

國軍退除役官兵輔導委員會  
榮民森林保育事業管理處

# 「利用遙測影像調查棲蘭山 100線林道森林資源」

## 委託調查案

## 成果報告書

中華民國109年11月



# 「利用遙測影像調查棲蘭山 100 線林道森林資源」委託調查案

## 摘要

國軍退除役官兵輔導委員會榮民森林保育事業森保處所轄棲蘭山林區其中太平山事業區及大溪事業區，37,152 公頃，人工林面積約為 5,491 公頃。

本年度規劃執行「利用遙測影像調查棲蘭山 100 線林道森林資源」委託調查案，就棲蘭山林區 100 線林道內之人工林進行以航空攝影測量及空載光達數據蒐集，將航拍成果運用於計算樹冠高程模型、分析人工林林分與重要樹種點雲特徵、分析人工林空間分布特徵之林分冠層結構多樣性及空間分布特徵，並進一步整合固有造林臺帳資料，繪製人工林蓄積量與資源分布地圖，以維護自然保留區之珍貴性價值。

本案使用專業航拍飛機搭載空載光達與航拍相機推動本案執行，確保計畫時效性之掌握，降低氣候影響，並能於測區快速大面積掃瞄獲取資料。本案產製了 1 公尺解析度 DEM、DSM 與 10 公分解析度正射影像。透過本案獲得之基礎圖資正射影像與數值高程，結合分析成果建置 Skyline 3D GIS 系統平台，做為資料展示。



# 目 錄

|                             |           |
|-----------------------------|-----------|
| 目錄 .....                    | II        |
| 圖目錄 .....                   | III       |
| 表目錄 .....                   | IV        |
| <b>第一章 計畫目標 .....</b>       | <b>1</b>  |
| 1-1 計畫緣起與目標 .....           | 1         |
| 1-2 計畫範圍 .....              | 2         |
| <b>第二章 工作項目及實施方法 .....</b>  | <b>3</b>  |
| 2-1 作業程序 .....              | 3         |
| 2-2 航線規劃 .....              | 4         |
| 2-3 航空攝影測量 .....            | 5         |
| 2-4 空載光達掃瞄 .....            | 8         |
| 2-5 正射影像及數值高程模型製作 .....     | 9         |
| 2-5-1 正射影像製作 .....          | 9         |
| 2-5-2 數值高程模型製作 .....        | 12        |
| 2-6 執行進度 .....              | 14        |
| <b>第三章 調查成果 .....</b>       | <b>15</b> |
| 3-1 基本圖資收集 .....            | 15        |
| 3-1-1 航空攝影測量 .....          | 15        |
| 3-1-2 數值高程與表面模型製作 .....     | 17        |
| 3-2 樹冠高程模型單木分割成果 .....      | 18        |
| 3-3 巨木熱區 .....              | 19        |
| 3-4 臺灣杉三姊妹 .....            | 22        |
| 3-5 人工林點雲特徵 .....           | 22        |
| 3-5-1 柳杉人工林行列疏伐 .....       | 22        |
| 3-5-2 檜木天然下種更新作業 .....      | 25        |
| 3-6 地面檢核點測量 .....           | 27        |
| <b>第四章 加值與回饋 .....</b>      | <b>29</b> |
| 4-1 建置 3D GIS 平台(單機版) ..... | 29        |
| 4-2 3D GIS 系統教育訓練 .....     | 32        |



|                       |    |
|-----------------------|----|
| 第五章 調查人力配置 .....      | 33 |
| 5-1 工作團隊之人力配置規劃 ..... | 33 |
| 第六章 結論 .....          | 35 |
| 第七章 相關參考文獻 .....      | 36 |

## 圖 目 錄

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| 圖 1-1 棲蘭山林區範圍圖 .....                  | 2  |
| 圖 2-1 作業流程圖 .....                     | 3  |
| 圖 2-2 航線規劃圖 .....                     | 4  |
| 圖 2-3 PhaseONE 航拍成果 .....             | 5  |
| 圖 2-4 航測數位式攝影機(PhaseOne)率定合格報告書 ..... | 6  |
| 圖 2-5 P68C-TC 飛機 .....                | 7  |
| 圖 2-6 正射影像糾正示意圖 .....                 | 10 |
| 圖 2-7 不同網格 DEM 正射影像糾正示意圖 .....        | 10 |
| 圖 2-8 正射影像 (橋梁部分) 修正情形 .....          | 11 |
| 圖 2-9 正射影像無接縫鑲嵌示意圖 .....              | 11 |
| 圖 2-10 TerraSolid 點雲人工編輯畫面 .....      | 12 |
| 圖 2-11 點雲分類示意圖 .....                  | 13 |
| 圖 2-12 數值模型產制流程 .....                 | 14 |
| 圖 3-1 航線紀錄圖 .....                     | 15 |
| 圖 3-2 棲蘭山 100 線林道沿線正射影像成果 .....       | 16 |
| 圖 3-3 1 公尺解析度 DEM 渲染圖 .....           | 17 |
| 圖 3-4 1 公尺解析度 DSM 渲染圖 .....           | 18 |
| 圖 3-5 CHM 單木分割成果 .....                | 19 |
| 圖 3-6 40m 以上巨木熱區 .....                | 20 |
| 圖 3-7 50m 以上巨木熱區 .....                | 20 |
| 圖 3-8 60m 以上巨木熱區 .....                | 21 |
| 圖 3-9 70m 以上巨木熱區 .....                | 21 |
| 圖 3-10 臺灣杉三姊妹點雲型態 .....               | 22 |



|        |                                   |    |
|--------|-----------------------------------|----|
| 圖 3-11 | 魚骨式柳杉人工林行列疏伐作業示意圖 .....           | 23 |
| 圖 3-12 | 100 線林道 16.5K 魚骨式柳杉人工林點雲型態 .....  | 23 |
| 圖 3-13 | 100 線林道 16.5K 魚骨式柳杉人工林正射影像 .....  | 24 |
| 圖 3-14 | 100 線林道 16K 檜木天然下種更新作業區點雲型態 ..... | 25 |
| 圖 3-15 | 100 線林道 16K 檜木天然下種更新作業區正射影像 ..... | 26 |
| 圖 4-1  | Skyline 3D GIS 圖層整合能力一覽.....      | 29 |
| 圖 4-2  | 正射影像展示於 Skyline 3D GIS 平台.....    | 30 |
| 圖 4-3  | Skyline 3D GIS 平台點雲套疊畫面 .....     | 30 |
| 圖 4-4  | Skyline 3D GIS 平台前後期影像比對功能.....   | 31 |
| 圖 4-5  | Skyline 3D GIS 平台波向分析功能 .....     | 31 |
| 圖 4-6  | 辦理教育訓練過程照片 .....                  | 32 |
| 圖 5-1  | 工作組織架構圖.....                      | 33 |

## 表 目 錄

|       |                                    |    |
|-------|------------------------------------|----|
| 表 2-1 | 航線規劃資訊.....                        | 4  |
| 表 2-2 | 航空專用數位式像機 (PhaseONE) 規格表 .....     | 5  |
| 表 2-3 | P68C-TC 飛機規格表.....                 | 7  |
| 表 2-4 | IGI IMU 規格表 (最高頻率可達 256Hz/s) ..... | 8  |
| 表 2-5 | 空載光達掃瞄儀 Riegl LMS-Q780 規格表 .....   | 9  |
| 表 3-1 | 臺灣杉三姊妹基本資料 .....                   | 22 |
| 表 3-2 | 地面檢核點坐標成果表 .....                   | 27 |
| 表 3-3 | 地面檢核點點位遠近照 .....                   | 27 |
| 表 5-1 | 工作團隊之人員背景資料簡表.....                 | 34 |

## 附 件

Skyline 3D GIS 平台教育訓練手冊



# 第一章 計畫目標

## 1-1 計畫緣起與目標

國軍退除役官兵輔導委員會榮民森林保育事業森保處(以下簡稱森保處)所轄棲蘭山林區其中太平山事業區及大溪事業區，37,152 公頃，人工林面積約為 5,491 公頃。為瞭解森林資源，於 105 年進行鴛鴦湖、神木園及其周邊之光達航拍；106 年再收集鴛鴦湖地區 LiDAR 資料，並完成鴛鴦湖地型、森林覆蓋、結構及孔隙等基礎分析。本年度規劃執行「利用遙測影像調查棲蘭山 100 線林道森林資源」委託調查案乙案(以下簡稱本案)，就棲蘭山林區 100 線林道內之人工林進行航空攝影測量及空載光達數據蒐集，以備後續將航拍成果運用於計算樹冠高程模型、分析人工林林分與重要樹種點雲特徵、分析人工林空間分布特徵之林分冠層結構多樣性及空間分布特徵，並進一步整合森保處固有造林臺帳資料，繪製人工林蓄積量與資源分布地圖，以維護自然保留區之珍貴性價值。

本案主要工作項目如下：

- 一、 調查區域人工林航空攝影測量
- 二、 調查區域人工林空載光達掃瞄
- 三、 調查區域人工林正射影像及高程模型(DEM、DSM)製作



## 1-2 計畫範圍

本案就棲蘭山林區 100 線林道內之人工林進行航空攝影測量及空載光達數據蒐集，範圍如下。



圖1-1 棲蘭山林區範圍圖



## 第二章 工作項目及實施方法

### 2-1 作業程序

本案採用自有飛機 P68-TC 搭載空載光達 Riegl LMS-Q780 與專業航拍像機 PhaseONE，能於本案作業期間內快速完成掃瞄與拍攝，產製最為完整之 10 公分彩色正射影像與 1 公尺網格解析度之數值高程；並同時加值提供森保處 3DIS 平台(單機版)建置，使本案之成果得到更充分之運用。本章節中將描述「航空攝影測量」、「空載光達掃瞄」、「正射影像與數值高程製作」以及「資料分析」等作業內容，詳細作業流程圖如圖 2-1。

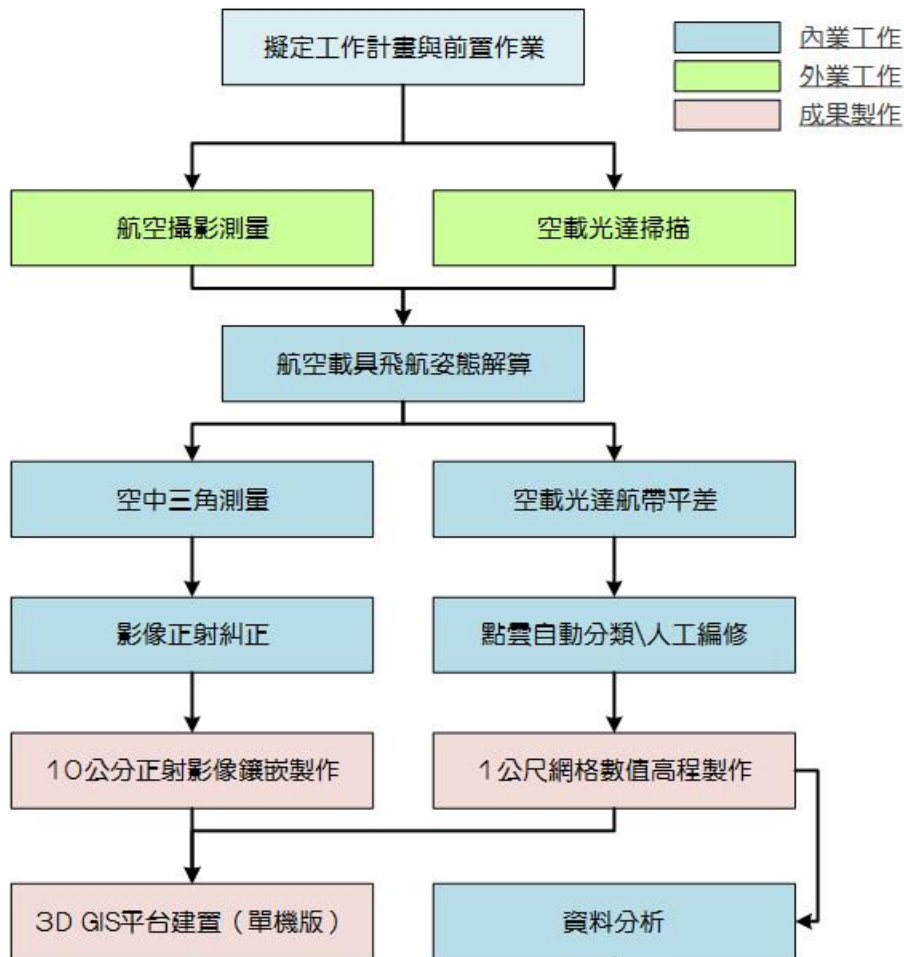


圖2-1 作業流程圖



## 2-2 航線規劃

衛星影像圖上套疊拍攝區域。依地形走勢方向設計航線，並額外劃設一條交叉航線確保資料品質，共 13 條航線。



圖2-2 航線規劃圖

表2-1 航線規劃資訊

| 項目                       |                    | 規劃資訊               | 備註            |
|--------------------------|--------------------|--------------------|---------------|
| 飛航高度                     |                    | 3000 m             | -             |
| 航拍測線                     |                    | 13 條               | -             |
| 飛航長度                     |                    | 102.6 公里           | -             |
| iXU-RS<br>1000<br>影像     | 正射影像成果最佳地面解析度(GSD) | 10 公分              | 計畫範圍內山谷處 15cm |
|                          | 左右重疊               | 30 %               |               |
|                          | 前後重疊               | 80 %               | -             |
| Riegl LMS-<br>Q780<br>光達 | 左右重疊               | 35 %               | -             |
|                          | 發射頻率               | 240 Khz            | 距離地高：750m     |
|                          | 雷射強度               | 100 %              | -             |
|                          | 地面點平均密度            | 2 點/m <sup>2</sup> | 航線重疊區域內       |



## 2-3 航空攝影測量

- 一、於衛星影像圖上套疊拍攝區域，依地形走勢方向設計航線，並額外劃設一條交叉航線確保資料品質。
- 二、採用航測專用航測傾斜像機 PhaseONE IXU-RS 1000 (AOS-5) (詳細規格如表 2-2)，PhaseONE 既有航拍成果示意如圖 2-3 所示；原廠率定報告書圖 2-4。

表2-2 航空專用數位式像機 (PhaseONE) 規格表

| 項次 | PhaseONE                                           |                                                                                                                 |
|----|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 像素：1 億畫素                                           | <br>PhaseONE IXU-RS 1000 實機照 |
| 2  | 像元解析度：4.6 $\mu$ m                                  |                                                                                                                 |
| 3  | 最大解像度：11,608 x 8,708                               |                                                                                                                 |
| 4  | 感測大小：53.4 x 40.0 mm                                |                                                                                                                 |
| 5  | 焦距：55mm                                            |                                                                                                                 |
| 6  | 快門速度：1/2,500 秒                                     |                                                                                                                 |
| 7  | 輸出格式：Phase One RAW, TIF, JPG<br>可輸出 8-bits、16-bits |                                                                                                                 |

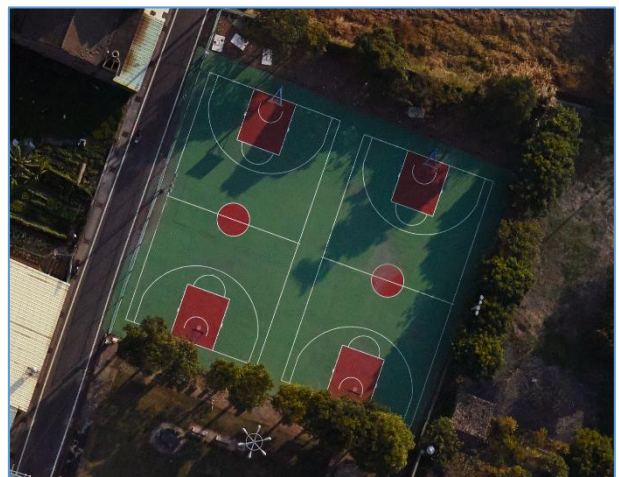


圖2-3 PhaseONE 航拍成果

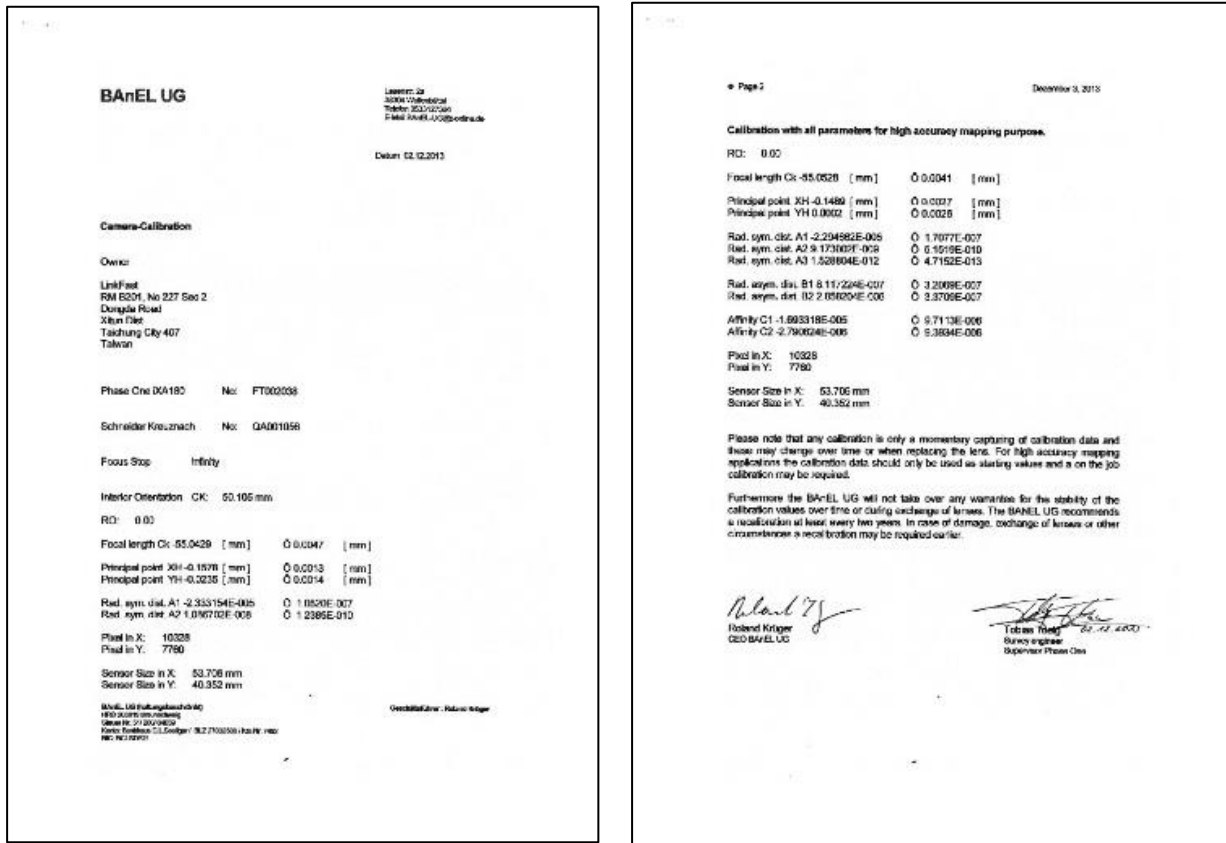


圖2-4 航測數位式攝影機(PhaseOne)率定合格報告書

- 三、攝影應於無嚴重煙霧濛氣、能見度佳、太陽仰角超過 35 度以上時實施，惟不得早於上午八時或晚於下午四時。
- 四、地面解析度(GSD)為 10 公分，考量測區地形起伏甚大及飛航安全，於山谷部分解析度放寬至 15 公分。航線像片前後重疊為 80%，左右重疊為 35%，各航線前後應於測區外多拍攝 2 個像對。
- 五、本案採用全新打造之 P68C-TC 飛機執行航拍計畫，其具有兩具 210 匹馬力之活塞渦輪增壓引擎，不僅爬升率佳且雙引擎配置於高山環繞的測區飛航更為安全（其規格如表 2-3），圖 2-5 為飛機示意圖。



表2-3 P68C-TC 飛機規格表

| 項次 | 項目      | 內容        |
|----|---------|-----------|
| 1  | 有效負重    | 680 公斤    |
| 2  | 有效的電力供應 | 130 A     |
| 3  | 座位      | 6 席       |
| 4  | 最高時速    | 315 公里/小時 |
| 5  | 飛行高度    | 6100 米    |
| 6  | 最大巡航範圍  | 2280 公里   |
| 7  | 起飛距離    | 230 米     |
| 8  | 側滑長度    | 200 米     |
| 9  | 航行時間    | 8 小時      |



圖2-5 P68C-TC 飛機

六、航空攝影全程將以 GPS 輔助導航，並以高精度 GPS 及高頻率 IMU(IGI IMU，規格如表 2-4) 輔助航拍。



表2-4 IGI IMU 規格表 (最高頻率可達 256Hz/s)

| GENERAL      |                                                                                                                                                                        |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| IMU          | high performance fibre-optic gyros (FOG)<br>durable robust design for high-vibration environments<br>adapter plate for IMU mounting to sensors                         |
|              | transmission rate: 64 Hz<br>128 Hz<br>256 Hz                                                                                                                           |
|              | FOG-Bias: 0.1 deg / h<br>FOG-RW: 0.02 deg / sqrt(h)<br>resolution: 0.0038 mrad (@ 128 Hz)<br>resolution: 0.0019 mrad (@ 256 Hz)                                        |
|              | accelerometer bias: 0.5 mg<br>resolution: 0.122 *10 <sup>-3</sup> m / s (@ 128 Hz)<br>resolution: 0.061 *10 <sup>-3</sup> m / s (@ 256 Hz)                             |
|              | internal 72-channel L1 / L2 / L-band triple frequency GPS+GLONASS receiver<br>low noise, raw GPS data (2 Hz), DGPS ready<br>includes shock-absorbing tray for mounting |
| Computer     |                                                                                                                                                                        |
| Data storage | PC card, 512 MB                                                                                                                                                        |

## 2-4 空載光達掃瞄

### 一、光達系統率定作業

採全波形空載光達(Riegl LMS-Q780)與航空攝影同時執行點雲掃瞄，本案空載光達掃瞄前已完成相關率定作業，率定場設置於彰化縣和美鎮，長寬各約 1 公里的範圍，率定場內之地表坡度平緩且植被覆蓋率小於 10%，並具有容易辨識之大型建物（平頂、斜頂）及道路標線等明顯特徵。

率定報告包含系統率定方法、日期、地點、原始率定資料、計算過程紀錄（含關鍵之軟體處理畫面、率定結果校差不得超過 10 公分）及成果精度說明等相關資料。

### 二、坐標及高程系統

控制點平面採用 TWD97【2010】坐標系統，高程則採用橢球高系統；正高轉換計算使用內政部公告之大地起伏模式為之。


### 三、空載光達掃瞄

本案所採用的 Riegl LMS-Q780 具有多時段雷射回波接收技術(MTA, Multiple-Time-Around)以及數位全波型分析(digital full waveform analysis)兩項



技術，可以完成本案複雜的地形起伏，並達到真正獲得地表高程的成果。Riegl LMS-Q780 具有無限制的回波訊號，每秒 266,000 次掃瞄速度及 10~200 條的掃瞄線，精度為 2 公分，且其為旋轉四面鏡掃瞄式設備，地面點雲密度均勻且精度一致；詳細規格如表 2-5 所述。

表2-5 空載光達掃瞄儀 Riegl LMS-Q780 規格表

| 項次 | 項目    | 內容                   | 實機照                                                                                 |
|----|-------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 廠牌型號  | Riegl LMS-Q780       |  |
| 2  | 雷射等級  | 3B*                  |                                                                                     |
| 3  | 掃瞄高度  | 30~4000 m AGL        |                                                                                     |
| 4  | 掃瞄速率  | 100~400 kHz          |                                                                                     |
| 5  | 精度    | 2 公分                 |                                                                                     |
| 6  | 雷射回波數 | 沒有限制(Full Wave Form) |                                                                                     |
| 7  | 掃瞄範圍  | 60°                  |                                                                                     |
| 8  | 儲存設備  | DR-680RD             |                                                                                     |
| 9  | 容量    | 2 ×1TByte            |                                                                                     |

飛航掃瞄過程中同時會獲得 GPS、IMU 與雷射掃瞄數據所取得之原始數據，經過掃瞄航跡 POS 解算後產出 LiDAR 原始點雲，並應用航帶間重疊點雲及交叉飛航點雲進行點雲平差，航帶間的差值均小於 20 公分即可輸出空載光達點雲 (las 檔)。

