

水保新利器－BigGIS 整合山坡地航遙測圖資加值與應用

The Innovative Device of SWCB - BigGIS integrates the Application of Aerial Survey and Remote Sensing Data in Slopeland

吳振佑¹、陳振宇¹、許炘志¹、柯明勳²、劉正千²

Chen-Yu WU¹ Chen-Yu Chen¹ Hsin-Chih Hsu¹ Ming-Hsun Ko² Cheng-Chien Liu²

1.行政院農業委員會水土保持局

2.國立成功大學全球觀測與資料分析中心

1. Soil & Water Conservation Bureau, Council of Agriculture, Executive Yuan

2. Global Earth Observation and Data Analysis Centre, National Cheng Kung University

摘要

行政院農業委員會水土保持局長期致力於山坡地防減災工作，從歷年計畫執行成果中，累積了大量珍貴圖資，為將豐富資源有效整合應用，建置了「巨量空間資訊系統」(簡稱BigGIS)。使用者可設定多種條件，快速搜尋查找巨量影像圖資，並透過3D模式或多視窗檢視，搭配多樣客製化工具與即時線上分析功能，提升水土保持業務執行規劃效率，亦整合多個單位提供之底圖或API服務，滿足各方使用者的需求，成為輔助水土保持業務應用之新世代的空間資訊系統。

關鍵字：巨量資料、遙測影像、網路地理資訊系統、防災

Abstract

Soil and Water Conservation Bureau, Council of Agriculture, Executive Yuan, has been committed to slopeland disaster prevention and mitigation in past decades. In past years, large amounts of precious GIS data have been collected from the implementation results of the plans. To make these GIS resources available for better integration and application, the “Big Geospatial Information System” (BigGIS) is established. With BigGIS, Users can set a variety of search criteria to quickly access huge amounts of remote sensing images. Meanwhile, through the 3D mode or the multi-window viewing with a variety of customized tools and online digital functions, BigGIS improve the execution and planning effectiveness for soil and water conservation. Also, BigGIS satisfies various users’ needs by its base maps or API services provided from multiple organizations. All in all, BigGIS is now becoming a new generation GIS that can better assist government officials and engineers in management of soil and water conservation.

Key Word: Big Data, Remotes Sensing Images, WebGIS, Disaster Prevention

一、前言

行政院農業委員會水土保持局長期致力於山坡地防減災工作，從歷年計畫執行成果中，累積了大量衛星影像、航空照片與無人飛機空拍影像等珍貴圖資。為將豐富資源有效整合應用，水保局建置了「巨量空間資訊系統」(Big Geospatial Information System，簡稱BigGIS)，並開放民眾線上瀏覽檢索，使用者可設定任意時間、空間、或其他屬性，快速搜尋查找巨量影像圖資，如圖1所示。除了提供一般線上地理空間資訊的工具外，更開發多項線上數化加值分析工具，提昇水土保持業務執行規劃效率，並整合多個單位提供之底圖或服務，透過多維度、多視窗的展示介面，用不同角度檢視豐富與多樣的歷史圖資，滿足各方使用者的需求，是為水保與防災新利器。

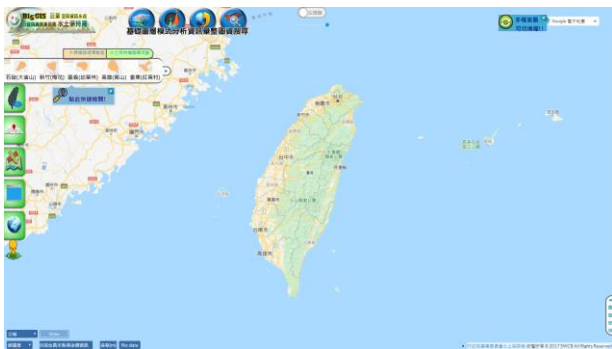


圖1 BigGIS首頁(<https://gis.swcb.gov.tw>)

二、BigGIS 功能特色介紹

BigGIS核心使用完全支援開放源碼之先進技術，針對水保局建置與應用巨量空間圖資之特性，導入超融合的伺服器架構，以兼具效能、擴充性與一致性之檔案標準化處理技術，將資料整合倉儲於符合國際標準之空

間圖資資料庫，從源頭控管圖資之格式與品質，並可迅速發布不同類型的空間資料，達成資料有效整合再應用之目標，相關功能特色分述如下。

2.1整合巨量圖資資源

在執行山坡地保育治理、監督管理或土石流防災業務時，經常需要歷年多元航遙測影像，以因應不同的工作需求。BigGIS從106年開始規劃建置以來，已彙整超過60TB的資料，主要資料類型為衛星影像、航空正射影像以及無人機空拍正射影像；其中累積超過13,000幅衛星影像中包含9顆來自不同國家的衛星，最早的衛星影像更可回溯至1966年，而解析度最高者達0.5m；而在航空照片方面，歷年與農林航空測量所合作中取得逾40,000幅之航空正射影像亦已納入系統。此外，在細部調查規劃或災害緊急調查時，常會透過UAV輔助拍攝，截至108年底，水保局計已產製超過20萬公頃多時期無人機空拍正射影像、建置逾100處實景3D模型。

