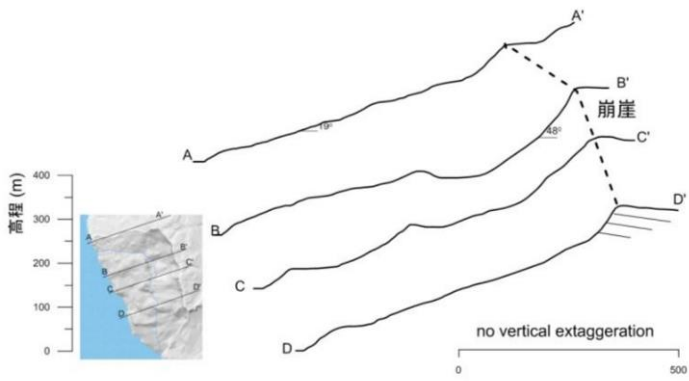


圖 3-2 大型古地滑的地形剖線 (齊士崢等, 2013)



圖 3-3 大型地滑及其崩積層範圍

有關西壽山塊體運動的發生，根據前人的研究（齊士崢等，2013；林庭宇，2016；Jen et al., 2017）指出，西壽山的地層結構是高雄石灰岩覆蓋在古亭坑層泥岩之上，高雄石灰岩和古亭坑層泥岩的交界處形成了一個不穩定的界面。更新世末次冰期低海水位時期，可能因為海浪侵蝕或地震等因素，導致高雄石灰岩沿著泥岩界面發生大規模弧形地滑（齊士崢等，2013）。崩塌的石灰岩碎屑堆積在山坡下部，形成崩積層，而後隨著海面上升，主崩塌體持續受到波浪侵蝕，引發不同類型的次級崩塌，進一步增加了地滑的風險。

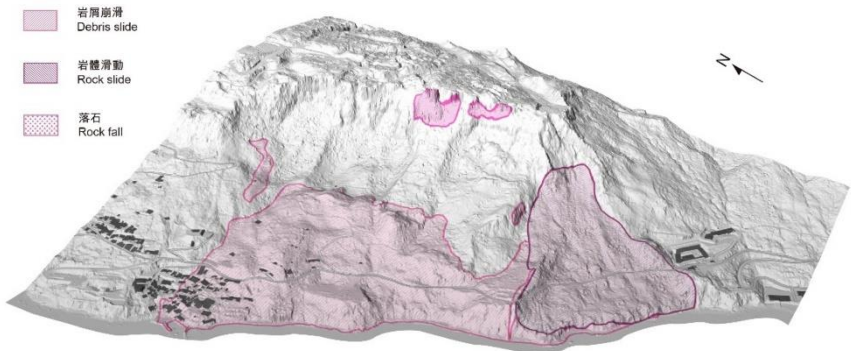


圖 3-4 西壽山塊體運動分布範圍

(二) 中壽山

中壽山所發生的塊體運動為岩體滑動，多發生在台泥礦廠舊址一帶，其中以發生在 1986 年 9 月 2 日的台泥礦場崩塌事件最為著名，此事件另於「肆、災害潛勢區及地形地質災害綜覽」進一步說明。根據賴典章（1988）的現場調查報告，認為導致中壽山發生山崩的主要地質因素有

三。中壽山的地質屬於石灰岩與砂頁岩互層，兩者之間的不整合面向東傾斜，這樣的地質條件提供了石灰岩層滑動的界面。如果此不整合面上積存地下水，將使岩層之間的摩擦力降低，將成為造成崩塌的主要因素。再者，石灰岩體的節理發達，雨水容易順者節理下滲並使溶蝕作用盛行，節理進而演變成裂隙，降低岩層強度。第三，地形上壽山為一丘陵，坐落在中壽山的高雄山（又稱萬壽山），其東側坡面的坡度約在 30 至 40 度之間，坡長達 600 公尺，落差達 350 公尺，如此陡峭的地形亦是促使崩塌發生的重要原因。

(三) 北壽山

在北壽山的南緣、中壽山北緣之交界處，以及北壽山、西壽山交界處，是壽山洞穴、溝、谷地形最為發達之區域。由於壽山是由珊瑚礁石灰岩所構成，因此一般人會認為壽山洞穴是因溶蝕作用而形成，故稱之為「溶洞」。然而，壽山會形成石灰岩洞穴、溝、谷等地形景觀，最重要的地形作用是塊體運動或崩塌作用，而非石灰岩溶蝕作用（何立德等，2020）。也就是說壽山的洞穴或溝、谷等「空間」，並不是石灰岩被溶蝕、消失後的「殘餘空間」，這些空間主要是因為石灰岩塊發生滑移而拉開形成的，或石灰岩塊崩塌、堆疊產生的，而非岩溶作用形成。因此，稱壽山石灰岩洞穴為「溶洞」，稱壽山石灰岩分布區的地形為「喀斯特地形」，是不恰當的。

圖 3-5 呈現壽山石灰岩地形的演育順序。根據前人所述（齊士崢、何立德，2017），壽山自更新世晚期開始自海中隆起，覆蓋在壽山頂部的珊瑚礁石灰岩體逐漸斷裂，並慢慢地往邊坡下方移動與張裂。位在山稜邊緣較早開始移動的岩體，裂隙逐漸張裂成谷；較晚開始移動的岩體，則

形成數公尺寬的山溝與峽谷；山頂的岩體最晚開始滑動，所以只形成了小規模的半封閉裂隙，形成石灰岩洞穴。

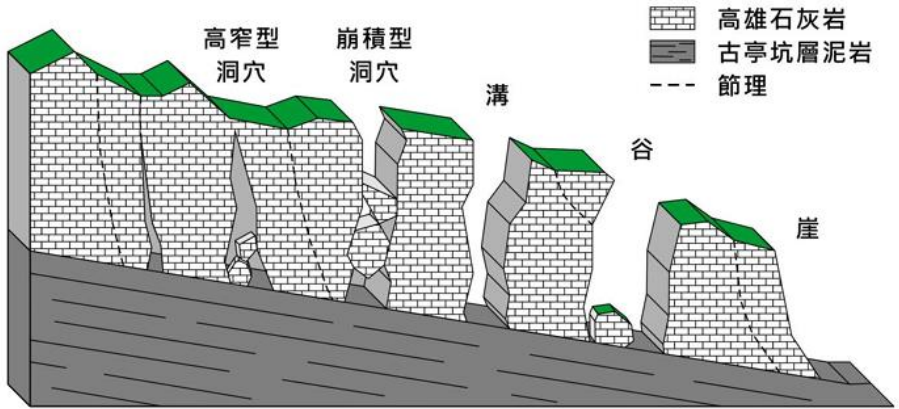


圖 3-5 壽山洞穴發育模式圖 (何立德等, 2020)



圖 3-6 壽山陡崖與溝、谷地形，例如泰國谷(左)與富家溝(右)。

二、岩溶作用

如前述所言，從洞穴的形貌推測，壽山的石灰岩洞穴並非岩溶作用產生。溶蝕作用所形成的洞穴多為橫向沿伸，高度起伏相對較低，而壽山地區的洞穴多呈現高窄型，多是破裂的石灰岩體沿著底部泥岩慢慢滑移張裂而成的。

