
立體地形圖 HOST MAP 及 CS MAP 判釋 參考指引

執行單位：水土保持局技術研究發展小組

專案主持人：陳振宇 副總工程司

研究人員：林恩如、吳振佑、陳均維、林詠喬

陳國威、詹婉妤、林宥伯、林家興

行政院農業委員會水土保持局 編印

中華民國 109 年 9 月

立體地形圖 HOST MAP 及 CS MAP 判釋參考指引

摘要

本篇手冊摘要介紹各種描繪地貌的數位圖資以及說明進行地貌判讀時的共通性原則，並以圖文說明方式列舉數例供使用者可於 BigGIS 平台(<https://gis.swcb.gov.tw>)進行實作與學習；此外，依據野外調查之業務需求，亦整理數個可製作 GeoPDF 之方法供判讀者便於攜出調查使用。

關鍵詞：HOST MAP、CS MAP、地形判釋、立體地形圖

目次

摘要.....	1
表次.....	3
圖次.....	4
第一章 如何看圖？.....	14
第一節 圖的種類	14
第二節 各種圖資之比較	22
第三節 圖的特徵	23
第四節 HOST MAP 與 CS MAP 之差異概述.....	34
第二章 HOST MAP 於地貌判釋之應用	35
第一節 HOST MAP 於水土保持業務上之應用	35
第二節 HOST MAP 判釋原則	38
第三節 HOST MAP 判釋案例分享	47
第四節 適用之解析度	52
第三章 CS MAP 於湧水判釋之應用	54
第一節 CS MAP 判釋原則.....	54
第二節 CS MAP 與 HOST MAP 之比較.....	55
第三節 用 CS MAP 看湧水地貌.....	62
第四章 GeoPDF 之介紹與應用	67
第一節 GeoPDF 與 Geospatial PDF 的差異性.....	67
第二節 如何製作 GeoPDF	67
第三節 GeoPDF 載入手機 App 應用	69
附錄：HOST MAP 及 CS MAP 判釋練習案例.....	74
參考文獻.....	103

表次

表 1 不同圖層適用之判釋特徵(註：DEM/DSM 之地圖 調色盤以彩色方式顯示則稱之地形彩色圖).....	22
表 2 比較 HOST MAP 與 CS MAP 之適用判釋項目	34
表 3 CS MAP 與 HOST MAP 之圖片比較表	55

圖次

圖 1 TRUE COLOR 照片(資來來源：水保局歷史影像平 台，拍攝地點：屏東縣/霧台鄉/好茶村，拍攝 時間：2019/11/04).....	15
圖 2 真實色與假彩色之對照圖(GOOGLE EARTH ENGINE 範例集).....	15
圖 3 DEM 與 DSM 之 差 異 (HTTPS://IMAGES.APP.GOO.GL/D42GTKWBYP8 5XQKH8).....	16
圖 4 DEM(左)及等高線圖(右)(資料來源：ARCGIS ONLINE TOOL REFERENCE).....	16
圖 5 DEM(左)及坡度圖(右)(資料來源：ARCGIS ONLINE TOOL REFERENCE).....	17
圖 6 坡度圖計算方式(資料來源：ARCGIS ONLINE TOOL REFERENCE).....	17
圖 7 DEM(左)及坡向圖(右)(資料來源：ARCGIS ONLINE TOOL REFERENCE).....	17
圖 8 光線角度於山體陰影圖之影響示意圖；不同光線來 源方位會導致陰影方向有所變化(COLLETTE, 2012).....	18
圖 9 不同方位之光源導致地形陰影圖視覺誤判之現象 (同一地形、不同光線方位導致圖中的地形在 視覺上容易誤判為一個為凸起、一個為凹 陷)；左圖光線來源為西邊，右圖光線來源為 東邊.....	18

圖 10 對於光源接收量之開闊度示意圖。其中黃色面積代表所在地形光源接收量，圖中地形在山頂(山脊)處由於地形開闊度較佳，故光源接收量較多，在山谷處則光源接收量較小。此圖改編自亞洲航測株式會社開闊度示意圖(HTTP://WWW.AJIKO.CO.JP/).....	19
圖 11 不同地圖調色盤對應之地形立體表現(資料來源：105 年水保局創新研究計畫－以自行研發之紅色地圖技術輔助預判土砂災害之潛勢地區成果).....	20
圖 12 CS MAP 組成說明(資料來源：CS 立体図を用いた地形判読 HTTPS://WWW.SLIDESHARE.NET/OSGEOJAPAN/C SFOSS4G-2017-TOKYO).....	21
圖 13 CS MAP 產製時圖層疊加示意圖	21
圖 14 此例為區分森林與草地之範例；兩者同為綠色植物，但森林質地較不均，有大顆粒感(如左側紅框)，而草地質地較細緻(如右側紅框).....	23
圖 15 此例為找出果園與其他樹種之範例；果園或人工林一般皆具有排列整齊之特徵，與自然林之差異在此，若進一步區分果樹與人工林，則須從農作工法進行了解，以此圖為例，左圖為 8 月之影像，其紅框內呈現之藍灰色調之原因為果農為柿子套袋，而右圖 3 月影像則為尚未套袋	

之色調，藉由農作工法的轉變即可了解該地區 為果園並非人工林	23
圖 16 此例為區別水塘/湖泊於山上或平地之範例；大面 積之水體於影像中呈現藍/綠色，台灣地形起伏明顯會導致山區影像常有陰影如左圖，且可 找到明顯水體進出口之河道，而平地水體不會 被陰影遮蔽，且不一定有明顯進出口之通道 (右圖為澄清湖).....	24
圖 17 此例為港灣地區常見特徵之範例；漁港灣地區為 開放式水域，常見到筆直的人工堤防、行徑中 的船隻與船痕(紅框)、近岸水流之紋路、貨櫃 等，此例亦可看見雲及其陰影(黃框)，故可得 知影像拍攝時太陽之方位	24
圖 18 此例為隧道判釋之範例；一般道路為連續不中斷 型之線條(如右圖)，而隧道會突然出現在某個 邊坡上(如左圖紅框)，此外，道路上常出現汽 車及行道樹，兩者差異在於行道樹位於道路兩 側且偶因高度產生陰影(左圖黃框)，而汽車常 位於道路中間且無陰影(左圖藍框).....	25
圖 19 此例為車站判釋之範例；車站因有月台及會車之 功能，故車站之軌道常有軌道變多(如左圖紅 框為高雄火車站)或是月台遮雨(右圖紅框為 台中高鐵站，兩圖紅框中白/灰色之色塊及為 月台範圍)之現象；此外，室外田徑場通常呈	

現圓弧狀，且中間有長矩形之色塊(左圖黃框)	25
圖 20 此例為判釋山中建物與雪之範例；人造建物一般形狀規則、有排列(如右圖紅框)，而山中白色不規則色塊則極有可能為雪(如左圖為雪山主峰)，此外，山中之道路長呈現”之”形狀(右圖黃框)	26
圖 21 此例為判釋裸田地與崩塌地之範例；一般乾燥的裸田地與乾燥的崩塌地色調相近，但田地形狀通常接近矩形、隱約可看見規則排列之紋理於中(犁田的痕跡)、附近常有蓄水(左圖紅框)池及住家，而崩塌地常發生於河道上方，且形狀常呈現狹長狀、湯匙狀等不規則狀，且通常緊鄰林地(質地成綠色顆粒不均狀)	26
圖 22 此例為判釋機場、廠房與一般住宅之範例；機場因應起降需長距離跑道(如左圖藍框)，而廠房跟一般住宅之差異在於人工建物之大小，判釋者可參考右圖黃框為住宅方屋之大小紅框則為廠房之大小，建物之大小亦可參考鄰近道路或地上物之相對大小來推估	27
圖 23 以 HOST MAP 為例進行說明色調深淺與紋理疏密之範例；紅色色調由濃至淡分別為區塊 3>1>2，代表斜度由陡至緩分別為 3-1-2，灰黑色調由深至淺分別為區塊 3>1>2，代表地形開闊度由狹窄至寬闊分別為 3-1-2	28

- 圖 24 此為台中與南投交界之坡度圖(120.781561, 24.013657)，坡度越陡則顏色越深(如紅框範圍)，坡度平緩顏色越白(如藍框範圍).....29
- 圖 25 河道通常為地勢低下水流匯集處且沿地質弱面而行，而一定規模之河道(非野溪)可由坡度圖的平緩區域(即坡度平緩之色塊)判別出；水利署河川水系圖之範圍與坡度圖白色區塊重合29
- 圖 26 一般來說地質越堅硬越不容易崩落，故形成之地形坡度較陡峭，反之亦然；判釋者可套疊坡度圖(左)及地調所的地質圖(右)可看出不同地質區(砂、泥、頁岩區與礫岩區)所形成之坡度圖紋理疏密程度與色調濃淡皆不同30
- 圖 27 坡度圖中的泥岩(左圖)與砂頁岩互層(右圖)表現之紋理相當不同，其原因為不同岩性造成水流之分布以及坡度陡峭程度差異；砂頁岩互層地質型態較泥岩堅固，故形成之地形坡度較陡峭，在坡度圖上顏色比泥岩地形深；砂岩抗風化能力高於頁岩，故河道常沿著頁岩(弱面)行走，導致河道大致形狀較泥岩筆直或主河道走向平行之現象，且地形起伏排列紋理較規則(右圖有許多三角形色塊排列，且大致呈現平行狀)，而泥岩較軟弱、無特定弱面、無法形成陡峭地形，一有裂隙則容易被侵蝕，故泥岩地形中的水系蜿蜒程度大，且主河道(平坦區)相當明顯30

- 圖 28 坡度圖中的礫岩(左圖)與砂頁岩互層(右圖)表現之紋理相當不同，其原因為不同岩性造成水流之分布以及坡度陡峭程度差異；礫岩地質型態較泥岩堅固，故形成之地形坡度較陡峭，在坡度圖上顏色比泥岩地形深；而發育於礫岩地形通常呈現樹枝狀(水沿著礫石層基質弱面行走)，主流與支流河道寬度區分明顯，且蜿蜒程度低於泥岩地形31
- 圖 29 一般湖泊為水流匯集處形成，故在坡度圖上必有一完整蓄水形狀，如左圖為嘉明湖及右圖為向天池，後者可明顯看出為一小山丘中央有凹陷處(此為降雨/地表水流蓄水區域)，而前者湖區為平坦狀(白色色塊)之可能原因為當初進行地貌量測時包含水面以上之地表面地貌，而湖面呈水平狀，故坡度趨近為零而呈現整塊白色32
- 圖 30 此為比較立體感與平面感圖資之範例；左圖為具立體感的 HOTS MAP、右圖為普通二維圖資的坡度圖，左圖中可裸視判別桃園大漢溪的河階高低以及山脈起伏，而右圖則免強能判別山脈起伏(放大圖請參考下圖).....33
- 圖 31 左圖(HOTS MAP)可容易判別桃園大漢溪的河階高低以及每一階之交界處(淺紅色條帶狀)，而右圖(坡度圖)則不易判別各區塊之相對高低33

圖 32 不同方面光線來源，使陰影方向隨之變化，進而 導致判讀者對相同地形之凹凸面判斷不同	36
圖 33 崩塌前後地貌比對組一(資料來源：2018 年水土 保持局大規模崩塌防減災技術交流國際研討 會簡報內容)	36
圖 34 崩塌前後地貌比對組二(資料來源：2018 年水土 保持局大規模崩塌防減災技術交流國際研討 會簡報內容)	37
圖 35 HOST MAP 色階對照圖(研究發展小組之研究成 果網頁)	38
圖 36 潛在大規模崩塌地可能存在之微地形特徵示意圖 (高治喜、連惠邦，2015)	39
圖 37 草屯河階群學習案例(座標 120.681473, 23.587967)	40
圖 38 蝕溝發育、向源侵蝕、雙溝同源	40
圖 39 多重山陵	41
圖 40 反向坡示意圖(參考紅字部分)	42
圖 41 遷急線、遷緩線	42
圖 42 反向坡	43
圖 43 坡趾隆起	43
圖 44 現生崩塌範例 I	44
圖 45 現生崩塌範例 II	44
圖 46 崩崖	45
圖 47 坡面料源	46
圖 48 土石堆積區、溪床堆積區	46

圖 49 大崩點位 D016 之 HOST MAP	47
圖 50 大崩點位 D016 之 HOST MAP 與衛星影像比對圖 (左圖紅色三角形為現地勘查點位及順序)	48
圖 51 內業判斷之地貌特徵	48
圖 52 實地勘察之照片與 HOST MAP 上之空間位置	49
圖 53 巨礫於 HOST MAP 之表現上為一顆微微突起、 似青春痘般的樣貌，如圖中所示，巨礫不易被 風化與侵蝕，故突出於邊坡表面形成獨立的突 起地貌，對照至左圖(UAV 拍攝)即可印證當地 有許多巨礫群	49
圖 54 舞鶴村_HOST_20150315	50
圖 55 舞鶴村_201503_SPOT	50
圖 56 舞鶴村_2016_SPOT	51
圖 57 舞鶴村_2017_SPOT	51
圖 58 舞鶴村_2018_SPOT	51
圖 59 舞鶴村_2019_SPOT	52
圖 60 舞鶴村_2020_PLANET	52
圖 61 20M 解析度之草嶺地滑	53
圖 62 6M 解析度之草嶺地滑	53
圖 63 1M 解析度之草嶺地滑	53
圖 64 色調判釋原則	54
圖 65 ARCGIS 的曲率與水流方面示意圖(資料來源： HTTPS://PRO.ARCGIS.COM/EN/PRO-APP/HELP/DA TA/IMAGERY/CURVATURE-FUNCTION.HTM)	54

圖 66 湧水類型(資料來源：CS 立体図を用いた地形判 読 HTTPS://WWW.SLIDESHARE.NET/OSGEOJAPAN/C SFOSS4G-2017-TOKYO).....	63
圖 67 湧水類型一(資料來源：CS 立体図を用いた地形 判 読 HTTPS://WWW.SLIDESHARE.NET/OSGEOJAPAN/C SFOSS4G-2017-TOKYO).....	63
圖 68 湧水類型二(資料來源：CS 立体図を用いた地形 判 読 HTTPS://WWW.SLIDESHARE.NET/OSGEOJAPAN/C SFOSS4G-2017-TOKYO).....	64
圖 69 湧水類型三(資料來源：CS 立体図を用いた地形 判 読 HTTPS://WWW.SLIDESHARE.NET/OSGEOJAPAN/C SFOSS4G-2017-TOKYO).....	64
圖 70 CS MAP 與 HOST MAP 比對圖_湧水類型一 (BIGGIS).....	65
圖 71 CS MAP 與 HOST MAP 比對圖_湧水類型二.....	65
圖 72 CS MAP 與 HOST MAP 比對圖_湧水類型三.....	66
圖 73 輸出 GEOPDF(ARCGIS PRO)	68
圖 74 輸出 GEOPDF(QGIS).....	69
圖 75 安裝 AVENZA MAPS APP(A. 在 APP STORE 搜 尋【AVENZA MAPS】並下載。).....	70
圖 76 匯入 GEOPDF(B. 點選＋匯入 GEOPDF，依照檔 案存放的位置選擇【FROM iTunes FILE	

SHARING】或【FROM DROPBOX】C. 匯入後的檔案顯示在 IMPORTED 區，點選【95171007REDMAP(W20)_2】即可進入檔案中編輯及顯示位置。)	71
圖 77 開啟地圖標示功能(D. HOST MAP 如圖所示，圖面正中央的○+所在的座標位置顯示在正下方(241873,2487304)。E. 選單選擇【DRAW AND MEASURE】，開啟地圖標示功能。)	72
圖 78 地圖標示與量測(F. 地圖標示功能如圖所示，可標記距離與範圍，點選○I 可查看詳細資料。)	73

第一章 如何看圖？

本章節分兩部分，其一為針對常見圖資種類進行介紹，如光學影像、描繪地貌的圖資(二維或立體)；另一著重於常見的圖資內容進行基本原則的判釋說明，並依照類型分為物件的判釋及非物件的判釋，前者如火車站與高速公路之區別、果園與森林之區別，後者如海拔高低於色調呈現上之差異為何?、坡度陡緩於色調呈現上之區別?等。

第一節 圖的種類

一、光學影像

水保局業務常用之光學影像有 1.衛星影像 2.航空正射影像 3.無人機航拍影像，每張影像通常至少會有 3 個波段，由波長短至長分別為藍光(B)、綠光(G)以及紅光(R)，所呈現之色調如同普通照片或裸視般(圖 1)，一般稱之 true/natural color(真實色/自然色)；依照感測器之差異，有些影像會有 3 個以上之波段，常用如近紅外光(NIR)，一般會視使用需求而組成不同色彩，常見如用於偵測植被狀況的 false color(假彩色)影像，則是將原本的紅色部分由近紅外的資訊取代(圖 2)。



圖 1 true color 照片(資來來源：水保局歷史影像平台，拍攝地點：屏東縣/霧台鄉/好茶村，拍攝時間：2019/11/04)

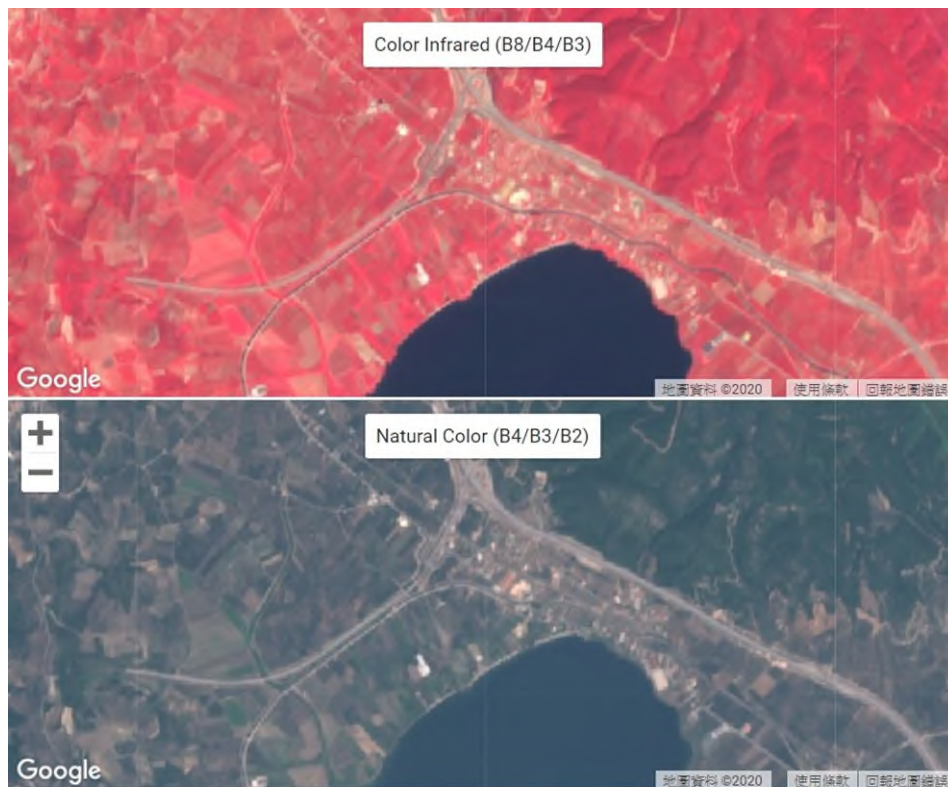


圖 2 真實色與假彩色之對照圖(Google Earth Engine 範例集)

二、描繪地貌的圖資

最基本用來描繪地貌的資訊即數值高程模型（Digital Elevation Model，DEM）以及數值地表模型（Digital Surface Model，DSM），記錄地貌方式是量測在每單位地表在空間上的 XYZ 的座標值，以經緯度來說，水土保持局(南投市光華路 6 號)的 X 和 Y 就是 120.68, 23.95，而 Z 值就是該地點的海拔高度；而兩者差異在於 DEM 紀錄的是裸地表地形的起伏，DSM 紀錄的則是地表地形加地上物之起伏，如圖 3 所示，建物之高度可由 DSM 減去 DEM 而得。

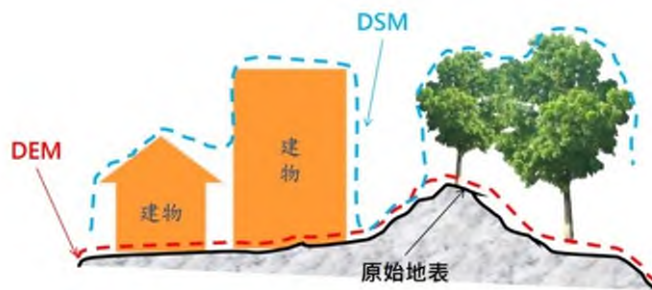


圖 3 DEM 與 DSM 之差異

(<https://images.app.goo.gl/d42GtkWBYP85XqKH8>)

在 DEM 資料基礎下，進一步延伸出其他描繪地貌的圖資，如將相同高程連結起來的等高線圖(圖 4)、顯示邊坡陡峭程度的坡度圖(圖 5)以及將邊坡坡面方向分類的坡向圖(圖 7)…等平面視覺的圖資。

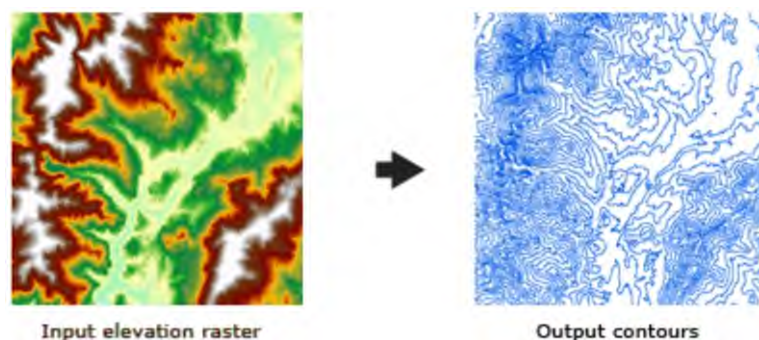


圖 4 DEM(左)及等高線圖(右)(資料來源: arcgis online tool reference)

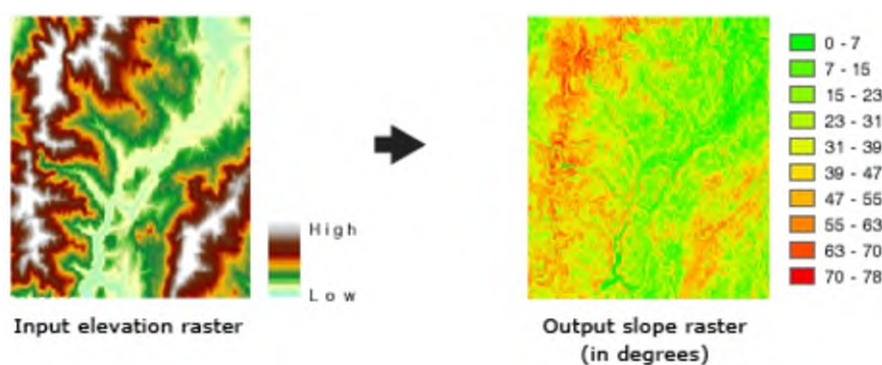


圖 5 DEM(左)及坡度圖(右)(資料來源：arcgis online tool reference)

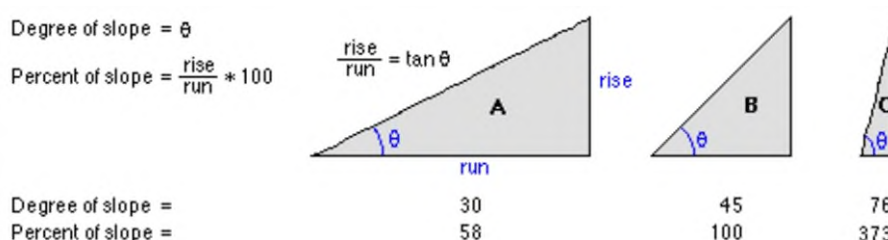


圖 6 坡度圖計算方式(資料來源：arcgis online tool reference)

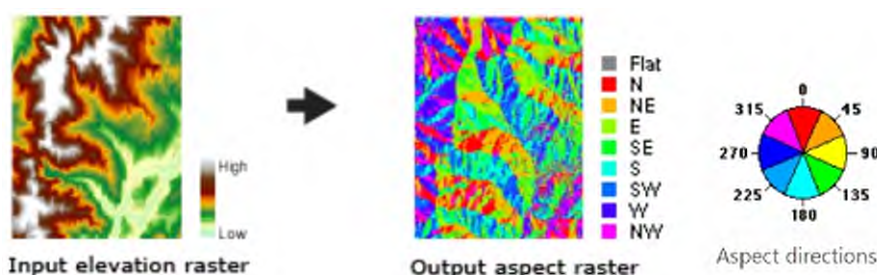


圖 7 DEM(左)及坡向圖(右)(資料來源：arcgis online tool reference)

此外，DEM 亦可延伸出有立體視覺的圖資，本文將介紹下列三種：地形陰影圖/山體陰影圖(Hillshade)、HOST MAP、CS MAP。

(一) 地形陰影圖介紹

地形陰影圖即模擬一固定斜射光源照至起伏地表上，以其坡面反射光線之多寡來凸顯地形起伏之立體感，如向陽坡面呈亮白灰色，而背陽面則因無法照到光線而呈現深灰黑色，此圖之優點在於運算量

低、立體感直覺，但可能會有因光線來源方向不同導致相同地形凹凸面有視覺誤判之現象(圖 8、圖 9)。

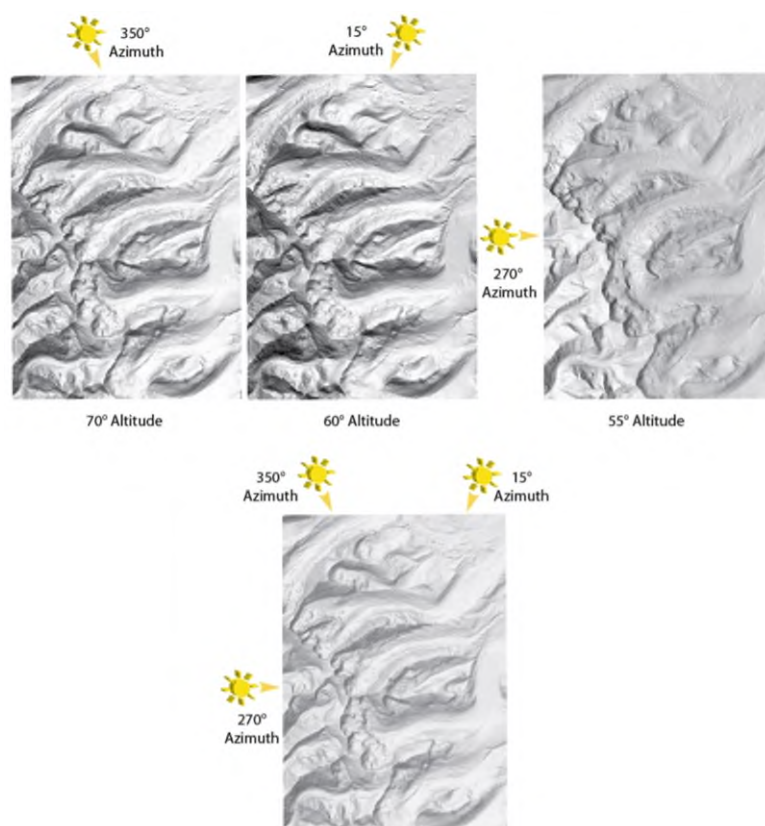


圖 8 光線角度於山體陰影圖之影響示意圖；不同光線來源方位會導致陰影方向有所變化(Collette, 2012)

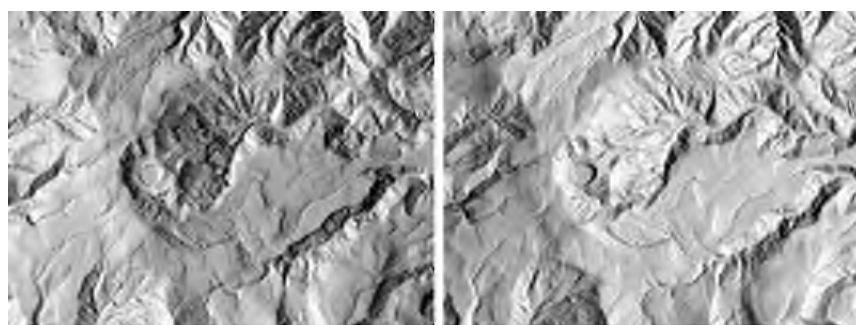


圖 9 不同方位之光源導致地形陰影圖視覺誤判之現象(同一地形、不同光線方位導致圖中的地形在視覺上容易誤判為一個為凸起、一個為凹陷)；左圖光線來源為西邊，右圖光線來源為東邊

(二) HOST MAP 介紹

HOST MAP 的發展最早由 Yokoyama et al.(2002)所提出的地表開闊度之計算方法為基礎，此法為模擬垂直光源之接收量來製造立體感。Chiba et al.(2008)結合地形開闊度與地形坡度並配合紅黑色階繪製出 HOST MAP，此技術已廣泛應用於地形學、地理學與地質學等領域，並對地形判釋有不錯的結果。

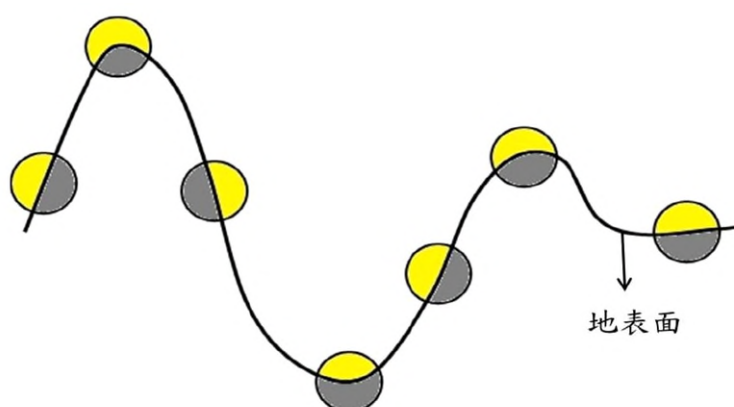


圖 10 對於光源接收量之開闊度示意圖。其中黃色面積代表所在地形光源接收量，圖中地形在山頂(山脊)處由於地形開闊度較佳，故光源接收量較多，在山谷處則光源接收量較小。此圖改編自亞洲航測株式會社開闊度示意圖(<http://www.ajiko.co.jp/>)

水保局所使用之 HOST MAP 演算法，乃自中興大學蕭宇伸教授於民國 105 年的水保局創新研究計畫「以自行研發之紅色地圖技術輔助預判土砂災害之潛勢地區成果」中技術移轉而來，研究顯示，地圖調色盤之色調選用人眼視覺上較敏感之紅色來凸顯地形立體的表現較佳(詳如圖 11)，其可判釋之地貌特徵，請參考第二章 HOST MAP 於地貌判釋之應用。

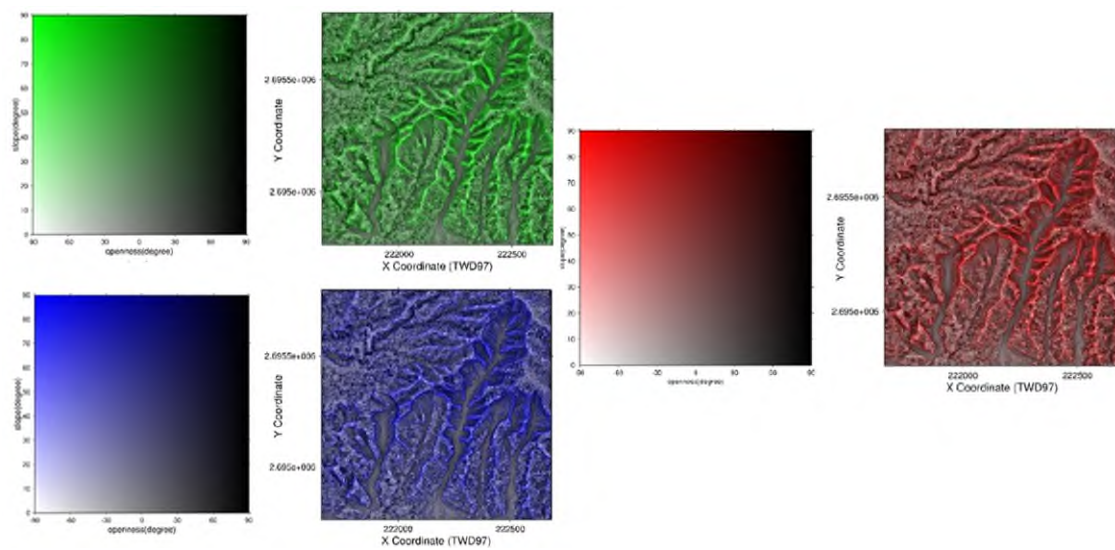


圖 11 不同地圖調色盤對應之地形立體表現(資料來源：105 年水保局創新研究計畫—以自行研發之紅色地圖技術輔助預判土砂災害之潛勢地區成果)

(三) CS MAP 介紹

CS MAP 為整合高程、坡度以及曲率並將三者資訊疊加而成之具立體感的地圖(圖 12、圖 13)，該類型地圖之設計初衷與 HOST MAP 相似，皆為了讓使用者能直覺辨別出地形起伏與地貌特徵，CS MAP 與 HOST MAP 同樣力求於不須訓練即可判釋出地貌特徵與立體感，但兩者之最佳適用判釋項目仍有差異，其與 HOST MAP 於地貌特徵上之最大差異請參閱第三章 CS MAP 於湧水判釋之應用；目前 QGIS 已有外掛程式 CSMapMaker plugin 供使用者下載安裝後即可自行由 DEM 資料產製 CS MAP(<https://gis.rchss.sinica.edu.tw/qgis/?p=4129>)。