## 2-5 正射影像及數值高程模型製作

### 2-5-1 正射影像製作

- 一、影像以濾波法及統計直方圖法並用來作調色及均勻化處理，影像色調必須均勻及反差足夠，整全區影像之色調、亮度一致，避免反光，保持柔和及清晰、色調均勻及色彩真實。
- 二、利用數值航測影像工作站之航測儀器，配合數值地形模型資料作為正射糾正使用之高程控制資料，將中心投影的航空像片，糾正成正射投影，以消除像片上因影像傾斜、高差移位所造成比例尺不一致之投影誤差，如圖 2-6 所示。

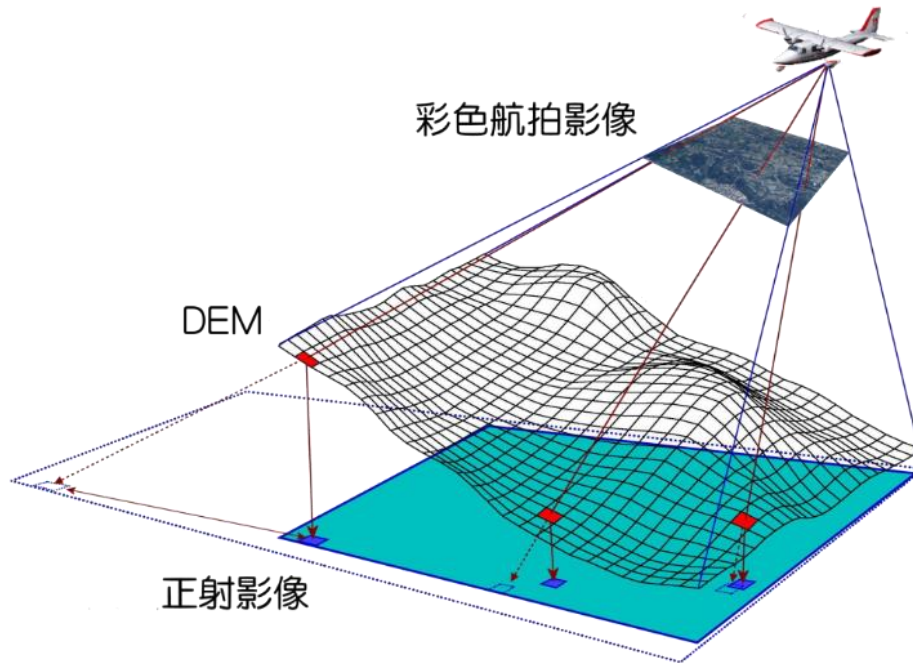


圖2-6 正射影像糾正示意圖

三、糾正使用之數值地形模型資料網格間距越細緻，可提高正射影像平面精度（如圖 2-7 所示），所以本案將採用網格間距 1 公尺 DEM 進行影像糾正。



圖2-7 不同網格 DEM 正射影像糾正示意圖

四、使用 DEM 製作正射影像因高差位移緣故，鐵、公路及橋樑等對地圖判讀重要的建物，必須依其實際高度正射微分糾正，不應有高差移位的情形，以避免影像邊緣抖動或變形，並達到美觀之目的，如圖 2-8 所示。

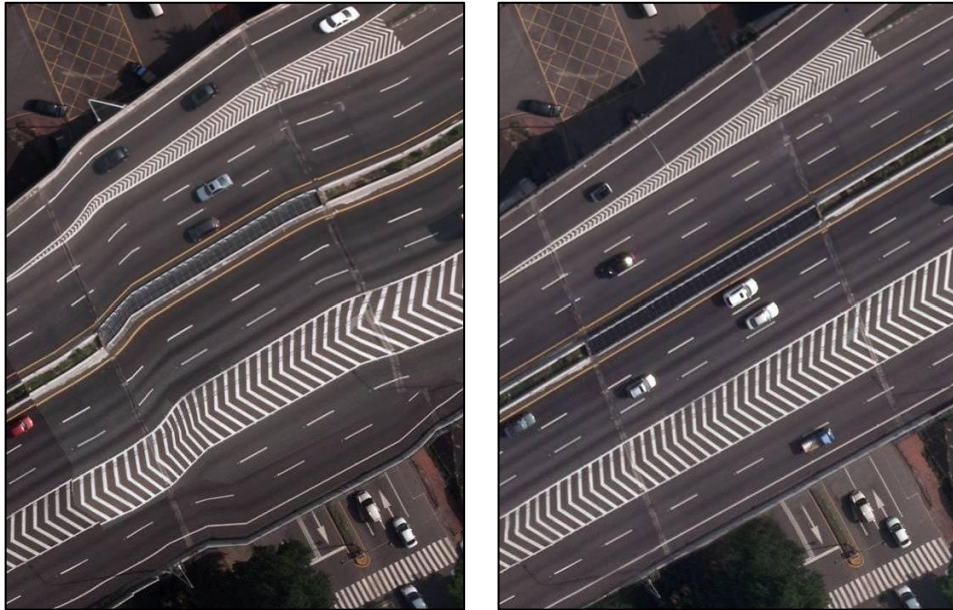


圖2-8 正射影像（橋梁部分）修正情形

五、正射影像由不同的原始航空影像拼接而成(圖 2-9)，拼接線 (seamline) 應儘可能選取紋理交接處 (例如：道路邊緣、田埂線等)，以達成無接縫鑲嵌之目的，再使用正射影像處理軟體進行色調勻化處理。

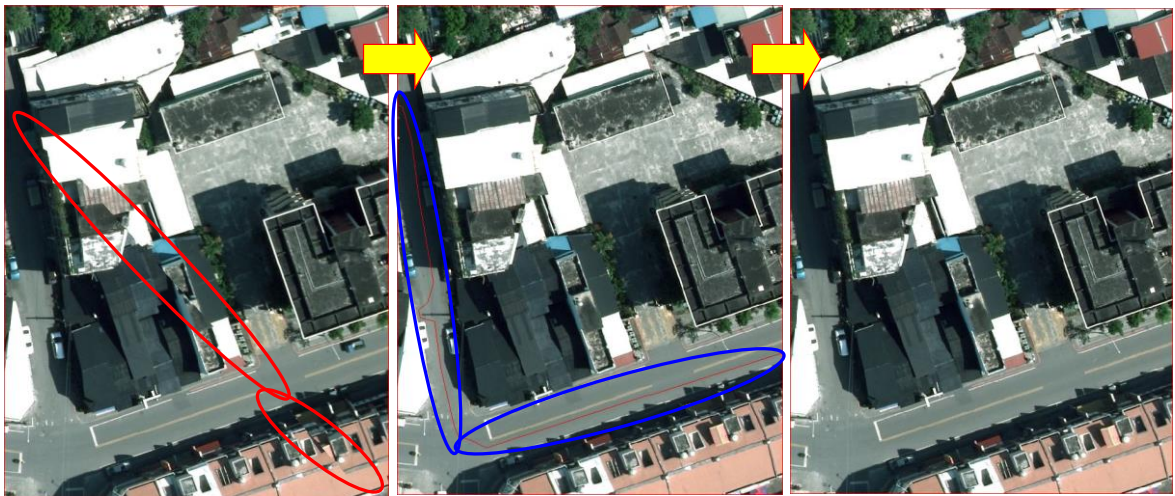


圖2-9 正射影像無接縫鑲嵌示意圖

六、產製 10 公分彩色正射影像並進行修正及鑲嵌，以 1/5000 圖幅輸出並繳交正射影像 (tif 檔)，將 tfw 定位檔之表頭。提供 TWD97 [2010] 坐標系統。



## 2-5-2 數值高程模型製作

空載光達 LiDAR (Airborne Laser Scanning, ALS) 原理乃是利用全球定位系統 (GPS) 及慣性量測元件 (IMU) 即時定出飛機飛行瞬間位置和姿態參數，並同時結合雷射測距 (Laser Ranging)、光學掃瞄 (Optic Scanning) 等技術，能快速獲得掃瞄點三維坐標。其點位觀測速度每秒可達數十萬點，掃瞄所得資料為密布於地物表面之三維點位資料，稱為點雲 (Point cloud)。經由點雲資料分析處理以獲得數值高程模型 (Digital Elevation Model, DEM) 資料。

### 一、點雲資料分類及編修。

空載光達點雲掃瞄資料是三維空間中呈不規則分布的點雲資料。這些點位代表真實地形表面、人工建築物 (房屋、煙囪、塔、輸電線等) 或自然植被 (樹、草) 位置，有些則是粗差資訊 (雜訊)。本案採用 TerraSolid 軟體執行點雲自動處理與過濾，步驟如下：

各種類型錯誤點分離 (雜訊濾除)：錯誤點類型包括低點、孤立點、空中點等。

- (1) 分離地面點，產生地面點雲資料。對地物資訊進行二次地物分類，包括植被資訊、建築物資訊、鐵路資訊之萃取等。
- (2) 所有分類完成後，從地面點雲中萃取關鍵點集，建立地面模型。自動分類地物如高植被 (喬木闊葉林等)、中植被 (果樹等)、低植被 (雜草等)、建物、地面等，並將分類過後的點雲資料進行人工編輯。

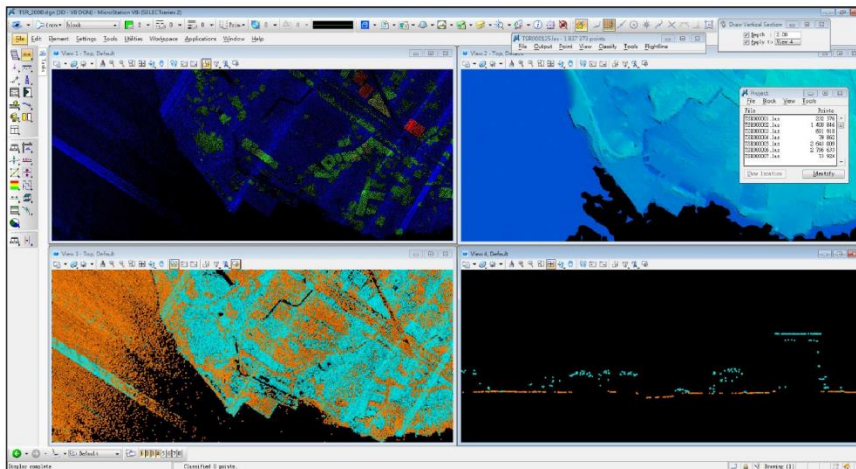


圖2-10 TerraSolid 點雲人工編輯畫面



## 二、點雲資料輸出

製作程序：點雲資料經分類、編修及檢核後，再進行測點疏化製作。可採自動化過濾方法進行疏化，但最後成果應經過人工檢核及編修程序。

本案採用 LAS1.2 規範，基於符合 LAS1.2 點雲分類規則，本案使用編號 2-ground 記錄地面點、9-water 記錄水面點、30-ASPRS reserve 記錄不合理點雲、31-ASPRS reserve 記錄非地面點，完整的保留各地無類別的高程資訊，如圖 2-11。

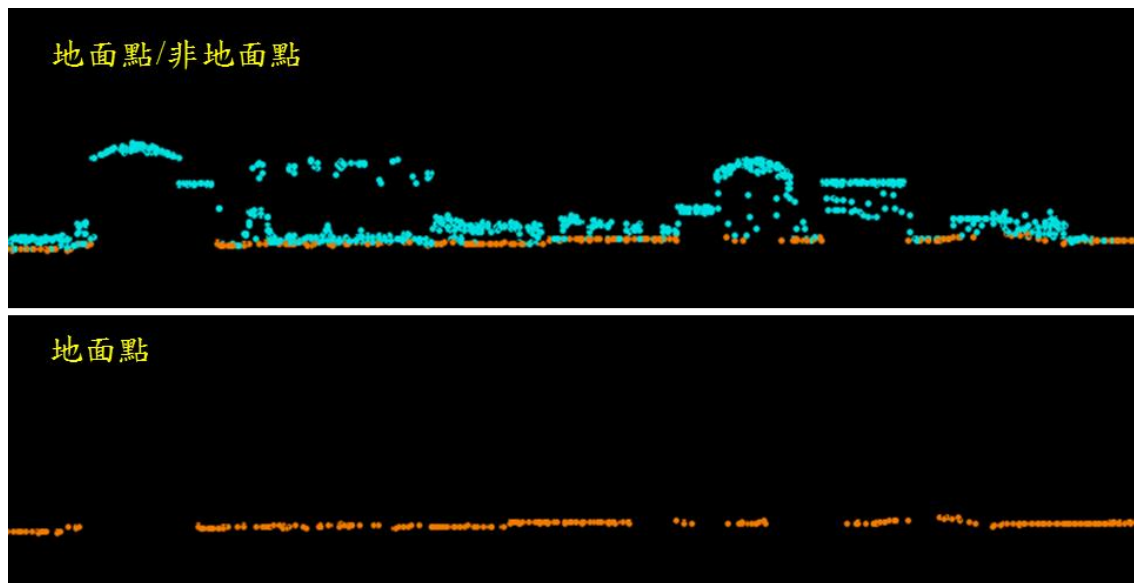


圖2-11 點雲分類示意圖

## 三、數值地形模型資料產製

數值高程模型 (Digital Elevation Model, DEM) 為不含地表植被及人工構造物時，地球表面自然地貌起伏的數值模型；數值地表模型 DSM (Digital Surface Model) 則指的是地表上所有地物，包含人工構造物或自然森林或人工作物覆蓋地面的高程；樹冠高度模型(Canopy Height Model)則為 DSM 排除人工構造物扣除地貌起伏而取得，如圖 2-12。

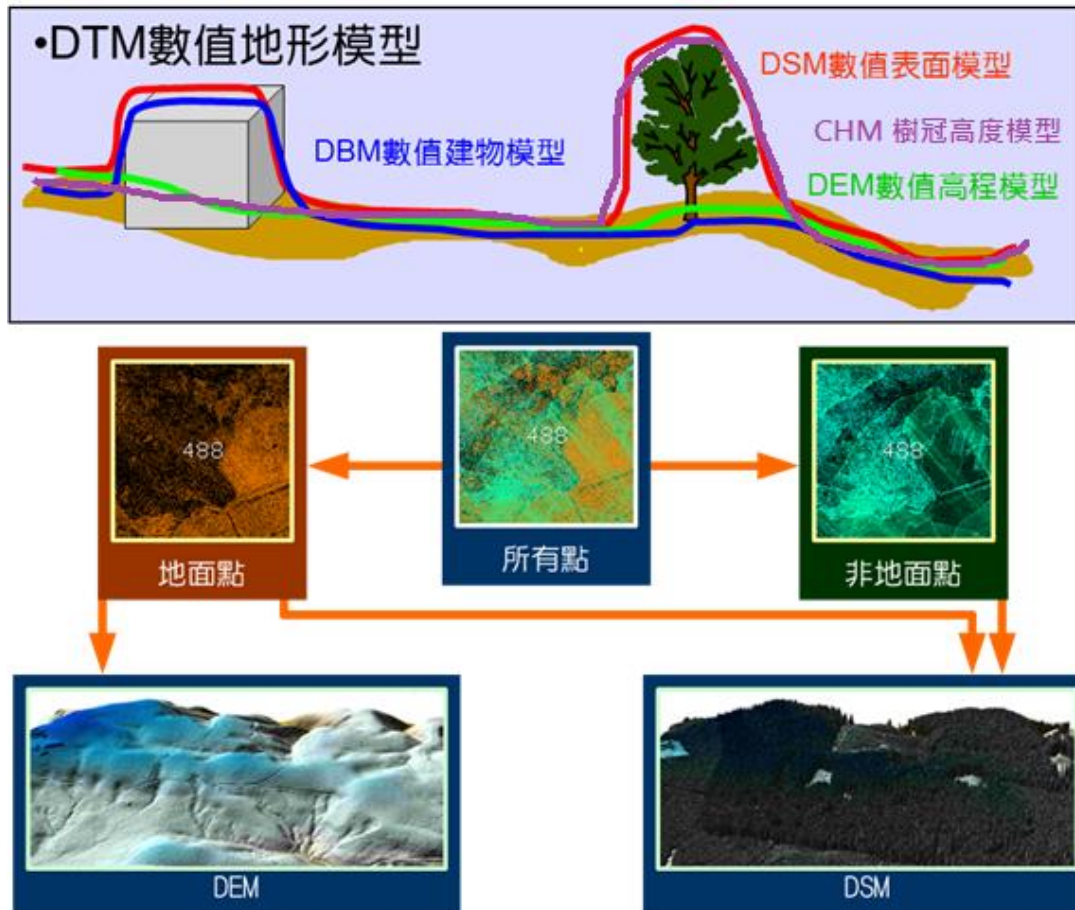


圖2-12 數值模型產制流程

## 2-6 執行進度

本案總執行時程分為 3 期進行，需於時程內完成所預定之工作事項，各期工作時程與交付項目說明如下：

一、 第 1 期：於 109 年 6 月 30 日提出期初簡報完竣。

二、 第 2 期：於 109 年 10 月 13 日提出研究報告初稿，辦理簡報進行研究報告審查。

三、 第 3 期：於 11 月 2 日前依審查委員會意見修正報告，提交成果報告書(初稿)1 式 2 份及電子檔，並於契約截止日前，將研究成果上傳政府研究資訊系統 (GRB, <https://www.grb.gov.tw/index>) 與完成本案各項工作，經審查認可後。



## 第三章 調查成果

### 3-1 基本圖資收集

#### 3-1-1 航空攝影測量

- 一、本案業於 109 年 5 月 15 日完成航拍工作，共包含 13 條航線，依據中央氣象局觀測報告，當日天氣晴朗，氣溫攝氏 19-21 度。
- 二、航線規劃時先於衛星影像圖上套疊拍攝區域，依地形走勢方向設計 12 條平行航線涵蓋全部拍攝區域，並額外劃設 1 條交叉航線確保資料品質，本案實際航線紀錄如圖 3-1 所示。



圖3-1 航線紀錄圖

接下來產製 10 公分彩色正射影像並進行修正及鑲嵌，以 1/5000 圖幅輸出並繳交正射影像 (tif 檔)，將 tfw 定位檔之表頭。提供 TWD97 [2010]坐標系統。

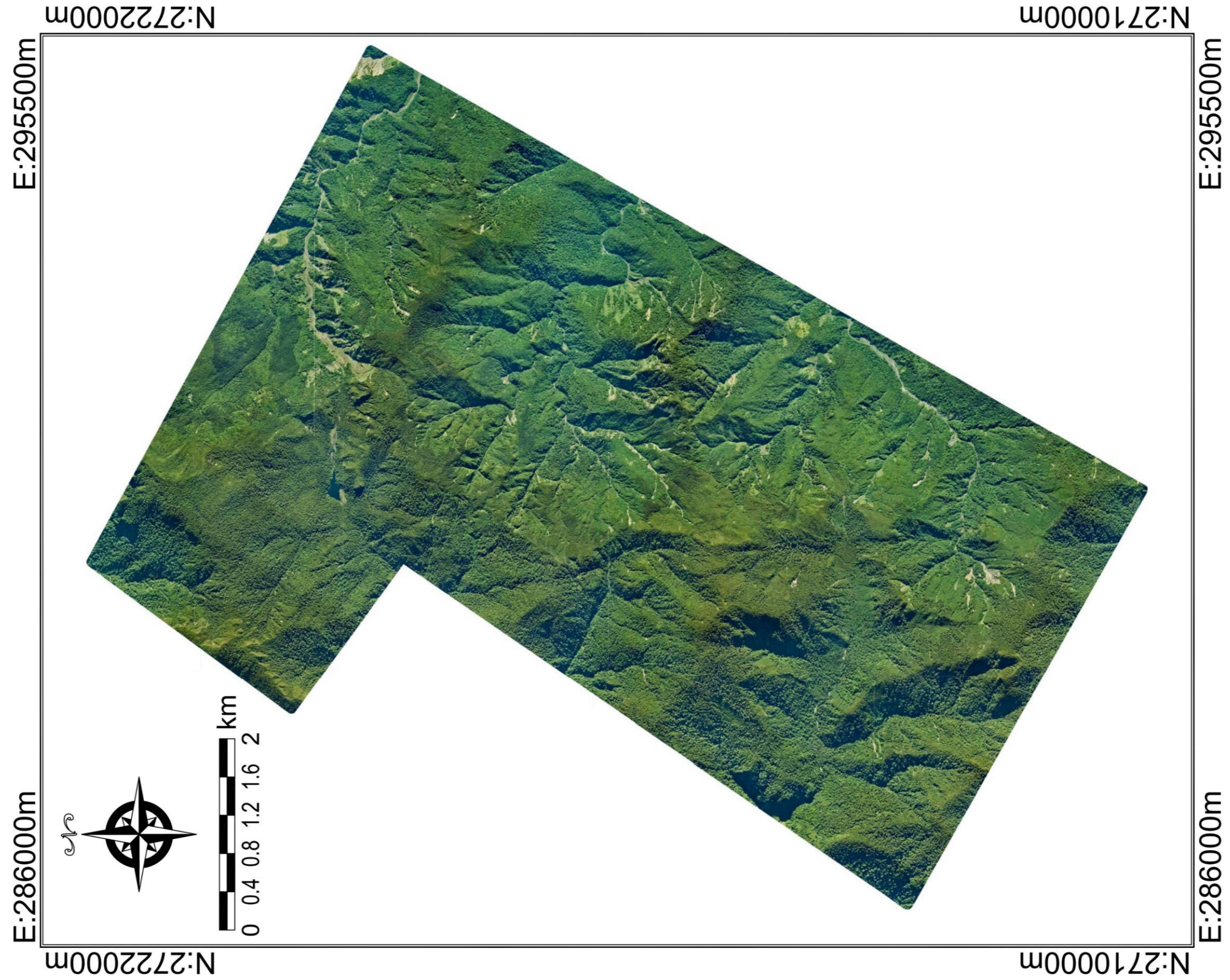


圖3-2 棲蘭山 100 線林道沿線正射影像成果



### 3-1-2 數值高程與表面模型製作

本案採用 TerraSolid 軟體將不規則離散測點點雲資料內插成 1 公尺解析度網格資料 DEM(圖 3-3)、DSM(圖 3-4)，以 (ASCII) 格式存為純文字檔儲存，採用 TWD97【2010】坐標系統。點雲渲染則採用 LiDAR360 軟體，以 EDL (Eye Dome Lighting) 模式強化邊緣與陰影，產生視覺上較好的立體感。