然而，壽山洞穴內部依然可以看到因岩溶作用所形成的洞穴岩 (speleothems)，包括鐘乳石 (stalactite)、石筍 (stalagmite)、石簾 (curtain)、流石 (flowstone) 等(圖 3-7)。當地表水從岩石裂隙下滲的過程，會逐漸溶解石灰岩體內的碳酸鈣。這些富含碳酸氫根與鈣離子的水

流入洞穴後會逐漸蒸發，使碳酸氫根與鈣離子會重新結合與沉澱，在洞穴形成各式各樣的洞穴岩。例如鐘乳石是因為水流到岩石尖端後，因水分逐漸蒸發而沉澱碳酸鈣，這些碳酸鈣會在水滴的邊緣形成中空的環狀沉積結構，久而久之逐漸形成細長的管狀鐘乳石。長久發育下來，管狀鐘乳石將變得越來越粗大（齊士崢、何立德，2017）。



圖 3-7 同心洞內的鐘乳石與水滴

本圖幅在附圖 E、F、G 中所呈現的是天雨天財洞穴內的樣貌。目前壽山國家自然公園管理處開放 4 洞穴處開放民眾登記探洞，分別是天雨天財洞、猩猩洞、北峰極樂洞、金瓜洞。根據前人的測繪結果（何立德等，2020）發現天雨天財洞總長約 70 公尺，通道寬約 2 至 3 公尺，洞口與洞底落差約 8 公尺，洞穴橫剖面呈高窄的三角形狀，屬於高窄型洞穴（圖 3-8）。洞穴底部有一寬廣空間，上方有直徑約 10 公尺的天井，天井下方有許多落石與土壤，明顯是天井崩落後堆積的崩積層。洞穴內洞穴岩發達，包括流石、石筍與石柱等，不過現階段皆已停止發育，應是陽光可由天井照入石室，且洞內、外空氣容易流通導致。天雨天財洞也是

目前落石風險較高的洞穴。

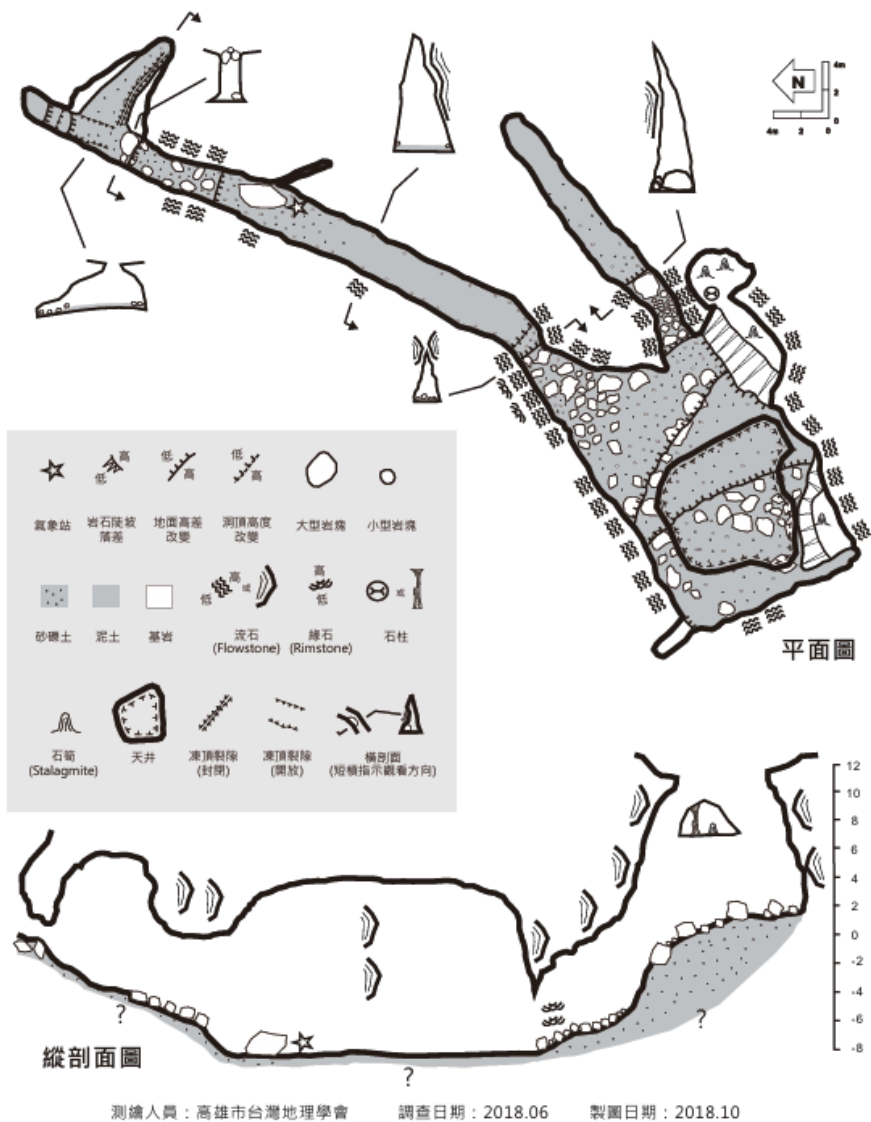


圖 3-8 壽山國家自然公園天雨天財洞形貌圖（何立德等，2020）

三、地下水作用

在山體與平原的交界處滲出的湧泉，是壽山特殊的地景之一。依據湧泉所在的地質條件，可將壽山的湧泉歸類成兩類（齊士崢、何立德，2017）。一類是屬於累積於厚層崩積石灰岩孔隙與裂隙中的地下水，只要有降水補注，湧泉會立即沿著泥岩頂部滲流出來，位於西壽山中山大學文學院海崖底部的湧泉即是此類。另一類是位在壽山東側山麓的湧泉，主要分布於自強新村至石頭公間的山麓坡腳、渠道與渠道通過的池塘，以及龍泉禪寺南側斜坡坡腳的出水口。這類湧泉不僅受到石灰岩裂隙的山地地下水系統影響，同時也受到平原沉積層孔隙中的地下水位影響。

根據齊士崢等（2023）的研究，發現壽山東北山麓湧泉的出泉機制可歸納為「山地地下水控制」和「平原地下水控制」兩種。如前述所言，壽山東側山麓的湧泉，包含龍巖冽泉和自強新村到石頭公之間的渠道湧泉，其水源主要來自壽山石灰岩體中的地下水和鄰近平原的地下水。然而，龍巖冽泉的出泉口海拔高度約為 6.14 公尺，高於平原地下水位，因此其出泉主要受「山地地下水控制」影響。齊士崢等（2023）綜合了 2013 年高雄站和 2014-2020 年鼓山站的日降雨量、附近地區井水位、及龍巖冽泉的出泉和停泉時間等資料，發現通常當年度累計雨量達到約 850 毫米時，龍巖冽泉會開始出泉，這個雨量值可視為龍巖冽泉每年首次出泉的降雨閾值，且龍巖冽泉的出泉持續天數與出泉期間的累計雨量成正比。與龍巖冽泉不同，自強新村和石頭公湧泉的出泉口海拔高度接近或低於平原地下水位，即使在極旱時期，海拔最低的石頭公湧泉仍終年湧水，因此旱季持續出泉的渠道湧泉主要受「平原地下水控制」影響。