為能更便利地搜尋各種不同時期影像及圖資來源，BigGIS提供整合式圖資搜尋工具，使用者可以依照需求，設定影像拍攝日期、篩選行政區域範圍，或在地圖上直接框選關注範圍後，即可快速得到不同類別的影像圖資及其數量，其中也包含水保局歷史影像平台內的歷史災害照片或重要地景影像，如圖2所示。針對影像搜尋的成果除可進一步依據影像類別(如衛星影像、航空照片、歷史照片、空拍產品等)篩選外，亦可利用衛星名稱或是行政區域進行，在BigGIS巨量多元圖資的完整架構下，均能快速便捷地找到最符合使用者需求的影像圖資。

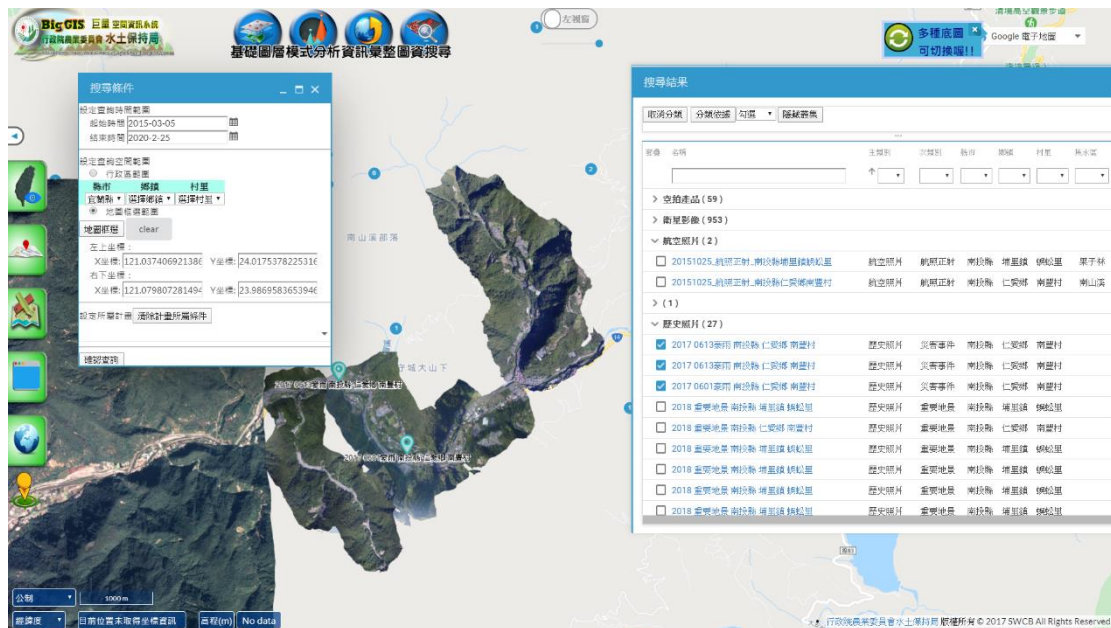


圖2 整合式圖資搜尋工具

2.2 影像處理技術與品質檢核

由於光學衛星影像的品質會受到取像時的天候影像，除了需要依照衛星本身拍攝的參數進行校正外，許多細節常會因為雲覆等原因不易辨識，而BigGIS為提供使用者最佳的視覺效果，會將影像進行分層自適化增揚處理(Liu, 2020)，解析各種雲覆情境，經過此方法處理之後，衛星影像可以在使用者檢視影像圖磚之任何細節層中，都能夠以最適合該細節層之自適化對比增揚方式來呈現影像，針對土砂災害發生後，能從大範圍的區域中快速辨識出災害影像範圍，提昇地表裸露地或建物較好的檢視效果，如圖3所示，對於有影像判釋需求的人來說，能夠省下圖資取得與前處理的時間，並在線上直接完成各式圖資套疊需求。

為確保水保局購置的衛星影像或計畫所產出的UAV正射影像均保有一定的幾何精度，BigGIS在收到相關圖資時，會先進行幾何偏差精度檢核，透過內政部國土測繪中心所提

供的臺灣通用電子地圖以及林務局農航所所提供的25cm解析度之正射影像，選定有空間特徵可以進行匹配的區域，進行偏移量計算，針對均方根偏差過大的衛星影像採取現場絕對精度檢核，而UAV空拍正射合成影像若偏移量較大，則會請上傳者校正過後，再重新上傳符合精度規定的正射影像，確保在BigGIS上所展示的圖資品質都能符合使用需求。