CS立体図 とは



3つの地形量を異なる色調で彩色して透過処理

- ・視覚情報から直感的に情報を認識可能
- ・異なる情報を同時に認識可能
- ・等高線では表現が困難な情報も認識可能

圖 12 CS MAP 組成説明(資料來源：CS 立体図を用いた地形判読

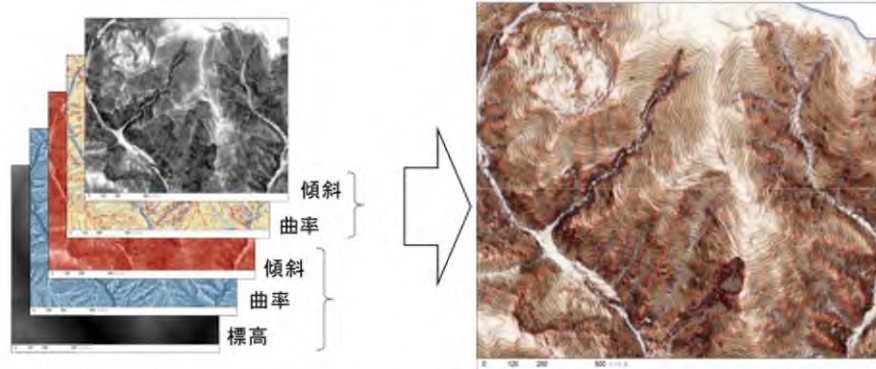
<https://www.slideshare.net/osgeojapan/csfoss4g-2017-tokyo>)

【CS立体図について】

CS立体図とは

「標高」「傾斜」「曲率」の3つの地形量を異なる色調で彩色し、複数枚を重ねて透過処理することで立体表現した図法

2012年に長野県林業総合センターで考案



「CS」とは、曲率(Curvature)と傾斜(Slope)の頭文字

圖 13 CS MAP 産製時圖層疊加示意图

上述所介紹之圖資種類繁多，但其目的皆在幫助使用者更加了解地貌；不同的圖資最適之判釋特徵互異，且有些特徵用一種圖資即可判別，有些則須多重套疊才能判定，故地貌判釋之原則在於針對欲判釋的特徵，挑選出適合的圖資(組合)後進行判釋。

第二節 各種圖資之比較

如前所述，各種圖資之最佳應用領域皆不同，例如彩色正射影像可清晰辨識地表物，但對高程差異卻不甚明顯；地形彩色圖可辨別相對高程差異，但地貌起伏卻相較於地形陰影圖、HOST MAP 與 CS MAP 不顯著；本節將以光學影像、DEM/DSM、等高線圖、坡度圖、坡向圖、地形陰影圖、HOST MAP 與 CS MAP 之適用領域進行大致分類與說明，其分類準則依判釋者之經驗、切入角度或資料處理之技術有所差異，故判釋準則與依據亦隨當下情況進行調整。表 1 將針對地上物辨識、地貌陡峭、相對高程、崩塌偵測、微地形判釋、及水道判釋六大項目進行比較，並以符號★、●以及△表示「適用」、「尚可」以及「不建議」三種標準來評定。

表 1 不同圖層適用之判釋特徵(註：DEM/DSM 之地圖調色盤以彩色方式顯示則稱之地形彩色圖)

	光學影像	地形彩色圖	等高線圖	坡度圖	坡向圖	地形陰影圖	數值高程圖	HOST MAP	CS MAP
地上物辨識	★	△	△	△	△	△	△	●	△
地貌陡峭	●	●	★	★	△	●	●	★	★
相對高程	△	★	★	△	△	●	★	●	●
崩塌判釋	★	△	△	△	△	●	△	●	●
微地形判釋	△	△	△	●	△	●	△	★	●
水道判釋	★	△	●	●	△	△	△	●	★

第三節 圖的特徵

一般判釋可分為物件型及非物件型之特徵，前者如區分森林、草地、果園、湖、港灣、道路、車站、田徑場、獨棟住宅、大樓等，後者則常以色調、紋理、線條、方正、排列來區分地物特徵。

一、物件型判釋原則

以下將針對物件型的判釋進行衛星/航空影像的文圖說明：



圖 14 此例為區分森林與草地之範例；兩者同為綠色植物，但森林質地較不均，有大顆粒感(如左側紅框)，而草地質地較細緻(如右側紅框)



圖 15 此例為找出果園與其他樹種之範例；果園或人工林一般皆具有排列整齊之特徵，與自然林之差異在此，若進一步區分果樹與人工

林，則須從農作工法進行了解，以此圖為例，左圖為 8 月之影像，其紅框內呈現之藍灰色調之原因為果農為柿子套袋，而右圖 3 月影像則為尚未套袋之色調，藉由農作工法的轉變即可了解該地區為果園並非人工林



圖 16 此例為區別水塘/湖泊於山上或平地之範例；大面積之水體於影像中呈現藍/綠色，台灣地形起伏明顯會導致山區影像常有陰影如左圖，且可找到明顯水體進出口之河道，而平地水體不會被陰影遮蔽，且不一定有明顯進出口之通道(右圖為澄清湖)



圖 17 此例為港灣地區常見特徵之範例；漁港灣地區為開放式水域，常見到筆直的人工堤防、行徑中的船隻與船痕(紅框)、近岸水流之紋

路、貨櫃等，此例亦可看見雲及其陰影(黃框)，故可得知影像拍攝時
太陽之方位



圖 18 此例為隧道判釋之範例；一般道路為連續不中斷型之線條(如右圖)，而隧道會突然出現在某個邊坡上(如左圖紅框)，此外，道路上常出現汽車及行道樹，兩者差異在於行道樹位於道路兩側且偶因高度產生陰影(左圖黃框)，而汽車常位於道路中間且無陰影(左圖藍框)



圖 19 此例為車站判釋之範例；車站因有月台及會車之功能，故車站之軌道常有軌道變多(如左圖紅框為高雄火車站)或是月台遮雨(右圖紅框為台中高鐵站，兩圖紅框中白/灰色之色塊及為月台範圍)之現象；此外，室外田徑場通常呈現圓弧狀，且中間有長矩形之色塊(左圖黃框)

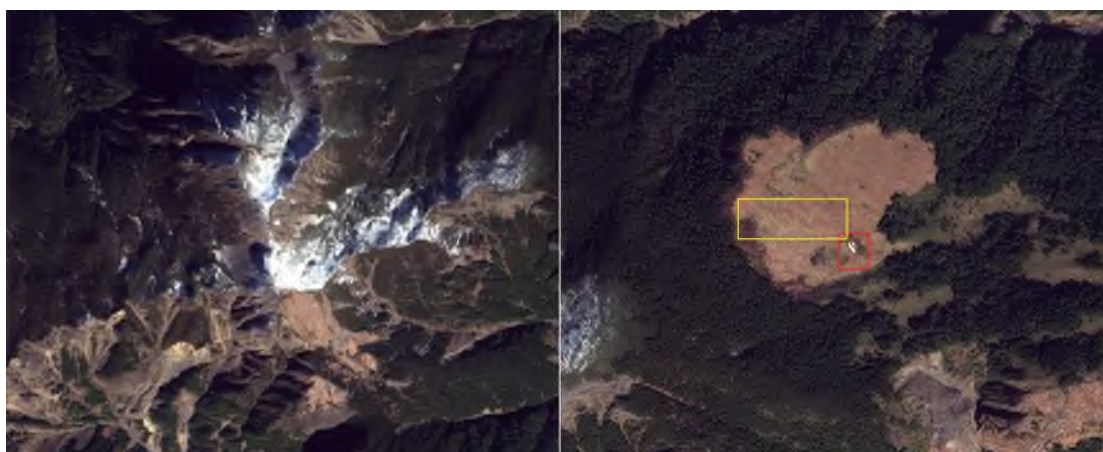


圖 20 此例為判釋山中建物與雪之範例；人造建物一般形狀規則、有排列(如右圖紅框)，而山中白色不規則色塊則極有可能為雪(如左圖為雪山主峰)，此外，山中之道路長呈現”之”形狀(右圖黃框)



圖 21 此例為判釋裸田地與崩塌地之範例；一般乾燥的裸田地與乾燥的崩塌地色調相近，但田地形狀通常接近矩形、隱約可看見規則排列之紋理於中(犁田的痕跡)、附近常有蓄水(左圖紅框)池及住家，而崩塌地常發生於河道上方，且形狀常呈現狹長狀、湯匙狀等不規則狀，且通常緊鄰林地(質地成綠色顆粒不均狀)



圖 22 此例為判釋機場、廠房與一般住宅之範例；機場因應起降需長距離跑道(如左圖藍框)，而廠房跟一般住宅之差異在於人工建物之大小，判釋者可參考右圖黃框為住宅方屋之大小紅框則為廠房之大小，建物之大小亦可參考鄰近道路或地上物之相對大小來推估

二、非物件型判釋原則

基本上，圖資的色調、紋理、線條、方正、排列情形並無定量之標準，色調之冷暖、紋理之疏密、線條之曲直、形狀之方圓以及排列之規則與否皆視欲判釋區域與鄰近區域之相對情形來決定，以圖 23 為例，從 HOST MAP 中無法判斷 1、2、3 區塊中的確切坡度度數，但可由色階的相對差異可得知區塊 3 比區塊 1 陡峭，而區塊 1 又比區塊 2 陡峭。

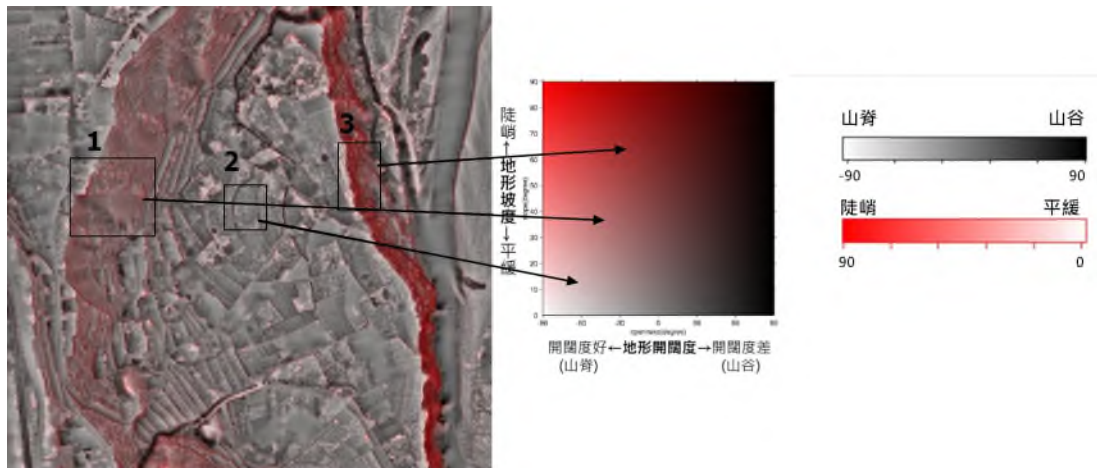


圖 23 以 HOST MAP 為例進行說明色調深淺與紋理疏密之範例；紅色色調由濃至淡分別為區塊 3>1>2，代表斜度由陡至緩分別為 3-1-2，灰黑色調由深至淺分別為區塊 3>1>2，代表地形開闊度由狹窄至寬闊分別為 3-1-2

非物件型判釋原則為判釋區域與鄰近區域進行比較後，其相對差異程度即可反應地貌之特徵；在判讀此類特徵時須了解圖層製作原理以及各種地質情況反應在各種圖資的表現形態，以下將以坡度圖為主要圖層，並列舉數例說明圖資之特徵如何與地質情況做連結。

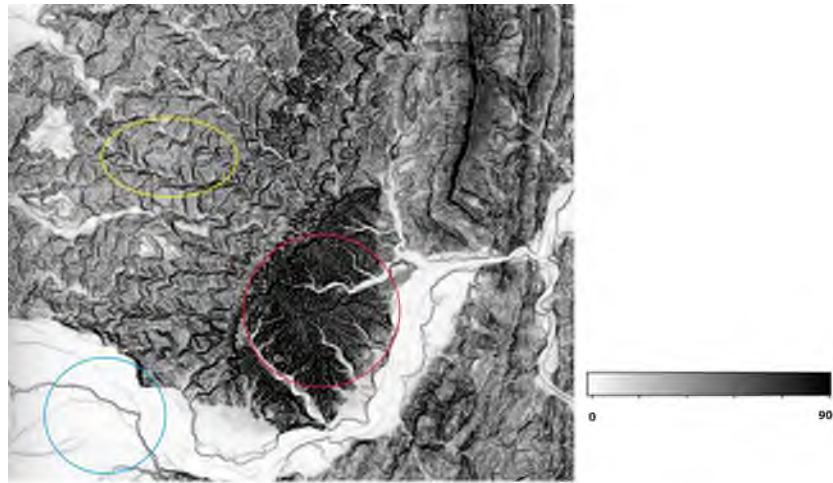


圖 24 此為台中與南投交界之坡度圖(120.781561, 24.013657)，坡度越陡則顏色越深(如紅框範圍)，坡度平緩顏色越白(如藍框範圍)

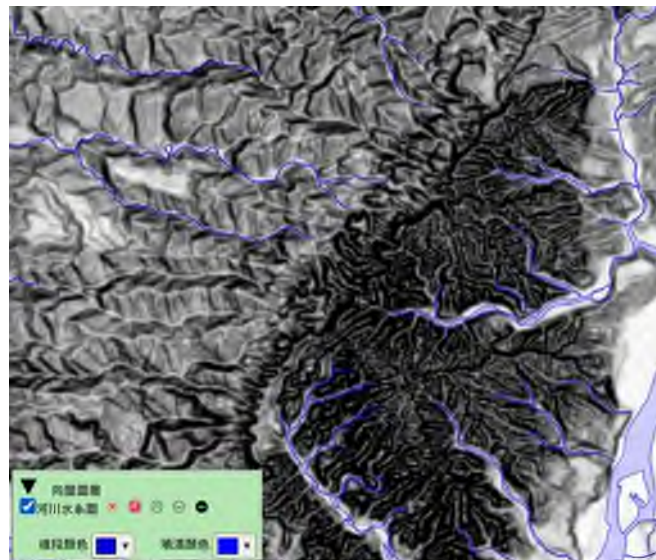


圖 25 河道通常為地勢低下水流匯集處且沿地質弱面而行，而一定規模之河道(非野溪)可由坡度圖的平緩區域(即坡度平緩之色塊)判別出；水利署河川水系圖之範圍與坡度圖白色區塊重合

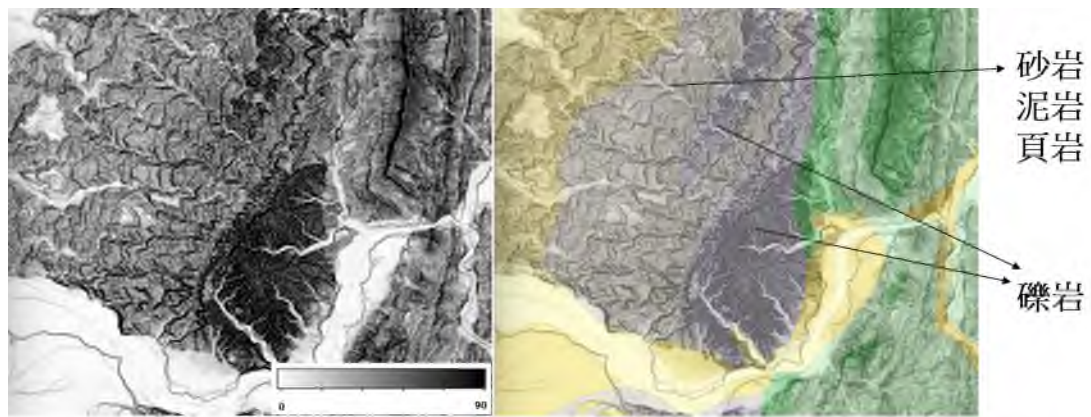


圖 26 一般來說地質越堅硬越不容易崩落，故形成之地形坡度較陡峭，反之亦然；判釋者可套疊坡度圖(左)及地調所的地質圖(右)可看出不同地質區(砂、泥、頁岩區與礫岩區)所形成之坡度圖紋理疏密程度與色調濃淡皆不同

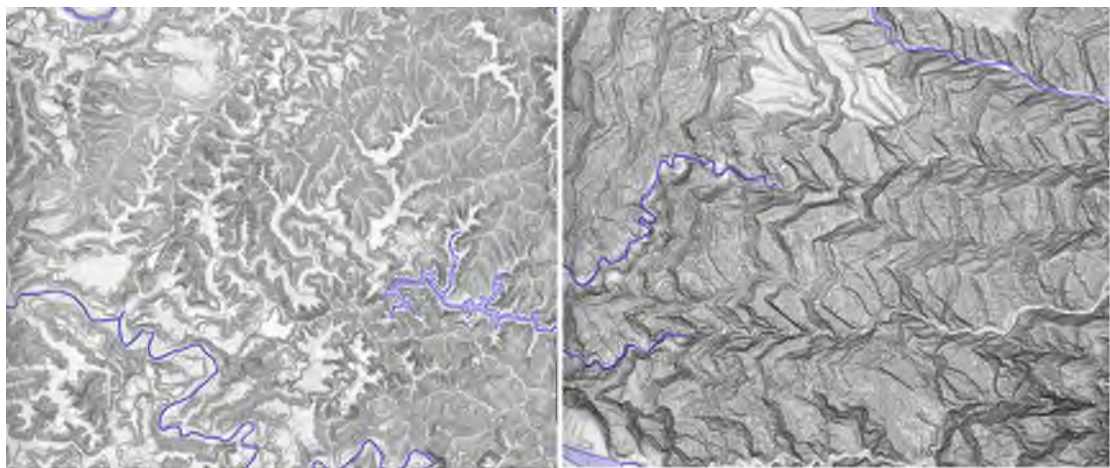


圖 27 坡度圖中的泥岩(左圖)與砂頁岩互層(右圖)表現之紋理相當不同，其原因為不同岩性造成水流之分布以及坡度陡峭程度差異；砂頁岩互層地質型態較泥岩堅固，故形成之地形坡度較陡峭，在坡度圖上顏色比泥岩地形深；砂岩抗風化能力高於頁岩，故河道常沿著頁岩(弱面)行走，導致河道大致形狀較泥岩筆直或主河道走向平行之現象，且地形起伏排列紋理較規則(右圖有許多三角形色塊排列，且大致呈

現平行狀)，而泥岩較軟弱、無特定弱面、無法形成陡峭地形，一有裂隙則容易被侵蝕，故泥岩地形中的水系蜿蜒程度大，且主河道(平坦區)相當明顯

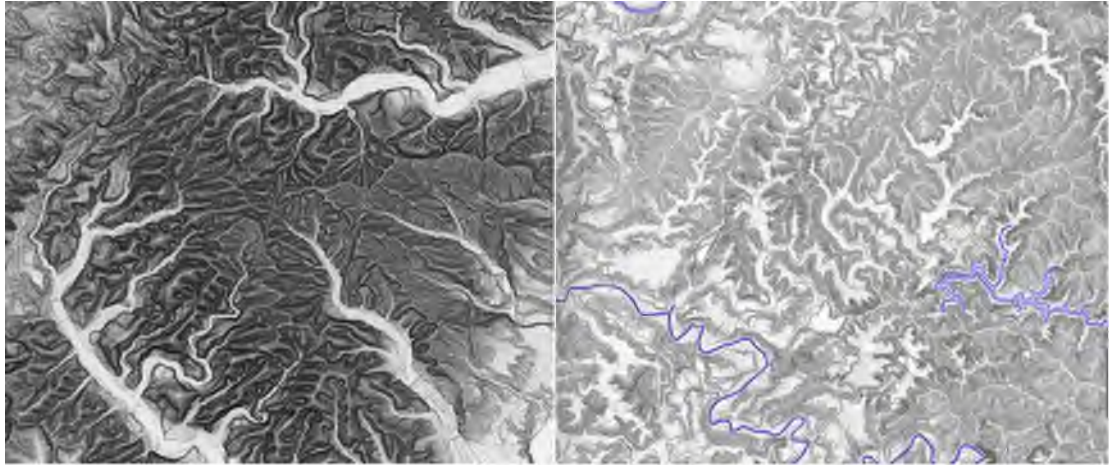


圖 28 坡度圖中的礫岩(左圖)與泥岩(右圖)表現之紋理相當不同，其原因為不同岩性造成水流之分布以及坡度陡峭程度差異；礫岩地質型態較泥岩堅固，故形成之地形坡度較陡峭，在坡度圖上顏色比泥岩地形深；而發育於礫岩地形通常呈現樹枝狀(水沿著礫石層基質弱面行走)，主流與支流河道寬度區分明顯，且蜿蜒程度低於泥岩地形

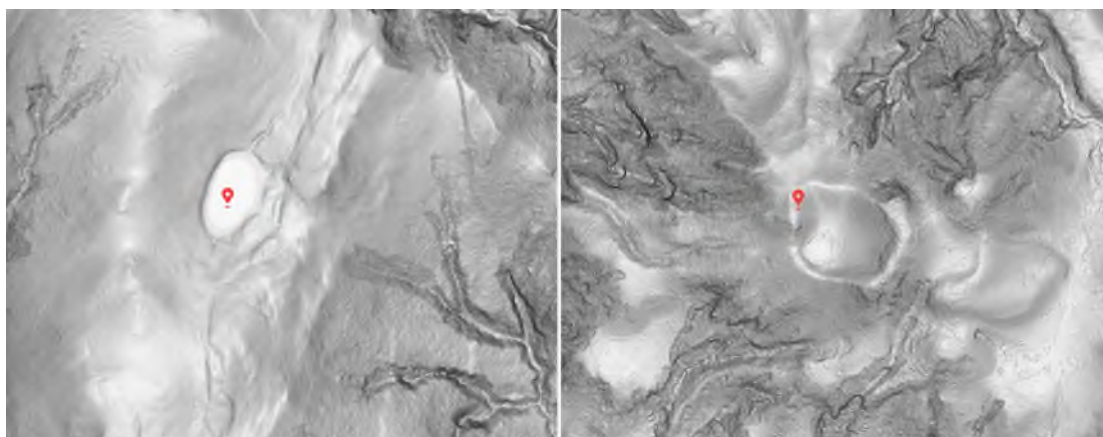


圖 29 一般湖泊為水流匯集處形成，故在坡度圖上必有一完整蓄水形狀，如左圖為嘉明湖及右圖為向天池，後者可明顯看出為一小山丘中央有凹陷處(此為降雨/地表水流蓄水區域)，而前者湖區為平坦狀(白色色塊)之可能原因為當初進行地貌量測時包含水面以上之地表面地貌，而湖面呈水平狀，故坡度趨近為零而呈現整塊白色

上述範例說明了進行非物件型判釋時，與鄰近區域進行相對性比較之重要性，本手冊除概要描述地圖判釋之入門原則外，主要著重於 CS MAP 與 HOST MAP 兩者具立體感圖資於地貌之判釋，而圖資立體感與否，判釋者可由圖 30、圖 31 範例說明了解。

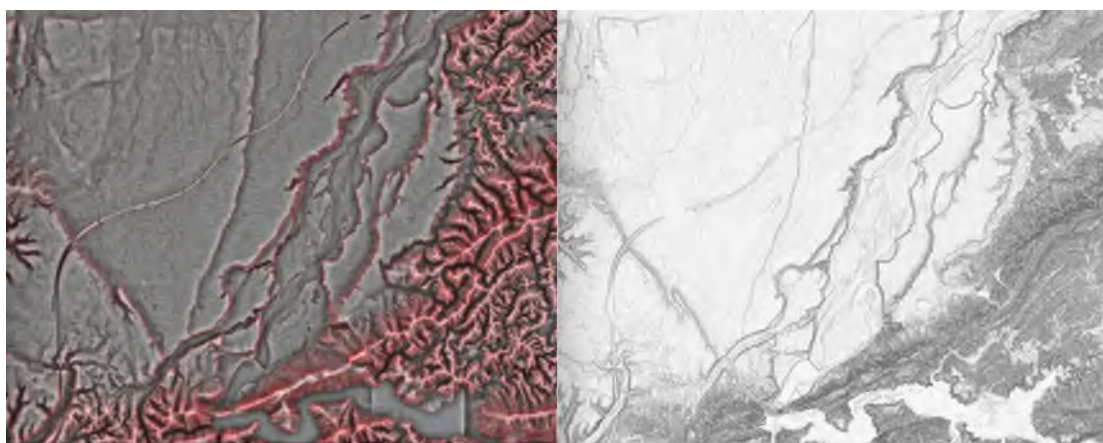


圖 30 此為比較立體感與平面感圖資之範例；左圖為具立體感的 HOTS MAP、右圖為普通二維圖資的坡度圖，左圖中可裸視判別桃園大漢溪的河階高低以及山脈起伏，而右圖則免強能判別山脈起伏
(放大圖請參考下圖)

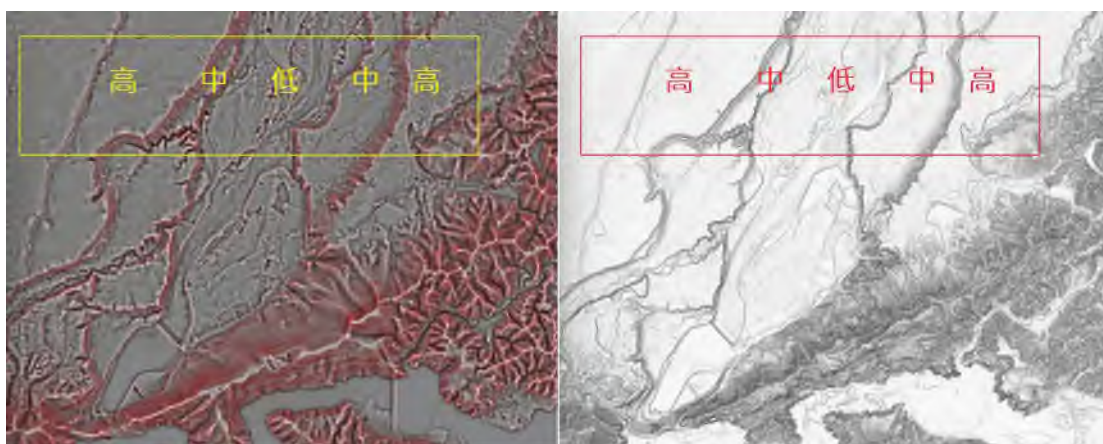


圖 31 左圖(HOST MAP)可容易判別桃園大漢溪的河階高低以及每一階之交界處(淺紅色條帶狀)，而右圖(坡度圖)則不易判別各區塊之相對高低

第四節 HOST MAP 與 CS MAP 之差異概述

HOST MAP 與 CS MAP 於地貌判釋之範例蒐集與應用為本手冊重點，兩者同樣力求於不須經訓練即可判釋出地貌特徵與立體感，但最佳適用判釋項目仍有差異，由表 1 不同圖層適用之判釋特徵(註：DEM/DSM 之地圖調色盤以彩色方式顯示則稱之地形彩色圖)可知前者優於後者之項目在於水道判釋，CS MAP 於局部地貌之凹凸曲面之判釋較 HOST MAP 優越，而邊坡上之凹槽通常為水體匯流或侵蝕之處，故 CS MAP 於水路相關應用以及局部微凹凸地形的判釋相當敏銳(表 2)，細部之判釋範例請參考第二章 HOST MAP 於地貌判釋之應用及第三章 CS MAP 於湧水判釋之應用。

表 2 比較 HOST MAP 與 CS MAP 之適用判釋項目

項目	HOST MAP	CS MAP
淺層崩塌	★	●
野溪/水路	●	★
斷崖	★	●
河階	★	●
多重山稜	★	●
表面坑洞	●	★
地表高低起伏	★	△
遷急線、遷緩線	★	●
是否容易誤判地形凹凸	無	偶爾有

第二章 HOST MAP 於地貌判釋之應用

第一節 HOST MAP 於水土保持業務上之應用

如前所述，HOST MAP 最大之優勢在於使用者可以很直觀地判釋地表微地形之樣貌以及裸眼即可看到立體感，且人員不需長時間訓練即可進行判釋作業；再者，HOST MAP 本身是模擬光線從全方面照射的方式來呈現地表的微地形，故不會發生光線來源方向變換後導致相同地點，但視覺上的凹凸立體感卻相反亦或陰影面相反之現象(如圖 32)。水保局利用 HOST MAP 可直觀判釋地表微地形樣貌之優勢，將其應用於邊坡穩定判釋等案例中，如「103 年度-運用遙測技術協助判釋大規模崩塌潛勢區域微地形特徵之研究」、「106 年度-以嶄新 3D 地形表現技術(H.O.S.T.地圖)輔助地形判釋」、「108 年度-德基水庫集水區整體調查規劃」、「108 年度-應用人工智慧結合紅色地圖判釋集水區內地質災害潛勢」、「109 年度-彰投地區重點集水區智慧禦災能力分析與應用」等，此外，亦可以該地圖進行崩塌前後之判釋與地貌比對之研究(如圖 33、圖 34)。

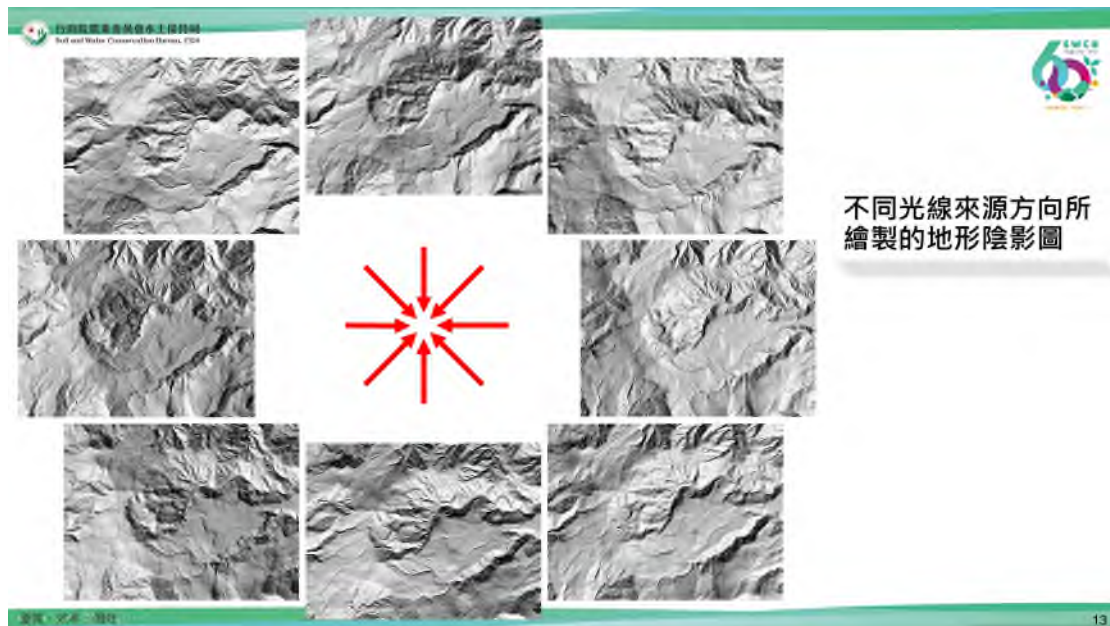


圖 32 不同方面光線來源，使陰影方向隨之變化，進而導致判讀者對相同地形之凹凸面判斷不同



圖 33 崩塌前後地貌比對組一(資料來源：2018 年水土保持局大規模崩塌防減災技術交流國際研討會簡報內容)

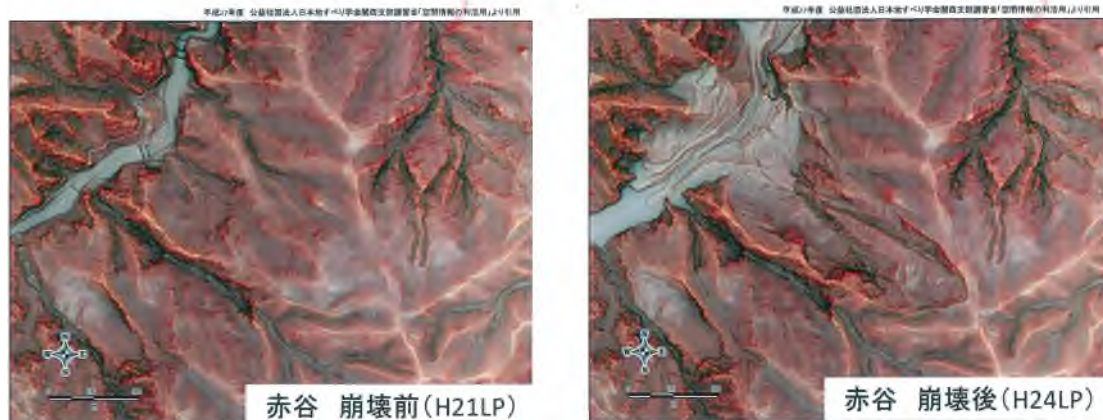


圖 34 崩塌前後地貌比對組二(資料來源：2018 年水土保持局大規模崩塌防減災技術交流國際研討會簡報內容)