總歸來說，雨季時，山地地下水位升高，湧泉水量增加，此時山地地下水是渠道湧泉的主要來源；在旱季時，山地地下水位下降，但平原地下水位相對穩定，持續供給渠道湧泉水源。因此，壽山東側山麓湧泉的出泉機制是山地地下水和平原地下水共同作用的結果，雨季時以山地地下水補注為主，旱季時則以平原地下水補注為主(圖 3-9)。



圖 3-9 壽山湧泉系統示意圖。受到山區與平原地下水位之共同影響，壽山湧泉會隨著兩者水位高度的變化而有不同的來源(齊士崢、何立德，2017)。

本圖幅湧泉圖徵乃參考「112 年度臺灣地區經建版地形圖製圖作業」中「冷泉」之符號(☁)作為湧泉之圖徵。圖幅中標示了三處湧泉，包括西壽山中山大學文學院海岸湧泉、東壽山石頭公湧泉與龍泉寺龍巖冽泉(圖 3-10)。其中，石頭公湧泉並非一般湧泉，而是「硫化湧泉」(sulphide spring)，該湧泉會產生硫化物氣味濃厚的乳白色懸浮物質。根據高雄市柴山會的口述歷史調查中，得知居民稱呼該乳白色懸浮物質為「水泉花」。梁世雄、楊嫻育(2018)認為水泉花係屬於一種氣味與硫磺接近的硫化物，經過次世代定序技術進行微生物組成分析後發現水泉花是由不同的微生物種群聚而成，主要是以細菌為主，古菌和真菌等微生物為輔。然而，「硫化湧泉」產生的真正原因尚無完整解答，目前傾向

推測可能是地底累積之化石油料經過細菌的無氧作用後，產生硫化物及硫化氫等氣體（梁世雄、楊娉育，2018）

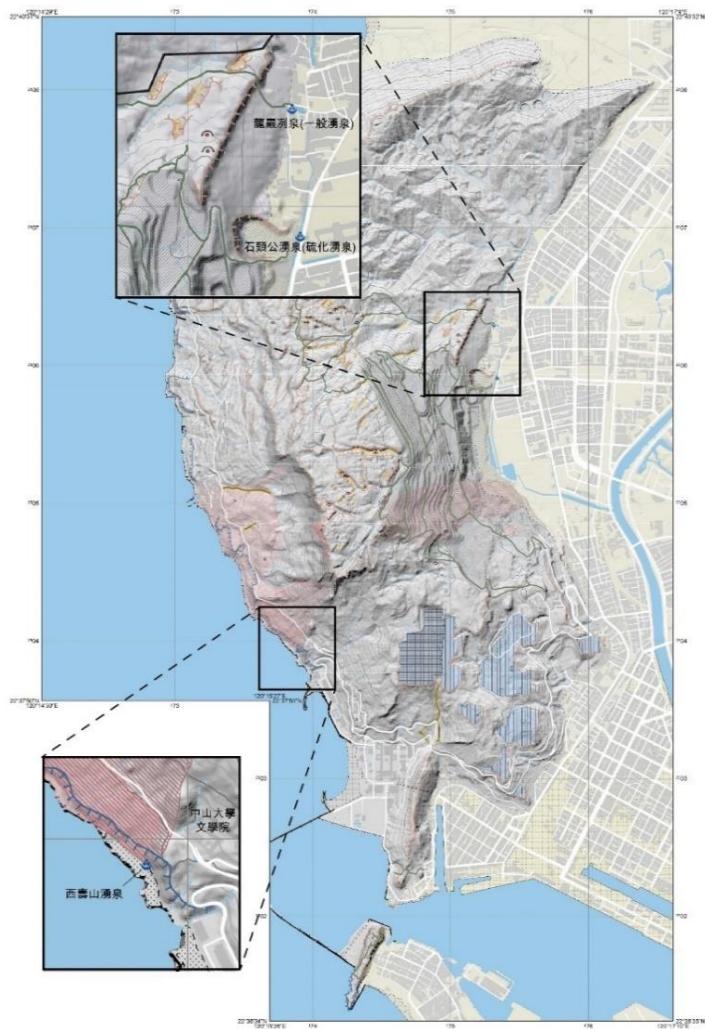


圖 3-10 本圖幅湧泉分布範圍

四、人為地景與設施

(一) 海埔新生地（日治時期浚填工程）

本圖幅所涵蓋不少人為地景，主要是壽山周遭聚落在高雄地區開發得早，造就其豐富的歷史背景，特別是鄰近南壽山的鹽埕、哈瑪星一帶。清康熙年間，閩南漳州人趙天等，依官府之招徠移至打狗闢田，一直到高雄港築港工程全面施工時，將港內挖出之泥沙填平鹽田後，始有海埔新生地「鹽埕」的誕生。

本圖幅中「海埔新生地」即為當時填海造陸築港計畫所誕生的範圍，包括鹽埕區、哈瑪星至哨船頭一帶（圖 3-11），今天已變成高雄休閒遊憩興盛的港灣區。高雄港在日治時期的發展與鐵道建設和都市計畫息息相關（劉碧株，2016）。日治初期，殖民政府為了控制和分配台灣的資源，積極建設縱貫鐵路，並計畫在南北各設一個主要港口（李淑芬，1995）。然而，根據《高雄築港誌》所述，當時打狗港面臨淤積問題，已不適合現代船舶航行。為了改善港口航運，同時配合打狗車站的擴建需求，日本政府決定利用疏浚打狗港取得土方。於是，浚填工程於 1904 年 11 月開始，由技師山形要助負責設計，採用海底浚淤方式，歷時四年完成。浚淤區域主要集中在預備填築為鐵道埋立地的南側水域，浚淤深度達干潮面以下 9 尺，主要填築區域在打狗山（即壽山）麓下的海灣（即今日的鹽埕），面積約 4 萬坪，作為擴建後的打狗車站及港埠倉庫使用，以及哈瑪星地區。下圖 3-12 為打狗築港第一期築港計畫圖，圖內呈現出浚填工程前後，鹽埕、哈瑪星一帶範圍之變遷。