2.3 客製化管理多元圖資

除了典藏巨量影像圖資外，BigGIS也彙整了不同單位提供的基礎向量圖層，包含行政區界、道路圖、水利署、林務局及地調所之常用圖資，輔助水土保持業務執行時，經常需要套疊各單位權屬範圍，釐清工程或災害現場的責任歸屬，或是在進行工程規劃時判斷地質狀況與不同計畫分區等。一般而言，傳統的Web GIS平台若圖層資料量過大時，可能會導致系統操作不流暢或網頁無法正常顯示，但現在BigGIS透過向量圖磚的技術，

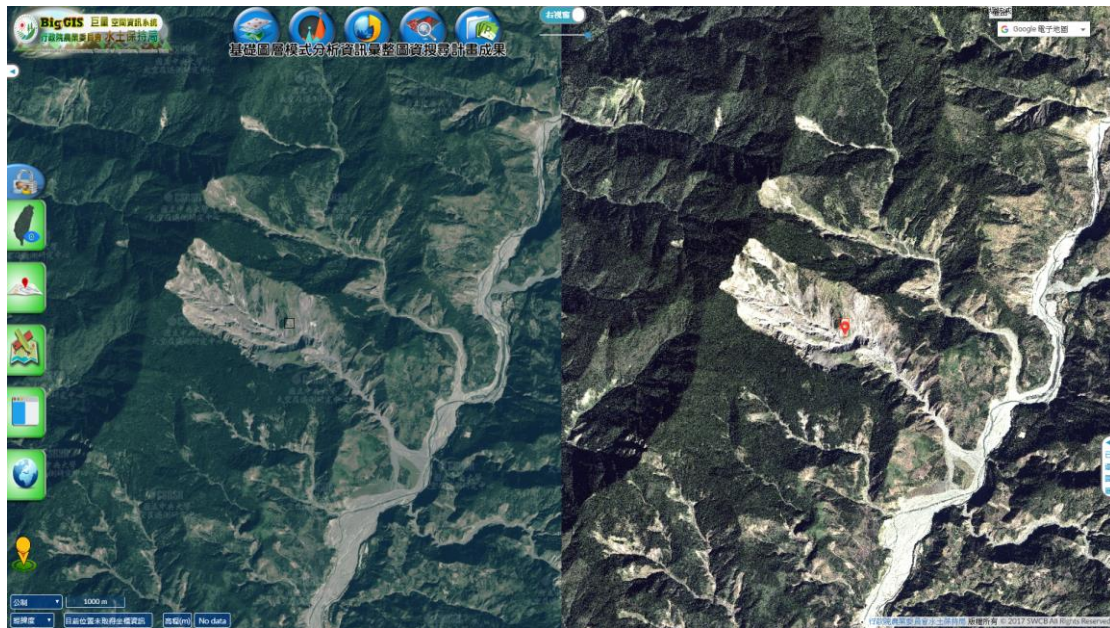


圖3 2019年SPOT衛星影像經分層自適化增揚處理前(左)後(右)之效果

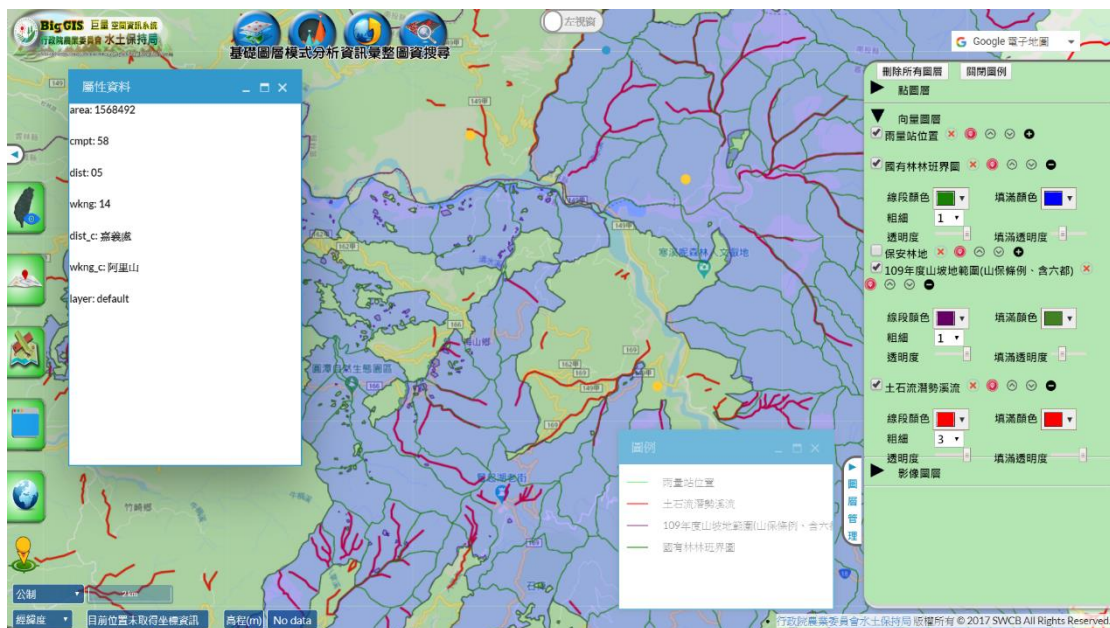


圖4 外部向量圖資匯入與客製化圖層管理

不僅可保留所有的屬性資料，亦大幅提升系統效能與展圖速度。此外，為能夠輕易辨識不同圖層堆疊後之差異，BigGIS提供使用者自行設定向量圖層階層順序、填滿顏色、線段顏色、粗細及透明度等，滿足使用者任意調整、比對之需求。另外，針對系統尚未提