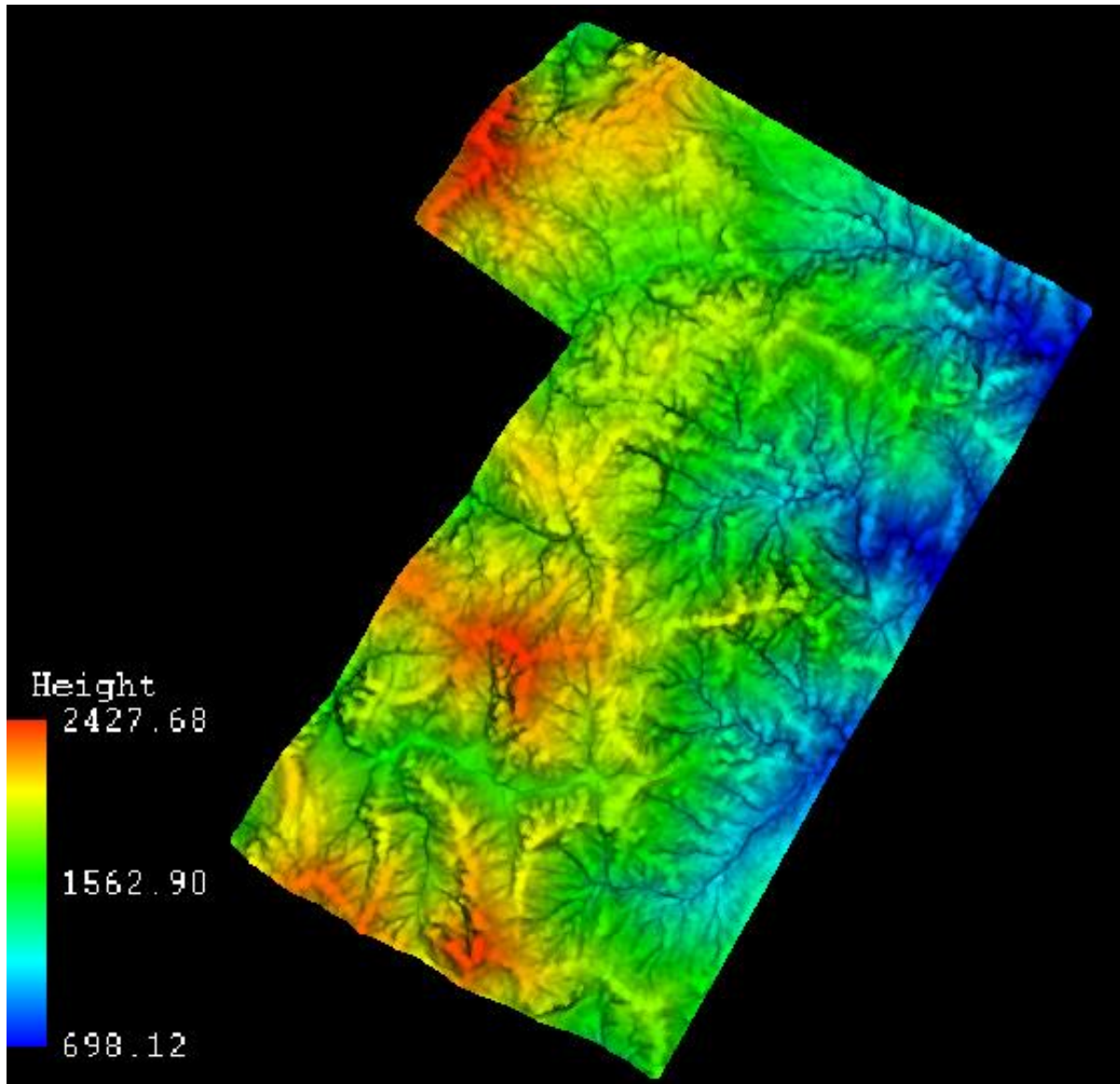


圖3-3 1公尺解析度 DEM 渲染圖

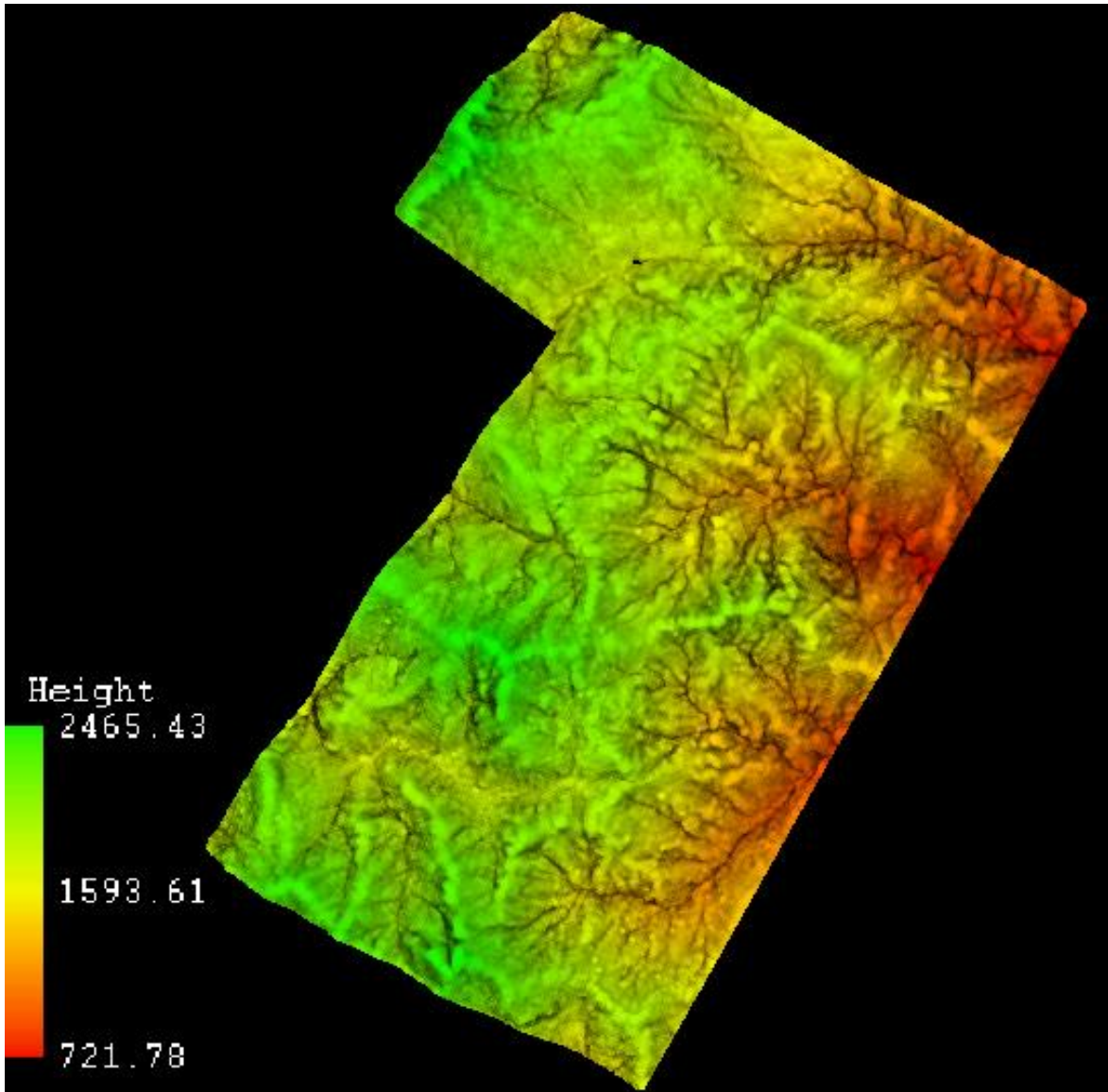


圖3-4 1公尺解析度 DSM 渲染圖

### 3-2 樹冠高程模型單木分割成果

CHM 係由數值表面模型 DSM 減去數值高程模型 DEM 計算而成，保留了空載光達 full waveform 所有點雲資訊，卻可以除去地表起伏的干擾，著重於樹形判斷與林相結構分析。本案單木分割(segmentation)依據 CHM 成果，定採用影像分析演算法(Watershed Segmentation Algorithm)，利用灰階影像分離出物件邊緣，完成單木分割。

本案單木分割找得樹木共 458,766 棵，最高為 79.817m。其中 70m 以上 99 棵；60m 以上 550 棵；50m 以上 4,128 棵。單木分割坐標列表詳本案電子檔光碟。



圖3-5 CHM 單木分割成果

### 3-3 巨木熱區

棲蘭山區具有豐富的森林資源，利用前節所述單木分割成果，分層設色，以 40m 為門檻，每 10m 設為一個級別，共分 40m 以上、50m 以上、60m 以上與 70m 以上。各級別熱區如下圖所示：

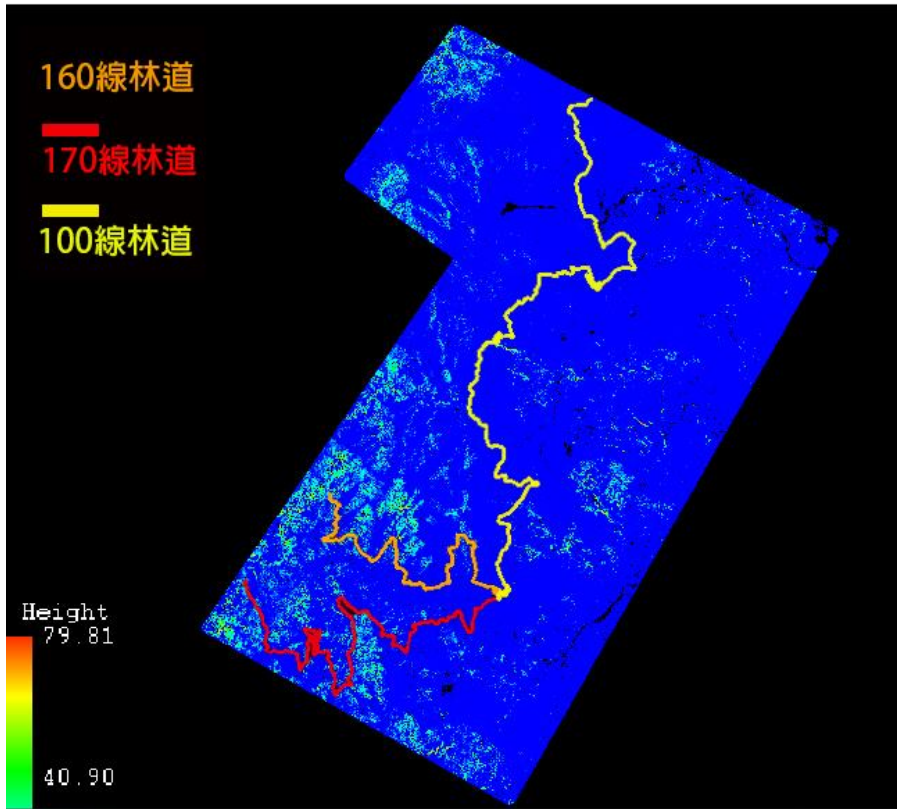


圖3-6 40m 以上巨木熱區

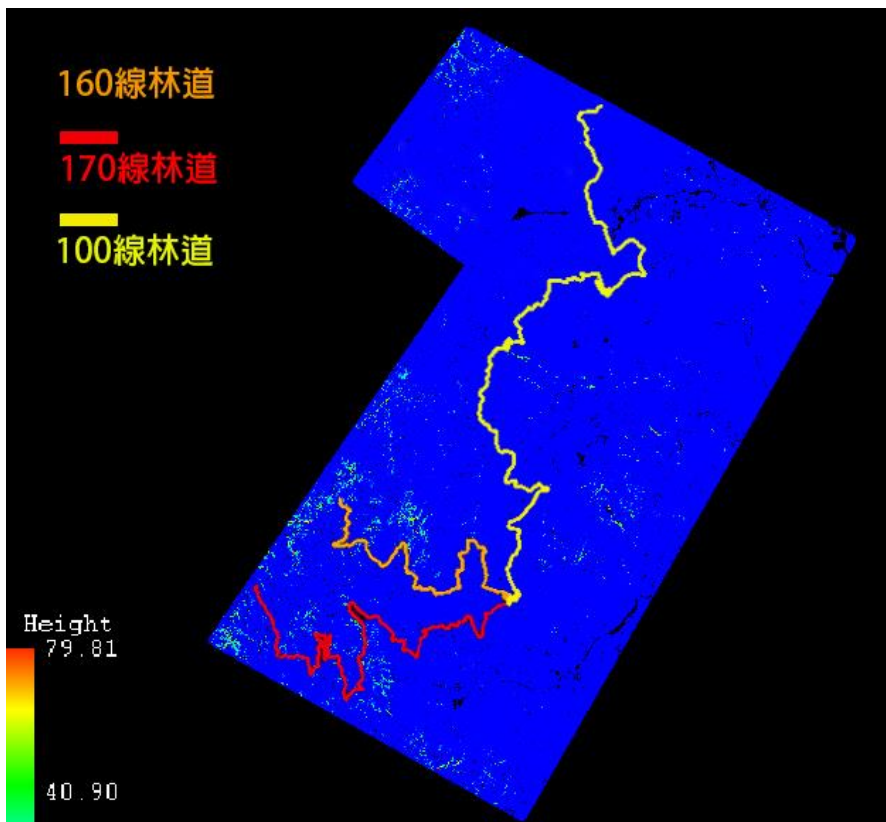


圖3-7 50m 以上巨木熱區

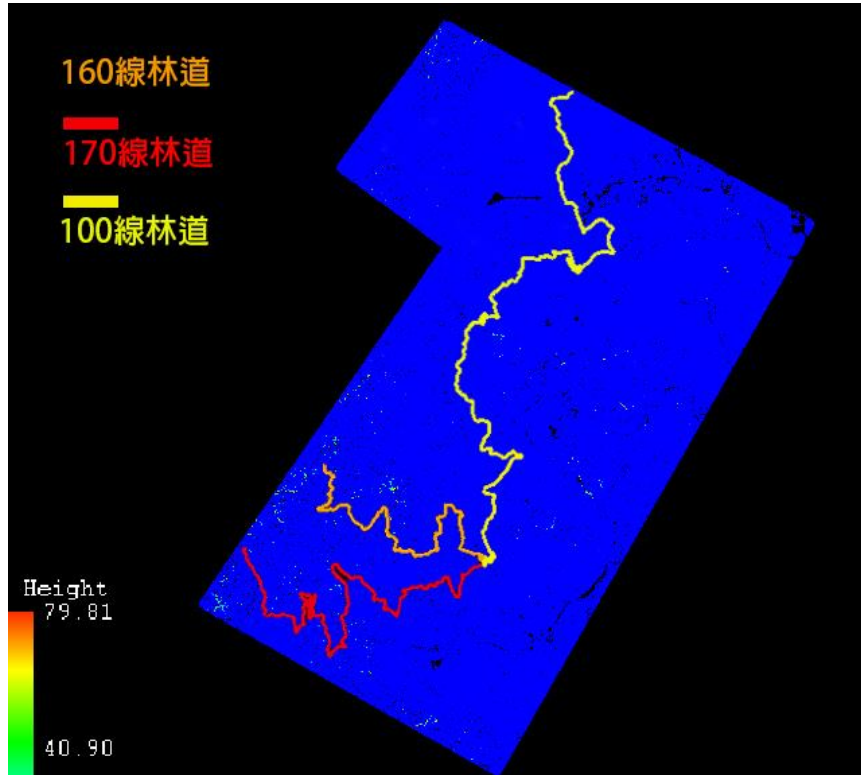


圖3-8 60m 以上巨木熱區

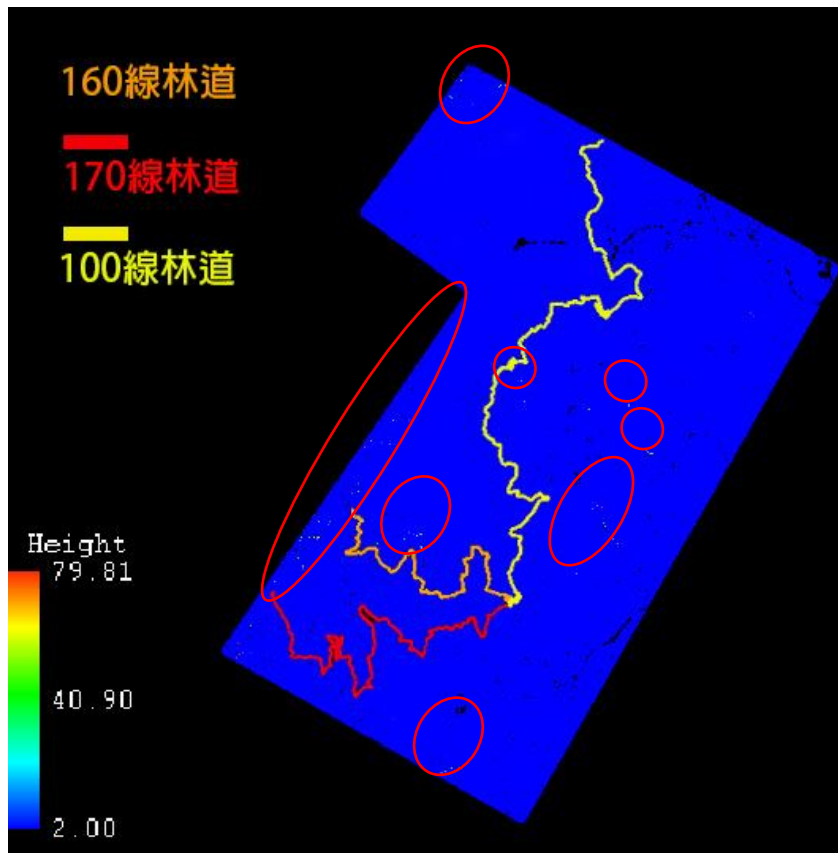


圖3-9 70m 以上巨木熱區



### 3-4 臺灣杉三姊妹

臺灣杉(*Taiwania cryptomerioides*)為臺灣最高的樹種，「臺灣杉三姊妹」由三棵臺灣杉比鄰而生，位於 170 線 12K 處，海拔高度 2,010 m，樹高 69 m，為本案計畫範圍內標誌性的名樹，本案也利用光達掃瞄的成果將臺灣杉三姊妹的點雲型態記錄下來。

表3-1 臺灣杉三姊妹基本資料

| TreeID<br>(單木分割系統賦予) | 坐標 X     | 坐標 Y    | 樹高(m)  | 樹冠直徑(m) |
|----------------------|----------|---------|--------|---------|
| 345344               | 286914.5 | 2712995 | 62.138 | 41.12   |

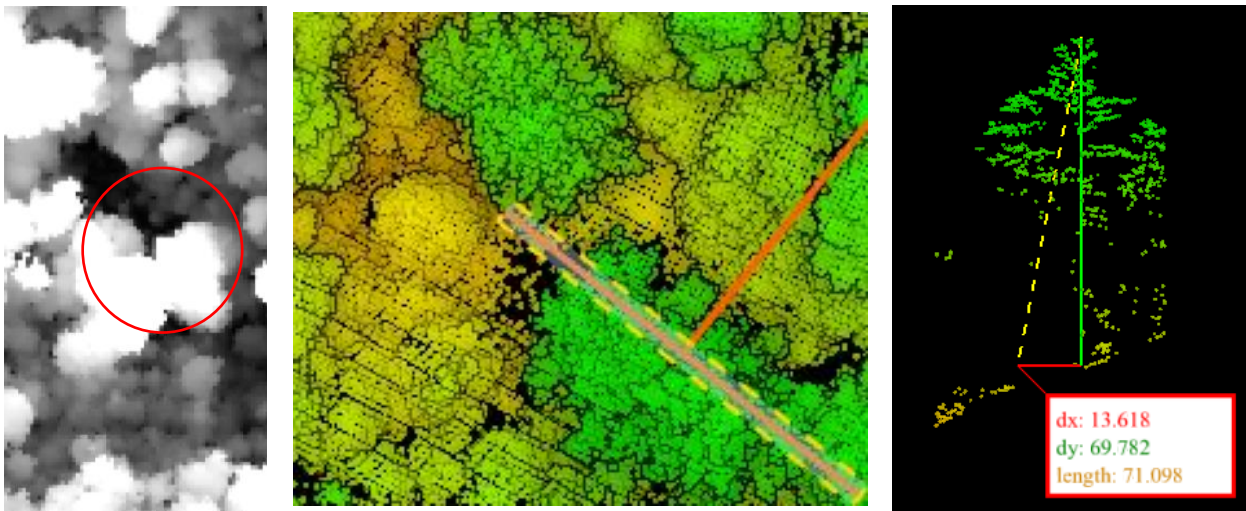


圖3-10 臺灣杉三姊妹點雲型態

### 3-5 人工林點雲特徵

#### 3-5-1 柳杉人工林行列疏伐

棲蘭山林區歷年建造柳杉人工林面積 2,760 公頃，經多年撫育管理現已成林，林木通直，因林分鬱閉成林樹齡已達 30 年生以上，呈滯長狀態。近年進行疏伐修枝俾使成材，並改善林分景觀 (P.145 我見青山多撫媚-榮民與森林。退輔會森保處 民 103)。

然因柳杉價格低落，森保處以行列疏伐方式營造複層林。自 78 年度起以十年為期，採用行列疏伐方式，實施「棲蘭山林區柳杉人工疏伐營造複層林經營



計畫」。本案就 100 線林道 16.5K 處森保處柳杉人工林的點雲型態與正射影像作紀錄，如圖 3-12 與圖 3-13，供後續相關研究參考。



圖3-11 魚骨式柳杉人工林行列疏伐作業示意圖

圖片來源:P.147 我見青山多撫媚-榮民與森林。退輔會森保處 民 103

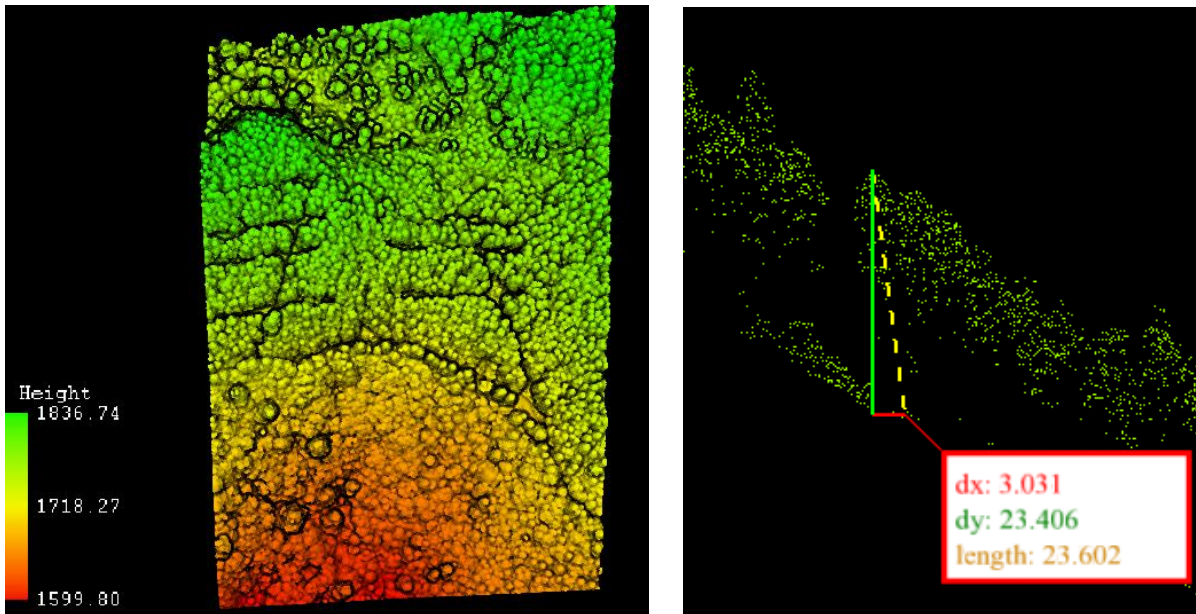


圖3-12100 線林道 16.5K 魚骨式柳杉人工林點雲型態



圖3-13 100 線林道 16.5K 魚骨式柳杉人工林正射影像



### 3-5-2 檜木天然下種更新作業

民國 50 年代，森保處建立檜木天然更新之作業模式，完成檜木天然下種更新造林面積 311.67 公頃，地點位於 100 線林道 16K 處，是林業經營的典範。該作業區點雲型態與正射影像如圖 3-14 與圖 3-15。