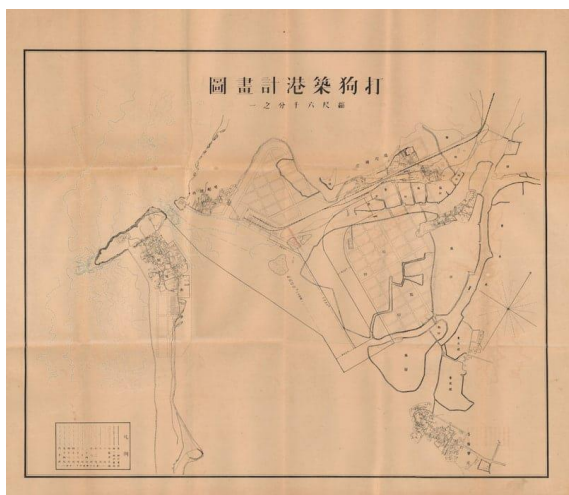


圖 3-11 日治時期打狗築港計畫圖（國家發展委員會檔案管理局典藏檔案）



圖 3-12 打狗築港計畫圖（第一期築港）。資料來源：臨時臺灣工事部，
《打狗築港計畫一斑》（1908）

(二) 台泥礦場採礦史

前述「貳、區域環境概述」的「人文與觀光」中有針對台泥的石灰採礦活動進行簡述，以下將針對壽山的石灰採礦史進行更詳細的描述。1895 年日本統治台灣後，便以台灣作為對外擴張的重要基地，當時所需的基礎建設相當龐大，全面性的對台建設需要大量的水泥原料支應（鄭耀翔，2008）。日本淺野水泥株式會社（淺野セメント株式会社）考量到壽山蘊藏豐富且質優的石灰石與黏土礦，加上高雄具備優越的港灣和便利的水運及鐵路系統，這些同時有著接近原料產地、便利水運及鐵路運輸網絡以及優越地理位置的區位優勢，最終在大正初年（1912 年），淺野集團選擇來台灣打狗（高雄）設立水泥工廠，後於 1917 年（大正六年），台灣第一座現代化的水泥製造廠「淺野水泥打狗工廠」完工，並開始生產（圖 3-13 與 3-14）。淺野水泥高雄工廠自 1917 年創設後，歷經三次擴廠，年生產量從 1 萬噸增加至 22.9 萬噸（1944 年），始終獨占臺灣水泥市場。

1945 年 8 月，日本戰敗投降，水泥廠由國民政府接收管理。1946 年 5 月，台灣水泥公司正式成立，由資委會與省府共同管理，並接受聯合國善後救濟總署、美援和加拿大貸款的資助，展開戰後復原生產工作。1954 年 11 月 11 日，在政府「耕者有其田」政策下，台泥高雄廠撥歸民營。製造水泥通常有露天開採石灰礦場，其採礦工程與道路工程常影響環境，尤其是對大自然景觀的破壞。在施工上，挖掘地表、棄置廢石或發生崩塌都會影響水土保持。塵灰、噪音、炸山的震動都產生環境衝擊（鄭耀翔，2008），例如發生在 1986 年的「台泥礦場崩塌事件」即是一個過渡開採而釀成悲劇的例子，有關「台泥礦場崩塌事件」另於本說明書「肆、災害潛勢區及地形地質災害綜覽」中「台泥礦場崩塌事件」進

行更深入說明。而後，由於台灣西部礦源漸竭，加上台灣水泥高雄廠的礦權在民國八十一年（1992年）11月27日到期，台泥高雄廠便在1992年停止採礦，且於1994年7月停產。

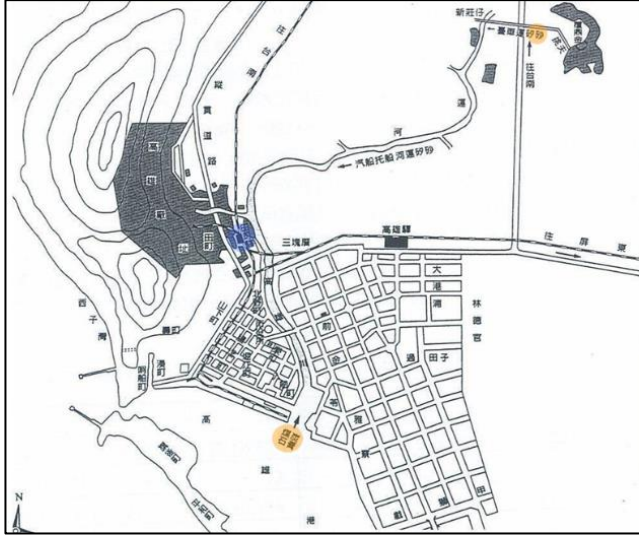


圖 3-13 淺野水泥高雄廠廠址及原料採掘場位置圖（吳榮發，2005）



圖 3-14 1917 年開始生產的淺野水泥高雄工廠（高雄市立歷史博物館藏）

五、壽山的地形演育

壽山底部的地層是「古亭坑層」，其沉積年代屬於晚上新世至早更新世，分布於壽山和半屏山，偶夾薄層砂岩的青灰色泥岩就屬於古亭坑層。古亭坑層上部泥岩體中間夾的透鏡狀石灰岩體，即是壽山主要的石灰岩體「高雄石灰岩」，因為古亭坑層上部泥岩被侵蝕而露出於地表。高雄石灰岩的最大厚度可達 500 公尺，形成年代是早更新世的中期，由珊瑚礁體構成的石灰岩，其中夾有部分礫、泥狀的石灰質碎屑，含有的化石包括珊瑚、石灰藻、有孔蟲、貝類、海膽和苔蘚蟲等等。最晚形成的是「壽山石灰岩」，該石灰岩層分布於階地狀的壽山東南側平坦面上，和古亭坑層不整合接觸，年代約是晚更新世，岩性以含珊瑚的石灰岩岩塊為主，厚度約 20 公尺。

由上述地層的關係，推測壽山自上新世以來，先從沈積「古亭坑層」的大陸棚外側環境，逐漸因為水深變淺而開始形成珊瑚礁石灰岩。珊瑚礁石灰岩發育的過程中，水深又逐漸變深，所以壽山地區可以形成厚達 500 公尺的淺水環境的珊瑚礁石灰岩。水深變深的過程中，部分石灰岩又再被泥岩覆蓋，所以形成北壽山的多層石灰岩。最後到更新世中期以後，地層受構造運動影響而隆起並向東傾斜，形成半屏山、壽山。北壽山夾著泥岩的多層石灰岩體被侵蝕後，就發育為由耐侵蝕的石灰岩山稜線圍繞著低矮泥岩小丘的似盆地狀的地形；更新世晚期又於南壽山發育階地狀地形，階地面上形成珊瑚礁石灰岩。

壽山主要由珊瑚礁石灰岩和泥岩構成，石灰岩覆蓋在古亭坑層泥岩之上。受到重力的影響，位於稜線或陡崖邊緣的珊瑚礁石灰岩容易沿著

泥岩層面滑動而形成崩塌地形，例如北壽山的稜線邊緣地區容易因石灰岩塊滑移而形成懸崖峭壁和溝谷；中壽山因台泥石灰岩礦場開挖而產生陡坡型崩塌；南壽山部分海階邊緣地區也容易發生陡坡型崩塌。西壽山崖頂的珊瑚礁石灰岩曾發生落石與岩屑崩滑、岩體滑動等作用，在崩落後在下邊坡堆積成厚層的崩積層。而後崩積層又再次發生小規模的滑動，成為複雜的地形。西壽山崩塌事件另於「肆、災害潛勢區及地形地質災害綜覽」進一步說明。