供之圖資，BigGIS則客製化了向量圖資匯入工具，對於3MB以內如shp、kml等常見向量圖資，均可快速匯入至BigGIS內，並與系統內既有圖資進行套疊分析。分析結果資料亦可輸出為標準GeoJSON等格式，方便後續之資料交流與共享。相關功能頁面如圖4所示。

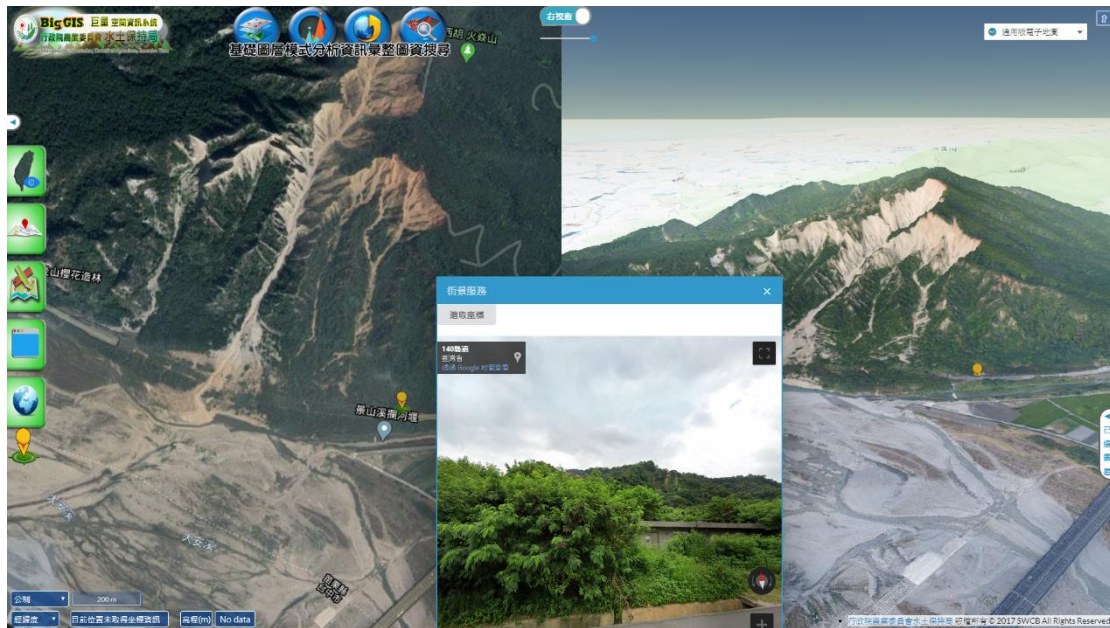


圖5 雙視窗結合3D模式與街景連動




圖6 Sentinel-2線上單期影像裸露地自動判識分析

2.4完整的檢索瀏覽工具

為快速找到使用者關心的地點，BigGIS提供多樣的定位工具，可利用模糊地址或地標資訊定位、土石流潛勢溪流編號定位與坐標定位等，依照使用者所擁有的資訊來源，

迅速移動系統畫面至該定點。同時，為滿足前後期影像之比對需求，BigGIS提供不同的視窗模式進行多元之圖層組合檢視。除可自由切換單/雙視窗外，亦可利用滑動視窗功能，配合雙視窗畫面中心之方框精確地比對不同時期影像之差異。