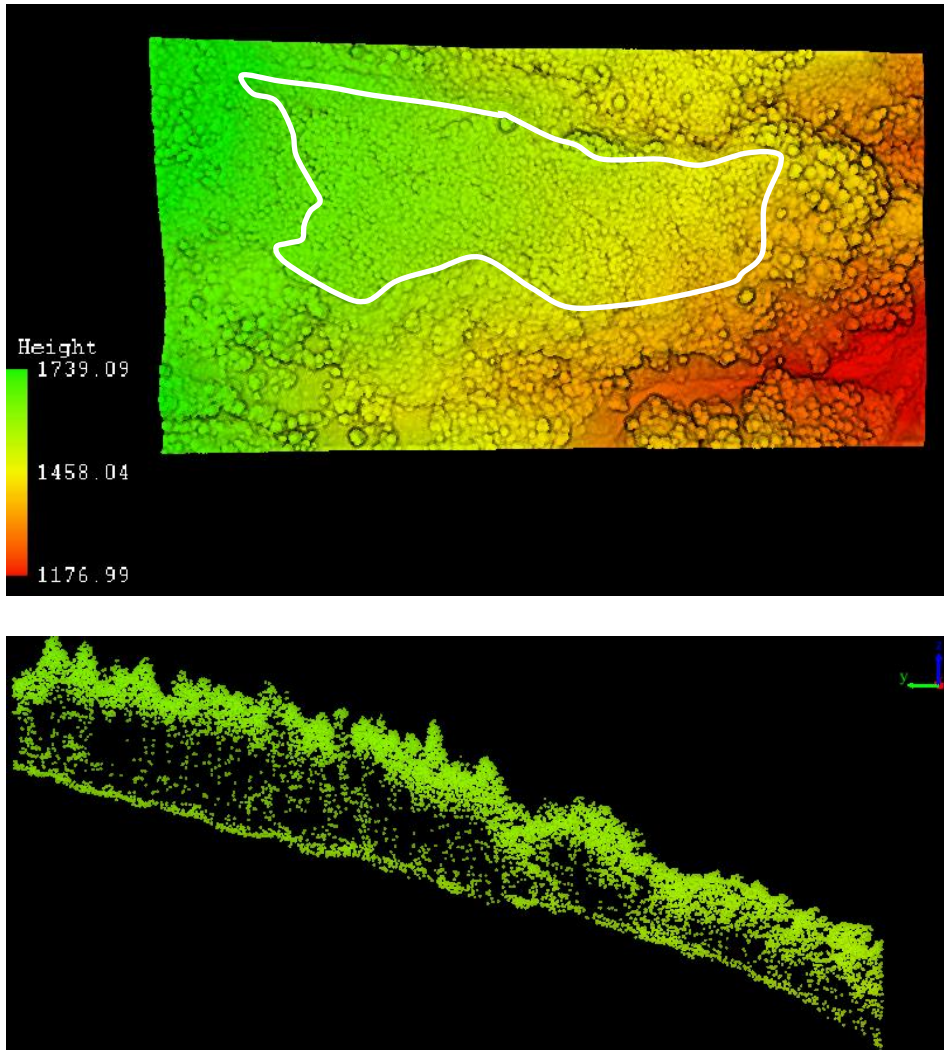


圖3-14 100 線林道 16K 檜木天然下種更新作業區點雲型態



圖3-15 100 線林道 16K 檜木天然下種更新作業區正射影像



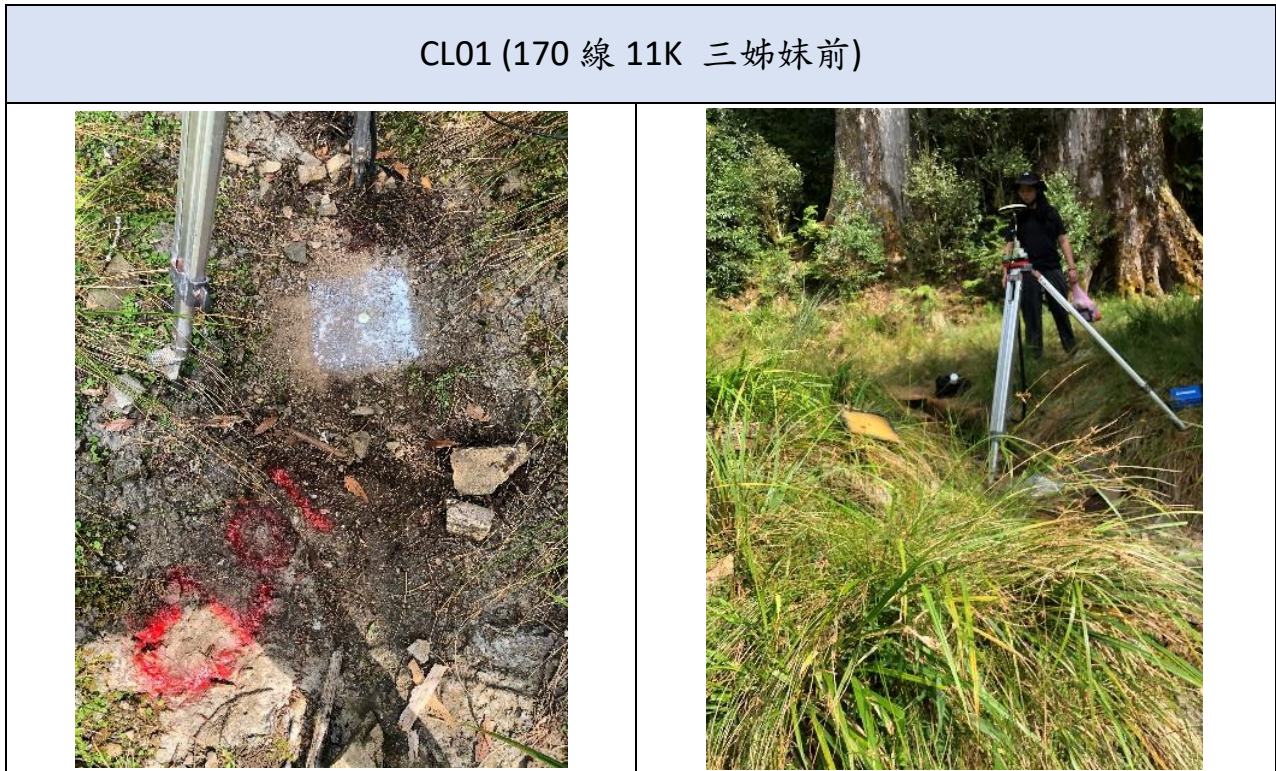
### 3-6 地面檢核點測量

為滿足未來長期測量需求，本案 9 月 7 日、8 日兩天進行與地面檢核作業共沿 100 線林道與 170 線林道測設 3 點地面控制點 CL01、CL02、CL0，採用 GPS 靜態單點觀測，並與內政部國土測繪中心武陵站(WULI)共同解算。

表3-2 地面檢核點坐標成果表

| 點號   | N           | E          | Z        |
|------|-------------|------------|----------|
| CL01 | 2712983.439 | 286957.953 | 2004.003 |
| CL02 | 2712318.329 | 288335.968 | 1887.462 |
| CL03 | 2719042.276 | 291722.272 | 1712.956 |

表3-3 地面檢核點點位遠近照





CL02 (170 線 8K 處)



CL03 (鴛鴦湖步道入口處)





## 第四章 加值與回饋

### 4-1 建置 3D GIS 平台(單機版)

利用本案取得正射影像、DEM 圖層等成果，建置 3D 地理資訊展示系統。此系統可在微軟視窗作業系統且沒有網路的環境下單機執行，並可經由系統安裝光碟安裝在執行微軟視窗作業系統的電腦上，不受商業軟體的版權限制。以下為此系統簡介及建置畫面：

Skyline 3D GIS 系統之串流速度與 Google Earth 相同，可飛行導覽地表景觀及觀看細緻的 3D 模型，可套疊的圖層如圖 4-1 所示，並可依管理或保密需求不同進行加密，呈現不同程度的資料量。

#### 提供易操作之3D成果資料庫

- 互動式即時3度空間模擬平台
- 做六個自由度的隨意飛航
- 支援多種影像、向量、高程資料匯入
- 可針對指定圖層套疊
- 提供一般量測工具包含地形剖面線
- 截圖工具可支援大圖輸出
- 可錄製高解析DVD畫質影片
- 支援二次程式開發
- 專案成果可以Viewer包裝隨光碟自由發佈
- 高解析度影像與地形資料獨立封包

圖4-1 Skyline 3D GIS 圖層整合能力一覽

Skyline 3D GIS 系統平台，具有圖資管理、地形擬真、高速瀏覽等優勢，結合分析功能，可作為規劃、觀光、宣傳、展示之最佳利器。成果展示畫面如圖 4-2~圖 4-3 所示。

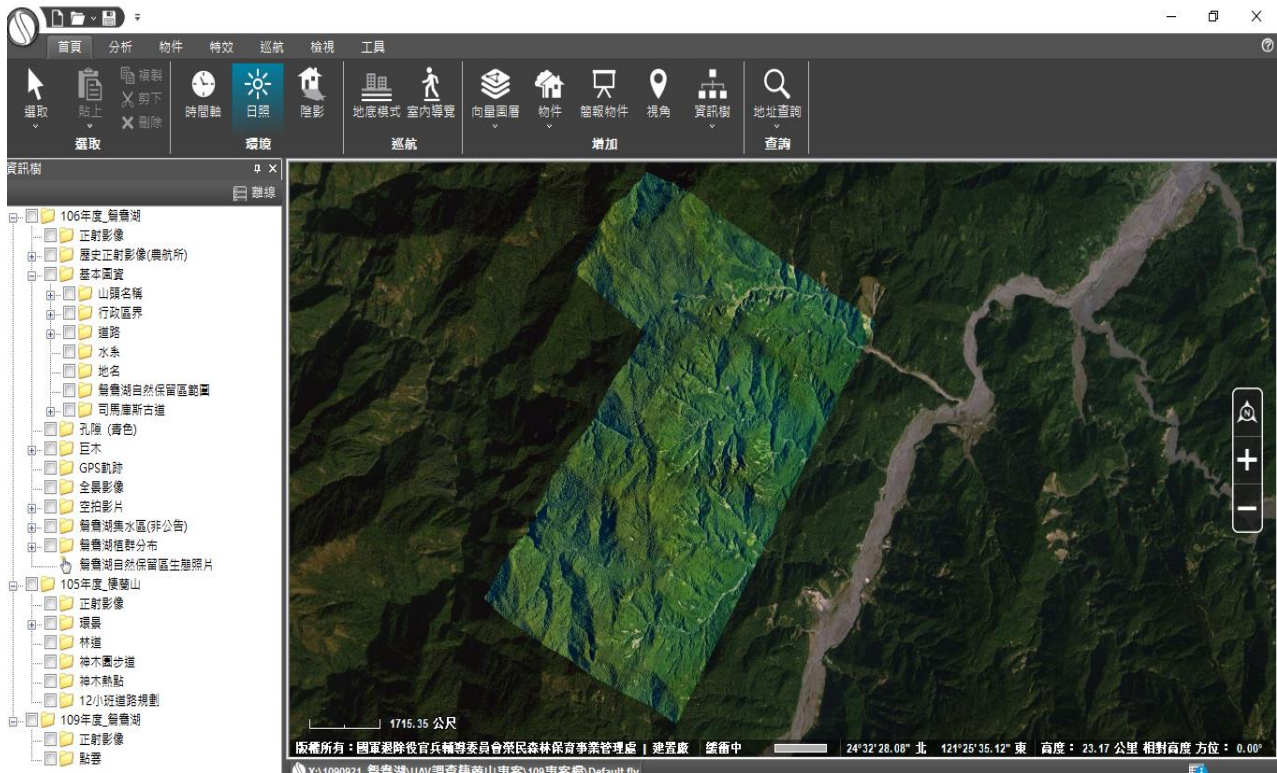


圖4-2 正射影像展示於 Skyline 3D GIS 平台

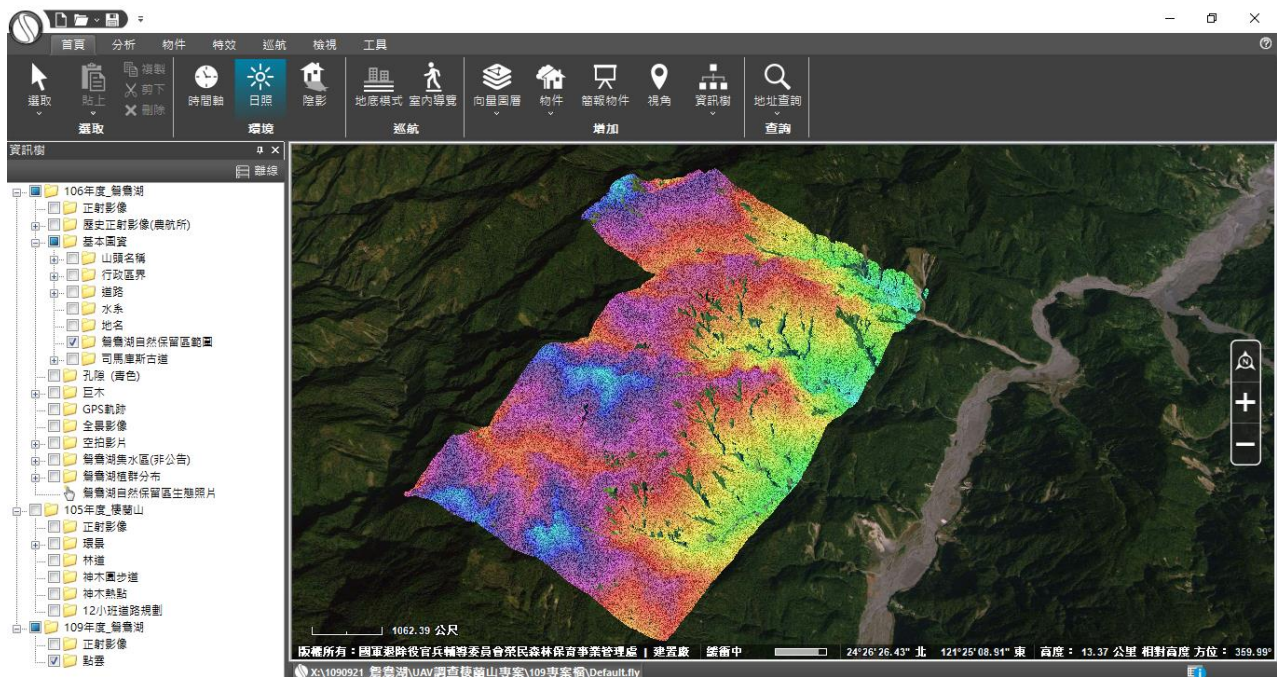


圖4-3 Skyline 3D GIS 平台點雲套疊畫面

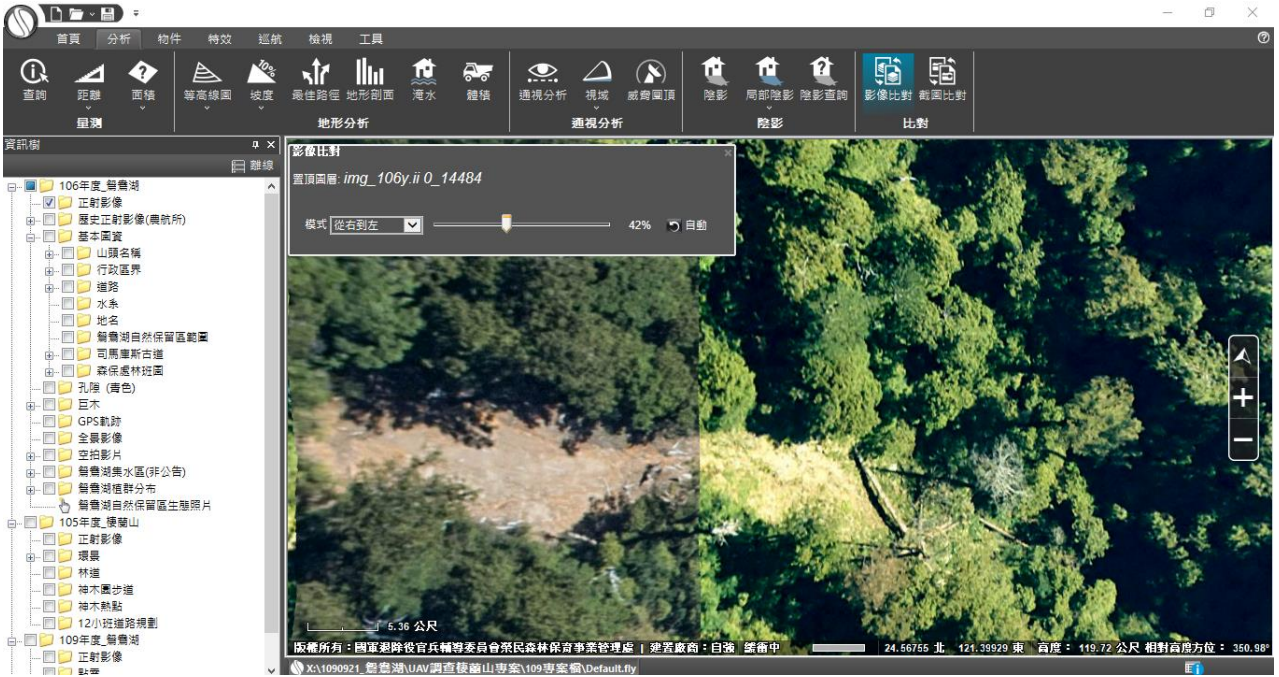


圖4-4 Skyline 3D GIS 平台前後期影像比對功能

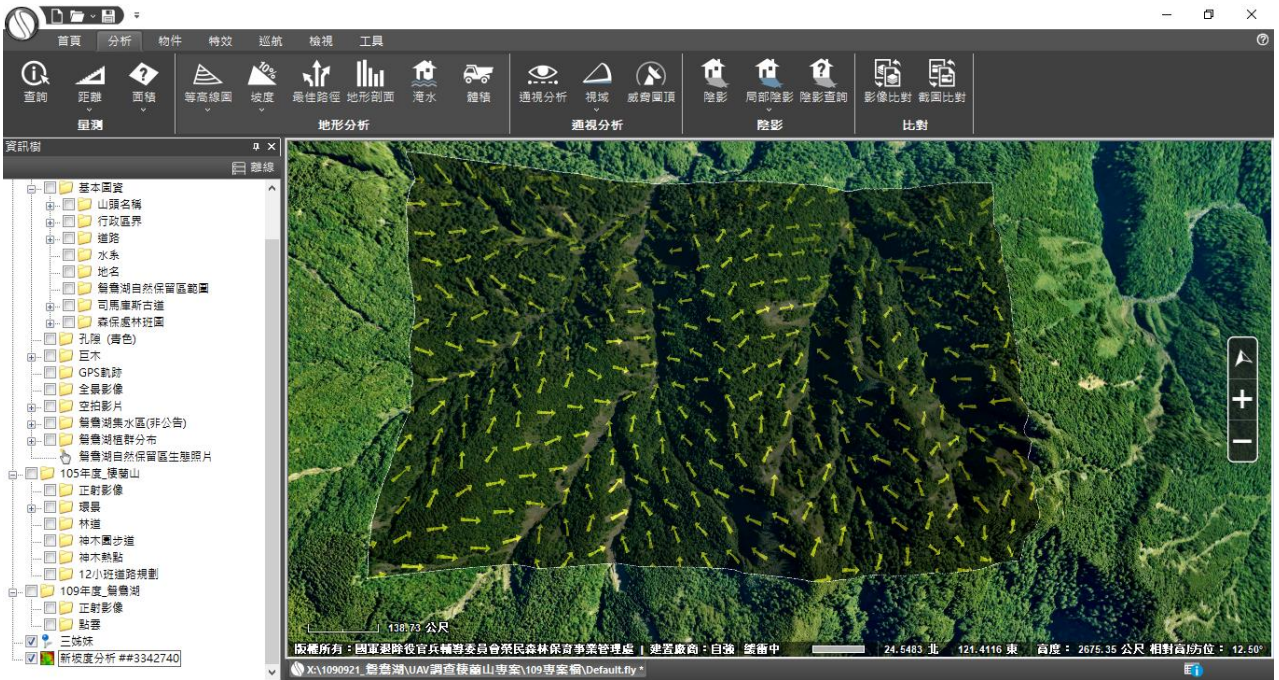


圖4-5 Skyline 3D GIS 平台波向分析功能



## 4-2 3D GIS 系統教育訓練

為使資料使用人員能熟悉應用本案 Skyline 3D GIS 建置成果，遂辦理 Skyline 3D GIS 系統教育訓練，教育訓練內容將包含系統介紹、系統建置成果應用展示以及系統功能介紹及操作等課程。

- (1) 訓練師資由具備豐富之系統建置、系統操作經驗之工程師擔任。
- (2) 訓練時數及課程內容：教育訓練課程上課時數 3 小時，於 109 年 11 月 18 日假森保處會議室辦理；教育訓練課程內容針對 Skyline-Globe 系統進行說明，包含軟體安裝、系統功能及介面說明、3D 視窗操作方法說明、資訊樹列、工具列（功能操作說明及演練）及專案管理等，另對本案建置成果進行操作展示及說明。教育訓練手冊詳本報告書附件。



圖4-6 辦理教育訓練過程照片



# 第五章 調查人力配置

## 5-1 工作團隊之人力配置規劃

### 一、工作團隊之組織樹狀圖

由於本案結合了多項專業技術，「計畫主持人」將由相關工作經驗豐富的蔡欣達（測量執業技師）擔任「計畫主持人」、李明軒（測量執業技師）擔任「偕同主持人」，協助計畫主持人對本案相關作業之各項流程進度及品質予以檢核管制，配合森保處及進行審查及驗收工作，工作分組之組織架構圖如圖 4-7。



圖4-7 工作組織架構圖



## 二、職務分工

依據本案工作內容詳述各項工作人員背景資料與相關經驗彙整職務分工如表 5-1。

表5-1 工作團隊之人員背景資料簡表

| 編號 | 職稱             | 姓名  | 工作項目及工作地點           |
|----|----------------|-----|---------------------|
| 1  | 測量技師           | 蔡欣達 | 計畫主持人/測量技師/         |
| 2  | 測量技師           | 楊豐毓 | 協同主持人/測量技師          |
| 3  | 副總經理           | 張順隆 | 品質管控/測量技師           |
| 4  | 資料分析組長         | 陳俊佑 | 資料分析                |
| 5  | 分析人員           | 陳俊偉 | 資料分析                |
| 6  | 分析人員           | 張舒婷 | 資料分析                |
| 7  | 航空攝影組組長/副理     | 林文凱 | 航測成果品質管控            |
| 8  | 航拍員            | 杜 弨 | 航空攝影                |
| 9  | 航拍員            | 洪建嘉 | 航空攝影                |
| 10 | 正射製作組組長        | 曾淑枝 | 航空攝影規劃管理/測量技師       |
| 11 | 編修人員           | 陳嘉欣 | 正射影像及點雲製作           |
| 12 | 編修人員           | 董秀琪 | 正射影像及點雲製作           |
| 13 | 編修人員           | 吳家惠 | 正射影像及點雲製作           |
| 14 | 編修人員           | 簡睿怡 | 正射影像及點雲製作           |
| 15 | 3D GIS 組長/副總經理 | 吳秋芸 | Skyline 3D GIS 系統開發 |
| 16 | 3D GIS 副理      | 蔡宛諭 | Skyline 建置          |
| 17 | 建置人員           | 蔡承錡 | Skyline 建置          |
| 18 | 建置人員           | 黃立婷 | Skyline 建置          |
| 19 | 建置人員           | 陳翊翔 | Skyline 建置          |
| 20 | 建置人員           | 彭暄淇 | Skyline 建置          |
| 21 | 建置人員           | 羅鈺云 | Skyline 建置          |
| 22 | 地形製作組組長/副理     | 黃忠信 | 控制測量規劃管理            |
| 23 | 建置人員           | 游勝宇 | 測量外業                |
| 24 | 建置人員           | 林文凱 | 測量外業                |
| 25 | 建置人員           | 林育聖 | 測量外業                |
| 26 | 建置人員           | 黃明江 | 測量外業                |
| 27 | 行政經理           | 賴淑晶 | 相關行政文書              |
|    | 行政專員           | 林沂珊 | 相關行政文書              |



## 第六章 結論

棲蘭山林區包含太平山事業區及大溪事業區，37,152 公頃，人工林面積約為 5,491 公頃。鑒於本區為高山生態系，地勢高，周圍山坡陡濕度高，終年雲霧繚繞，氣候變化迅速，保存了原有自然狀態及稀有的動植物。

本案使用專業航拍飛機搭載空載光達與航拍相機推動本案執行，確保計畫時效性之掌握，降低氣候影響，並能於測區快速大面積掃瞄獲取資料。透過本案獲得之基礎圖資正射影像與數值高程，結合分析成果建置 Skyline 3D GIS 系統平台，做為資料展示。

本案藉由先進光達掃瞄與高解析航拍技術，產製 1 公尺解析度 DEM、DSM 與 10 公分解析度正射影像，紀錄了珍貴的空間資訊與林相結構，可作為以下幾種用途：

一、以點雲資料分析林相垂直結構，針對不同樹種之間與次生林、老熟林等不同林相以點雲資料建立資料範本，做為後許分析研究的依據。

二、以正射影像與點雲剖面圖標定潛在森林孔隙坐標與寬度。

三、藉由高解析影像與光達掃瞄技術，針對不同年度重複拍攝的區域做比對，也藉由高解析影像觀察崩塌地。

四、經由 CHM 搜尋全區的潛在巨木，並以不同高度分級。

綜上，本案成果補足了許多基礎圖資，並且可藉由劃定特定調查區域，每隔數年定期實施航拍與光達掃瞄調查，建立空間資訊資料庫，累積之成果值得後續推廣並應用在其他業管林場，做為生態保育的推廣以及林區經營、學術研究之用。



## 第七章 相關參考文獻

內政部國土測繪中心(2011)發展高程測量現代化技術。

內政部(2007)高精度及高解析度數值地形模型測製規範(草案)修訂(初稿)。

曾清涼及儲慶美(1999)GPS 衛星測量原理與應用，國立成功大學衛星資訊研究中心。

曾義星(2005)空載光達資料誤差分析、航帶平差及生產數值地形模型之研究(2/3)，行政院國家科學委員會專題研究計畫。

童俊雄(2005)空載光達系統誤差分析與航帶平差方法之探討，國立成功大學碩士論文。

蔡欣怡(2004)結合雷射測高與強度資料進行區域平差可行性之研究，國立成功大學測量及空間資訊研究所碩士論文。

Behan, A. 2000. On the Matching Accuracy of Rasterised Scanning Laser Altimeter Data. International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, Vol.33, part B2, Amsterdam, pp. 75-82.