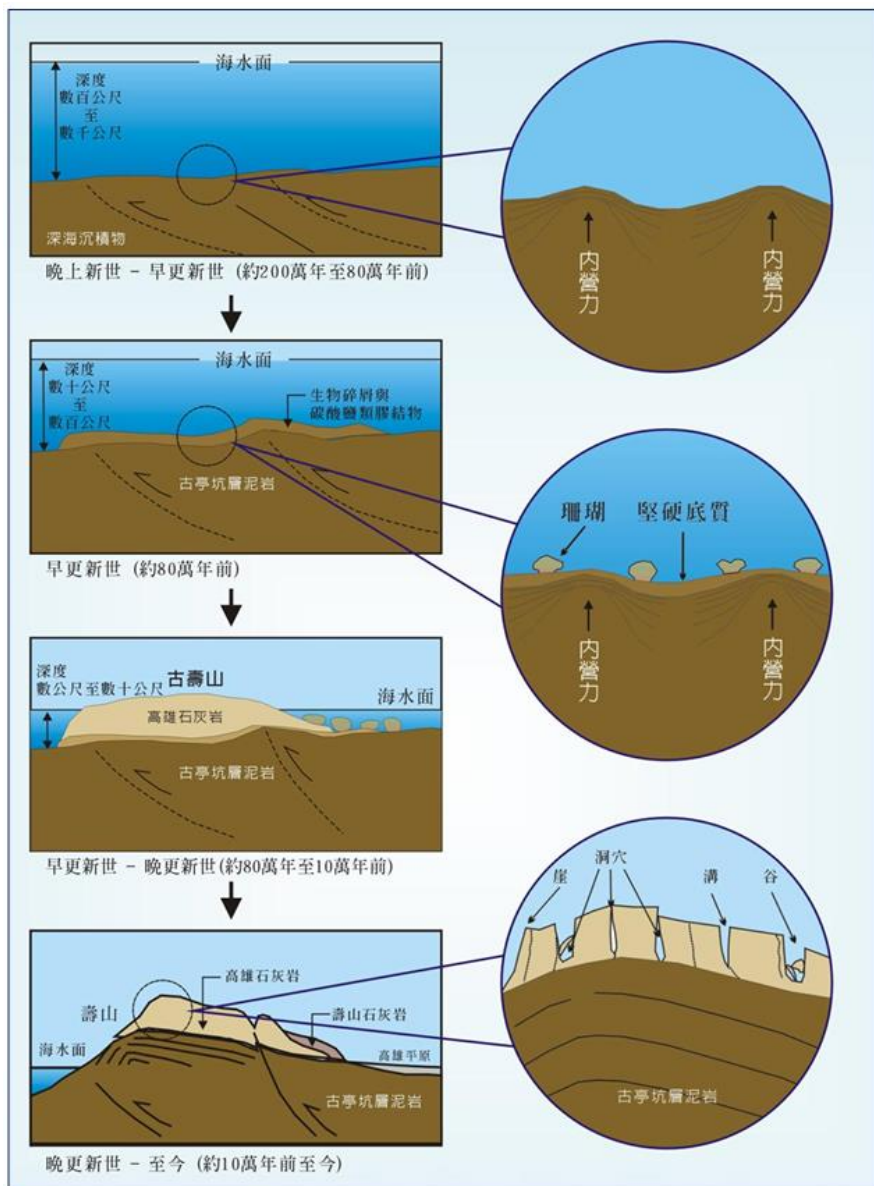


圖 3-15 壽山國家自然公園地質、地形演育示意圖 (齊士崢、何立德, 2017)

肆、 災害潛勢區及地形地質災害綜覽

一、 土石流潛勢溪流及其影響範圍

因應土砂災害管理之需，農村水保署依據現地土石流及大規模崩塌發生之自然條件、影響範圍內具有保全對象等因素進行綜合評估，劃設土石流潛勢溪流及大規模崩塌潛勢區及其影響範圍。這些土砂災害潛勢區域，常可見到土石流扇、埋積谷床、崩壞作用相關地形單元，顯示特徵地形對土砂災害潛勢的指示性。土石流潛勢溪流影響範圍係指土石流災害發生時可能遭土石沖擊、淤埋之範圍，其劃設目的係供土石流警戒發布時進行疏散及避難之參據。土石流潛勢溪流係經主管機關調查認定，於豪雨事件時有發生土石流事件的可能性，且其影響範圍具備保全對象者。

本圖幅內共計有 3 處土石流潛勢溪流、1 處影響範圍，無大規模崩塌潛勢區及其影響範圍。3 處土石流潛勢溪流分別為影響中山大學的高市 DF003、影響柴山聚落的高市 DF002、高市 DF001（表 4-1 與圖 4-1）。根據農村水保署公告，本圖幅之土石流日雨量警戒值均為 550 毫米。

表 4-1 本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
高市 DF001	鼓山區桃源里	持續觀察	柴山大路柴山 31 號 (海岸咖啡)
高市 DF002	鼓山區桃源里	持續觀察	柴山大路左營海軍 碉堡
高市 DF003	鼓山區桃源里	低	中山大學

資料來源：土石流及大規模崩塌防災資訊網（2024 年 10 月查詢）

1. 高市 DF001

高市 DF001 為一溪溝，在正常情況下非河流，僅在超過日雨量警戒值 550 毫米才有可能成河，潛勢等級為「持續觀察」，無影響範圍，當前無迫切性狀況發生，未來將持續觀察。

2. 高市 DF002

高市 DF002 為一溪溝，在正常情況下非河流，僅在超過日雨量警戒值 550 毫米才有可能成河，潛勢等級為「持續觀察」，無影響範圍，當前無迫切性狀況發生，未來將持續觀察。

3. 高市 DF003

高市 DF003 為一溪溝，在正常情況下非河流，僅在超過日雨量警戒值 550 毫米才有可能成河，潛勢等級為「低」，影響範圍包括翠嶺、翠亨道，以及中山大學翠亨宿舍。不過當前較無迫切性狀況發生，未來將持續觀察。