本篇將萃取前人研究中針對崩塌前後之常見地貌特徵，以水保局所擁有之圖資來進行 HOST MAP 的判釋案例說明，其地貌特徵明列於下，並於下節以圖文方式進行說明。

- 崩塌前常見地貌特徵(崩塌潛勢)：

1. 蝕溝發育、向源侵蝕、雙溝同源
2. 多重山陵
3. 遷急線、遷緩線、反向坡
4. 坡趾隆起

- 崩塌後常見地貌特徵：

1. 現生崩塌坡面
2. 崩崖
3. 坡面料源
4. 土石堆積區、溪床堆積區

第二節 HOST MAP 判釋原則

HOST MAP 為結合坡度值以及開闊度值並配上相對應之色階，所繪製而成(圖 35)，在以水保局自有 HOST MAP 介紹崩塌相關地貌特徵(圖 36 前，有關 HOST MAP 色調與地形之判釋原則，已可參考技術研究發展小組之[研究成果網頁](https://tech.swcb.gov.tw/Results/ResultsRedMap) (https://tech.swcb.gov.tw/Results/ResultsRedMap)。

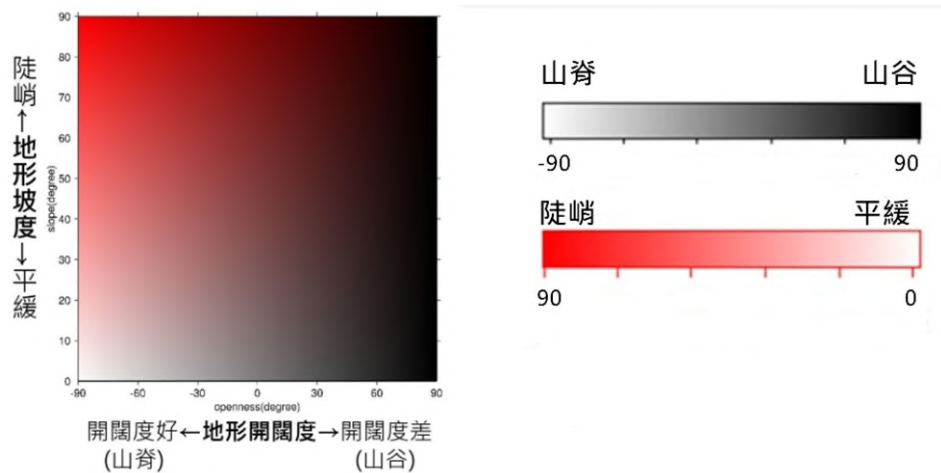


圖 35 HOST MAP 色階對照圖(研究發展小組之研究成果網頁)

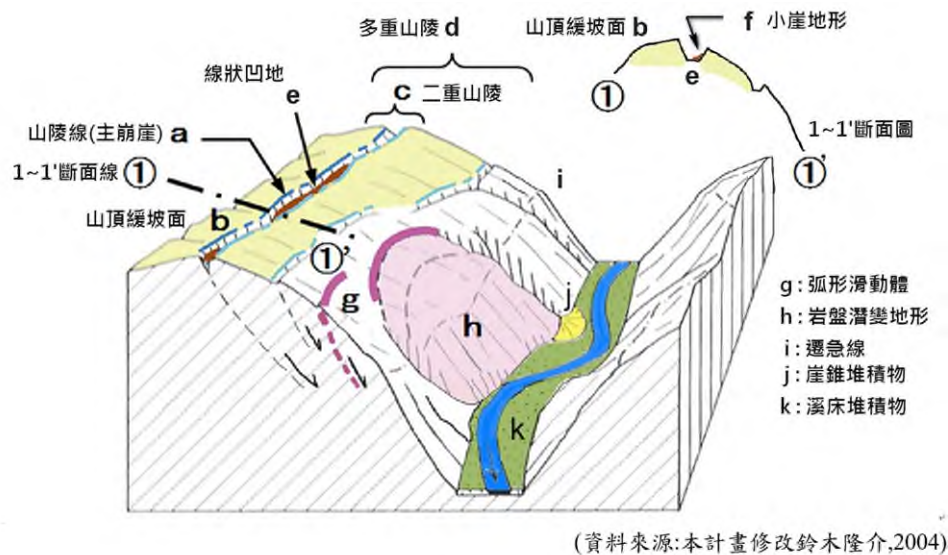


圖 36 潛在大規模崩塌地可能存在之微地形特徵示意圖(高治喜、連惠邦，2015)

首先以草屯河階群區域(圖 37)做為地圖判釋學習案例，左圖為衛星影像底圖，右圖為相同範圍的 HOST MAP，其中左右圖空間範圍相同，且左圖中間的黑框與右圖中間的紅框在空間上是相同位置(此為 BigGIS 同步顯示之分析功能)。兩相比較後可看出，於平緩河階處及山稜線處因開闊度高而顯示灰白色(即圖 35 屬色階對照圖之左下角區域)，惟不同之處在於河階處為連續平緩之灰白色塊表示，而山稜線為狹窄且連續線條狀表示；於坡度陡峭之處，如河階崖區或邊坡坡面，則視坡度大小呈現深紅色或粉紅色色調；而開闊度低的山谷處，則視山谷開闊程度大小呈現淺灰色或黑色。後續將列舉常用於崩塌判釋業務上之特徵並以黃線圈繪出文中所指之特徵範圍。(參考文末附錄附上 HOST MAP 及 CS MAP 判釋練習案例)。

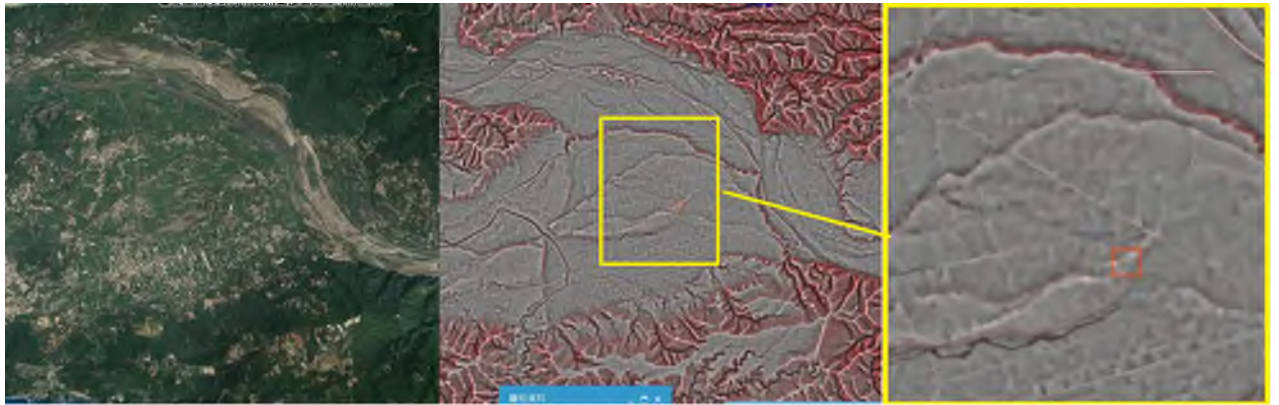


圖 37 草屯河階群學習案例(座標 120.681473, 23.587967)

●崩塌前常見地貌特徵(崩塌潛勢)：

1.蝕溝發育、向源侵蝕、雙溝同源

此類型地貌通常為水路所走的地區，即地勢陡峭且相對封閉之區域，在色調上呈現黑灰色連續線條狀，若向源侵蝕嚴重則可能導致雙溝同源(右下圖)之現象，形成邊坡的弱面，使坡地穩定度下降。

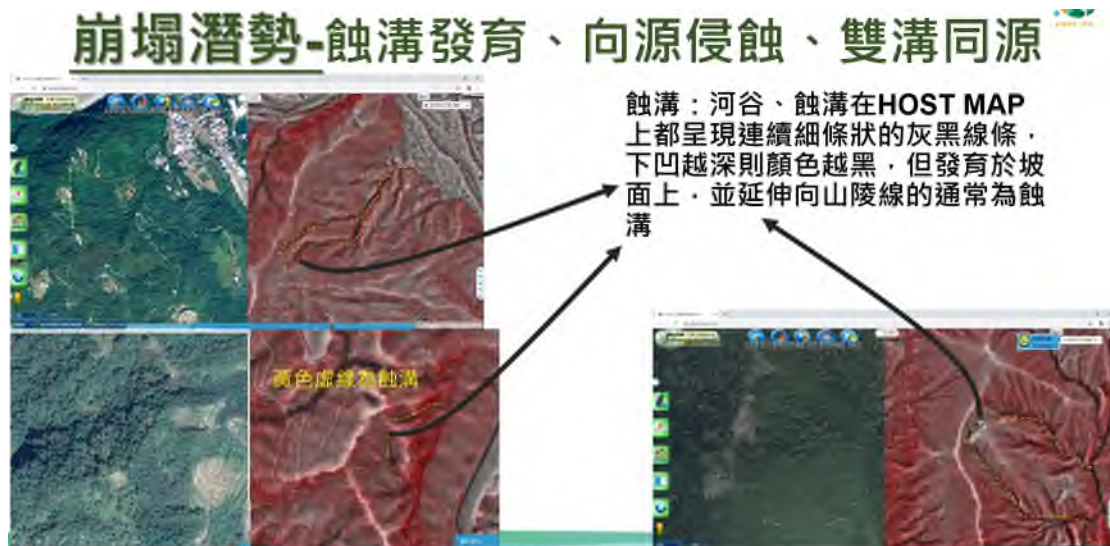


圖 38 蝕溝發育、向源侵蝕、雙溝同源

2. 多重山陵

此類型地貌為滑動體因重力、旋轉運動等因素慢慢潛移所形成，通常畫面上會呈現多個與山陵線略為平行的「次山陵線」，此種地貌通常無法藉由正射影像、彩色地形圖、數值高程圖或陰影圖察覺。

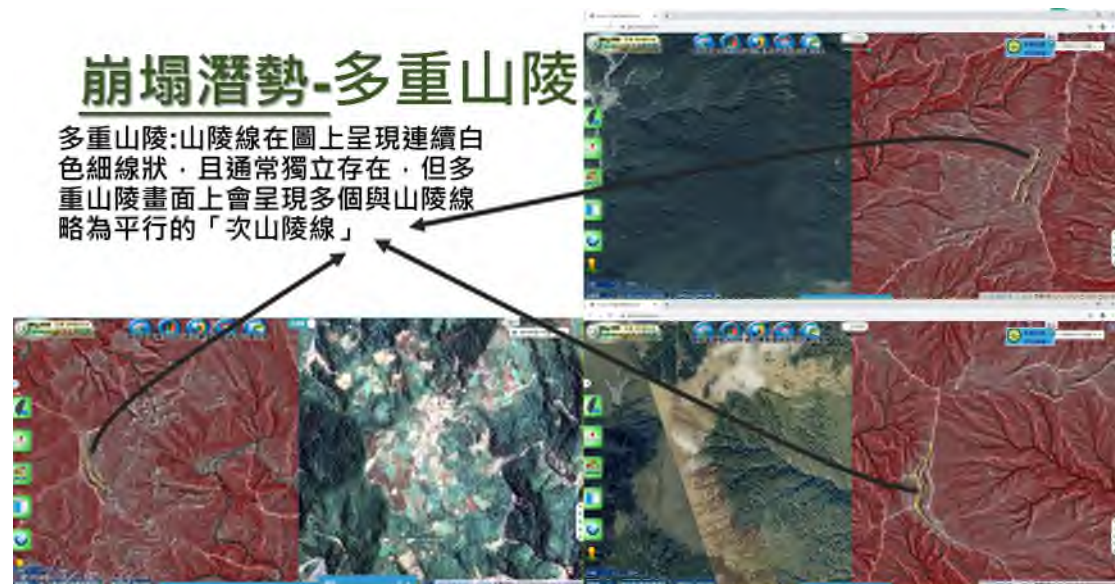


圖 39 多重山陵

3. 遷急線、遷緩線、反向坡

此類型地貌為邊坡地形坡度突然變化所形成，遷急線為上緩下陡之坡面，遷緩線則反之，前者在地圖上通常色調會由灰白突然轉向紅色，後者則反之；而反向坡(參考圖 40)則指滑動體因圓弧滑動，造成局部區域的坡面反轉(坡面朝山稜線，形成反向坡面)。

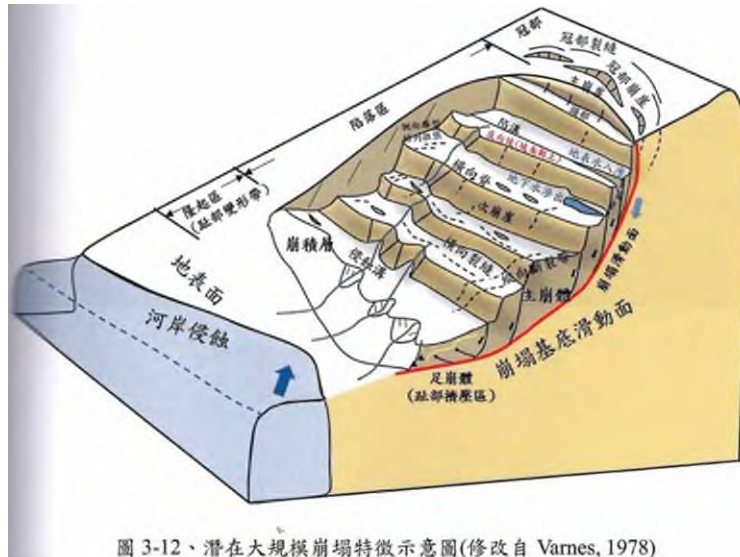


圖 3-12、潛在大規模崩塌特徵示意圖(修改自 Varnes, 1978)

圖 40 反向坡示意圖(參考紅字部分)



圖 41 遷急線、遷緩線

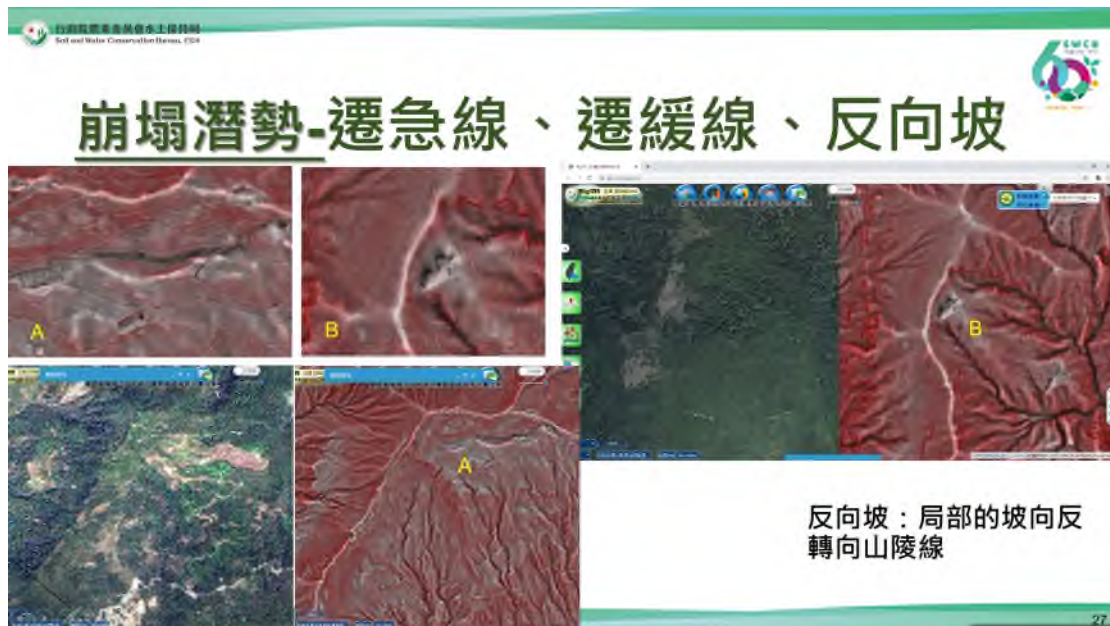


圖 42 反向坡

4.坡趾隆起

此類型地貌特徵相較其他不明顯，此為上方滑動體因重力向下潛移後推擠至下方坡面而形成隆起之現象，在 HOST MAP 上，(常在遷急線、遷緩線後緊接著)坡面會有淡粉色微拱起狀態。

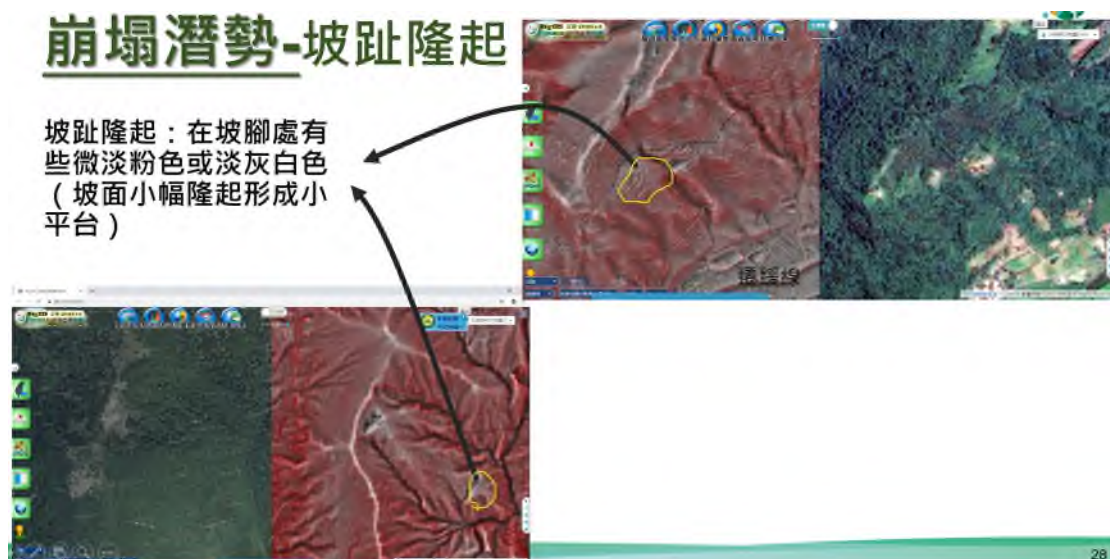


圖 43 坡趾隆起

●崩塌後常見地貌特徵：

1.現生崩塌坡面

崩塌過後之坡面大致有三種坡面特徵：1.坡面突然挖深、平滑且交界清晰 2.坡面有許多坳塊型態 3.坡面較粗糙且經水流雕塑之痕跡不明顯。

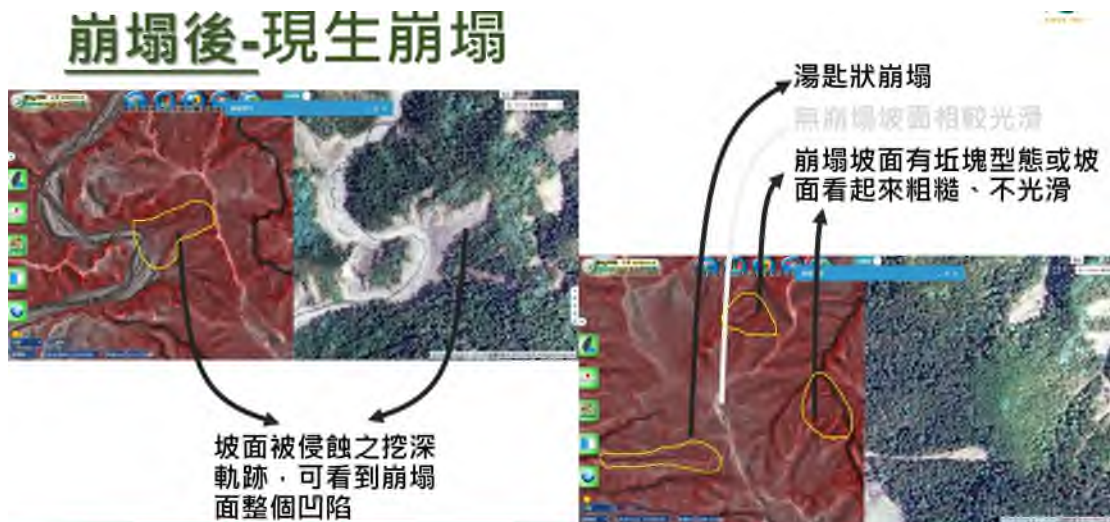


圖 44 現生崩塌範例 I



圖 45 現生崩塌範例 II

2. 崩崖

崩崖的地形在 HOST MAP 上的表現上之特徵為「在極短的水平距離上有密集地表高程變化」，且在正射影像中亦常出現陰影。

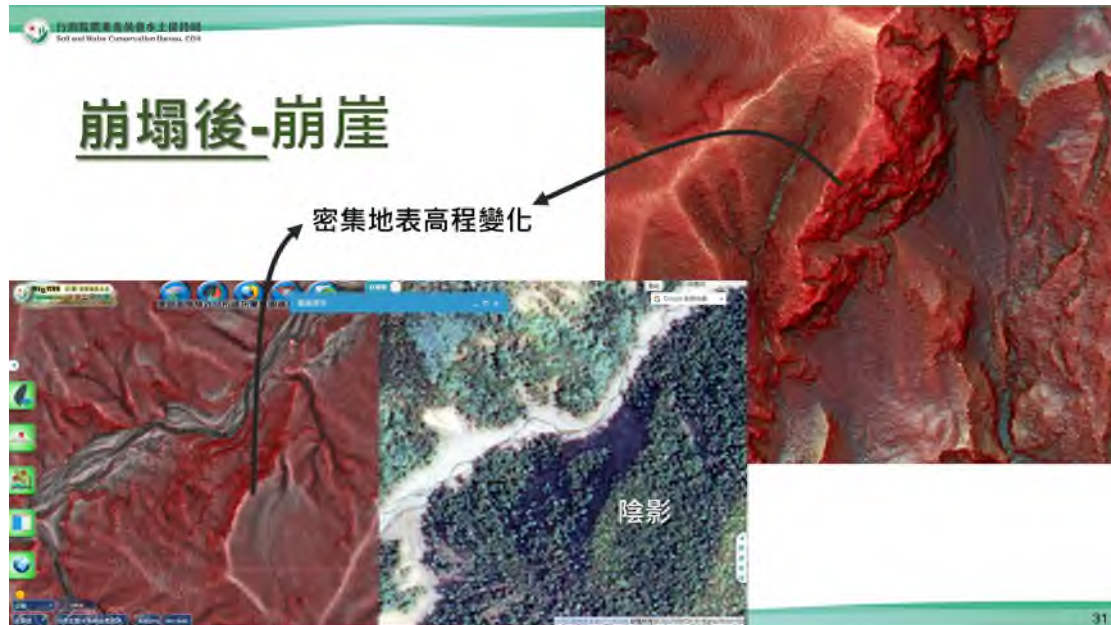


圖 46 崩崖

3. 坡面料源

此地貌是上游崩塌過之土石尚未完整崩落至下方而暫時堆積在坡面上；在 HOST MAP 上則如同坡趾隆起一樣，有緩緩拱起之淡粉色色塊，唯不同處是上游處有明顯崩塌地形。

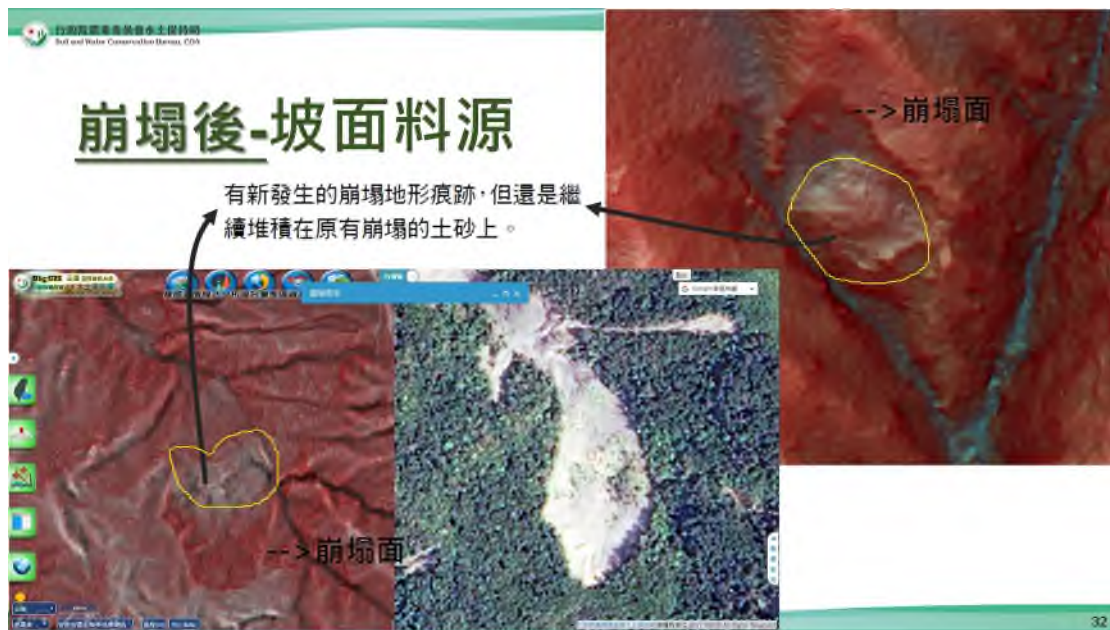


圖 47 坡面料源

4. 土石堆積區、溪床堆積區

堆積區通常屬坡度平緩之區域，故多呈現淡粉色，在河口沖積扇之地貌通常較溪床中間地堆積地形緩和。

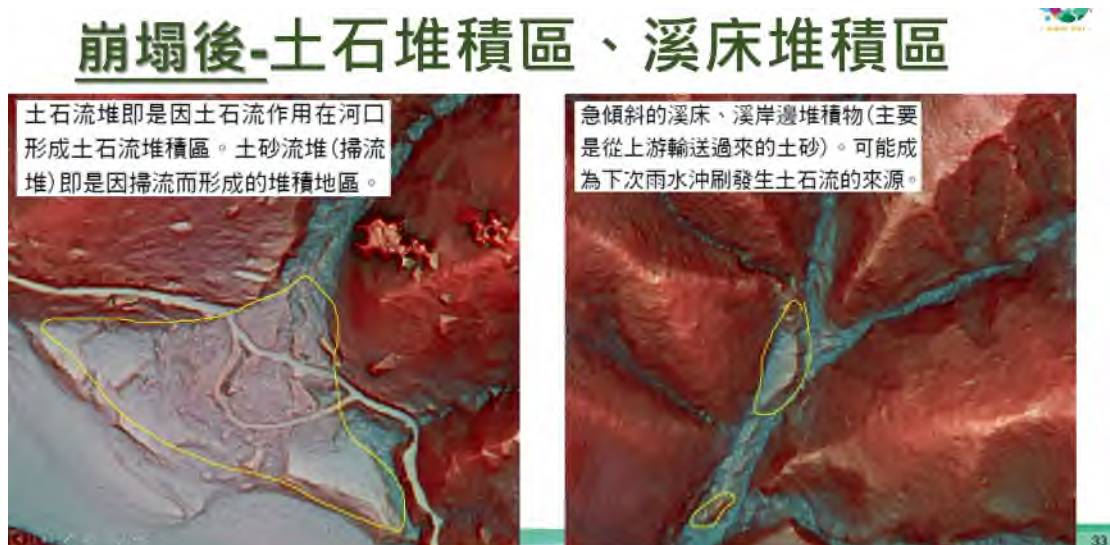


圖 48 土石堆積區、溪床堆積區

第三節 HOST MAP 判釋案例分享

一、台中達觀

技研小組於 2020/7/16 至大規模崩塌點位之一，編號:台中市-和平區-D016 進行 HOST MAP 特徵比對與實地勘查作業，點位座標 (X,Y,Z) : (120.933253, 24.326589, 883.588136)，面積約 597825 平方公尺。

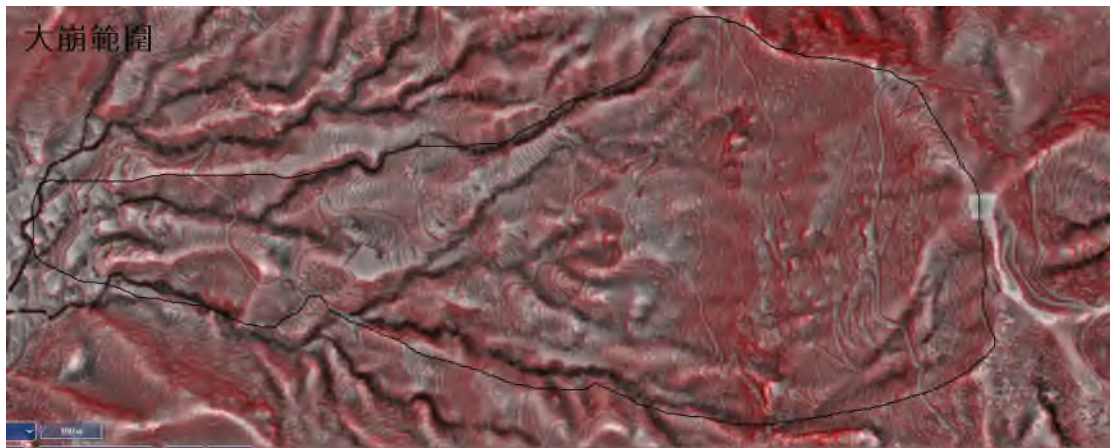


圖 49 大崩點位 D016 之 HOST MAP



圖 50 大崩點位 D016 之 HOST MAP 與衛星影像比對圖(左圖紅色三角形為現地勘查點位及順序)

依據 HOST MAP 內業判斷該區域有坡趾侵蝕、蝕溝發育、遷急線等現象可能與大規模崩塌之發育有關(圖 51)，而實地至勘查後發現蝕溝與遷急線之特徵可容易以人類視角觀察出來，但隆起的部分則因尺度較大且地表有植被等覆蓋物，較難立刻判定範圍；此外，本次野外亦確立了一項新的判釋特徵:巨礫，詳情請參考圖 53。

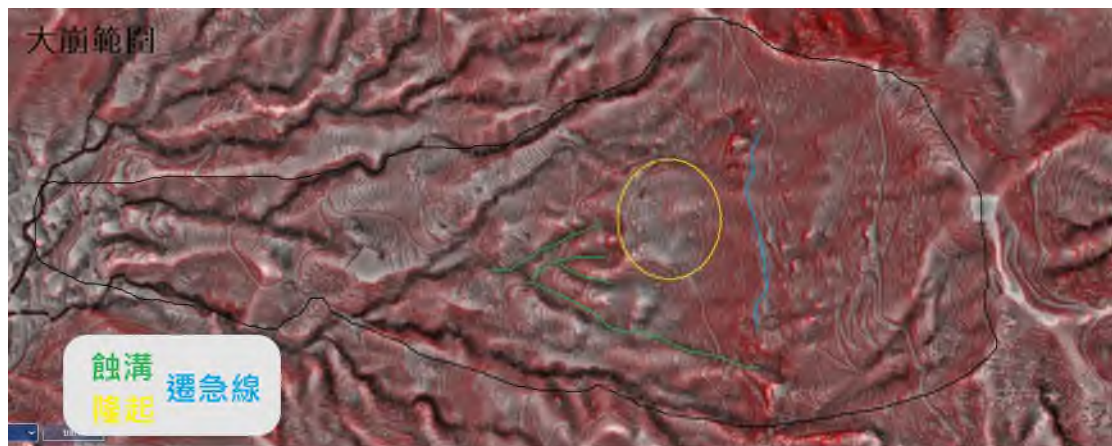


圖 51 內業判斷之地貌特徵



圖 52 實地勘察之照片與 HOST MAP 上之空間位置



圖 53 巨礫於 HOST MAP 之表現上為一顆微微突起、似青春痘般的樣貌，如圖中所示，巨礫不易被風化與侵蝕，故突出於邊坡表面形成獨立的突起地貌，對照至左圖(UAV 拍攝)即可印證當地有許多巨礫群