Burman, H., 2000. Adjustment of Laser Scanner Data for Correction of Orientation Errors, International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, Vol.33, part B2, Amsterdam, pp. 125-132.

Crombaghs, M.J.E., Bruegelmann, R. and de Min, E.J., 2000. On the Adjustment of overlapping Strips of Laseraltimeter Height Data, International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, Vol.33, part B2, Amsterdam, pp. 230-237.

# Skyline 操作手冊

## 目 錄

|                                                   |    |
|---------------------------------------------------|----|
| 一、注意事項 .....                                      | 4  |
| 二、軟體安裝 .....                                      | 4  |
| (一)安裝流程 .....                                     | 4  |
| 1. 點擊「setup.exe」執行安裝。 .....                       | 4  |
| 2. 點擊「下一步」。 .....                                 | 4  |
| 3. 同意使用條款，點擊「是」。 .....                            | 5  |
| 4. 設定使用者公司、名稱 (請務必填入，方可進行下一步)，<br>點擊「下一步」。 .....  | 5  |
| 5. 設定安裝路徑，點擊「下一步」。 .....                          | 6  |
| 7. 安裝結束，按下「完成」鈕關閉該視窗。 .....                       | 7  |
| (二)系統平台啟動方式 .....                                 | 7  |
| 三、系統介面 .....                                      | 8  |
| (一)系統介面中文化設定 .....                                | 8  |
| (二)系統介面 .....                                     | 9  |
| (三)個人化設定(可略過) .....                               | 9  |
| 1. 點選[TerraExplorer 選項]，開啟選項視窗之[畫面套疊]頁籤。<br>..... | 9  |
| 2. 勾選欲顯示之項目 .....                                 | 9  |
| 3. 可設定上述項目可顯示之顏色 .....                            | 10 |
| 三、3D 視窗操作 .....                                   | 11 |
| (一)滑鼠(支援三鍵滾輪滑鼠) .....                             | 11 |
| 1. 滾輪：放大及縮小 .....                                 | 11 |
| 2. 左建長按不放：拖曳平移 .....                              | 11 |
| 3. 中鍵長按不放：旋轉視角 .....                              | 11 |
| 4. 右鍵：功能選單 .....                                  | 11 |

|                          |           |
|--------------------------|-----------|
| (二)畫面中羅盤(右上角).....       | 11        |
| 1.指北：將 3D 視窗畫面旋轉向北 ..... | 11        |
| 2.視角：旋轉視角 .....          | 11        |
| 3.搖桿：搖桿操作平移 .....        | 11        |
| 4.高度：調整離地高度 .....        | 11        |
| (三)鍵盤操控 .....            | 12        |
| <b>四、功能介紹 .....</b>      | <b>13</b> |
| (一)基本操作功能： .....         | 13        |
| (二)圖層開關設定： .....         | 13        |
| (三)工具列功能： .....          | 14        |
| 1.首頁工具.....              | 14        |
| 2.分析工具.....              | 15        |
| 3.巡航工具.....              | 22        |
| 4.檢視工具.....              | 23        |
| 5.物件工具.....              | 23        |
| 6.其他工具.....              | 30        |
| A. 擷取至新視窗.....           | 31        |
| B.擷取至檔案.....             | 31        |
| (四)地底模式： .....           | 32        |
| (五)路徑導覽： .....           | 32        |



## 一、注意事項

本系統採用 SkylineGlobe 建置，需安裝 Skyline TerraExplorer 軟體，Skyline 軟體使用 Microsoft DirectX 3D 元件，因此建議使用 Microsoft Internet Explorer 瀏覽器、螢幕解析度 1024x768 以上、以及支援 DirectX 之顯示卡。

## 二、軟體安裝

### (一)安裝流程

1. 點擊「setup.exe」執行安裝。

| 名稱                                                                                         | 修改日期              | 類型                | 大小        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|-----------|
|  setup    | 2014/2/25 下午 0... | 應用程式              | 73,395 KB |
|  安裝說明_專案檔 | 2012/12/14 下午 ... | Adobe Acrobat ... | 3,437 KB  |

2. 點擊「下一步」。



3. 同意使用條款，點擊「是」。



4. 設定使用者公司、名稱（請務必填入，方可進行下一步），點擊「下一步」。



5. 設定安裝路徑，點擊「下一步」。



6. 點擊「安裝」開始安裝。



7. 安裝結束，按下「完成」鈕關閉該視窗。



## (二)系統平台啟動方式

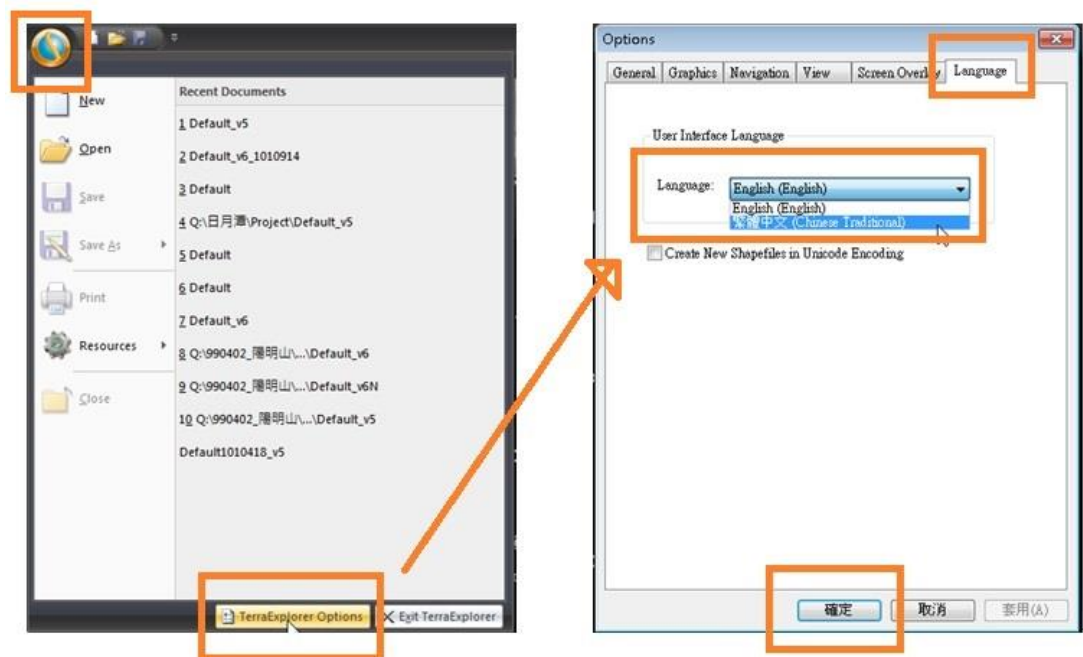
找到資料夾裡的「Default.fly」執行檔，點擊即可啟動系統平台。

| 名稱             | 修改日期              | 類型                   | 大小           |
|----------------|-------------------|----------------------|--------------|
| data           | 2014/11/10 上午 ... | 檔案資料夾                |              |
| <b>Default</b> | 2014/11/10 上午 ... | TerraExplorer Header | 185 KB       |
| MPT_wra10.mpt  | 2014/11/4 下午 0... | MPT 檔案               | 9,063,116... |

### 三、系統介面

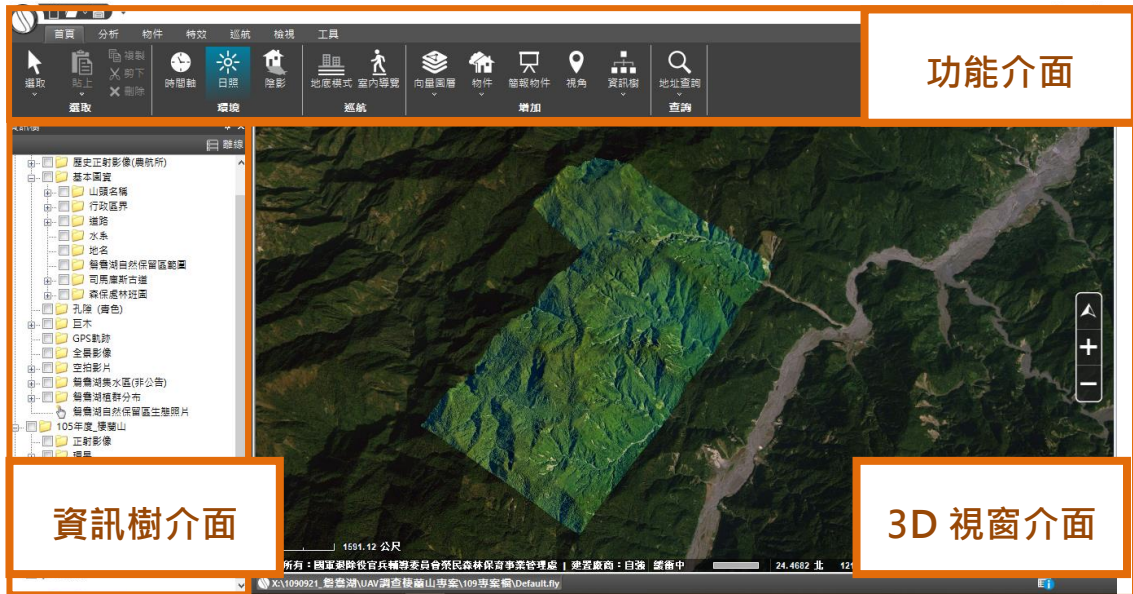
#### (一)系統介面中文化設定

點選[TerraExplorer Options]，於選項視窗之[Language]頁籤中下拉選擇繁體中文。重新開啟 Skyline 後即為中文化系統介面。



## (二)系統介面

本系統介面主要分為功能列、資訊樹、3D 視窗等三種介面。



## (三)個人化設定(可略過)

透過本設定可設定個人化介面，但也可略過，並不會影響系統功能。

1. 點選[TerraExplorer 選項]，開啟選項視窗之[畫面套疊]頁籤。

2. 勾選欲顯示之項目

(1) 巡航控制：3D 視窗右上方羅盤

(2) 中心標示：3D 視窗中心點標示

(3) 指北：3D 視窗右下角顯示指北

(4) 狀態列：3D 視窗下方顯示專案讀取資料狀態、座標方

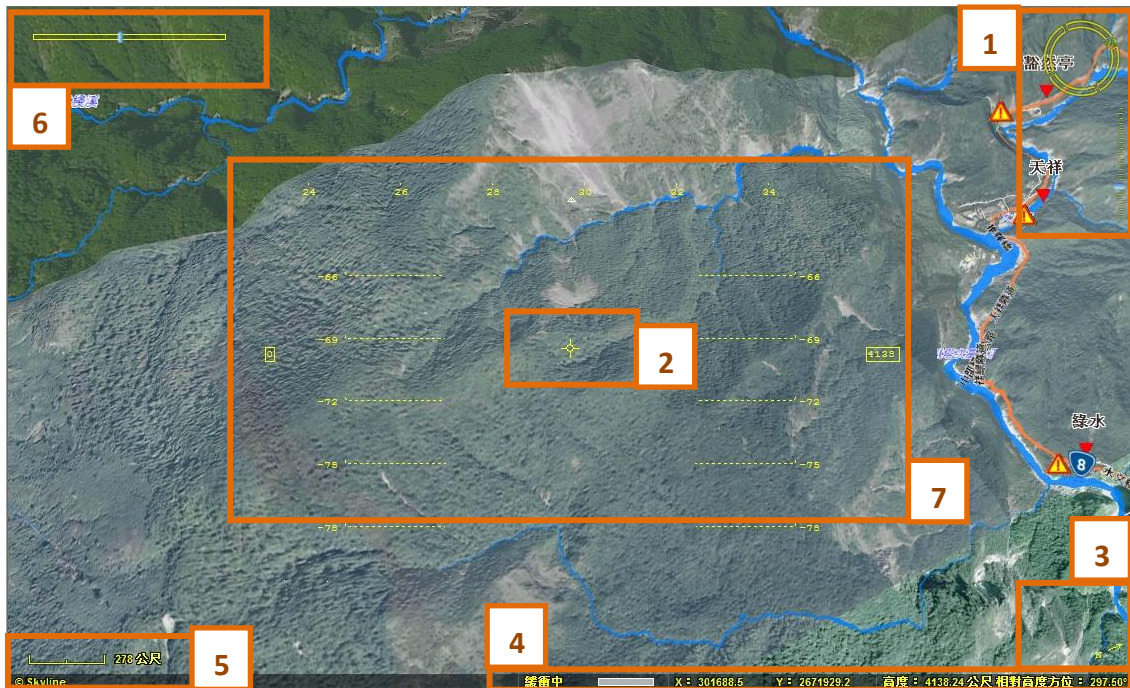
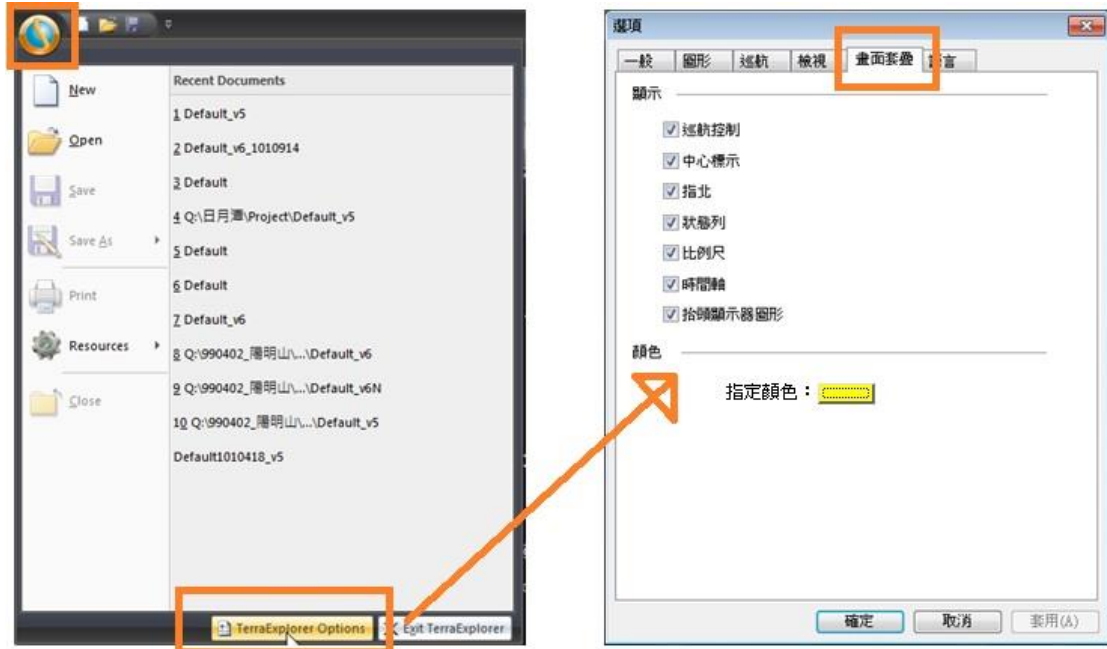
位資訊

(5) 比例尺：3D 視窗地形對應實際地面距離之比例

(6) 時間軸：3D 視窗中顯示時間

(7)抬頭顯示器圖形：3D 視窗中顯示巡航控制之抬頭

3.可設定上述項目可顯示之顏色



### 三、3D 視窗操作

3D 視窗內畫面可透過滑鼠或畫面中羅盤控制。

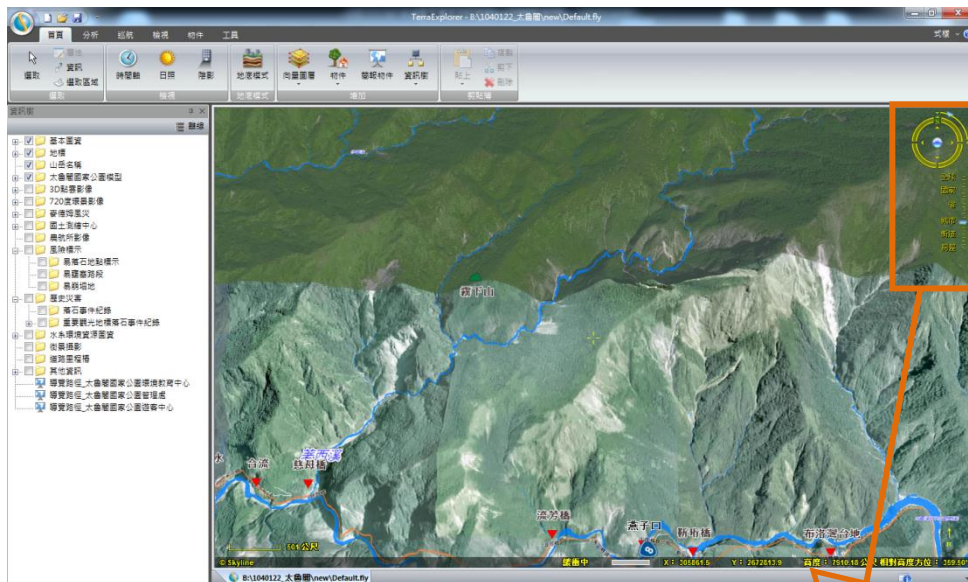
#### (一)滑鼠(支援三鍵滾輪滑鼠)

1.滾輪：放大及縮小

2.左鍵長按不放：拖曳平移

3.中鍵長按不放：旋轉視角

4.右鍵：功能選單



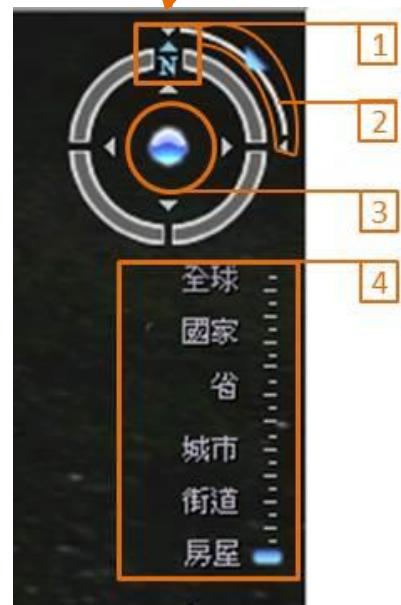
#### (二)畫面中羅盤(右上角)

1.指北：將 3D 視窗畫面旋轉向北

2.視角：旋轉視角

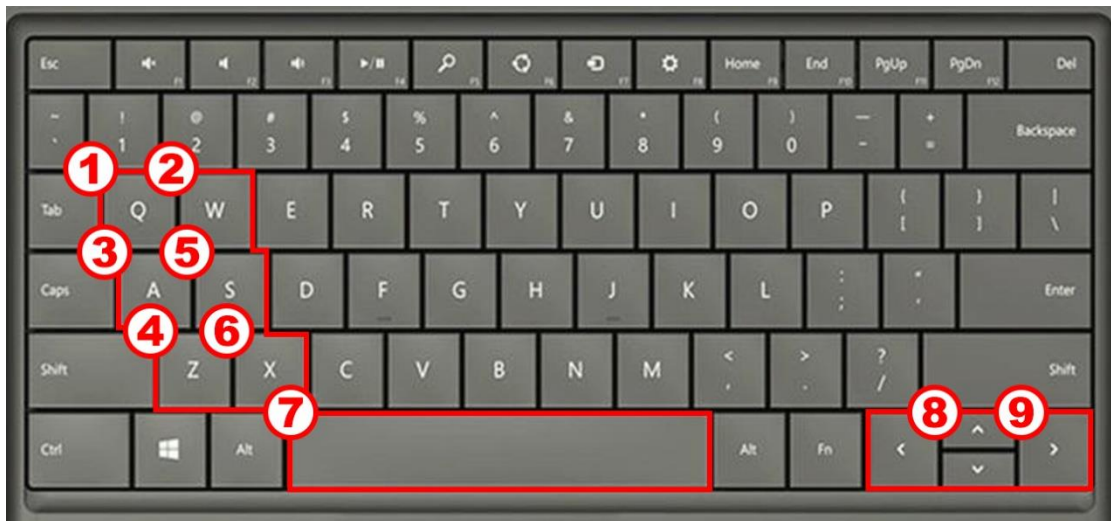
3.搖桿：搖桿操作平移

4.高度：調整離地高度



### (三) 鍵盤操控

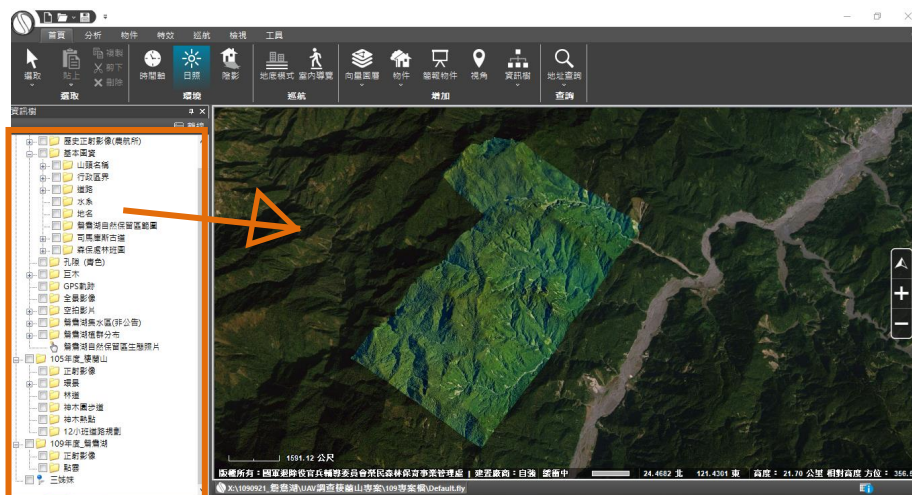
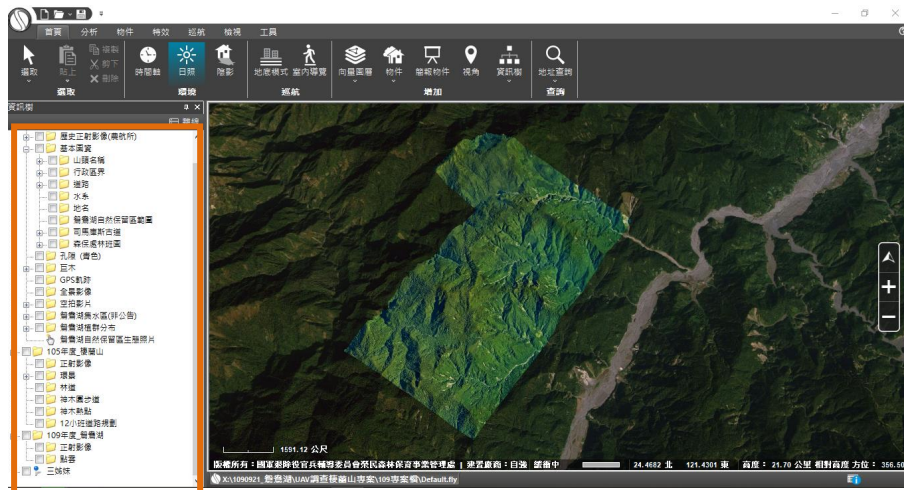
1. 向左平移：” Q 鍵”
2. 向右平移：” W 鍵”
3. 前進：” A 鍵”
4. 後退：” S 鍵”
5. 上升：” Z 鍵”
6. 下降：” X 鍵”
7. 停止：” 空白鍵”
8. 視角旋轉(俯仰角)：” ↑ 鍵” 、 ” ↓ 鍵”
9. 視角旋轉(左右轉)：” ← 鍵” 、 ” → 鍵”