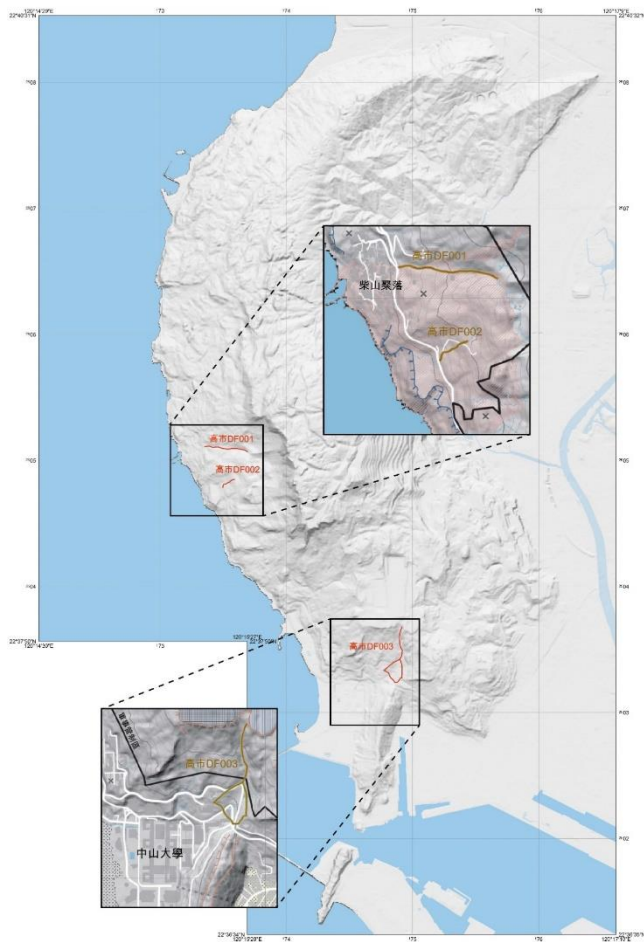


圖 4-1 本圖幅內土石流潛勢溪流分布圖

二、台泥礦場崩塌事件

高雄市壽山 356 高地東側之高雄山曾於 1986 年 9 月 2 日發生大規模山崩，下滑的土石量達一百多萬立方公尺，造成位於山腳下之台泥礦廠部分廠房被土石掩埋（如圖 4-2），災區面積約十餘公頃，造成 4 人死亡，1 人受傷（賴典章，1988）。山崩原因是山坡下半部的石灰岩遭到開採後，造成上方之石灰岩下滑（圖 4-3）。賴典章

（1988）認為泥岩與石灰岩之間存在不連續面、岩溶作用促使裂隙擴大、礦區地勢陡峭等因素，是誘發山崩的主因。在崩塌事件發生之前，該地曾數度出現裂隙，專家學者會勘後認為有崩塌發生的可能而提出警告，不過仍疏於注意及維護，最終導致憾事發生。石作珉、唐心瑩（1977）曾針對採石場的斜坡穩定提出警告，他們指出採石區附近的節理將岩層分割成大小不同之岩塊，雨水沿著裂隙流入後，風化作用之侵蝕，提高岩塊向下滑動之可能性。事件發生後，因台灣西部之石灰礦藏資源逐漸枯竭，同時因高雄都市發展，高雄水泥廠附近住宅區興起，採礦炸山行為造成的噪音、粉塵的引發附近住戶不滿，屢屢引發爭議。1992 年台泥高雄廠採礦權到期後停止採石，1994 年 7 月各窯正式停產，僅留下石灰窯、入料口等礦業遺址。

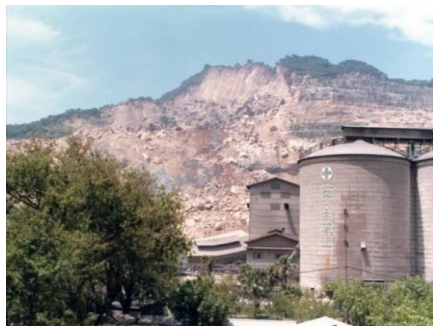


圖 4-2、4-3 台泥礦場崩塌事件實景照片

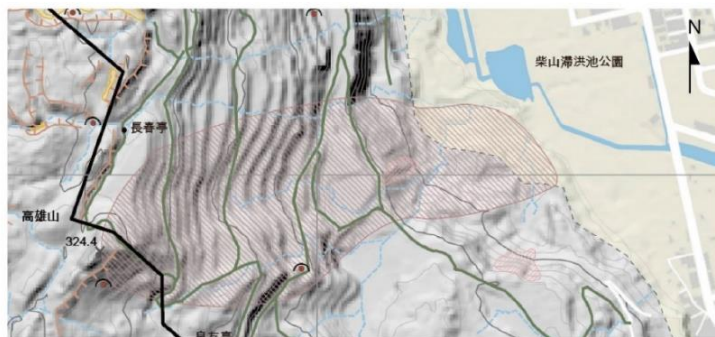


圖 4-4 實地崩塌範圍與圖幅判釋範圍對比圖

三、柴山聚落地滑監測

在「叁、特徵地形」的「崩壞作用」中，簡要說明了西壽山中山大學文學院以北至柴山聚落一帶存在著一處大型的古地滑，地滑所致的崩積層現今仍在持續滑動中，對柴山聚落來說具備潛在災害。許多研究針對柴山聚落進行了調查、試驗與監測來了解地滑的特性。

1. 地質鑽探：為了解地層分佈和土層特性，廖杰睿（2014）使用傳統鑽機和鋼纜鑽機進行鑽探取樣，獲取土壤和岩石樣本。透過分析這些樣本，可以確定柴山地區主要由風化土層、崩積層、石灰岩和濕潤的泥岩組成。石灰岩厚度在調查範圍內分佈不均，而泥岩層則普遍存在。
2. 地電阻探測：此方法利用不同地層電阻率的差異來推斷地下地質構造。研究發現，柴山地區地下泥岩層即使在旱季末期仍呈現濕潤狀態，顯示雨季時水流入滲並蓄積於泥岩層內，難以蒸發（廖杰睿，2014）。
3. GPS 監測：張榮輝（2005）利用 GPS 載波相位靜態測量建立柴山聚落的變形監測網，定期重複觀測並比較數據，以了解柴山地區的變形位移量大小和位移方向。GPS 監測結果顯示，柴山地區的位移並非整體一致地朝單一方向移動，而是分裂成數個區塊，相互影響又各自移動，共 7 個月的監測結果發現，柴山地表有 3-12 公分的滑動量，且整體滑動方向大致朝南偏西方向滑動。此外，柴山地區的滑動量與降雨量有密切的關聯性。

除上述研究之外，為了因應柴山地區地層滑動的潛在風險，高雄市政府水利局規劃建立一套自動化監測系統，以提升防災應變效率，保障居民的生命財產安全（許中立等，2020）。此系統希望取代過去的人工定期測量方式，實現即時資料收集和分析，以便掌握地滑活動趨勢，採取適當的防災措施。系統將整合多種監測儀器，包括孔內伸縮計、地下水位觀測井、GPS 衛星定位系統、即時影像監控系統和自記式雨量計，形成一個全面的監測網路（圖 4-5）。