二、花蓮縣瑞穗鄉舞鶴村

花蓮縣瑞穗鄉舞鶴村於 2020/7/9 日有新聞指出有崩塌發生情形，而由 2015/03/15 光達 DEM 產製之 HOST MAP 資料顯示，該地

區之弱面範圍於 2015 年 3 月時已可從 HOST MAP 看出，而從衛星影像來看 2017 年亦可看出坡面有弱面出現。

點位座標(X,Y,Z)：121.331012, 23.465980, 553.722307

HOSTMAP 拍攝日期: 2015/03/15

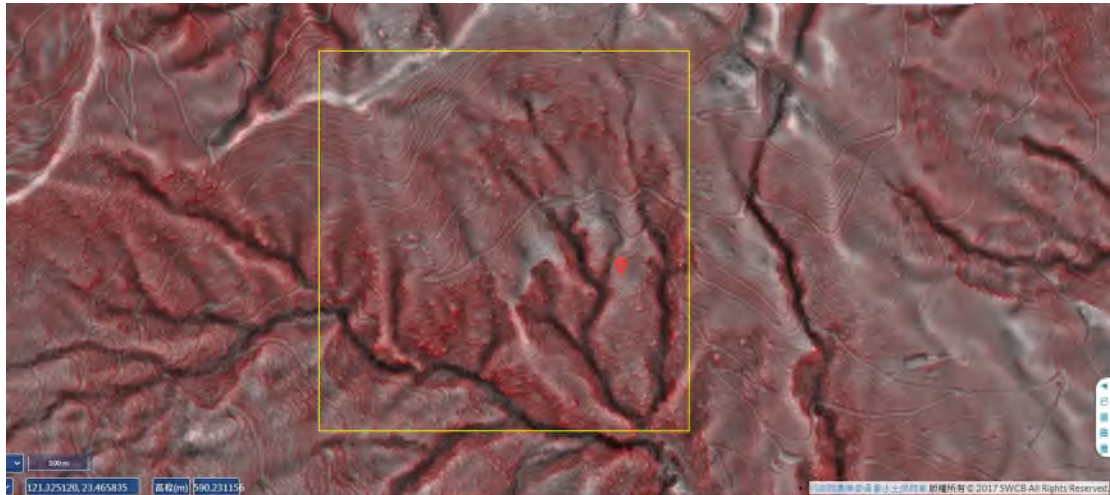


圖 54 舞鶴村_HOST_20150315



圖 55 舞鶴村_201503_SPOT

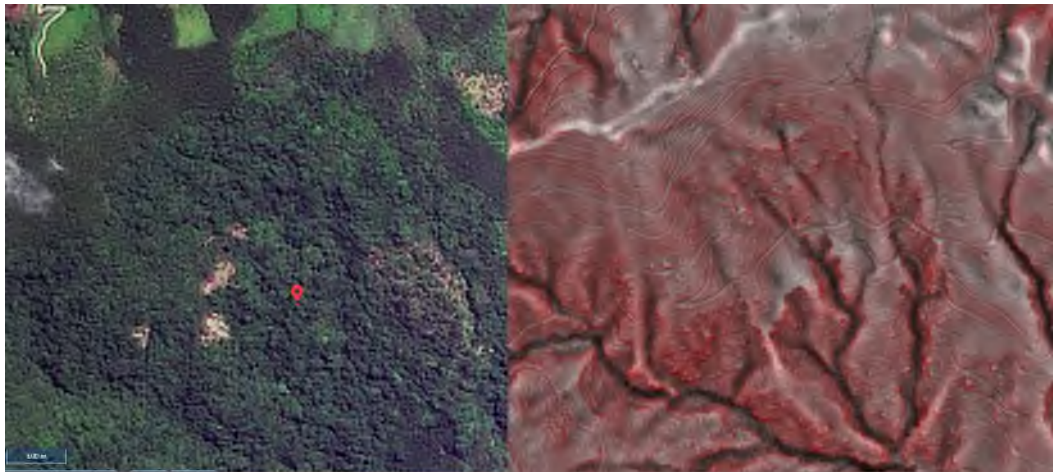


圖 56 舞鶴村_2016_SPOT

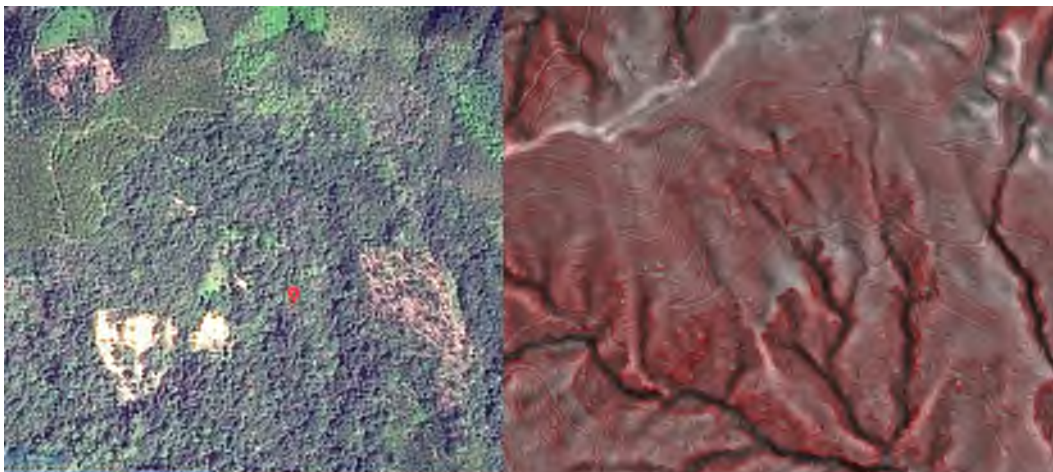


圖 57 舞鶴村_2017_SPOT

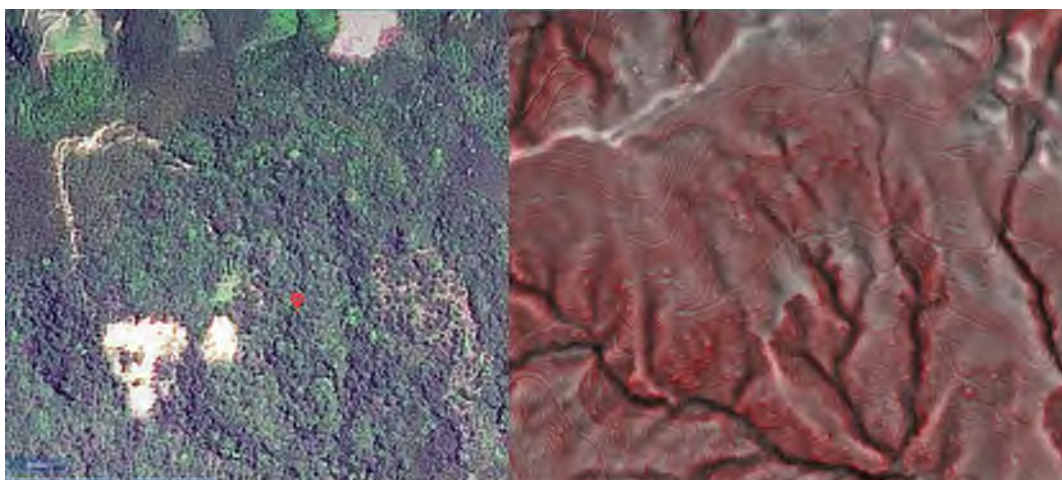


圖 58 舞鶴村_2018_SPOT

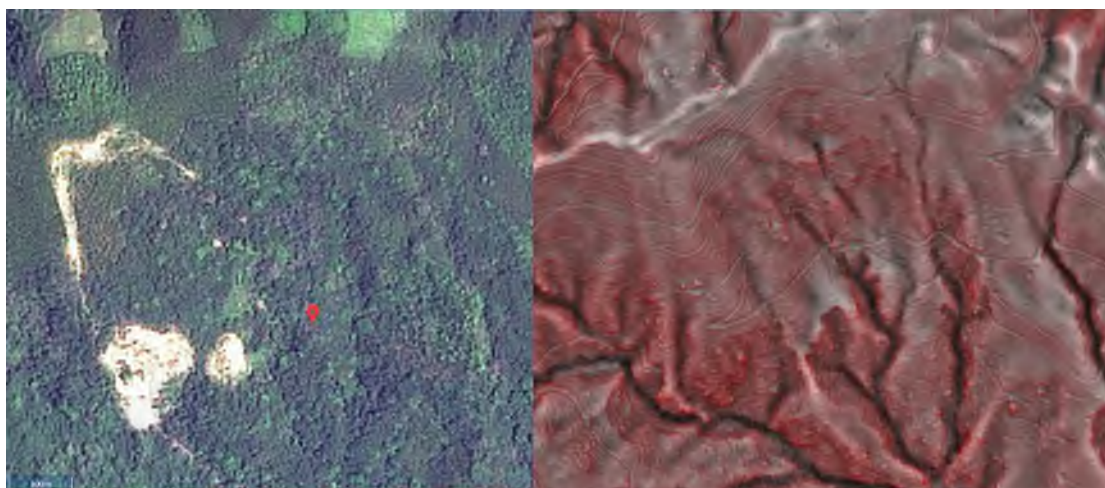


圖 59 舞鶴村_2019_SPOT



圖 60 舞鶴村_2020_Planet

第四節 適用之解析度

截至 2020 年 9 月止，BigGIS 平台共有三種解析度之 HOST MAP¹(分別為 20m、6m 以及供水保局局內使用之 1m)，有關判釋上述微地形之解析度建議以 1m 之地圖為依據，圖 61-圖 63 為不同解析度於草嶺地滑之 HOST MAP。

¹ HOST MAP 係以內政部地政司提供之 DEM 資料產製，其中莫拉克災區範圍之光達 DEM 拍攝時間為 2010-2011 年，非莫拉克災區範圍拍攝時間為 2013-2015 年。

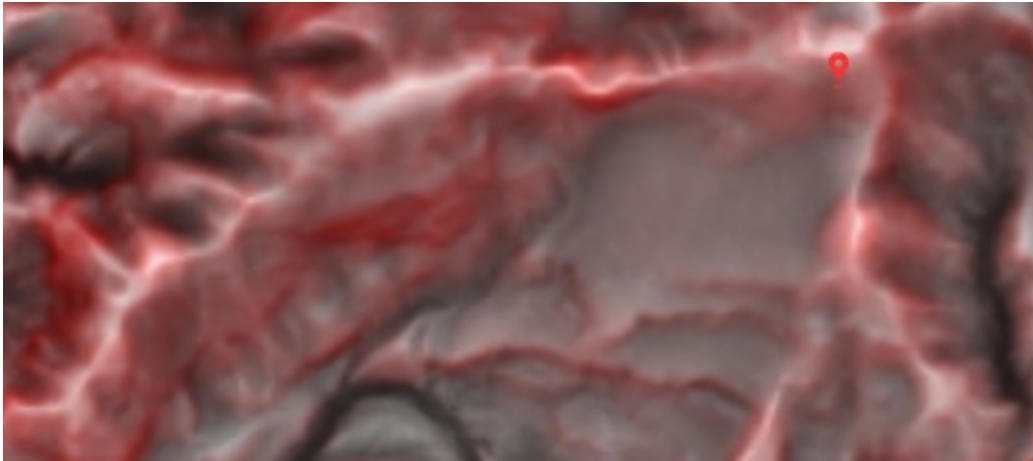


圖 61 20m 解析度之草嶺地滑

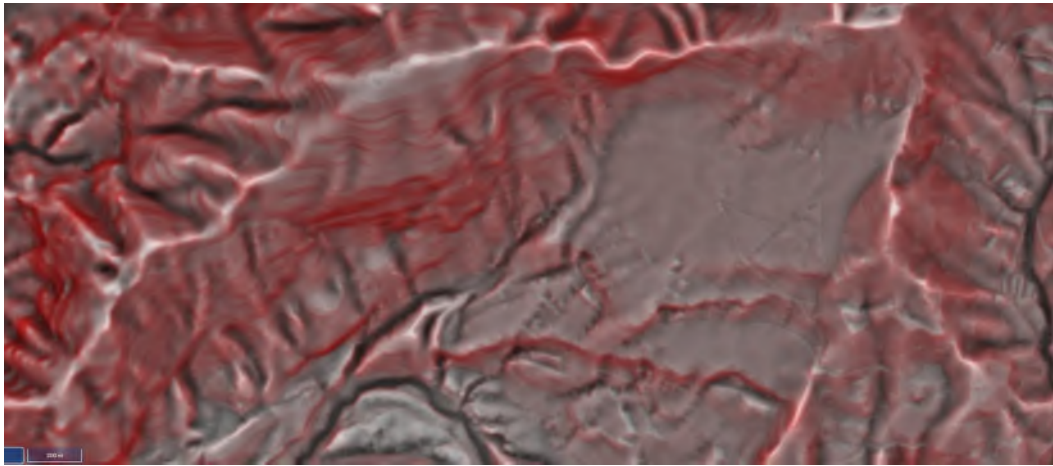


圖 62 6m 解析度之草嶺地滑

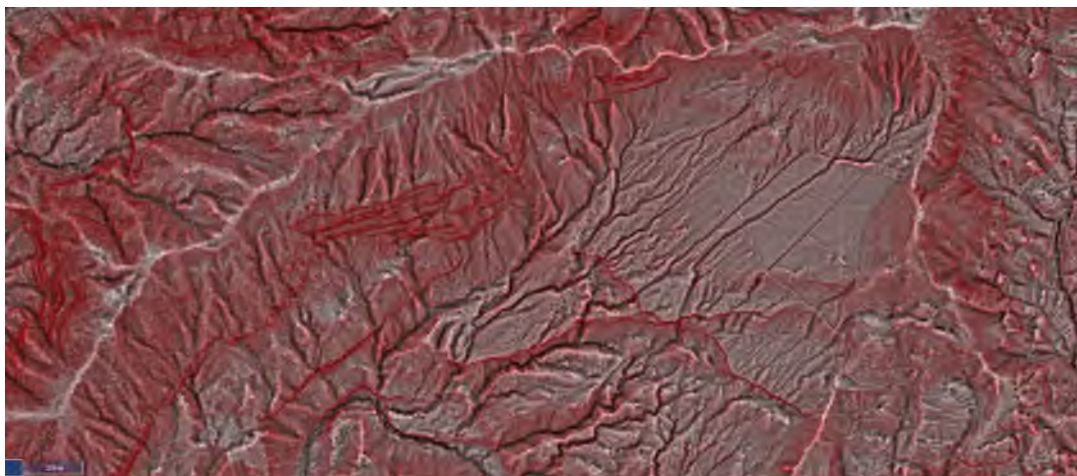


圖 63 1m 解析度之草嶺地滑

第三章 CS MAP 於湧水判釋之應用

第一節 CS MAP 判釋原則

由前述可知，CS MAP 與 HOST MAP 同樣力求於不須經訓練即可判釋出地貌特徵與立體感，而前者共由兩種色系組成-青色與橘紅色，當局部地貌呈現青色則表該地屬凹面型地貌，顏色越濃則凹陷程度越劇烈，反之，當局部地貌呈現橘紅色則表該地屬凸面型地貌，顏色越濃則凸出程度越劇烈。

- 凹面型地貌：如野溪、河谷、邊坡上之凹洞、湧水點等
- 凸面型地貌：如山稜線、斷崖邊、出露之硬岩塊、硬岩層等



圖 64 色調判釋原則

CS MAP 涵蓋了曲率(Curvature)的概念，而地表曲率將影響水流之流速變化快慢與流向收斂或發散(參考圖 65)，故 CS MAP 用於偵測邊坡上之水路相關應用以及局部微凹凸地形的判釋相當敏銳。

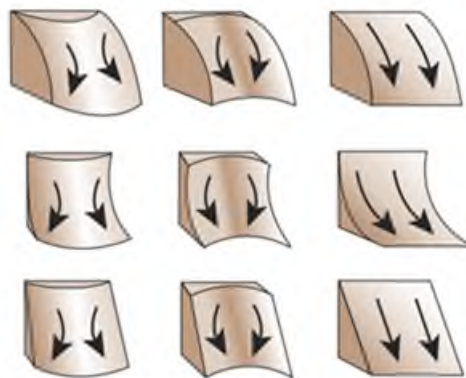


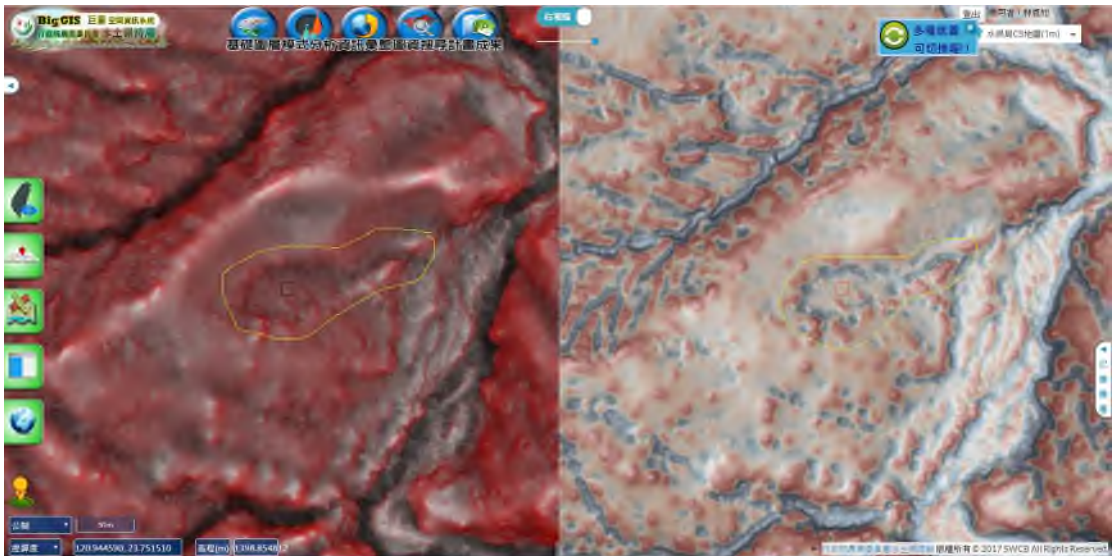
圖 65 ARCGIS 的曲率與水流方面示意圖(資料來源：

<https://pro.arcgis.com/en/pro-app/help/data/imagery/curvature-function.htm>)

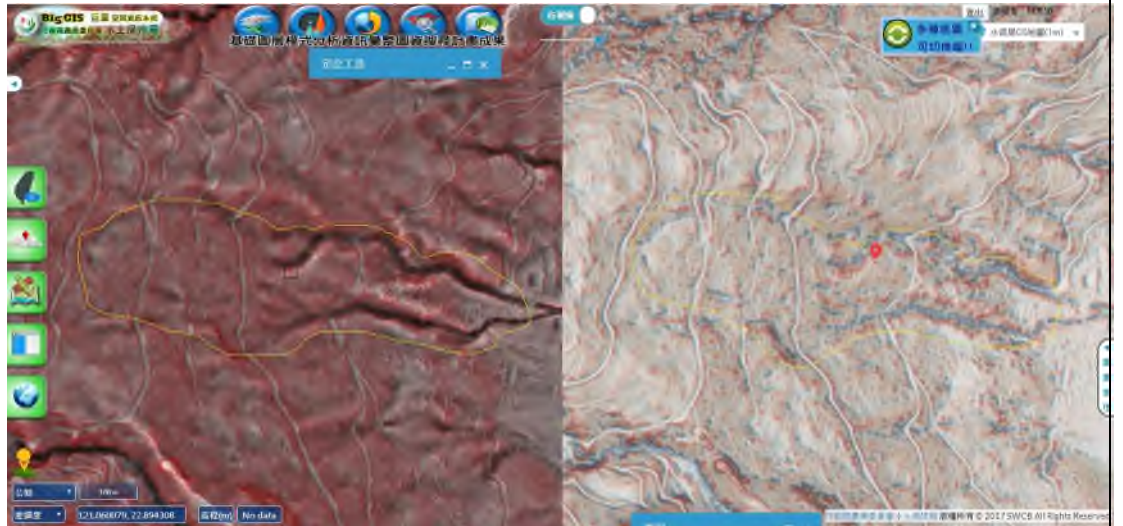
第二節 CS MAP 與 HOST MAP 之比較

本章節以表 2 為基礎，兩者之最佳適用判釋項目不同，整體上 CS MAP 對於局部地貌之凹凸曲面判釋較 HOST MAP 優越，而邊坡上之凹槽通常為水體匯流或侵蝕之處，故 CS MAP 於水路相關應用以及局部微凹凸地形的判釋相當敏銳；而 HOST MAP 在突顯整體微地形特徵上相當直覺，表 3 針對 10 項特徵、附上圖片範例，並以黃線圈繪特徵範圍作為說明。

表 3 CS MAP 與 HOST MAP 之圖片比較表

項目	HOST MAP	CS MAP
淺層崩塌	 CS MAP 的崩塌坡面之粗糙度雖不如 HOST MAP 明顯，但崩塌凹陷處之邊界在 CS MAP 上呈現青色，故容易判斷崩塌影響範圍。	

野溪/湧
水

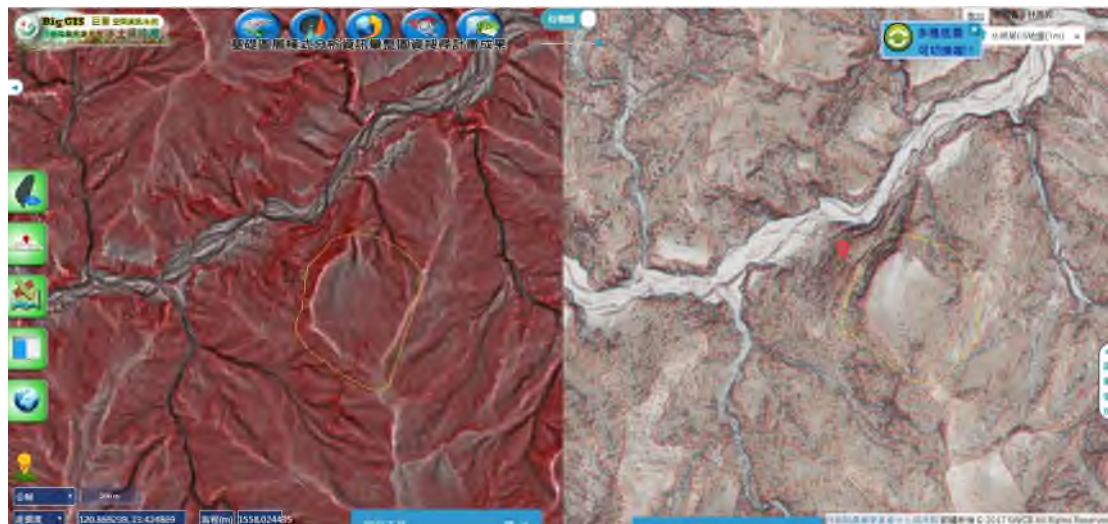


水路的部分在 CS MAP 呈現青色(凹陷型地貌)，若有明顯河道則呈現深青色，若無明顯河道呈現淡青色。此範圍之水路侵蝕已漸漸連成一線，上部邊坡在 2017 年時發生崩塌。

(上圖為 20130204 的 HOST MAP 跟 CS MAP；下圖為 2017 年的航拍正射)

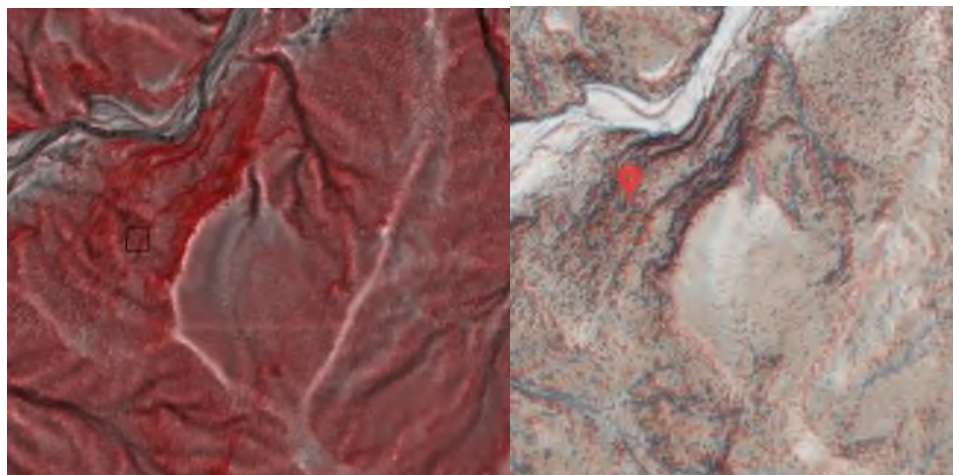


斷崖

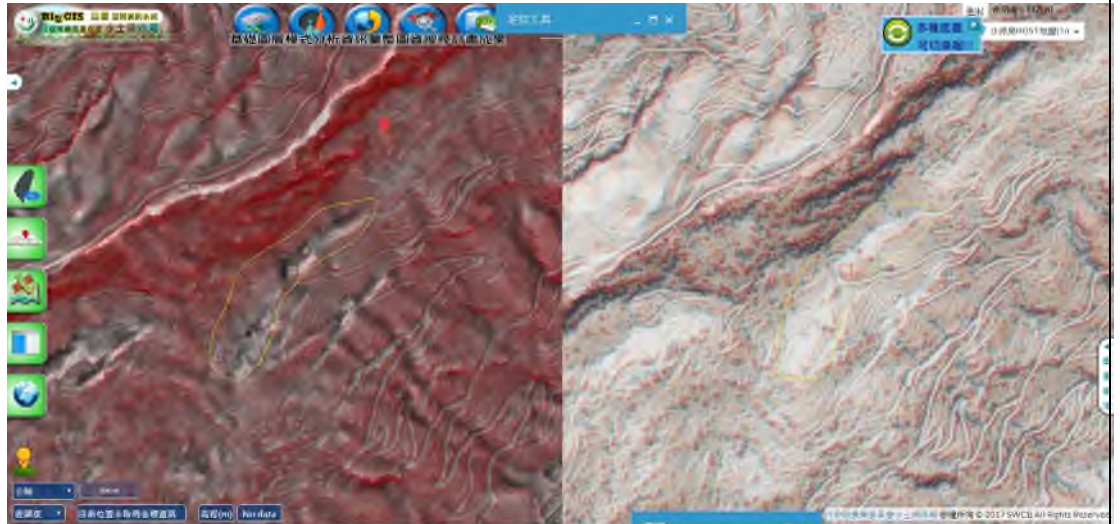


CS MAP 在斷崖地形的地方會有許多青紅交錯的條狀色帶，表示該地區垂直變化相當明顯。

放大顯示如下

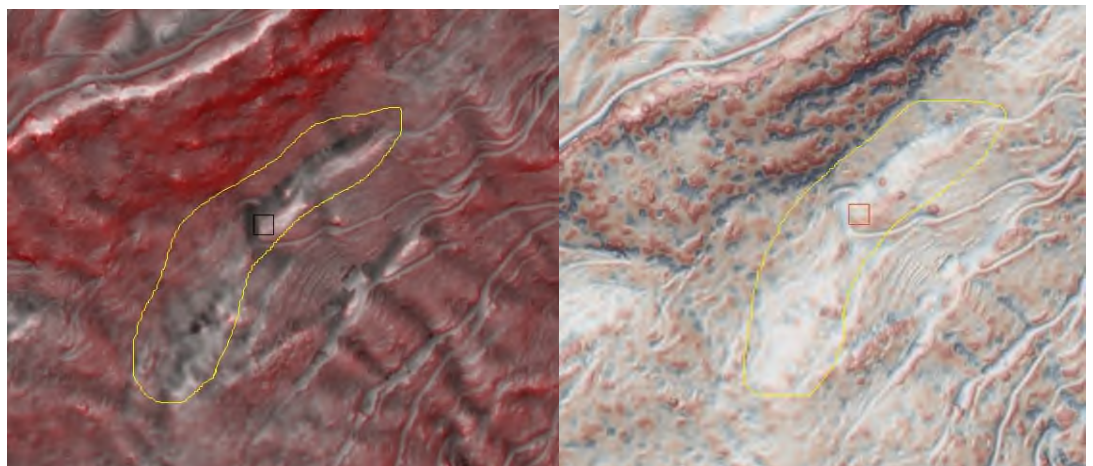


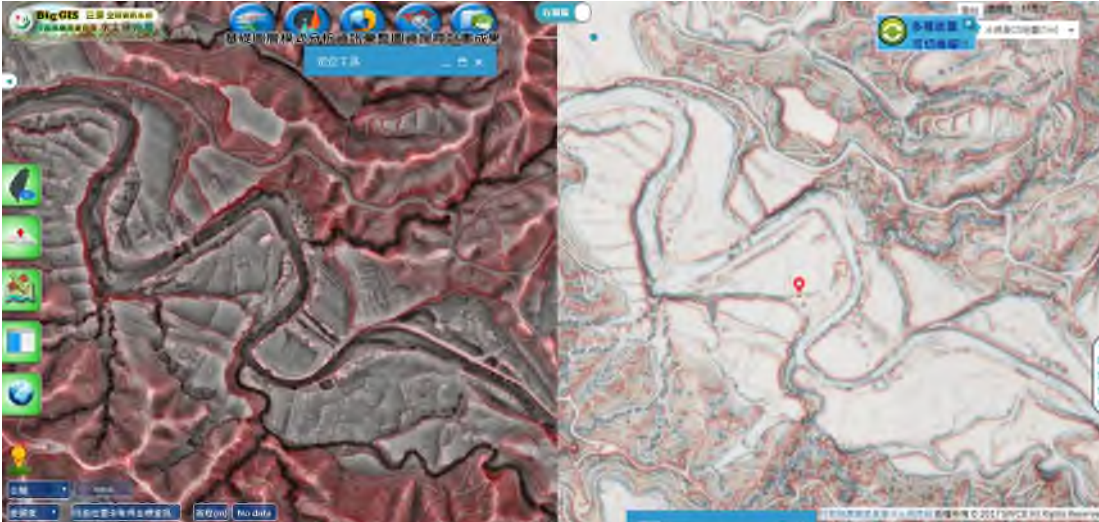
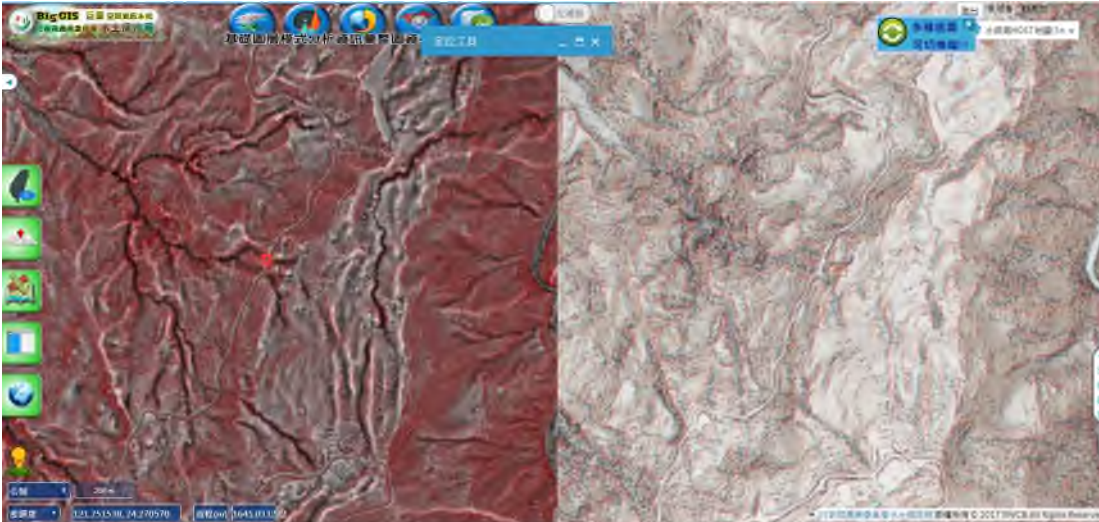
裂隙

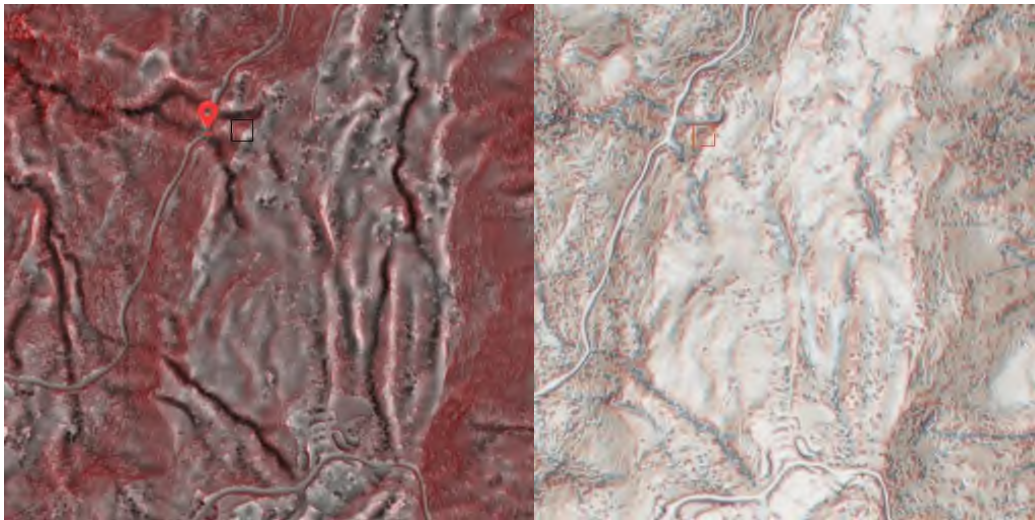
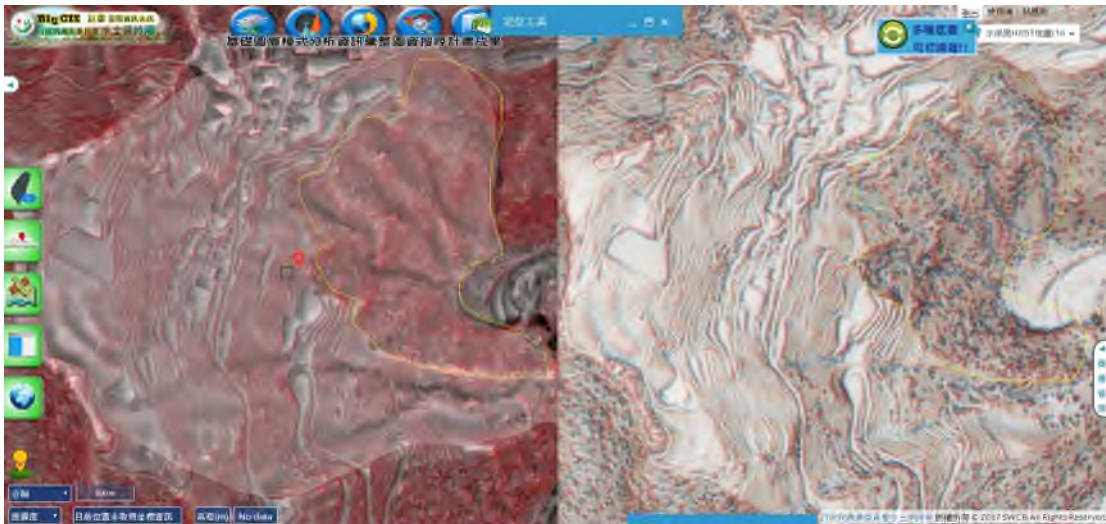