定所需要的光譜波段與範圍，並可快速分析與下載完整衛星影像資料與執行成果，透過衛星影像圖資參數調整工具，能達到客製化的成像效果。同時，BigGIS亦提供圖資序列化動態GIF檔產製工具，方便使用者針對關注區域進行線上多期快速截圖，並產製動態GIF檔。除能自訂調整影格撥放的速度、加入坐標格線、說明文字內容及文字大小外，此動態GIF檔亦可隨使用者在圖台上放大縮小檢視區域時同步變化，在執行分析結果或時空間變化說明時，可當作簡便的輔助圖示工具。

三、BigGIS 應用實績

BigGIS 自系統上線以來，積極推動服務與強化各項功能，藉由建構便利的展示介面，整合豐富的圖資與多元分析工具，相關豐碩成果概述如下：

3.1 主題式推廣與自產底圖

鑒於莫拉克風災造成小林村大規模崩塌等複合型災害，水保局初步篩選出34處風險較高之大規模崩塌潛勢區。而為進行相關區域之展示說明，BigGIS率先針對新北石碇(大崙山)、新竹(梅花)、嘉義(幼葉林)、高雄(萬山)、臺東(紅葉村)等五處製作主題圖資，以利相關資訊快速展示。在此成果中，僅須點選BigGIS首頁畫面中之圖示按鈕，即可一鍵開啟預先設定之大規模崩塌潛勢區相關影像圖層，大幅降低圖資查找時間，並提高民眾使用意願。另外，配合水保局歷史文物檔案展相關活動，亦將臺灣第一處水土保持示範區之歷史規劃圖資與多元影像進行套疊，詳

另一方面，BigGIS亦支援3D模式檢視。在此模式中，可將各種影像圖層套疊至全島20m解析度之地形資料，除在坡地中明顯看出地形起伏之效果外，亦可將資料庫中建立之3D模型，透過obj的開放格式，在圖台上直接檢視。此外，為建構全方位之地理資訊閱覽模式，BigGIS已整合上述兩種技術，將雙視窗搭配3D模式及Google街景連動，同時獲得2D平面地圖資訊、3D模型立體檢視以及街景影像定位，更透過鏈結三個視窗的方向資訊，將三個畫面即時連動旋轉朝向同一方向，以利使用者更能完整掌握空間資訊，如圖5所示。針對多樣向量圖資套疊需求於3D模式檢視，BigGIS也提供了區域型3D檢視模式，使用者可以先將關注區域的圖資匯入開啟、並點選3D地形建置功能，系統會先取得數值高程的資訊，結合套疊好的圖層影像，開啟獨立的區域型3D視窗，使用者可以自由縮放、旋轉、拖拉並調整地形顯示的倍率以及網格效果輔助檢視，未來將會進一步結合地質鑽探與地震資料，以地下3D的方式，將相關成果以更簡單視覺化的方式呈現。

2.5 智慧雲端線上分析

為提升資料加值應用，BigGIS首創多個智慧化線上數化分析工具。透過每5天自動產出之全島Sentinel-2衛星影像資料，可提供單期影像裸露地自動判識分析、兩期影像裸露地變異分析、常態化差異水體指標分析、植生指標分析、標準化燃燒指標分析等，如圖6所示，提供使用者初步的分析結果，其判釋與分析結果亦提供kml下載，以利後續加值應用。另外，BigGIS亦針對Sentinel-2衛星所提供的13個多光譜波段資料，讓使用者自行選

實呈現土地隨時代演進之變遷歷史，並推廣水土保持工程實施成效，相關套疊圖如圖7所示。

而在底圖選擇上，BigGIS亦提供多元底圖可供切換，其預設為電子地圖(Google)，而其他底圖則分別為臺灣通用電子地圖、地調所地質圖、國土利用調查成果圖、農航所航照圖與相片基本圖等。另外，因傳統地形判釋易因判讀者之熟練性不同，導致判釋結

果不一致，此系統特別加入水保局應用6米與20米數值高程模型加值產出之H.O.S.T地圖(蕭宇伸，2017)及日本長野縣立林業研究中心所開發的CS地圖，提供更直覺之新型態地形呈現方式，以期使用者透過立體效果與加值底圖，在2D的平面上就能看出山脊、山谷等地形地貌特徵，甚至應用在對地質災害的地形特徵有更佳之辨識能力，相關加值底圖如圖8所示。