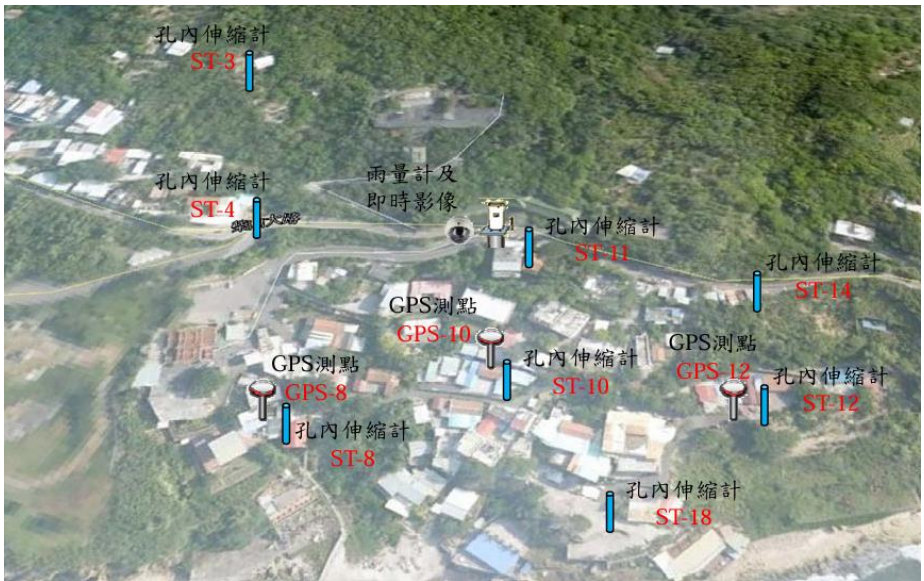


圖 4-5 自動化監測系統配置（許中立等，2020）

在高雄壽山西側的大規模地滑研究中，林庭宇 (2016) 與 Jen et al. (2017) 透過分析由 1978 年和 1996 年像片基本圖所產生的數值高程模型 (DEM) 以及 GPS 靜態監測資料 (圖 4-6)，發現大型崩塌區的坡頂區域發生高程下降，顯示石灰岩曾經發生崩落，崩落物質堆積於下方坡腳，

成為大規模崩塌地表物質的主要來源。下邊坡地區地形多呈現緩陡相間，顯示崩積層受重力影響發生弧形滑動，形成上陡下緩、上凹下凸的地形。北部下邊坡呈現條帶狀，線性明顯且連續，顯示崩塌活動性高；南部區域則較不明顯，但仍呈現條帶狀分布，顯示此區又分為兩個不同的地滑。

GPS 監測結果顯示，壽山西側大規模地滑可能分為南北兩個單元（圖 4-7），具有不同的移動方向和速度：南部地滑（靠近中山大學文學院）整體向西南方移動，GPS 靜態測量各點位位移量約為 2 至 4 公分、北部地滑（靠近柴山聚落）向西方和西北方移動，GPS 靜態測量各點位位移量約為 1 至 5 公分，但有單點點位單次位移大於 10 公分（圖 4-8）。多數監測點仍持續滑動，顯示大規模地滑仍處於活動狀態。上述這些研究成果有助於我們深入了解壽山西側大規模地滑的特性和演變規律，為該區域的防災減災工作提供重要的參考依據。

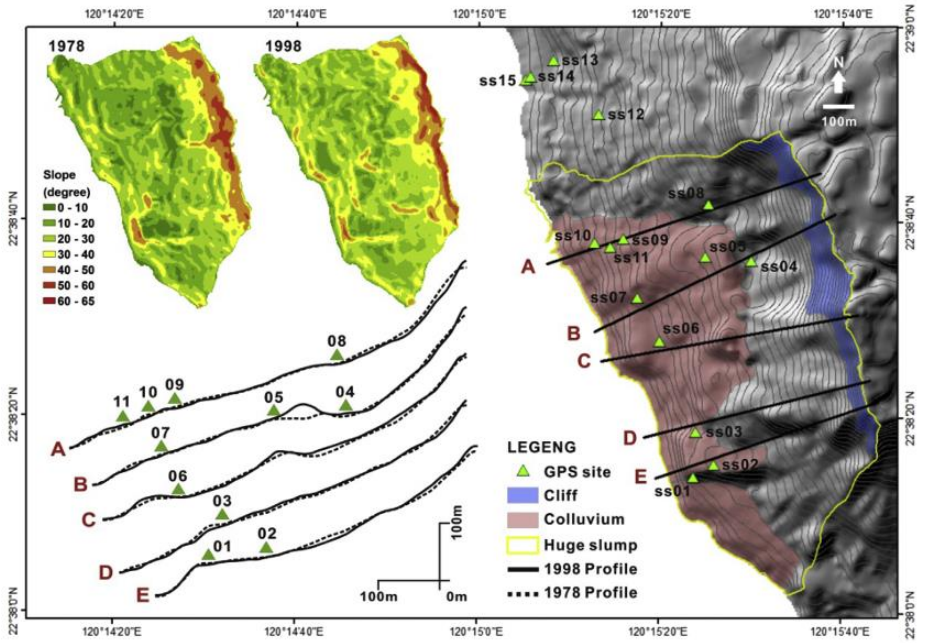


圖 4-6 地滑範圍內 GPS 監測點位及剖線分布 (Jen et al., 2017)

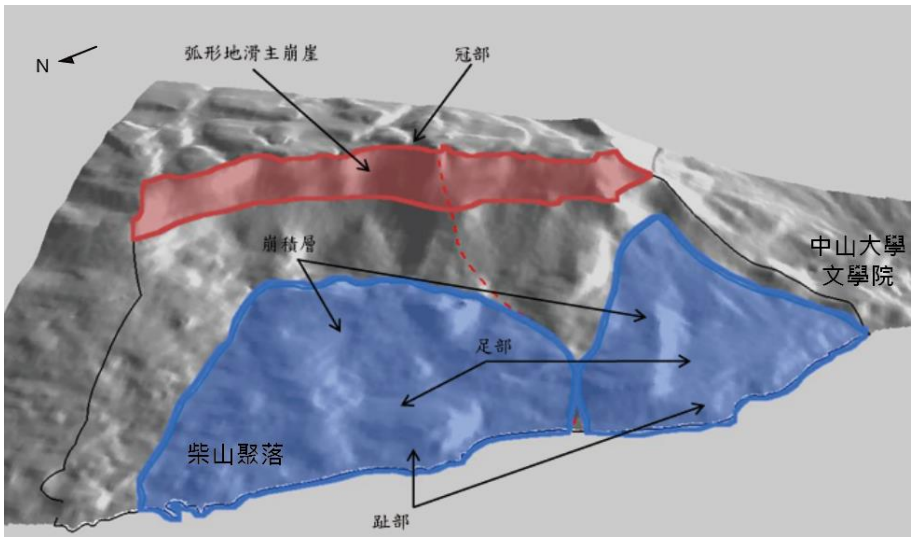
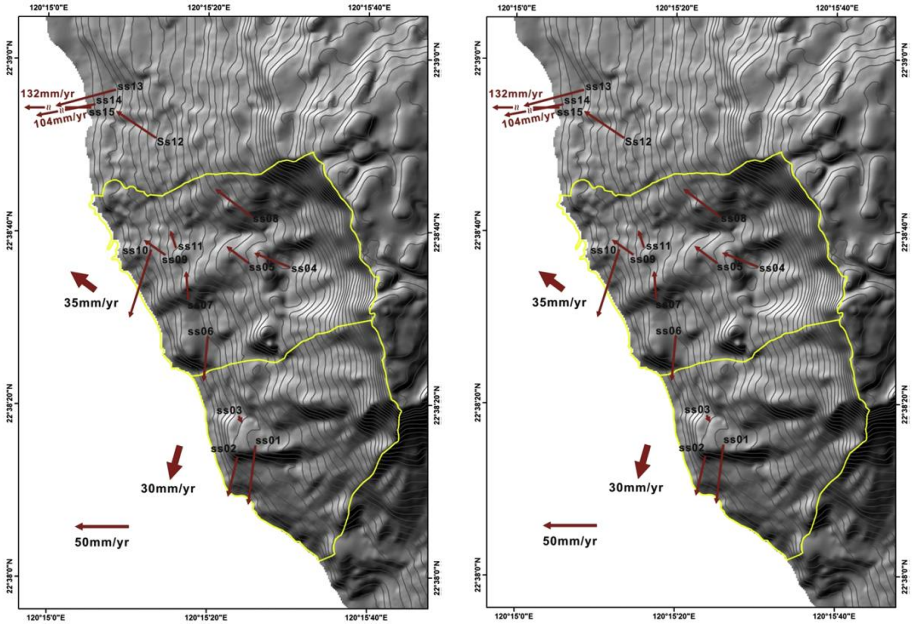


圖 4-7 南北兩地滑立體模型及範圍 (修改自林庭宇, 2016)



GPS survey results.