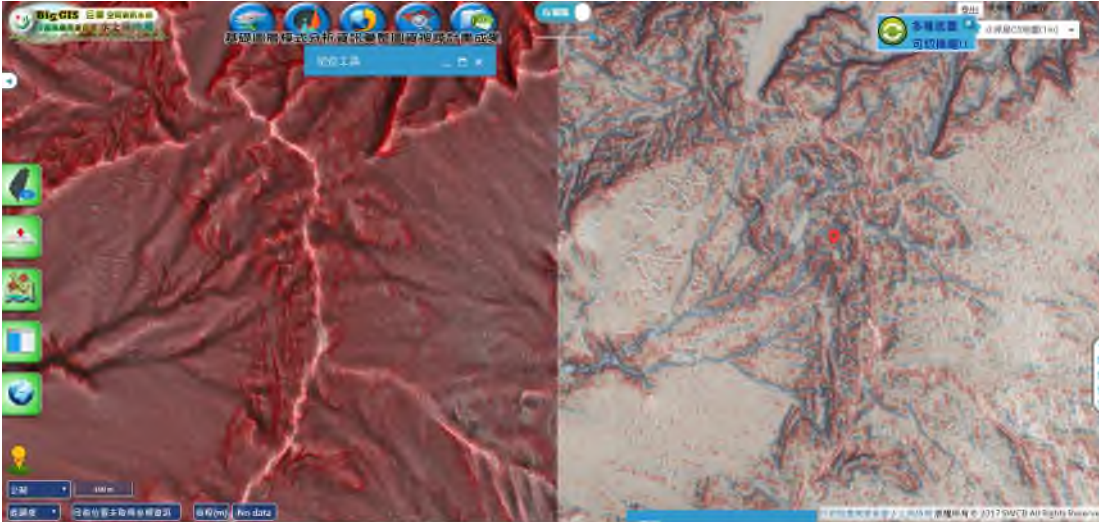
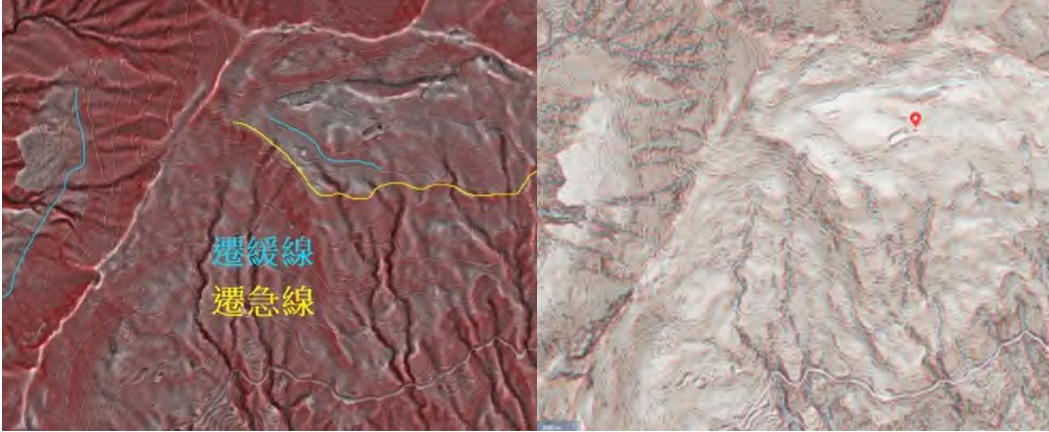
因塊體下滑造成局部坡面呈現略微凹陷之現象在 CS MAP 表現上不如 HOST MAP 明顯。

放大顯示如下



河階	 在河階邊界處，CS MAP 常呈現紅色條狀緊黏青色條狀帶，且紅色帶狀高度較青色帶狀高度高。
多重山稜	 山稜線在 CS MAP 中呈現亮色系，且常有反光之效果，而多重山陵通常發生於塊體多次下滑潛移所造成，此特徵在 HOST MAP 的判釋上較為明顯(條狀亮白色) 放大顯示如下

	
表面坑洞	 CS MAP 在局部微地形凹凸面之顏色表現差異相當明顯，凹面為青色，凸面為紅色，故邊坡坡面崎嶇則呈現明顯的青紅交錯現象。

地表高低起伏	 CS MAP 較 HOST MAP 不容易看出地貌整體的相對高程差異，可比較兩圖中間山陵線區域即可看出 HOST MAP 視覺上可輕鬆判釋整體地貌相對高點。
遷急線、遷緩線	 CS MAP 的遷急/緩線之特徵較 HOST MAP 不易看出，因邊坡坡度的改變並不涉及邊坡凹凸面的變化，故此特徵建議以 HOST MAP 判釋。

是否容易誤判地形凹凸	有些人會判斷框選範圍為凹陷型地貌，但實際微凸起型地貌，HOST MAP 對於地形凹凸面之判釋優於 CS MAP。(有關凹圖面之混淆請參考圖 8、圖 9)
-------------------	--

第三節 用 CS MAP 看湧水地貌

由於 CS MAP 於局部凹凸曲率之辨識之敏銳性相當高，可特別突顯水路(青色線狀)、湧水點(青色點狀)等特徵；日本文獻中歸納出三種湧水類型(圖 66-圖 69)，其中類型一為不時發生之湧水或野溪，屬非常流水之地貌；類型二之上半部與類型一相似，其不同處在於凹面地形下方處多出一凸面型地貌(常為人工建物)阻斷了表面侵蝕的發展；類型三則由發育連續的表面流侵蝕而成的凹面型地貌，即指一般常見的蝕溝。

湧水の判読(模式図)

【地形判読】

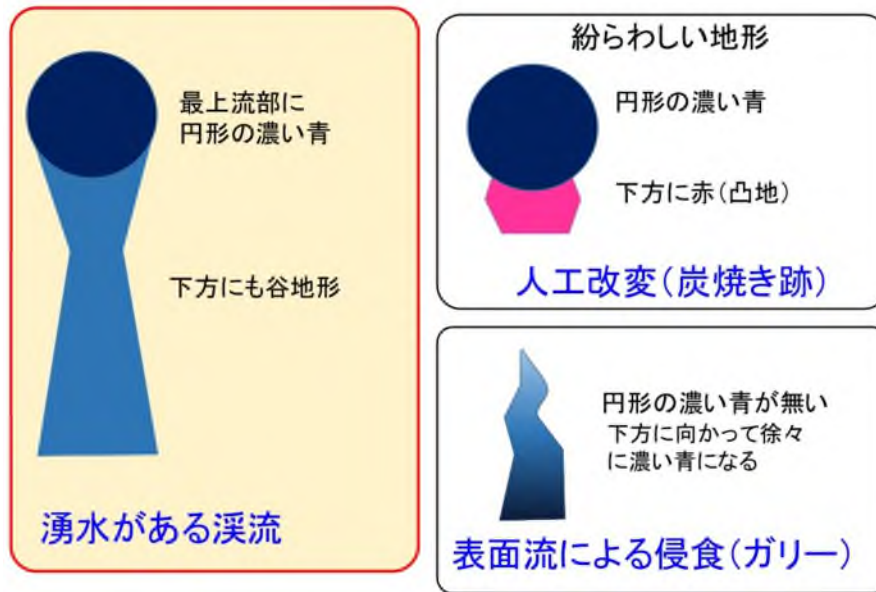


図 66 湧水類型(資料來源：CS 立体図を用いた地形判読

<https://www.slideshare.net/osgeojapan/csfoos4g-2017-tokyo>)

湧水の判読

【地形判読】

事例3

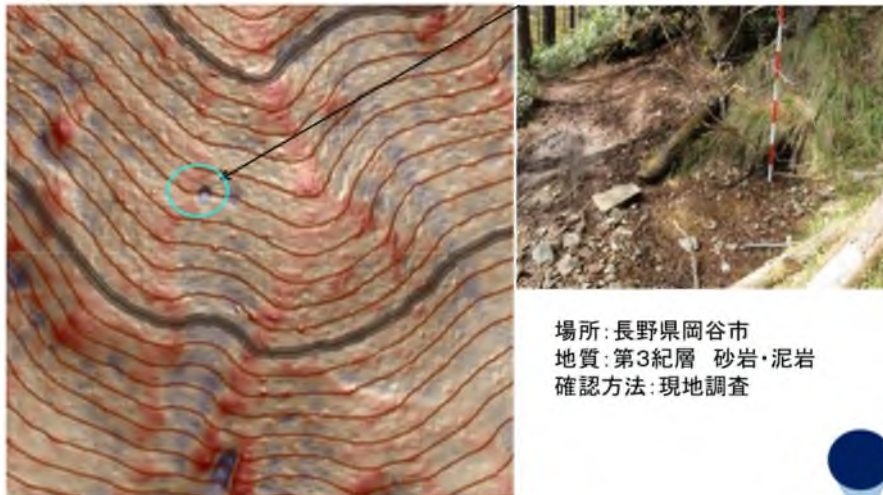


図 67 湧水類型一(資料來源：CS 立体図を用いた地形判読

<https://www.slideshare.net/osgeojapan/csfoos4g-2017-tokyo>)

紛らわしい地形(炭焼き窯の跡)

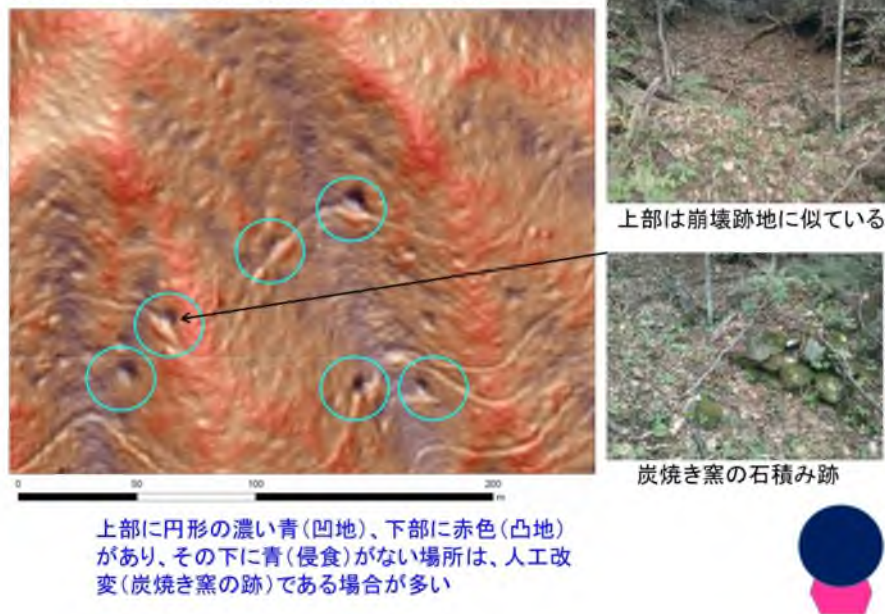


図 68 湧水類型二(資料來源：CS 立体図を用いた地形判読
<https://www.slideshare.net/osgeojapan/csfoss4g-2017-tokyo>)

紛らわしい地形(表面侵食)

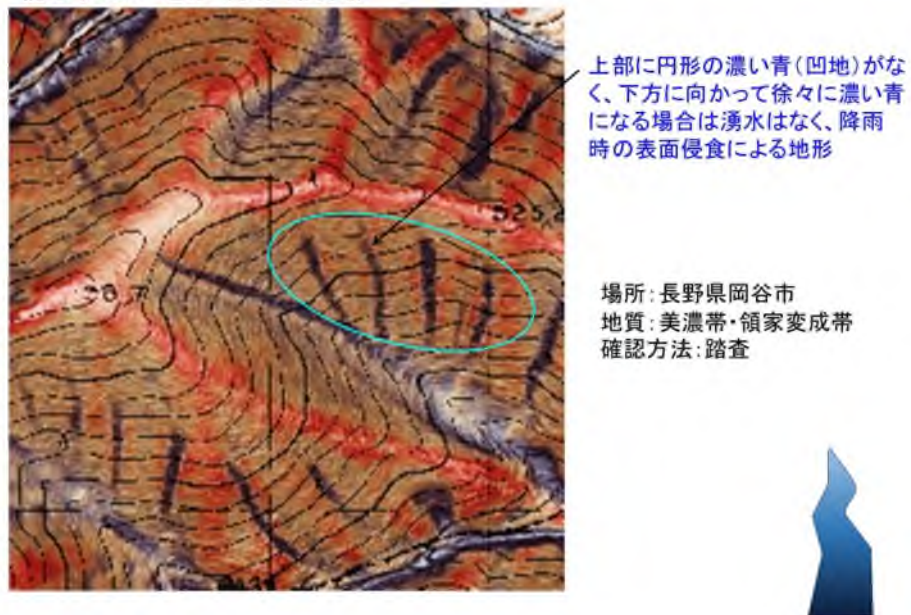


図 69 湧水類型三(資料來源：CS 立体図を用いた地形判読
<https://www.slideshare.net/osgeojapan/csfoss4g-2017-tokyo>)

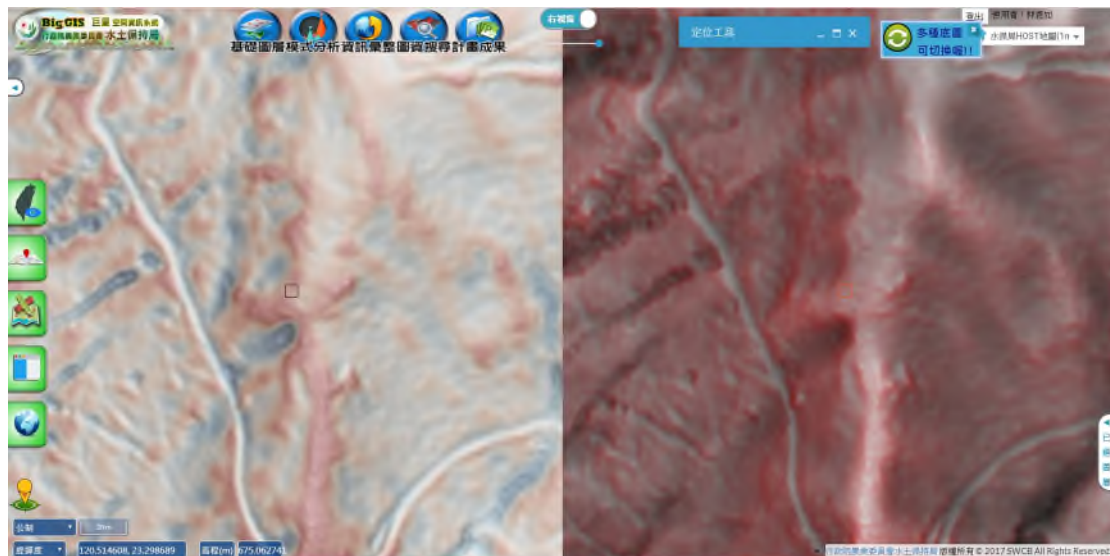


圖 70 CS MAP 與 HOST MAP 比對圖_湧水類型一(BigGIS)

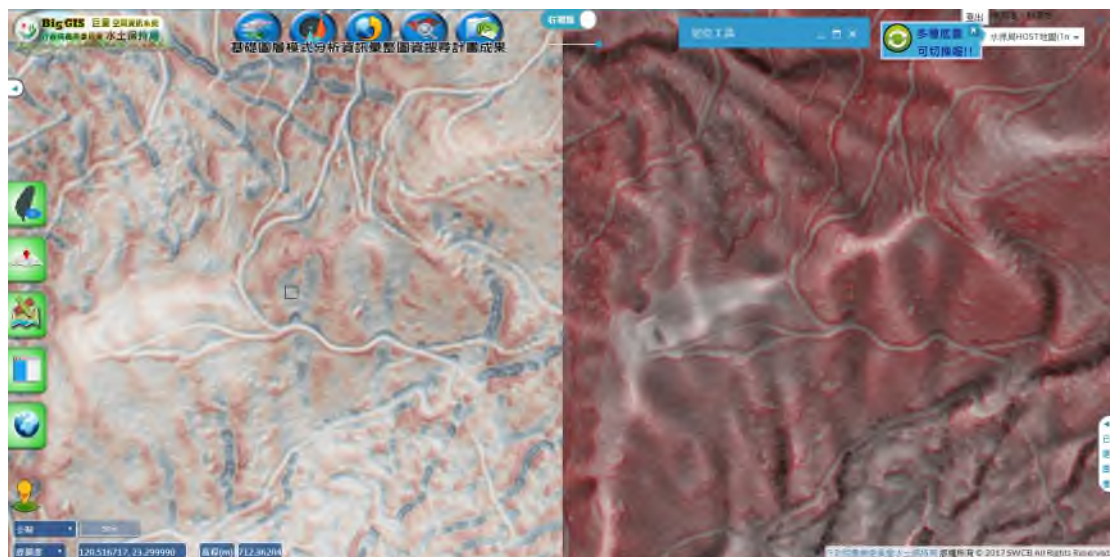


圖 71 CS MAP 與 HOST MAP 比對圖_湧水類型二

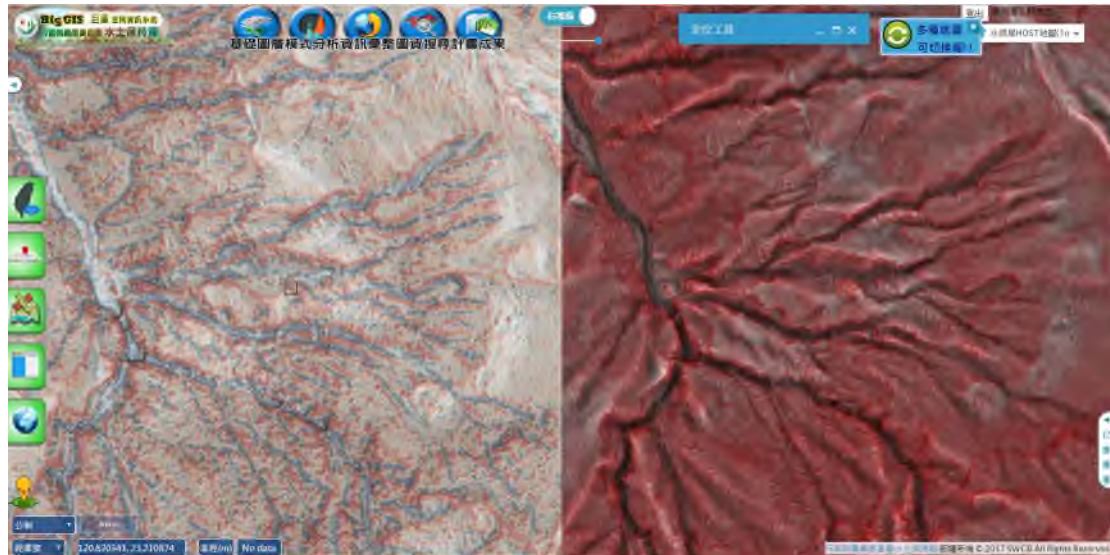


圖 72 CS MAP 與 HOST MAP 比對圖_湧水類型三

第四章 GeoPDF 之介紹與應用

第一節 GeoPDF 與 Geospatial PDF 的差異性

一般在進行外業調查前，常需先蒐集相關地質、地理、水文以及監測資料等資訊，並將所需資訊展於地圖上，便於一目了然各點位地貌特徵與儀器之空間相對位置，以往多以印出紙張地圖的方式攜帶出差，近年則因資訊數位化、普及率和便利性，可採含有地理資訊的 Geospatial PDF 取代傳統 tiff 或 jpg 等圖像傳統格式。

Geospatial PDF 是指一種技術或標準，大部分商用 GIS 軟體已經支援基本功能(參閱：http://en.wikipedia.org/wiki/Geospatial_PDF)。GeoPDF 則是 TerraGo Technologies 公司的商標/產品，是業界最完整 Geospatial PDF 技術解決方案，在既有標準下，擴充許多進階規格及功能提供使用端免費的應用工具。

第二節 如何製作 GeoPDF

市面上可製作 GeoPDF 的軟體有很多，本節將針對局內現有資源進行介紹。

一、由 ArcGIS pro 建立 GeoPDF

於 Arcgis pro 中調整完欲輸出之範圍後，依下列步驟順序即可輸出 GeoPDF 檔案。

- 1.於 Share 頁籤下點選 MAP
- 2.點選 Export Option
- 3.勾選 Export map goreference information

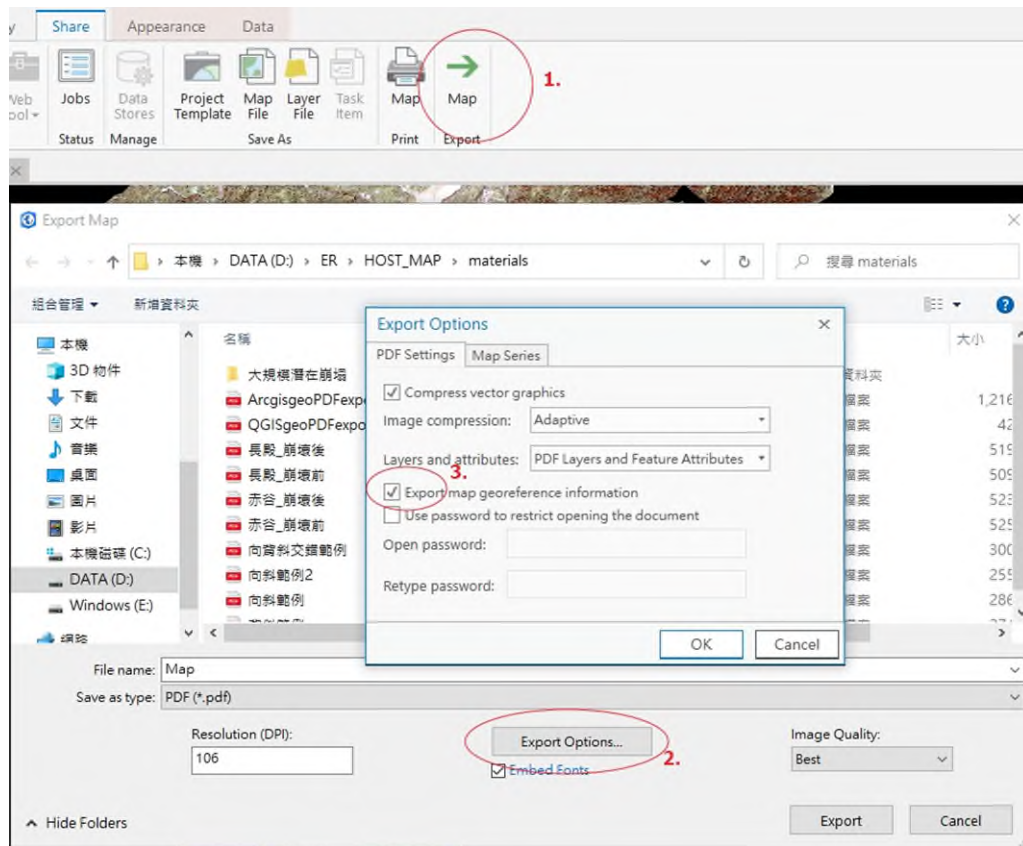


圖 73 輸出 GeoPDF(ArcGIS Pro)

二、由QGIS建立GeoPDF

下載並安裝完 QGIS3.8.2 後，匯入具地理資訊的影像檔，依下列步驟順序即可輸出 GeoPDF 檔案(參考圖 74)

1. New Print Layout
- 2.create print layout title(輸入 layout 名稱)
- 3.繪製地圖範圍
- 4.Export as PDF(輸出 layout 為 PDF)
- 5.調整 PDF 的細部設定

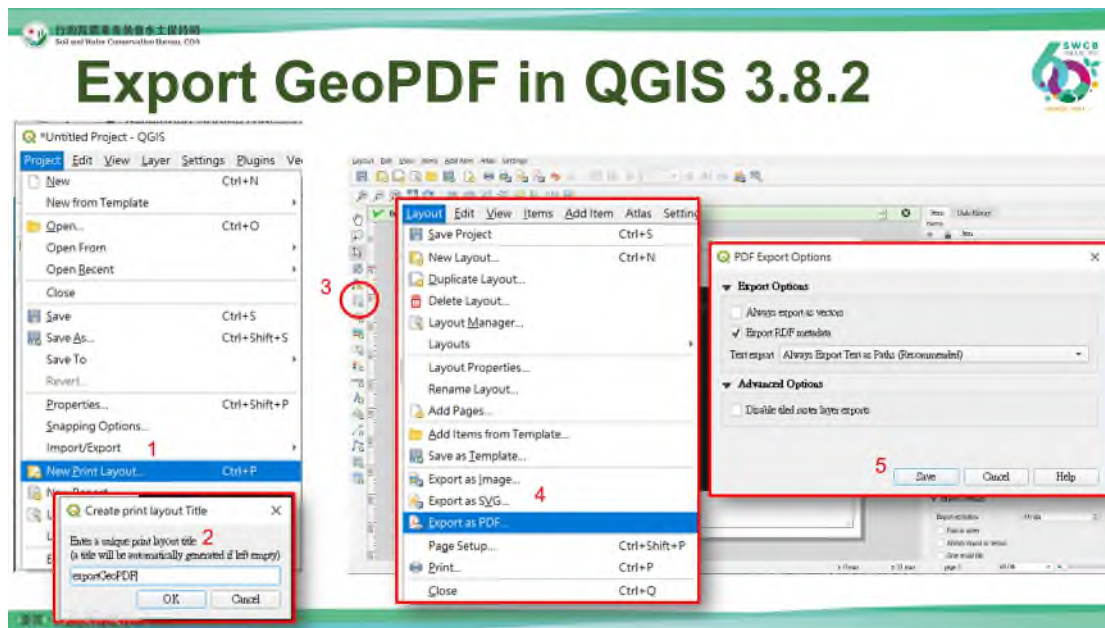


圖 74 輸出 GeoPDF(QGIS)

第三節 GeoPDF 載入手機 App 應用

GeoPDF 可透過 APP 放入行動裝置(如手機或平板)中隨身攜帶，作為離線地圖以及地圖標示功能。Android 系統可使用 Oruxmap 或 Avenza maps，IOS 系統可使用 Avenza maps，以下為 IOS 系統示範 Avenza maps 的操作流程。

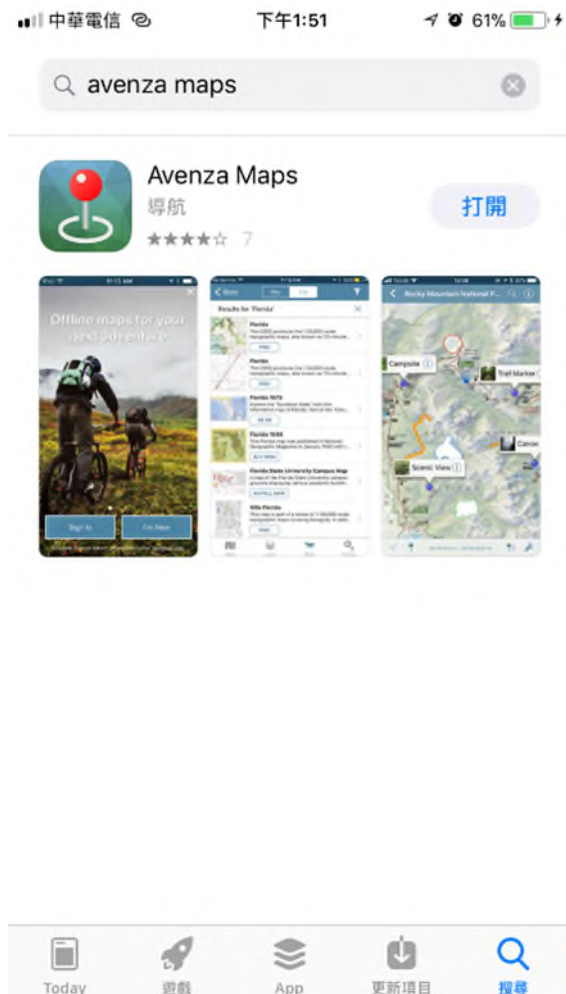


圖 75 安裝 Avenza Maps APP(a.在 APP Store 搜尋【Avenza Maps】並下載。)

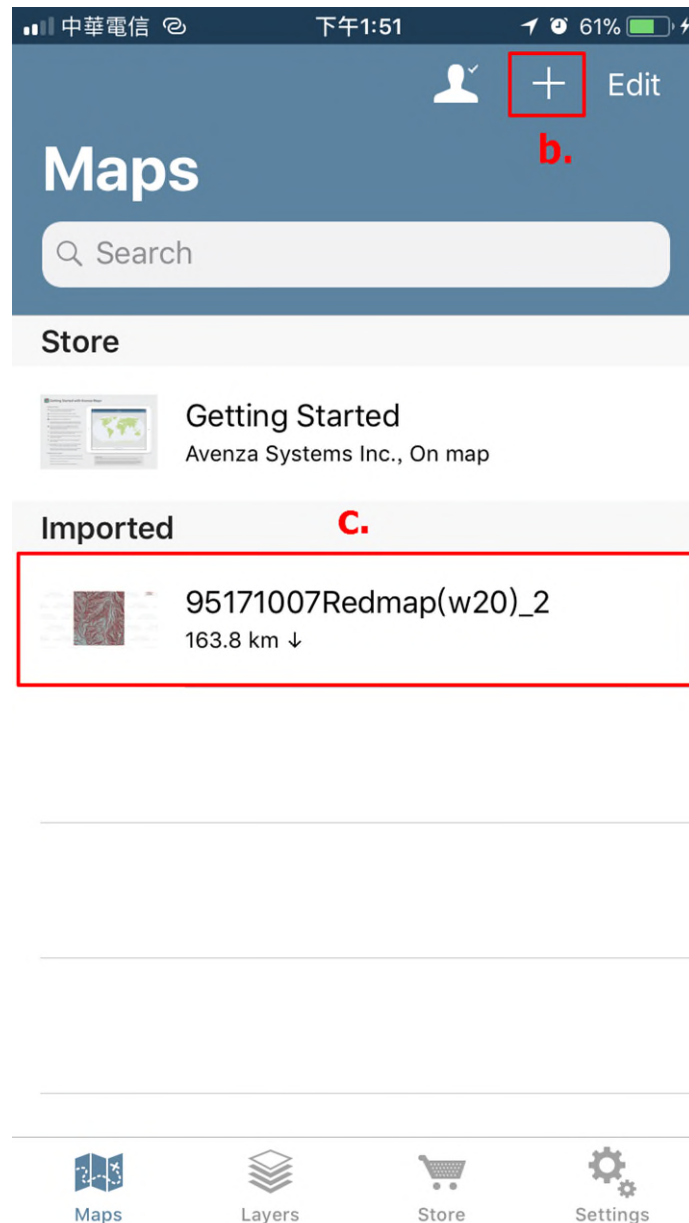


圖 76 匯入 GeoPDF(b.點選+匯入 GeoPDF，依照檔案存放的位置選擇【From iTunes File Sharing】或【From Dropbox】c.匯入後的檔案顯示在 Imported 區，點選【95171007Redmap(w20)_2】即可進入檔案中編輯及顯示位置。)

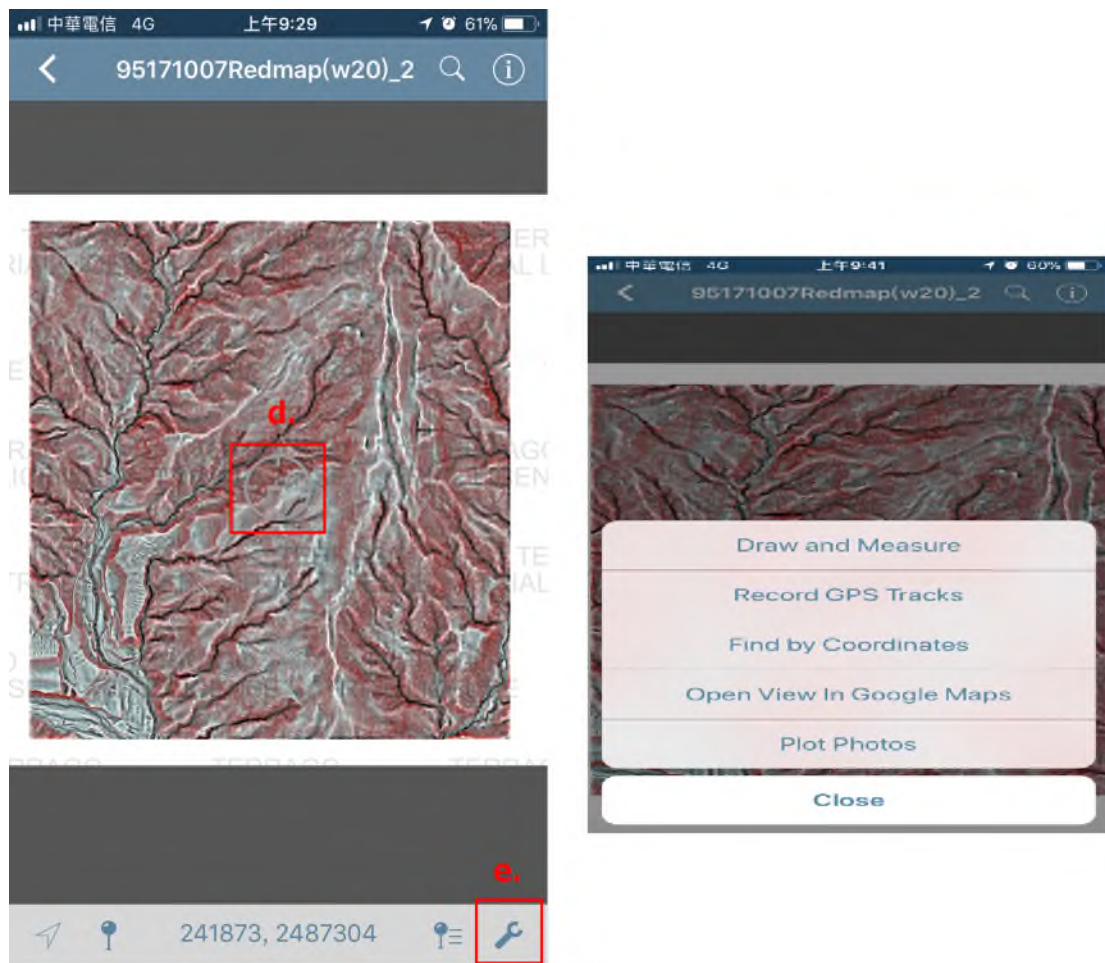


圖 77 開啟地圖標示功能(d. HOST MAP 如圖所示，圖面正中央的
○+所在的座標位置顯示在正下方(241873, 2487304)。e.選單選擇
【Draw and Measure】，開啟地圖標示功能。)