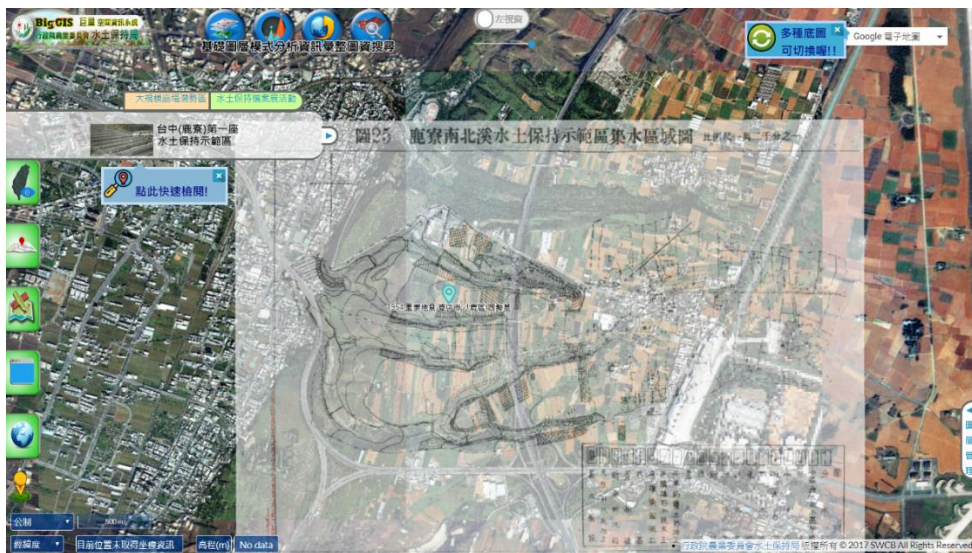


圖7 臺灣第一處水土保持示範區主題展示

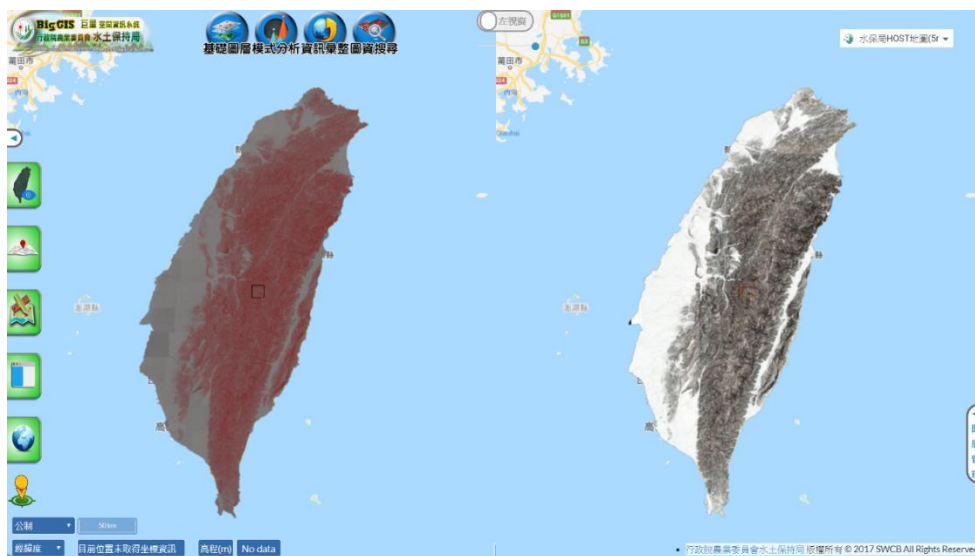


圖8 H.O.S.T地圖(左)及CS地圖(右)

3.2 災害輔助調查應用

因應颱風豪雨或地震災害時，需進行即時決策或災後災因判斷，BigGIS透過線上整合資源，輔助相關業務同仁。以災中應變為例，此系統將會在災害應變期間製作事件專屬資料夾，透過防災同仁蒐集的新聞災點資料，了解最新的災害分布與相關描述，可進一步透過地圖定位查找災害確切發生位置，並配合街景輔助定位或是路徑規劃找到最短路線，與系統上核心圖資進行套疊，輔助評估災害影響範圍，如圖9所示。另外，亦可搭配不同之地圖繪製及輔助工具，產製災害現況圖說，並使用線上數化分析工具，檢視災害前後影像差異與評估影響範圍，製作災後調查報告。

3.3 多元影像及圖資輔助業務執行

水保局為山坡地管理之中央業務主管機關，負責集水區與河川界點以上野溪之水土

保持調查、規劃、保育、治理及督導，在執行山坡地集水區整體治理調查規劃時，常需要蒐集多項基礎資料。例如在崩塌地判釋或是各單位權屬範圍釐清上，可透過BigGIS上完備的圖資資料庫快速獲知結果。同時藉由歷年衛星影像、航照、UAV空拍影像，亦可快速建立集水區歷年崩塌變化判釋。如圖10所示，在該範圍內可透過不同圖層套疊找到土石流潛勢溪流位置與資訊，釐清水保局與林務局之管理範圍，進一步透過整合式圖資搜尋工具，找到BigGIS資料庫中9期的空拍影像、1602張不同衛星之多時期影像，45張高解析航空照片，可再依據每一年村里、集水區、年度等資訊快速篩選所需圖資，大幅提升工作效能。