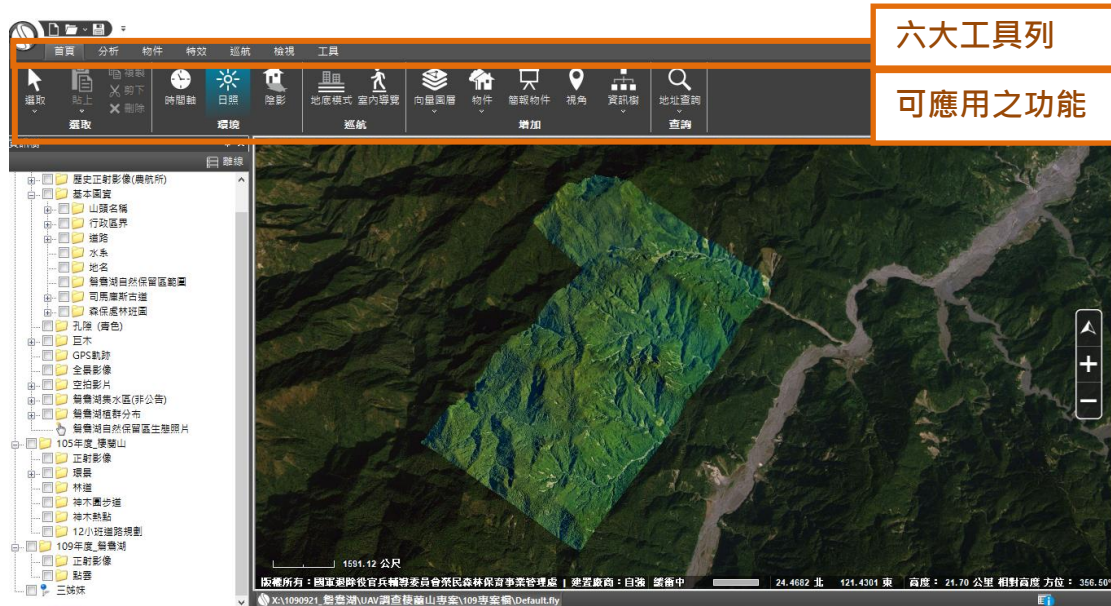
#### 四、功能介紹

(一)基本操作功能：作為地理資料展示視窗之畫面顯示時，使用者可自行管理設定之功能，包括圖層顯示開關、圖形放大(zoom in)、範圍放大(zoom out)、畫面平移。

(二)圖層開關設定：提供除系統自訂之不同空間尺度所展示之3D地形外，提供自訂套疊或卸除不同圖層之設定開關，並以主題群組分類方式提供。且使用者可依據管理者設定之導覽路徑進行導覽。




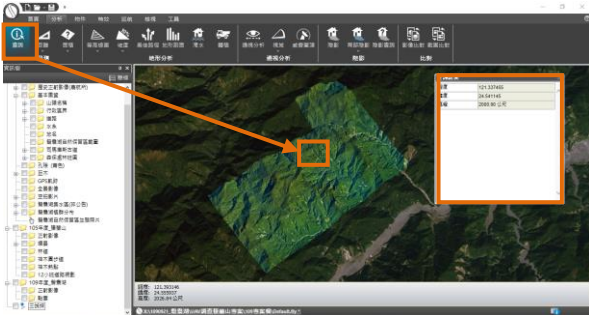
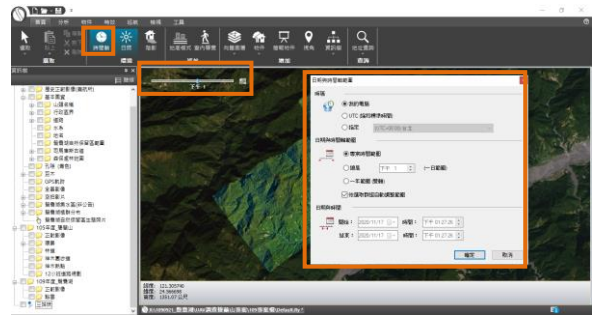
(三)工具列功能：本系統之工具列中包含首頁、分析、巡航、檢視、物件、工具等豐富的功能，每一工具含多項可應用之功能，以下就常用與獨特功能加以說明。



### 1. 首頁工具

|                                                                                     |                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>(1)地表資訊查詢功能：可於 3D 視窗中移動，即可獲得任意點之地表資訊，準確度依 DEM 為準。</p>                          |
|  | <p>(2)檢視功能：可為專案設定日期、時間，並可選擇使用太陽光源。</p>                                            |
|  | <p>(3)地底模式功能：利於觀看專案之地表下資料。</p>                                                    |
|  | <p>(4)增加功能：可自定匯入向量圖層 (*.fly、*.kml、*.kmz)、物件(標籤、線段、多邊形)、演示物件(路徑導覽)、資訊樹(資料夾群組)。</p> |

|                                                                                   |                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
|  | <p>(5)剪貼簿：於 3D 視窗中可針對物件進行貼上、複製、剪下、刪除等動作。</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|

|                                                                                   |                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |
| <p>(1)地表資訊查詢</p>                                                                  | <p>(2)時間軸設定</p>                                                                    |

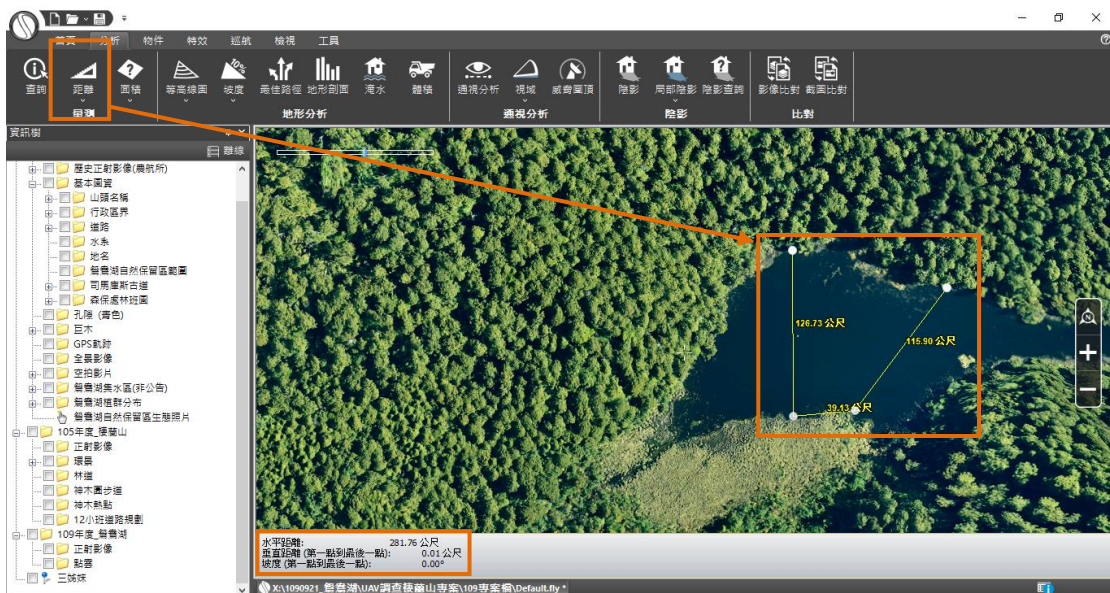
## 2.分析工具

|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <p>(1)水平量測功能：3D 視窗中任意點選兩點，即可得兩點間距。</p> <p>(2)空中量測功能：3D 視窗中任意點選垂直兩點，可得兩點斜距。</p> <p>(3)垂直量測功能：3D 視窗中任意點選垂直兩點，可得兩點間距。</p> <p>(4)面積量測功能：於 3D 視窗中任意點選數點，即可得區域內面積。</p> <p>(5)3D 平面面積：於 3D 視窗中任意點選數點，即可得區域內之平面面積(平面取決於前三點)。</p>                                               |
|  | <p>(6)等高線功能：於 3D 視窗中任意框選範圍，即可依 DEM 資料產製等高線圖(可自定區間)。</p> <p>(7)坡度與坡向功能：於 3D 視窗中任意框選範圍，即可依 DEM 資料產製坡度與坡向圖。</p> <p>(8)最佳路徑功能(僅考量 DEM 資料)：於 3D 視窗中任意點選點位可得最佳路徑。</p> <p>(9)剖斷面功能：於 3D 視窗中任意點選垂直兩點，依 DEM 資料可得兩點之間斷面資料，並可輸出至 csv 檔。</p> <p>(10)淹水功能(僅考量 DEM 資料):於 3D 視窗中任</p> |

|                                                                                                                 |                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                 | <p>意劃設區塊可得淹水區域。</p> <p>(11) <b>挖填方功能</b>：分析物件對地形移除和增加的體積量。<b>(須搭配編輯版地形編修功能使用)</b></p>                                                                           |
|  <p>通視分析 視域 威脅圓頂</p>           | <p>(12) <b>通視分析功能</b>：於 3D 視窗中點選兩點，可計算與標示兩點間可否通視。</p> <p>(13) <b>視域功能</b>：於 3D 視窗中點選一點，可計算與標示此點之觀測區域。</p> <p>(14) <b>威脅圓頂</b>：於 3D 視窗中點選一點，可計算與標示此點之立體觀測區域。</p> |
|  <p>陰影 局部陰影 陰影查詢</p> <p>陰影</p> | <p>(15) <b>陰影分析功能</b>：依據專案時間、太陽光源可產生陰影。<b>(專案須為經緯度坐標系統方能使用)</b></p>                                                                                             |
|  <p>影像比對 截圖比對</p> <p>比對</p>   | <p>(16) <b>截圖與影像比對功能</b>：針對不同時期之影像或物件，以截圖比對之方式觀察變化以及不同處。</p>                                                                                                    |

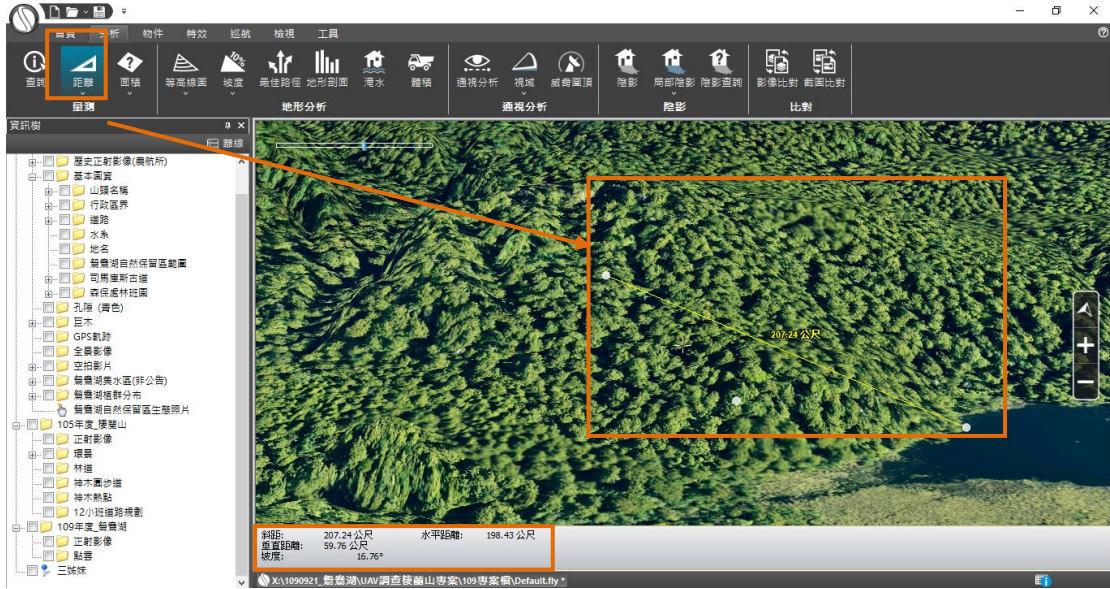
### (1) 水平量測

距離可計算兩點間的水平距離，以左鍵點選路徑，最後按下右鍵完成測量。

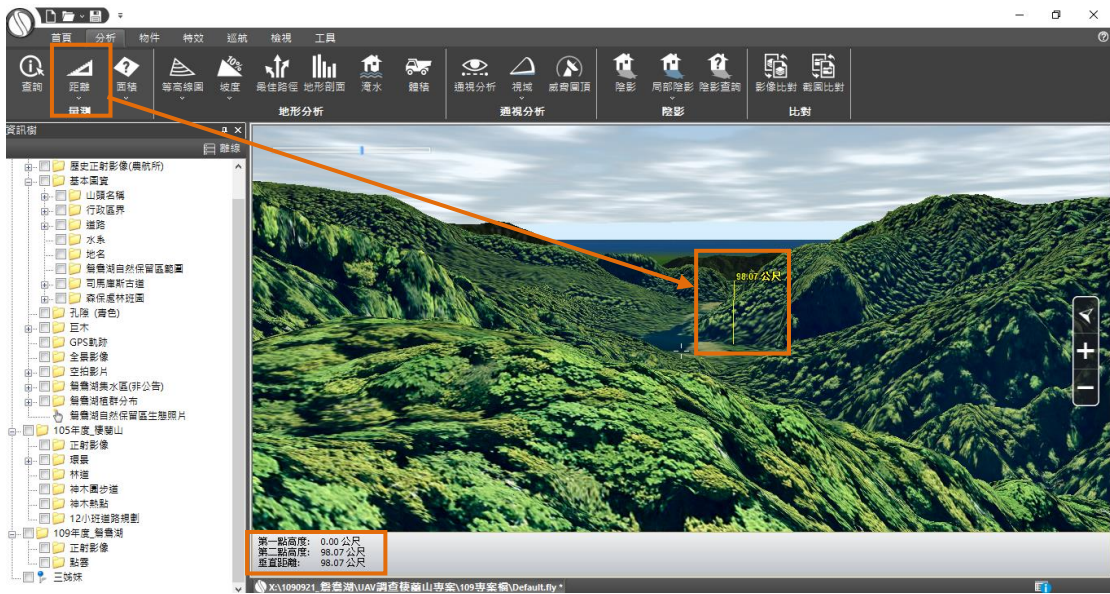


### (2) 空中量測

計算兩點間的直線距離，因此將受到點位的高程影響。因為無法準確點選點雲中的點位，較不適合量測點雲中兩點之距離。

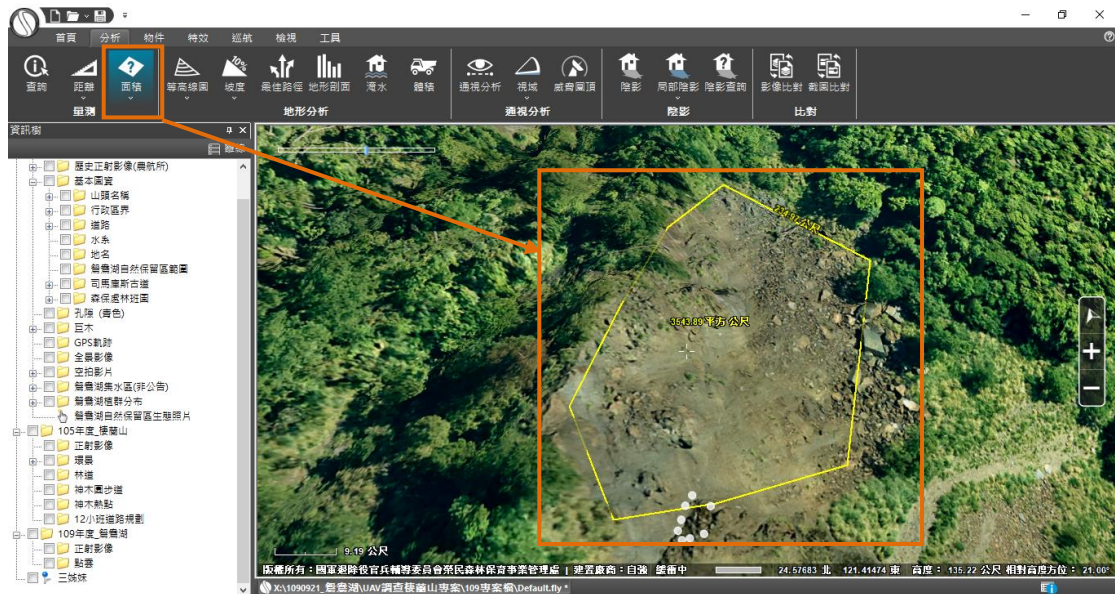


(3)垂直量測  
量取兩點間的垂直距離。



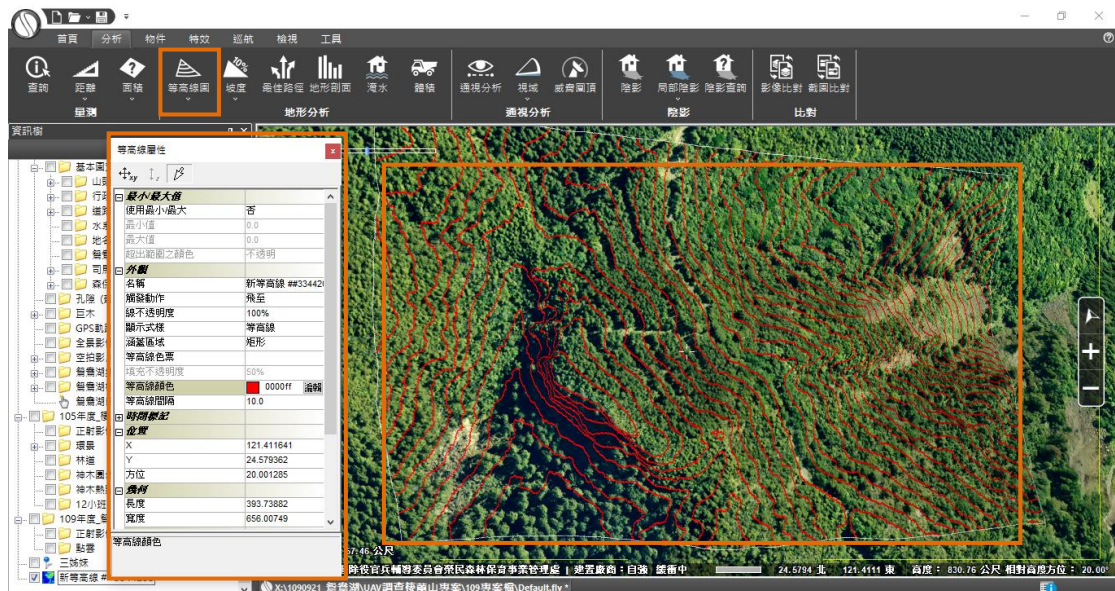
#### (4)面積量測功能

選取數點可做面積量測。



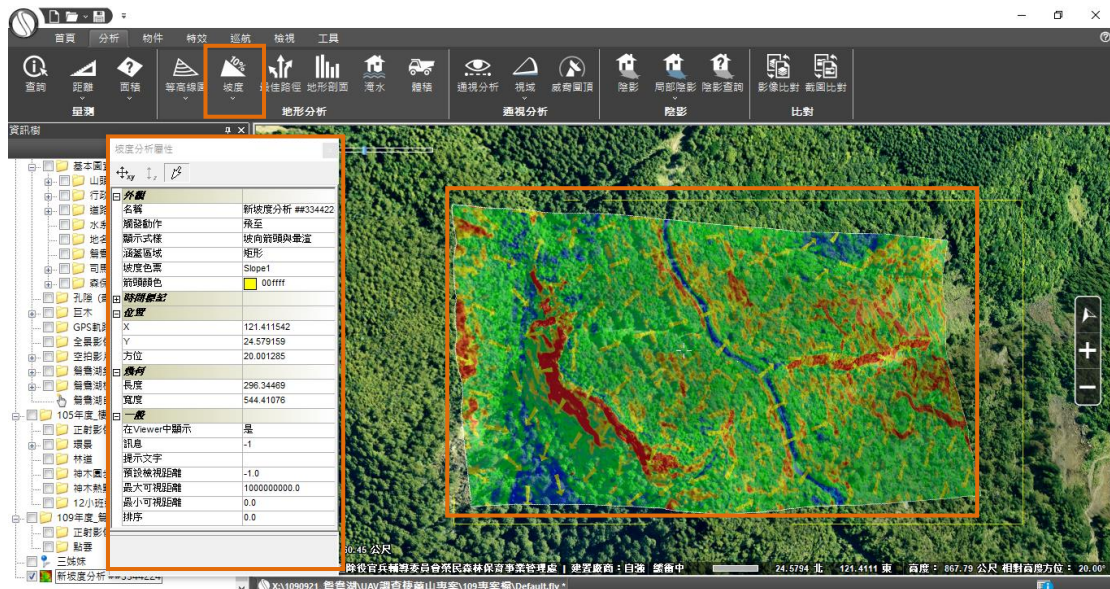
#### (5)等高線功能

開啟等高線功能，選擇高程暈染與等高線，接著在 3D 視窗中以左鍵選擇要分析的區域，完成後按下滑鼠右鍵，系統便會以專案採用的地形底圖為基礎，自動分析並繪製出此區域之等高線，右鍵點選等高線物件後可開啟物件之屬性，可調整等高線之顏色、高程間隔等之顯示方式。



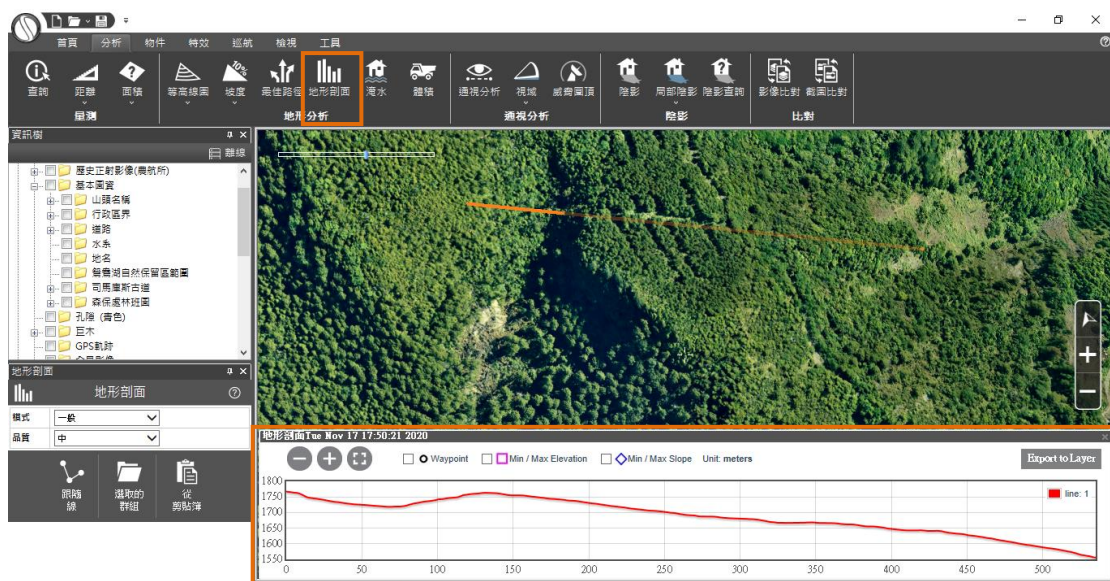
## (6) 坡度與坡向功能

開啟坡度分析功能，選擇坡度暈染圖與坡向，同樣在 3D 視窗中選擇要進行分析的區域，右鍵完成後系統將自動繪製出該區域的坡度坡向分析結果圖層，此分析結果與專案採用之地形底圖相關，底圖之精度越高則分析結果也將越精準。同樣在物件的屬性中使用使用者可以依需求進行顯示的調整。



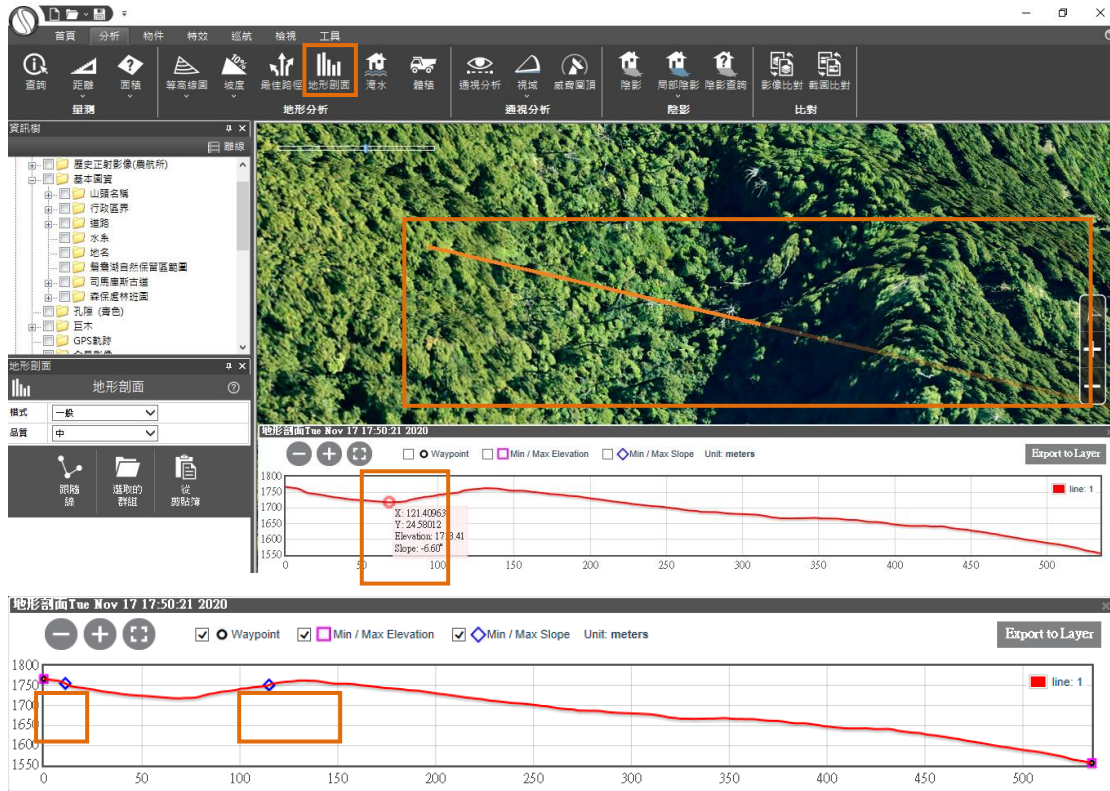
## (7) 地形剖面

地形剖面分析將依據採用地形底圖的高程資料，沿使用者所點選的路徑繪製剖面線，同樣以左鍵點選路徑，完成後按下右鍵，此時將自動跳出剖面線分析成果之視窗。



剖面線成果視窗中使用者可自由放大、縮小觀看成果。

按下圖中紅框處的按鈕，再點選剖面線成果中任一位置，3D 視窗中將自動標示該點在地圖上的實際位置，視窗中也提供查詢或自動標示的功能，可自動標示兩端點資訊、高程最高最低點以及坡度變化最大處。