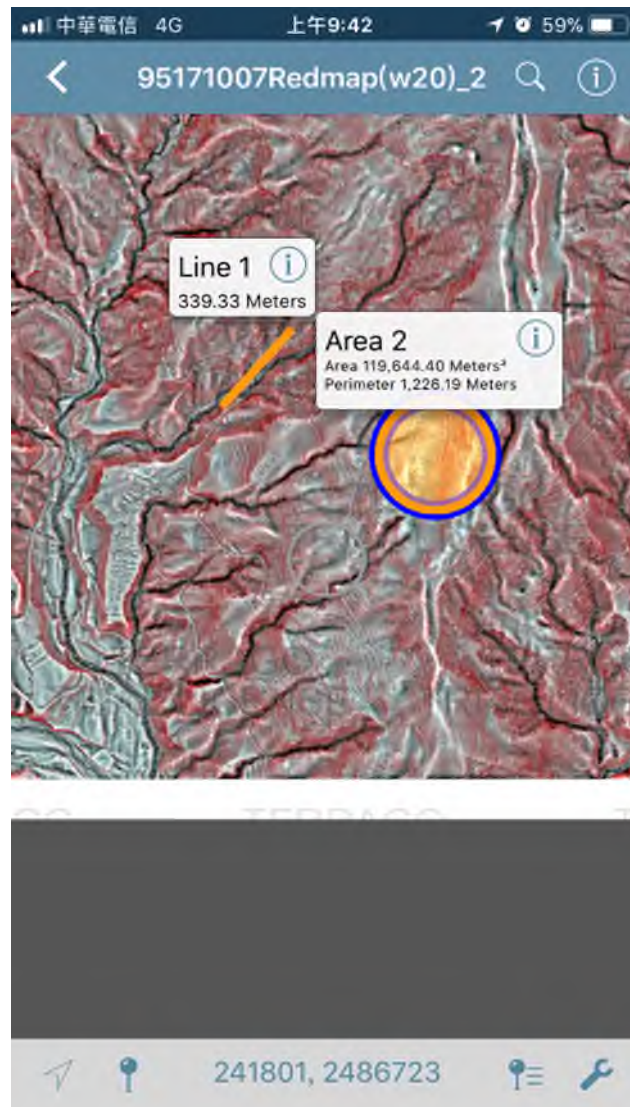


圖 78 地圖標示與量測(f.地圖標示功能如圖所示，可標記距離與範圍，點選○i 可查看詳細資料。)

※若要使用圖層功能，需花錢升級成 Avenza maps 專業版。

(<http://help.avenzamaps.com/customer/portal/articles/2460217>)

附錄：HOST MAP 及 CS MAP 判釋練習案例

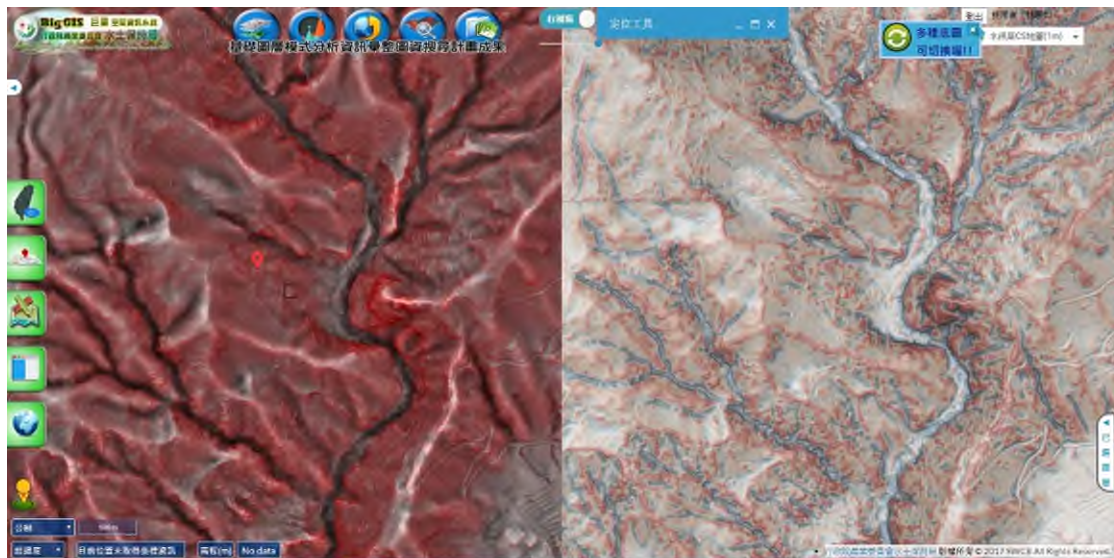
此附錄彙整案例資訊(與 HOST MAP 及 CS MAP 相關)，供使用者以 BigGIS (<https://gis.swcb.gov.tw>)的「定位工具」至該點位處進行實作練習，並藉由比對特徵點區域與鄰近區域之差異程度，來區分出欲判釋特徵處之色調、紋理、線條、形狀以及排列等特徵。下列範例將以同一個地點/特徵分別在衛星影像、HOST MAP 以及 CS MAP 三種圖資上的展示差異性供使用者比對，且用 BigGIS「同步顯示」的功能突顯 HOST MAP 以及 CS MAP 的差異性。

範例 1：用 HOSTMAP 看崩塌復育

120.74, 23.1475

民國 99 年發生崩塌

DEM 資料攝於 20110126

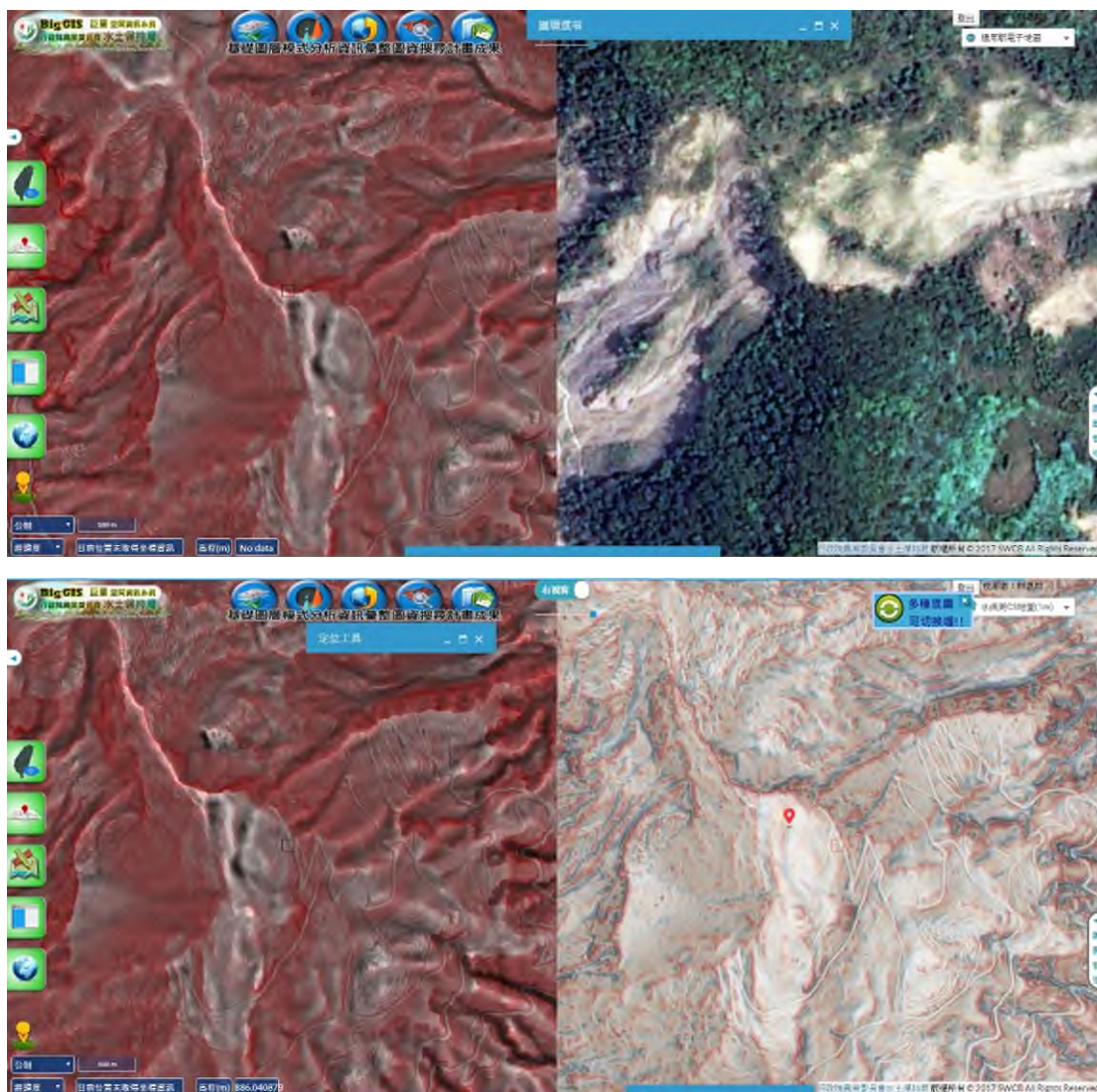


範例 2：用 HOST 看地貌 多重山稜

120.716204, 23.144658, 1023.366081

圖幅號：95193049

DEM 攝於 20110126

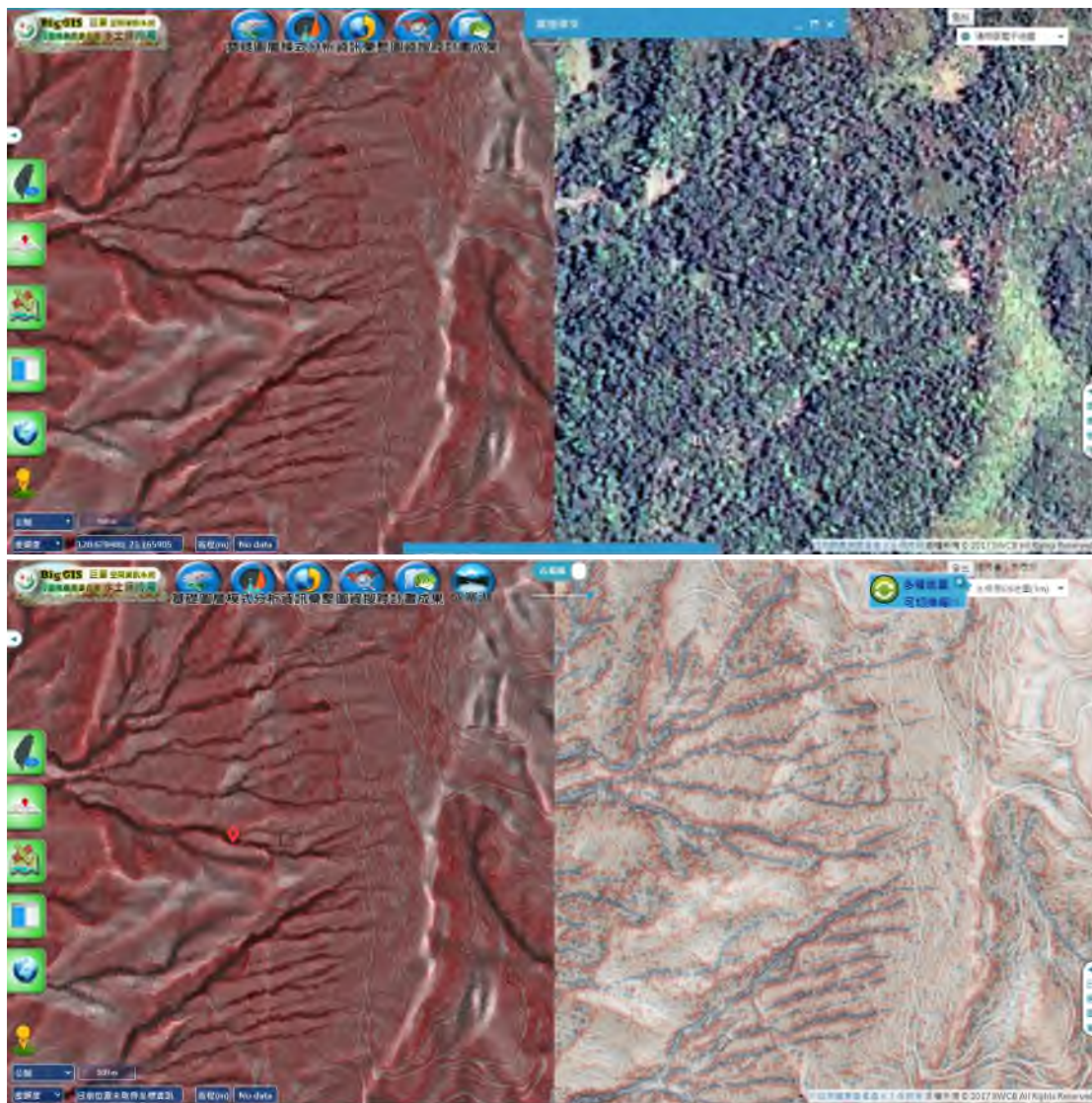


範例 3：用 HOST 看地貌 蝕溝

120.682544, 23.163016, 1354.810674

圖幅號：95193037

DEM 攝於 20121101

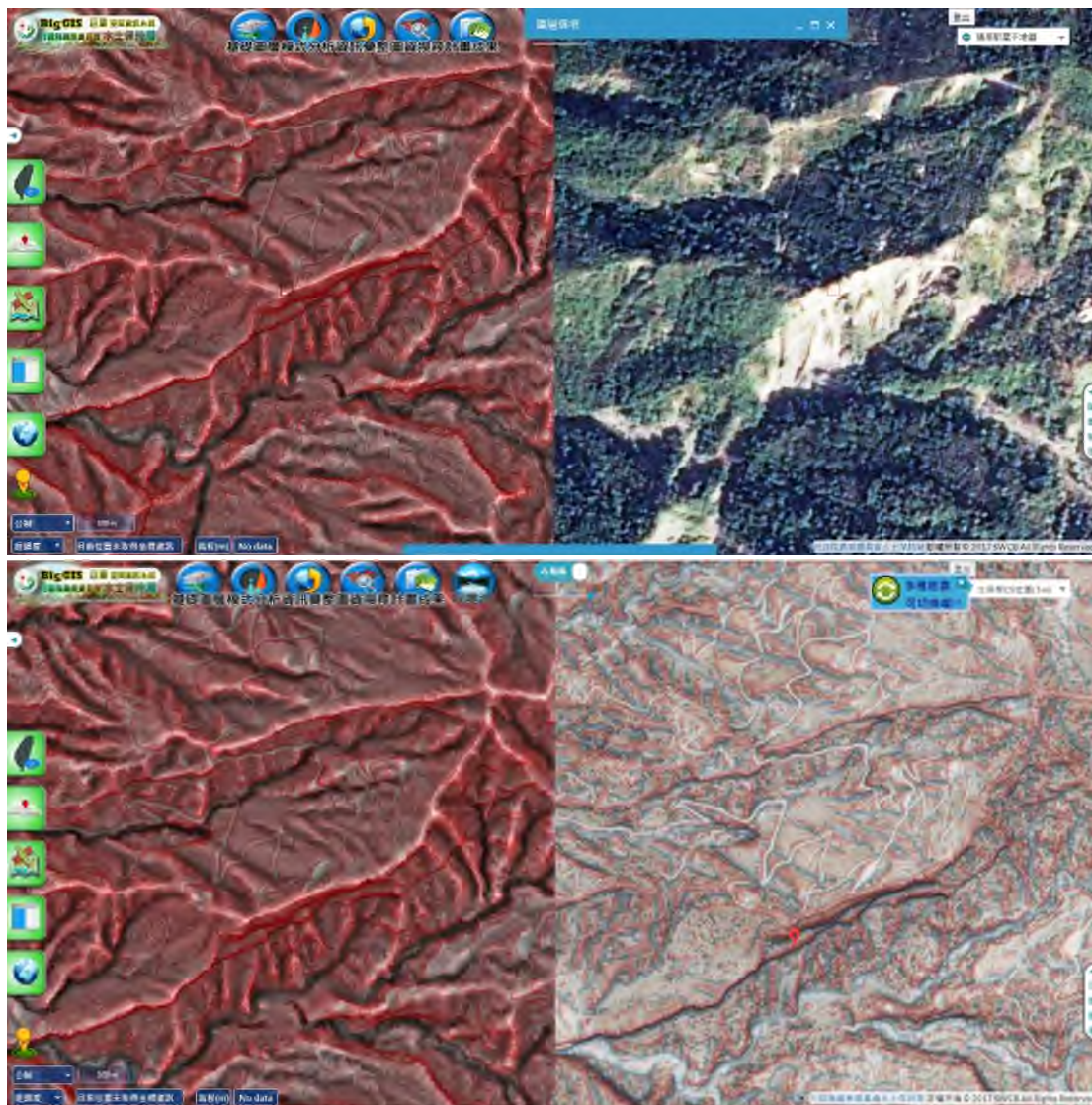


範例 4：用 HOST 看地貌 山頂山谷不混淆

120.544222, 23.163776, 438.38381

圖幅號：95193032

DEM 攝於 20121101

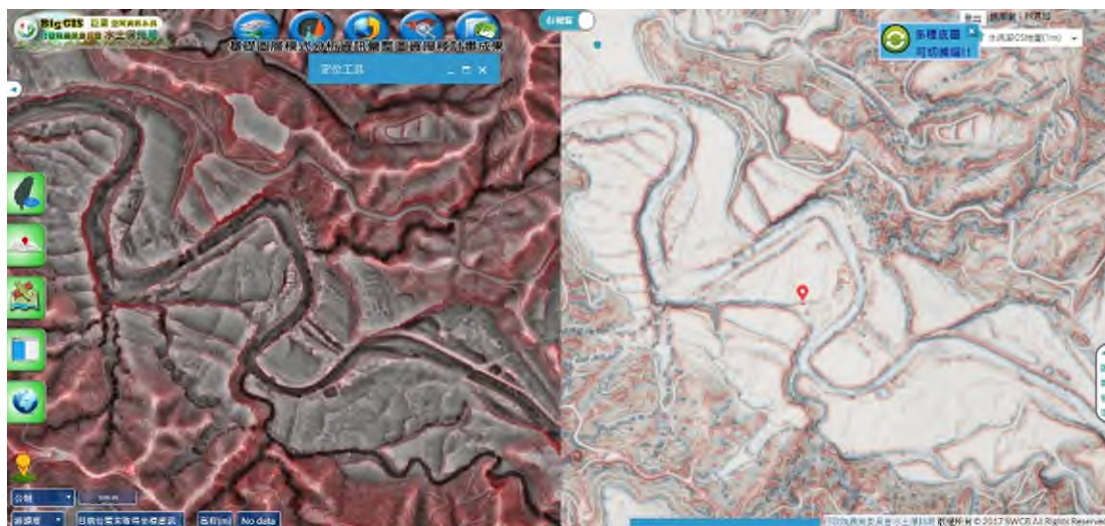
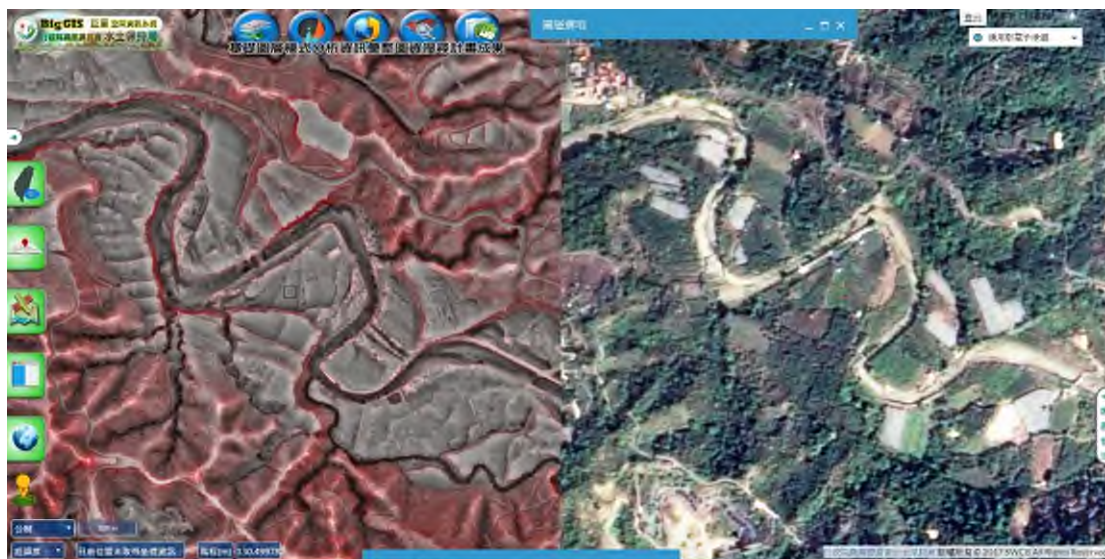