此外，在山坡地範圍劃定及檢討業務部份，水保局近年來已應用國內新建立之高精度數值地形資料，大幅提昇工作效率並提供更精準之成果，藉由BigGIS提供的2D及3D圖台來套疊圖資，更能輔助業務成果展示及



圖9 BigGIS於災害調查使用案例

說明。以水保局於2019年公告的山坡地範圍圖資為例，除了在BigGIS上展示平面的圖層範圍以外，還可以切換至區域3D展示引擎，讓使用者將圖層套疊於20m解析度的數值地形模型上檢視。如圖11，使用者可透過外部向量匯入工具，將2020年嘉義縣市山坡地範圍檢討圖資匯入，其中綠色區塊為預計更新

後之山坡地範圍，紅色區塊為預計劃出山坡地的部份。將此圖資展示於BigGIS之區域3D展示引擎時，其成果如圖12，可清楚呈現檢討後之山坡地範圍邊界精準地落在地形遷緩線上，有助於檢核成果並以視覺化方式對外說明。

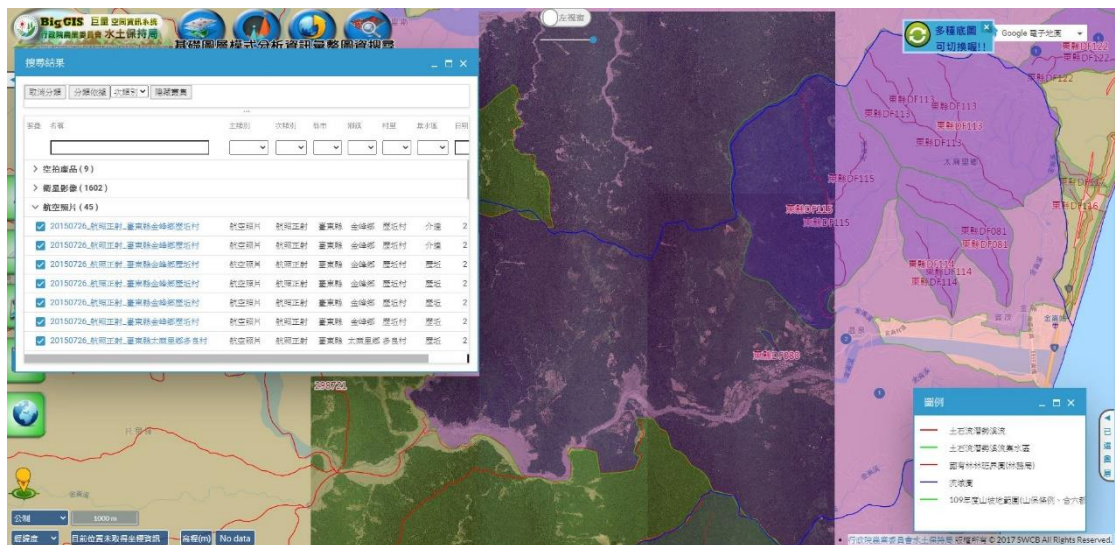


圖10 整合集水區調查業務圖資查詢示範

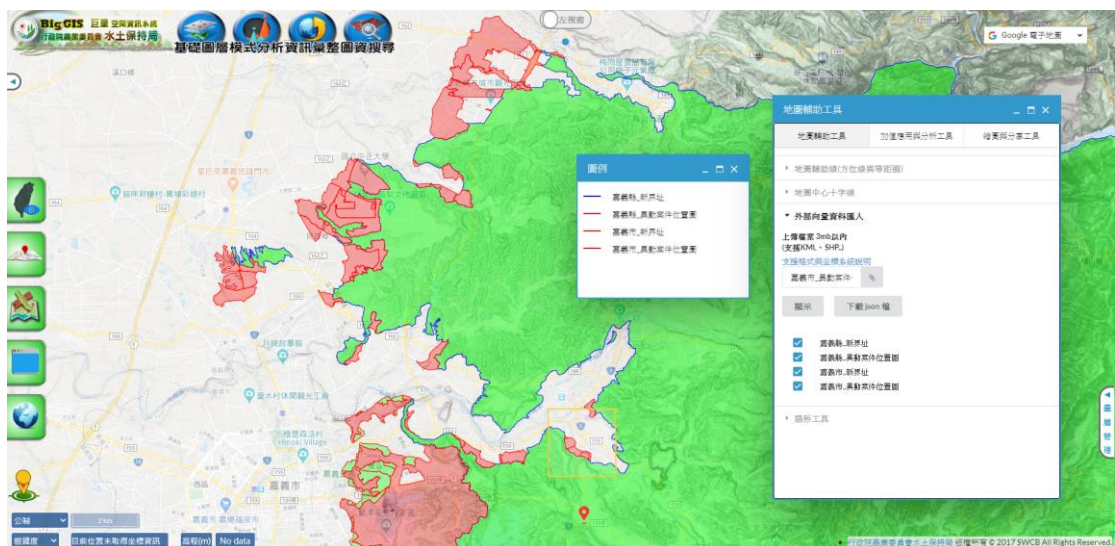


圖11 BigGIS展示嘉義縣市山坡地重劃圖資，紅色範圍為舊版山坡地範圍，綠色為新版山坡地範圍

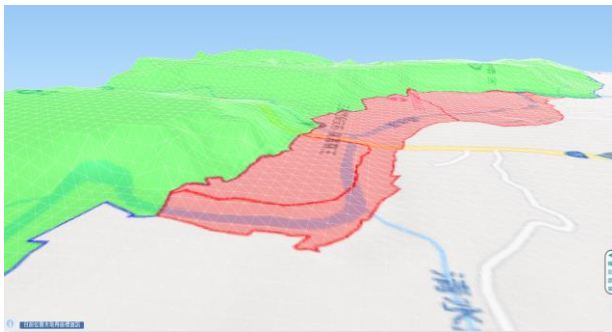


圖12 BigGIS的區域3D功能輔助山坡地範圍劃定成果展示

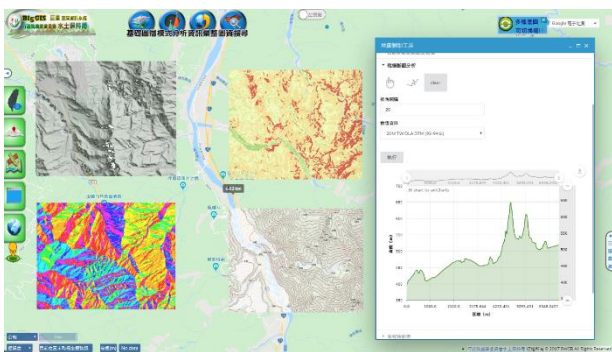


圖13 BigGIS介接地政司數值地形模型成果加值API服務

3.4機關協作，智慧共享

基於國發會開放資料政策及國際空間圖資與詮釋資料標準，BigGIS已建立圖資共享機制，除有助於減低異質性資料流通與應用之障礙，亦落實避免資源重複購置及加速資料流通之目標。因此，BigGIS不但已將各機關提供之資源整合運用，亦持續發布各項服務。