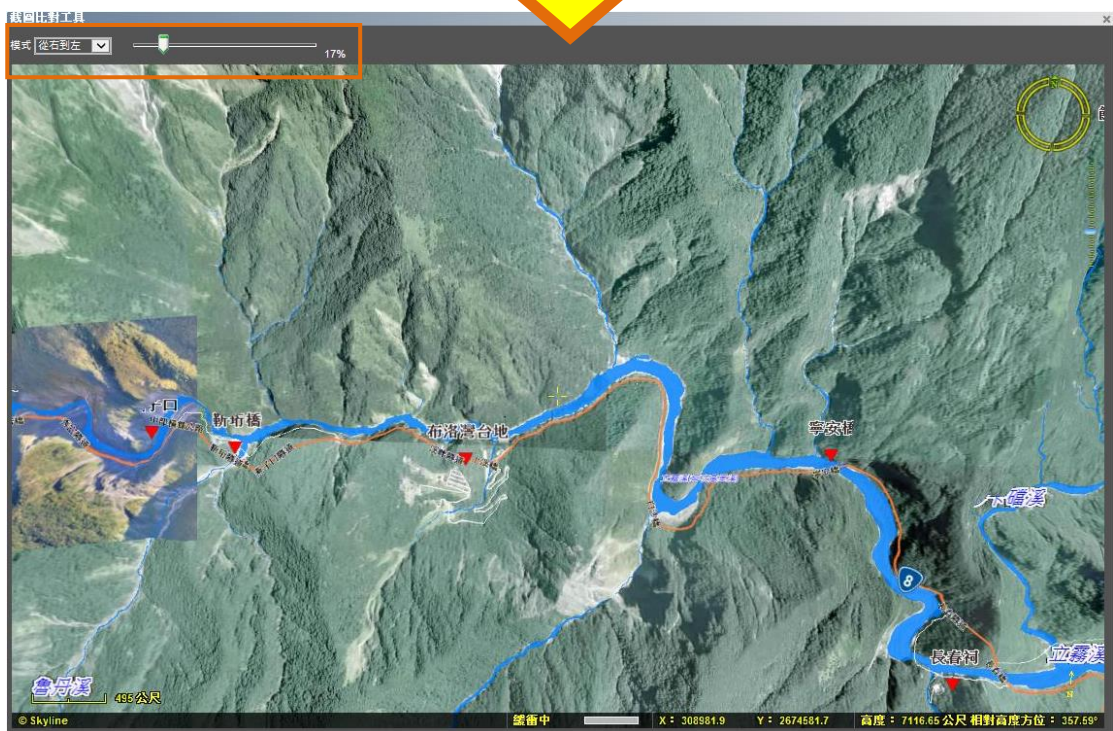
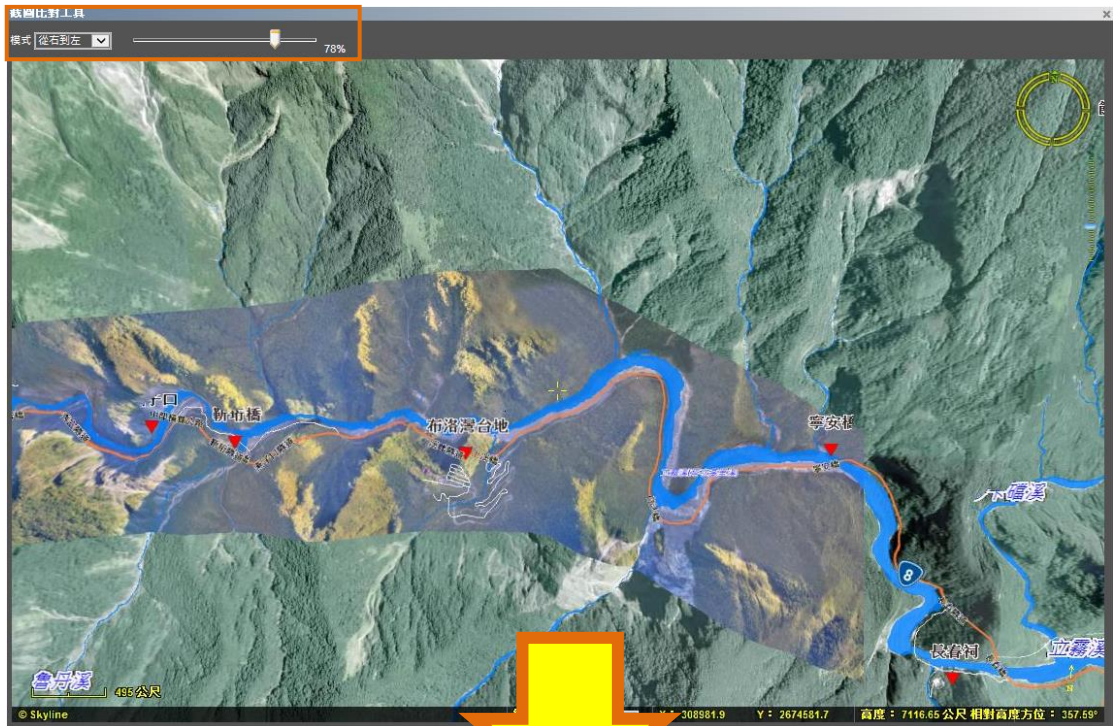


### (8) 截圖比對

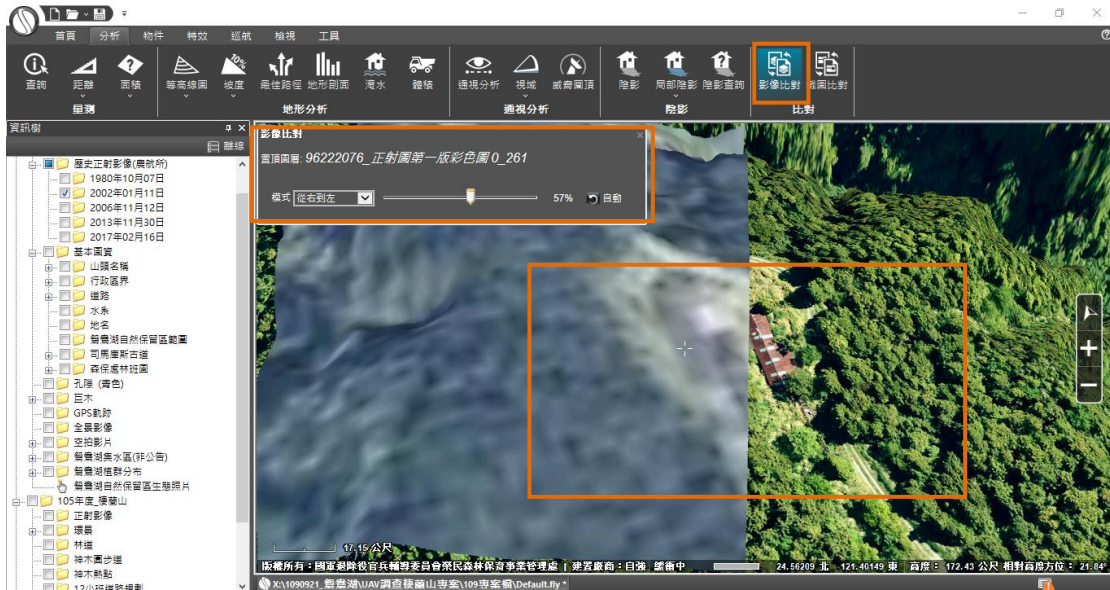
使用者可針對不同時期之影像或物件，以截圖比對之方式觀察變化以及不同處，在工具列中選擇分析接著點選比對中的截圖比對，將看到提示視窗，在資訊樹中勾選要進行比對的圖層或物件後按下比對。



以正射影像為例，在資訊樹勾選後，按下比對，以滑鼠拉動上方的橫桿可控制兩張比對的影像所佔的比例。



此外，在模式中可以選擇拉動的方向或以透明度方式進行比對，以透明度進行影像截圖比對。





### 3. 巡航工具

|  |                                                                                                                                                                           |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>(2) <b>3D 模式</b>：可呈現 3D、2D、2D(定北)三種視窗。</p>                                                                                                                             |
|  | <p>(3) <b>縮放功能</b>：控制 3D 視窗之縮放層級。<br/>         (4) <b>指北功能</b>：3D 視窗畫面旋轉至正北停止。<br/>         (5) <b>旋轉功能</b>：3D 視窗畫面即旋轉至不停。<br/>         (6) <b>跟隨功能</b>：可選擇飛行姿態或定義視角。</p> |
|  | <p>(8) <b>鷹圖</b>：在巡航地圖上顯示相機的位置與朝向。<b>(專案需有具範圍內之 2D 地圖方能使用)</b></p>                                                                                                        |
|  | <p>(9) <b>巡航幫手功能</b>：可選擇匯入 GPS 軌跡檔、3D 視窗中之目標、多座標系統等三種方式進行巡航。</p>                                                                                                          |

## 4.檢視工具

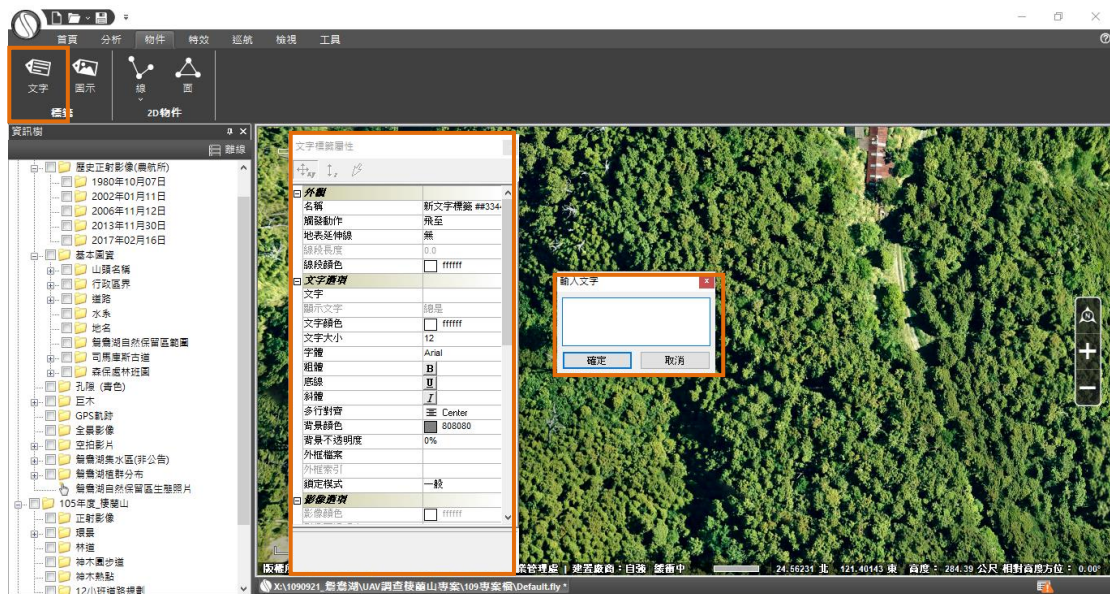
|                                                                                     |                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
|    | <p>(1)<b>排版功能</b>：可選擇一般、最大化、全螢幕、立體四種 3D 視窗。</p>                                 |
|    | <p>(2)<b>地形影像功能</b>：可完全關閉地形影像，或設定地形透明度。</p>                                     |
|    | <p>(3)<b>顯示/隱藏功能</b>：可選擇顯示/隱藏資訊樹視窗、巡航地圖。</p>                                    |
|   | <p>(4)<b>單位功能</b>：專案使用之坐標、高度、速度可進行單位設定。</p>                                     |
|  | <p>(5)<b>畫面套疊功能</b>：於 3D 視窗中可選擇加入巡航控制、中心標示、狀態列、比例尺、時間軸、HUD 圖形等相關資訊。(同個人化設定)</p> |
|  | <p>(6)<b>視野功能</b>：選擇 3D 視窗鏡頭之視野角度。</p>                                          |
|  | <p>(7)<b>環境特效功能</b>：3D 視窗背景可選擇雲、水體之顯示。<b>(專案須為經緯度坐標系統方能使用)</b></p>              |

## 5.物件工具

|                                                                                                          |                                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
|  <p>文字 圖示</p> <p>標籤</p> | <p>(1) <b>標籤功能</b>：可自訂文字標籤、圖示標籤，並可插入連結。</p>   |
|  <p>線 面</p> <p>2D物件</p> | <p>(2) <b>2D物件功能</b>：可自訂 2D 線段、2D 多邊形等物件。</p> |

### (1-1) 新增文字標籤功能




使用者可自由在 3D 視窗中須標示的位置上，加入文字或是圖示標籤，文字與圖示的內容可自行指定，輸入後在 3D 視窗中欲加入標籤的位置上點擊左鍵，便完成加入標籤或圖示。完成後可在屬性中調整文字大小、顏色、粗體、加入提示文字、訊息等等的顯示設定。



|             |                                            |
|-------------|--------------------------------------------|
| <b>外觀</b>   |                                            |
| 名稱          | 新文字標籤 ##334                                |
| 觸發動作        | 飛至                                         |
| 地表延伸線       | 無                                          |
| 線段長度        | 0.0                                        |
| 線段顏色        | <input type="checkbox"/> ffffff            |
| <b>文字選項</b> |                                            |
| 文字          |                                            |
| 顯示文字        | 總是                                         |
| 文字顏色        | <input type="checkbox"/> ffffff            |
| 文字大小        | 12                                         |
| 字體          | Arial                                      |
| 粗體          | <input checked="" type="checkbox"/> B      |
| 底線          | <input checked="" type="checkbox"/> U      |
| 斜體          | <input checked="" type="checkbox"/> I      |
| 多行對齊        | <input checked="" type="checkbox"/> Center |
| 背景顏色        | <input checked="" type="checkbox"/> 808080 |
| 背景不透明度      | 0%                                         |
| 外框檔案        |                                            |
| 外框索引        |                                            |
| 鎖定模式        | 一般                                         |
| <b>影像選項</b> |                                            |
| 影像顏色        | <input type="checkbox"/> ffffff            |

|                                         |
|-----------------------------------------|
| <b>外觀</b>                               |
| 名稱：物件的名稱。                               |
| 觸發：點選該物件視窗移至物件的方式。                      |
| 地表延伸線：是否顯示地表延伸線。                        |
| 線段長度：自訂的線段長度(公尺)。                       |
| 線段顏色：選擇線段顏色。                            |
| <b>文字選項</b>                             |
| 文字：輸入文字編輯內容。                            |
| 顯示文字：顯示文字選項。                            |
| 文字顏色：文字顯示的顏色。                           |
| 文字大小：文字顯示的大小(單位：點)。                     |
| 字體：選擇文字字體。                              |
| 粗體：粗體字。                                 |
| 底線：文字加底線。                               |
| 斜體：斜體字。                                 |
| 多行對齊：文字對齊(多於一行時)。                       |
| 背景顏色：背景顏色。                              |
| 背景不透明度：背景不透明度。                          |
| 外框檔案：增加外框樣式(使用者自訂外框)。                   |
| 外框索引：選取包含在檔案內的一個外框。                     |
| 鎖定模式：設定文字的顯示方位(預設永遠朝正面，可設定貼齊地面、固定方位等等)。 |
| <b>影像選項</b>                             |
| 影像顏色：影像顏色。                              |
| 影像不透明度：影像顯示的不透明度。                       |
| 影像最大尺寸：影像的最大顯示尺寸。                       |
| 影像檔案：選取影像作為背景。                          |

文字標籤屬性

|                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                                                    |
| 外框檔案                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                    |
| 外框索引                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                    |
| 鎖定模式                                                                                                                                                                                                                                                  | 一般                                                                                                 |
| <b>影像選項</b>                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                    |
| 影像顏色                                                                                                                                                                                                                                                  | <input type="checkbox"/> ffffff                                                                    |
| 影像不透明度                                                                                                                                                                                                                                                | 100%                                                                                               |
| 影像最大尺寸                                                                                                                                                                                                                                                | -1                                                                                                 |
| 影像 檔案                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                    |
| <b>位置</b>                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                    |
| 高度模式                                                                                                                                                                                                                                                  | 相對高度                                                                                               |
| 高度                                                                                                                                                                                                                                                    | 0.0                                                                                                |
| X                                                                                                                                                                                                                                                     | 121.401782                                                                                         |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                     | 24.562431                                                                                          |
| 方位                                                                                                                                                                                                                                                    | 0.0                                                                                                |
| 俯仰                                                                                                                                                                                                                                                    | 0.0                                                                                                |
| 翻滾                                                                                                                                                                                                                                                    | 0.0                                                                                                |
| 中心點排列                                                                                                                                                                                                                                                 |  Bottom, Center   |
| <b>幾何</b>                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                    |
| 比例                                                                                                                                                                                                                                                    | 6.745545                                                                                           |
| 限制放大                                                                                                                                                                                                                                                  | 是                                                                                                  |
| 最小檢視高度                                                                                                                                                                                                                                                | 0.0                                                                                                |
| 最小可見尺寸                                                                                                                                                                                                                                                | 7                                                                                                  |
| <b>文字與影像排列</b>                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                    |
| 文字相對於影像                                                                                                                                                                                                                                               |  Text On Image  |
| 文字排列                                                                                                                                                                                                                                                  |  Bottom, Center |
| <b>時間標記</b>                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                    |
| <b>一般</b>                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                    |
| 在 Viewer 中顯示                                                                                                                                                                                                                                          | 是                                                                                                  |
| 訊息                                                                                                                                                                                                                                                    | -1                                                                                                 |
| 提示文字                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                    |
| 預設檢視距離                                                                                                                                                                                                                                                | -1.0                                                                                               |

位置

相對高度：含地形參數；

絕對高度：海拔高度。

高度：設定高度(單位：公尺)。

X：X 坐標位置。

Y：Y 坐標位置。

方向：物件選轉(單位：度)。

俯仰：物件傾斜(單位：度)。

翻滾：物件翻滾(單位：度)。

中心點排列：決定標籤中心點的位置。

幾何

比例：標籤的大小。

限制放大：限制物件大小與鏡頭遠近相關(預設為默認是，也就是不管鏡頭遠近，物件可視大小不變，選擇否則會依鏡頭遠近顯示物件大小)。

最小檢視高度：低於高度單位(公尺)時，標籤會消失。

最小可見尺寸：標籤大小(像素)，低於此值標籤會消失

文字與影像排列

文字相對於影像：標籤文字相對於影像標籤的整體方向。

文字排列：標籤文字相對於影像標籤的排列方式。

時間標記

開始時間：記錄開始編輯時間。

結束時間：記錄結束編輯時間。

一般

在 viewer 中顯示：確定物件是否出現在資訊樹列。

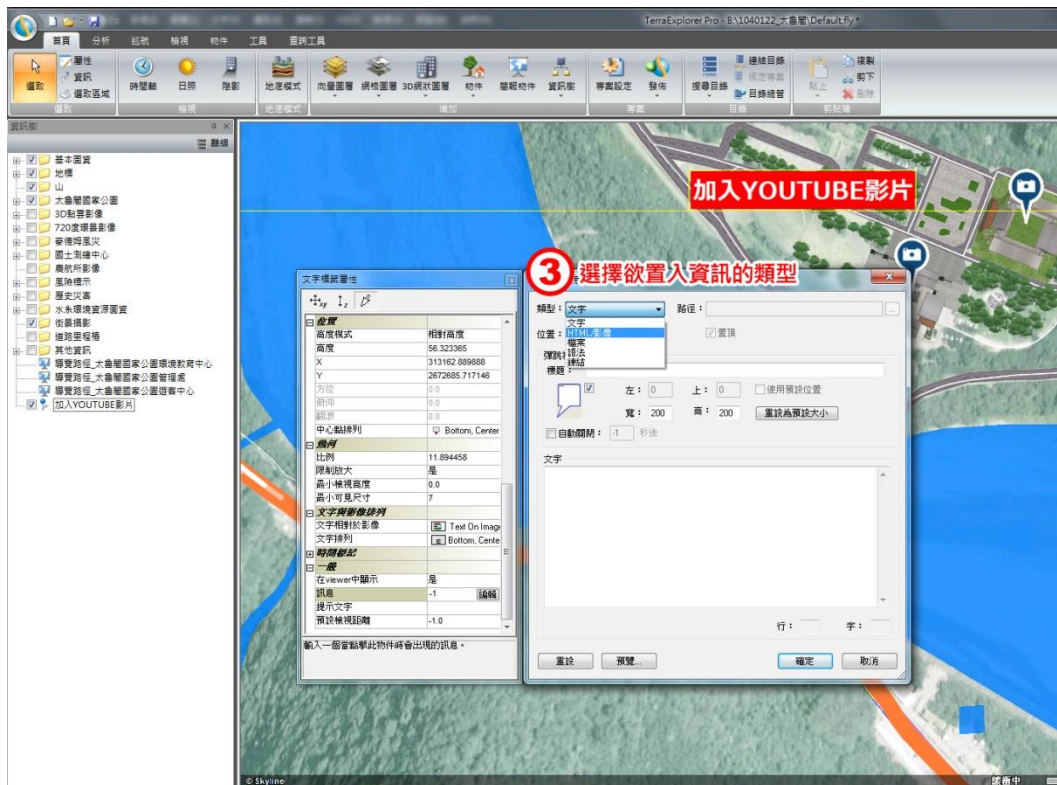
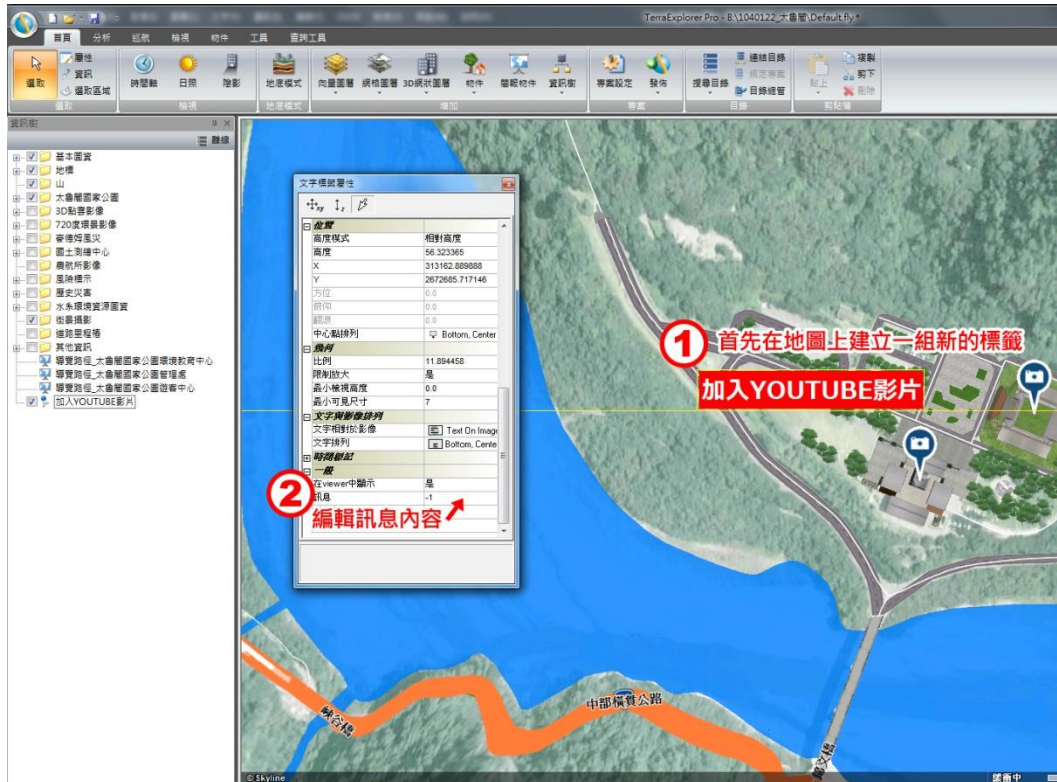
訊息：編輯點選此物件時顯示的訊息。