範例 5：用 HOST 看地貌 河階清楚明瞭

120.506513, 23.160088, 125.226973

圖幅號：94192040

DEM 攝於 20121101



範例 6：用 HOST 看地貌 山坡地居住開發

121.500984, 24.927293, 485.331928

圖幅號：96221030

DEM 攝於 20161101

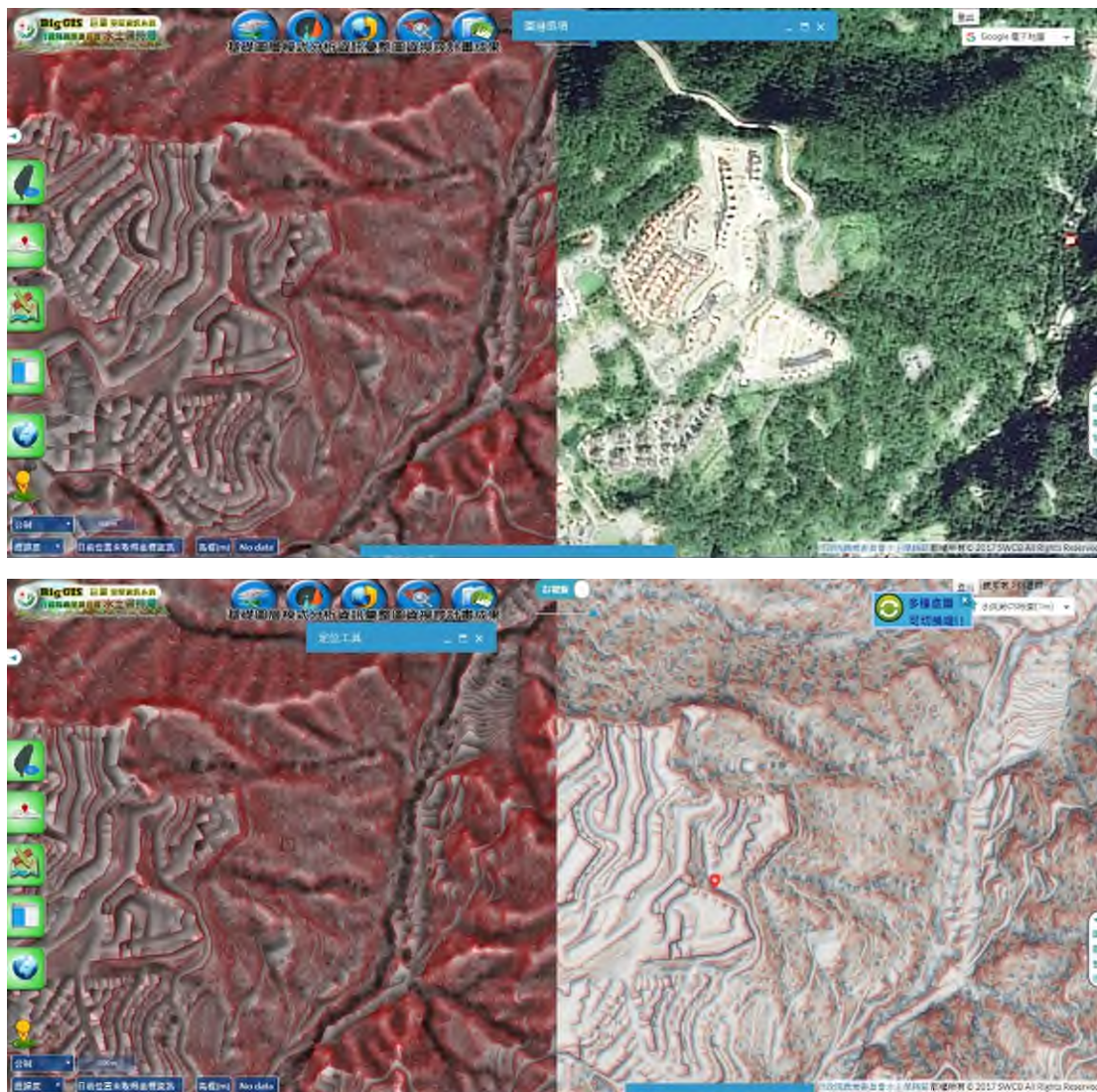


範例 7：用 HOST 看地貌 蝕溝影響山坡地

121.504165, 24.914619, 409.654137

圖幅號：96221040

DEM 攝於 20161101

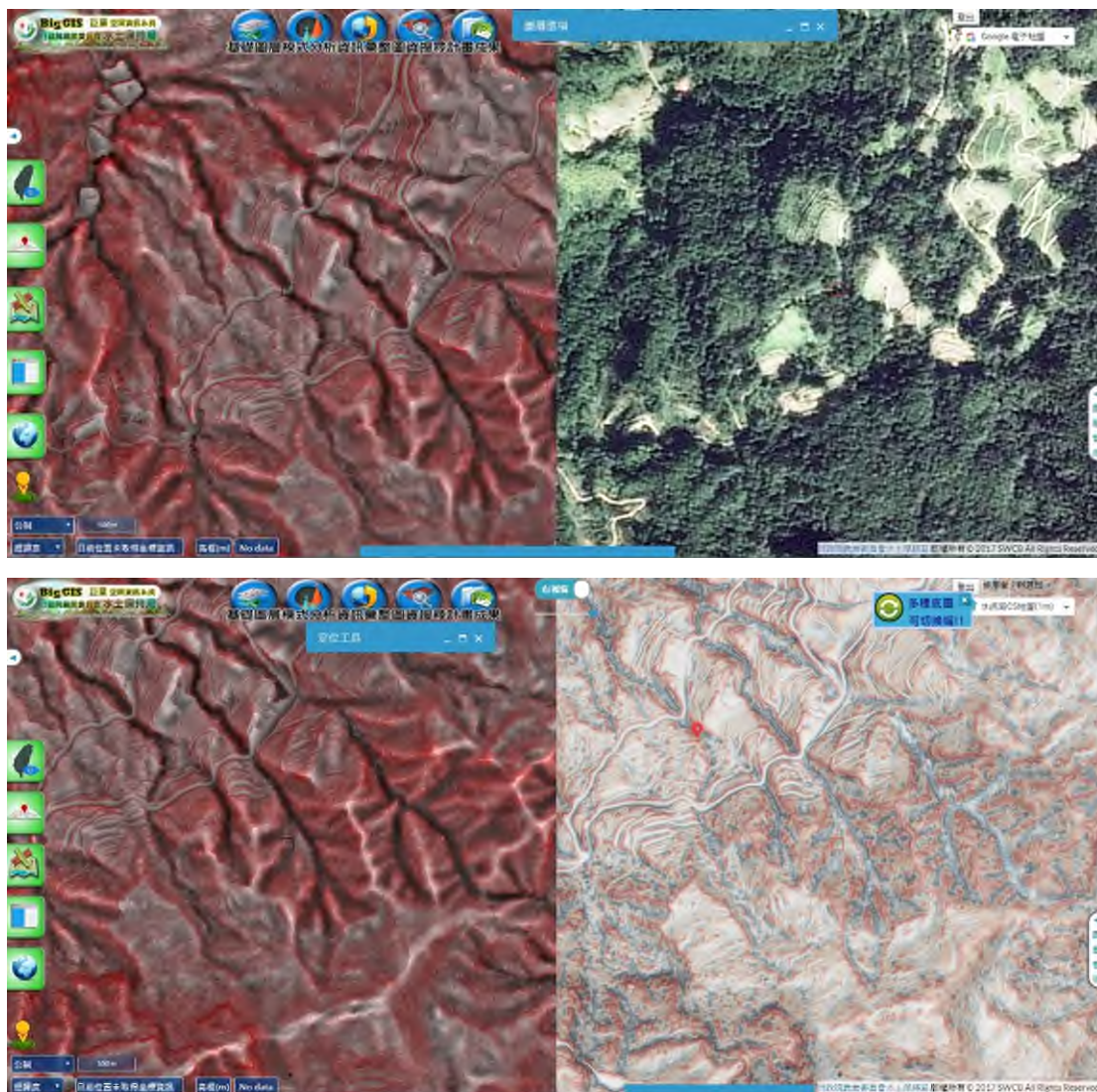


範例 8：用 HOST 看地貌 蝕溝影響道路

121.460362, 24.874501, 709.754153

圖幅號：96221049

DEM 攝於 20161101

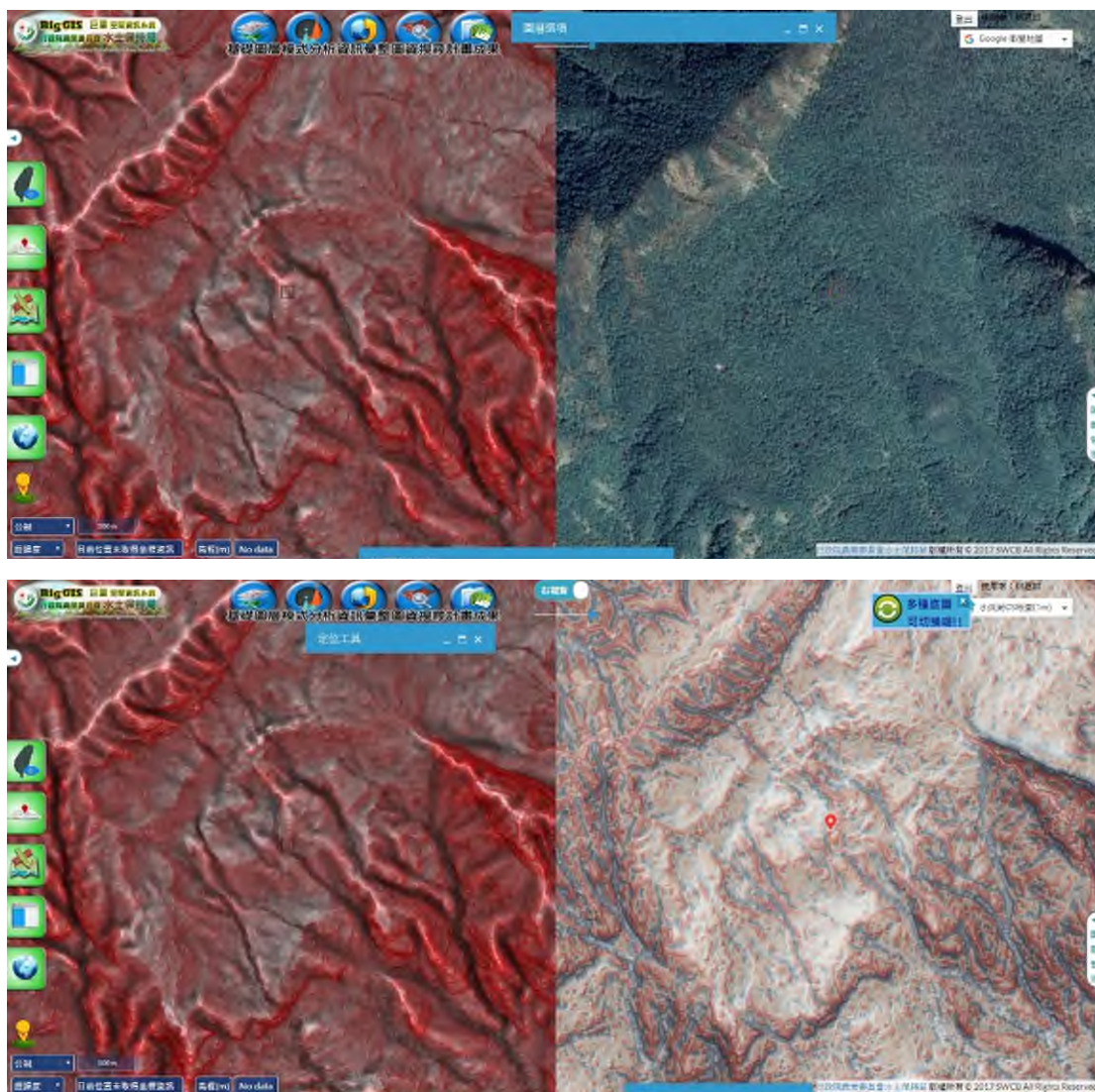


範例 9：用 HOST 看地貌 向源侵蝕會合

121.472784, 24.806137, 1340.764832

圖幅號：96221079

DEM 攝於 20140320



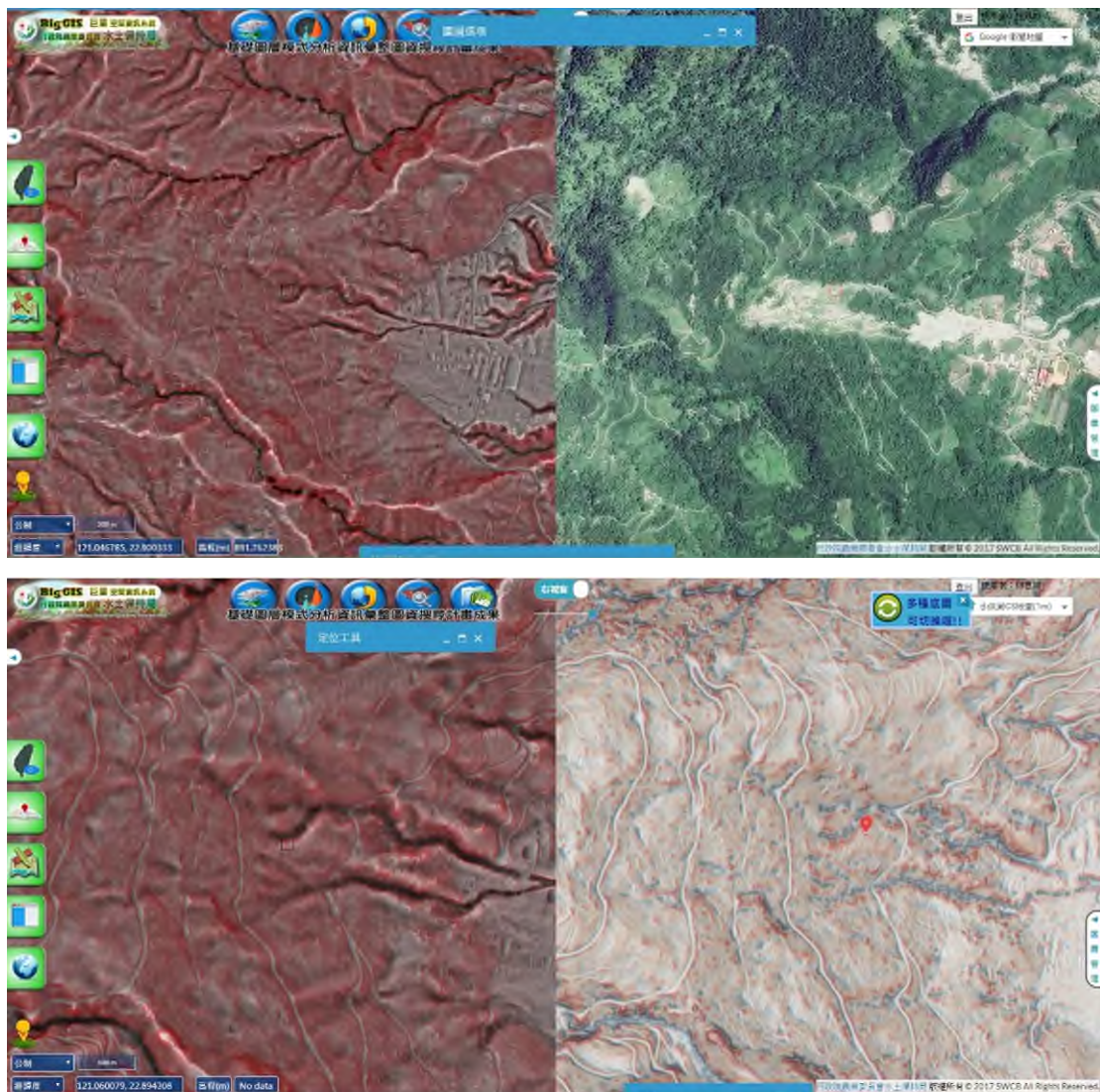
範例 10：用 HOST 看地貌 向源侵蝕後崩塌

121.056935, 22.895687, 504.845717

圖幅號：96184042

DEM 攝於 20130204

2017 年發生崩塌

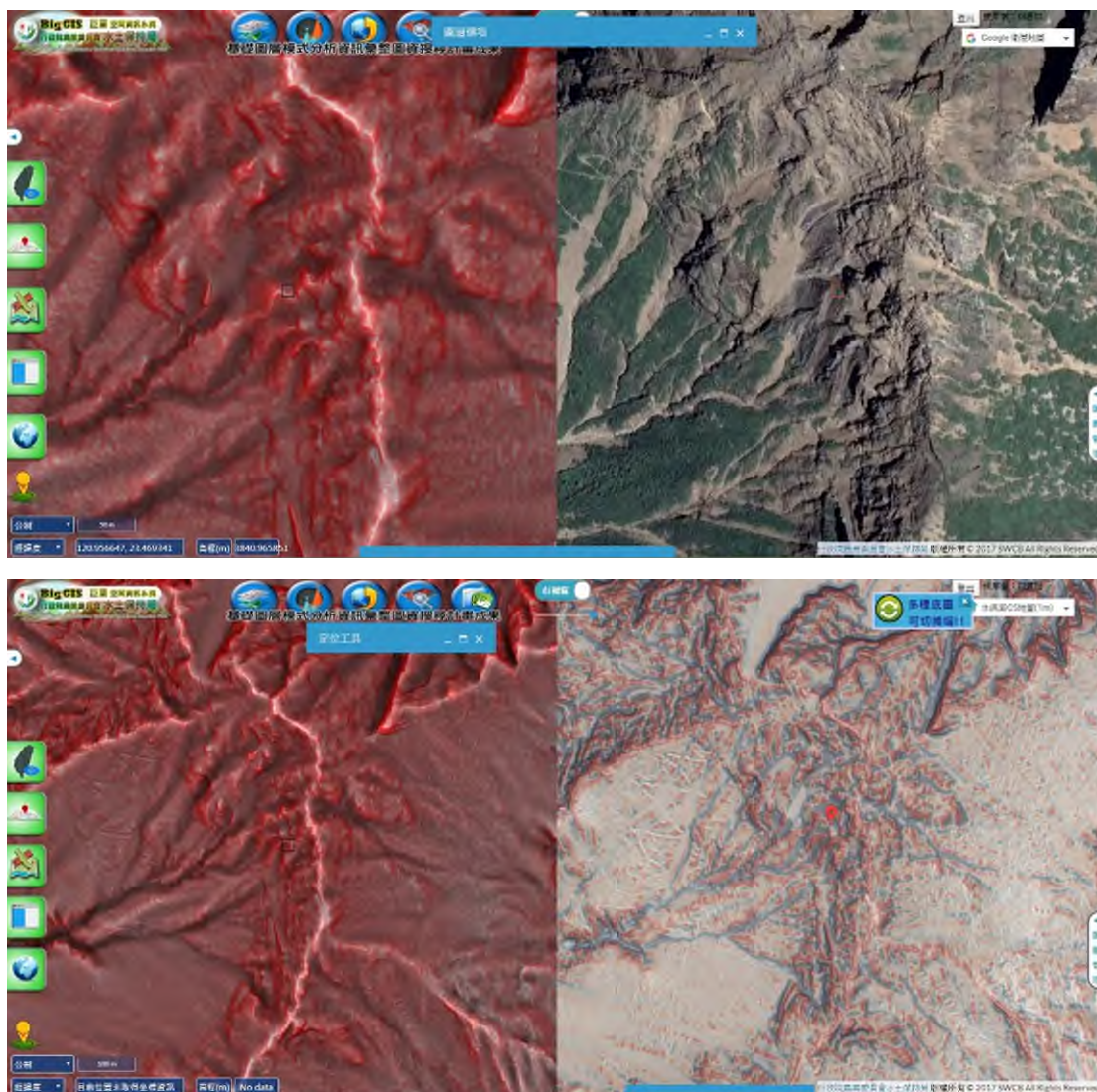


範例 11：用 HOST 看地貌 體現地貌&高低起伏

120.957376, 23.468337

圖幅號：95191018

DEM 攝於 20130301

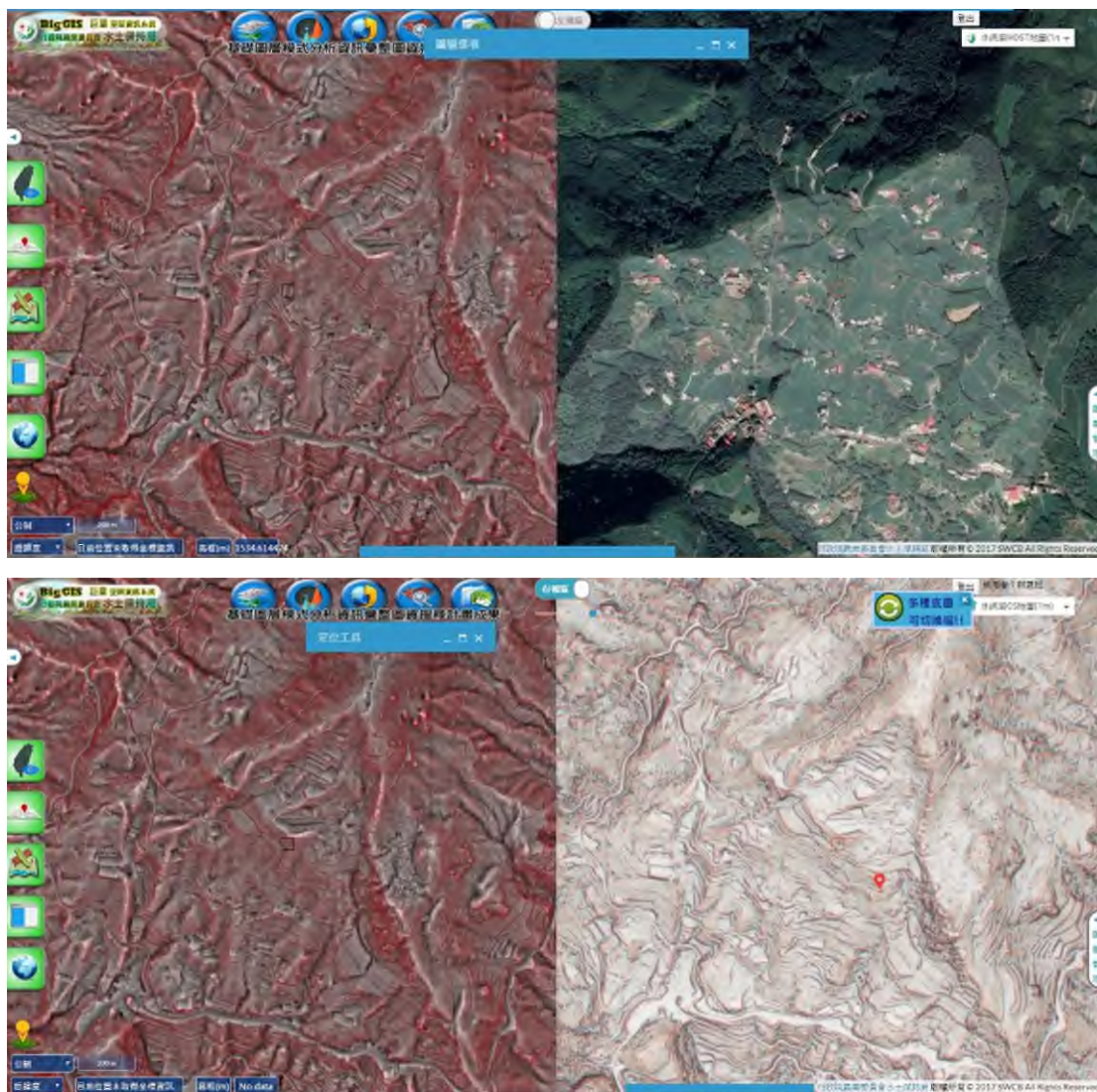


範例 12：大崩 186-015 遷緩線

120.704679, 23.476788, 1505.053039

圖幅號：95194008

DEM 攝於 20110801

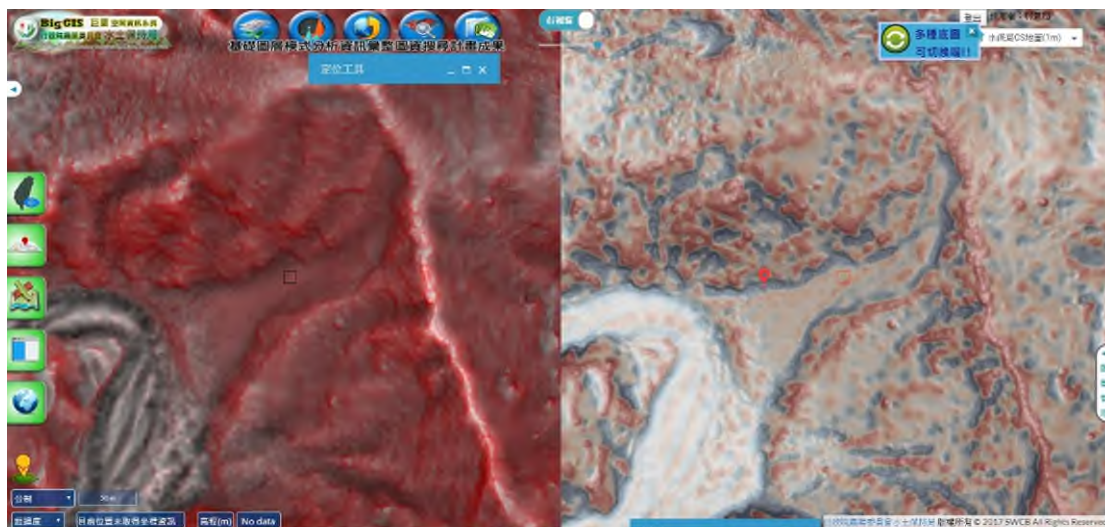
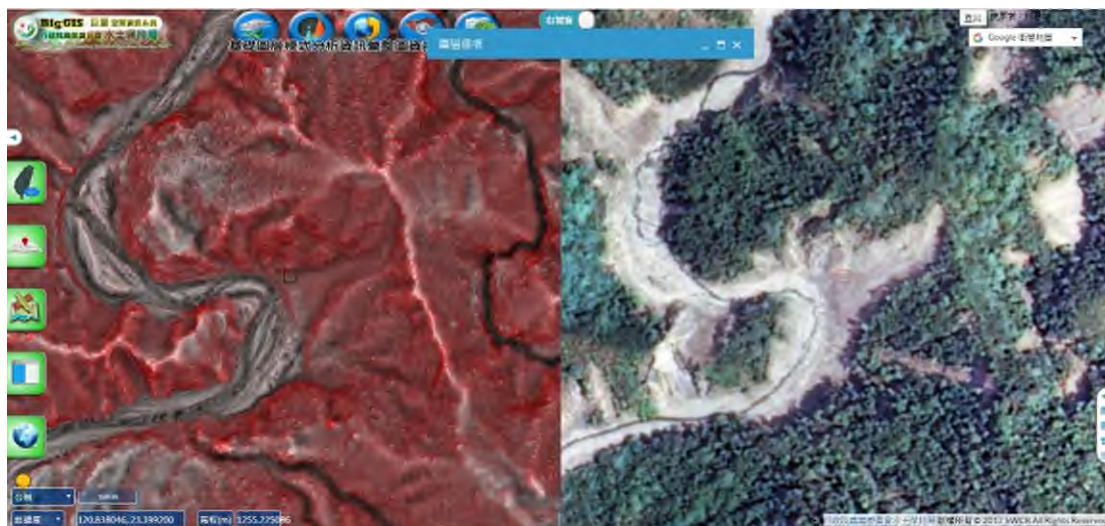


範例 13：崩塌 1 看崩塌挖深坡面

120.842102, 23.396600, 1238.080614

圖幅號：95191044

DEM 攝於 20110801

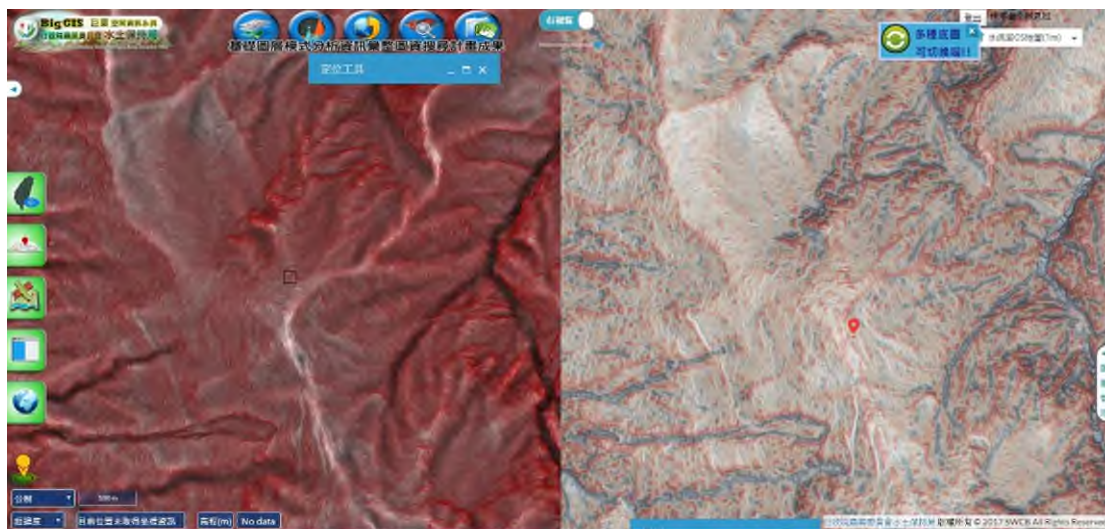
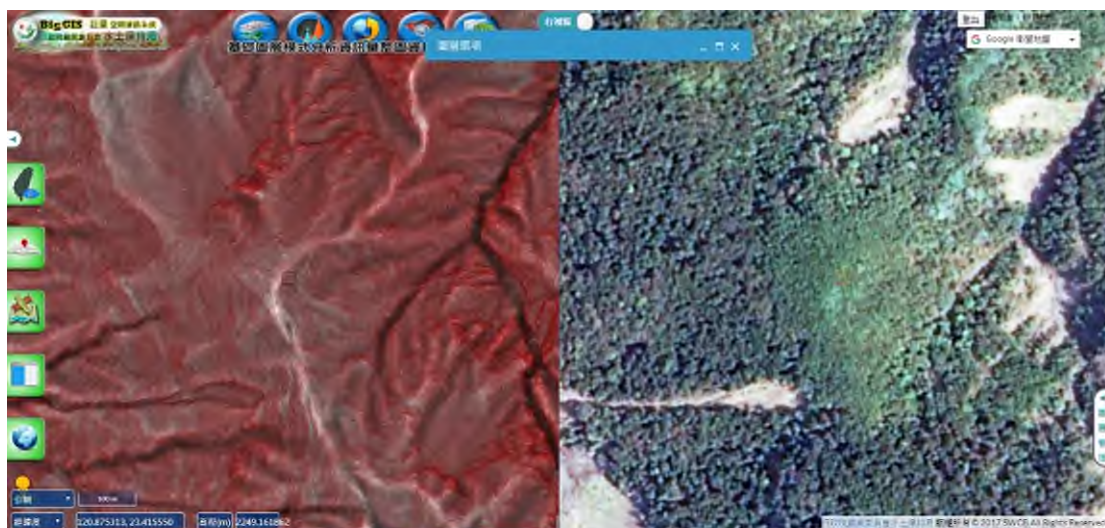


範例 14：崩塌 2 看崩塌坵塊狀坡面、整塊下滑以及沒崩的平滑面

120.875378, 23.415520, 2248.450866, No data

圖幅號：95191035

DEM 攝於 20110801

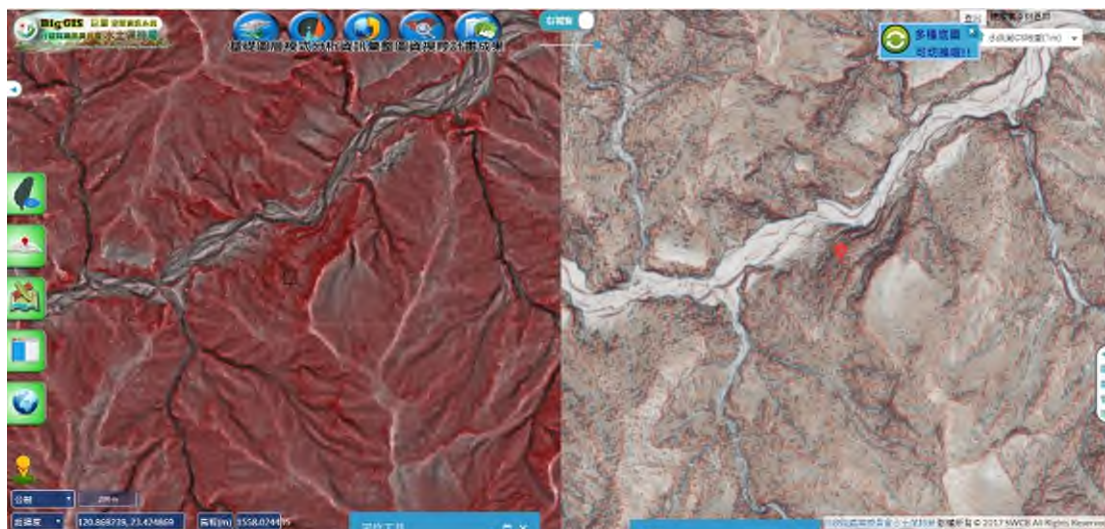
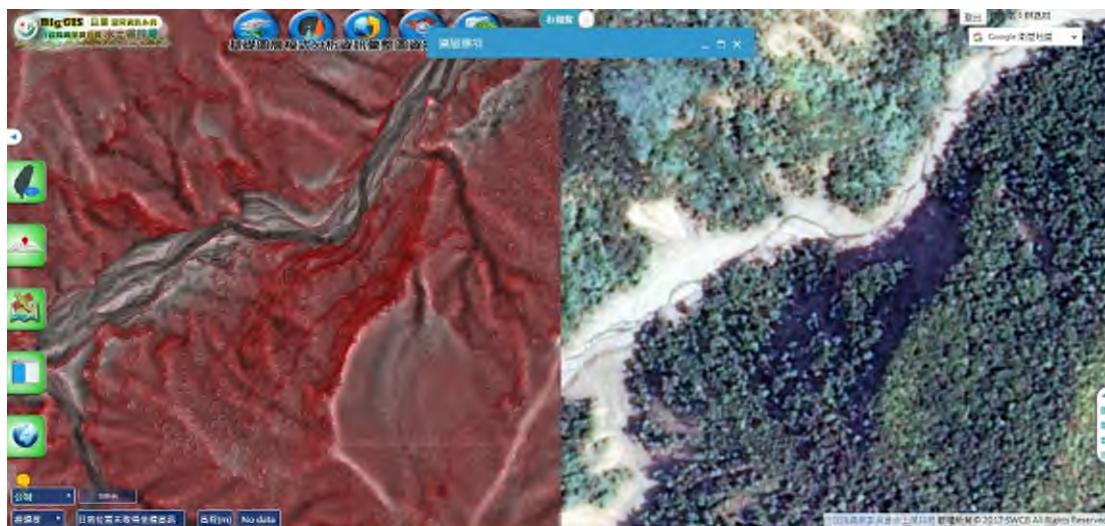


範例 15：崩崖 看崩崖地形特徵

120.868613, 23.425495, 1483.625603

圖幅號：95191025

DEM 攝於 20110801

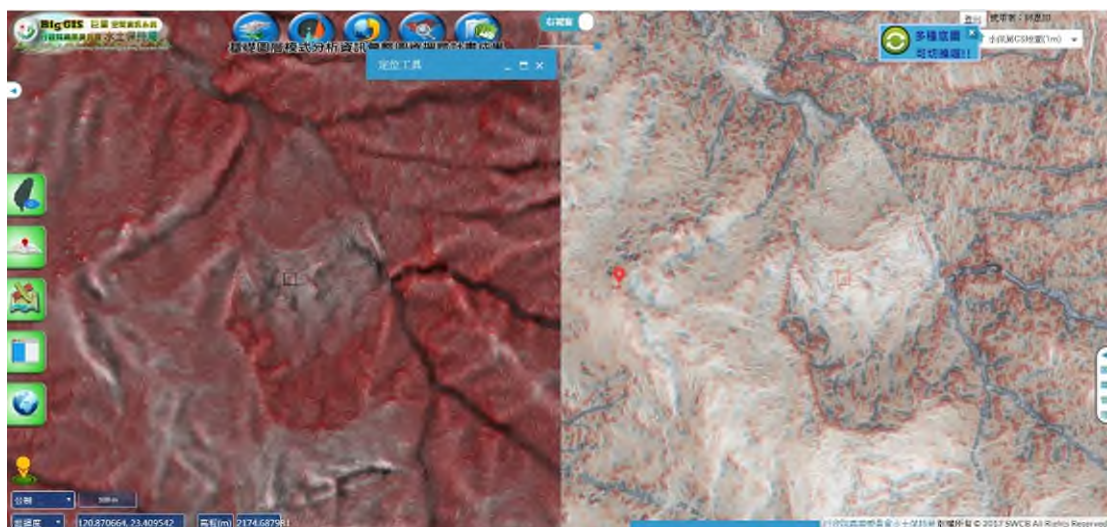
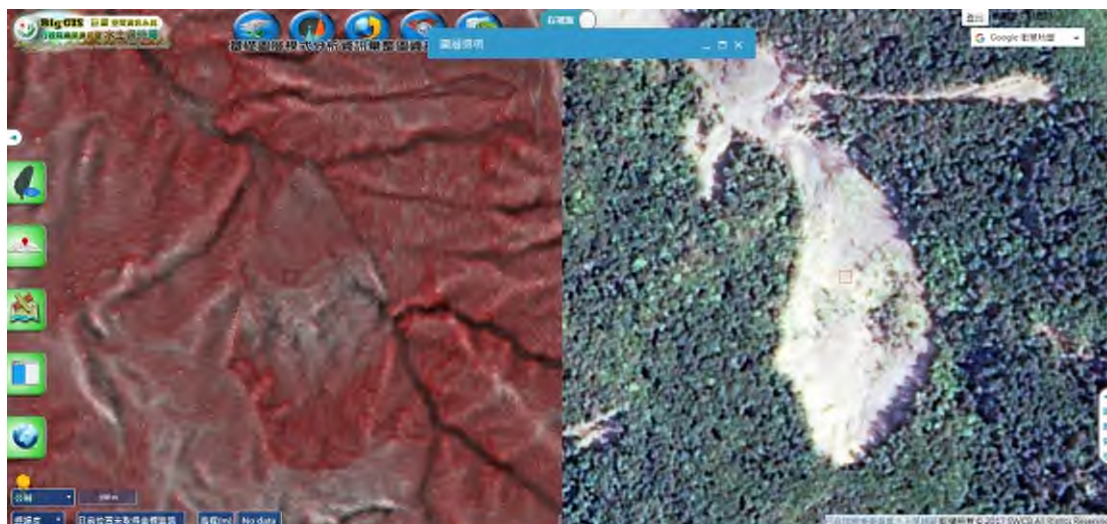


範例 16：看坡面料源(可能尚未崩落至河谷)

120.867426, 23.410440, 2133.826859, No data

圖幅號：95191035

DEM 攝於 20110801

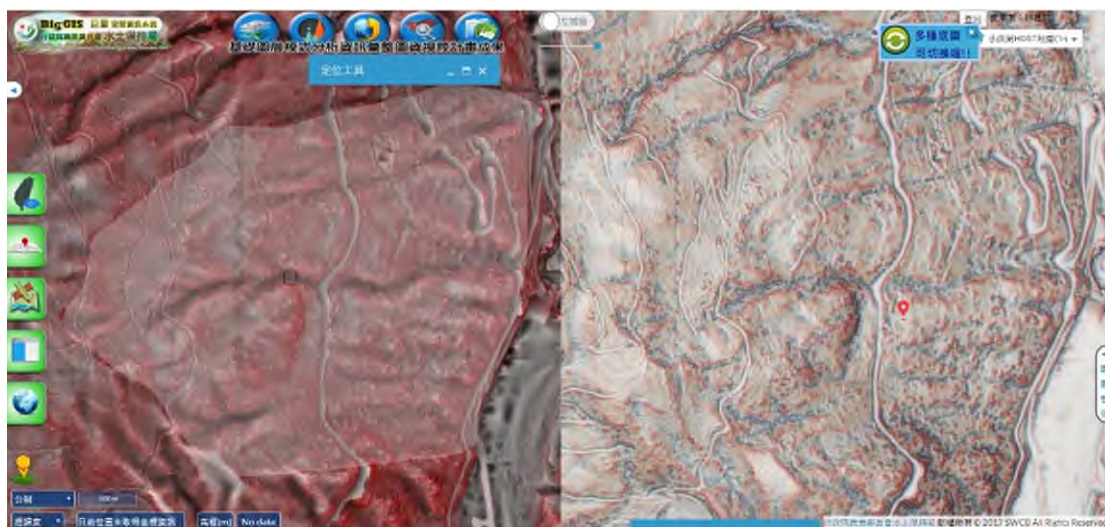
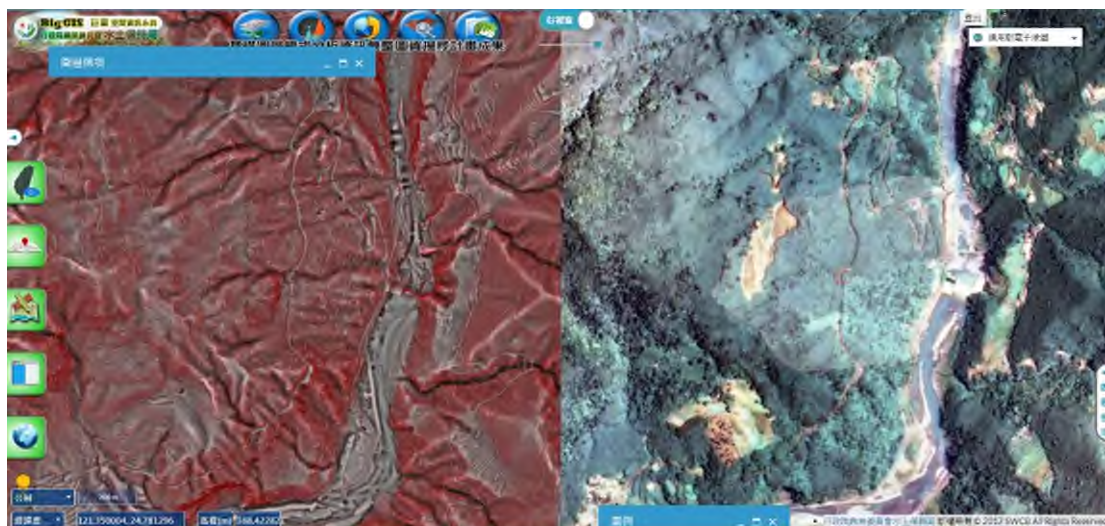