Benchmark No.	Average horizontal displacement (mm/yr) and direction	Average vertical displacement (mm/yr)	Note
ss01	52 SW	+6	Group II
ss02	36 SW	+10	Group II
ss03	2 SE	-29	Group II
ss04	36 NW	+21	Group III
ss05	26 NW	-14	Group III
ss06	40 SW	-17	Group III
ss07	27 NW	-23	Group III
ss08	42 NW	+24	Group IV
ss09	17 NW	+24	Group IV
ss10	66 SW	-28	Group IV
ss11	25 NW	-63	Group IV
ss12	45 NW	-97	Group I
ss13	57 SW	-59	Group I
ss14	104 SW	-62	Group I
ss15	132 W	+137	Group I

Group I: 2012–2013, Group II: 2014–2015, Group III: 2014–2015, Group IV: 2014–2015.

圖 4-8 GPS 監測點位水平位移方向及垂直位移量 (Jen et al.,2017)

參考文獻

中文

1. 內政部營建署，2011，壽山國家自然公園計畫書（核定本）。
2. 王宗憲，2020，柴山崩積層邊坡長期位移機制探討。
3. 石作珉、唐心瑩，1977，高雄壽山石灰石採石場斜坡穩定研究，臺灣礦業，29(1、2)，8-33。
4. 沈淑敏、王聖鐸，2022，土砂災害主題式地貌圖製作，國家災害防救科技中心委辦計畫。
5. 沈淑敏、王聖鐸，2021，大規模崩塌潛勢區主題式地貌圖製作-I，國家災害防救科技中心委辦計畫。
6. 沈淑敏、王聖鐸、張國楨，2020，建構防災地形分類與地圖製圖規範研究-III，國家災害防救科技中心委辦計畫。
7. 沈淑敏、王聖鐸，2019，建構防災地形分類與地圖製圖規範研究-II，國家災害防救科技中心委辦計畫。
8. 沈淑敏、羅佳明、王聖鐸，2018，建構防災地形分類與地圖製圖規範研究，國家災害防救科技中心委辦計畫。
9. 沈淑敏、羅佳明、王聖鐸，2017，細緻化地質地貌特徵地圖製作研究，國家災害防救科技中心委辦計畫。

10. 何立德、齊士崢、任家弘、梁世雄、呂政豪、李宗穎、陳鈞、陳佳宏，2020，壽山國家自然公園石灰岩洞穴發育模式，國家公園學報，30(2)，1-17。
11. 吳榮發，2005，淺野水泥高雄廠的發展(1917~1945年)，高市文獻，1-26。
12. 李淑芬，1995，日本南進政策下的高雄建設，154頁。
13. 林庭宇，2016，高雄壽山西側的大規模地滑研究，國立高雄師範大學地理學系碩士論文。
14. 高雄市臺灣地理學會，2012，101年壽山國家自然公園地景資源調查暨地表變形監測規劃計畫報告書。壽山國家自然公園籌備處，108頁。
15. 高雄市臺灣地理學會，2013，102年壽山國家自然公園園區石灰岩洞穴地景資源調查暨西壽山地表變形監測計畫報告書。壽山國家自然公園籌備處，99頁。
16. 高雄市臺灣地理學會，2019，壽山國家自然公園石灰岩洞穴環境監測計畫成果報告書。國家自然公園管理處，178頁。
17. 許中立、黃國維、廖杰睿、王大維、黃敬庭，2020，高雄市柴山地區地滑自動化監測系統規劃，坡地防災學報，19(2)，35-60。
18. 陳新翰，2021，台灣西南部泥岩車瓜林斷層之岩石特徵與隱示，國立中央大學應用地質研究所碩士論文。
19. 陳華玟、謝凱旋、何信昌。1998。五萬分之一臺灣地質圖幅(圖幅第六十一號)暨說明書—高雄。經濟部中央地質調查所。
20. 梁世雄、邱郁文、楊嫻育，2016，柴山湧泉的沒落與再現，台灣林業濕地保育專輯。

21. 張榮輝，2005，利用 GPS 監測高雄柴山地區地表變形，國立成功大學地球科學系碩士論文。
22. 經濟部中央地質調查所，2021，山崩與地滑地質敏感區變更資料更新暨準則執行檢討(1/2)計畫。
23. 廖杰睿，2014，高雄柴山地區地質調查與滑動原因之探討，國立高雄應用科技大學土木工程與防災科技研究所碩士論文。
24. 齊士崢、呂政豪、任家弘、何立德、陳永森、周漢文、林淳惠、薛恣侑，2013，高雄壽山的古巨型地滑研究，國家公園學報，23(2)，53-66。
25. 齊士崢、何立德，2017，探索壽山-地景篇，壽山國家自然公園，199 頁。
26. 劉益昌、朱正宜、林淑芬、周淑文，1995，高雄市龍泉寺遺址範圍及內涵調查研究，高雄市政府民政局委託中央研究院歷史語言研究所之研究報告，高雄市政府民政局。
27. 劉碧株，2016，日治時期鐵道與港口開發對高雄市區規劃的影響，國史館館刊第 47 期，1-46。
28. 鄭耀翔，2008，工業遺址再生作為區域活化之研究-以台泥高雄廠為例，國立高雄大學都市發展與建築研究所碩士論文。
29. 賴典章，1988，高雄市壽山山崩之地質因素探討，鑛冶：中國鑛冶工程學會會刊，32(3)，55-62。
30. 謝濬澤，2011，從打狗到高雄：日治時期高雄港的興築與管理，臺灣文獻，62(2)，211-244。

英文

1. Jen, C.-H., et al., Recent movement of the Late Pleistocene Shoushan slump, southwestern Taiwan, based on landform

surveys, Quaternary International (2017),
<http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2017.04.026>.

網路資料

交通部中央氣象署，觀測資料查詢（2024年10查詢）<https://e-service.cwa.gov.tw/HistoryDataQuery/index.jsp>

梁世雄、楊娉育 (2018) 柴山下奇特的「硫化湧泉」可能等不到透徹研究就消失了，臺灣濕地網（2024年10查詢），
<https://wetland.e-info.org.tw/wetland-story/777-rss-212281>。