例如，透過國土測繪中心和內政部地政司數值地形模型加值應用服務平台，串聯縱橫斷面分析、高程陰影圖、等高線計算、坡度坡向分析、地址模糊定位等多個API服務，結合BigGIS內建的豐富圖資，驅動更多加值應用成果，如圖13所示。使用者只需要圈繪分析範圍，系統會自動協助派送相關參數，即時產製成果，並提供下載服務。同時，水保局亦首創將UAV正射影像圖磚與災害事件衛星影像判識成果，以符合國發會共通性應

用程式介面規範之格式，製成Open API服務，強化系統圖資之流通與共享，未來將朝向開放更多資源與服務而努力，打造公私協力創新的地理資訊服務平台。

四、結語

水保局多年來已建置、蒐集、累積了具有空間屬性的巨量資料，是國家寶貴的資產，透過BigGIS建立影像圖資標準化作業流程，能夠迅速查找、檢視、套疊不同影像圖層，同時搭配多種輔助及分析工具，可完成各項服務需求。有別於一般的地理資訊系統，BigGIS開發了多項智慧化線上數化工具，並製作多張加值應用底圖，大幅節省專業地理圖資取得的成本，能夠讓使用者更專注在資料分析與應用上，係坡地防災及管理上之利器。BigGIS巨量資訊空間系統已有效地達成管理、展示、分析與共享之目標，未來將持續拓展更多服務面向，精進個人化主題管理，鏈結多方單位資源，創立新型態地理空間資訊系統的標竿。

參考資料

- 1.柯明勳(2018)，107 年統合運用大規模崩塌防減災空間資訊計畫，行政院農業委員會水土保持局
- 2.柯明勳(2019)，108 年巨量空間地理資訊平台維運計畫，行政院農業委員會水土保持局
- 3.Liu, C. C.(2020), "Adaptive Contrast Enhancement of Optical Imagery Based on Level of Detail (LOD)", Remote Sensing. 12. 1555. 10.3390/rs12101555.
- 4.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