範例 17：看崩塌潛勢 向源侵蝕

121.359960, 24.774223, 437.085588

圖幅號：96221085

DEM 攝於 20140320

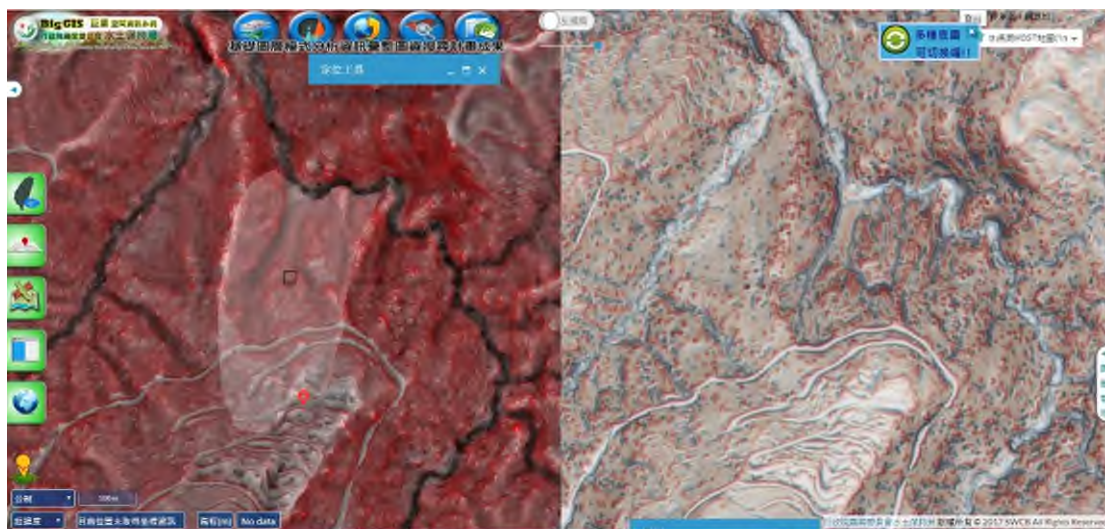
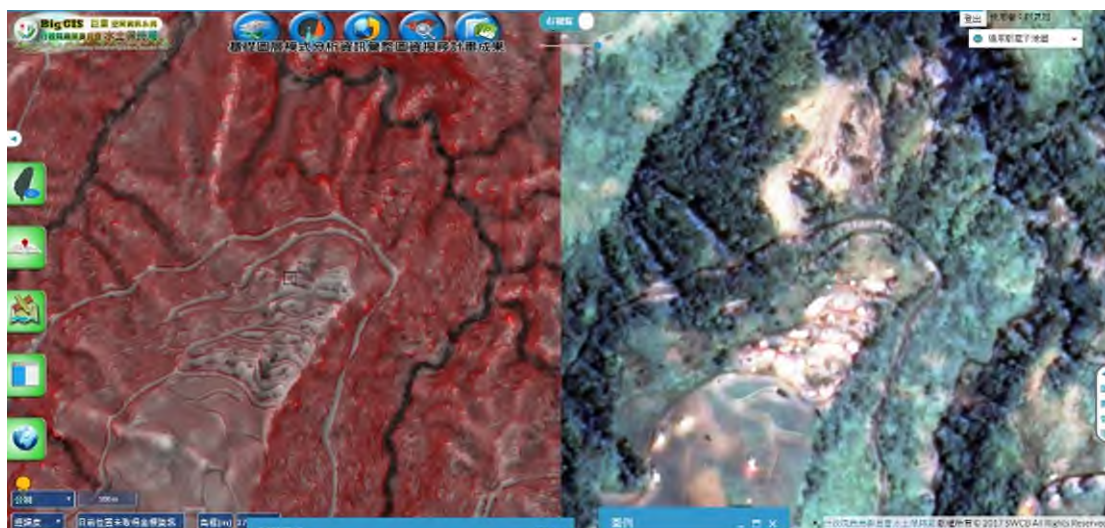


範例 18：看崩塌潛勢 聚落下有向源侵蝕

121.228600, 24.246550

圖幅號：96213009

DEM 攝於 20120901

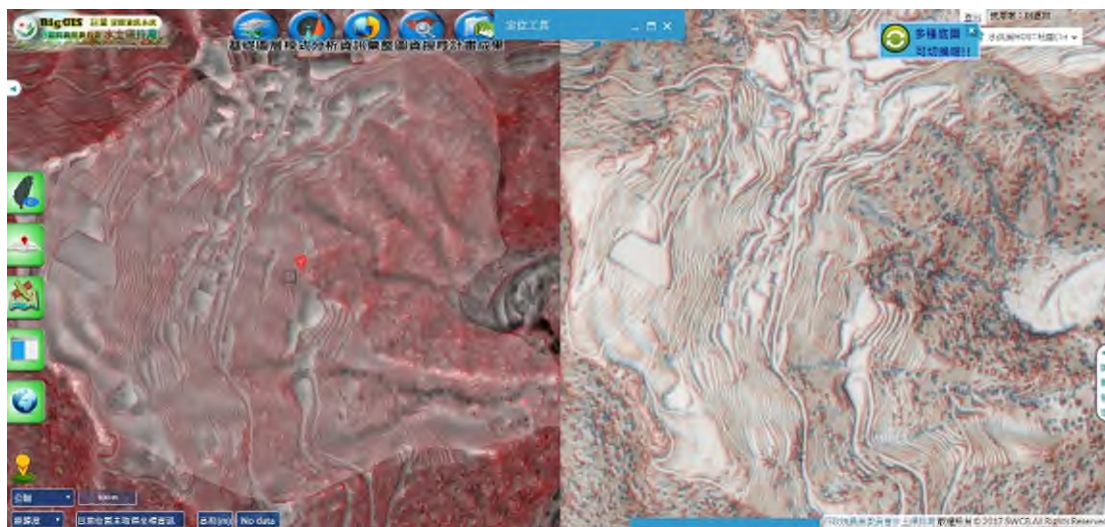
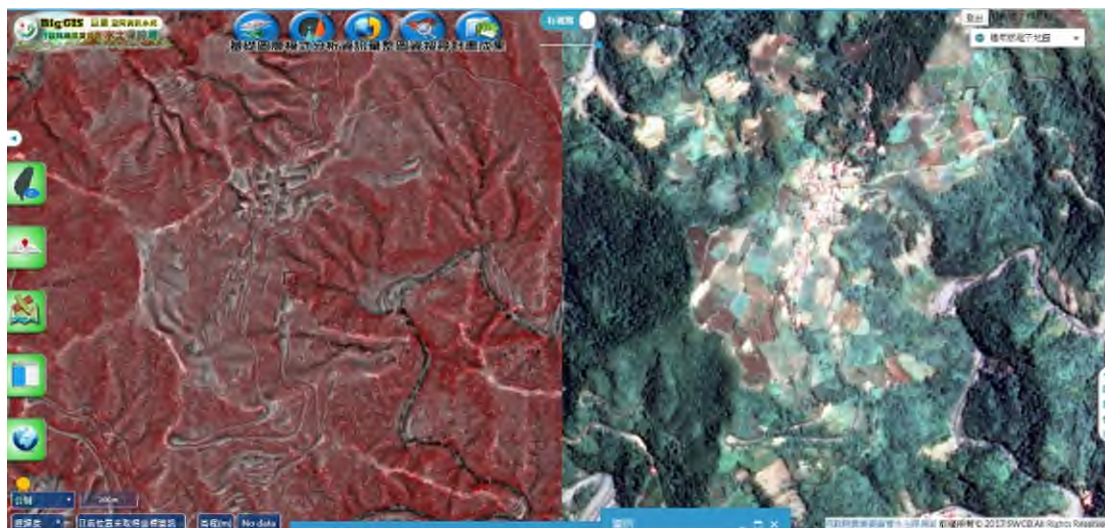


範例 19：看崩塌潛勢 多重山陵

121.185654, 24.031681

圖幅號：96213088

DEM 攝於 20120901

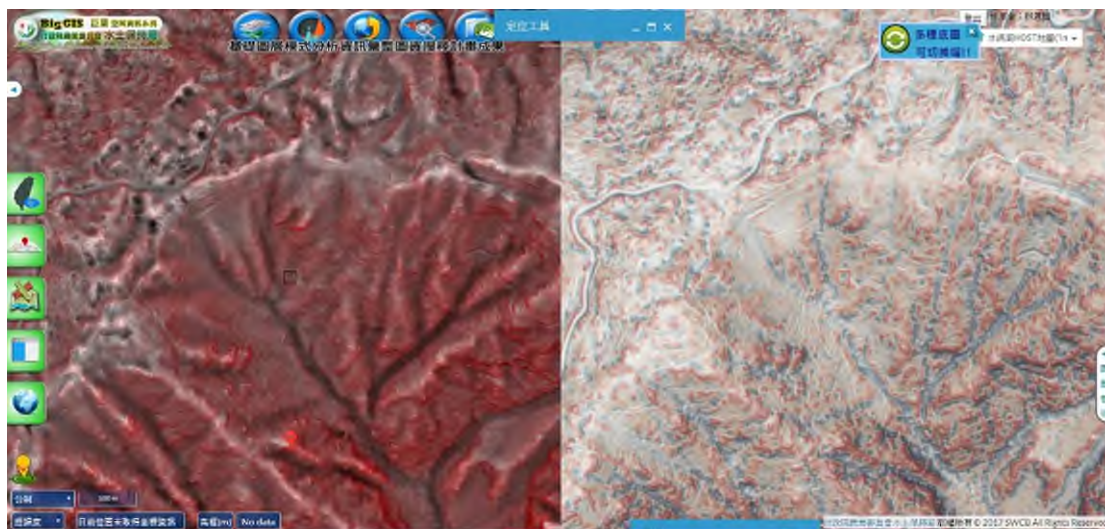


範例 20：看崩塌潛勢 多重山陵

120.887212, 23.471576, 2628.592621

圖幅號：95191006

DEM 攝於 20130301

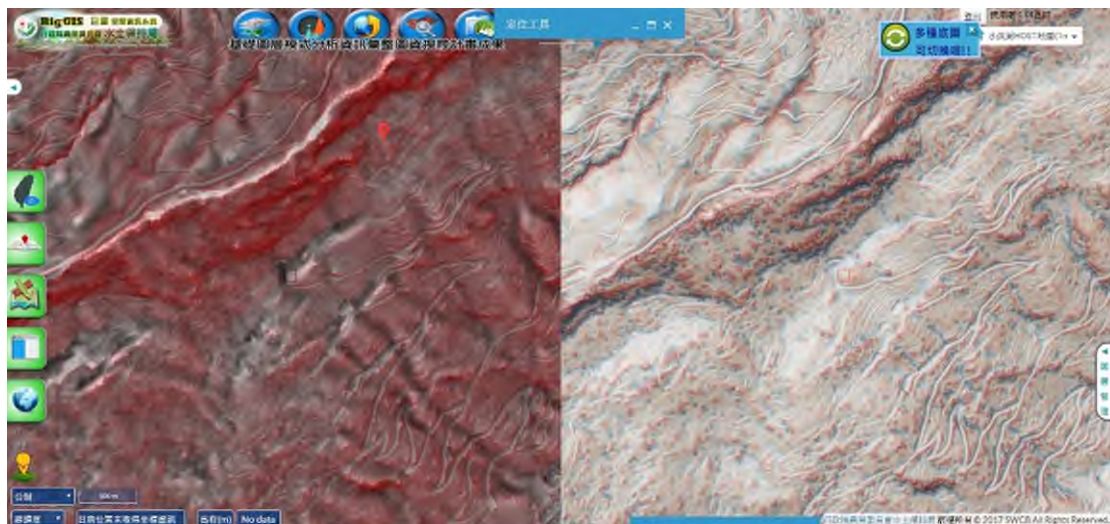
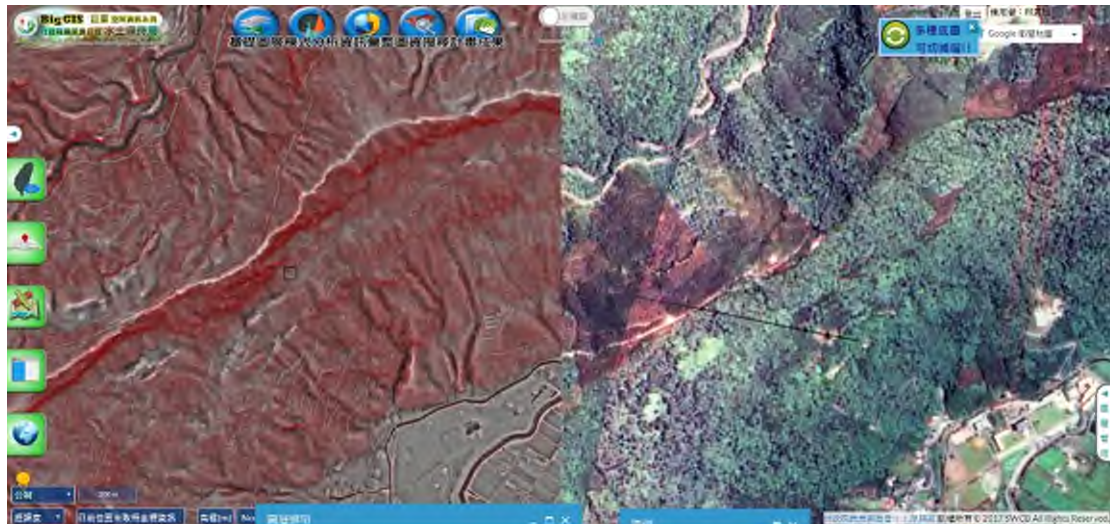


範例 21：看崩塌潛勢 張裂縫

121.480639, 23.864134

圖幅號：96201059

DEM 攝於 20161101

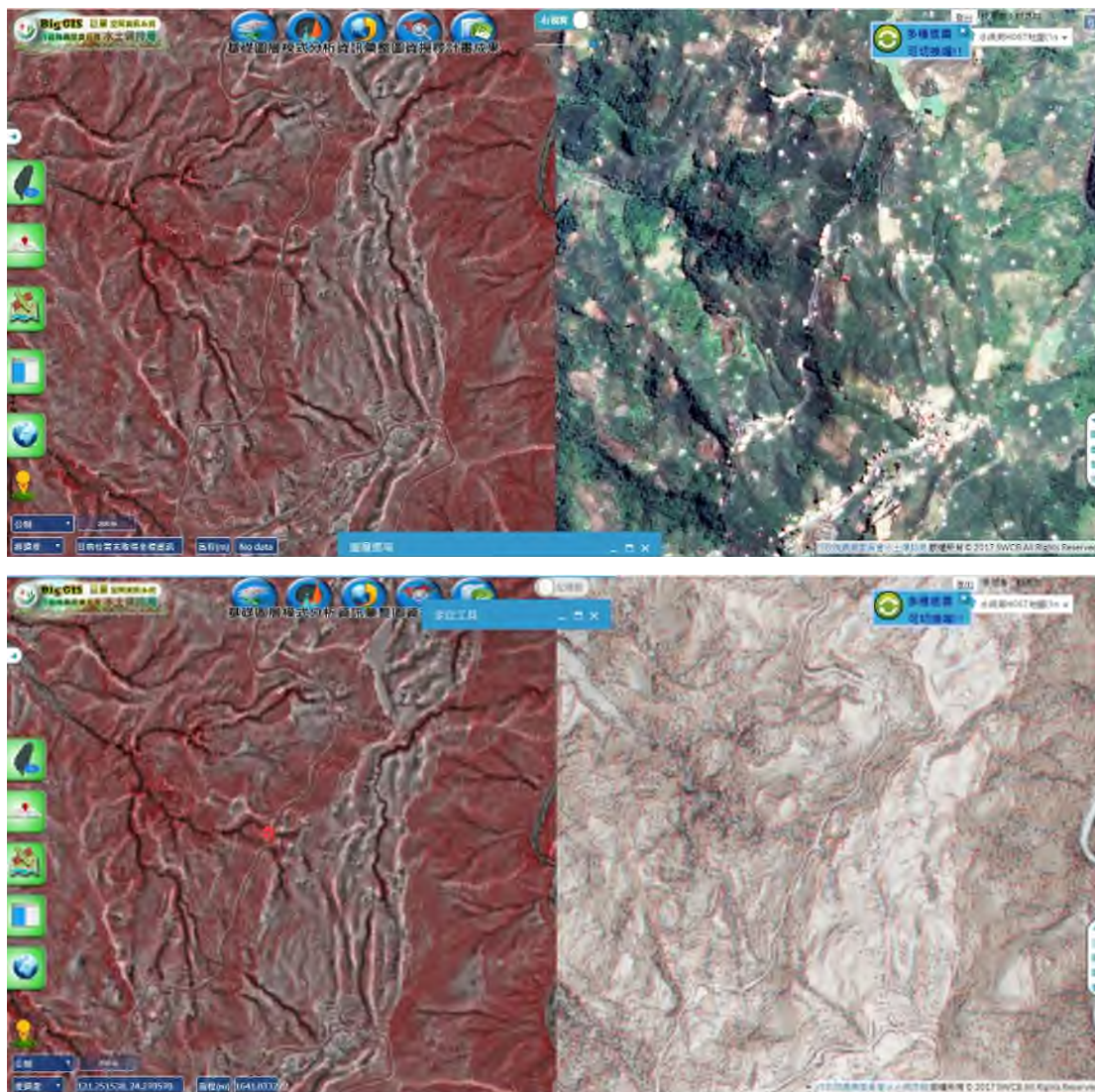


範例 22：看崩塌潛勢 遷急線

121.259564, 24.263932, 1825.592553

圖幅號：96214100

DEM 攝於 20120901



範例 23：看崩塌潛勢 遷急線、遷緩線、反向坡

120.667985, 22.742257, 911.591915

圖幅號：95183007

DEM 攝於 20110101

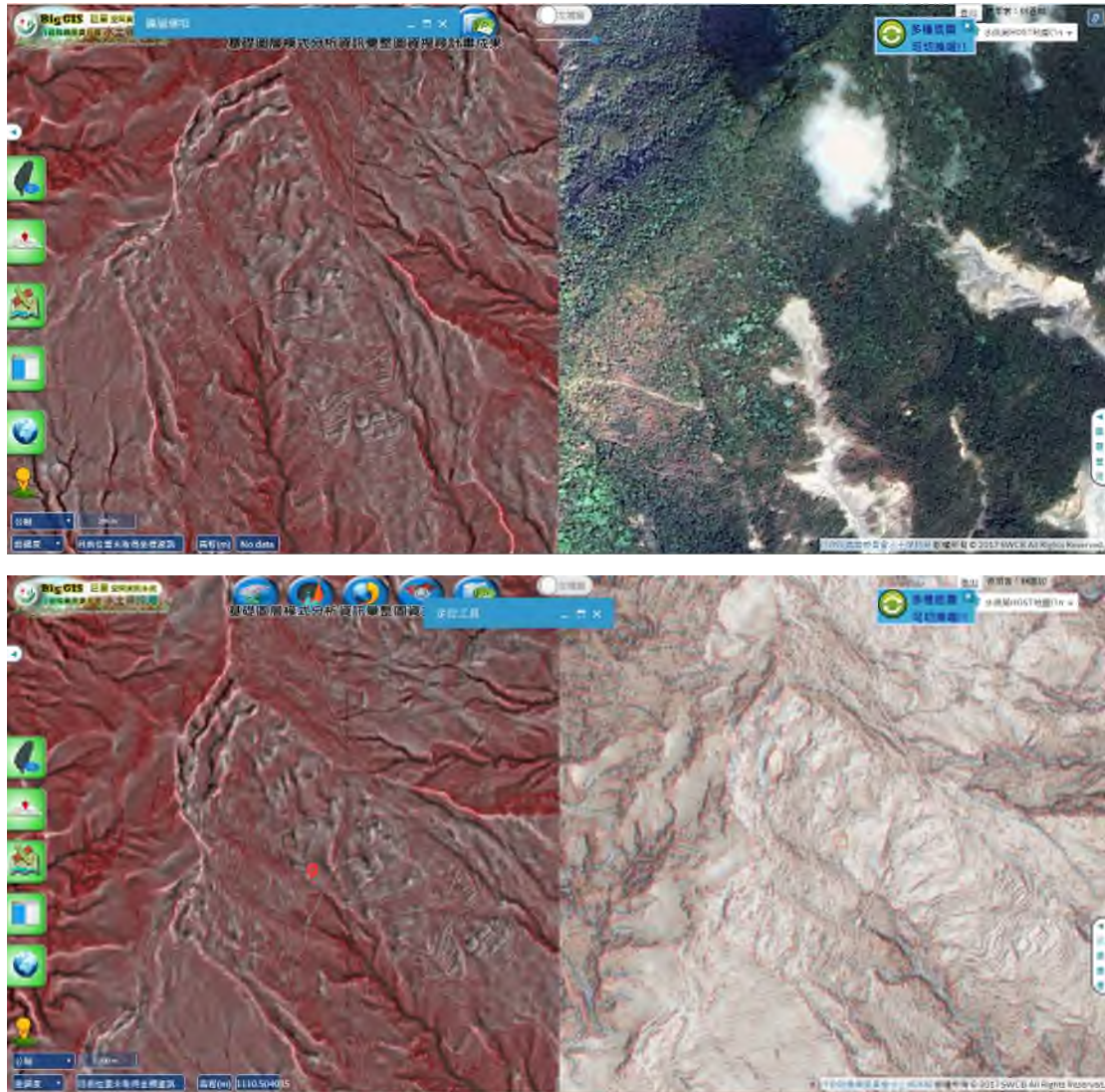


範例 24：看崩塌潛勢 多重山陵

120.681946, 22.830654, 1005.176038

圖幅號：95184067

DEM 攝於 20110101

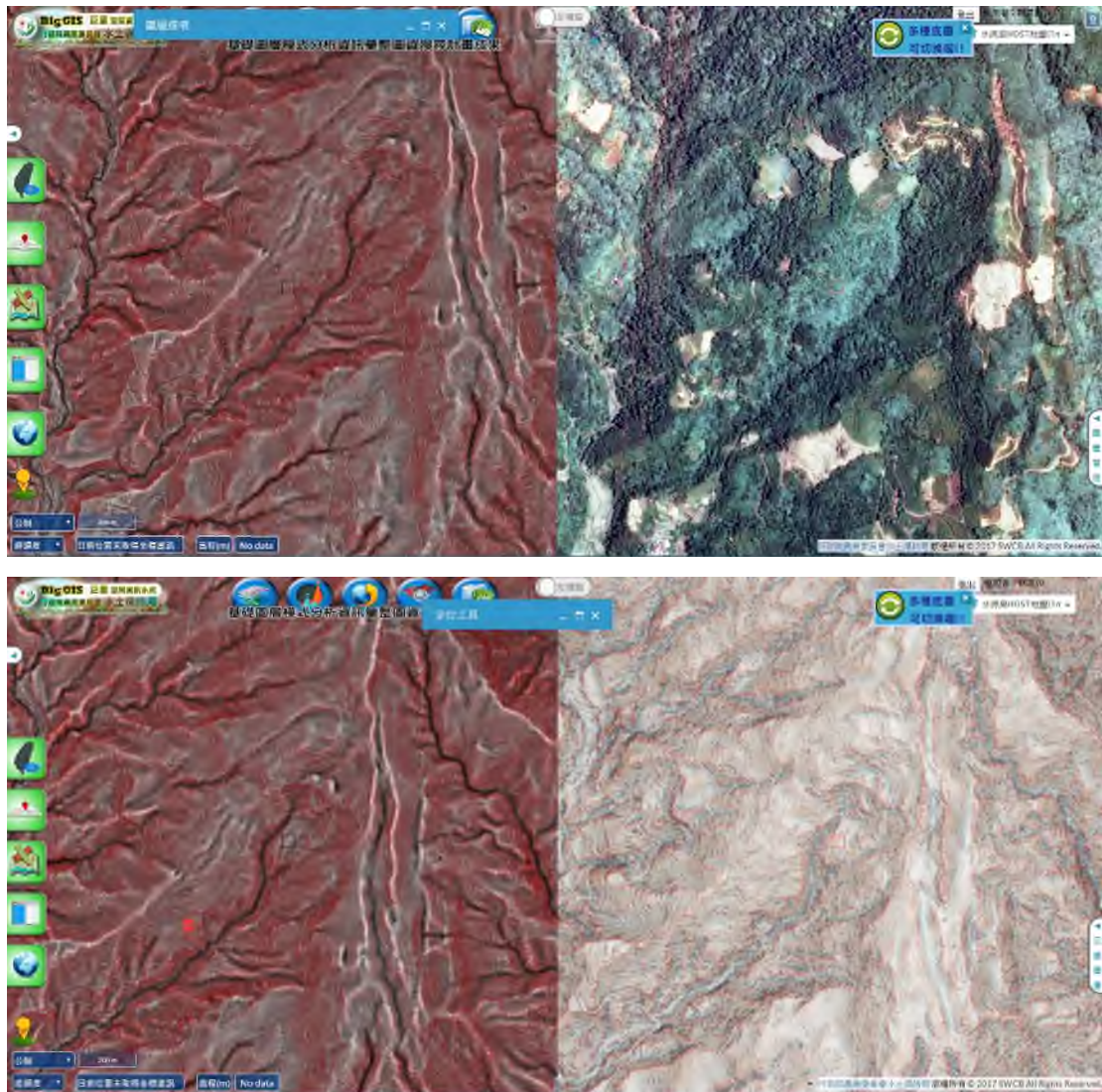


範例 25：看崩塌潛勢 遷急線、遷緩線、多重山陵、側邊裂隙

120.920325, 22.488451, 458.99394

圖幅號：95171007

DEM 攝於 20120801

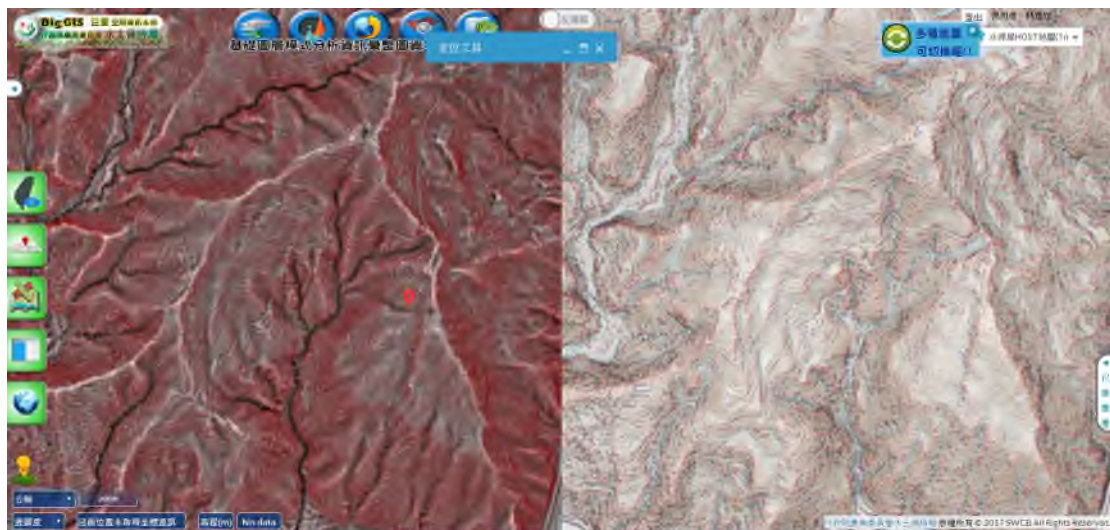
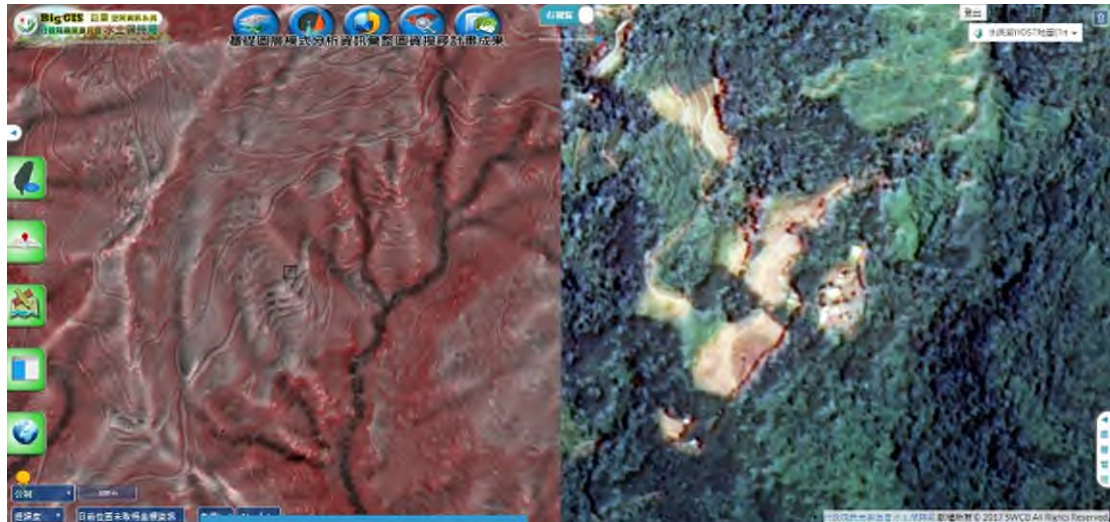


範例 26：看崩塌潛勢 坡趾隆起

120.942271, 22.471022, 336.547403

圖幅號：95171018

DEM 攝於 20120801

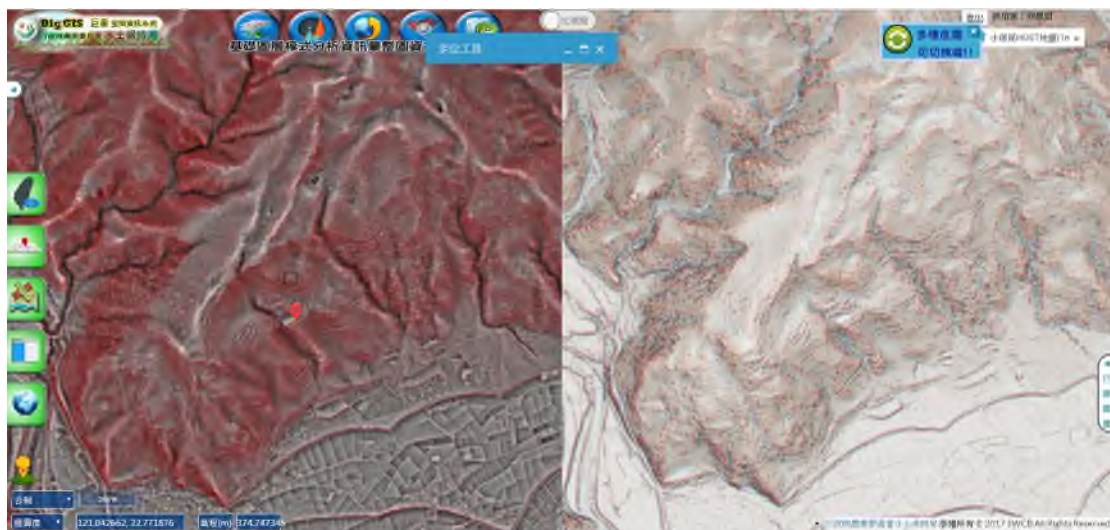
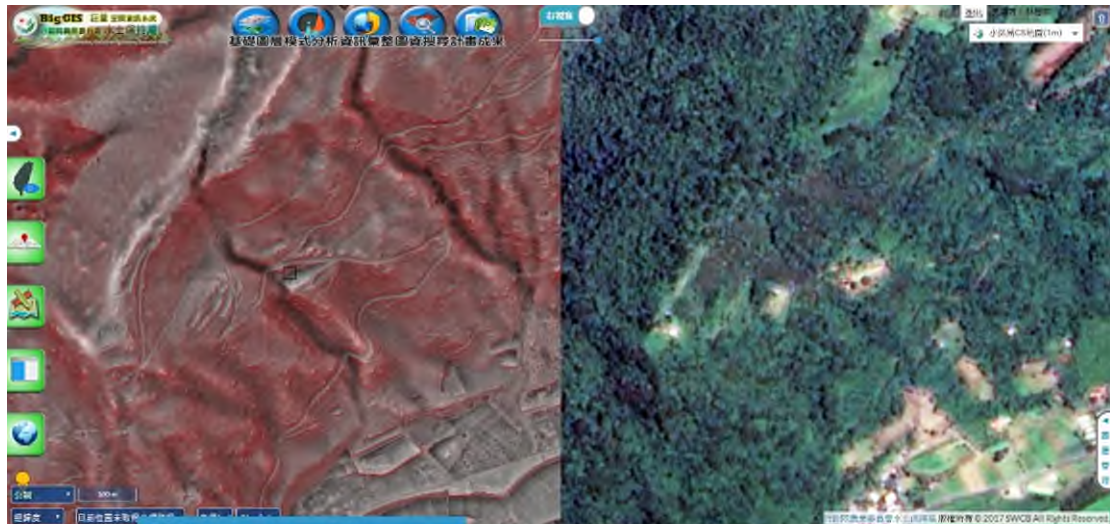


範例 27：看崩塌潛勢 坡趾隆起

121.045010, 22.771488, 289.346584

圖幅號：96184092

DEM 攝於 20120801



參考文獻

1. Collette Gantenbein, 2012, Creating Shaded Relief for Geologic Mapping using Multiple Light Sources, U.S. Geological Survey Open-File Report 2012-1171。
2. CS 立体図を用いた地形判読 (FOSS4G 2017 Tokyo ハンズオン) [https://www.slideshare.net/osgeojapan/csfoos4g-2017-tokyo\(2020\)](https://www.slideshare.net/osgeojapan/csfoos4g-2017-tokyo(2020)), (2020/09/23)。
3. 財團法人成大研究發展基金會, 2015, 國土保育之地質敏感地區調查分析計畫-非莫拉克颱風受災區域之地質敏感特性分析 (3/3), 經濟部中央地質調查所。
4. 高治喜、連惠邦, 2015, 運用遙測技術協助判釋大規模崩塌潛勢區域微地形特徵之研究, 行政院農業委員會水土保持局。
5. 蕭宇伸, 2017, 以嶄新 3D 地形表現技術(H.O.S.T.地圖)輔助地形判釋, 行政院農業委員會水土保持局。
6. 行政院農業委員會水土保持局, 2018, 大規模崩塌防減災技術交流國際研討會, 行政院農業委員會水土保持局。
7. 陳宏仁, 2020, 數值地圖地形地貌判釋應用專題講座, 行政院農業委員會水土保持局。
8. 林務局農林航空測量所, 2020, 航照圖資認識及航照判釋研習班, 行政院農業委員會林務局農林航空測量所。
9. Google Earth Engine Data Catalog, 檢自 <https://developers.google.com/earth-engine/datasets>, (2020/09/23)