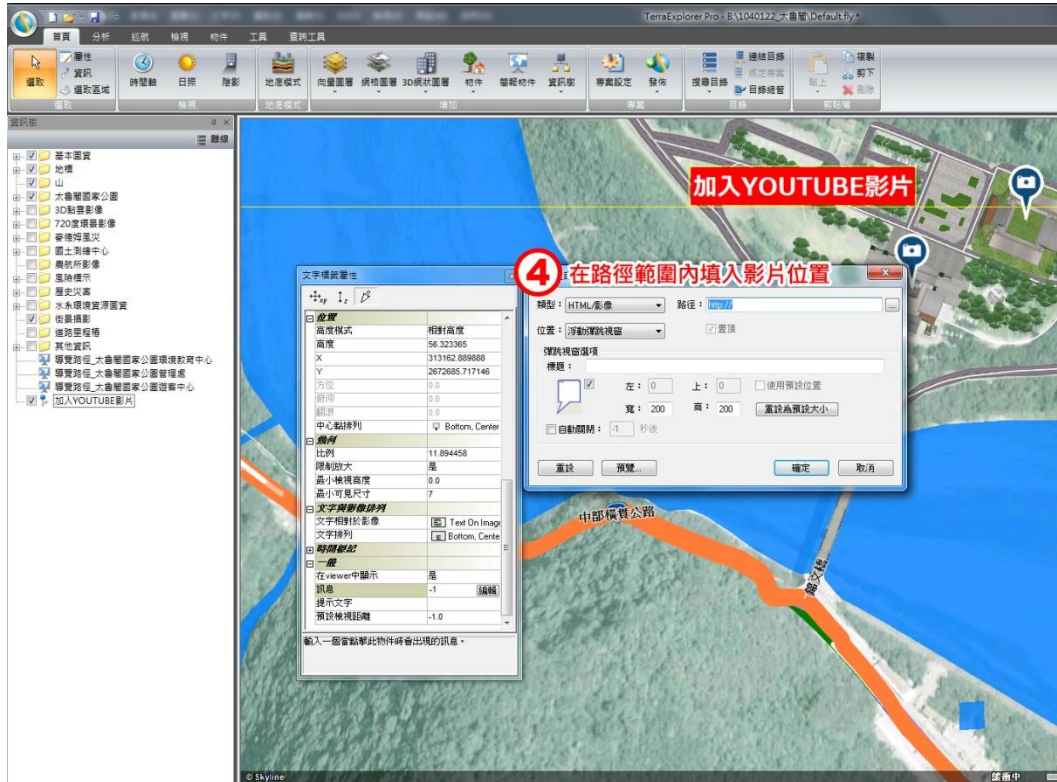
提示文字：編輯游標滑過物件顯示的訊息。

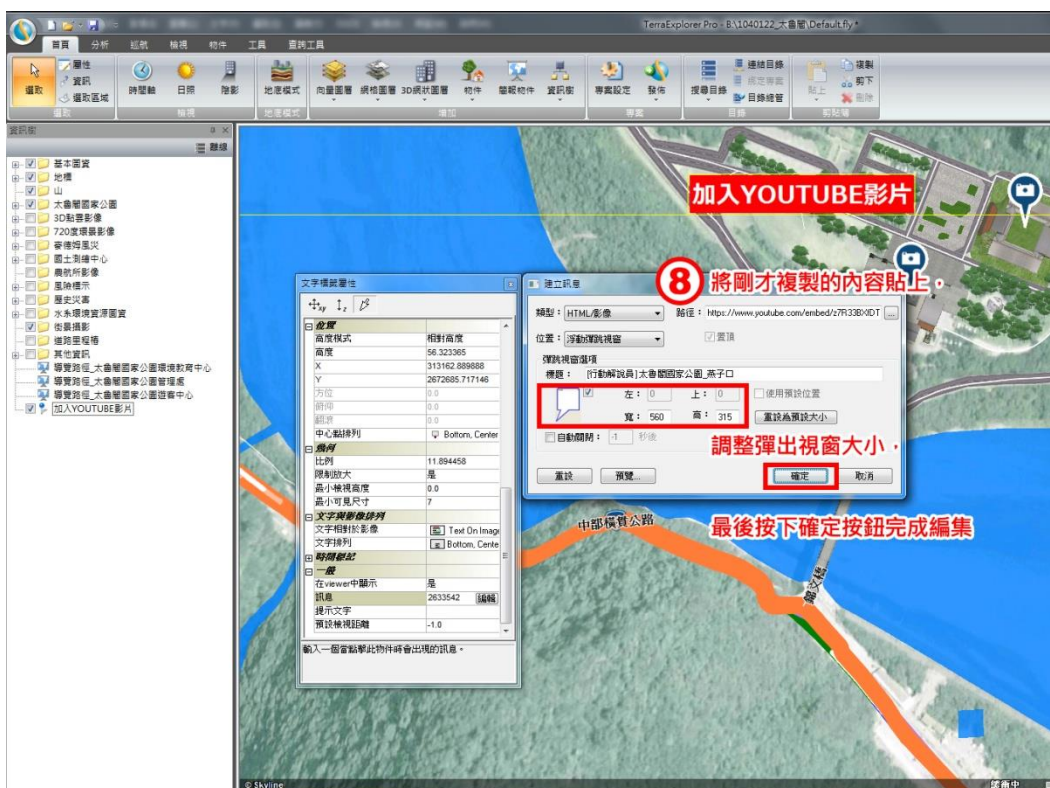
預設檢視距離：與所檢視或編輯物件的距離(單位：公尺)。

說明欄：點選以上屬性選項時的說明欄。

(1-2)新增標籤實作與應用(在標籤內加入影片或網頁)  
 製作影片標籤，點擊即播放 YOUTUBE 影片，製作流程如下所示。

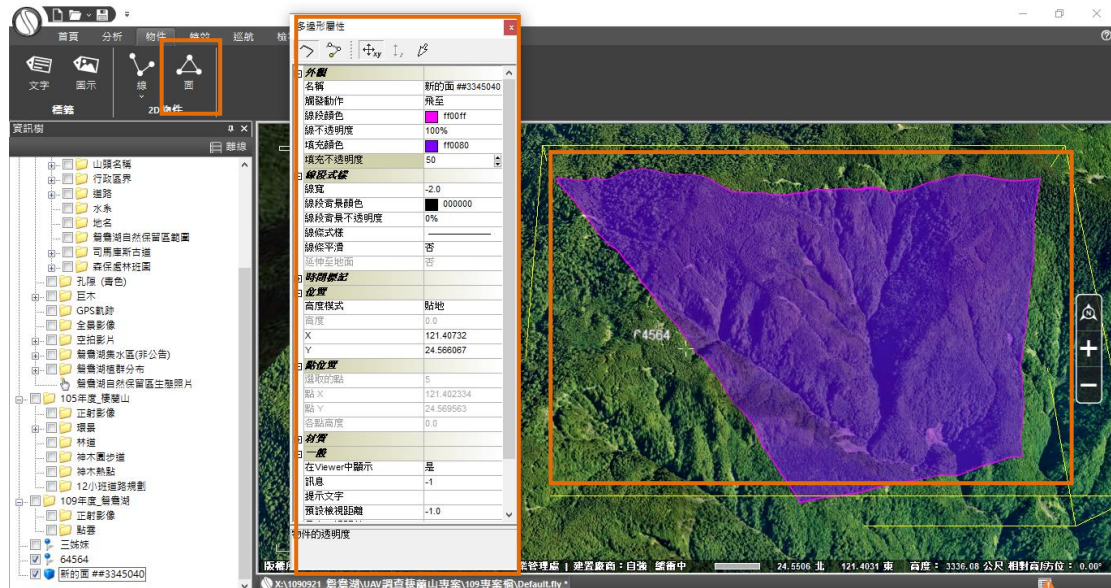






## (2)新增 2D 物件功能

使用者可自由在 3D 視窗中須標示的區域範圍內，繪出區域多邊形物件，完成後可在屬性中調整線段顏色、填充顏色等的顯示設定。



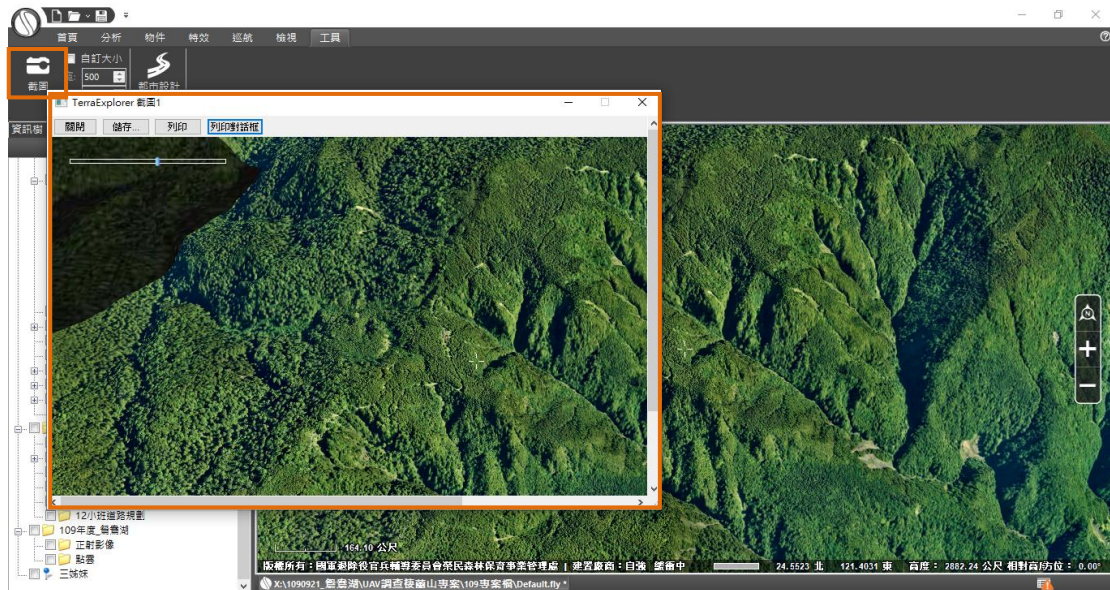
## 6.其他工具

|                                          |                                                   |
|------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| <p>自訂大小<br/>寬: 500<br/>高: 500<br/>截圖</p> | <p>(1)截圖功能：提供使用者將圖面查詢套疊展示之成果所展示畫面列印或儲存成一般影像檔。</p> |
|------------------------------------------|---------------------------------------------------|

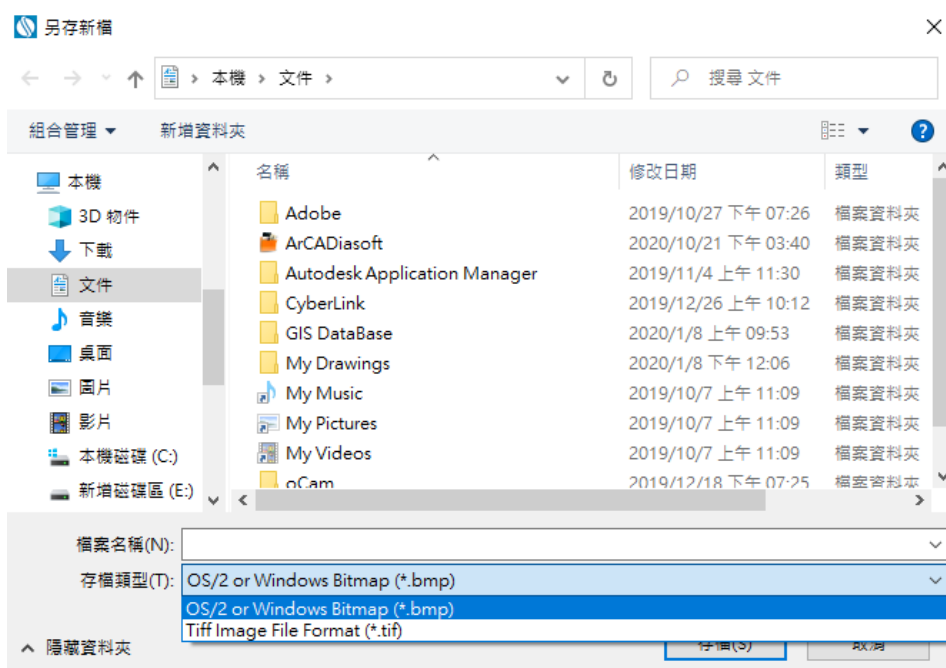
## (1) 截圖功能

系統提供截圖功能可將目前 3D 視窗中的影像輸出另存，在工具列中的工具，截圖選項中，可以自訂需要擷取多大範圍之影像，截圖選項分為兩種，擷取至新視窗或擷取至檔案，存檔時可選擇兩種不同的格式，使用者可依需求選擇。

### A. 擷取至新視窗




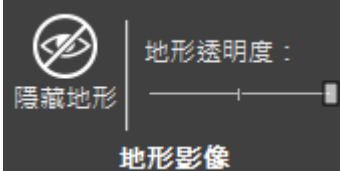
### B. 擷取至檔案

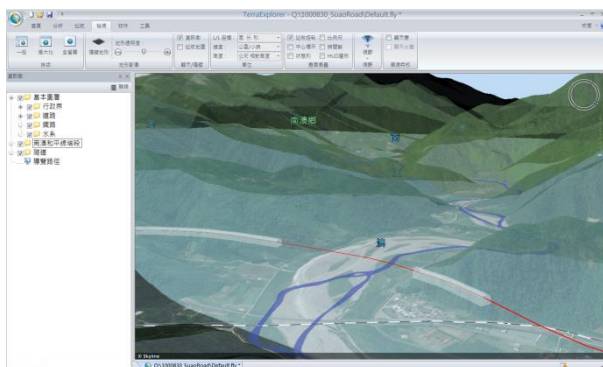


(四)地底模式：為本系統獨特功能，可穿透至地表下，提供呈現

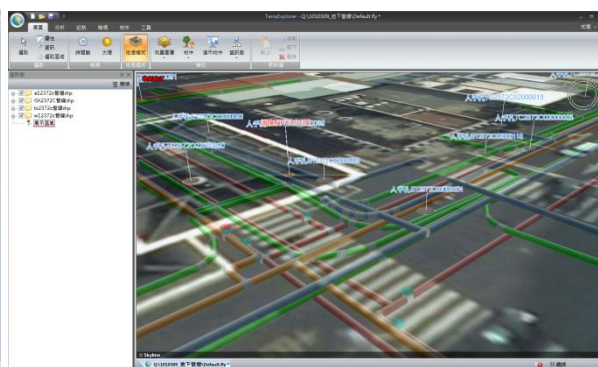
隧道、山洞、以及地(水)下之電力、自來水、暗渠等管線配

置情形，利於觀看地表下之資料。

|                                                                                                                 |                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
|  <p>地底模式</p>                   | <p>(1)地底模式功能：於[首頁工具]中開啟地底模式功能。</p>                                 |
|  <p>地形透明度：<br/>隱藏地形   地形影像</p> | <p>(2)地形影像功能：開啟地底模式功能後，[檢視工具]的地形透明度將變更為預設值 50%，但可自行調整地形透明度的數值。</p> |




(1)隧道資料



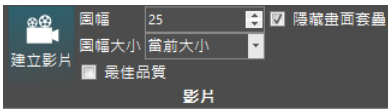
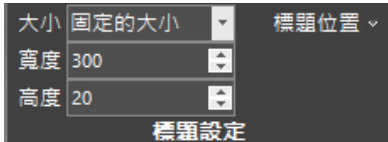


(2)地下管線資料

(五)路徑導覽：本系統可依視角或紀錄 3D 視窗之操作來自訂導

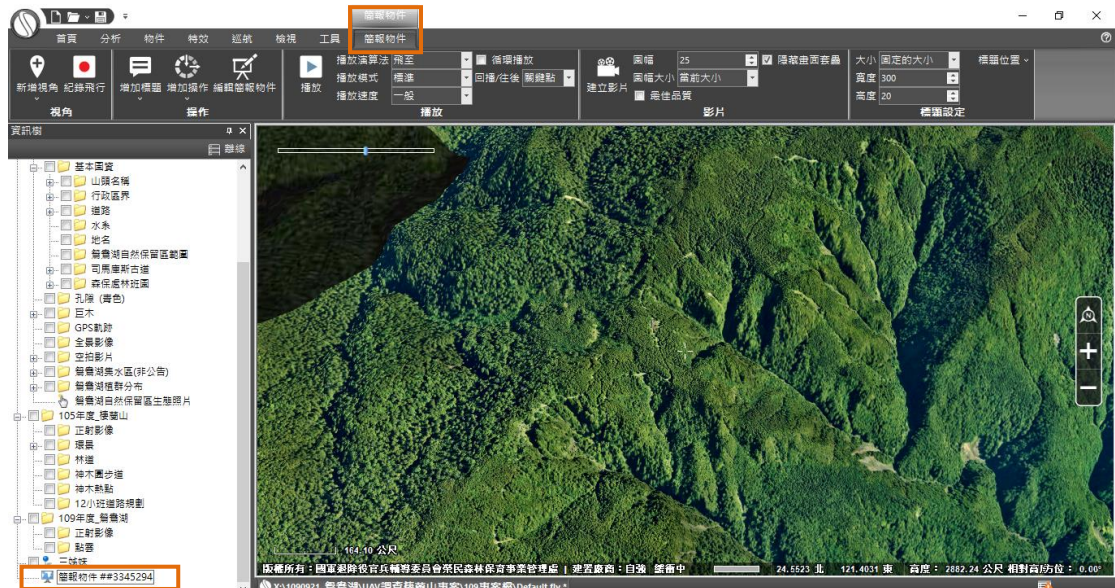
覽路徑，並可輸出動畫\*.avi 格式。

|                                                                                                             |                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>新增視角 紀錄飛行<br/>視角</p> | <p>(1)新增視角：於 3D 視窗中點擊數個視角，將串連成一飛行路徑。</p> <p>(2)紀錄飛行：點擊後將記錄於 3D 視窗中運用滑鼠操作之畫面而成一飛行路徑。</p> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|

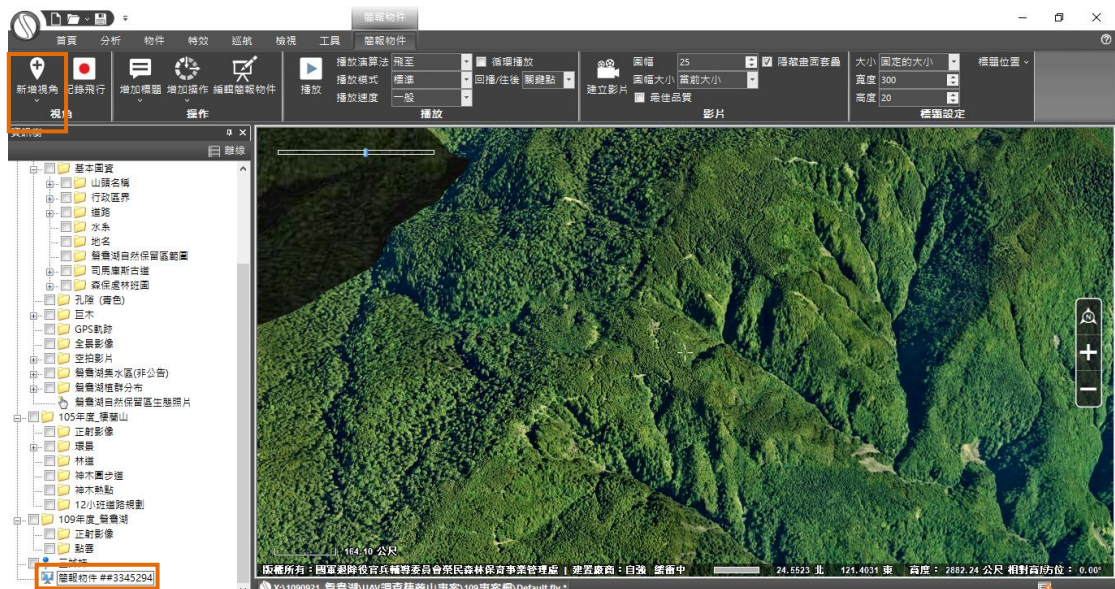
|                                                                                    |                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <p>(3) <b>增加標題</b>：可增加標題於簡報物件中。</p> <p>(4) <b>增加操作</b>：可增加簡報物件演示時之操作。</p> <p>(5) <b>編輯簡報物件</b>：可編輯簡報物件中每個動作之速度、排序與各動作之轉換。</p> |
|   | <p>(6) <b>影片播放</b>：可調整簡報物件播放之演算法、模式、速度與循環播放演示。</p>                                                                            |
|   | <p>(7) <b>建立影片</b>：可設定輸出影片之圖幅數以及影片大小。</p>                                                                                     |
|  | <p>(8) <b>標題設定</b>：可設定簡報物件標題之大小、長度與寬度。</p>                                                                                    |

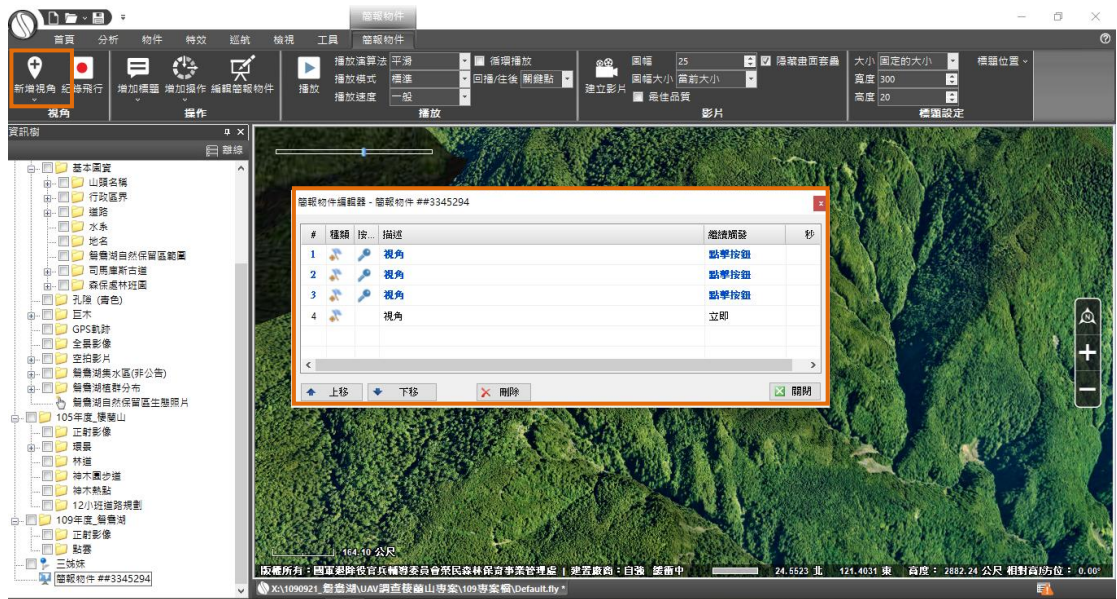
## (1) 編輯簡報物件

在工具列中選擇首頁，並且點選簡報物件，左方的資訊樹中將自動新增簡報物件，在工具列區中也將新增簡報物件標籤。



接著在工具列區中點選簡報物件，利用 3D 視窗的平移旋轉功能移動式欲新增的點位視角位置，按下新增視角，依序選擇後，利用編輯簡報物件，使用者可自由編輯影片視角停留的時間，或是可以在影片中心增標題、加入不同的操作動作等。





完成視角選擇與編輯後，可將影片輸出，輸入檔名後，可以選擇影片壓縮的品質，按下確認後便會開始將影片輸出。

